



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**ANÁLISIS DE OPERACIONES PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL  
PROCESO DE PRODUCCIÓN EN TECNOLOGÍA Y FORMAS, S.A.**

**Jorge Efraín Roca García**

Asesorado por: Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña

Guatemala, noviembre de 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS DE OPERACIONES PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL  
PROCESO DE PRODUCCIÓN EN TECNOLOGÍA Y FORMAS, S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADA A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

**JORGE EFRAÍN ROCA GARCÍA**

ASESORADO POR: INGA. NORMA ILEANA SARMIENTO  
ZECEÑA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



### **NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

|            |                                      |
|------------|--------------------------------------|
| DECANO     | Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos      |
| VOCAL I    | Inga. Glenda Patricia García Soria   |
| VOCAL II   | Inga. Alba Maritza Guerrero de López |
| VOCAL III  | Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón    |
| VOCAL IV   | Br. José Milton De León Bran         |
| VOCAL V    | Br. Isaac Sultán Bran Mejía          |
| SECRETARIA | Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas     |

### **TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

|            |                                     |
|------------|-------------------------------------|
| DECANO     | Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos     |
| EXAMINADOR | Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña |
| EXAMINADOR | Ing. Ismael Homero Jerez González   |
| EXAMINADOR | Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel |
| SECRETARIA | Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas    |

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **ANÁLISIS DE OPERACIONES PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN TECNOLOGÍA Y FORMAS, S.A.,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 8 de marzo de 2007.



Jorge Efraín Roca García

Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala, 7 de noviembre de 2008.  
Ref.EPS.D.687.11.08.

Ing. José Francisco Gómez Rivera  
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Gómez Rivera.

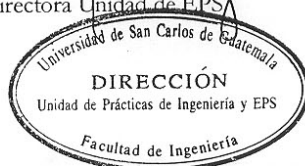
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"ANÁLISIS DE OPERACIONES PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN TECNOLOGÍA Y FORMAS, S.A."** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Jorge Efraín Roca García** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecceña de Serrano.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo como Asesora - Supervisora y Directora de EPS, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
*"Id y Enseñad a Todos"*

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecceña de Serrano  
Directora Unidad de EPS



NISZ/ra

---

Edificio de E.P.S., Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala  
Ciudad Universitaria zona 12, teléfono directo: 2442-3509

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ANÁLISIS DE OPERACIONES PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN TECNOLOGÍA Y FORMAS S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Jorge Efraín Roca García**, aprobó el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

MSc. Ismael Homero Yerec González  
Ingeniero Industrial  
Ingeniero Industrial  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela Mecánica Industrial

Guatemala noviembre de 2008

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **ANÁLISIS DE OPERACIONES PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN TECNOLOGÍA Y FORMAS, S.A.** presentado por el estudiante universitario **Jorge Efraín Roca García**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

  
Ing. José Francisco Gómez Rivera  
DIRECTOR  
Escuela Mecánica Industrial

Guatemala, noviembre de 2009.



/mgp

Universidad de San Carlos  
De Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.472.2009

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **ANÁLISIS DE OPERACIONES PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN TECNOLOGÍA Y FORMAS, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Jorge Efraín Roca García**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
DECANO



Guatemala, noviembre de 2009.

/gdech



## **AGRADECIMIENTOS A:**

- DIOS:** Por darme fortaleza y guiarme en el camino de la perseverancia para concluir esta etapa de mi vida.
- MIS PADRES:** Jorge Efraín Roca Contreras  
Myrna Samara García Rosales  
Por su apoyo y amor incondicionales.
- MIS HERMANOS:** María Elena y Carlos, por servirme de ejemplo e inspiración.
- MIS FAMILIARES:** Por sus consejos y enseñanzas.
- MIS AMIGOS:** Por dejarme aprender con y de ellos, y compartir a su lado durante estos años.
- MI ASESOR:** Por su aportación, colaboración y el tiempo brindado para el desarrollo de este trabajo de graduación.

# ÍNDICE GENERAL

|   |           |
|---|-----------|
| <b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>              | VII       |
| <b>GLOSARIO</b>                             | IX        |
| <b>RESUMEN</b>                              | XI        |
| <b>OBJETIVOS</b>                            | XIII      |
| <b>INTRODUCCIÓN</b>                         | XV        |
| <br>  |           |
| <b>1. ANTECEDENTES</b>                      | <b>1</b>  |
| 1.1 Descripción general de la empresa       | 1         |
| 1.2 Actividad industrial a la que se dedica | 4         |
| 1.3 Estructura organizacional de la empresa | 5         |
| 1.4 Descripción del proceso de fabricación  | 7         |
| 1.4.1 Diseño                                | 7         |
| 1.4.2 Corte                                 | 7         |
| 1.4.3 Limpieza                              | 8         |
| 1.4.4 Biselado                              | 8         |
| 1.4.5 Ensamble de componentes               | 9         |
| 1.4.5.1 Ensamble de corazones               | 9         |
| 1.4.5.2 Ensamble del contramolde            | 12        |
| 1.4.5.3 Ensamble del molde                  | 15        |
| 1.4.6 Pintura                               | 18        |
| 1.4.7 Embalado                              | 19        |
| <br>  |           |
| <b>2. MARCO TEÓRICO</b>                     | <b>21</b> |
| 2.1 Procesos de manufactura                 | 21        |
| 2.1.1 Operaciones de proceso                | 23        |

|  |    |
|--|----|
| 2.1.2 Operaciones de ensamble                              | 25 |
| 2.2 Sistemas de producción                                 | 26 |
| 2.2.1 Clasificación de los sistemas de producción          | 27 |
| 2.2.1.1 Sistema de producción bajo pedido                  | 28 |
| 2.2.1.2 Sistema de producción por lotes                    | 30 |
| 2.2.1.3 Sistema de producción continua                     | 30 |
| 2.3 Técnicas de registro y análisis                        | 31 |
| 2.3.1 Análisis FODA  | 31 |
| 2.3.2 Diagrama causa – efecto                              | 32 |
| 2.3.3 Diagrama de procesos                                 | 34 |
| 2.3.3.1 Funciones específicas de los diagramas de procesos | 34 |
| 2.3.3.2 Elementos de los diagramas de procesos             | 34 |
| 2.3.4 Diagrama de flujo o flujograma                       | 35 |
| 2.3.4.1 Elementos del flujograma                           | 36 |
| 2.4 Manuales de normas y procedimientos                    | 37 |
| 2.4.1 Manual de puestos y funciones                        | 38 |
| 2.4.2 Manual de procedimientos                             | 39 |
| 2.4.3 Estructura orgánica de la empresa                    | 40 |
| 2.4.4 Reglamento y normas laborales                        | 40 |
| 2.4.5 Delineamiento de contratación de personal            | 41 |
| 2.5 Programa de seguridad industrial                       | 41 |
| 2.6 Análisis de la operación                               | 42 |
| 2.6.1 Propósito de la operación                            | 42 |
| 2.6.2 Diseño de la pieza                                   | 43 |
| 2.6.3 Tolerancias y especificaciones                       | 43 |
| 2.6.4 Materiales   | 43 |
| 2.6.5 Secuencia y proceso de manufactura                   | 44 |
| 2.6.6 Preparación y herramental                            | 44 |
| 2.6.7 Manejo de materiales                                 | 44 |

|   |           |
|---|-----------|
| 2.6.8 Distribución en planta  | 45        |
| 2.6.9 Condiciones de trabajo  | 45        |
| <b>3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LAS OPERACIONES EN LA PLANTA</b> | <b>47</b> |
| 3.1 Diagnóstico del área de producción                                    | 47        |
| 3.1.1 Análisis causa - efecto   | 48        |
| 3.1.2 Análisis FODA   | 51        |
| 3.2 Análisis de operaciones en el área de producción                      | 53        |
| 3.2.1 Propósito de la operación   | 54        |
| 3.2.1.1 Operaciones de procesamiento                                      | 54        |
| 3.2.1.2 Operaciones de ensamble   | 58        |
| 3.2.2 Diseño de la pieza  | 59        |
| 3.2.3 Tolerancias y especificaciones                                      | 63        |
| 3.2.4 Materiales  | 66        |
| 3.2.5 Secuencia y procesos de manufactura                                 | 73        |
| 3.2.5.1 Diagramas de operaciones  | 74        |
| 3.2.5.2 Procesos de manufactura implicados en el proceso                  | 90        |
| 3.2.5.2.1 Doblado o plegado   | 90        |
| 3.2.5.2.2 Soldadura   | 92        |
| 3.2.5.2.3 Recubrimiento   | 96        |
| 3.2.5.2.4 Taladrado   | 96        |
| 3.2.5.2.5 Acabado   | 97        |
| 3.2.6 Preparación y herramental   | 98        |
| 3.2.7 Manejo de materiales  | 105       |
| 3.2.8 Distribución en planta  | 109       |
| 3.2.9 Condiciones de trabajo  | 114       |

## **4. PROPUESTAS DE OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN 119**

|  |     |
|--|-----|
| 4.1 Propuestas generadas por el análisis de operaciones      | 119 |
| 4.1.1 Mejoras respecto al propósito de la operación          | 121 |
| 4.1.2 Mejoras respecto al diseño de la pieza                 | 125 |
| 4.1.2.1 Documentación  | 127 |
| 4.1.2.2 Criterios de realización                             | 129 |
| 4.1.2.3 Estandarización de piezas                            | 131 |
| 4.1.2.4 Ensayos  | 132 |
| 4.1.2.5 Planos de trazado                                    | 132 |
| 4.1.2.6 Ensamble mecánico                                    | 132 |
| 4.1.3 Mejoras respecto a tolerancias y especificaciones      | 134 |
| 4.1.3.1 Soldadura  | 135 |
| 4.1.3.2 Tolerancia de forma                                  | 140 |
| 4.1.3.3 Procedimientos de trabajo                            | 142 |
| 4.1.3.4 Hoja de especificaciones                             | 142 |
| 4.1.4 Mejoras respecto a los materiales                      | 143 |
| 4.1.4.1 Calidad de materiales                                | 144 |
| 4.1.4.2 Abastecimiento, stock y listado de materiales        | 149 |
| 4.1.4.3 Uso de trimezcla como gas de protección              | 154 |
| 4.1.5 Mejoras respecto a la secuencia y procesos manufactura | 155 |
| 4.1.5.1 Planificación y normalización de procesos            | 155 |
| 4.1.5.2 Mecanización de procesos                             | 163 |
| 4.1.5.3 Supervisión en actividades de producción             | 167 |
| 4.1.5.4 Inspecciones y control de calidad                    | 169 |
| 4.1.5.5 Consideración de tratamientos térmicos               | 172 |
| 4.1.6 Mejoras respecto a la preparación y el herramental     | 173 |
| 4.1.7 Mejoras respecto al manejo de materiales               | 177 |
| 4.1.8 Mejoras respecto a la distribución en planta           | 185 |

|  |            |
|--|------------|
| 4.1.9 Mejoras respecto a las condiciones de trabajo        | 202        |
| 4.2 Implementación de manuales                             | 206        |
| 4.2.1 Manual de puestos y funciones                        | 206        |
| 4.2.2 Manual de procedimientos                             | 211        |
| 4.2.3 Reglamento y normas laborales                        | 215        |
| 4.3 Programa de seguridad e higiene industrial             | 218        |
| 4.4 Fase de capacitación                                   | 225        |
| 4.4.1 Importancia de la seguridad industrial               | 225        |
| 4.4.2 Estructuración de la capacitación                    | 226        |
| <b>5. EVALUACIÓN AMBIENTAL EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN</b> | <b>229</b> |
| 5.1 Análisis de condiciones nocivas al medio ambiente      | 229        |
| 5.2 Medidas de mitigación propuestas                       | 231        |
| <b>CONCLUSIONES</b>  | <b>235</b> |
| <b>RECOMENDACIONES</b>                                     | <b>239</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b>  | <b>243</b> |
| <b>ANEXOS</b>  | <b>245</b> |



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

|  |     |
|--|-----|
| 1. Organigrama de la empresa Tecnología y Formas, S.A.                       | 6   |
| 2. Dos maneras de definir la manufactura                                     | 22  |
| 3. Diagrama causa – efecto   | 50  |
| 4. Cuadro de análisis FODA   | 52  |
| 5. Producto terminado – Molde para adoquín                                   | 61  |
| 6. Perfiles empleados en el proceso  | 69  |
| 7. DOP para una estructura de corazones                                      | 76  |
| 8. DOP para el contramolde   | 80  |
| 9. DOP para el molde   | 83  |
| 10. DOP de pintura y el embalado   | 87  |
| 11. Doblado de lámina metálica   | 91  |
| 12. Dos métodos comunes de doblado   | 91  |
| 13. Fundamentos de la soldadura con arco eléctrico                           | 95  |
| 14. Layout actual en planta  | 113 |
| 15. Variables relacionadas con las condiciones de trabajo                    | 114 |
| 16. Diseño propuesto para la pieza tras análisis de la tolerancia de doblado | 123 |
| 17. Ensayos destructivos aplicables a las uniones básicas de soldadura       | 139 |
| 18. Tolerancias geométricas  | 141 |
| 19. Ensayo de dureza Brinell   | 146 |
| 20. Escleroscopio utilizado en los ensayos Brinell                           | 148 |
| 21. Esquema del desglose de partes de un producto                            | 152 |
| 22. Esquema de un listado de materiales tras el despiece del producto        | 153 |
| 23. Trabajos de maquinado en fresadora                                       | 165 |
| 24. Trabajos de conformado en prensa plegadora                               | 166 |



|  |     |
|--|-----|
| 25. Armario para herramientas tipo mural y panel de herramientas           | 177 |
| 26. Bastidor común con contenedores manuales                               | 179 |
| 27. Cantilever sencillo y doble para almacenamiento de perfiles            | 180 |
| 28. Formatos para las entradas y salidas a los almacenes                   | 183 |
| 29. Ejemplificación de la distribución por procesos y distribución celular | 189 |
| 30. Diagrama de relaciones entre actividades                               | 192 |
| 31. Diagrama de la disposición propuesta                                   | 195 |
| 32. Layout propuesto   | 196 |
| 33. Diagrama de recorridos en planta                                       | 197 |
| 34. Sistema de protección de cables  | 198 |
| 35. Mampara de separación  | 199 |
| 36. Esquema de la prensa ergonómica auxiliar                               | 205 |
| 37. Manual de puestos y funciones  | 209 |
| 38. Manual procedimientos atención de ordenes de trabajo                   | 212 |
| 39. Extracto del reglamento y normas laborales                             | 216 |
| 40. Extracto del manual de seguridad e higiene industrial                  | 223 |
| 41. Sistema centralizado de aspiración y filtración                        | 233 |

## **TABLAS**

|  |     |
|--|-----|
| I. Espesores de chapa generalmente empleados en el proceso | 68  |
| II. Tipos de mesas de trabajo                              | 115 |
| III. Operaciones con niveles de ruido críticos             | 116 |
| IV. Pautas y principios generales en el diseño             | 126 |
| V. Tipos de hierro y sus porcentajes de carbón diluido     | 145 |
| VI. Calificación de relaciones                             | 191 |
| VII. Requerimientos de espacio por sección                 | 194 |
| VIII. Ventilación recomendada para determinados volúmenes  | 202 |

## GLOSARIO

|                        |   |
|------------------------|---|
| <b>Bisel</b>           | Corte oblicuo en el borde de una lámina o plancha.  |
| <b>Chapa</b>           | Lámina de metal u otra materia.   |
| <b>Efectividad</b>     | Es el grado en que se logra obtener uno o un conjunto de resultados. Cuantificación del logro de la meta.   |
| <b>Eficacia</b>        | Es la capacidad de lograr obtener el resultado o efecto que se desea o espera.  |
| <b>Eficiencia</b>      | Capacidad para lograr un fin empleando los mejores medios de la mejor manera posible.   |
| <b>Ensamble</b>        | Operación mediante la cual, dos o más partes separadas se unen para formar una nueva entidad, quedando sus componentes unidos en forma permanente o semipermanente. |
| <b>Estandarización</b> | Adaptación o adecuación a un modelo.  |
| <b>Exactitud</b>       | Expresión cualitativa del grado de concordancia entre la magnitud medida y la magnitud real. Fidelidad en la ejecución de armado y unión.                           |

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Mampara</b>       | Bastidor elaborado de distintos materiales, para dividir una habitación o para aislar parte de la misma.  |
| <b>Manufactura</b>   | Sucesión de operaciones o procesos de ensamble en los cuales se cambia la forma o propiedad del material al combinarlo con otros materiales que han sido alterados en forma similar haciendo uso de máquinas, herramientas, energía y trabajo manual llevando de esta manera el material cada vez más cerca del estado final deseado y convirtiéndolo de esta manera en artículos de mayor valor. |
| <b>Metalmecánica</b> | Sector industrial del cual se obtienen productos a partir de la transformación de metales, mediante procesos y operaciones especializados y desarrollados para cumplir dicho fin.   |
| <b>Normalización</b> | Proceso de formular y aplicar reglas para una aproximación ordenada a una actividad específica para el beneficio y con la cooperación de todos los involucrados.  |
| <b>Platina</b>       | Pieza metálica de forma rectangular y de espesor reducido.  |
| <b>Utillaje</b>      | Conjunto de herramientas o instrumentos utilizados en una actividad u oficio.   |

## RESUMEN

La empresa sujeta al análisis de operaciones, objeto de este documento, se dedica a la fabricación de moldes para máquinas vibro compresoras productoras de bloques para la construcción, enmarcándose de este modo en el sector industrial de la metalmecánica. Ésta, tras su reciente incursión en la industria nacional, busca en la actualidad optimizar sus procesos y métodos, para de esta manera, alcanzar los objetivos propuestos desde su formación.

Para iniciar el desarrollo del presente trabajo, se analiza en primer lugar la situación actual dentro del área productiva de la empresa, documentando de esta manera los aspectos en los cuales se cree conveniente enfocar los esfuerzos para su mejora. Así mismo, previamente se incluye toda una reseña teórica de los conceptos a ser tratados y las metodologías a ser empleadas durante el proceso de análisis y optimización.

Se prosigue con las propuestas de mejora interna dentro del área de producción en relación a cada uno de los nueve puntos que recomienda la metodología del Análisis de Operaciones y a los aspectos que se establecieron como puntos en los que la empresa puede mejorar. La misma se centra en la estandarización y normalización del sistema productivo, para mejorar aspectos que generan desperdicio, demoras, gastos, etc. De esta manera se establecen igualmente, algunas pautas relacionadas con la seguridad dentro de la planta de producción, se determinan los procedimientos y las normas internas que regirán el sistema. De estos últimos únicamente se incluyen extractos debido a la extenuidad de cada documento.

Luego se describe la metodología aplicada para la capacitación del personal de producción la cual se centró en el tema de la seguridad y la higiene en las actividades productivas inherentes a la elaboración del producto.

Para concluir con el presente documento, se desarrolla una evaluación ambiental del proceso de producción en el cual se determinó que uno de los problemas que más afectan el ecosistema son los humos y vapores de soldadura que se utiliza para realizar las uniones permanentes y parciales de las piezas que conforman los componentes, proponiendo igualmente el equipo que se cree conveniente para mermar esta condición.

## **OBJETIVOS**

### **General:**

Optimizar el proceso de producción de la empresa, haciendo uso adecuado de las técnicas de Ingeniería Industrial, para de esta manera, proponer alternativas que contribuyan al proceso continuo de mejora y al incremento de la eficiencia en Tecnología y Formas, S.A.

### **Específicos:**

1. Realizar un diagnóstico a nivel general del área de producción, a través del análisis de operaciones, para detectar las oportunidades de mejora dentro del sistema de producción de la empresa, estableciendo estrategias para desarrollar las mismas.
2. Generar documentos de instrucción y planificación, que den una idea más clara y sencilla de las operaciones, que sean fuente de consulta para la retroalimentación y sean la base para la estandarización de los procesos implicados en la producción.
3. Realizar el levantamiento de información de los procesos consultando la documentación existente si la hay, y generar la pertinente a los procesos en el área de producción, para analizar su desempeño dentro del sistema de operación de la empresa.

4. Diseñar una distribución de planta que mejore el flujo de la producción dentro de las instalaciones.
5. Proponer un método de producción eficiente y seguro, a través del análisis de los riesgos inherentes al proceso, para generar así un programa de seguridad industrial.
6. Establecer pautas que aseguren la calidad de los procesos y obtener de esta manera un producto que cumpla con los requerimientos generales establecidos por parte del cliente.
7. Determinar, proponer y/o diseñar los recursos que se crean necesarios para el mejoramiento de la producción en la empresa, tales como maquinaria, personal, herramientas, etc.

## INTRODUCCIÓN

La mejora de operaciones existentes es un proceso continuo en la industria y este proyecto aplica principalmente a ese proceso.

La experiencia indica que casi todas las operaciones se pueden mejorar si se les dedica suficiente atención. Como el procedimiento de análisis sistemático es efectivo en industrias grandes y pequeñas, en talleres de producción por pedido o en la producción masiva, el análisis de la operación se aplica a todas las áreas de manufactura, los negocios y el gobierno. Al utilizar el enfoque del análisis de operaciones en todas las facetas de un proceso, el analista puede desarrollar un centro de trabajo eficiente. Si se utiliza de manera adecuada, desarrolla mejores métodos de trabajo con la simplificación de los procedimientos operativos y el manejo de materiales, así como el uso más efectivo del equipo. De esta forma, las compañías pueden aumentar la producción y reducir los costos unitarios; asegurar la calidad y reducir el trabajo defectuoso y promover el entusiasmo del operador al mejorar las condiciones del trabajo, minimizar la fatiga y permitir mayores ingresos para el trabajador.

El presente proyecto tiene por objeto identificar y analizar, a través de la metodología del análisis de operaciones, los procesos de manufactura involucrados así como los principales elementos que intervienen en estos, enmarcados dentro del área de producción de la empresa, la cual se dedica a la fabricación de estructuras metálicas para prensas vibro compresoras que producen prefabricados de hormigón.



De esta manera será posible plantear propuestas para redefinir los procesos que interactúan en la fabricación del producto, de tal forma que la empresa pueda asegurar a sus clientes, estructuras de alta calidad y rendimiento.

Para tal efecto es necesario citar las condiciones bajo las cuales operan los procesos de manufactura, a fin de poder brindar una idea clara de las situaciones que se dan en perjuicio de la empresa. En el capítulo tres se pretende abarcar dicha descripción y así sentar las bases para realizar propuestas de mejora dentro de las actividades de la organización.

A partir del capítulo cuatro, se pretende brindar soluciones viables a la problemática identificada, que impera en cada aspecto de la producción que se analiza.

Finalmente, toda la información será integrada para conformar los documentos pertinentes a los procedimientos de fabricación y demás lineamientos que sean necesarios para llevar a cabo de la mejor manera el proceso productivo de la empresa.

La implementación de dichas propuestas se ven limitadas por la funcionalidad que vean en estas, los miembros de la dirigencia de la empresa.

# 1. ANTECEDENTES

## 1.1 Descripción general de la empresa

“Tecnología y Formas, S.A.” es una empresa de reciente incorporación a la industria metalmecánica (Fabricación de estructuras metálicas) nacional, inició sus operaciones productivas a partir del 15 de mayo del año 2006. Se encuentra ubicada a la altura del kilómetro 20 sobre la carretera que se dirige al pacífico, dentro de la Bodega A6 del complejo industrial “UniSur”, en Barcenas, Villa Nueva.

La idea de la creación de esta empresa surgió de la necesidad, detectada por su dueño, de estructuras para maquinaria cuya función es la fabricación de bloques en cantidades industriales, los cuales son destinados a la construcción civil. Estas estructuras son los aditamentos que conforman la parte medular de estas máquinas, ya que son precisamente, los moldes que determinan la forma del bloque que se fabrica.

Hay un número inferior a las 20 personas que conforman actualmente la organización de “Tecnología y Formas, S.A.”, entre personal operativo y administrativo, por lo que puede ser catalogada como una pequeña empresa, aunque al momento la creciente demanda de sus productos hará necesaria en un futuro la incorporación de no solamente más personal, sino también más equipo y tecnología.

Actualmente, la empresa abarca todo el mercado nacional, aunque su principal transacción comercial se basa en la exportación de su producto a naciones de entre las cuales podemos mencionar todas en la región centroamericana y México, siendo estos destinos los principales consumidores, aunque también se han recibido pedidos de países como Colombia, Venezuela y Jamaica entre otros.

El espacio físico destinado a las actividades de control y administración de la empresa cuenta con un área aproximada de 157.25 m<sup>2</sup>. El espacio físico efectivo destinado a la producción de la empresa posee un área aproximada de 1160.65 m<sup>2</sup> dividiéndose en las siguientes áreas:

- ✓ Corte automático
- ✓ Limpieza
- ✓ Ensamble de contramoldes
- ✓ Ensamble de moldes
- ✓ Ensamble de corazones
- ✓ Pintura y embalaje
- ✓ Áreas de almacenamiento

Debido al proceso de certificación bajo la norma de calidad ISO que la empresa busca iniciar a mediano plazo, se busca contar con una estructura de documentos que permitan tener un buen control de los procesos relacionados durante la fabricación de sus productos. Ya que la empresa no cuenta con dicha estructura, no se conoce con certeza el avance real obtenido durante el procedimiento de fabricación. Actualmente la empresa no cuenta con un correcto programa de actividades de verificación, validación, seguimiento, inspección, ensayos o pruebas específicas para el producto y criterios de aceptación para el mismo. Ya que estas actividades no están bien definidas, lo

que se busca implantar en dicho proceso de certificación, son los documentos que validan y facilitan el control durante todos los procesos de manufactura que se llevan a cabo durante el desarrollo del producto. Sin embargo, mediante la consulta con los responsables del área de producción y de acuerdo a la recurrencia de los clientes y sus comentarios, el ingeniero que funge como gerente de producción mencionó que la calidad observada en los trabajos realizados por la empresa se puede catalogar como buena, ya que cumplen con las especificaciones indicadas por el cliente, tomando en cuenta que no se posee dicho control documental.

Todos los procesos que son necesarios para el desarrollo del producto tienen una relación muy importante para asegurar la calidad del mismo, ya que generalmente existe cierta secuencia entre ellos y cada vez que se realiza de manera incorrecta un proceso, los demás se ven afectados. Lo que resta es elaborar los registros para proporcionar evidencia de que los procesos de manufactura se realizan bajo las mejores condiciones de fabricación y el producto resultante cumple con las características deseadas por el cliente.

Con el afán de afianzar tanto el crecimiento, como los logros obtenidos a la fecha, la empresa está consciente de la necesidad de innovar constantemente sus procesos y productos para así mejorar la competitividad de la organización en el mercado mundial. Por esta razón, actualmente la empresa busca optimizar todo el proceso de producción así como los métodos de trabajo implicados durante todo el ciclo, para de esta manera, alcanzar los objetivos propuestos desde su formación.

## 1.2 Actividad industrial a la que se dedica

La industria metalmecánica no tiene una clasificación que permita identificar directamente sus características, ya que está integrada, más bien por un conjunto de actividades específicas que siguen procesos diferentes y obtienen productos distintos, pero todos a partir de la transformación del metal.

La industria metalmecánica se encuentra distribuida en los siguientes tres grandes sectores:

Industrias metálicas básicas:

- Industria básica de hierro y acero.
- Fabricación de productos de hierro y acero.
- Industria básica del aluminio.
- Industrias básicas de otros metales no ferrosos.
- Moldeo por fundición de piezas metálicas.

Fabricación de productos metálicos:

- Fabricación de productos metálicos, forjados y troquelados.
- Herramientas de mano sin motor y utensilios de cocina metálicos.
- Estructuras metálicas y producción de herrería.
- Calderas, tanques y envases metálicos.
- Herrajes y cerraduras.
- Alambre, productos de alambre y resortes.
- Piezas metálicas y fabricación de tornillos.
- Recubrimientos y terminados metálicos.
- Otros productos metálicos.

- Tuberías para ademe de pozo profundo.

Fabricación de maquinaria:

- Maquinaria y equipo para actividades agropecuarias, construcción e industria extractiva.
- Maquinaria y equipo para la industria metal-mecánica.
- Maquinaria y equipo para otras industrias manufactureras.
- Maquinaria y equipo para el comercio de servicios.
- Sistemas de aire acondicionado, calefacción, refrigeración, industrial y comercial.
- Motores de combustión interna, turbinas y transmisores.
- Otra maquinaria y equipo industrial en general.

### **1.3 Estructura organizacional de la empresa**

Tecnología y Formas, S.A. cuenta con dos áreas en su configuración de trabajo como organización. Estas son el área administrativa y el área de producción.

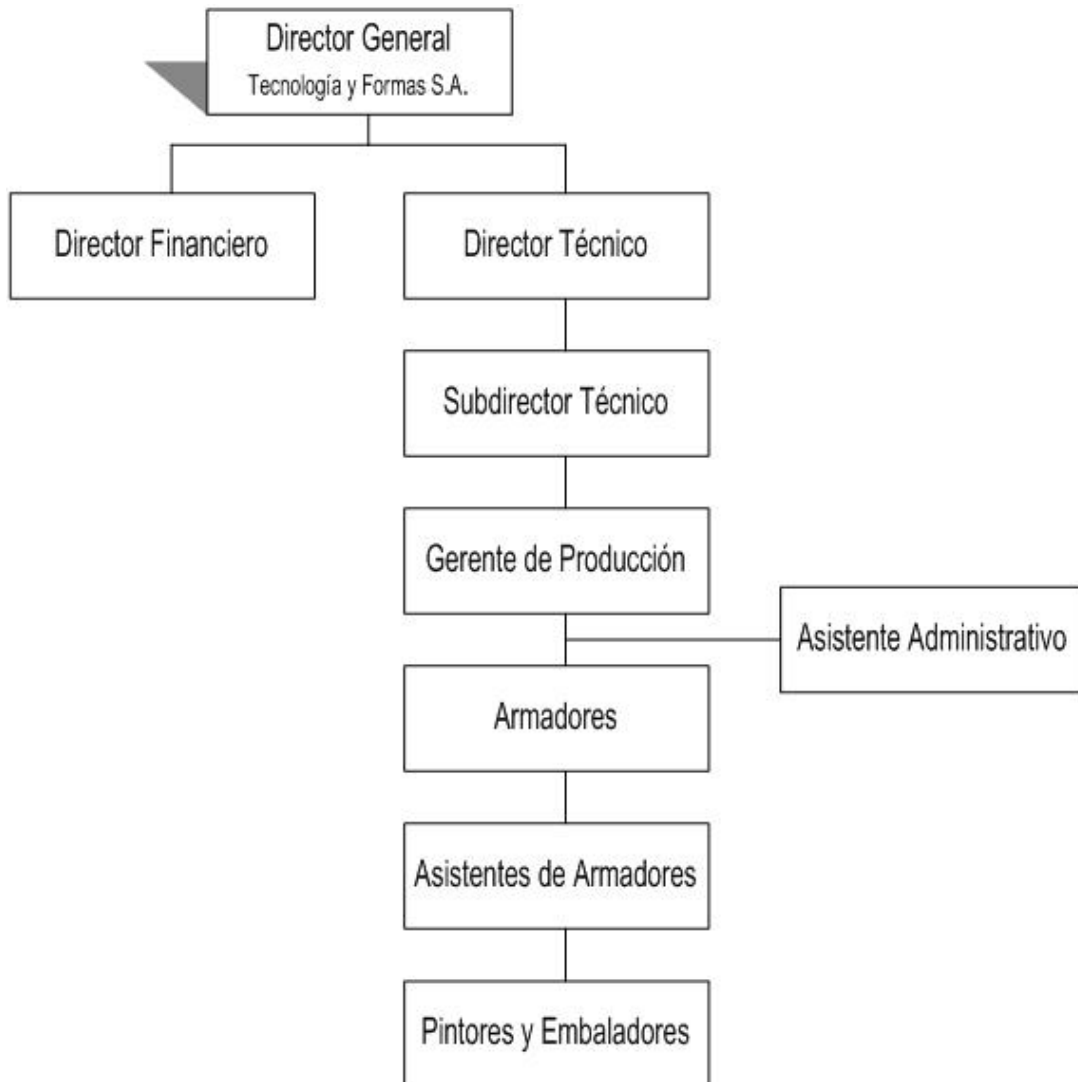
Para conseguir sus objetivos con eficacia, la organización ha conformado una estructura organizacional tradicional, estableciendo las relaciones de dependencia tal y como se describe brevemente a continuación.

La empresa está compuesta por distintos niveles jerárquicos distinguibles entre sí por el tipo de funciones y atribuciones específicas. Los niveles anteriormente mencionados contienen cada uno de los puestos cuyos perfiles y atribuciones específicas serán definidos más adelante en la sección pertinente,

haciendo referencia únicamente, a aquellas relacionadas directamente con el departamento de Producción.

A continuación en la figura 1 se muestra la representación gráfica de los distintos niveles de autoridad a través del siguiente organigrama.

**Figura 1.** Organigrama de la empresa Tecnología y Formas S.A.



## **1.4 Descripción del proceso de fabricación**

A continuación se brinda la descripción genérica de la actividad productiva de la empresa, ilustrando brevemente las fases del proceso en las cuales se conjugan la maquinaria, los insumos, y el personal necesario para llevarlo a cabo.

### **1.4.1 Diseño**

Todo el ciclo productivo inicia con la solicitud del cliente para que se realice el diseño pertinente del molde con las especificaciones que este establezca. El molde es diseñado por el departamento respectivo, haciendo uso del software AutoCad.

Una vez concluye el proceso de diseño, este es enviado al cliente para que apruebe el mismo y se pueda dar inicio a la fabricación del producto.

### **1.4.2 Corte**

Generalmente el primer proceso de manufactura que se aplica para el desarrollo del producto es el proceso de corte para lograr el desglose de las partes para cualquier proceso o armado posterior. Dependiendo de la economía del proceso y las características del material, algunos de los procesos de corte más empleados por la empresa son los siguientes:

- Corte con segueta y sierra circular.
- Oxicorte (aplicación manual o semiautomática).
- Corte con plasma (aplicación manual o automático).
- Corte con disco abrasivo.



Algunas veces, si el equipo funciona adecuadamente y el personal lleva a cabo el proceso correctamente, se elimina o reduce la limpieza posterior de las piezas a las que se aplica dicho proceso. En el caso de la empresa, la mayoría de ocasiones se procede con dicha limpieza debido a que el proceso por mejor que se lleve a cabo, siempre genera residuos que se adhieren a la superficie del material.

En cuanto al corte automático por plasma, tanto la velocidad de corte como los demás parámetros de control los determina el operario con base a su experiencia.

### **1.4.3 Limpieza**

Una vez cortadas las piezas correspondientes a cada uno de los componentes que conforman el molde, se procede con la limpieza de las mismas con el fin de aplicar eficientemente cualquier proceso de manufactura posterior. La limpieza consistirá en eliminar residuos de óxido u otro material adherido, que pudiese tener la superficie de la pieza, haciendo uso de las herramientas manuales o mecánicas necesarias.

### **1.4.4 Biselado**

El biselado, al igual que la limpieza, es una operación de preparación de los metales de base en la cual se lleva a cabo un corte oblicuo en el borde de una platina, una lámina o un tubo, para que este sea más delgado que la parte central de dicha pieza. Esta operación se ejecuta con el fin de realizar una soldadura pasante que cumpla con las especificaciones requeridas, dependiendo del espesor y de la unión de las piezas. Este biselado se hace normalmente con la ayuda de la pulidora o del esmeril. Antes del biselado la

pieza debe ser sujeta correctamente con la prensa o tornillo de mesa, con el fin de evitar un accidente.

#### **1.4.5 Ensamble de componentes**

El proceso de manufactura aplicado en el ensamble de los diversos componentes que conforman el producto es el de soldadura eléctrica.

Se le llama soldadura a la unión de dos materiales (generalmente metales o termoplásticos), usualmente logrado a través de un proceso de fusión en el cual las piezas son soldadas derritiendo ambas y agregando metal o plástico derretido para conseguir una "pileta" (punto de soldadura) que, al enfriarse, forma una unión fuerte. La empresa hace uso de los siguientes métodos de aplicación de soldadura:

- Soldadura por arco eléctrico.
- Soldadura MIG (Metal Inert Gas).

En cuanto al equipo utilizado para llevar a cabo dicho proceso, las velocidades y voltajes a ser empleados vienen determinadas por el operario en base a su experiencia o bien, se hace referencia a una tabla ubicada en la misma máquina la cual indica, según el tipo de material, los parámetros a manejar en la operación.

##### **1.4.5.1 Ensamble de corazones**

Los corazones o núcleos son talvez los componentes que requieren el trabajo más meticuloso dentro del proceso de fabricación del producto.

El proceso inicia con el trazado de las platinas que darán forma a los cuerpos de los corazones. El trazado se ejecuta para facilitar el desarrollo de los procesos posteriores en los que existe un subensamble con puntos de soldadura, o como en este caso, una operación de plegado en el material. Los trazos indicarán los sitios en los cuales se deberán de ejecutar los dobleces especificados en el dibujo del componente. Generalmente estos se ejecutan tomando las medidas del centro de la pieza hacia fuera para evitar de esta manera cualquier falla en la operación.

Los dobleces, una vez haya concluido la operación de trazado, se ejecutarán con ayuda de una plegadora manual, la cual posee dos secciones en su estructura, una con prensa de un solo eje para dobleces de ángulo recto y otra con una prensa de matriz para dobleces de ángulos agudos u otro tipo de ángulos. Luego se verificará contra una plantilla elaborada previamente, o bien con una falsa escuadra según se requiera, que los dobleces generados cumplan con las dimensiones establecidas en los planos (ángulos y demás medidas), en cuyo caso de presentar inconformidades, serán ajustadas haciendo uso de un martillo golpeando las secciones de los dobleces que sean pertinentes.

Las piezas que conforman los cuerpos de los corazones vienen generalmente con dimensiones un poco mayores a las establecidas en los planos. Esta situación se da para prever que las piezas, tras su doblez, no cumplan con las dimensiones requeridas. Es por esto que tras la operación de plegado, se hace necesario el corte de estos excesos en las secciones de la pieza que han sido previamente dobladas. Esta actividad se ejecuta con ayuda de una máquina cortadora semiautomática por plasma. Cabe hacer mención que estos cortes se ejecutan no en línea recta sino en forma diagonal con una pendiente muy suave para darle al cuerpo de cada corazón cierta conicidad que

permitirá un desmolde suave y sencillo de los bloques una vez el molde se encuentre trabajando en la máquina vibro compresora.

Luego del corte se deben limpiar, nivelar y biselar los bordes generados tras el corte de los excesos mencionados para que las piezas posean las medidas requeridas y se pueda proceder así con la siguiente operación.

Tomando dos de las piezas cuyo proceso de transformación hasta este momento se ha descrito, se procederá a subensamblarlas punteando con soldadura en los extremos de sus uniones de tal manera que el ajuste de dimensiones sea sencillo. El proceso de ajuste del cuerpo preensamblado se llevará a cabo ajustando o separando la separación de las uniones entre piezas, según sea conveniente, hasta obtener de esta manera las dimensiones estipuladas en los planos del componente.

Una vez se obtengan las dimensiones deseadas se ensamblarán definitivamente las piezas aplicando cordones de soldadura (rematado) a todo lo largo de las uniones del cuerpo. Posteriormente, una vez la soldadura haya enfriado debidamente, se cortarán muescas en ambos lados del cuerpo donde se pueden apreciar los cordones de soldadura, los cuales debieron haber sido nivelados con la superficie del cuerpo del componente, desbastando los mismos con disco abrasivo.

De requerirse por parte de diseño, la boca inferior del cuerpo será reducida cortando las cuatro esquinas inferiores, uniéndolas posteriormente aplicando cordones de soldadura, no sin antes haber limpiado, nivelado y biselado los bordes provocados por los cortes. Tras la operación de soldeo para unir las esquinas inferiores y reducir de esta manera la boca inferior se

procederá a nivelar los cordones de soldadura con la superficie del cuerpo del corazón.

Tras el corte de las muescas se tomará la cantidad de cuerpos de corazones que establezca el diseño del molde y se unirán a la barra sujetadora la cual ha debido ser previamente biselada y rectificada asegurando con esta última operación que la superficie de la barra está nivelada en su totalidad. La barra será subensamblada con los cuerpos aplicando puntos de soldadura para facilitar el posicionamiento y ajuste de dimensiones del componente. Una vez las dimensiones cumplan con lo estipulado en los planos, se aplicarán cordones de soldadura uniendo la sección interna del cuerpo con la barra, para proceder posteriormente con la colocación de las tapaderas de los cuerpos sobre los corazones. Las tapaderas, las cuales al ser ubicadas en su sitio cubrirán las barras, serán unidas en la parte superior interna de los cuerpos colocando cordones de soldadura que tras su enfriamiento serán niveladas con la superficie superior del cuerpo con disco abrasivo.

Para finalizar la fabricación del componente se procederá a biselar los bordes superiores de todo el componente, tanto las barras como los cuerpos con sus tapaderas para facilitar el acoplamiento del contramolde con el molde, tras lo cual se aplicarán las operaciones de acabado que sean convenientes.

#### **1.4.5.2 Ensamble del contramolde**

El contramolde es el componente que se ensambla más rápido dentro del ciclo productivo, aunque su transformación no puede concluir sino hasta que el cajón del molde esté completamente terminado.

El primer paso en la elaboración del contramolde se refiere al trazado sobre la plancha superior del cuerpo del componente para poder ubicar sobre esta posteriormente los entrepaños y los rigidizadores de placa, facilitando de esta manera el armado del componente.

Posteriormente se puntarán con soldadura, las piezas correspondientes a los entrepaños junto con los rigidizadores de placa procurando que las piezas queden bien niveladas en sus bordes superiores, en cuyo caso contrario se desbastarán las secciones que se requiera para que la nivelación se concrete. Así mismo se cuidará que todas y cada una de estas piezas estén debidamente escuadradas con la plancha superior para que no existan desajustes que puedan variar la altura del componente. Luego se ubicará la plancha inferior del cuerpo sobre los entrepaños y rigidizadores colocados anteriormente. Para que esta pieza quede centrada se tomará de referencia la plancha superior haciendo uso de escuadras y del metro para que los voladizos que sobresalgan tengan las mismas medidas en cada lado. Tras llevar a cabo el centrado de la pieza, esta se puntará con soldadura a los entrepaños y rigidizadores de placa correspondientes a manera de fijar las partes en su sitio.

Se harán las revisiones correspondientes a la altura del componente, en cuyo caso de inconformidad se corregirá separando la plancha inferior de los entrepaños y los rigidizadores de placa o bien desbastando las superficies superiores de los bordes de estas últimas. Una vez el cuerpo del componente esté correctamente subensamblado se procederá a rematarlo, aplicando cordones de soldadura en los sitios que sean pertinentes.

Luego del rematado del cuerpo del componente se procederá a dar un tiempo prudencial al componente para que este enfríe apropiadamente en cuanto a la soldadura se refiere, tras lo cual se realizará el trazado de la

plancha inferior para la posterior unión de los perfiles que sujetarán los peines. Los perfiles son previamente cortados con sierra circular o bien con disco abrasivo. Estos son subensamblados, punteándolos a la estructura del cuerpo procurando que su unión sea totalmente perpendicular a la superficie de la plancha inferior para lo cual se hará uso de una escuadra. Una vez estén punteados y escuadrados todos los perfiles, se unirá punteando a estos una estructura que evitará la deformación de los mismos durante la operación de rematado debido al calor generado por la soldadura.

Los peines deberán ser ubicados en el sitio que les corresponda en el cajón del molde previo a ensamblarse a la estructura del componente. Estos serán desbastados en las caras de los bordes que correspondan para que cacen de la mejor manera posible en su lugar una vez se lleve a cabo el acoplamiento del molde y el contramolde. Una vez todos los peines han sido tallados, se procederá a fijarlos a través de una estructura de reglas para de esta manera poder ser ensamblados en el contramolde sin perder sus respectivas posiciones en el cajón. Tras el punteado de los peines a la estructura retenedora se procederá a ubicar los mismos sobre los perfiles del contramolde, centrándolos en referencia a la lámina inferior con ayuda de una escuadra y nivelándolos con ayuda de discos abrasivos en los sitios que sean necesarios, después de lo cual se puntearán para finalmente ser rematados.

Por último se rematarán los apoyos en sus sitios respectivos y se taladrarán, con ayuda del barreno electromagnético, los agujeros donde se enganchará el componente a la máquina vibro compresora, previo a lo cual debió haberse realizado el trazado pertinente para ubicarlos en sus sitios.

### **1.4.5.3 Ensamble del molde**

Teniendo las piezas ya preparadas previamente se podrá dar inicio al ensamble de este componente. Una vez las piezas están listas para su ensamble, se procederá previamente a cortar los excesos que sobran en las muescas de unión de las paredes laterales externas, pues estos no sirven más que para evitar que la pieza se encorve por el calor generado en la operación de corte automático por plasma.

Para iniciar la operación de ensamble propiamente dicha, primero se procede a unir el cajón ubicando las piezas correspondientes en la posición requerida. En esta operación se deberá procurar que todas las piezas queden debidamente niveladas de las superficies de los bordes superiores, y evitar que existan luces que perjudiquen las medidas requeridas. Así mismo, estas deberán estar totalmente escuadradas con la superficie de trabajo y entre ellas mismas para evitar afectar las medidas internas del cajón que darán las dimensiones finales al bloque. Estas piezas generalmente son punteadas entre ellas en determinadas uniones así como al banco de trabajo para mantenerlas en posición una vez han sido obtenidas las dimensiones estipuladas en los planos. Dependiendo de la pericia y forma de trabajo de cada operario, así serán tanto el orden como el método de unión de piezas de este componente.

Luego se procederá a aplicar pequeños cordones de soldadura en los sitios que sean adecuados para darle firmeza a la estructura. Tras el enfriamiento de los cordones de soldadura, estos serán reducidos hasta nivelarlos con la superficie del componente haciendo uso de disco abrasivo.

Una vez se haya concluido con el armado del cajón, se procederá a unir los corazones a este, siempre y cuando estos ya hayan sido elaborados. Para



llevar a cabo esto, se encajará las barras sujetadoras de los corazones en las muescas de unión que se ubican en las paredes laterales externas. Se centrarán tanto la parte superior como inferior de los corazones en el compartimiento que le corresponda, con ayuda de un compás de puntas curvas. Tras centrar correctamente los corazones, estos se fijarán con puntos de soldadura y se verificará que las superficies de los bordes superiores de los corazones y de las paredes del cajón coincidan al mismo nivel. Si todo esto se cumple y las medidas son las estipuladas en los planos, se podrán rematar (aplicación de cordones de soldadura) las uniones entre los corazones y el cajón, fijando de esta manera ambos componentes.

Posteriormente se unirán, punteando con soldadura, los rigidizadores de placa en la parte inferior de las paredes laterales externas del cajón para darle mayor rigidez a estas. Después de haber unido los rigidizadores de placa se podrá proceder a ensamblar las piezas correspondientes al bastidor del molde, lo cual se hará con ayuda de reglas metálicas que se unirán con puntos de soldadura de manera provisional al bastidor para que sostenga estas piezas.

Luego se podrán puntear, cuidando que estén debidamente escuadradas, los rigidizadores del bastidor, los cuales deberán estar ajustados y centrados correctamente en el sitio que les corresponda.

Tras la ubicación de los rigidizadores del bastidor se unirán las agarraderas a la parte inferior de las paredes frontales externas, las cuales de establecerse por parte de diseño, deberán ser trazadas y cortadas manualmente con el equipo de corte por plasma manual para brindarles otro tipo de aspecto según sea necesario.

Tras efectuar la operación anterior se unirán los rigidizadores de las agarraderas y de los topes ajustándolas y centrándolas en el sitio que les corresponda. Los topes se unirán a sus respectivos protectores, los cuales están elaborados con lámina antidesgaste, rematándolos con cordones de soldadura en las uniones entre ambas piezas.

Las platinas pequeñas que cubrirán las uniones entre las paredes laterales externas, el borde de la agarradera y los rigidizadores de las agarraderas, también irán unidas a la estructura rematando las mismas con cordones de soldadura.

Una vez se hayan ejecutado las operaciones descritas al momento, se podrá rematar la totalidad de la estructura, colocando cordones de soldadura en los sitios que sea pertinente. Para efectuar el rematado, se punteará a la estructura, reglas que eviten la deformación del componente debido al calor generado por la soldadura. Tras el rematado, se dejará reposar el componente para que la soldadura recién colocada se enfríe.

Una vez haya enfriado el componente se podrán rematar al bastidor las viseras, colocando cordones de soldadura en los sitios en los que se haya biselado previamente ambas piezas, tanto las viseras como las del bastidor. Luego, las piezas laterales de las viseras serán redondeadas en las secciones de sus extremos para darle una mejor estética al producto.

Para concluir con la fabricación del molde se biselarán los bordes superiores internos del cajón, lo cual será necesario para que el acoplamiento entre los componentes sea más eficiente.

Una vez los componentes del producto han terminado su proceso de transformación, se llevarán a cabo las pruebas de acoplamiento entre estos con ayuda del montacargas, que de no ser satisfactorias se deberá dar lugar a las correcciones que hagan falta (desbaste de bordes o enderezado de peines).

#### **1.4.6 Pintura**

Antes de pintar el producto, se realiza un proceso de limpieza con cepillo carda, escofina y lima para eliminar residuos de óxido u otro material adherido a los componentes y posteriormente se limpia con solvente de pintura (thiner) para eliminar las grasas o residuos resultantes de los procesos aplicados sobre el componente que pudieran afectar la adherencia de la pintura al metal.

Posteriormente se aplica masilla sobre los sectores de la superficie de cada componente donde existan golpes, raspaduras, grietas o desprendimientos que las piezas puedan tener durante su manejo o proceso de transformación, de tal manera que se mejore la presentación del producto. Previo a la aplicación de la masilla deberá prepararse la misma mezclándola con la cantidad de catalizador necesaria según la cantidad de masilla a aplicar y la agilidad con que se desea que esta seque. Tras el secado de la masilla, esta será pulida con disco de lija hasta dejar pareja toda la superficie de cada componente.

Cabe hacer mención, que el proceso de pintura se efectúa en el sector de los muelles de carga y descarga para evitar de esta manera que las partículas de pintura saturen el ambiente de la planta. Esto también se efectúa de esta manera para permitir que el flujo mínimo de viento que ingresa a la planta agilice el secado. Básicamente el proceso de pintura se lleva a cabo para prevenir la corrosión de la estructura, y darle un mejor aspecto estético al

producto. El método de aplicación es por aspersión utilizando una pistola y compresor.

Para obtener un buen acabado en el proceso de pintura se aplica una primera capa de pintura de fondo color gris claro. El contramolde tomará este color en definitiva por lo que se aplicará una segunda capa para cubrir bien la superficie del mismo. Sobre este componente se colocará, con ayuda de una plantilla, el logotipo de la empresa utilizando spray de pintura color negro.

Luego de aplicar la pintura gris de fondo sobre el molde, a este se le dará una segunda capa en color amarillo cubriendo bien la superficie en su totalidad. Finalmente se dejarán reposar un tiempo los componentes para su respectivo secado.

#### **1.4.7 Embalado**

El producto terminado se colocará sobre una tarima de madera, tras lo cual se colocará la identificación correlativa sobre una etiqueta imantada. Posteriormente se untará aceite sobre las secciones del molde que harán contacto con el embalaje para que este no despegue la pintura una vez vaya a ser utilizado el producto. Luego se envolverá el molde completo en plástico stretch, procurando cubrir de esta manera toda la estructura, para finalmente dar lugar a la colocación del fleje alrededor del producto asegurando así todo el embalaje.



## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Procesos de manufactura**

Un proceso de manufactura consiste en una serie coordinada de operaciones unitarias y/o procesos unitarios, mediante los cuales las materias primas se convierten en productos. Estas operaciones y/o procesos, que pueden ser bien físicos y/o químicos, implican la modificación de las características de la materia prima para transformarlo en el producto deseado. Dichas características pueden ser de naturaleza muy variada tales como la geometría, las propiedades o el aspecto.

En la inmensa mayoría de los casos, para la obtención de un determinado producto serán necesarias multitud de operaciones individuales de modo que, dependiendo de la escala de observación, puede denominarse proceso tanto al conjunto de operaciones desde la extracción de los recursos naturales necesarios hasta la venta del producto como a las realizadas en un puesto de trabajo con una determinada máquina-herramienta.

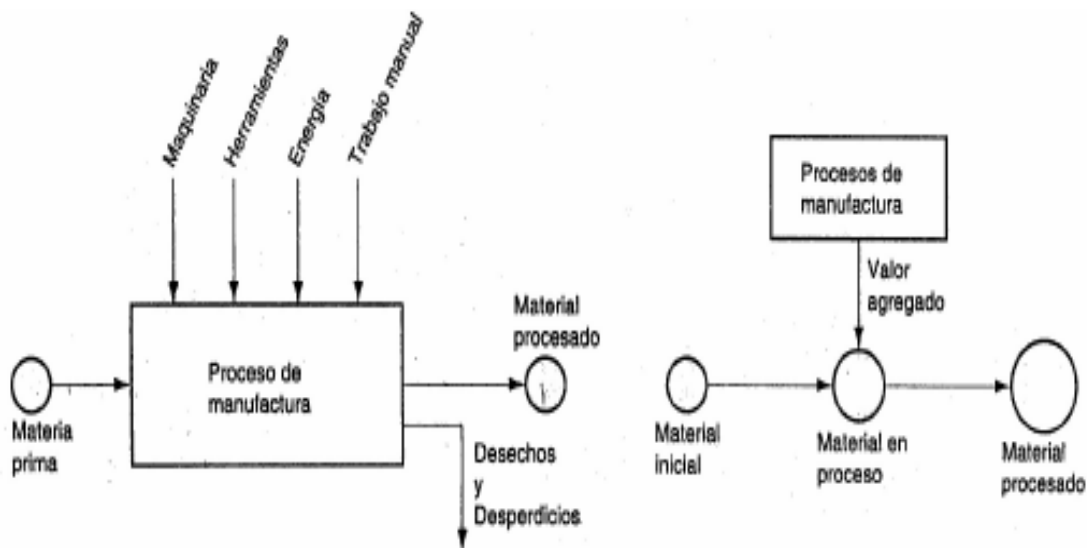
Un proceso de manufactura también es considerado como la estructuración y organización de acciones que permiten a un sistema lograr una tarea determinada.

Los procesos para realizar la manufactura involucran una combinación de máquinas, herramientas, energía y trabajo manual, tal como se describe en la figura 2(a). La manufactura se realiza casi siempre como una sucesión de

operaciones. Cada una de ellas lleva al material cada vez más cerca del estado final deseado.

Económicamente, la manufactura es la transformación de materiales en artículos de mayor valor, a través de una o más operaciones o procesos de ensamble, como se muestra en la figura 2(b). El punto clave es que la manufactura agrega valor al material original, cambiando su forma o propiedades, o al combinarlo con otros materiales que han sido alterados en forma similar. El material original se vuelve más valioso mediante las operaciones de manufactura que se ejecutan sobre él.

**Figura 2.** Dos maneras de definir la manufactura: (a) como un proceso técnico y (b) como un proceso económico.



Los procesos de manufactura pueden dividirse en dos tipos básicos: 1) operaciones de proceso y 2) operaciones de ensamble. Una operación de proceso transforma un material de trabajo de una etapa a otra más avanzada, que lo sitúa cerca del estado final deseado para el producto. Esto le agrega

valor al cambiar la geometría, las propiedades o la apariencia del material inicial. Por lo general, las operaciones de proceso se ejecutan sobre partes discretas de trabajo, pero algunas de ellas se aplican también a artículos ensamblados. Una operación de ensamble une dos o más componentes para crear una nueva entidad llamada ensamble, subensamble o cualquier otra manera que se refiera al proceso de unir (por ejemplo a un ensamble soldado se le llama conjunto soldado).

### **2.1.1 Operaciones de proceso**

Una operación de proceso utiliza energía para alterar la forma, las propiedades físicas o el aspecto de una pieza de trabajo a fin de agregar valor al material. Las formas de energía incluyen la mecánica, térmica, eléctrica o química. La energía se aplica de forma controlada mediante la maquinaria y su herramienta. También puede requerirse la energía humana, pero los seres humanos generalmente se dedican a controlar las máquinas, a examinar las operaciones, a cargar y descargar partes antes y después de cada ciclo de operación, al manejo de máquinas-herramientas y herramienta de banco. Un modelo general de las operaciones de proceso se ilustra en la figura 2(a): el material se alimenta en el proceso, la maquinaria y las herramientas aplican la energía para transformar el material, y la pieza terminada sale del proceso. Como se muestra en dicho modelo, la mayoría de las operaciones de producción producen desechos o desperdicios, ya sea como un aspecto natural del proceso (por ejemplo, material removido en maquinado) o en la forma de ocasionales piezas defectuosas. Un objetivo importante en la manufactura es la reducción del desperdicio en cualquiera de estas formas.

Comúnmente se requiere más de una operación de proceso para transformar el material inicial a su forma final. Las operaciones se realizan en



una sucesión particular que se requiera para lograr la geometría y las condiciones definidas por las especificaciones de diseño.

Se distinguen tres categorías de operaciones de proceso: 1) operaciones de formado, 2) operaciones para mejorar propiedades y 3) operaciones de procesamiento de superficies. Las operaciones de formado alteran la geometría del material inicial de trabajo mediante diversos métodos que incluyen los procedimientos comunes de fundición, forjado y maquinado. Las operaciones para mejorar propiedades agregan valor al material con la mejora de sus propiedades físicas sin cambiar su forma; el tratamiento térmico es el ejemplo más común. Las operaciones de procesamiento de superficies tienen por objeto limpiar, tratar, revestir o depositar materiales en la superficie exterior de la pieza de trabajo; ejemplos comunes son la electrodeposición y la pintura que se aplican para proteger la superficie o para mejorar su aspecto.

La mayoría de los procesos de Formado aplican calor, fuerza mecánica o una combinación de ambas para efectuar un cambio en la geometría del material de trabajo. Hay diversas formas de clasificar los procesos de formado. La clasificación empleada en este libro se basa en el estado inicial del material e incluye cuatro categorías:

1. Fundición, moldeado y otros procesos en los que el material inicial es un líquido calentado o semifluido.

2. Procesado de partículas: el material inicial es un polvo que se forma y calienta para darle una geometría deseada.

3. Procesos de deformación: el material inicial es un sólido dúctil (usualmente metal) que se deforma para formar la pieza.

4. Procesos de remoción de material: el material inicial es un sólido (dúctil o frágil) del cual se quita material para que la pieza resultante tenga la geometría deseada.

El segundo tipo en importancia de procesamiento de materiales (Procesos de mejora de Propiedades) se realiza para mejorar las propiedades físicas o mecánicas del material de trabajo. Estos procesos no alteran la forma de la parte, excepto en algunos casos de forma no intencional. Los procesos más importantes de mejora de propiedades involucran tratamientos térmicos que incluyen diversos procesos de recocido y resistencia para metales y vidrio. El sinterizado de polvos cerámicos y de metales es también un tratamiento térmico que hace resistente una pieza de polvo metálico prensado.

Las operaciones de procesado de superficie incluyen 1) limpieza, 2) tratamientos de superficie, y 3) procesos de recubrimiento y deposición de películas delgadas. La limpieza incluye procesos mecánicos y químicos para quitar la suciedad, la grasa y otros contaminantes de la superficie. Los tratamientos de superficie incluyen tratamientos mecánicos como el chorro de perdigones y chorro de arena, así como procesos físicos como la difusión y la implantación iónica. Los procesos de recubrimiento y deposición de películas delgadas aplican un revestimiento de material a la superficie exterior de la pieza de trabajo.

### **2.1.2 Operaciones de ensamble**

El segundo tipo básico de operaciones de manufactura es el ensamble, en el cual dos o más partes separadas se unen para formar una nueva entidad, los componentes de ésta quedan unidos en forma permanente o semipermanente. Los procesos de unión permanente incluyen: la soldadura térmica, la soldadura

fuerte, la soldadura blanda y el pegado con adhesivos. Estos procesos forman una unión entre componentes que no puede deshacerse fácilmente. Los métodos de ensamble mecánico aseguran dos o más partes en una unión que puede desarmarse cuando convenga; el uso de tornillos, pernos, tuercas y demás sujetadores roscados son métodos tradicionales importantes dentro de esta categoría. El remachado, los ajustes a presión y los encajes de expansión son otras técnicas de ensamble mecánico que forman uniones más permanentes.

## **2.2 Sistemas de producción**

Para operar en forma efectiva, una empresa manufacturera debe tener sistemas que le permitan lograr eficientemente el tipo de producción que realiza. Los sistemas de producción consisten en mano de obra, equipos y procedimientos diseñados para combinar los materiales y procesos que constituyen sus operaciones de manufactura. Los sistemas de producción pueden dividirse en dos categorías: 1) instalaciones y 2) apoyo a la manufactura. Las instalaciones se refieren al equipo físico y su disposición en la planta. Los sistemas de apoyo a la manufactura son los procedimientos usados por la compañía para administrar la producción y resolver los problemas técnicos y logísticos que surgen en el ordenamiento de los materiales, el movimiento de los trabajos en la planta, y la seguridad de que los productos cumplen con las normas de calidad. Ambas categorías de sistemas de producción incluyen al personal; ellos hacen que estos sistemas trabajen. En general, el personal operativo (trabajadores de cuello azul, u obreros) es responsable de operar el equipo de manufactura y el personal profesional (trabajadores de cuello blanco, o administrativo) es responsable del apoyo a la manufactura.

Para entender aún mejor que es un sistema de producción, definiremos por separado los conceptos de sistema y de producción.

Un sistema es de todo conjunto de elementos que se hallan interrelacionados funcionalmente en busca del logro de ciertos objetivos. La producción es la transformación de Insumos en productos.

Por lo tanto podríamos definir, en forma simplificada, que un Sistema de Producción es aquel que tiene una entrada (insumos), los cuales sufren un proceso de transformación para generar una salida (productos), debiendo retroalimentar el mismo para permitir así un proceso de control.

Todo sistema de producción tiene diversos insumos, tales como materiales, datos, mano de obra, capital, energía, etc. Estos insumos serán procesados de alguna manera en una serie de operaciones, cuya secuencia y cantidad son específicas de cada sistema, conformando el llamado proceso de producción o de transformación.

La retroalimentación se produce cuando las salidas del sistema vuelven a ingresar al mismo como recursos o información. La retroalimentación permite el control de un sistema y que el mismo tome medidas de corrección en base a la información retroalimentada.

### **2.2.1 Clasificación de los sistemas de producción**

Existen múltiples clasificaciones de las configuraciones productivas. En este caso se optará por clasificarlas en función de la continuidad en la obtención del producto. Se acepta que existen tres tipos tradicionales de sistemas de producción, que son la producción por trabajos o bajo pedido, la

producción por lotes y la producción continua. Estos tipos de sistemas no están necesariamente asociados con el volumen de producción, aunque si es una característica más.

Cada tipo de producción tiene características específicas y requieren condiciones diferentes para que sea eficaz su implantación y operación.

### **2.2.1.1 Sistema de producción bajo pedido**

Este se basa en el encargo o pedido de uno o más productos o servicios. La empresa que lo utiliza sólo produce después de haber recibido el contrato o encargo de un determinado producto o servicio, aquí se llevan a cabo tres actividades:

- Plan de producción: Relación de materia prima, mano de obra y proceso de producción.
- Arreglo físico: Se concentra en el producto.
- Previsibilidad de la producción: Cada producto exige un plan de producción específico.

Es el utilizado por la empresa que produce solamente después de haber recibido un encargo o pedido de sus productos. Sólo después del contrato o encargo de un determinado producto, la empresa lo elabora. En primer lugar, el producto se ofrece al mercado. Cuando se recibe el pedido, el plan ofrecido para la cotización del cliente es utilizado para hacer un análisis mas detallado del trabajo que se realizará. Este análisis del trabajo involucra:

1) Una lista de todos los materiales necesarios para hacer el trabajo encomendado.

2) Una relación completa del trabajo a realizar, dividido en número de horas para cada tipo de trabajo especializado.

3) Un plan detallado de secuencia cronológica, que indique cuando deberá trabajar cada tipo de mano de obra y cuándo cada tipo de material deberá estar disponible para poder ser utilizado.

El caso mas común de producción bajo pedido es el del taller o de la producción unitaria. Es el sistema en el cual la producción se hace por unidades o cantidades pequeña, cada producto a su tiempo lo cual se modifica a medida que se realiza el trabajo. El proceso productivo es poco automatizado y estandarizado sin embargo el nivel tecnológico depende del tipo de empresa.

Las características esenciales del control de la producción bajo pedido parecen ser:

- Definición clara de los objetivos.
- Acuerdo sobre resultados cuantificables a intervalos especificados.
- Un comité administrativo que este facultado para tomar decisiones relativas a las necesidades de los trabajos, a la mano de obra y otros recursos.

En los procesos de fabricación por pedido:

- Se responde a los requerimientos del cliente.
- Se realizan pedidos individuales.
- Se cuenta con una amplia gama de especificaciones.
- Las actividades de procesamiento se relacionan con los pedidos individuales.

La clave de la eficiencia de las operaciones en los procesos de fabricación por pedido, son los tiempos de entrega. Esto significa que los tiempos de entrega deben de ser fijados de modo realista por los departamentos de mercadotecnia y operaciones.

En resumen un proceso de fabricación por pedido se relaciona con los tiempos de entrega y el control del flujo de pedido. El proceso debe de ser flexible para satisfacer los pedidos del cliente.

#### **2.2.1.2 Sistema de producción por lotes**

Lo utilizan las empresas que producen una cantidad limitada de un tipo de producto o servicio por vez. También se llevan a cabo las tres actividades que el sistema anterior:

- Plan de producción: Se realiza anticipadamente en relación a las ventas.
- Arreglo físico: se caracterizan por máquinas agrupadas en baterías del mismo tipo.
- Previsibilidad de la producción: Debe ser constantemente replaneado y actualizado.

#### **2.2.1.3 Sistema de producción continua**

Lo utilizan las empresas que producen un determinado producto sin modificaciones por un largo período, el ritmo de producción es rápido y las operaciones se ejecutan sin interrupciones. Dentro de este sistema se realizan los tres pasos:

- Plan de producción: Se elabora generalmente para períodos de un año, con subdivisiones mensuales. Este sistema lo utilizan fabricantes de papel, celulosa, de automóviles, electrodomésticos.
- Arreglo físico: Se caracteriza por máquinas y herramientas altamente especializadas, dispuestas en formación lineal y secuencial.
- Previsibilidad de la producción: El éxito de este sistema depende totalmente del plan detallado de producción, el que debe realizarse antes que se inicie la producción de un nuevo producto.

### **2.3 Técnicas de registro y análisis**

A continuación se describen algunas técnicas de registro y análisis a emplear.

#### **2.3.1 Análisis FODA**

El FODA es una sigla que significa fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. Es el análisis de variables controlables (las debilidades y fortalezas son internas de la organización y por lo tanto se puede actuar sobre ellas con mayor facilidad), y de variables no controlables (las oportunidades y amenazas las presenta el contexto y la mayor acción que podemos tomar con respecto a ellas es preverlas y actuar a nuestra conveniencia).

Este tipo de análisis representa un esfuerzo para examinar la interacción entre las características particulares de su negocio y el entorno en el cual éste compite. El análisis FODA tiene múltiples aplicaciones y puede ser usado por todos los niveles de la corporación y en diferentes unidades de análisis tales como producto, mercado, producto-mercado, línea de productos, corporación, empresa, división, unidad estratégica de negocios, etc. Muchas de las



conclusiones obtenidas como resultado del análisis FODA, podrán serle de gran utilidad en el análisis del mercado y en las estrategias de mercadeo.

Con el análisis FODA se podrán detectar:

- Las Fortalezas de la empresa: Los recursos y las destrezas que ha adquirido su empresa; aquello en lo que tiene una posición más consistente que la competencia.
- Las Oportunidades en el entorno: Variables que están a la vista de todos pero que, si no son reconocidas a tiempo, significan la pérdida de una ventaja competitiva.
- Las Debilidades de la empresa: aquellos factores en los que se encuentra en una posición desfavorable respecto de sus competidores.
- Las Amenazas en el entorno: variables que ponen a prueba la supervivencia de su empresa y que, reconocidas a tiempo, pueden esquivarse o ser convertidas en oportunidades.

### **2.3.2 Diagrama causa – efecto**

Uno de los problemas más importantes que enfrenta cualquier persona que trabaja con calidad, es que todos los procesos, sin importar que tan bien controlados estén, presentan no conformidades. Las no conformidades o variaciones, tienen su origen en docenas de causas potenciales.

Los procesos de mejora conllevan la toma de acciones en las causas de la no conformidad o variación. Con las aplicaciones más prácticas el número de posibles causas para un problema dado pueden ser enormes. El Dr. Kaorou Ishikawa propuso un método simple de mostrar las causas de un problema de calidad de manera gráfica. A este método se le ha llamado de muchas

maneras: diagrama de Ishikawa, diagrama de espina de pescado o diagrama de causa y efecto.

Los análisis de causa y efecto, o diagramas de causa y efecto, son herramientas que se usan para organizar y mostrar gráficamente todos los conocimientos que un grupo tiene sobre el problema en particular. Este nos permite apreciar con claridad las relaciones entre un tema o problema y las posibles causas que pueden estar contribuyendo para que él ocurra.

Se usa para:

- Visualizar, en equipo, las causas principales y secundarias de un problema.
- Ampliar la visión de las posibles causas de un problema, enriqueciendo su análisis y la identificación de soluciones.
- Analizar procesos en búsqueda de mejoras.
- Conduce a modificar procedimientos, métodos, costumbres, actitudes o hábitos, con soluciones - muchas veces - sencillas y baratas.
- Educa sobre la comprensión de un problema.
- Sirve de guía objetiva para la discusión y la motiva.
- Muestra el nivel de conocimientos técnicos que existe en la empresa sobre un determinado problema.
- Prevé los problemas y ayuda a controlarlos, no sólo al final, sino durante cada etapa del proceso.
- Valorar las causas de los problemas. Ordenarlas para poder tratarlas.

### **2.3.3 Diagrama de procesos**

Los diagramas de procesos son una representación grafica que muestran en forma clara las diferentes actividades, que se llevan a cabo durante un proceso industrial y/o administrativo. Se clasifican en diagramas de flujo, operación y recorrido, cada uno de los cuales tiene aplicaciones específicas.

#### **2.3.3.1 Funciones específicas de los diagramas de procesos**

- Diagrama de operaciones: Permite visualizar solo operaciones e inspecciones que se ejecutan durante la elaboración de un producto, a fin de analizar las relaciones existentes entre operaciones.
- Diagrama de flujo: Representa gráficamente todas las actividades que se realizan durante la elaboración de un producto, es decir, visualiza operaciones, inspecciones, transportes, almacenajes y demora a fin de analizar costos ocultos, actividades ocultas en el proceso productivo. Permite un análisis completo de la fabricación de una pieza o componente.
- Diagrama de recorrido: Es la representación del diagrama de proceso en un plano, donde se indica el recorrido y el descongestionamiento (si existe) durante el proceso productivo, además permite revisar la distribución del equipo en la planta.

#### **2.3.3.2 Elementos de los diagramas de procesos**

- Operación: Es cuando se cambia intencionalmente en cualquiera de sus características físicas o químicas, es montado o desmontado de otro

objeto, o se arregla, o prepara para otra operación, transporte, inspección o almacenaje. También tiene lugar una operación cuando se da o recibe información o cuando se traza un plan o se realiza un cálculo.

- Transporte: Es cuando un objeto es trasladado de un lugar a otro, excepto cuando dichos traslados son una parte de la operación o bien son ocasionado por el operario en el punto de trabajo durante una operación o inspección.
- Inspección: Tiene lugar una inspección cuando un objeto es examinado para su identificación se verifica su calidad o cantidad en cualquiera de sus características.
- Demora: Es cuando ocurre un retraso a un objeto cuando las condiciones excepto aquellas que intencionalmente cambian las características químicas o físicas del objeto, no permiten una inmediata realización de la acción planeada siguiente.
- Almacén: Tiene lugar un almacenaje cuando un objeto se mantiene y protege contra un traslado no autorizado, indicado por triángulo invertido.
- Actividad Combinada: Es cuando se desea indicar actividades realizadas conjuntamente o por el mismo operario en el mismo punto de trabajo los símbolos empleados para dichas actividades se combinan como por ejemplo el círculo inscrito en un cuadrado para representar una operación e inspección combinada.

#### **2.3.4 Diagrama de flujo o flujograma**

El flujograma o diagrama de flujo, consiste en representar gráficamente hechos, situaciones, movimientos o relaciones de todo tipo, por medio de símbolos. En la actualidad los flujogramas son considerados en las mayorías de las empresas o departamentos de sistemas como uno de los principales instrumentos en la realización de cualquier métodos y sistemas. El diagrama de

flujo ayuda al analista a comprender el sistema de información de acuerdo con las operaciones de procedimientos incluidas, le ayudará a analizar esas etapas, con el fin tanto de mejorarlas como de incrementar la existencia de sistemas de información para la administración.

Su elaboración es importante debido a que:

- Provee una visión clara del proceso.
- Muestra los roles y las relaciones de cada actividad.
- Ayuda a explicar y a comprender un proceso.
- Permite detectar de manera fácil, complejidades innecesarias y repetición de tareas.

Sirve como guía para identificar donde debemos de recolectar datos.

- Actúa como una herramienta de enseñanza.
- Facilita el trabajo en equipo y la comunicación.
- Permite indicar todas las responsabilidades.
- Permite relacionar las actividades.
- Divulgar, en forma clara y concisa, informaciones sobre procesos.

El flujograma hace más fácil el análisis de un proceso para la identificación de: Las entradas de proveedores; las salidas de sus clientes y de los puntos críticos del proceso.

#### **2.3.4.1 Elementos del flujograma**

El flujograma utiliza un conjunto de símbolos para representar las etapas del proceso o bien los sectores involucrados, la secuencia de las operaciones y

la circulación de los datos y los documentos. Algunos de los más utilizados son los siguientes:

- Principio y/o terminación del diagrama: Este símbolo representa tanto la disponibilidad de la información para su procesamiento (entrada), como la mención de que la información ya ha sido procesada.
- Actividad u operación: Se utiliza siempre que una actividad o grupo de ellas tengan como objetivo un cambio, ya sea en el valor, forma o disposición de la información.
- Anotación, aclaración, o ambos casos: Siempre que se quiera algún comentario al margen, notas explicatorias, aclaraciones, etc.; se trazará indistintamente una línea punteada que vaya de la nota aclaratoria al símbolo en que se requiere esa nota.
- Conector: Este símbolo se utiliza siempre que las condiciones físicas de nuestro diagrama obligue a interrumpir el graficado de la información que se tiene y deba seguirse el diagrama en otro lugar, o bien cuando interese unir informaciones aisladas.
- Documento: El símbolo se utilizará cuando se desee representar un documento cualquiera. Puede ser una forma, un control, una ficha, un listado, etc. (excluidas la tarjeta perforadora y la cinta magnética). Siempre que un documento tenga varias copias, estas deberán presentarse dentro del diagrama y numerarse con cero el original: uno para la copia y así sucesivamente.

## **2.4 Manuales de normas y procedimientos**

A pesar de la importancia de la salud financiera de una empresa, también se le debe reconocer la gran importancia que tiene en la organización de una empresa tener al día una serie de documentos que enmarcan las actividades

diarias de la compañía en sus procesos productivos. Estos documentos tienen diferentes nombres e incluso algunos son reunidos en uno solo. Tales documentos reúnen normas internas, procedimientos, reglamentos, directrices y formatos de los que todos los empleados deben tener conocimiento.

Estos documentos permiten que una compañía pueda evolucionar independientemente de que sus dueños o accionistas principales estén encima de la compañía permanentemente. Con la implementación de unas reglas de juego claras y conocidas por todos los empleados, solo se requiere hacer un control de gestión básico para hacerle el seguimiento a una compañía e ir haciendo los correspondientes correctivos para que los normales procesos producción de la compañía no se detengan y toda la empresa se mantenga en sintonía.

#### **2.4.1 Manual de puestos y funciones**

Un manual de funciones es un documento que se prepara en una empresa con el fin de delimitar las responsabilidades y las funciones de los empleados de una compañía. El objetivo primordial del manual es describir con claridad todas las actividades de una empresa y distribuir las responsabilidades en cada uno de los cargos de la organización. De esta manera, se evitan funciones y responsabilidades compartidas que no solo redundan en pérdidas de tiempo sino también en la dilución de responsabilidades entre los funcionarios de la empresa, o peor aun de una misma sección.

Este documento se divide en los siguientes aspectos:

- Descripción básica del cargo
- Objetivo estratégico del cargo

- Funciones básicas
- Personal relacionado con el cargo
- Perfil del cargo

### **2.4.2 Manual de procedimientos**

El manual de procedimientos se orienta a especificar ciertos detalles de las actividades que normalmente se ejecutan en una empresa con el fin de unificar criterios al interior de la empresa, a recuperar la información de la forma mas adecuada asegurando su calidad y por último agilizar la circulación de la información para que esta llegue oportunamente a las secciones que la requieren.

Este manual debe servir como una guía metodológica y como herramienta que permita a las distintas áreas organizacionales, de manera efectiva, sencilla y práctica, operar los diferentes procedimientos, con información consistente, necesaria y suficiente para facilitar la relación con los destinatarios y beneficiarios.

El manual de procedimientos contiene una descripción precisa de cómo deben desarrollarse las actividades de cada empresa. Ha de ser un documento interno, del que se debe registrar y controlar las copias que de los mismos se realizan.

Complementando al manual de procedimientos, están las instrucciones de trabajo que completan o detallan los procedimientos, ya que se utilizan para documentar procesos específicos.



### **2.4.3 Estructura orgánica de la empresa**

En este numeral se debe presentar el organigrama real de la empresa y con sus diferentes cargos. Este documento debe ser de conocimiento general de todos los empleados de la empresa. Su cabal conocimiento permite que cualquier funcionario tenga con claridad con quien o con quienes debe contactarse para lograr los objetivos de su cargo.

También es importante el conocimiento de la estructura orgánica de la empresa para que los empleados sigan adecuadamente el conducto regular y también para saber a donde acudir cuando el funcionario requerido no se encuentre en el momento de ser solicitado.

Este documento consta de la gráfica del organigrama oficial de la empresa.

### **2.4.4 Reglamento y normas laborales**

Este documento también se conoce como “el reglamento interno de trabajo” y reúne un grupo de normas que de una u otra manera delimita la normal convivencia laboral dentro de la empresa. Esta normatividad incluye las prohibiciones en el comportamiento dentro de la empresa, comportamiento fuera de la empresa que afecten la imagen o los intereses de la empresa, el nivel de gravedad de las faltas y las posibles repercusiones de las acciones de índole disciplinaria que tomaría la empresa en cada caso.

Se debe enfatizar en algo que generalmente los que diseñan el reglamento de trabajo no tienen en cuenta y se centran solamente en lo que no deben hacer los empleados y cuales serían sus repercusiones disciplinarias, sin

embargo cada vez está tomando mas fuerza en las empresas que en este mismo documento se describan también los derechos del empleados cuando es sometido a un proceso disciplinario, bien sea durante el proceso como también la forma de resarcir al empleado cuando la empresa se equivoca al imponerle una sanción disciplinaria. Esa imparcialidad, genera un aire de objetividad, de justicia y de confianza, lo cual representa a la empresa un mejor ambiente laboral entre los empleados y una buena imagen al interior de la compañía, que en últimas se puede reflejar en el sentido de pertenencia de los empleados.

#### **2.4.5 Delineamiento de contratación de personal**

Este documento describe inicialmente las políticas de la compañía en materia de selección, contratación y evaluación del personal. Luego se detallan los procedimientos que se deben seguir en cada uno de los aspectos (selección, contratación y la evaluación del personal). Este documento describe los procedimientos, los formatos con su respectiva descripción para el diligenciamiento, nombramiento del personal a cargo de cada proceso y la sección de la empresa a cargo de mantener estos procesos acordes al desarrollo de la empresa.

#### **2.5 Programa de seguridad industrial**

La seguridad industrial se define como un conjunto de normas y procedimientos para crear un ambiente seguro de trabajo, a fin de evitar pérdidas personales y/o materiales.

Otros autores la definen como el proceso mediante el cual el hombre minimiza las posibilidades de daño de sí mismo, de los demás y de los bienes de la empresa. Otros consideran que la seguridad es la confianza de realizar un

trabajo determinado sin llegar al descuido. Por tanto, la empresa debe brindar un ambiente de trabajo seguro para todos los trabajadores y al mismo tiempo estimular la prevención de accidentes fuera del área de trabajo. Si las causas de los accidentes industriales pueden ser controladas, la repetición de éstos será reducida.

Algunos de los factores que Incluye el programa de seguridad:

- Prevención de lesiones: Control de los accidentes que dan como resultado lesiones personales.
- Control de accidentes: Daños a la propiedad, equipos y materiales.
- Prevención de incendios: Control de todas las pérdidas por incendios.
- Seguridad industrial: Protección de los bienes de la compañía.
- Responsabilidad por el producto y en el proceso de transformación del mismo.

## **2.6 Análisis de la operación**

Es necesario realizar un estudio sistemático tanto del producto como del proceso, para facilitar la producción y eliminar ineficiencias, constituyendo así el análisis de la operación y para lo que se debe considerar lo siguiente:

### **2.6.1 Propósito de la operación**

Hay que determinar si una operación es necesaria antes de tratar de mejorarla. Si una operación no tiene objeto útil, o puede ser reemplazada o combinada con otra, debe ser eliminada por lo que se puede suspender el análisis de dicha operación.

### **2.6.2 Diseño de la pieza**

El diseño de los productos utilizados en un departamento es importante. El diseño determina cuando un producto logrará satisfacer las necesidades del cliente. Éste es un factor de mayor importancia que el costo. Los diseños no son permanentes y pueden ser cambiados. Es necesario investigar el diseño actual para ver si éste puede ser cambiado con el objeto de reducir el costo de manufactura sin afectar la utilidad del producto.

### **2.6.3 Tolerancias y especificaciones**

Las especificaciones son establecidas para mantener cierto grado de calidad. La reputación y demanda de los productos depende del cuidado de establecer y mantener especificaciones correctas. Las tolerancias y especificaciones nunca deben ser aceptadas a simple vista. A menudo una investigación puede revelar que una tolerancia estricta es innecesaria o que por el contrario, haciéndola muy rigurosa, se pueden facilitar las operaciones subsecuentes de ensamble.

### **2.6.4 Materiales**

Los materiales constituyen un gran porcentaje del costo total de cada producto por lo que la selección y uso adecuado de estos materiales es importante; Una selección adecuada de éstos da al cliente un producto terminado más satisfactorio, reduce el costo de la pieza acabada y reduce los costos por desperdicio, lo que hace posible vender el producto a un precio menor.

### **2.6.5 Secuencia y proceso de manufactura**

Existen varias formas de producir una pieza. Se desarrollan continuamente mejores métodos de producción. Investigar sistemáticamente los procesos de manufactura ideará métodos eficientes de trabajo.

### **2.6.6 Preparación y herramental**

La magnitud justificada de aditamentos y patrones para cualquier trabajo, se determina principalmente por el número de piezas que van a producirse. En trabajos de baja actividad únicamente se justifican aditamentos y patrones especiales que sean primordiales. Una alta actividad usualmente justifica utensilios especiales, debido a que el costo de los mismos se prorratea sobre un gran número de unidades.

En trabajos de alta actividad, es importante efectuar reducción en tiempos unitarios de producción hasta un valor mínimo absoluto. Una buena práctica de preparación y utensilios no sucede por casualidad, ésta debe ser planeada.

### **2.6.7 Manejo de materiales**

La producción de cualquier producto requiere que sus partes sean movidas. Aunque la carga sea grande y movida a distancias grandes o pequeñas, este manejo debe analizarse para ver si el movimiento se puede hacer de un modo más eficiente. El manejo añade mayor costo al producto terminado, por razón del tiempo y mano de obra empleados. Una buena regla para recordar es que, la pieza menos manejada reduce el costo de producción.

### **2.6.8 Distribución en planta**

Las estaciones de trabajo y las máquinas deben disponerse en tal forma que la serie sistemática de operaciones en la fabricación de un producto sea más eficiente y con un mínimo de manejo.

### **2.6.9 Condiciones de trabajo**

Las condiciones de trabajo continuamente deberán ser mejoradas, para que la planta esté limpia, saludable y segura. Las condiciones de trabajo afectan directamente al operario.

Las buenas condiciones de trabajo se reflejan en salud, producción total, calidad del trabajo y moral del operario. Pequeñas cosas, tales como colocar fuentes centrales de agua potable, dispositivos con tabletas de sal para los días calurosos, etc., mantienen al operario en condiciones que le hacen tener interés y cuidado en su trabajo.



### **3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LAS OPERACIONES EN LA PLANTA**

#### **3.1 Diagnóstico del área de producción**

El Sistema de Producción de la empresa Tecnología y Formas S.A. puede ser clasificado de acuerdo a distintos puntos de vista, los cuales se describen a continuación:

- Según el rendimiento temporal: Puede ser visto como un sistema de producción contra pedido. Esto significa que la empresa produce a partir de pedidos firmes, de acuerdo con las especificaciones del cliente, que es quien decide acerca de la cantidad, calidad y si es posible, el momento en que desea el producto.
- Según la gama de productos: No existe una gama diversa de productos ya que se fabrican únicamente moldes para máquinas vibro compresoras, productoras de prefabricados de hormigón. Esto implica que la empresa elabora un solo producto de las mismas características técnicas.
- Según la secuencia de actividades: La producción de la empresa puede ser vista como producción bietapa, ya que la transformación se realiza en dos etapas: fabricación y ensamble. Esto significa que se obtienen dos categorías de artículos: componentes y productos acabados.



- De acuerdo al nivel de integración: La producción es centralizada, ya que esta se efectúa en una sola planta industrial.

Las instalaciones de producción pueden ser descritas, como frecuentemente se hace en plantas pertenecientes a la gama de baja cantidad de producción (1 a 100 unidades por año), bajo el término de “taller de trabajo”. En este taller se elabora baja cantidad de producto, especializado y a la medida. La mayoría del equipo en el taller de trabajo es de propósito general y la mano de obra es altamente calificada. Todo el proceso de ensamble dentro del sistema de producción es llevado a cabo manualmente con el apoyo del herramental y de las máquinas herramientas adecuadas. Del mismo modo, ciertos procesos de corte son ejecutados manualmente para la obtención de algunas de las piezas que conforman los distintos componentes.

Aunque similares en los aspectos técnicos, cada molde es distinto a sus homólogos por lo que el diseño cambia casi todo el tiempo con cada nueva orden de trabajo que se genera.

Algunos de los aspectos que se mencionaban anteriormente, aunados a otros que se expondrán más adelante en el análisis de operaciones, generan un ciclo de producción lento y por ende, una cantidad baja de producto terminado.

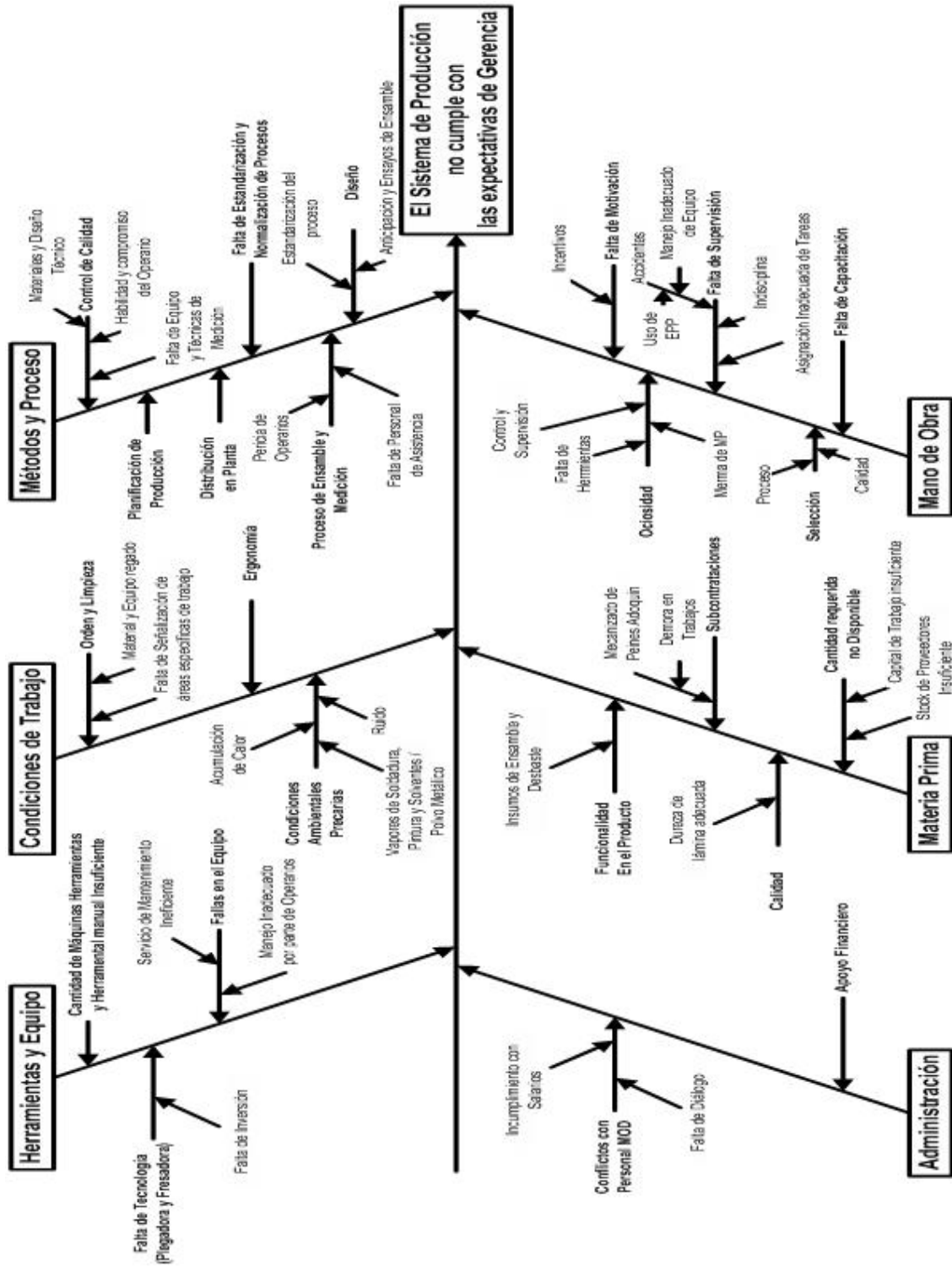
### **3.1.1 Análisis causa - efecto**

Para establecer el problema principal y algunas de sus causas se aplicó el uso de la herramienta de diagnóstico Causa – Efecto. Se decidió utilizar esta herramienta ya que proporciona un panorama general de las situaciones que se deben atacar para solucionar el problema establecido como crítico.

Gracias a esta herramienta se pudo generar una “lluvia de ideas” para identificar el mayor número posible de causas que pudieran estar contribuyendo a acrecentar el problema.

Para comprender mejor el problema también se establecieron en algunos casos, las causas secundarias que pudiesen estar generando cada una de las causas principales. En un principio se pensó elaborar también un diagrama causa efecto para cada una de las causas principales pero se estableció que sería mejor enmarcarlo de manera general. A continuación en la figura 3 se establece el diagrama causa efecto de la empresa.

Figura 3. Diagrama causa – efecto



### **3.1.2 Análisis FODA**

Para determinar correctamente la situación general de la empresa se aplicó el uso de la herramienta de diagnóstico FODA, a través de la cual se resaltaron los aspectos en los cuales destaca o podría destacar la empresa y aquellos en los cuales esta encuentra o podría encontrar dificultad para alcanzar altos niveles de desempeño.

El beneficio que se obtiene con su aplicación es conocer la situación real en que se encuentra la empresa, así como el riesgo y oportunidades que le brinda el mercado.

Se considera que una forma interesante de optimizar la competitividad de la empresa sería realizar sistemáticamente el FODA a los productos y empresas de la competencia (empresas extranjeras con mayor experiencia en la producción de moldes para máquinas vibro compresoras de prefabricados de hormigón); para de esta manera descubrir las ventajas y desventajas que estas poseen a nivel interno y externo, lo que servirá de argumento para prever situaciones que pudieran afectar el desempeño o bien aplicar aquellas estrategias funcionales en favor del rendimiento del producto y de la empresa. En este caso se centró el análisis únicamente a la empresa en sí. En la figura 4 se puede observar el análisis FODA generado.

**Figura 4.** Cuadro de análisis FODA

| FORTALEZAS   | DEBILIDADES   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gerencia Profesional.</li> <li>- Buena Solvencia Económica.</li> <li>- Única empresa especializada a nivel latinoamericano.</li> <li>- Ventas a nivel nacional e internacional.</li> <li>- Cuentan con un sistema de información para conocer las estrategias de la competencia europea.</li> <li>- Personal altamente calificado.</li> </ul>                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Tiempos de entrega prolongados.</li> <li>- Base tecnológica insuficiente para el incremento de la productividad.</li> <li>- Costos fijos elevados.</li> <li>- Existen empresas bloqueras que fabrican sus propios moldes.</li> <li>- Falta de supervisión constante sobre el personal de MOD.</li> <li>- Procesos administrativos en desarrollo (Planeación, Integración, Organización, Dirección, Control).</li> <li>-Inconformidades en cuanto a la calidad del producto.</li> <li>- Recurso humano desmotivado.</li> <li>- Rotación constante de personal.</li> <li>- Maquinaria varada que no crea valor alguno.</li> <li>- Gastos por reparación y devolución.</li> <li>- Falta de atención a la seguridad dentro de la planta.</li> </ul> |
| OPORTUNIDADES  | AMENAZAS  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diversificación en la producción.</li> <li>- Diversas posibilidades de capacitación al personal para el incremento de sus competencias.</li> <li>- Crecimiento de instalaciones físicas dentro de la misma planta.</li> <li>- Posibilidad de establecer alianzas estratégicas con los proveedores.</li> <li>- Ampliación del mercado.</li> <li>- Apertura de mercados.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Subida de aranceles de entrada en otros países.</li> <li>- Incursión de competencia extranjera en el mercado.</li> <li>- Obstáculos para generar la inversión en recursos.</li> <li>- Incursión de empresas nacionales en el negocio.</li> <li>- Capacidad instalada insuficiente para abastecer el mercado en la fase de crecimiento.</li> <li>- Incremento en gastos de reparación y devolución.</li> <li>- Poca clientela nueva.</li> </ul>   |

### **3.2 Análisis de operaciones en el área de producción**

Existen diversas razones por las cuales se estableció el análisis de operaciones como un estudio adecuado al objetivo del presente trabajo. Entre algunas de las razones que se pueden mencionar las siguientes:

- Instrucción en el trabajo: mediante un análisis del trabajo, los operarios y jefes de bajo rango pueden ser instruidos mucho más rápidamente que con una explicación oral, ya que dicho análisis nos da una idea clara y sencilla de la operación. Además, como durante el análisis se anotan todos los detalles, tal método de instrucción garantiza que la persona a la que se le da la inducción recibe una información completa.
- Diseño de útiles y herramientas: dado que el análisis del trabajo aspira a determinar el método más eficaz en las circunstancias dadas, el proyectista de los útiles y herramientas, puede servirse de dicho análisis para imaginarse todos los movimientos del operario y adaptar su diseño a los mismos.
- Documentación del método de trabajo: con una sola vez que se analice y registre el trabajo, es posible reproducirlo en cualquier momento deseado, obteniendo una réplica fiel de la disposición original de los útiles, máquinas y productos.

El objeto fundamental del análisis del trabajo, es sin embargo, el perfeccionamiento de los procesos involucrados. El análisis se efectuó a través de la observación directa y entrevistas no estructuradas.

### **3.2.1 Propósito de la operación**

A lo largo de todo el ciclo de transformación del producto se podrán observar tanto operaciones de procesamiento como de ensamble. Al igual que se hacía mención en la sección de teoría, las operaciones de proceso se ejecutan sobre partes discretas de trabajo (piezas individuales), pero algunas de ellas también se efectúan sobre componentes ensamblados.

Dichas operaciones, involucradas en el proceso de producción de la empresa, cumplen con propósitos específicos los cuales se describen a continuación:

#### **3.2.1.1 Operaciones de procesamiento**

- Corte: comprende la operación necesaria para definir las formas y dimensiones requeridas para las diversas piezas que componen el producto. La operación puede llevarse a cabo manualmente, o de manera mecánica, aplicando el uso del equipo adecuado. Las herramientas o sistemas de corte que se efectúan son:
  - ✓ Segueta o sierra circular.
  - ✓ Disco abrasivo.
  - ✓ Oxicorte.
  - ✓ Plasma.
  
- Limpieza: la limpieza consiste en eliminar residuos como rebabas, óxido adherido, irregularidades o estrías, cascarilla, herrumbre o suciedad, de la superficie de la pieza haciendo uso de escofina, discos abrasivos o fresa según se necesite. Esta es una operación de procesado de

superficie para eliminar cualquier contaminante que pudiese afectar la eficiencia en la aplicación de algún proceso de manufactura posterior. La limpieza también se ejecuta de manera previa a la operación de pintura, para lograr que la adherencia al metal sea más eficiente.

- Plegado o doblado: el doblado es el proceso mediante el cual una platina metálica es deformada plásticamente para formar la pieza necesaria. El ángulo de doblado normalmente se ejecuta respecto de un eje recto. Como el metal se deforma plásticamente, el doblado toma una forma permanente al remover los esfuerzos que lo causaron. El plegado de piezas se ejecuta en una plegadora de operación manual.
- Taladrado: esta operación de mecanizado tiene por objeto producir agujeros cilíndricos en una pieza cualquiera, utilizando como herramienta una broca. La operación de taladrar se puede hacer con un taladro portátil (taladro electromagnético) o bien con una máquina taladradora de pedestal. Esta operación se lleva a cabo únicamente sobre la plancha superior del contramolde, y los agujeros generados son las ranuras donde la máquina sujetará el contramolde para efectuar la vibración y compresión de los agregados que formarán el bloque. El taladrado es una de las operaciones de mecanizado más sencillas de efectuar dentro del ciclo productivo.
- Pintura: esta es una operación de recubrimiento que se aplica sobre el producto ya ensamblado posteriormente a un proceso de enmasillado en el cual se nivelará toda la superficie de los componentes de estrías o golpes y otro proceso de limpieza donde se eliminarán grasas, escoria y cualquier residuo adherido a los componentes. Existen buenas razones para aplicar recubrimientos a la superficie de los componentes del



producto: 1) protección contra la corrosión, 2) color y apariencia y 3) resistencia al desgaste.

- Biselado: cuando debe soldarse para el ensamble de las piezas cortadas, los bordes de estas deben ser preparados realizando un bisel en las zonas donde se unirán con soldadura. El bisel no es más que un corte oblicuo en el borde o en la extremidad de una pieza de metal. Esta operación tiene por objeto asegurar la completa penetración y facilitar el soldeo.
- Enderezado o planeado: esta operación tiene por objeto corregir superficies combadas o torcidas en las piezas, que pudiesen impedir que tras el ensamble de las mismas, estas queden niveladas, ajustadas y escuadradas con las demás, distorsionando de esta manera las dimensiones del producto y generando luces no deseadas entre las uniones. Esta actividad se lleva a cabo golpeando las piezas con mazo, o bien rectificándolas con otro tipo de herramientas como el vice grip o el tricket.
- Trazado: el trazado de piezas es una operación que facilita el proceso de ensamble y algunas operaciones de procesamiento. Esta se efectúa sobre piezas en las cuales se necesitan puntos de referencia para efectuar operaciones de conformado posteriores en el caso del plegado de piezas de los cuerpos de corazones, o bien, cuando se necesitan puntos de referencia para unir unas piezas con otras para de esta manera dar forma al componente. Esta operación se ejecuta con ayuda de un punzón hecho a partir de una broca de taladro.

- **Ajuste mecánico:** el ajuste es un proceso que tiene que ver con las tolerancias dimensionales de las piezas que se han de ajustar con otras. Es una operación a través de la cual, las dimensiones de aquellas piezas discretas, componentes subensamblados o luces entre uniones, son ajustadas hasta cumplir con las medidas estipuladas en los planos correspondientes respetando las tolerancias establecidas. Para esto se realizan diversas operaciones de corrección como golpear con mazo, incrementar o reducir luces entre uniones, desensamblar piezas para volverlas a subensamblar, etc.
- **Acabado:** el acabado es el proceso cuya finalidad se refiere a obtener una superficie con características adecuadas para la aplicación particular del producto que se está manufacturando; esto incluye más no es limitado, a la cosmética de producto. Esto es logrado por los tratamientos primordialmente superficiales aplicados. En algunos casos el proceso de acabado puede tener la finalidad adicional de lograr que el producto entre en especificaciones dimensionales. El acabado incluye la nivelación de los cordones de soldadura con la superficie del componente, eliminar rugosidad, estrías y residuos adheridos, etc. Estas operaciones involucran el desbaste abrasivo, enderezado, pulido, pintura, etc.
- **Embalado:** el propósito del embalaje es proteger y preservar el producto, durante períodos de tiempo considerables manteniendo su presentación en óptimas condiciones. Además, el embalaje también tiene que resultar atractivo a los compradores. Para ello, el material de embalaje debe formar una barrera eficaz contra la humedad, la grasa y demás agentes externos. El embalaje del producto consta de una tarima sobre la cual irá

colocado el producto para posteriormente ser cubierto con plástico stretch asegurando todo a través de la colocación de fleje.

### **3.2.1.2 Operaciones de ensamble**

Las operaciones de ensamblaje se refieren a la conexión o unión de dos o más piezas, de cualquier material capaz de ser cortado y tallado, de forma que unas piezas encajen rígidamente en otras. En muchas ocasiones, además del encastre entre piezas, se refuerza la unión mediante procesos físicos (soldadura y difusión, con o sin aporte de material externo) o bien mediante dispositivos accesorios (juntas, clavado, atornillado, roblonado). Una de las piezas tiene forma de lengüeta, espiga, y se introduce o incrusta en la otra.

- **Ensamble por soldadura:** el ensamble se refiere a la operación en la cual dos o más partes separadas se unen para formar una nueva entidad, los componentes de ésta quedan unidos en forma permanente a través del proceso de soldadura eléctrica. La operación de ensamble por soldadura puede ser vista como dos operaciones separadas, en la cual se tendría una de subensamble y otra de ensamble propiamente dicha. En la operación de subensamble, llamada también punteado, únicamente se aplican puntos de soldadura para fijar la estructura de la nueva entidad formada por las piezas unidas. Esto permite realizar los ajustes necesarios en cuanto a las tolerancias dimensionales de ser necesario. La operación de ensamble permanente, llamada también remate o rematado, se refiere a la unión definitiva de las piezas aplicando cordones de soldadura una vez las dimensiones y tolerancias establecidas han sido logradas en el proceso de subensamble y ajuste.

Las inspecciones así como los transportes también son actividades que se pueden observar dentro del ciclo productivo. Las inspecciones son operaciones para verificar la exactitud del proceso las cuales, dentro del ciclo productivo de la empresa, se centran únicamente en las dimensiones de la estructura. Los transportes son las acciones que se efectúan para ejercer los movimientos de material y de componentes en proceso de una a otra estación de procesamiento o almacenamiento.

En esta sección del análisis se han podido observar dos operaciones que pueden ser consideradas como ineficientes. Ambas operaciones corresponden a la elaboración de corazones y se refieren al trazado y corte de excesos en las piezas que forman el cuerpo del componente. De generarse un cálculo previo, por parte del departamento de ingeniería, podría ser posible eliminar ambas operaciones. Dicho cálculo debiese reflejar el elongamiento que sufriría la pieza tras la operación de plegado y de esta manera ahorrando de esta manera tiempo, material y energía.

### **3.2.2 Diseño de la pieza**

El propósito fundamental del departamento de diseño es lograr una estructura económica y segura, que cumpla con los requisitos funcionales del cliente y del tipo de trabajo a la que esta será sometida. Para alcanzar esta meta, el diseñador junto con el departamento de ingeniería, deben aplicar sus conocimientos en cuanto a las propiedades de los materiales a utilizar, el comportamiento estructural, la mecánica y análisis estructural, y de la relación entre la distribución y la función de la estructura.

En la actualidad, la empresa fabrica moldes para dos marcas distintas de máquinas de proveniencia extranjera. Cada marca cuenta con varios modelos y

capacidades distintas de producción. La capacidad refleja la cantidad de bloques que la máquina puede generar. Dependiendo de la capacidad de la máquina, deberán colocarse bandejas de distintas dimensiones las cuales retendrán el producto luego de cada ciclo de producción.

La estructura debe estar diseñada para resistir diversas cargas por efecto del trabajo de las máquinas vibro compresoras a las que el producto irá acoplado. Por cargas entendemos todos aquellos factores y causas que inciden sobre los componentes de la estructura produciendo deformaciones.

Así mismo el diseño del producto también debe tomar en consideración, en base a la información proporcionada anteriormente, los aspectos citados a continuación:

- Tamaño de la bandeja que será utilizada en la máquina (cantidad de bloques por ciclo productivo de la máquina).
- Dimensiones, diseño y tipo de bloque (soleras, adoquines, entrepisos, etc.).
- Marca y modelo de la máquina.
- Dimensiones del sitio de montaje del molde en la máquina (Largo, Ancho y Alto).
- Agregados que compondrán el bloque a fabricar por parte del cliente.
- Valores de las cargas a ser aplicadas para formar el bloque.

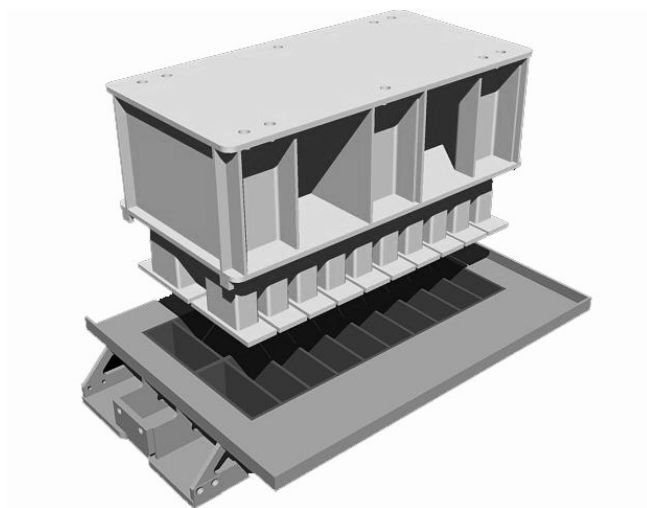
Por tratarse de producción bajo pedido, el diseño del producto, se genera basándose en las especificaciones que brinda el cliente. Cada molde elaborado en la empresa puede llegar a contener de 350 hasta 370 piezas en su estructura, teniendo todas y cada una de estas, una función específica que cumplir. Por tratarse de tantas piezas, el producto puede llegar a pesar de

800kg hasta 1000kg, ya que la materia prima que se emplea es lámina metálica de diversos espesores. Las piezas cuentan en su mayoría, con un diseño tal que unas poseen en su geometría lengüetas o espigas que se encastran en ranuras o muescas de otras para luego unirlos permanentemente con la aplicación de soldadura.

Aunque las piezas que conforman el producto cumplan siempre las mismas funciones, estas cambian de diseño en forma permanente con cada orden de trabajo nueva, ya que los clientes no cuentan con diseños estándar de los bloques que fabrican. Todas estas piezas, media vez hayan sido considerados todos los aspectos citados en un principio, serán diseñadas a través del software pertinente para luego efectuar el traslado del diseño a formato de archivo de la cortadora automática.

A continuación en la figura 5 puede observarse un ejemplo de uno de los tantos moldes fabricados en la empresa, en el cual se pueden apreciar los tres componentes principales que lo conforman; molde, contramolde y corazones ya ensamblados.

**Figura 5.** Producto terminado – Molde para adoquín



En la actualidad, tanto el equipo de diseño como el de ingeniería, se encuentra trabajando en la optimización del diseño del producto en general. Esto se debe a que han venido dándose fracturas de barras sujetadoras en algunos de los moldes fabricados cuyas causas de falla aún no han podido ser determinadas concretamente. Según el análisis efectuado por el departamento de ingeniería, el motivo más probable sea que el ancho de la barra deba incrementarse para que la pieza tenga más fuerza. Otro motivo que podría estar generando este problema es la operación de biselado de la barra, en la cual los operarios podrían estar desbastando de manera incorrecta ciertos sectores de la pieza, generando estrías que pudiesen dar lugar a fracturas por el agrietado de la superficie.

Otro objetivo de la empresa en cuanto al diseño del producto se enfoca hacia la implementación de métodos de ensamble mecánico en el cual se aseguran dos o más partes en una unión que puede desarmarse cuando convenga; el uso de tornillos, pernos, tuercas y demás sujetadores roscados son métodos tradicionales importantes dentro de esta categoría.

El ensamble mecánico no solo facilitaría el proceso de ensamble sino también permitiría ahorrar en cuanto a materiales de soldadura y energía por el uso de equipo de procesos MIG se refiere. Otro beneficio del ensamble mecánico es que las reparaciones serán más rápidas, pues los componentes podrán ser desmontados más fácilmente.

El diseño debe siempre ser un proceso que vaya un paso adelante al corte y al ensamble del producto. En cuanto a esta situación respecta, se ha podido observar que algunas veces el diseño aún no completo, empieza a ser manufacturado, generándose en el área de producción atrasos, cuellos de botella y descontrol en el almacenamiento de piezas o bien de componentes.

Así mismo, se ve necesario que el departamento de diseño genere por todos los documentos que faciliten la fabricación de cada parte que conforme el producto como los planos detallados de cada componente, plano general del producto ensamblado, plano de trazado para aquellas piezas que así lo requieran, etc.

### **3.2.3 Tolerancias y especificaciones**

La tolerancia se aplica a diversos, sino a todos, los procesos de fabricación, y se define como el máximo error permitido en la construcción o fabricación de un elemento, ya sea en sus dimensiones, peso, resistencia o cualquiera de sus propiedades medibles.

En los procesos mecánicos, la tolerancia de fabricación se puede definir como los valores máximo y mínimo que deben medir las partes o piezas para que en el momento de su encaje puedan ajustarse sin problemas. Si se supera el valor máximo o el mínimo, entonces resultará imposible encajar las piezas, por lo que se dirá que el operario se ha pasado del valor de tolerancia.

El propósito de una tolerancia es especificar un margen para las imperfecciones en la manufactura de una parte o un componente.

Las especificaciones son los documentos en los cuales se definen las normas, exigencias y procedimientos a ser empleados y aplicados en todos los trabajos de construcción de obras, elaboración de estudios, fabricación de equipos, etc. En el caso de la realización de estudios, o construcción de obras forman parte integral del proyecto y complementan lo indicado en los planos



respectivos, y en el contrato. Son muy importantes para definir la calidad de los acabados.

Este punto del análisis de operaciones, referido a las tolerancias y especificaciones, va íntimamente ligado a la calidad del producto y su habilidad para satisfacer una necesidad dada.

La empresa, en cuanto a este ámbito, ha centrado su atención principalmente a los aspectos dimensionales y de resistencia del producto, ya que estos representan puntos críticos para la satisfacción del cliente. La precisión de las dimensiones debe ser milimétrica.

Actualmente está establecida una tolerancia simétrica de 2mm la cual indica el máximo de desgaste permitido en las dimensiones de cada una de las piezas en las cuales se deba de llevar a cabo alguna operación que implique el desbaste o bien el corte.

Existen ciertas operaciones dentro del proceso que impiden que las dimensiones de las piezas sean exactas. Una de las más críticas en este aspecto es la operación de corte automático por plasma. Esto se debe a que esta máquina no genera cortes de dimensiones precisas en un 100%. Lo ideal sería que los cortes fueran tanto precisos como exactos, pues así se ahorraría tiempo y trabajo al eliminarse operaciones concernientes al ajuste de dimensiones en las piezas. Esta situación se da debido a que el rayo de plasma produce en todo corte un pequeño bisel que varía alrededor de 0.5mm a 1mm distorsionando así las dimensiones de la pieza.

Las operaciones manuales de desbaste y ajuste también pueden, de no llevarse a cabo de manera minuciosa, afectar las tolerancias permitidas. Es por

esto que las inspecciones continuas son de carácter obligatorio durante todo el proceso.

Se puede decir entonces que el procedimiento actual de inspección es puntual, ya que durante todo el ciclo productivo se realizan verificaciones periódicas para asegurar que se cumplen las especificaciones establecidas. Las inspecciones puntuales permiten detectar los problemas a tiempo para llevar a cabo de esta manera los cambios necesarios, y evitar así disconformidades por parte del cliente.

Las inspecciones dimensionales son predominantes en el proceso de transformación de la empresa, sin embargo, esto no sucede de igual manera con otros aspectos físicos del producto. Un buen ejemplo de esto puede ser la soldadura aplicada en los procesos de ensamble, que también puede ser sujeta a continuas inspecciones para cumplir con los requisitos de calidad del cliente, ya que de contar con discontinuidades podrían darse fallas por fatiga en las zonas de fusión una vez el molde se encuentre acoplado a la máquina en funcionamiento.

Algunos de los problemas que se podrían suscitar de no poner énfasis en el cumplimiento de tolerancias, pueden referirse al montaje del molde en la máquina vibro compresora, bloques con dimensiones diferentes a las requeridas por el cliente, fallas mecánicas en el producto (rupturas), etc.

Respecto a las especificaciones, se tiene bien definido el cumplimiento de estas conforme a los requisitos impuestos por el cliente, sin embargo, esto no sucede con las especificaciones del proceso a seguirse para la fabricación del producto.

Para mejorar esta situación se deberá normalizar y estandarizar todo el proceso productivo, estableciendo a su vez formatos de control que den evidencia del cumplimiento de especificaciones.

Así como las especificaciones del cliente deben ser satisfechas, la empresa deberá establecer las especificaciones de fabricante para garantizar el rendimiento del producto con base a las condiciones de uso y manejo que se establezcan para el mismo. Esto se logrará con la implementación de una “hoja de especificaciones” a la cual se hará referencia en la sección de propuestas de optimización.

### **3.2.4 Materiales**

La gran mayoría del material utilizado en la empresa se encuentra actualmente de manera fácil en el mercado nacional a precios estándar. Las ventajas que considera la empresa con cada uno de sus proveedores son:

- La rapidez de entrega.
- Formas de pago que se ajusten a sus políticas.
- El surtido de los productos y la calidad del material que proporcione el proveedor.

Como materiales de trabajo podemos mencionar tanto la materia prima utilizada para conformar las piezas (metales ferrosos), así como los insumos de procesamiento para llevar a cabo cada una de las operaciones implicadas en la transformación del producto.

Para elaborar las piezas del producto se utiliza lámina metálica de dos tipos: lámina suave, llamada también lámina dulce y lámina dura, llamada también lámina antidesgaste.

Las estructuras se fabrican en lámina de acero al carbón de alta resistencia, calidad ASTM A-36, en el caso de la lámina suave. En cuanto a su dureza, la lámina dura se rige bajo el estándar Brinell 400 y Brinell 800.

Las láminas que se rigen bajo la norma ASTM (A-36) son aptas para la construcción de estructuras metálicas, por lo que se ajustan perfectamente a las condiciones de requerimientos de material de la empresa. Las láminas de dureza 400 Brinell son láminas de acero muy resistentes a la abrasión y deformación, también utilizadas en la construcción de estructuras metálicas, por lo que su uso también es justificable en el proceso.

Lo común es que la lámina dura sea utilizada para fabricar aquellas piezas que conformarán lo que es el cajón, ya que son estas las piezas que deben resistir el mayor desgaste. Esto se debe a que el cajón recibe el continuo roce de los agregados y de los peines del contramolde, así como la presión de las cargas generadas por la máquina vibro compresora.

En la tabla a continuación pueden apreciarse los diversos espesores de chapa empleados en la empresa para la conformación del producto.

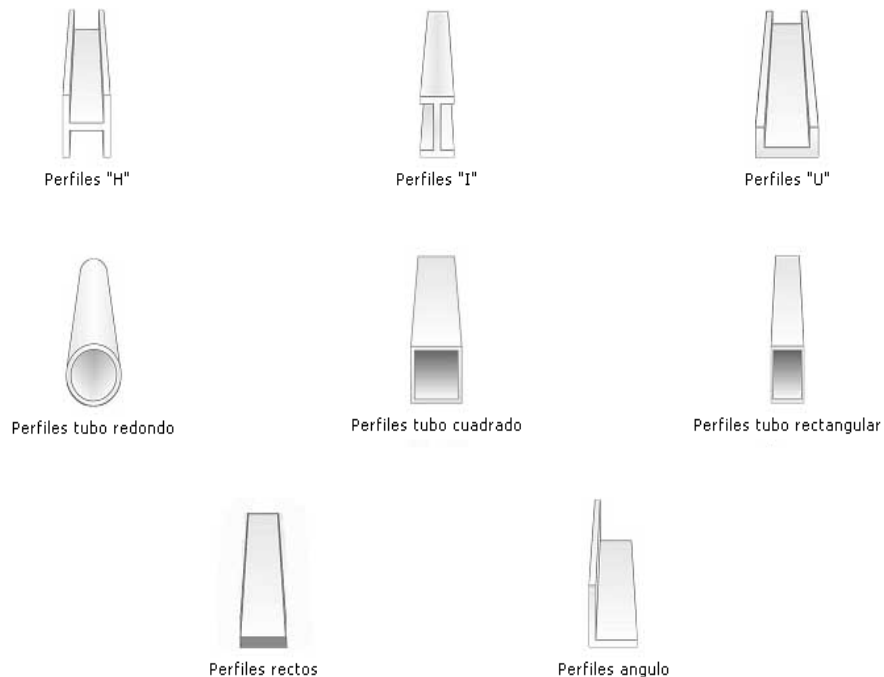
**Tabla I.** Espesores de chapa generalmente empleados en el proceso

| Tipo de Chapa | Espesor (plg.) |
|---------------|----------------|
| Dulce         | 1/4            |
| Dulce         | 3/16           |
| Dulce         | 3/8            |
| Dulce         | 1              |
| Dulce         | 1/8            |
| Dulce         | 1/2            |
| Dulce         | 3/4            |
| Antidesgaste  | 5/16           |
| Antidesgaste  | 3/8            |

Las dimensiones de las láminas que ingresan a planta generalmente son de 4 x 8 pies o bien de 6 x 10 pies.

Entre los materiales que se utilizan para fabricar las piezas de los componentes también podemos hallar perfiles metálicos de diversos tipos según el diseño del molde. Estos perfiles, una vez cortados con las dimensiones necesarias, sujetarán los peines a la plancha inferior del contramolde. En la figura 6 que sigue a continuación se pueden observar los perfiles utilizados en el proceso.

**Figura 6.** Perfiles empleados en el proceso



Los perfiles que ingresan a la planta poseen generalmente una longitud de 6 a 7 metros.

Otros insumos, además de las láminas y los perfiles, que pueden ser considerados materia prima (materiales que se obtienen con el fin de ser transformados e incorporados en el producto terminado) son:

- Electrodo revestidos: es un electrodo para soldadura eléctrica, consiste en una varilla metálica con recubrimiento relativamente grueso que protege el metal fundido de la atmósfera, mejora las propiedades del metal de soldadura y estabiliza el arco eléctrico. Dentro de la empresa, los electrodos comúnmente utilizados son:
  - ✓ E-6013 (electrodo de llenado – solidificación)
  - ✓ E-6011 (electrodo de solidificación rápida)

- ✓ E-7018 (electrodo de bajo hidrógeno), los cuales están disponibles ya sea con las características de llenado rápido o solidificación rápida.
- Bobinas de microalambre: electrodo consumible y continuo utilizados en ensambles por procesos de soldadura MIG que es alimentado de manera automática hacia a la pistola del equipo junto con el gas inerte que crea la atmósfera protectora. Una ventaja de este tipo de electrodo es el hecho que no es necesario estar cambiando de electrodo constantemente. Los tipos comúnmente empleados en el proceso son el 70RS (cobrizo) y el estelar (plateado).

Los suministros son aquellos que se utilizan para efectuar el proceso de transformación pero no van incorporados en el producto terminado. Entre los materiales de procesamiento que más se utilizan podemos mencionar:

- Discos abrasivos: las operaciones que implican el desbaste (biselado, ajuste, nivelación, acabado, etc.) se efectúan con un disco abrasivo giratorio mediante el cual se lleva a cabo la eliminación de metal. El disco se compone de un gran número de granos de material abrasivo, en que cada grano actúa como un útil de corte pequeño. Mediante su uso se consiguen superficies suaves y precisas, pues sólo eliminamos una parte pequeña del material por cada pasada del disco. Las medidas utilizadas generalmente dentro del proceso son: 4 ½", 7", 9", 14".
- Brocas helicoidales: también llamadas barrenas, las brocas empleadas son útiles de corte hechas de aceros rápidos (HSS), por lo general utilizadas para taladrar agujeros en el contramolde. La punta tendrá un ángulo de corte o afilado en función del material a taladrar. También son

utilizadas para elaborar punzones o rayadores que servirán en las operaciones de trazado. Para afilar las puntas de estas brocas se emplea la esmeriladora.

- Tizas: estas son utilizadas para marcar y llevar un control de cada conjunto de piezas homólogas para cada componente.
- Fresas: se refiere a la herramienta rotativa compuesta por varios cortadores colocados de forma geométrica sobre su circunferencia formado por placas de aceros al molibdeno (HM) o aceros rápidos (HSS) fijados de forma permanente (soldados) sobre el cuerpo de la herramienta.
- Pintura: la pintura es una base de recubrimiento que se aplica directamente a los cuerpos de acero ya sea en un proceso de inmersión o de aspersión, (dependiendo del funcionamiento de la planta de trabajo y de la geometría de la estructura) que tiene el propósito de inhibir la oxidación del material, y secundariamente proporcionar una superficie que ofrezca las condiciones propicias para ser pintada con otros acabados, esmaltes y lustres coloridos. También se aplica para mejorar el aspecto estético del producto.
- Mezclas gaseosas (75% Argón – 25% CO<sub>2</sub>): en el proceso de ensamble por soldadura MIG, el arco eléctrico está protegido, por un flujo continuo de gas que garantiza una unión limpia y en buenas condiciones. En la soldadura MIG, como su nombre indica, el gas es inerte; no participa en modo alguno en la reacción de soldadura. Su función es proteger la zona crítica de la soldadura de oxidaciones e impurezas exteriores. Se



emplean usualmente los mismos gases que en el caso de electrodo no consumible, argón, menos frecuentemente helio, y mezcla de ambos.

- Implementos de protección personal: frecuentemente se adquieren implementos de seguridad personal para los diversos procesos y operaciones que intervienen en la producción de la empresa. Entre algunos de los que podemos mencionar son vidrios claros, vidrios oscuros, mascarillas, guantes, colete, mangas, tapones, lentes oscuros, etc.
- Masilla: la masilla es empleada en las operaciones de procesamiento de superficies. Se aplica para cubrir las estrías, golpes y demás imperfecciones de la superficie de la estructura que pudieran afectar la presentación estética de la misma.
- Acetileno y oxígeno: utilizada en los procesos de oxicorte, la combinación de acetileno con oxígeno produce la llama de mayor temperatura y, por tanto, la mayor concentración de calor hasta hoy conocida. Estas características dan lugar a cortes con excelente terminación y veloces. Durante los procesos de corte por plasma también se hace uso de distintos gases. Los gases más comúnmente utilizados para corte plasma son argón, hidrógeno, nitrógeno y mezclas, así como aire y oxígeno.
- Lija: la lija es un material fundamental en cualquier trabajo de acabado (pintura, pulido, etc.). Dentro del proceso de la empresa, esta operación es efectuada para nivelar la superficie de los componentes tras el enmasillado de los mismos. Este material puede ser empleado de manera manual o haciendo uso de las máquinas herramientas

adecuadas como la pulidora. Su presentación puede ser en forma de hojas o bien discos, dependiendo del sistema de uso.

Si bien es cierto que en la empresa espera cierto nivel mínimo de calidad en cuanto a los materiales que les brindan sus proveedores, es necesario que esta establezca pautas de verificación para cada uno de los ingresos a planta.

Otro aspecto que hay destacar es la necesidad de establecer espacios de almacenamiento fijos para los materiales empleados. De esta manera, también se hace necesario la implementación de formatos de control para cada almacén.

Es importante mencionar que la empresa reduce el margen de desperdicio de material de diversas maneras. Algunas acciones en pro del fin mencionado son: Distribución de los cortes en la lámina para que no haya desperdicio, reciclaje y uso de material ya empleado como los restos de electrodos para cuñas de separación de uniones entre piezas, etc. Además, todo el desperdicio es vendido como chatarra al comprador que más ofrezca por esta.

### **3.2.5 Secuencia y procesos de manufactura**

De los procesos que se realizan dentro de la empresa podemos decir que aunque estos llevan una secuencia lógica, muchas veces se pueden ver interrumpidos y pausados por algunos de los siguientes aspectos:

- Atraso en el diseño de piezas, y por ende, el corte de las mismas.
- Falta de material.
- Falta de equipo en condiciones de trabajo.
- Prioridad sobre órdenes de trabajo nuevas o atrasadas.

El proceso de fabricación de cada producto, hasta el momento de conclusión del mismo, conlleva un tiempo bastante prolongado debido a que las operaciones de procesamiento y ensamble son llevadas a cabo manualmente casi en su totalidad a excepción únicamente del corte de piezas (a excepción de los perfiles) que se realiza de manera automática.

Según la configuración del proceso productivo, este se puede clasificar como producción por talleres. Los talleres son unidades técnicas de carácter funcional, esto es, especializadas en la realización de tareas homogéneas. De acuerdo a lo que se acaba de mencionar, podemos entonces identificar distintos “talleres” dentro de la planta de producción. Existe entonces, un taller de corte, uno de limpieza y uno por cada área para los procesos de ensamble de los tres componentes que conforman el producto; molde, contramolde y corazones.

De acuerdo a la forma en que se satisface la demanda, el proceso de la empresa puede ser clasificado como producción sobre pedido o encargo, lo que significa que la empresa produce a partir de pedidos firmes, de acuerdo con las especificaciones del cliente, que es quien decide acerca de la cantidad, calidad y momento en que precisa el producto.

### **3.2.5.1 Diagramas de operaciones**

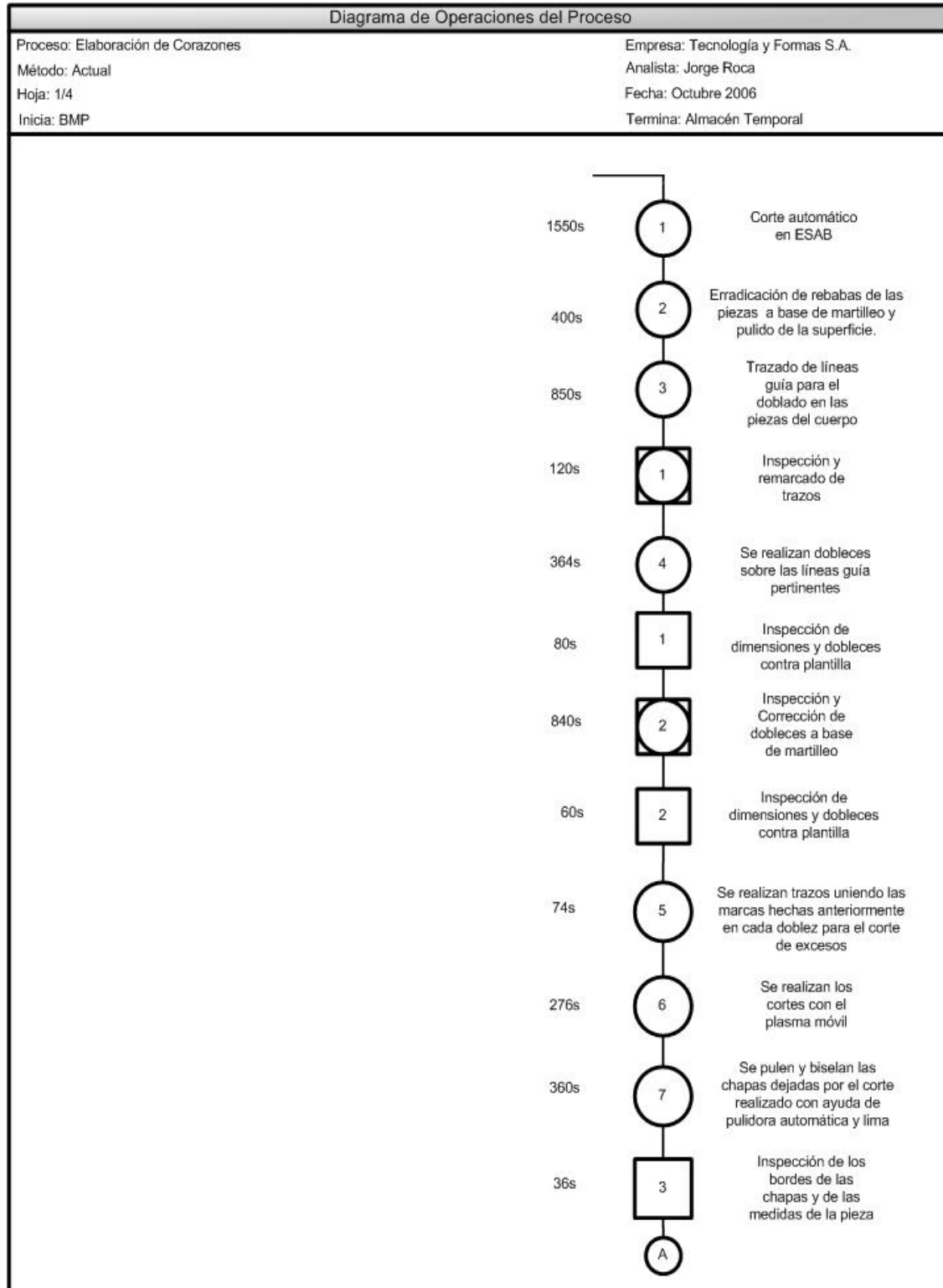
A continuación en las figuras 7, 8, 9 y 10 se podrán apreciar los diagramas de operaciones desglosados para cada proceso de transformación por componente. Estos diagramas reflejan el tiempo promedio que se puede esperar para la ejecución de las distintas tareas que se requiere en la fabricación de cada componente. Sin embargo, estos no representan tiempos útiles para efectos de programación de la producción así como de un posible balance de líneas debido a la naturaleza actual del proceso (existe mucha

rotación de personal, interrupción en la secuencia de operaciones, etc.). Con lo mencionado anteriormente nos referimos al hecho de que el producto cambia constantemente de diseño, la producción es de manufactura manual casi en su totalidad y muchas veces se pueden ver interrumpidos los ciclos productivos por los aspectos mencionados al principio del capítulo, por lo que los tiempos de operación para la transformación de los componentes son muy variables. Los diagramas de flujo y de recorrido no fueron desglosados debido a que en la actualidad no existen áreas delimitadas dentro de la configuración de la empresa, por lo que las estaciones de trabajo son constantemente cambiadas de sitio en base a la comodidad de los operarios. Esta situación impide un correcto análisis de los traslados que pudiesen efectuarse dentro del proceso.

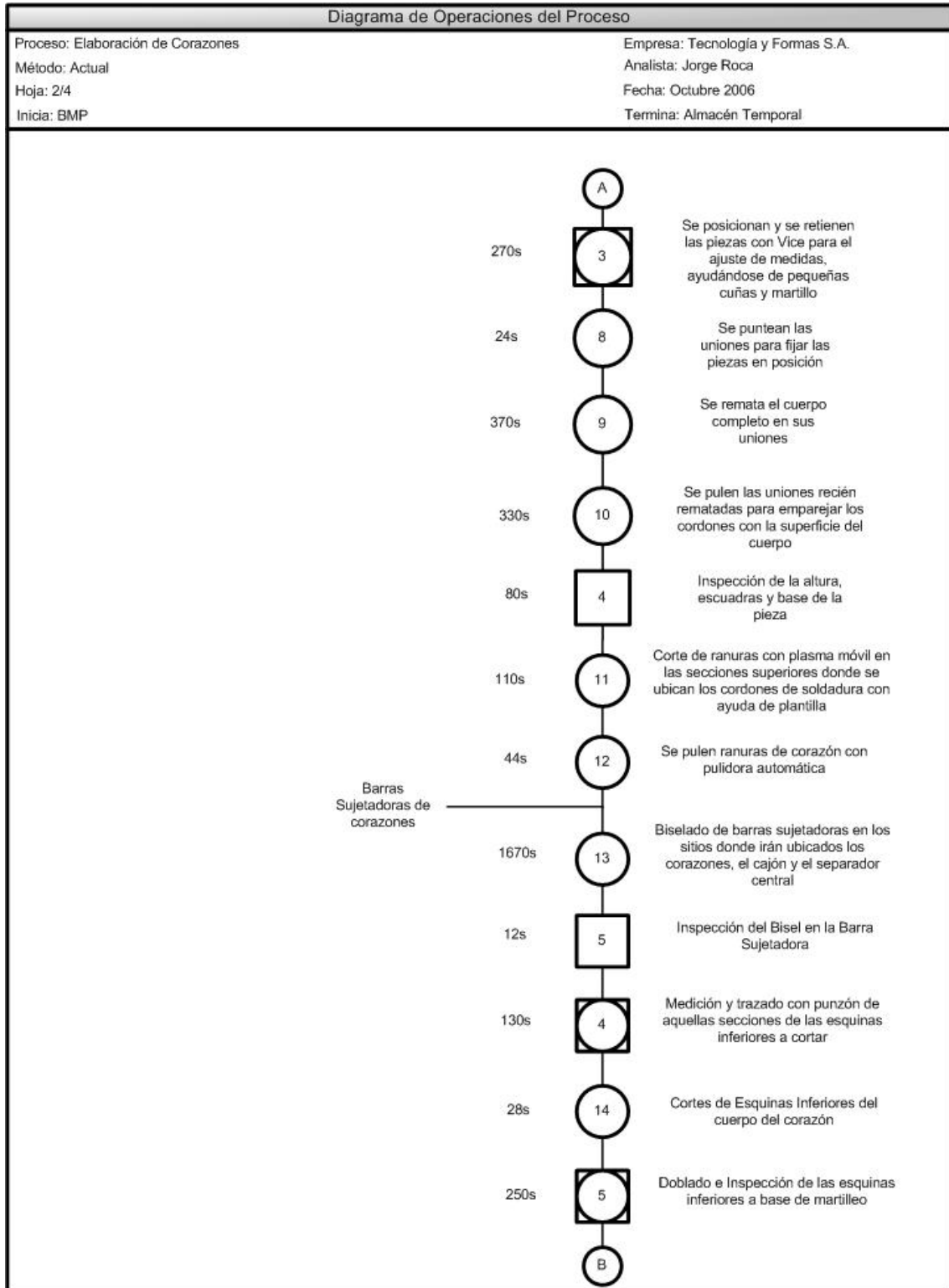
El estudio de tiempos de las operaciones se llevó a cabo a través de la técnica del cronometraje con cuenta regresiva a cero. La metodología empleada para establecer los tiempos que se observan en las gráficas fue la siguiente:

- Se estudia cada tarea a fin de conocer lo mejor posible el ritmo normal (ritmo promedio de un operador calificado).
- Se desglosa la tarea en las distintas operaciones que conlleva.
- Se valoran las operaciones (ritmo atribuido) identificadas.
- Se obtiene el factor de ritmo dividiendo el ritmo atribuido entre el ritmo normal, haciéndolo de igual manera con cada operación.
- Se toman tiempos para toda operación implicada iniciando con el cronómetro en cero en cada una de ellas.
- Se multiplican los tiempos observados por cada factor de ritmo respectivo, sumándolos luego para obtener el tiempo normal de la tarea.
- Si se establecen suplementos (valores dados como porcentajes), se deberá sumarle una unidad y luego multiplicar ese valor por el tiempo normal, obteniendo de esta manera el tiempo estándar de la operación.

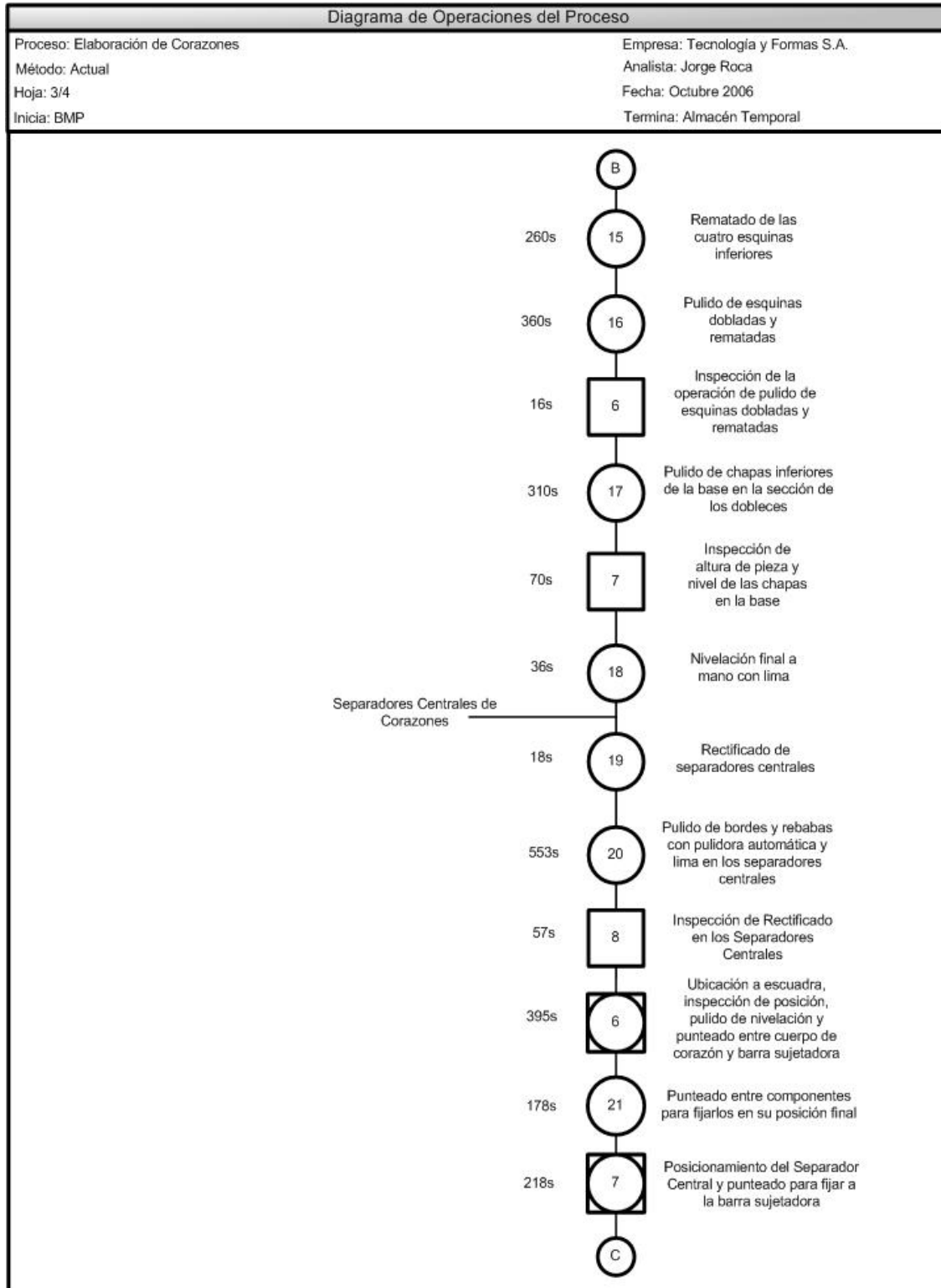
**Figura 7. DOP para una estructura de corazones**



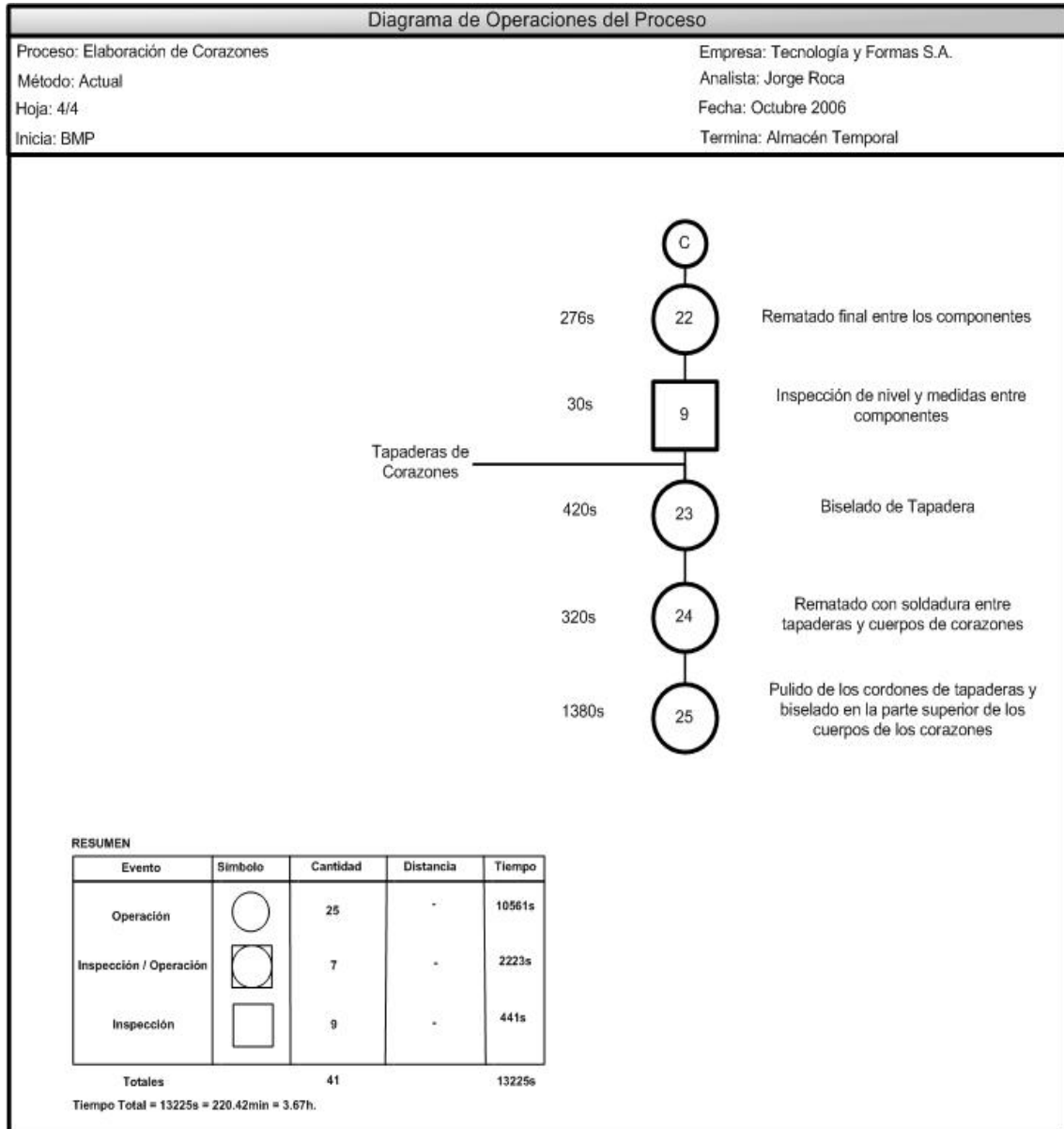
## Continúa



## Continúa

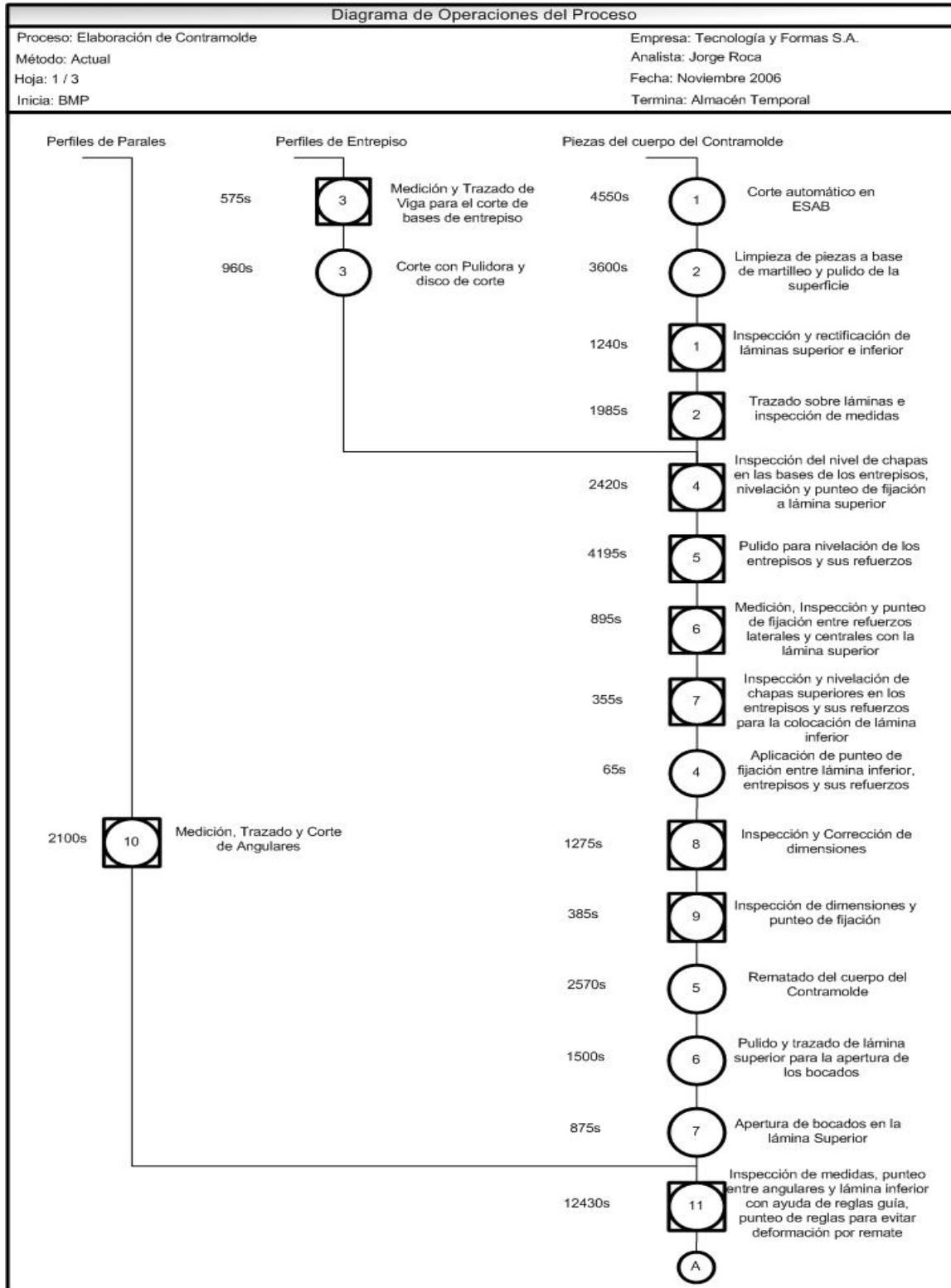


## Continúa

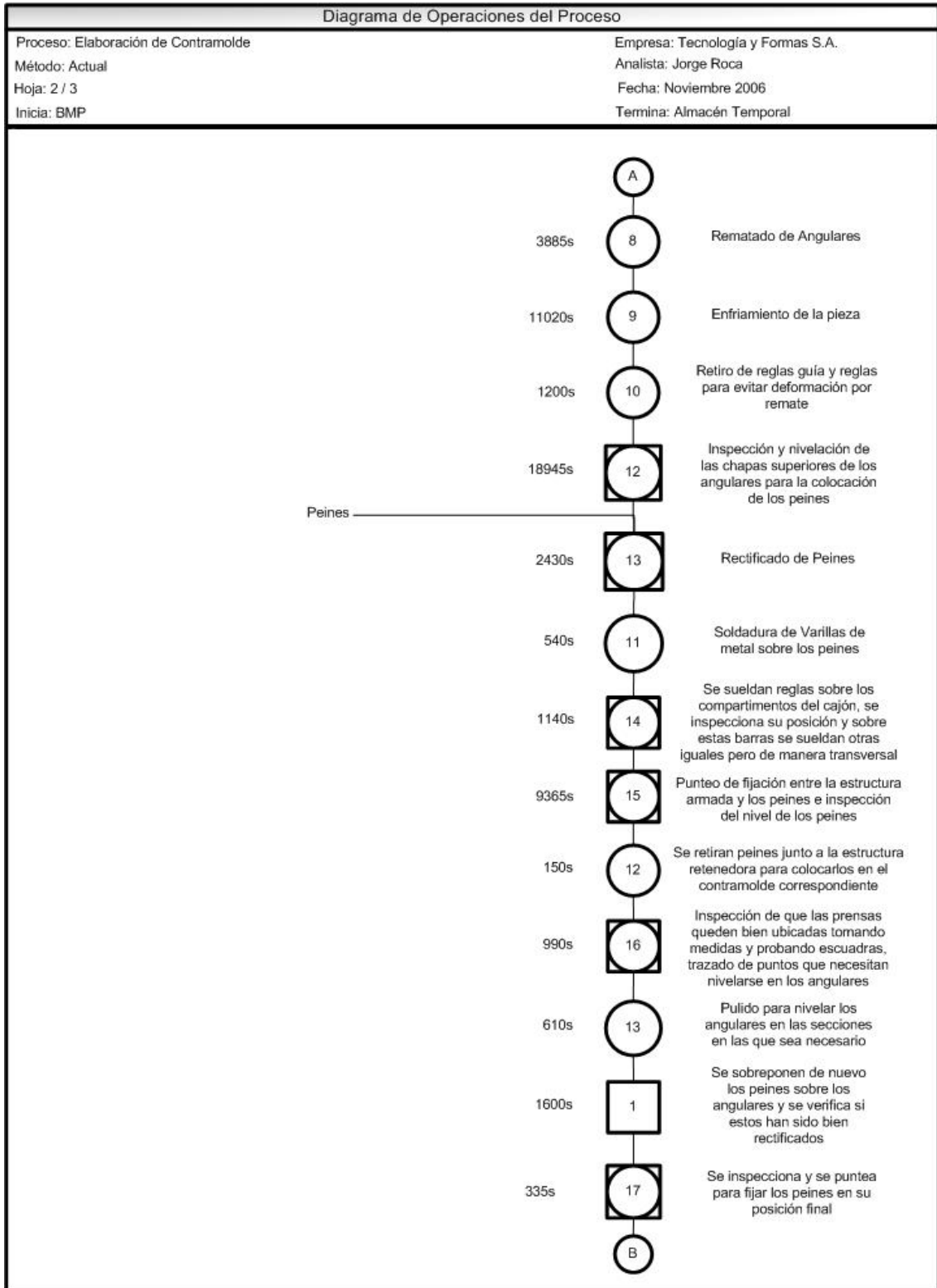




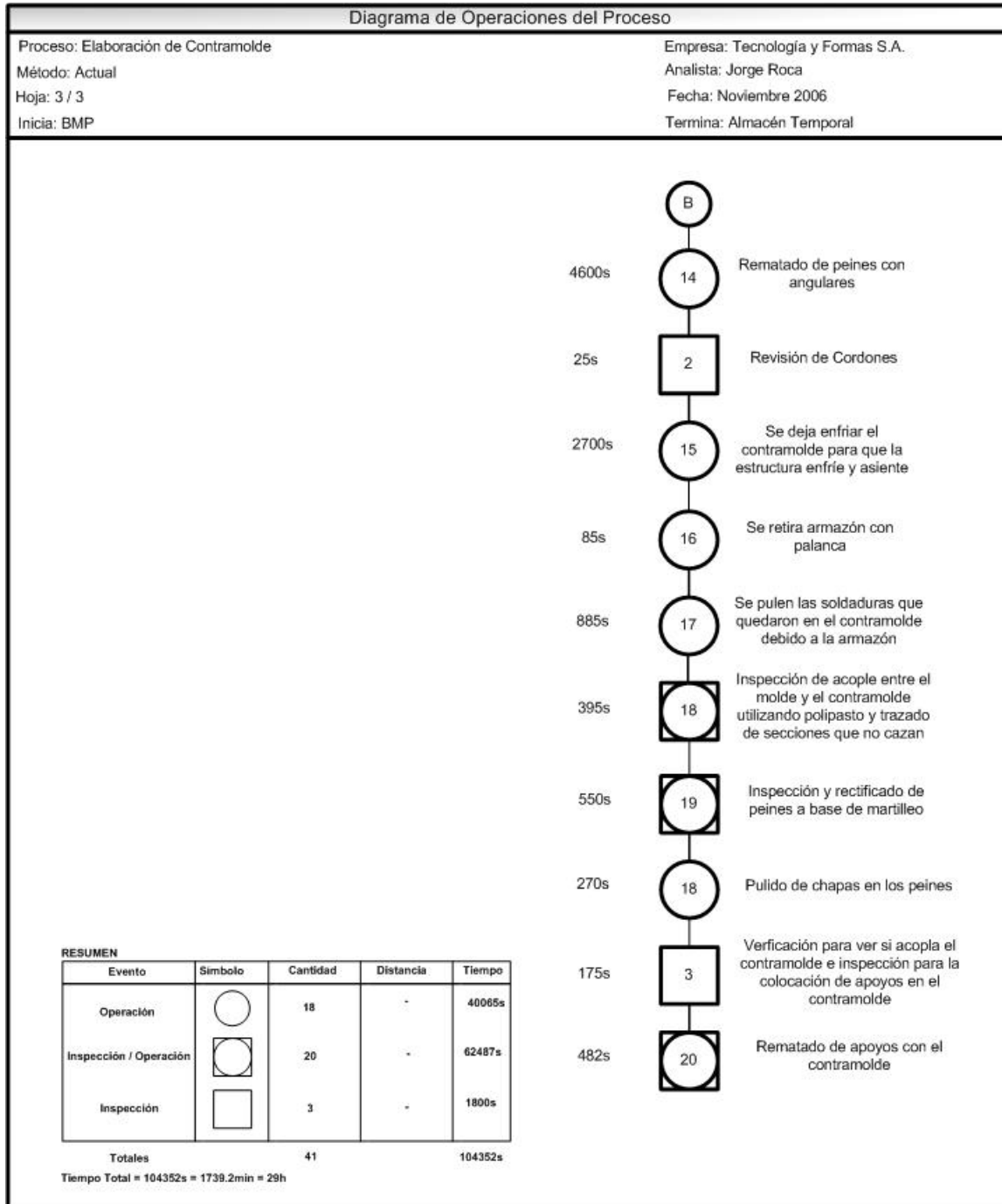
**Figura 8. DOP para el contramolde**



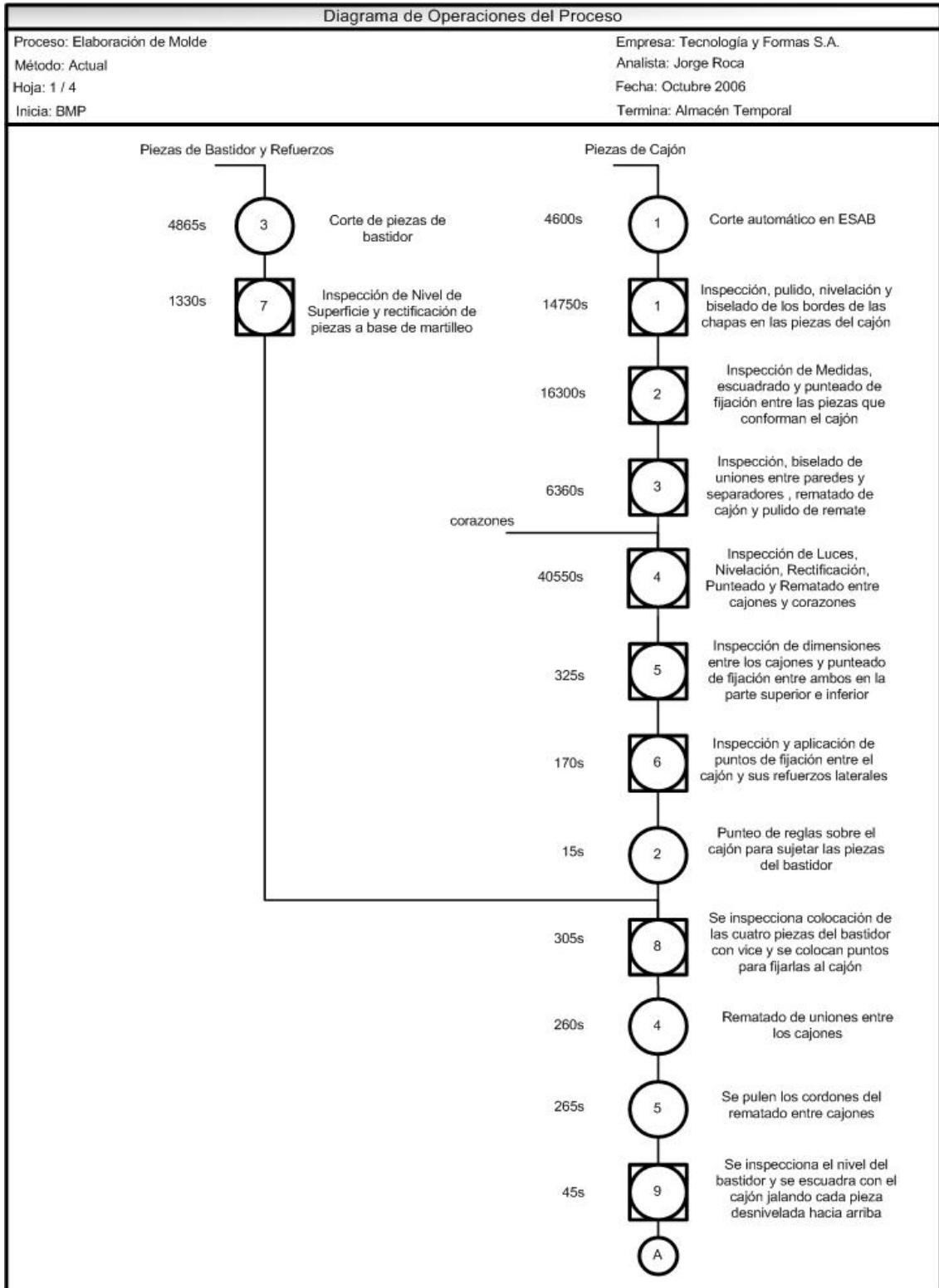
## Continúa



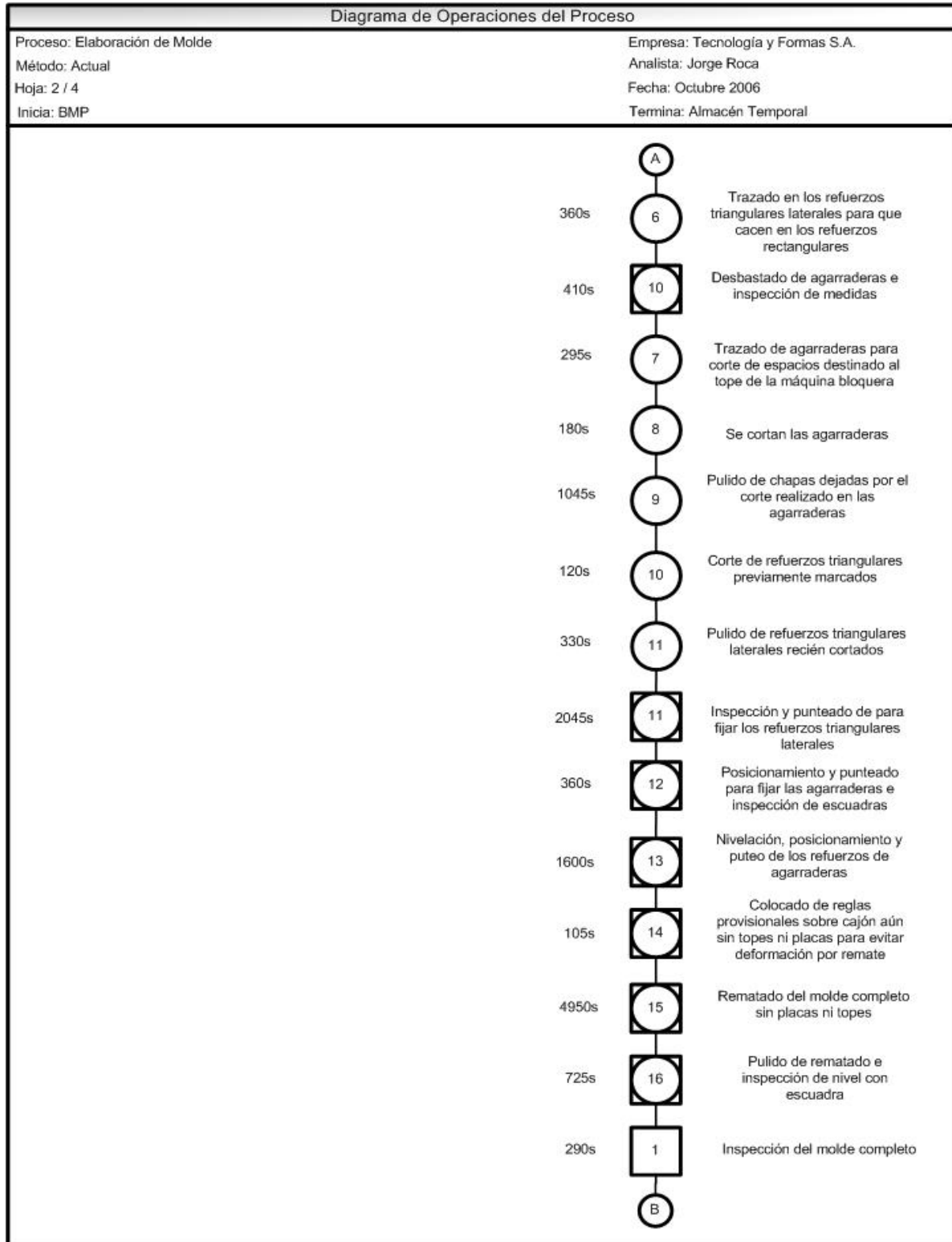
## Continúa



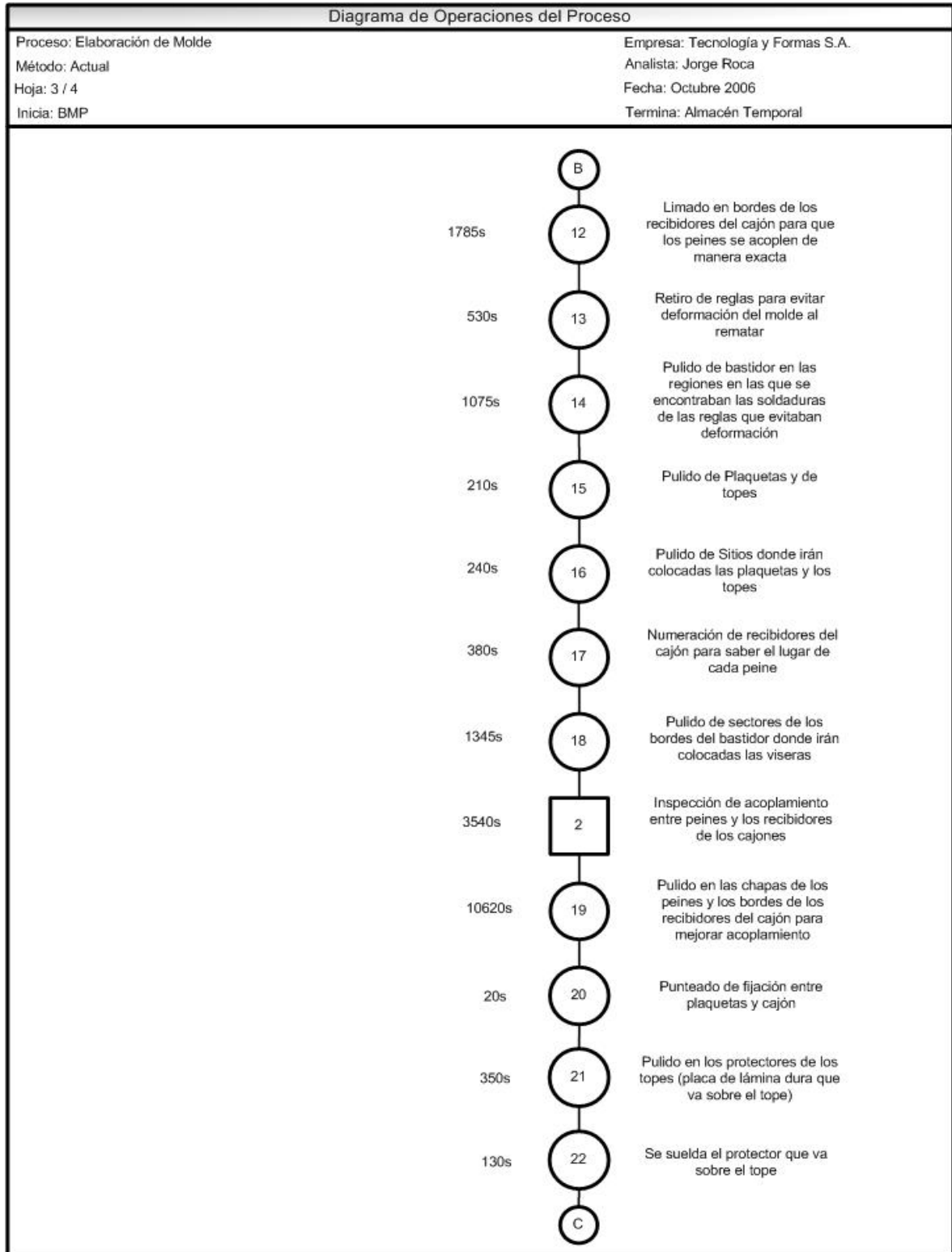
**Figura 9. DOP para el molde**



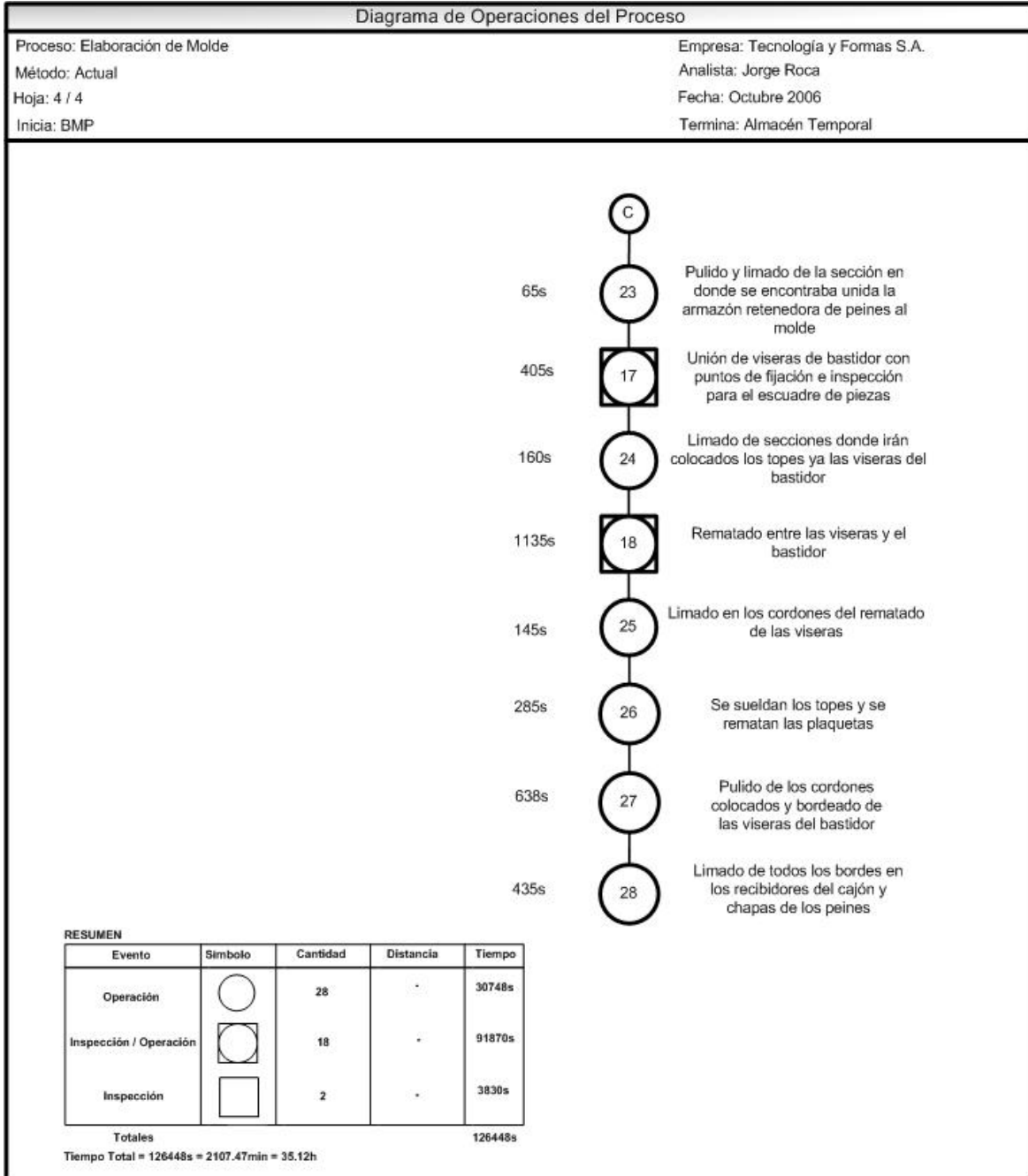
## Continúa



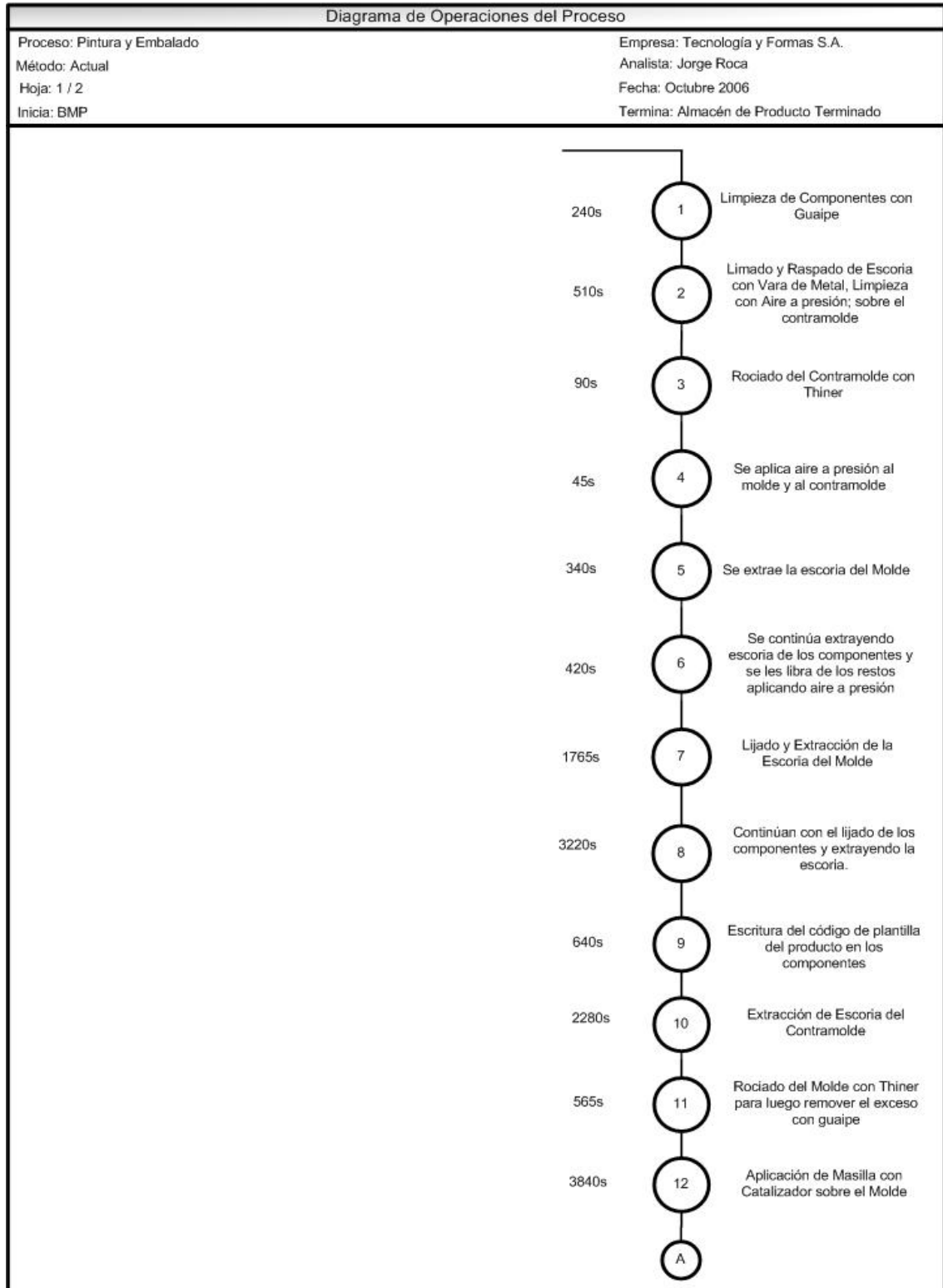
## Continúa



## Continúa

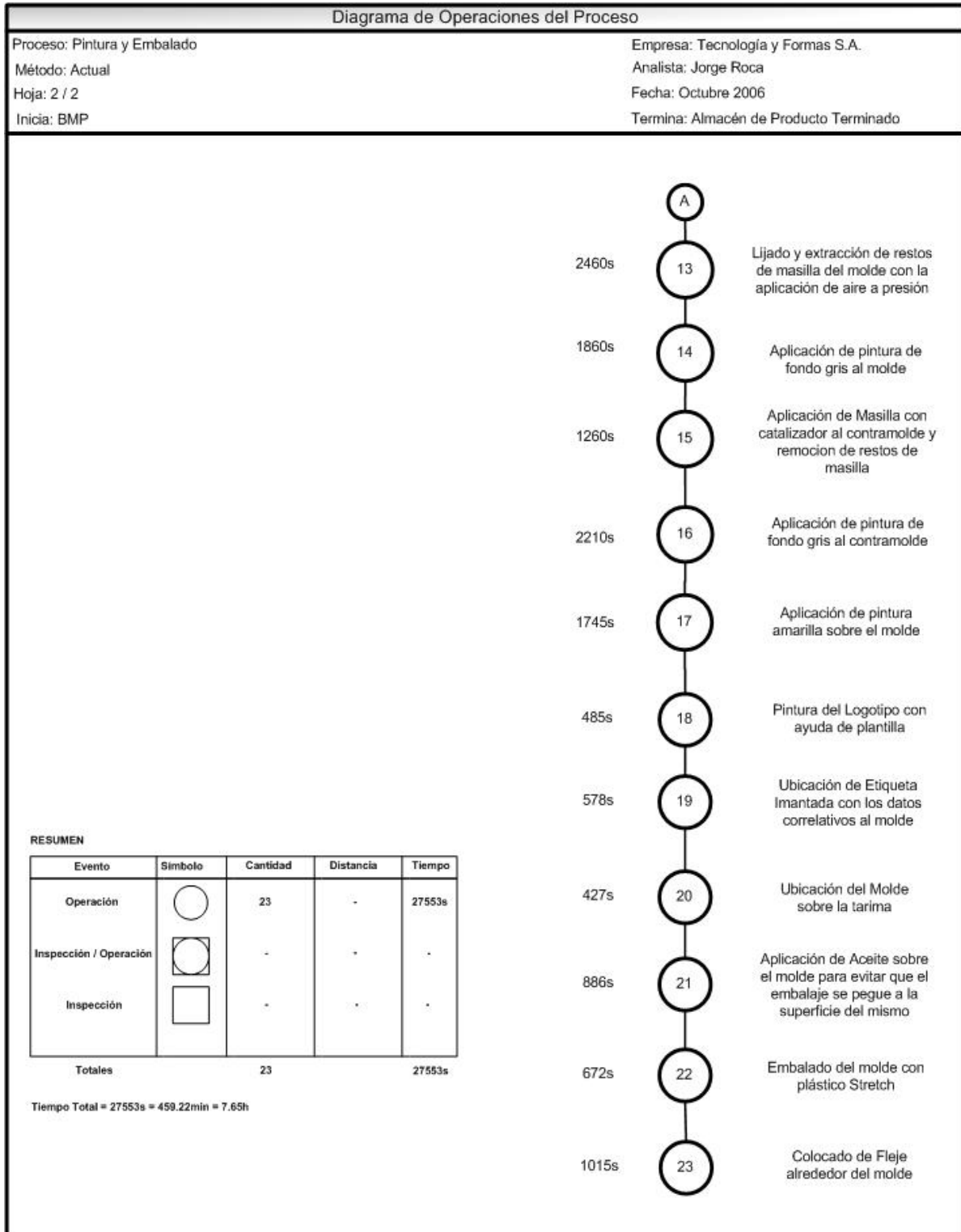


**Figura 10. DOP de pintura y el embalado**





## Continúa



Tras la presentación de estos diagramas solo cabe hacer una aclaración con respecto al primero de estos, el cual se refiere a los corazones. El diagrama elaborado para ese componente identifica los tiempos de operaciones para una de las estructuras que lo componen. Por lo general, la cantidad de estructuras que componen los corazones varía para cada molde.

Situaciones que se pueden observar dentro del proceso es desorganización por parte de los operarios en cuanto a la ejecución de sus actividades e indisciplina por parte de los mismos, debiéndose estas situaciones, a la inexistencia de supervisión permanente dentro de la planta. El operario que actualmente se encuentra encargado de tal función, debido a su experiencia en la fabricación del producto, debe además llevar a cabo el manejo de la cortadora automática y hacer labores de ensamble por lo que la supervisión se puede decir que es casi nula.

En general, como el operario no puede estar trabajando todo el tiempo de presencia en el taller, por ser humano, es preciso que realice algunas pausas que le permitan recuperarse de la fatiga producida por el propio trabajo y para atender sus necesidades personales. Estos períodos de inactividad, calculados como un porcentaje del tiempo normal y conocidos como suplementos, se valoran según las características propias del trabajador y de las dificultades que pueda presentar la ejecución de la tarea.

Si bien no se observan demoras en los diagramas, hay diversos aspectos que no contribuyen al progreso de la tarea y que justifican y que podrían incrementar los tiempos hallados en las gráficas anteriores. Entre algunos de los tiempos de inactividad específicos por el tipo de procesos involucrados se pueden citar: manejo de cilindros, manejo de piezas a temperaturas elevadas, manejo de máquinas herramientas, interrupciones por colaboración entre

compañeros, ruptura de herramientas, ligeros tropiezos con los útiles de trabajo, fatiga, necesidades personales, limpieza de la estación de trabajo, lubricación y mantenimiento de máquinas, variaciones de energía, etc., los cuales luego de observar y registrar la duración y razón de cada intervalo ocioso se definieron como las causas principales de los retrasos dentro del proceso. Además, las condiciones generales de trabajo y el tipo de tareas que se efectúan influyen en el tiempo necesario para las demoras personales.

Otros tiempos de inactividad importantes dentro del proceso son las denominadas demoras inevitables entre las que se citan: irregularidades en los materiales, mal diseño, dificultad para cumplir con las tolerancias y especificaciones. En los diagramas anteriormente expuestos no se denotan operaciones que no lleven una secuencia eficiente ya que todas y cada una de estas son totalmente necesarias y se realizan una después de otra por fuerza.

### **3.2.5.2 Procesos de manufactura implicados en el proceso**

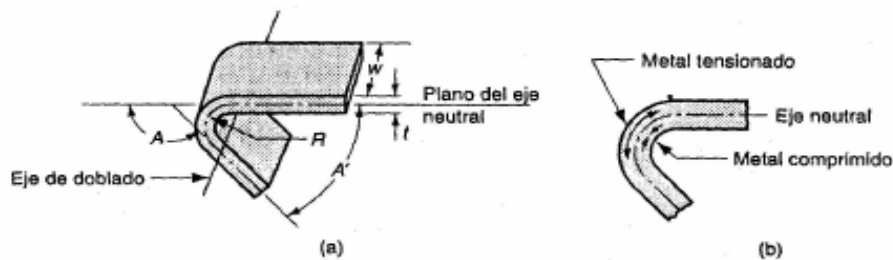
Debido al carácter del producto que se fabrica dentro de la empresa podemos hallar algunos procesos de manufactura comúnmente aplicados en la industria de la metalmecánica. A continuación se describen algunos de los que podemos identificar a lo largo del ciclo productivo:

#### **3.2.5.2.1 Doblado o plegado**

En el trabajo de láminas metálicas el doblado se define como la deformación del metal alrededor de un eje recto, como se muestra en la figura 11. Durante la operación de doblado, el metal dentro del plano neutral se comprime, mientras que el metal por fuera del plano neutral se estira. Estas condiciones de deformación se pueden ver en la figura 11(b), El metal se

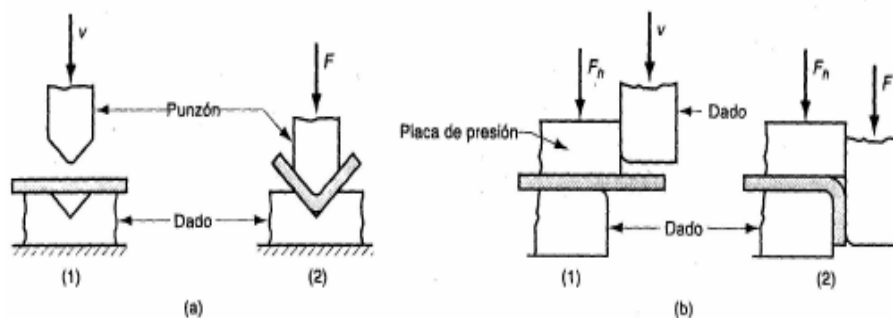
deforma plásticamente así que el doblado toma una forma permanente al remover los esfuerzos que lo causaron. El doblado produce poco o ningún cambio en el espesor de la lámina metálica.

**Figura 11.** (a) Doblado de lámina metálica; (b) en el plegado ocurre elongación a la tensión y a la compresión.



Las operaciones de doblado se realizan usando como herramientas de trabajo diversos tipos de punzones y dados. Los dos métodos de doblado más comunes y sus herramientas asociadas son el doblado en V, ejecutado con un dado en V; y el doblado de bordes, ejecutado con un dado deslizante. Estos métodos se ilustran en la figura 12.

**Figura 12.** Dos métodos comunes de doblado: (a) doblado en V y (b) doblado de bordes; (1) antes y (2) después del doblado. Los símbolos  $v$  = velocidad,  $F$  = fuerza de doblado aplicada  $F_h$  = fuerza de sujeción



En el doblado en V, la lámina de metal se dobla entre un punzón y un dado en forma de V, los ángulos van desde los muy obtusos hasta los muy agudos. El doblado en V se usa generalmente para operaciones de baja producción y se realizan frecuentemente en una prensa de cortina, los correspondientes dados en V son relativamente simples y de bajo costo.

El doblado de bordes involucra una carga voladiza sobre la lámina de metal. Se usa una placa de presión, que aplica una fuerza de sujeción  $F_h$  para sujetar la lámina contra el dado, mientras el punzón fuerza la parte volada para doblarla sobre el borde del dado. En el arreglo que se ilustra en la figura 12(b), el doblado se limita a ángulos de  $90^\circ$  o menores. Se pueden diseñar dados deslizantes más complicados para ángulos mayores de  $90^\circ$ . Debido a la presión del sujetador, los dados deslizantes son más complicados y más costosos que los dados en V y se usan generalmente para trabajos de alta producción.

### **3.2.5.2.2 Soldadura**

La soldadura es un proceso de unión permanente de materiales en el cual se funden las superficies de contacto de dos (o más) partes mediante la aplicación conveniente de calor, presión o ambas a la vez. La integración de las partes que se unen mediante soldadura se denomina un ensamble soldado. En algunos casos se agrega un material de aporte o relleno para facilitar la fusión. La soldadura se asocia por lo regular con partes metálicas, pero el proceso también se usa para unir plásticos.

La soldadura es un proceso relativamente nuevo. Su importancia comercial y tecnológica se deriva de lo siguiente:

- La soldadura proporciona una unión permanente. Las partes soldadas se vuelven una sola unidad.
- La unión soldada puede ser más fuerte que los materiales originales si se usa un metal de relleno que tenga propiedades de resistencia superiores a la de los materiales originales y se emplean las técnicas de soldadura adecuadas.
- En general, la soldadura es la forma mas económica de unir componentes, en términos de uso de materiales y costos de fabricación, los métodos mecánicos alternativos de ensamble requieren alteraciones mas complejas de las formas (por ejemplo, taladrado de orificios) y adición de sujetadores (remaches o tuercas). El ensamble mecánico resultante por lo general es más pesado que la soldadura correspondiente.
- La soldadura no se limita al ambiente de fábrica. Puede realizarse en el campo.

Aunque la soldadura tiene las ventajas indicadas, también tiene ciertas limitaciones y desventajas (o desventajas potenciales):

- La mayoría de las operaciones de soldadura se realizan en forma manual y son elevadas en términos de costo de mano de obra. Muchas operaciones de soldadura se consideran cuestiones especializadas y no son muchas las personas que las realizan.
- Casi todos los procesos de soldadura implican el uso de mucha energía, y por consiguiente son peligrosos.
- Dado que la soldadura obtiene una unión permanente entre los componentes, no permite un desensamble adecuado. Si se requiere un desensamble ocasional de producto (para reparación o mantenimiento), no debe usarse la soldadura como método de ensamble.

- La unión soldada puede padecer ciertos defectos de calidad que son difíciles de detectar. Los defectos pueden reducir la resistencia de la unión.

La soldadura implica la fusión o unión de dos partes metálicas en sus superficies empalmantes. Las superficies empalmantes son las superficies que están en contacto o están muy cercanas para ser unidas. Por lo general, la soldadura se realiza en partes del mismo metal, pero es posible usar algunas operaciones para unir metales diferentes.

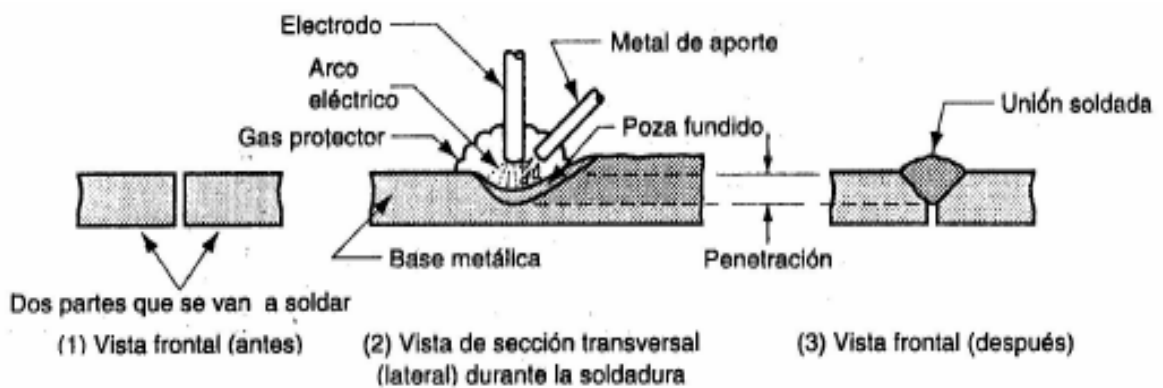
Podemos dividir los procesos de soldadura en dos grupos principales: a) soldadura por fusión y b) soldadura de estado sólido. El proceso de soldadura utilizado en las operaciones de ensamble dentro de la empresa pertenece al grupo de soldadura por fusión.

Los procesos de soldadura por fusión usan calor para fundir los metales base. En muchas operaciones de soldadura por fusión, se añade un metal de aporte a la combinación fundida para facilitar el proceso de unión y aportar volumen y resistencia a la parte soldada. Una operación de soldadura por fusión en la cual no se añade un metal de aporte se denomina soldadura autógena. Las categorías de soldadura por fusión de uso más amplio son: Soldadura con arco eléctrico, soldadura por resistencia, soldadura con oxígeno y gas combustible, soldadura con haz de electrones y soldadura con rayo láser. El proceso de soldadura involucrado en el ensamble del producto entra en la categoría de soldadura con arco eléctrico.

- Soldadura con arco eléctrico, SAE (en inglés AW): La soldadura con arco eléctrico hace referencia a un grupo de procesos de soldadura en los cuales el calentamiento de los metales se obtiene mediante un arco

eléctrico, como se muestra en la figura 13. Algunas de las operaciones de soldadura con arco eléctrico también aplican presión durante el proceso, y la mayoría utiliza un metal de aporte.

**Figura 13.** Fundamentos de la soldadura con arco eléctrico: (1) Antes de la soldadura, (2) Durante la soldadura se funde la base metálica y se agrega el metal de aporte al conjunto fundido y (3) La soldadura terminada. Hay muchas variaciones del proceso de soldadura con arco eléctrico.



La soldadura tiene sus principales aplicaciones en 1) la construcción, por ejemplo: Edificios, puentes, estructuras metálicas, etc.; 2) la producción de tuberías con costura, recipientes para presión, calderas, tanques de almacenamiento, etc.; 3) la construcción naval; 4) la industria de la aeronáutica y espacial; 5) los automóviles y los ferrocarriles. La soldadura se realiza en grandes industrias pero también, por su facilidad de manipulación para de los procesos tradicionales, se lo realiza en distintos lugares (terreno al aire libre, un garaje, un taller común) y no se limitan a una fábrica.



### **3.2.5.2.3 Recubrimiento**

El proceso de recubrimiento, refiriéndonos a la pintura (recubrimiento no metálico), se puede realizar por inmersión o por aspersion. La inmersión implica sumergir el objeto en un baño apropiado de fusión o solución de polímero, aplicando en seguida un enfriamiento o secado. La aspersion es un método alternativo para aplicar un recubrimiento de polímero a un objeto sólido, como pintura con pistola de aspersion o atomizador.

### **3.2.5.2.4 Taladrado**

Se llama taladrar a la operación de mecanizado que tiene por objeto producir agujeros cilíndricos en una pieza cualquiera, utilizando como herramienta una broca. De todos los procesos de mecanizado, el taladrado es considerado como uno de los procesos más importantes debido a su amplio uso y facilidad de realización, puesto que es una de las operaciones de mecanizado más sencillas de realizar.

El taladrado es un término que cubre todos los métodos que existen para producir agujeros cilíndricos en una pieza con herramientas de arranque de viruta. El proceso involucra el desplazamiento del material sólido, sea éste madera, aluminio, acero, etc., por el movimiento de corte rotacional del punto y filo de la broca específica en uso; la viruta producida por la broca sale al exterior por la hélice de la broca y sus flautas.

La fuente de alimentación de la máquina taladradora puede ser energía eléctrica o aire comprimido. Los taladros portátiles que requieren electricidad pueden ser inalámbricos, pues usan una batería recargable, o son suplidos con un cordón eléctrico listos para ser conectados a la red eléctrica.

### **3.2.5.2.5 Acabado**

El acabado es un proceso de fabricación empleado en la manufactura cuya finalidad es obtener una superficie con características adecuadas para la aplicación particular del producto que se está manufacturando; esto incluye mas no es limitado a la cosmética de producto. Esto es logrado por los tratamientos primordialmente superficiales aplicados. En algunos casos el proceso de acabado puede tener la finalidad adicional de lograr que el producto entre en especificaciones dimensionales.

En la actualidad, los acabados se entienden como una etapa de manufactura de gran importancia, considerando los requerimientos actuales de los productos. Estos requerimientos pueden ser:

- Estética.
- Liberación de esfuerzos mecánicos.
- Eliminar puntos de iniciación de fracturas y aumentar la resistencia a la fatiga.
- Nivel de limpieza y esterilidad.
- Propiedades mecánicas de su superficie.
- Protección contra la corrosión.
- Rugosidad.
- Tolerancias dimensionales de alta precisión.

En la actualidad, el nivel de automatización dentro de la empresa puede ser calificado de bueno, aunque aún hace falta la implementación de cierta maquinaria que facilitaría el incremento de la productividad del proceso.

Existen máquinas dentro de la empresa, como lo es el torno, que podría aportar nuevas entradas de capital a la empresa a través de la diversificación de productos, sin embargo esta se encuentra varada y en total desuso, considerándose al momento como equipo que no crea valor alguno. De continuar así, lo recomendable sería su venta para la adquisición de maquinaria que realmente sea necesaria.

También se cree necesario la aplicación de procesos de acabado, en este caso, tratamientos térmicos tales como el normalizado, el templado y el revenido, que permitan incrementar la confiabilidad de las propiedades mecánicas del producto.

### **3.2.6 Preparación y herramental**

Las operaciones de preparación son particularmente importantes en la producción por pedido, donde las corridas tienden a ser pequeñas. Las preparaciones tienen una estrecha relación con el herramental porque es inevitable que éste determine el tiempo de preparación y desmantelado. Cuando se habla de tiempo de preparación se incluyen elementos como llegar al trabajo, recibir instrucciones, dibujos, herramientas y material; preparar la estación del trabajo para iniciar la producción en la forma prescrita, desmantelar la preparación y regresar las herramientas.

En la empresa, actualmente el tiempo de preparación no se encuentra bien planificado pues no se ha definido como se aprovechará este tiempo. Durante operaciones, puede verse como los operarios reciben documentos e instrucciones que debieran de haberse transmitido desde el inicio del día laboral.

Existen muchos procesos de manufactura en banco que se efectúan de manera manual, semiautomática o automática. En cada uno de estos procesos se hace uso de herramientas, las cuales se entienden por dispositivos artificiales cuya función es facilitar la aplicación de energía a una pieza o material durante la realización de una tarea. Las herramientas pueden ser manuales o mecánicas. Las manuales usan la fuerza muscular humana mientras que las mecánicas usan una fuente de energía externa, por ejemplo la energía eléctrica.

Se denomina como herramienta manual o de mano al utensilio, generalmente metálico de acero, de madera o de goma, que se utiliza para ejecutar de manera más apropiada, sencilla y con el uso de menor energía, tareas constructivas o de reparación, que sólo con un alto grado de dificultad y esfuerzo se podrían hacer sin ellas.

A continuación se hace una somera descripción de algunas de las herramientas manuales identificadas en los procesos de la empresa.

- Broca de usos múltiples: en cualquier tarea mecánica o de bricolaje, es necesario muchas veces realizar agujeros con alguna broca. Para realizar un agujero es necesario el concurso de una máquina que impulse en la broca la velocidad de giro suficiente y que tenga la potencia necesaria para poder perforar el agujero que se desee. Hay muchos tipos de brocas de acuerdo a su tamaño y material constituyente.
- Compás: el compás aparte de otros conceptos es una herramienta que se utiliza en los talleres de mecanizado para verificar medidas de piezas tanto exteriores como interiores. Los compases empleados en los

procesos de la empresa son: Compás de punta recta de resorte extensible y Compás de puntas curvas.

- Cortafrío, buril y cincel: son herramientas manuales diseñadas para cortar, ranurar o desbastar material en frío, mediante el golpe que se da a estas herramientas con un martillo adecuado. Las deficiencias que pueden presentar estas herramientas es que el filo se puede deteriorar con facilidad, por lo que es necesario un reafilado. Si se utilizan de forma continuada hay que poner una protección anular para proteger la mano que las sujeta cuando se golpea.
- Lima: es una herramienta de corte consistente en una barra de acero al carbono con ranuras, y con una empuñadura llamada mango, que se usa para desbastar y afinar todo tipo de piezas metálicas. Otras que se pueden mencionar en esta categoría son: El limatón y la escofina.
- Martillo: es una herramienta que se utiliza para golpear y posiblemente sea una de las más antiguas que existen. Actualmente han evolucionado bastante y existen muchos tipos y tamaños de martillos diferentes.
- Números y letras para grabar: hay muchas piezas de mecánica que una vez mecanizadas hay que marcarlas con algunas letras o con algunos números, que se suelen llamar "referencia de la pieza". Otras veces, cuando se desmonta un equipo o una máquina se van grabando las piezas de tal manera que luego se pueda saber el orden de montaje que tienen para que éste sea correcto.
- Polipasto: estos mecanismos se utilizan mucho en los talleres que manipulan piezas muy grandes y pesadas. Sirven para facilitar la

colocación de estas piezas pesadas en las diferentes máquinas-herramientas que hay en el taller. Suelen estar sujetos a un brazo giratorio que hay en cada máquina, o ser móviles de unos lugares a otros. Los polipastos tienen varios tamaños o potencia de elevación, los pequeños se manipulan a mano y los más grandes llevan un motor eléctrico.

- Punta de trazar: esta herramienta se utiliza básicamente para el trazado y marcado de líneas de referencias, tales como ejes de simetría, centros de taladros, o excesos de material en las piezas que hay que mecanizar, porque deja una huella imborrable durante el proceso de mecanizado
- Sargento: es una herramienta de uso común en muchas profesiones, se compone de dos mordazas, regulables con un tornillo de presión. Se utilizan básicamente para sujetar piezas que van a ser mecanizadas si son metales o van a ser pegadas con cola si se trata de madera. Otro implemento de sujeción utilizado es el Vice; herramienta que trabaja de manera similar al sargento.
- Sierra manual: la sierra manual es una herramienta de corte que está compuesta de dos elementos diferenciados. De una parte está el arco o soporte donde se fija mediante tornillos tensores y la otra es la hoja de sierra que proporciona el corte.
- Tornillo de banco: el tornillo de banco es un conjunto metálico muy sólido y resistente que tiene dos mordazas, una de ellas es fija y la otra se abre y se cierra cuando se gira con una palanca un tornillo de rosca cuadrada. Es una herramienta que se atornilla a una mesa de trabajo y es muy común en los talleres de mecánica.

- Flexómetro: es un instrumento de medición parecido a una cinta métrica, pero con una particularidad que está construido de chapa elástica que se enrolla en fuelle tipo persiana, dentro de un estuche de plástico. Se fabrican en longitudes comprendidas entre uno y cinco metros, y algunos estuches disponen de un freno para impedir el enrollado automático de la cinta.
- Escuadra: la escuadra que se utiliza en los talleres es totalmente de acero, puede ser de aleta o plana y se utiliza básicamente para trazado y la verificación de perpendicularidad de las piezas mecanizadas. Pueden ser fijas o bien articuladas (falsas escuadras).
- Nivel: es un instrumento de medición y diversos tipos utilizado para determinar la horizontalidad o verticalidad de un elemento. Un nivel es un instrumento muy útil para la construcción en general ya que la perspectiva genera errores.
- Pie de rey o vernier: es un instrumento para medir dimensiones de objetos relativamente pequeños, desde centímetros hasta fracciones de milímetros ( $1/10$  de milímetros o hasta  $1/20$  de milímetro).
- Regla: es un instrumento de medición, construida de metal, madera o material plástico, que tiene una escala graduada y numerada en centímetros y milímetros y su longitud total rara vez supera el metro de longitud.
- Prensa manual: no realizan arranque de viruta, dan forma al material mediante el golpe para el doblado y la presión. Suelen utilizar bancos de plegado y matrices como útiles.

La máquina herramienta es un tipo de máquina que se utiliza para dar forma a materiales sólidos, principalmente metales. El término máquina herramienta se suele reservar para herramientas que utilizan una fuente de energía distinta del movimiento humano, pero también pueden ser movidas por personas si se instalan adecuadamente o cuando no hay otra fuente de energía. Las máquinas-herramienta pueden operarse manualmente o mediante control automático.

Por la forma de trabajar las máquinas herramientas se pueden clasificar en tres tipos: Devastadoras, que dan forma a la pieza por arranque de viruta; Prensas, que dan forma las piezas mediante el corte, el prensado o el estirado y Espaciales, que dan forma a la pieza mediante técnicas diferentes, láser, electroerosión, ultrasonidos, plasma, etc.

Algunas de estas máquinas herramientas empleadas en la producción de moldes son los que a continuación se describen brevemente.

- Taladros: destinadas a perforación, estas máquinas herramientas son, junto con los tornos, las más antiguas. En ellas el útil es el que gira y la pieza permanece fija a una mordaza o colocación. La útil suele ser normalmente, en los taladros, una broca que, debidamente afilada realiza el agujero correspondiente. También se pueden realizar otras operaciones con diferentes útiles, como avellanar y escariar.
- Pulidora: trabaja con un disco abrasivo que va comiendo el material de la pieza a trabajar. Se suele utilizar para los acabados de precisión por la posibilidad del control muy preciso de la abrasión. Normalmente no se ejerce presión mecánica sobre la pieza.



- Sierras: son de varios tipos, de vaivén, circulares o de banda. Es la hoja de corte la que gira o se mueve y la pieza la que acerca a la misma.
- Máquina de arco de plasma: se utiliza un chorro de gas a gran temperatura y presión para el corte del material. En el corte plasma el gas es ionizado en la boquilla y enfocado gracias a un diseño especial de la misma. Este flujo caliente puede ser usado por sí solo para cortar materiales como plásticos pero, en el caso de corte de metales, es necesario crear un arco eléctrico entre el electrodo y la pieza de trabajo para incrementar la transferencia de energía.

Por citar marcas y cantidades, podemos mencionar a continuación algunas de las máquinas herramientas empleadas.

- 3 pulidoras Bosch GWS 20-230
- 1 pulidora de acabado Bosch 1215
- 1 esmeriladora de motor BT3600 de 6" Black & Decker
- 1 sierra de disco Standard Menegotti
- 1 cortadora de plasma portátil Thermal Dynamics CutSkill C-2500
- 2 máquinas soldadoras Millermatic 251
- 1 fuente de poder para soldadura Dialarc 250 AC/DC
- 1 pulidora Milwaukee Heavy Duty 7"/ 9"
- 1 máquina soldadora INFRA TH-225

Actualmente no existe un control adecuado en cuanto al manejo de herramientas manuales y máquinas herramientas ya que no se podría adjudicar el costo por pérdida o daño de estas a un solo operario en particular ya que todos dentro de la planta hacen uso de las herramientas disponibles actualmente dentro de la empresa. De igual manera, se cree conveniente la

implementación de armarios para el herramental propio de cada proceso y estación de trabajo.

El herramental con el que se cuenta, que podemos decir está conformado por las principales herramientas de trabajo de banco conocidas además de algunas otras herramientas de medición, es insuficiente ya que existen ocasiones en las cuales los operarios se ven en la necesidad de solicitar prestadas las mismas a otros operarios cuando estos las desocupan o bien su actividad cesa durante un tiempo hasta que haya herramienta disponible. Esto sucede de igual manera con las máquinas herramientas y con el equipo de corte y soldadura.

### **3.2.7 Manejo de materiales**

El manejo de materiales incluye consideraciones de movimiento, lugar, tiempo, espacio y cantidad. El manejo de materiales debe asegurar que las partes, materias primas, material en proceso, productos terminados y suministros se desplacen periódicamente de un lugar a otro.

Cada operación del proceso requiere materiales y suministros a tiempo en un punto en particular, el eficaz manejo de materiales asegura que los materiales serán entregados en el momento y lugar adecuado, así como en la cantidad correcta. Así mismo, el manejo de materiales debe considerar un espacio para el almacenamiento.

El flujo de materiales deberá analizarse en función de la secuencia de los materiales en movimiento (ya sean materias primas, materiales en productos terminados) según las etapas del proceso y la intensidad o magnitud de esos movimientos. Un flujo efectivo será aquel que lleve los materiales a través del

proceso, siempre avanzando hacia su acabado final, y sin detenciones o retrocesos excesivos.

En la empresa, al no contar con espacios tanto de trabajo como de almacenamiento bien definidos, es imposible apreciar un flujo estándar a lo largo del proceso. Además, se puede verificar muy a menudo que gran cantidad del espacio se encuentra mal aprovechado. Es usual observar que gran parte de los materiales se encuentra repartido en el piso, provocando saturación del espacio, problemas de desplazamiento y mayor riesgo de accidentes.

Por tal motivo, se deben analizar e implementar soportes o contenedores adecuados, con el fin de optimizar el espacio, cuidar una buena conservación y ahorrar tiempo en la manipulación de los materiales o artículos. De igual manera, es necesario establecer políticas, métodos y procedimientos de recepción, almacenamiento y despacho de materiales.

Surge así, la necesidad de una planificación para efectuar correctamente la gestión de los distintos almacenes que se pueden establecer en base a la naturaleza de la producción de la empresa. La administración del almacén debe ser la función responsable de la recepción, clasificación, custodia, conservación y entrega de los materiales. O sea, comprenderá el conjunto de operaciones que tienen el propósito de ocuparse de los materiales que la organización compra, mueve, conserva y maneja para lograr sus fines.

Actualmente, aunque no gestionada de manera adecuada, la función del almacenamiento se puede ver relacionada de la siguiente manera con otras áreas de la empresa, lo que vuelve a hacernos ver la necesidad de su reorientación administrativa.

Con finanzas: la existencia de artículos en bodega, representa un activo o inversión de fondos de la empresa. Una buena administración de bodegas, se traducirá en menores mermas por hurtos, daños por accidentes o siniestros, y menores stocks de mercaderías que incidirán en los costos y resultados de la empresa.

Con contabilidad: en cuya función de sistematizar las transacciones de la organización, tiene una estrecha relación con la bodega en lo relativo a las entradas y salidas de mercaderías. A través de los registros emanados de bodega, la contabilidad se informa de dichos movimientos. Debe existir una correspondencia o cuadratura entre el inventario contable y el inventario físico controlado por el personal de bodega.

Con producción: la inexistencia de materias primas o insumos, demoras en la entrega, repuestos o herramientas en mal estado, etc., incidirán directamente en la productividad de esta área.

El almacén, es básico en el funcionamiento de la empresa, puesto que si éste no funciona en forma adecuada, causa una serie de contratiempos difíciles de solventar tales como: atrasos en la producción, costos financieros innecesarios, etc.

En la creación y organización de un almacén influyen gran cantidad de factores, como el área, forma geométrica, su organización física y administrativa, los objetivos de la organización, la naturaleza de los materiales que se tiene que almacenar, su ubicación, el tráfico y los medios de transporte de que se dispongan para su manejo.

Dentro de las instalaciones destinadas a la producción pueden observarse algunos espacios destinados al almacenamiento tanto de la materia prima como de los suministros que conforman el producto. Estos espacios pueden diferenciarse de la siguiente manera:

- Almacén de láminas (dura y suave).
- Almacén de piezas cortadas.
- Almacén para suministros.

A pesar de su existencia, no se llevan registros de control sobre los movimientos que se efectúan dentro de estos (entradas y salidas) de manera eficiente. Actualmente no se evidencia un sector fijo para almacenar el producto terminado. Mucho material (perfiles) y componentes en proceso se pueden ver distribuidos en diversos lugares dentro de la planta.

Como es de suponerse, el manejo de materiales dentro de la planta, es en ocasiones asistido con equipo diseñado para tal efecto como porta tarimas tipo ascensores, porta tarimas estándar o montacargas. De esta misma manera es trasladado de una estación de trabajo a otra el equipo de soldadura Miller Dialarc 250 AC/DC, cuyo peso corresponde a las 365 libras.

El equipo utilizado en las operaciones de movimiento de materiales dentro de la empresa es descrito brevemente a continuación.

- Montacargas: es un vehículo para transportar cargas montadas sobre tarimas. Suelen tener dos barras paralelas planas para introducir en las tarimas y así levantarlas. Las ruedas traseras son orientables para que sea más fácil coger la carga. Los motores varían desde los diesel hasta los eléctricos, pasando por los movidos por gas natural o GLP. Se ha de

tener en cuenta que estos vehículos se usan habitualmente en sitios cerrados y las emisiones son un factor muy importante a tener en cuenta. Los diesel son las más contaminantes. Sin embargo, los de gas producen combustiones mucho más limpias y tienen más autonomía que las eléctricas, y el depósito se vuelve a llenar en tres minutos. Su uso, requiere cierta capacitación del operario. En las operaciones de la empresa se utiliza un montacargas marca Dalian con capacidad de carga de hasta 3000kg., el cual trabaja con combustible diesel.

- Polipasto: véase la sección 3.2.6 para obtener un breve descripción de este mecanismo. Dentro de las operaciones de manipulación de los componentes en proceso se hace uso de un polipasto con un motor incorporado. La capacidad de carga de este es de hasta 1 tonelada.
- Porta tarimas: son carretillas mecánicas impulsadas manualmente, para el traslado y elevación de cargas sobre tarimas con capacidad de 1000kg hasta 2500kg, dependiendo del modelo de la misma. La empresa cuenta con dos de estos dispositivos, ambos marcas Umacon, con capacidades de 1000kg y 2500kg respectivamente.

Muchas veces este equipo es operado de manera imprudente por parte del personal de trabajo, generando constantemente, riesgos de accidente dentro del área de producción. De esta manera, se ve la necesidad de implementar pautas de seguridad al operar este equipo.

### **3.2.8 Distribución en planta**

La distribución en planta se refiere a la ordenación física de los elementos industriales. Esta ordenación, ya practicada o en proyecto, incluye, tanto los

espacios necesarios para el movimiento de materiales, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios, así como el equipo de trabajo y el personal de taller.

El objetivo primordial que persigue la distribución en planta es hallar una ordenación de las áreas de trabajo y del equipo, que sea la más económica para el trabajo, al mismo tiempo que la más segura y satisfactoria para los empleados. Además para ésta se tienen los siguientes objetivos:

- Reducción del riesgo para la salud y aumento de la seguridad de los trabajadores.
- Elevación de la moral y satisfacción del obrero.
- Incremento de la producción.
- Disminución en los retrasos de la producción.
- Ahorro de área ocupada.
- Reducción del material en proceso.
- Acortamiento del tiempo de fabricación.
- Disminución de la congestión o confusión.
- Mayor facilidad de ajuste a los cambios de condiciones.

La definición del área de trabajo para cada proceso de manufactura juega un papel fundamental dentro del procedimiento de fabricación definido por la empresa. En la actualidad, la empresa no cuenta con un layout (esquema de distribución) adecuado al proceso de producción.

Las distintas áreas de trabajo no se encuentran delimitadas correctamente, impidiendo de esta manera el flujo estándar de los materiales y los componentes. Al no existir áreas definidas, el personal rota constantemente sus bancos de trabajo, dependiendo del sitio que en el momento les sea más

cómodo para desarrollar sus actividades y alejarse así del ruido y el chisporroteo generado por operaciones de desbaste en estaciones contiguas.

En lo que respecta al suministro eléctrico, en ocasiones se pueden observar cables que atraviesan las distintas áreas de ensamble, lo cual dificulta el libre tránsito del personal y del equipo para el manejo de materiales.

Otro problema que se identifica en las instalaciones es el complicado acceso para el manejo del material provocado por los espacios reducidos entre las áreas de trabajo. Esto, a pesar que se cuenta con un área grande para las labores, se da a causa de la mala organización en la distribución que configuran los operarios. También es posible observar que actualmente no se cuenta con un sistema de almacenamiento que ayude a que el flujo del proceso sea más eficiente.

Cabe mencionar que no toda el área de la planta está destinada únicamente a la producción de moldes, sino que esta misma funge como almacén para productos y componentes ajenos al proceso de fabricación. Así mismo, ocasionado por estos almacenes de producto ajeno, se pueden observar divisiones de malla de alambre que afectan el flujo de operaciones.

Las dimensiones de la planta son de 48.18m de largo y 24.09m de frente, conformando de esta manera un área total de 1160.65m<sup>2</sup>, de la cual como se hacía mención no toda es destinada a la producción de moldes.

Los espacios destinados al almacenamiento cuentan con las siguientes dimensiones:

- Almacén para lámina metálica → 6m x 4m

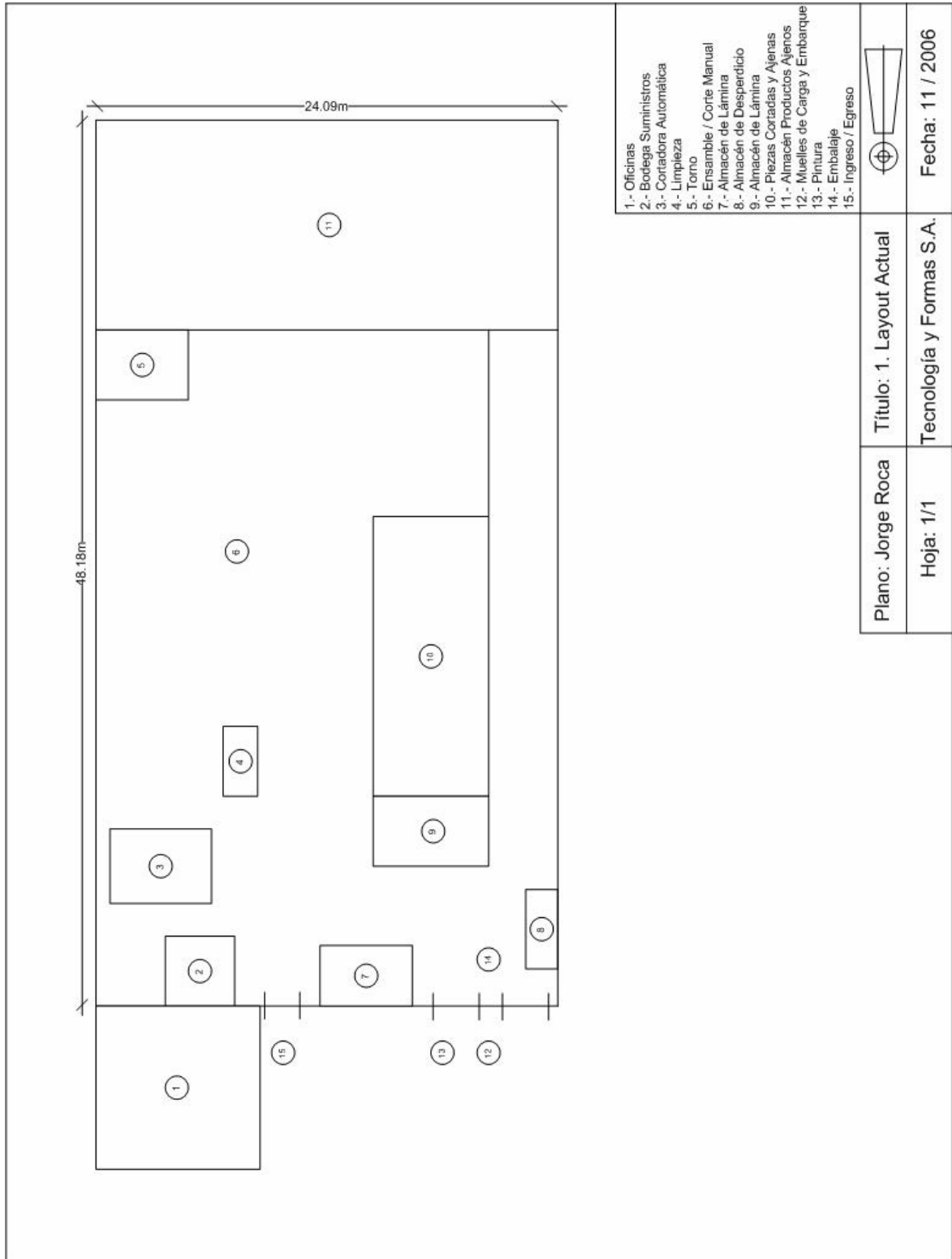


- Almacén de suministros → 5.05m x 3m

Para el almacenamiento de los perfiles, piezas cortadas y componentes en proceso aún no se establecen las dimensiones pertinentes.

En la figura 14 se puede apreciar el layout actual de la empresa. El área con el numeral 6 se refiere al espacio utilizado para llevar a cabo las operaciones pertinentes al ensamble de los diversos componentes así como el corte manual. En esta se distribuyen, de manera desorganizada, diez bancos o mesas de trabajo para llevar a cabo las actividades de producción. También es importante mencionar que las operaciones de limpieza y de pintura no se ejecutan siempre en los mismos sitios, aunque los enumerados en el layout de la figura 14 son los comúnmente empleados.

**Figura 14. Layout actual en planta**



|                   |                          |
|-------------------|--------------------------|
| Plano: Jorge Roca | Título: 1. Layout Actual |
| Hoja: 1/1         | Tecnología y Formas S.A. |
|                   | Fecha: 11 / 2006         |

### 3.2.9 Condiciones de trabajo

La constante e innovadora mecanización del trabajo, los cambios de ritmo, de producción, los horarios, las tecnologías, aptitudes personales, etc., generan una serie de condiciones que pueden afectar a la salud, son las denominadas condiciones de trabajo, a las que podemos definir como el conjunto de variables que definen la realización de una tarea en un entorno determinando la salud del trabajador en función de tres variables: física, psicológica y social. En la figura 15 se observan las variables que se deben evaluar en el estudio de las condiciones de trabajo y algunos de los aspectos que intervienen en estas.

**Figura 15.** Variables relacionadas con las condiciones de trabajo



Dentro del proceso podemos hallar operaciones de corte por plasma, corte con disco abrasivo y desbastado, las cuales generan cantidades considerables de polvo de metal cuyas partículas se acumulan en el ambiente. Esto puede generar daños en el equipo y mermas en la salud del personal.

La ventilación actualmente es bastante precaria. La superficie total de las paredes abarca un área total de 1019m<sup>2</sup>, siendo las únicas entradas de aire por el momento, los muelles de carga y descarga así como la entrada y salida a planta. Estas tres únicas entradas de aire, ya que no existen ventanas ni sistemas de ventilación en el techo, constituyen apenas un 2% de la superficie total de las paredes cuando lo recomendable, en cuanto a entradas y salidas de

aire se refiere, es mínimo de un 25% de la superficie total de las mismas. Debido a esto, la temperatura máxima dentro de la planta se vuelve intensa hacia el medio día, siendo la misma de 34°C. Esto aunado al tipo de trabajo realizado vuelve incómodo el ambiente dentro de la planta. Para el cálculo del nivel de temperatura interno de la planta se utilizó un medidor de temperatura digital, tomando las lecturas en °C.

El uso de bancos de trabajo para las operaciones de ensamble y desbaste es muy importante ya que no solo proporcionan una superficie adecuada de trabajo sino que muchas veces se emplean dispositivos o métodos de sujeción para tener un mejor control de las piezas durante el proceso de transformación de los componentes. En los puestos de trabajo puede contarse con tres tipos distintos de bancos de trabajo, en cuanto a las dimensiones se refiere. Estos se mencionan en la tabla II a continuación:

**Tabla II.** Tipos de mesas de trabajo

| Mesa de Trabajo | Ancho (m) | Largo (m) | Alto (m) |
|-----------------|-----------|-----------|----------|
| Tipo 1          | 0.82      | 1.23      | 0.82     |
| Tipo 2          | 1.22      | 1.61      | 0.81     |
| Tipo 3          | 0.69      | 1.05      | 0.81     |

Las mesas de trabajo pueden presentar un lugar de trabajo inadecuado para algunos de los miembros del personal operativo ya que la estatura obliga a algunos a adoptar una posición incómoda para la operación de desbaste o biselado de las piezas.

El ruido es otro problema que se puede identificar dentro de la planta de producción. Las pulidoras, utilizadas para desbaste, biselado y darle el acabado a las piezas y componentes generan un ruido continuo que aumenta a medida que se incrementa el número de fuentes que producen el ruido. Muchas veces es posible observar varias de estas máquinas herramientas en operación durante tiempos bastante prolongados. Otra operación que genera niveles nocivos de ruido es la operación de enderezado o planeado en la cual se hace necesario golpear las piezas con martillo creando ruido impulsivo y contribuyendo al incremento del daño para los operarios. Al realizar estas operaciones existen ocasiones en las que el personal no hace uso del equipo de protección que les provee la empresa ya que su uso durante tiempos extensos causa molestias en los oídos.

Las operaciones mencionadas son consideradas nocivas debido a que sobrepasan los 90 decibeles y el tiempo de exposición por parte del personal operativo a estos es bastante prolongado. El ruido ambiente detectado en el centro de operaciones de la planta llega a los 100db. Las operaciones que más generan ruido se citan en la tabla III a continuación.

**Tabla III.** Operaciones con niveles de ruido críticos

| Operación        | Nivel de Ruido (db) |
|------------------|---------------------|
| Corte Automático | 93                  |
| Enderezado       | 104                 |
| Desbaste         | 94                  |

Para el cálculo de los niveles de ruido se hizo uso de un decibelímetro en escala C para niveles mayores de 85 decibels.

La iluminación empleada en la actualidad es de índole natural y se adecua a las necesidades de las actividades laborales diurnas. Pensando en la futura implementación de un turno nocturno, la empresa necesita de un estudio de las condiciones necesarias para que se dé una iluminación adecuada en horas de la noche pues la iluminación artificial actual no es eficiente para el tipo de actividad.

El equipo de protección personal, aunque adecuado, no existe en cantidad suficiente para cada uno de los operarios involucrados en el proceso. Además, la señalización preventiva es nula y no se ha infundido una cultura en cuanto a la seguridad en las actividades laborales por parte del personal.



## **4. PROPUESTAS DE OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN**

### **4.1 Propuestas generadas por el análisis de operaciones**

Las siguientes, son propuestas o medidas correctivas generadas tras la evaluación de los nueve puntos a los que hace mención el análisis de operaciones dentro el área de producción analizada.

Para establecer las propuestas de mejora debe tenerse siempre presente que el proyecto encara un tipo peculiar de proceso productivo. Ateniéndose a la naturaleza del flujo de materiales entre las diferentes etapas que componen el proceso, hablaríamos de producción intermitente. Considerando la variedad y cantidad de productos a producir, se trata de una producción de taller (Job Shop) de volumen unitario y por proyecto. Estos talleres tienen que fabricar un único producto, haciéndolo a medida y por encargo. Los rasgos definitorios de este tipo de producción son:

- Polivalencia elevada de los trabajadores.
- Utilización de bastantes equipos de propósito general.
- Gran diversidad de rutas de taller.
- Distribución de planta por proceso, agrupándose las máquinas que realizan las mismas operaciones.

El estudio realizado para establecer las mejoras que a continuación se citan, se efectuó con la intención de agilizar el flujo de la producción, optimizar el espacio en planta, eliminar desperdicios en los procesos de fabricación,



reducir inventarios en el proceso y proporcionar valor agregado al producto. Estas mejoras pueden ser un buen comienzo para reducir y erradicar: desperdicios por movimiento de material, desperdicios por corrección, desperdicios de insumos, desperdicio por obsolescencia de procesos, desperdicio de movimientos y desperdicios por irregularidades.

Aspectos que se pudieron identificar para ofrecer propuestas que contribuyeran a elevar la eficiencia en el proceso son:

- El desarrollo del producto reduce el contenido de trabajo debido a un mal diseño.
- El uso adecuado de materiales minimiza desechos.
- El control de calidad garantiza la aplicación de normas y métodos de inspección adecuados.
- La mejora de la disposición y planificación del proceso reduce movimientos innecesarios.
- El movimiento de materiales adaptado a la actividad reduce el tiempo y el esfuerzo.
- La planificación y control de la producción reduce tiempos improductivos.
- El mantenimiento preventivo garantiza una vida más larga y un funcionamiento continuo de las máquinas y el equipo.
- Una dirección y una política de personal adecuadas pueden crear un entorno de trabajo satisfactorio.
- La capacitación puede promover la adquisición de los conocimientos especializados adecuados.
- Mejores condiciones de trabajo incrementan la moral y reducen el absentismo.

#### 4.1.1 Mejoras respecto al propósito de la operación

Como se había hecho mención en el análisis previo de este punto, las operaciones de trazado y corte de excesos en las piezas que conforman el cuerpo de los corazones podrían ser eliminadas de establecerse parámetros de cálculo que permitan estimar el elongamiento que sufrirá la pieza tras la operación. Esto ahorraría tiempo en cuanto a la cantidad de trazos que se deberían ejecutar, eliminaría el corte posterior de excesos y se obviaría el desbaste de rebabas en los bordes debido a tal operación. Este análisis deberá llevarse a cabo durante el diseño de la pieza para facilitar el trabajo de los operarios que ejecutan la actividad.

Algunos términos importantes del doblado se identifican en la figura 11. El metal, cuyo grosor es  $t$  se dobla a través de un ángulo, llamado ángulo de doblado  $A$ . El resultado es una lámina de metal con un ángulo inducido  $A'$ , tal que  $A + A' = 180^\circ$ . El radio del doblado  $R$  se especifica normalmente sobre la parte interna, en lugar de sobre el eje neutral. Este radio del ángulo se determina por el radio de la herramienta que se usa para ejecutar la operación. El doblado se hace sobre el ancho de la pieza de trabajo  $w$ .

Si el radio del doblado es pequeño con respecto al espesor del material, el metal tiende a estirarse durante el doblado. Es importante poder estimar la magnitud del estirado que ocurre, de manera que la longitud de la parte final pueda coincidir con la dimensión especificada. El problema es determinar la longitud del eje neutro antes del doblado, para tomar en cuenta el estirado de la sección doblada final. Esta longitud se llama tolerancia de doblado (Groover, 1996.510) y se puede estimar como sigue:

$$BA = 2\pi \frac{A}{360} (R + K_{ba}t)$$

Donde

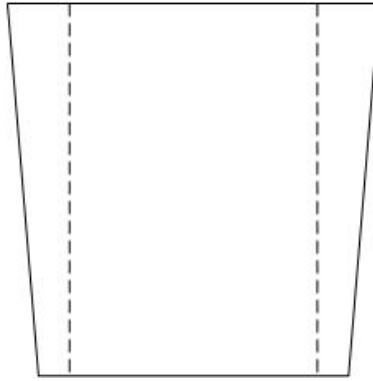
- BA = tolerancia de doblado en (mm);
- A = ángulo de doblado en grados,
- R = radio de doblado, (mm);
- t = espesor del material, (mm);
- $K_{ba}$  es un factor para estimar el estirado.

Los siguientes valores de diseño se recomiendan para  $K_{ba}$  : si  $R < 2t$ ,  $K_{ba} = 0.33$ ; y si  $R \geq 2t$ ,  $K_{ba} = 0.50$ . Estos valores de  $K_{ba}$  predicen que el estiramiento ocurre solamente si el radio de doblado es más pequeño en relación con el espesor de la lámina.

En el anexo 1 puede observarse un ejemplo aplicado al uso de la fórmula que se acaba de citar.

Conociendo el dato que nos proporciona dicha ecuación, el diseño de la pieza sería distinto para evitar tener que efectuar los cortes de exceso y darle así la conicidad requerida. El corte por plasma de la pieza será efectuado en base a un diseño de forma trapezoidal como se muestra en la figura 16. Las líneas punteadas indican las secciones en donde se debiese situar el eje de la plegadora para efectuar los dobleces pertinentes según el dato pertinente al estiramiento que indique el análisis de tolerancia de doblado.

**Figura 16.** Diseño propuesto para la pieza tras análisis de la tolerancia de doblado.



Además del cálculo propuesto anteriormente para buscar eliminar así tanto las operaciones mencionadas como el desperdicio generado tras las mismas se han implementado por parte de la empresa, dos operaciones que permitirán ensamblar de manera más sencilla y precisa determinados componentes.

Una de las operaciones se refiere al trazado de la mesa de trabajo para el ensamble del cajón interno del molde. Dicha operación busca simplificar el proceso de escuadre de las piezas para obtener así un ensamble más rápido y preciso, ya que en teoría las piezas quedarían situadas en su posición final y únicamente sería necesario escuadrar las diversas piezas con la superficie de la mesa. Los pasos a seguir en dicha operación se describen brevemente a continuación:

- Pintar de color gris, por medio de aspersion, la superficie de la mesa de trabajo procurando que esta cubra bien la misma.
- Realizar los trazos pertinentes a la ubicación de los bordes de las piezas que conforman el cajón del molde, llevándose a cabo de esta manera tanto para las paredes externas como internas.

- Verificar las medidas de los trazos generados contra los planos proporcionados por diseño y realizar esto de la misma forma contra las piezas físicas para comprobar que las tres medidas concuerdan.
- Ubicar una pieza a la vez sobre el trazo generado anteriormente, para proceder a fijarla en su posición punteando su borde inferior con la superficie de la mesa de trabajo.
- Corregir, de ser necesario, el escuadre entre las piezas y la mesa de trabajo y entre ellas mismas para evitar luces que puedan distorsionar las dimensiones del bloque.
- Puntear las piezas entre sí, una vez se obtengan las dimensiones especificadas.
- Verificar dimensiones generales, escuadre y luces.
- Una vez todo coincida con las especificaciones pertinentes, se llevará a cabo el remate entre las piezas del cajón y se dejará reposar un tiempo prudencial para que la soldadura solidifique correctamente.

La segunda operación fue implementada en la sección de ensamble de corazones, donde previamente a la unión entre las piezas que conforman el cuerpo de cada corazón, se elabora un escantillón que permita corroborar que cada conjunto de corazones ensamblados cuenten con las dimensiones estipuladas. El escantillón elaborado es un patrón o modelo tridimensional en el cual se introducirá cada corazón y cada conjunto de corazones verificando que estos encajen correctamente. De no encajar de manera adecuada, se procederá a realizar las correcciones que hagan falta.

La operación de enmasillado previo al proceso de recubrimiento con pintura depende de los golpes, raspaduras o desprendimientos que las piezas puedan tener durante su manipulación, por lo que un manejo adecuado de

materiales puede aminorar el tiempo de operación en el enmasillado y reduciría el costo en que se incurre al adquirir este material.

#### **4.1.2 Mejoras respecto al diseño de la pieza**

Para mejorar el proceso de diseño del producto se darán a continuación las pautas que se creen convenientes.

El análisis previo al diseño de cada componente del molde, además de los mencionados en el análisis previo de este apartado, deberá basarse en los siguientes aspectos:

- Limitaciones y posibilidades del equipo y herramental con el que se cuenta para el proceso de transformación.
- Coherencia con la disposición de los procesos de manufactura involucrados (procesos de ensamble, procesos de corte, procesos de ajuste, procesos de medición, etc.).
- Tipo de esfuerzos a los que someterán el producto.

A continuación en la tabla IV se muestran algunas pautas que podrían tomarse en consideración para el diseño del producto.

**Tabla IV.** Pautas y principios generales en el diseño para maximizar la capacidad de manufactura y ensamble

| <b>Pautas</b>  | <b>Interpretación y Ventajas</b>   |
|--|--|
| Minimizar la cantidad de Componentes.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Costos de ensamble reducidos.</li> <li>- Desensamble más fácil en el mantenimiento y el servicio de campo.</li> <li>- Con frecuencia es más fácil la automatización con una cuenta de partes reducida.</li> <li>- Menos partes por adquirir, reducción en los costos de pedidos.</li> </ul>                       |
| Utilizar componentes estándar disponibles comercialmente.                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menores esfuerzos de diseño.</li> <li>- Evita el diseño de componentes con ingeniería personalizada.</li> </ul>   |
| Usar partes comunes a través de las líneas de productos.                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Permite el desarrollo de celdas de manufactura.</li> </ul>  |
| Diseñar para facilitar la fabricación de partes.                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Usar procesos de formas netas y casi netas cuando sea posible.</li> <li>- Evitar una aspereza de superficies mayor que la necesaria porque podría requerirse un procesamiento adicional.</li> </ul>   |
| Diseñar el producto para que no puedan cometerse equivocaciones durante el ensamble. | <ul style="list-style-type: none"> <li>- El ensamble debe ser inequívoco.</li> <li>- Componentes diseñados para que sólo puedan ensamblarse de un modo.</li> <li>- En ocasiones deben agregarse características geométricas especiales a los componentes.</li> </ul>   |
| Diseñar para facilitar el ensamble.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Incluye características tales como biselado y ahusamiento en partes que coinciden.</li> <li>- Usar una parte base a la que se agregan otros componentes.</li> <li>- Diseñar un ensamble para la adición de componentes desde una dirección.</li> <li>- Minimizar la cantidad de sujetadores distintos.</li> </ul> |
| Usar un diseño modular.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Cada subensamble debe constar de cinco a quince partes.</li> <li>- Un mantenimiento y servicio en campo más fáciles.</li> <li>- Facilita el ensamble automatizado y manual.</li> <li>- Reduce el tiempo de ensamble.</li> </ul>  |
| Eliminar o reducir el ajuste requerido.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Muchos productos ensamblados requieren un ajuste.</li> <li>- El diseño de productos debe minimizar la cantidad de ajustes necesarios, dado que consumen tiempo en el ensamble.</li> </ul>   |

Aunque algunas de las pautas presentadas en la tabla anterior ya han sido implementadas, es necesario tomar en consideración aquellas que aún no, para incrementar de esta forma la capacidad de manufactura dentro de la empresa. Muchas de estas son pautas de diseño universales, conocimientos basados en la experiencia que se aplican a casi cualquier situación de diseño de productos.

En ocasiones las pautas entran en conflicto. Por ejemplo, una indicación para el diseño es hacer la geometría lo más sencilla posible. Sin embargo, en el ensamble, algunas veces son deseables características de partes adicionales para evitar el acoplamiento incorrecto de los componentes. En estos casos, debe encontrarse un punto de equilibrio que consiga el mejor balance entre los lados opuestos del conflicto.

#### **4.1.2.1 Documentación**

Al momento que la empresa se encuentra a punto para iniciar una orden de trabajo, en ocasiones no existen en su totalidad, los documentos necesarios para la conformación del producto. Al no existir planos completos, comprensibles y que faciliten lo más que se pueda la elaboración del molde, es difícil evitar interrupciones o atrasos en el proceso de producción. Así mismo, la documentación completa del proceso es importante para formalizar la producción y unificarla dentro de la empresa. Por lo tanto, debe contarse con un sistema de documentación que brinde a la empresa las reglas de formalización, ejecución y circulación de los procesos implicados.

El diseño final deberá comprender la confección de una serie de documentos con todas las especificaciones necesarias para que el sistema de producción pueda actuar sin demoras durante el proceso. Estos son:



- Los planos de ingeniería: Donde se muestran las dimensiones, tolerancias, materiales y acabados de un componente.
- La lista de componentes: Es una descripción detallada de la estructura del proceso que lleva a la obtención del producto, indicando los componentes que lo integran, las cantidades necesarias de cada uno de ellos y la secuencia en que se combinan para obtener el producto final.

Junto a los documentos anteriores, es preciso redactar otros relativos al propio proceso de fabricación y ensamble del producto. Estos son:

- Los planos de montaje, que muestran las ubicaciones relativas de los distintos componentes que, tras ensamblarse, darán lugar al producto final.
- El gráfico de montaje, que ilustra de forma esquemática el proceso de montaje.
- La hoja de ruta, que es la lista de las operaciones necesarias para fabricar un componente.
- Las hojas de instrucciones, que indican con todo detalle cómo desarrollar cada operación o tarea.

Lo anteriormente expuesto debe aplicarse para facilitar la interpretación por parte de los encargados de ensamble dentro del área de producción. Los planos de cada componente deberán ser entregados a los responsables de cada una de las áreas involucradas en el ensamble.

Una copia del plano general del producto será entregada al gerente y al supervisor de producción. Además será necesaria una copia de este plano para ser ubicado en un sitio visible donde todos los operarios puedan observar la forma final del producto.

Será necesario también que se elaboren los planos completos del detalle de cada uno de los componentes, entregando una copia a cada responsable de las distintas áreas de ensamble como se había mencionado anteriormente, y otro juego de estos al supervisor de producción quien se encargará del seguimiento del desarrollo de cada uno de estos.

#### **4.1.2.2 Criterios de realización**

Además, se debe de tomar como norma el aplicar siempre los siguientes criterios de realización en los documentos mencionados:

- El plano de conjunto debe definir la totalidad de la construcción y determinar la relación de cada una de las piezas con las demás.
- Los elementos definidos dan respuesta a las hipótesis y solicitaciones determinadas por los cálculos de resistencia. Estas hipótesis y solicitaciones vendrán definidas por el criterio de Gerencia de Producción y toda el área técnica de la empresa.
- Los planos definirán inequívocamente y de forma completa los aspectos referentes a la forma, dimensión, funcionalidad, tolerancias, datos tecnológicos y acabados requeridos.
- Organizar los planos que componen el proyecto para permitir la identificación inequívoca de cada uno de ellos y su posterior archivo.
- Determinar las especificaciones técnicas que definirán las condiciones que evidencian las características y calidad del producto.
- Se tiene en cuenta el AMFE (Análisis Modal de Fallos y Efectos) de diseño y se actualiza.
- Se tienen en cuenta los medios de manipulación y transporte.
- Los planos definen todos los elementos comprendidos en el plano de conjunto.

- Se describen todas las especificaciones técnicas requeridas en la fabricación, las cuales se establecerán con la asesoría del área técnica y la gerencia de producción de la empresa.
- El plano que define un elemento incorpora la lista de piezas que lo constituye.
- Las normas aplicables para la construcción, inspección y prueba deben adaptarse a las especificaciones del producto.
- Las formas constructivas definidas por los planos deben adaptarse a los medios de fabricación disponibles.
- La selección de materiales se realiza teniendo en cuenta su idoneidad, la garantía de suministro, el grado de aprovechamiento posible y sus costes.
- Se incorporan los medios de manipulación y transporte necesarios.
- Las inspecciones y pruebas que deben realizarse durante la fabricación están debidamente especificadas.
- Los componentes normalizados tras el rediseño para ensamble mecánico (tornillos, remaches, etc.) y productos preelaborados se consideran al elaborar los planos para reducir costes y tiempos.
- La clasificación de los documentos permite su fácil localización y acceso.
- El sistema de archivo permite la conservación de los documentos en estado íntegro y seguro.
- Los métodos implantados dan respuesta a las necesidades y volumen del archivo.
- El registro se actualiza incorporando sistemáticamente las modificaciones que afecten a planos y documentos técnicos.
- Los procedimientos de actualización del archivo permite conocer la vigencia de la documentación existente.

- En cuanto a las reparaciones, la solución aportada debe garantizar que los elementos reparados quedan en condiciones de trabajo y que están dentro de los límites de aceptación exigidos.
- En cuanto a las reparaciones, la solución aportada garantiza las condiciones de funcionalidad del conjunto reparado.

Los criterios anteriormente recalcados deberán ser asesorados por el área técnica y por los involucrados en el área de producción de la empresa, siempre y cuando así se requiera.

El conjunto de documentos cuya generación le sea atribuida al departamento de diseño, deberán ser entregados en su totalidad previo al inicio de la fabricación del producto a los destinatarios correspondientes.

#### **4.1.2.3 Estandarización de piezas**

Si bien cada diseño requerido por los clientes es distinto uno de otro en cada orden de producción, existen piezas o secciones de los componentes que pueden ser estandarizadas, agilizando y facilitando de esta manera el proceso de diseño del producto. Esto se debe a que siempre existirán piezas comunes entre aquellos moldes que sean fabricados para una misma máquina independientemente del diseño del bloque a fabricar por parte del cliente.

El departamento de diseño de la empresa, siendo consciente de este punto, ha iniciado un proyecto de estandarización de planos para piezas comunes en la diversidad de moldes que pueden resultar de las distintas máquinas y bandejas para las cuales se elabora el producto. De esta manera únicamente será necesario proceder a la modificación de las piezas que darán su forma final al bloque fabricado.

#### **4.1.2.4 Ensayos**

Así mismo, el departamento de diseño debe ser el encargado de afianzar la coherencia de los planos y del encaje entre piezas. Para esto se deberán realizar, una vez estén concluidos los planos, ensayos tridimensionales de acoplamiento entre piezas y componentes con ayuda del software de diseño correspondiente. Al mismo tiempo se verificarán que las medidas de las piezas sean correlativas entre sí para que no surjan problemas durante el ensamble o bien que se generen gastos por correcciones, como cortes extras, reensamble de piezas, etc.

Las piezas que ameriten ser rediseñadas para obtener un mejor rendimiento en operación de parte del producto serán analizadas en conjunto por parte del área de diseño y el área técnica, para de esta manera determinar la forma, dimensiones, material y tipo de procesamiento que deberá aplicarse a la nueva parte.

#### **4.1.2.5 Planos de trazado**

Otra alternativa para asegurar la optimización del proceso de producción es facilitarles a los operarios los planos de trazado. De esta manera se evitarán tiempos de preparación en la deducción de los trazos que deberán de realizar en las piezas antes del subensamble de las mismas.

#### **4.1.2.6 Ensamble mecánico**

En la actualidad se busca la manera de lograr ensamblar el producto mecánicamente. Los métodos de ensamble mecánico aseguran dos o más partes en una unión que puede desarmarse cuando convenga; el uso de

tornillos, pernos, tuercas y demás sujetadores roscados son métodos tradicionales importantes dentro de esta categoría. El remachado, los ajustes a presión y los encajes de expansión son otras técnicas de ensamble mecánico que forman uniones más permanentes. El diseño del producto utilizando este proceso de ensamble aún se estudia, aunque el objetivo es lograr a mediano la implementación del mismo. Gracias al ensamble mecánico, las operaciones de reparación serán mucho más ágiles pues los componentes se podrán desensamblar de manera sencilla y los costos se reducirán debido al ahorro en suministros para el proceso de ensamble por soldadura.

Entre los beneficios que se esperan obtener con las mejoras propuestas se pueden citar; 1) menor tiempo para llevar el producto al cliente, 2) una transición sin dificultades hacia la producción, 3) menos componentes en el producto final, 4) un ensamble más fácil, 5) menores costos de producción, 6) mayor calidad de productos, 7) mejor rendimiento del producto, y 8) mayor satisfacción de los clientes.

No está de más el recalcar que debe existir siempre una interacción cercana y una buena comunicación entre el personal de diseño y manufactura. Con frecuencia, se consigue formando equipos de proyectos que consisten en diseñadores, ingenieros de manufactura y otros especialistas, (por ejemplo, ingenieros de la calidad y científicos de materiales) para diseñar el producto.

Se cree conveniente solicitar que el o los encargados de diseño dediquen cierto tiempo de su actividad a la manufactura para conocer los problemas que se encuentran en la fabricación del producto. Otra posibilidad es asignar ingenieros de manufactura al departamento de diseño de productos, como consultores de tiempo completo o bien parcial.

### **4.1.3 Mejoras respecto a tolerancias y especificaciones**

El punto del análisis de operaciones que se refiere a las tolerancias y las especificaciones se relaciona con la calidad del producto, es decir, su habilidad para satisfacer una necesidad dada.

Todos los procesos que son necesarios para el desarrollo del producto tienen una relación muy importante para asegurar la calidad del mismo, ya que generalmente existe cierta secuencia entre ellos y cada vez que se realiza de manera incorrecta un proceso, los demás se ven afectados. Lo que resta es implementar las medidas necesarias para proporcionar evidencia de que los procesos de manufactura se realizan bajo las mejores condiciones de fabricación y el producto resultante cumple con las características deseadas por el cliente.

Se debe recordar que las tolerancias de fabricación corresponden a una imprecisión de mecanizado admisible, diferencia entre las dimensiones límites de una cota sin comprometer la funcionalidad de la pieza dentro del conjunto de que forma parte.

A pesar de contar con una cantidad de revisiones considerable, no se han establecido aún, ciertos puntos estratégicos dentro del proceso en los que se debieran de aplicar inspecciones minuciosas durante la transformación del producto. Esto es necesario debido a que la monotonía de las revisiones tiende a crear fatiga y disminuir la atención del operario. Además, el evaluar el producto en todo el proceso de producción ayudará a corregir las anomalías a tiempo y a disminuir el producto obtenido con inconformidades.

Hasta ahora, como se expresó anteriormente en el análisis de operaciones inicial, se le da prioridad a las inspecciones dimensionales y no a otros aspectos que debiesen de cumplir con estándares mínimos de calidad para dar por válido el producto. Entre estos estándares se deben citar: calidad de soldadura, calidad de materiales, tolerancias de forma (rectitud, planicidad, paralelismo, etc.), calidad de procedimiento de trabajo (daños en las piezas, acabados incorrectos, etc.).

A continuación se dan las pautas que se creen convenientes para la optimización de tolerancias y especificaciones:

#### **4.1.3.1 Soldadura**

La soldadura logra la unión de los metales por fusión. Todos los metales son soldables siempre que se aplique el procedimiento y la técnica adecuada. En ocasiones fracasa el intento de soldar metales porque se ha pasado por alto uno de estos dos factores, ya sea el procedimiento correcto o la técnica adecuada.

Los requisitos de soldadura dependen de su función, en este caso, se aplica el proceso para el ensamble de construcciones metálicas. Es importante tomar en cuenta que una falla en la soldadura puede ocasionar daños a personas y equipos.

Es importante mencionar que no existe la soldadura perfecta ya que todas estas tienen discontinuidades. La Discontinuidad es la pérdida de la homogeneidad del material. Un defecto de soldadura es una discontinuidad inaceptable que debe ser reparada.



Para que la empresa logre que la operación de soldadura brinde un resultado de calidad debe implementar:

- Un buen proyecto.
- Calificación del procedimiento de soldadura.
- Calificación de los soldadores.
- Control de calidad de los materiales y equipos utilizados.
- Control de calidad continuo durante la obra por el propio soldador.
- Control de calidad por el supervisor.
- Control de calidad por personal especializado independiente de la línea.

Los procedimientos de soldadura y los soldadores deben ser calificados pues solo de esta forma se puede comprobar en conjunto con los controles de proyecto que:

- Las uniones poseen la resistencia y la ductilidad adecuadas.
- El metal base ha fundido adecuadamente.
- Las sucesivas pasadas de aporte han fundido totalmente.
- La soldadura no posee defectos.

Es necesario establecer un procedimiento, que será la especificación por escrito de los parámetros de la soldadura. La calificación será básicamente soldar una probeta y realizar ensayos mecánicos y no destructivos. Estos dos últimos aspectos aunados conformarán la base de un esquema de calidad en la soldadura y evitará el “ensayo y error”.

Es importante que el propio soldador sea consciente de llevar a cabo la operación con la calidad adecuada. Para ello deberá de tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Trabajar con materiales y condiciones adecuadas.
- Realizar una buena preparación.
- Llevar a cabo limpieza de escoria entre pasadas.
- Eliminar la porosidad superficial en cada pasada.
- Evitar socavaduras.
- Cero salpicaduras y arranques de arco (chisporroteos) fuera de biseles, sobre el metal base.
- Dimensión adecuada de la soldadura.
- Realizar un 100% de inspecciones visuales en todas las soldaduras luego de la operación.

En el anexo 2 se citan los defectos de soldadura más comunes para las cuales se brindan las causas probables y algunas recomendaciones a tomar en cuenta para evitar estos problemas en caso de que el operario empiece a observar alguno en su trabajo.

Además es importante establecer ensayos que se realizarán de manera periódica estableciendo su frecuencia y los tipos. Entre los ensayos que se recomiendan aplicar podemos mencionar los siguientes:

a) Ensayos no destructivos

- Ensayos visuales: Se pueden hacer a simple vista o con el uso de aparatos como una lupa, calibrador, etc., para inspeccionar si la soldadura tiene defectos.
- Pruebas con colorantes penetrantes: Estos colorantes o tintes vienen en botes pequeños en aerosol, con su estuche y se pueden llevar a cualquier parte. El colorante es un excelente método para detectar grietas superficiales que no se aprecian a simple vista.

## b) Ensayos destructivos

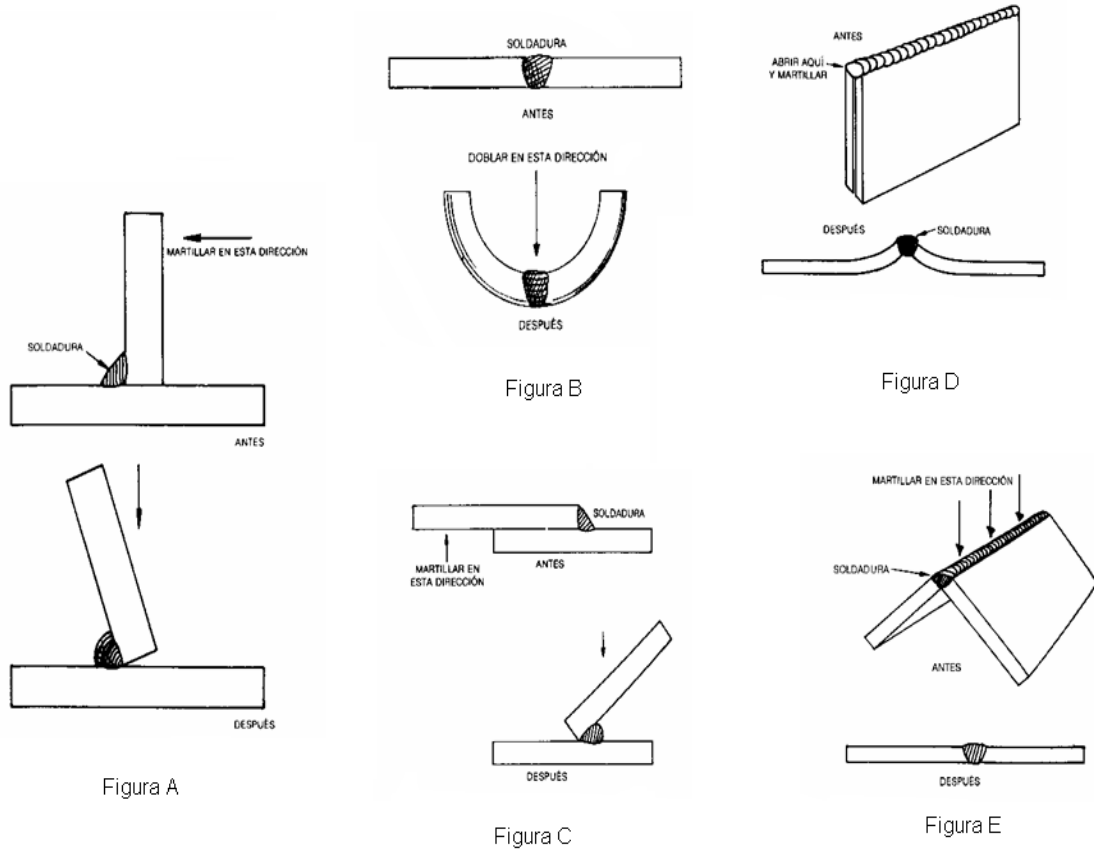
Si la soldadura va a ser parte de un conjunto o estructura grande, se pueden efectuar pruebas destructivas en muestras o probetas, similares a la unión soldada real. En una prueba destructiva se dobla, tuerce o se trata de separar por tracción (estiramiento) la soldadura para determinar si hay fallas. Estas son pruebas sencillas que se pueden efectuar en cualquier taller de soldadura sin necesidad de un equipo costoso. El método más sencillo para hacerlas es sujetar la unión en la parte superior de un yunque con pinzas o fijarla en un tornillo de banco. La unión se debe sujetar lo más cerca posible de la soldadura. Después de fijarla como se describió, se le dan golpes con un martillo para probar la soldadura.

Las cinco uniones básicas se pueden probar en taller en la siguiente forma:

- La unión a escuadra e debe martillar hasta que quede plana (Figura E).
- La unión de tope se debe doblar hasta que quede en forma de “U” (Figura B).
- La unión T se debe martillar la pieza vertical hasta que quede horizontal (Figura A).
- La unión traslapada se debe martillar hasta que se parezca a la unión T (Figura C).
- La unión de canto se debe abrir y doblar hasta que se forme una unión en “U”, similar a la unión a tope (Figura D).

En la figura 17 se pueden apreciar los ensayos mencionados para las uniones básicas.

**Figura 17.** Ensayos destructivos aplicables a las uniones básicas de soldadura



Para procurar la mejora constante de la calidad en la soldadura se deberán atender las siguientes pautas:

- Capacitar al personal.
- Tomar conciencia de los costos de la “mala calidad”.
- Mejorar la metodología de trabajo.
- Buscar la calidad desde el proyecto.
- Trabajar según normas técnicas.
- Calificar los procedimientos y los soldadores.
- Realizar los controles adecuados.

#### **4.1.3.2 Tolerancia de forma**

Las tolerancias de forma están enmarcadas dentro del ámbito de tolerancias geométricas. Las superficies mecanizadas difieren de las formas geométricas deseadas, debido al proceso de fabricación. En ello influye el estado de las máquinas, utillajes y herramientas utilizadas. Por ello debe admitirse, al igual que en el caso de las tolerancias dimensionales, un determinado margen dentro del cual la pieza será admisible.

Las tolerancias de forma reflejan la variación de forma admisible, las cuales pueden estar referidas bien a elementos aislados de las piezas, o bien asociar distintos elementos de las mismas.

Es importante que se establezcan inspecciones minuciosas de irregularidades en la superficie de las piezas ya que estas pueden afectar las dimensiones especificadas en planos, los cuales vienen definidos por los requisitos de diseño del cliente. Es fácil analizar, que de no cumplirse con establecer este tipo de inspecciones, tanto el molde como el bloque que fabrique el cliente saldrán afectados.

Toda operación dentro del proceso que tienda a producir este tipo de inconformidades en la forma de las piezas deberá venir seguida por una inspección para asegurar que la pieza se encuentra en condiciones de uso adecuados.

La tolerancia en cuanto a forma es una manera de hacer referencia a las inspecciones que se harán de la pieza en cuanto a irregularidades geométricas, ya que de por sí lo recomendable es que la tolerancia en cuanto a forma sea cero. De esta manera se verificarán encorvaduras, luces, nivel entre piezas,

paralelismo, geometría o bien cualquier tipo de defecto que pudiera afectar el producto final, tanto de la empresa como del cliente.

Algunas de las operaciones que afectan la forma de las piezas son: corte por plasma, enderezado o planeado, desbaste, plegado o doblado, rematado, traslados y manipulación de componentes.

Para que el operario advierta la inspección o inspecciones a las que se hacen mención, se podrían incluir en el detalle de los planos de cada componente, figuras que hagan referencia a las características a ser revisadas en dichas inspecciones. Estas podrían ser las recomendadas a continuación en la figura 18.

**Figura 18.** Tolerancias geométricas

| Tolerancias geométricas | Características                        | Símbolo | Tolerancia                             |
|-------------------------|--|---------|--|
| Tolerancias de forma    | Para elementos aislados de las piezas  |         | Rectitud                               |
|                         |  |         | Redondez                               |
|                         |  |         | Exactitud de una línea cualquiera      |
|                         |  |         | Planicidad                             |
|                         |  |         | Cilindricidad                          |
|                         |  |         | Exactitud de una superficie cualquiera |
|                         | Para elementos asociados de las piezas |         | Paralelismo                            |
|                         |  |         | Perpendicularidad u ortogonalidad      |
|                         |  |         | Angularidad                            |
|                         |  |         | Oscilación radial o axial              |
| Tolerancias de posición | —                                      |         | Posición                               |
|                         |  |         | Concentricidad o coaxialidad           |
|                         |  |         | Simetría                               |

#### **4.1.3.3 Procedimientos de trabajo**

Un control sobre los procedimientos y técnicas de trabajo de los operarios se hace indispensable para asegurar que las operaciones involucradas en el proceso se están llevando de manera adecuada. El uso cuidadoso y adecuado de herramientas, manejo de componentes y aplicación de métodos de manufactura conllevarán a la salida de un producto de calidad garantizada.

Es indispensable que el operario manipule los componentes con cuidado para no dañar la superficie de estos afectando de esta manera la forma y por ende las dimensiones. En cuanto a manipulación, nos referimos ya sea al traslado de componentes de una estación de trabajo a otra o bien a los movimientos necesarios para trabajar distintas secciones del mismo.

En este sentido, el cambio de mentalidad de los operarios es necesario para hacerles ver que trabajar con mejor calidad no implica trabajar más, sino realizar las tareas de manera adecuada, organizada y controlada.

#### **4.1.3.4 Hoja de especificaciones**

Como bien se hacía mención en el análisis del capítulo anterior en este punto, así como las especificaciones del cliente deben ser satisfechas, la empresa deberá establecer las especificaciones de fabricante para garantizar el rendimiento del producto en base a las condiciones de uso y manejo que se establezcan para el mismo.

Es de esta manera que deberá establecerse una hoja de especificaciones como documento que resuma las características del producto. Tal información les permitirá tanto al cliente como al fabricante aplicar y establecer

respectivamente, las pautas de uso y manejo del molde, asegurando así la funcionalidad en operación, el óptimo rendimiento y durabilidad del mismo. A continuación se brinda una descripción de la información típica de dicho formato de control:

- Datos del fabricante.
- Número y denominación del producto.
- Propiedades del producto.
- Breve descripción funcional.
- Esquema de instalación. Habitualmente es un anexo con indicaciones detalladas.
- Condiciones de operación recomendadas con indicaciones detalladas.
- Medidas del producto
- Información sobre normas de seguridad y uso.

Las hojas de especificaciones se proporcionarán bien como un manual de instrucciones o bien en formato digital accesible a través de una computadora.

#### **4.1.4 Mejoras respecto a los materiales**

La selección de los materiales es un factor importante para la funcionalidad y factibilidad de manufactura a costo bajo de cualquier producto.

El objetivo no es por necesidad el logro del costo mínimo de material, sino del costo mínimo total que incluya el precio inicial del material, el costo de procesarlo y ensamblarlo con otros materiales para obtener el producto, así como el costo de la garantía de la duración y facilidad de servicio del producto, etc. Por ello, a la larga, el material de costo mas bajo no será el que tenga el precio mas bajo de compra.



#### **4.1.4.1 Calidad de materiales**

En la empresa se llevan a cabo las cotizaciones correspondientes para poder llevar a cabo la compra del material por lo que los costos de estos en sí, serán los más bajos que se puedan obtener, sin embargo no existen ensayos de calidad que garanticen su funcionalidad y durabilidad.

La Materia Prima en la empresa corresponde a la clasificación de Metales Ferrosos los cuales constituyen el material principal para la fabricación del producto. En los metales ferrosos, como su nombre lo indica, su principal componente es el hierro cuyas principales características son su gran resistencia a la tensión y dureza.

Dentro de la empresa no se realizan inspecciones de calidad en estos materiales, cuando se debiera de corroborar que la dureza que el proveedor asegura brindar es la indicada.

De acuerdo al diagrama de hierro, hierro, carbono el hierro puede aceptar determinadas cantidades de carbón diluidas, estas cantidades nunca son superiores al 4%. En los casos en los que se rebasa el 4% de carbón el hierro es de muy baja calidad.

Los hierros más utilizados en los procesos de manufactura son los presentados en la tabla V a continuación:

**Tabla V.** Tipos de hierro y sus porcentajes de carbón diluido

| Tipo de Hierro | % de Carbón Diluido    |
|----------------|------------------------|
| Hierro Dulce   | C < 0.01%              |
| Aceros         | C entre 0.1% y 0.2%    |
| Hierro Fundido | C > 2.0% pero C < 4.0% |

Para que la lámina antidesgaste o dura sea aceptada, esta deberá de tener un porcentaje de Carbono diluido de entre 0.1 % y 0.2 %, asegurando así los requerimientos necesarios en cuanto a resistencia a la tracción, fricción y tenacidad.

La lámina que posea un porcentaje menor al 0.01 % de Carbono diluido será apta para piezas de lámina dulce.

La lámina que no cumpla con lo parámetros anteriormente descritos debiese ser rechazada y solicitar al proveedor su reposición.

Para obtener la dureza se aplicará el método denominado resistencia a la penetración, la cual consiste en medir la marca producida por un penetrador con características perfectamente definidas y una carga también definida; entre más profunda es la marca generada por el penetrador de menor dureza es el material.

- Número de dureza Brinell (BHN)

Se entiende por dureza la propiedad de la capa superficial de un material de resistir la deformación elástica, plástica y destrucción, en presencia de esfuerzos de contacto locales inferidos por otro cuerpo, más duro, el cual no

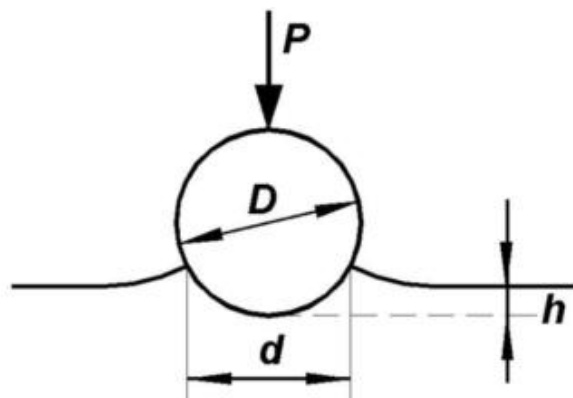
sufre deformaciones residuales (indentador o penetrador), de determinada forma y dimensiones.

Un análisis de la anterior definición nos lleva a las siguientes conclusiones: 1) la dureza, por definición, es una propiedad de la capa superficial del material, no del material en sí; 2) los métodos de dureza por indentación presuponen la presencia de esfuerzos de contacto, por lo tanto la dureza puede ser cuantificada como tal; 3) el indentador o penetrador no debe sufrir deformaciones residuales.

El estándar ASTM E 10-78 define la dureza Brinell como un método de ensayo por indentación por el cual, con el uso de una máquina calibrada, se fuerza una bola endurecida, bajo condiciones específicas, contra la superficie del material a ensayar y se mide el diámetro de la impresión resultante luego de remover la carga.

El ensayo utiliza penetradores en forma de bolas de distintos diámetros; las cuales pueden ser de acero templado o de carburo de tungsteno las cuales utilizan cargas normalmente de hasta 3000kg. La figura 19 muestra un esquema de dicho ensayo.

**Figura 19.** Ensayo de dureza Brinell



Ateniéndonos a la definición, el número de dureza Brinell (como esfuerzo de contacto), es la relación de la carga P que efectúa el indentador esférico de diámetro D, al área de la superficie de la huella. Aunque existen algunas máquinas de ensayo de Brinell que dan una lectura directa, normalmente en la práctica para determinar el número de dureza, se utiliza la siguiente fórmula:

$$HB = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

Donde:

P: Carga utilizada.

D: Representa el diámetro del indentador.

d: Representa el diámetro de la huella.

h: Profundidad de penetración del indentador.

El método estándar como tal se realiza bajo las siguientes condiciones:

- Diámetro de la bola (D): 10mm
- Carga (P): 3000 kgf
- Duración de la carga (t): 10s - 15s

Se debe tener sumo cuidado en que el diámetro de la huella esté entre el 25% y 60% del diámetro de la bola. Es decir, para las condiciones estándar (bola de Ø10mm), el diámetro de la huella debe estar entre 2,5 y 6 mm. En la literatura se considera que la huella "ideal" es de  $d = 0,375 D$ .

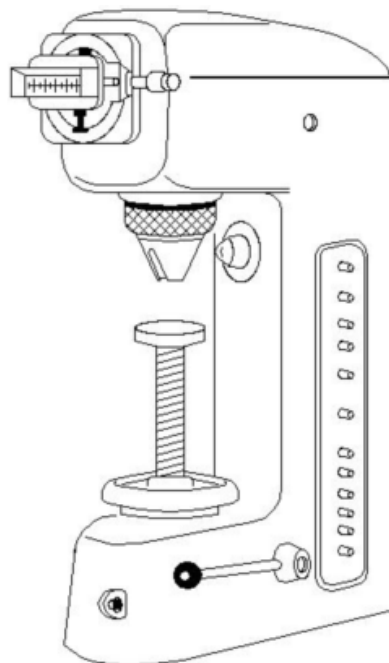
- Procedimiento

Para obtener la dureza Brinell de la superficie de un material se presiona contra la probeta una bola de acero con determinado diámetro D. La bola se

mantiene algún tiempo bajo la carga  $P$ . Luego de retirada la carga se miden dos diámetros, en direcciones mutuamente perpendiculares, de la impronta dejada, con ayuda de un microscopio. El valor medio de los diámetros ( $d$ ) y los otros valores se sustituyen en la fórmula de trabajo para obtener el valor de la dureza Brinell. En las mismas condiciones se realizan varias indentaciones más, y se obtiene el promedio de las lecturas.

El estándar ASTM E-10 presenta las siguientes exigencias a las máquinas de medición de dureza Brinell. El diseño debe ser tal que se excluya cualquier mecimiento o movimientos laterales del indentador o de la probeta durante la aplicación de la carga. En las máquinas que usan pesos muertos para la aplicación de la carga deben evitarse las sobrecargas al momento de la aplicación de la fuerza causadas por la inercia del sistema. Para ensayos Brinell generalmente se hace uso de un escleroscopio. Un esquema de este se muestra en la figura 20.

**Figura 20.** Escleroscopio utilizado en los ensayos Brinell



#### **4.1.4.2 Abastecimiento, stock y listado de materiales**

Actualmente en la empresa, y debido tanto al sistema de producción como a la demanda independiente del producto, no se tiene consciencia del método MRP (Programa de Requerimientos de Material), de manera que se suelen pedir los suministros según se vayan necesitando.

Es necesario que el abastecimiento de material sea planificado desde el diseño del producto, estableciendo una vez terminada cada pieza de los componentes, la cantidad de material y las especificaciones de cada chapa que serán necesarias.

Como bien se ha hecho mención anteriormente, el proceso ha sido definido como producción bajo pedido, sin embargo, hay que preguntarse si el cliente al efectuar un pedido espera por un producto exclusivo, lo que hace que la producción sea catalogado de la forma en que se hizo, o bien el cliente desea un producto especial basados en módulos estándar, que es lo que se conoce como “producción por ensamblado”.

En las producciones por ensamblado se realizan múltiples productos basados en opciones. En tales casos sería inviable mantener stocks de todos los productos posibles de producir. Por ejemplo, en el caso de la empresa que ha sido sujeta a estudio en este proyecto, la cual se dedica a la fabricación de moldes, puede ofertar en su catálogo modelos de producto que sigan las siguientes pautas:

- 2 tipos de moldes según la marca de la maquinaria.
- 6 modelos de moldes para cada una de las marcas.
- 7 tamaños de bandeja para la recepción de producto.

- 9 medidas de bloque para cada tipo de bandeja.

Esta combinación de productos o de condiciones exigiría  $2 * 6 * 7 * 9 = 756$  moldes diferentes a lo que habría que añadir la cantidad suficiente de cada modelo para atender cierta demanda prevista. Los corazones no entran en el cálculo efectuado debido a que estos generalmente cambian con cada orden de producción entrante.

La imposibilidad de tales alternativas obliga a mantener stocks de módulos, o de productos semifabricados a los que se les añade unas pocas materias primas cuando surge la demanda.

En este caso estamos refiriéndonos a productos no estandarizados, con coste unitario relativamente alto, donde es fundamental gestionar bien aquel recurso que incorpora más coste al producto; es decir las operaciones de ensamblado.

En la empresa, esto sería aplicable a stocks de piezas ya cortadas y preparadas para su ensamble, a lo cual se podría agregar el trazado y el ensamble del cajón siempre y cuando se tenga la certeza del tipo de molde al cual iría aplicada cada pieza.

Lo que se debe de realizar es un sondeo de la frecuencia con la cual cada cliente efectúa sus pedidos y basados en esta premisa, establecer si es factible el adelantar las operaciones de corte y preparación de las piezas o componentes para cierta cantidad de moldes del mismo modelo.

Es así que se logrará que la preparación de los materiales vaya un paso adelante a la fabricación del producto, haciendo posible que exista un stock de

piezas ya cortadas y preparadas para su transformación inmediata. Este método vendría entonces siendo parte de la filosofía JIT (just in time – justo a tiempo) entre los proveedores y clientes internos de la organización, aunque en este tipo de empresas productoras es más difícil de ver la adaptación de dicha filosofía al sistema productivo, ya que de por sí trabajan con lotes pequeños derivados de los encargos puntuales que le son pedidos.

Así mismo, deberá llevarse un control sobre todos aquellos sobrantes que puedan ser reutilizados, indicando las dimensiones, el tipo de lámina y su espesor para de esta manera darles el uso pertinente.

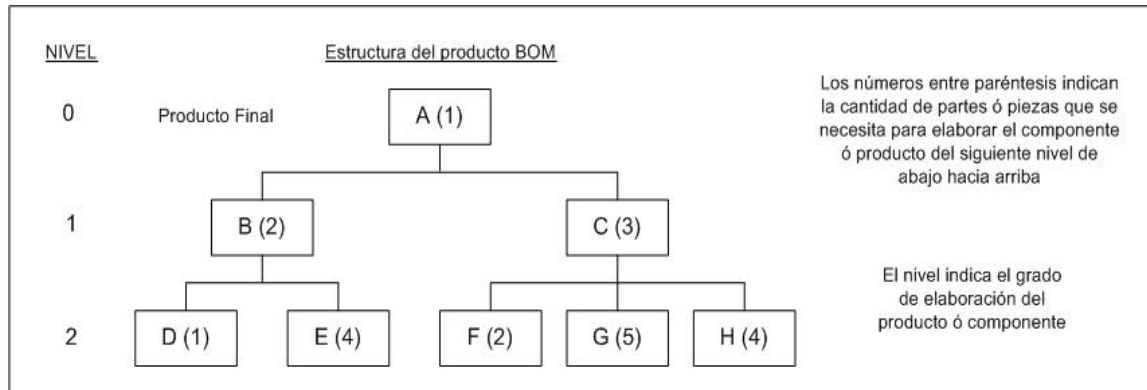
Para llevar un control preciso de las partes involucradas en cada uno de los componentes se cree necesario la implementación de un listado o explosión de materiales comúnmente denominado BOM (Bill of Materials).

El despiece de cualquier conjunto complejo que se produzca es un instrumento básico de los departamentos de ingeniería de diseño para la realización de su cometido. Tanto para la especificación de las características de los elementos que componen el conjunto como para los estudios de mejora de diseños y de métodos en producción. Desde el punto de vista del control de la producción interesa la especificación detallada de los componentes que intervienen en el conjunto final, mostrando las sucesivas etapas de la fabricación. La estructura de fabricación es la lista precisa y completa de todos los materiales y componentes que se requieren para la fabricación o montaje del producto final, reflejando el modo en que la misma se realiza. Este aspecto será tratado posteriormente.

En la figura 21 se observa un esquema representativo del despiece de un producto.



**Figura 21.** Esquema del desglose de partes de un producto



Varios son los requisitos para definir esta estructura:

Cada componente o material que interviene debe tener asignado un código que lo identifique de forma biunívoca: un único código para cada elemento y a cada elemento se le asigna un código distinto. Debe de realizarse un proceso de racionalización por niveles. A cada elemento le corresponde un nivel en la estructura de fabricación de un producto, asignado en sentido descendente. Así, al producto final le corresponde el nivel cero. Los componentes y materiales que intervienen en la última operación de montaje son de nivel uno. El nivel asignado a un elemento es el más bajo que le corresponde según el árbol de fabricación de todos los productos a los que pertenece. En este ejemplo sólo hemos considerado un producto final, pero esta codificación de nivel inferior ha de realizarse estando descritas las listas de materiales de todos los productos que intervienen en la fabricación bajo la supervisión del sistema de programación y control de la producción.

Básicamente la metodología para desglosar la lista de materiales es establecer la estructura del producto final esquematizando en forma de ramas hacia abajo los componentes y elementos que lo integran, para luego definir cantidades y secuencias de montaje a través de los niveles de jerarquía.

La presentación de las listas de materiales suele realizarse mediante listas de un solo nivel. Así, en el caso del producto de la figura 21 tendríamos tres listas de un solo nivel: las de los productos A, B y C, y serían las que se reflejan continuación en la figura 22.

**Figura 22.** Esquema de un listado de materiales tras el despiece del producto

| Parte N° A  |             |          |          |
|-------------|-------------|----------|----------|
| N° de parte | Descripción | Cantidad | Unidades |
| B           |             | 2        | 1        |
| C           |             | 3        | 1        |

| Parte N° B  |             |          |          |
|-------------|-------------|----------|----------|
| N° de parte | Descripción | Cantidad | Unidades |
| D           |             | 1        | 2        |
| E           |             | 4        | 2        |

| Parte N° C  |             |          |          |
|-------------|-------------|----------|----------|
| N° de parte | Descripción | Cantidad | Unidades |
| F           |             | 2        | 3        |
| G           |             | 5        | 3        |
| H           |             | 4        | 3        |

Cada uno de los listados generados, será entregado en calidad de copia a los responsables del corte y del ensamble de cada componente del producto, así como a las autoridades correspondientes de supervisión y gerencia de producción.

#### **4.1.4.3 Uso de trimezcla como gas de protección**

Actualmente la empresa ha iniciado un proceso de implementación de una nueva mezcla gaseosa para la protección en las operaciones de soldadura. Esta se compone de 3 elementos, los cuales son: Argón, Dióxido de Carbono y Oxígeno.

La trimezcla Ar/CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> proporcionará un mayor rendimiento al proceso, especialmente en la calidad de la soldadura, reducción en los niveles de humos y en la productividad. Estas mezclas han sido ya utilizadas y su eficacia está comprobada en la reducción de costos de producción.

Algunas de las características que han impulsado el uso de esta protección gaseosa son:

- Existe menos salpicadura.
- Hasta un 37% de reducción de humos tóxicos (metales fundidos).
- Transferencia de metal suave.
- Existe menos desperdicio de metal de alambre.
- Menos deformación.
- Reducción de tiempos de operación en un 20%.
- Reducción de costos.
- Incremento del 26% en velocidad.
- Mínimos niveles en la generación del ozono.

#### **4.1.5 Mejoras respecto a la secuencia y procesos de manufactura**

La secuencia y los diversos procesos de manufactura involucrados pueden ser optimizados considerando las pautas a continuación presentadas.

##### **4.1.5.1 Planificación y normalización de procesos**

Para el desarrollo de cada orden de producción, es importante mencionar los aspectos que deben tomarse en cuenta para analizar la factibilidad de fabricación del producto.

Una vez analizados los requerimientos del cliente, la empresa deberá planificar y llevar a cabo los procesos necesarios para la realización del producto. Dicha planificación debe ser coherente con la disposición de los procesos de manufactura involucrados, identificando a su vez los requisitos del producto, el establecimiento de los procesos y la documentación necesaria para su desarrollo.

Una vez que se acepte el proyecto, se procederá al desglose del material para posteriormente adquirirlo (véase sección 4.1.4.2).

Los elementos que deben ser considerados por la empresa para hacer un análisis de fabricación son los siguientes:

1. Dibujo de la pieza o conjunto a fabricar: para realizar el análisis y posible desarrollo del proyecto, es necesario que el cliente especifique el diseño de su producto con las características y dimensiones pertinentes tras lo cual el departamento de diseño y planeación llevará a cabo el desarrollo del conjunto de planos para facilitar la fabricación del molde.

2. Desglose del proyecto: una vez que se cuente con el dibujo del proyecto a realizar, será necesario que se proceda a desglosar o separar las diferentes partes por las que está constituido el proyecto de acuerdo a las características observadas en el dibujo o las observadas en algún otro proyecto similar ya existente.
3. Desglose de materiales: una vez que se cuenta con los dibujos de las diferentes partes por las que estará constituido el producto, se procederá a determinar los materiales con los que deberá desarrollarse dicho proyecto y además calcular el volumen de estos que será necesario para su futura fabricación.
4. Ritmo de producción: una vez que se conocen los materiales y características físicas del proyecto, será necesario reconocer si la empresa es capaz de llevar a cabo la manufactura del mismo, ya conociendo las posibilidades y limitaciones del equipo. Una vez que se conocen los materiales y el volumen del proyecto, es necesario que el departamento de planeación analice la capacidad de producción para llevar a cabo el desarrollo del proyecto dentro de los tiempos de entrega indicados por el cliente.

Para desarrollar de manera efectiva cada uno de los procesos de manufactura involucrados, es necesario desarrollar un plan tecnológico o plan de proceso, el cual debe estar relacionado con el cambio de la forma, dimensiones y calidad de la superficie de la pieza o componente, así como con el conjunto de operaciones ordenadas de manera secuencial que se deben efectuar sobre la pieza, desde que llega a la estación de trabajo hasta su terminación, utilizando el herramental y máquinas herramientas determinados.

El plan tecnológico se refiere al conjunto de operaciones que deben efectuarse sobre una o varias piezas determinadas para transformarlas en un producto o componente determinado.

Antes de iniciar con el proceso de transformación de las diversas piezas será necesario programar detalladamente todo el proceso, a fin de clarificar el número de operaciones y su secuencia, la forma de efectuarlas y el tiempo estimado según la experiencia del departamento de ingeniería, que llevará realizarlas.

De esta manera se hace necesario un documento que describa dicho programa. Debe contener el nombre de la pieza, el material con que se trabaja, la cantidad de piezas a producir, la descripción sucesiva del proceso, indicando el número de operación, los datos del equipo a utilizar, los parámetros a controlar, los datos pertinentes a las herramientas necesarias, datos de herramientas de medición, tiempo estimado para ejecutar la operación y una ilustración que represente la operación a realizar siempre que sea posible. El formato propuesto para este documento se puede apreciar en el anexo 3. Aunado a esto, se recomienda contar con el detalle del plano del componente o pieza para consultar cualquier duda que surja durante el desarrollo del trabajo.

Es importante describir el contenido que debe tener el documento del plan de proceso para poder elaborarlo correctamente y de esa manera poder realizar cada proceso implicado en el ensamble del producto.

1. Nombre de la pieza o componente: este espacio se debe completar con el nombre asignado a la pieza que se va a fabricar.

2. Material: en el espacio se escribe el material con que se elabora el componente. Se establecerá el tipo de material para cada una de las piezas involucradas para la fabricación del componente.
3. Cantidad de Piezas a producir: se escribe el número de piezas iguales que se van a elaborar.
4. Página número: se asigna una numeración de páginas y se escribe en el espacio la que corresponda.
5. Número: se enumeran los pasos a seguir.
6. Croquis: el espacio debe contener los croquis, los esquemas o ilustraciones necesarios para ejecutar el proceso. Al dibujar el croquis, se debe cumplir que la pieza dibujada se sitúe en la posición original de trabajo. Se debe hacer un croquis para cada posición de la pieza.
7. Parámetros: en este espacio se deben incluir los parámetros de la máquina herramienta a emplear, por ejemplo, velocidad de salida del electrodo (procesos MIG), nivel de voltaje, etc.
8. Herramienta: en esta parte se menciona las herramientas a utilizar en la operación.
9. Máquina: en esta sección se menciona la máquina herramienta a utilizar en la operación.
10. Instrumento: en la casilla que corresponde a este inciso, se debe mencionar el instrumento de medición empleado para verificar la medida establecida en el plan de proceso.
11. Tiempo estimado de fabricación: en este espacio, se debe estimar el tiempo de duración del ciclo de operaciones para la elaboración del componente según su complejidad, tamaño, forma, etc. El tiempo estimado también puede ser establecido dentro del esquema del formato del plan de proceso o plan tecnológico.

Para desarrollar el plan tecnológico, se necesita estudiar la pieza o el componente que se quiere fabricar y determinar la secuencia de operaciones más corta, de menor tiempo y el equipo más práctico a un bajo costo. El contenido del formato del plan de proceso podrá variar de acuerdo a la necesidad del mismo.

Con la implementación de los planes de proceso o planes tecnológicos, se logrará unificar la manera de ejecutar los procesos involucrados para los diferentes proyectos. Con estos se facilitará la capacitación de nuevo personal y el análisis de las operaciones involucradas para su mejora a través del uso de nuevos parámetros, introducción de nuevo equipo o bien la introducción de nuevos procesos de manufactura dentro del ciclo de producción. Además, de existir fallas mecánicas en cualquiera de las piezas, se pueden analizar gracias al plan de proceso posibles errores en la planeación de ejecución, así como el uso de parámetros, materiales, suministros, herramientas o máquinas herramientas desfavorables para la operación.

El anexo 4 ejemplifica un plan tecnológico o de proceso para el proceso de ensamble de uno de los componentes que conforman el producto. Se cree conveniente elaborar un plan tecnológico para cada componente y combinaciones posibles de elementos que conforman el producto y estandarizar así la fabricación del mismo.

Gracias a los planes de procesos es posible que se establezca la documentación estándar necesaria para elaborar aquellas partes que no están sujetas a las condiciones específicas del cliente sino al tipo de maquinaria para producir bloques que este posea y las dimensiones que tendrá el mismo. Esto no sucederá de igual manera con la documentación pertinente a aquel componente que define el núcleo del bloque (corazones). Para estos, la



documentación deberá ser generada cada vez que ingrese a planta una nueva orden de producción.

En dado caso, nuevos procesos de manufactura sean adoptados dentro de la empresa, como el torneado y el fresado por ejemplo, también será necesario elaborar el plan tecnológico pertinente en el que se visualice la secuencia de transformación de la pieza que sea maquinada y los parámetros que definirán el manejo del equipo y utillaje.

Cada plan de proceso deberá ser encabezado por un formato en el que se defina la orden de trabajo a la que se liga dicho plan y el nombre del componente para el cual se lleva a cabo. Una ejemplificación del plan de proceso propuesto se puede observar en el anexo 4.

Aunado al plan de proceso se deberán incluir los siguientes documentos:

- Plano general: el plano general nos informa de las dimensiones generales de la estructura elegido como solución a las necesidades del cliente. En este se definen el tamaño y dimensiones generales de la estructura, pieza o componente. Esto se hará mediante vistas (alzado, planta y/o perfil) acotadas, eligiendo siempre aquellas que nos permitan obtener un dibujo lo más simplificado y claro posible. Cuando el plano general no refleje suficientemente la idea que tenemos, se ha de recurrir a realizar todos los planos de detalle (planos de trazado, de plegado, etc.) que se consideren necesarios. Hay que recordar que las medidas se ponen en milímetros, pero no se pone el "mm" después de la cifra.
- Plano de conjunto: el plano de conjunto nos explica las diferentes piezas que forman el objeto y la colocación relativa de cada una de ellas. Para

realizarlo se debe definir una vista del conjunto (puede servir una igual a la dibujada para el plano general) e identificar mediante marcas (números correlativos encerrados en un círculo y que señalan a todas y cada una de las piezas que forman el molde) todas y cada una de las piezas que componen la estructura. Al lado del dibujo se realizará una lista en la que a cada marca se asocie con el nombre de la pieza a la que corresponde (siempre en singular). El listado se construye empezando por la marca "1", que ira en la parte inferior, y continuando hacia arriba correlativamente. Si son necesarias más columnas se escribirán otra a la derecha de la anterior y así sucesivamente. Cuando la estructura proyectada tenga cierto grado de complejidad se puede recurrir a dividir el conjunto en sus partes funcionales y, a continuación, realizar el plano de conjunto de cada una de esas partes. Esto se puede aplicar a la elaboración del plano general del producto completo. Si se lleva a cabo adecuadamente este apartado se podrán percibir muchos errores pasaban desapercibidos: piezas que no se habían tenido en cuenta, dimensiones que no concuerdan, posibilidad de repetir piezas iguales y que inicialmente se habían considerado diferentes, etc.

- Despiece: el despiece es el que nos informa de las características técnicas de cada pieza y es el más importante para afrontar la fabricación de las diferentes piezas. En un proyecto se puede realizar un despiece que nos dé toda la información que necesitemos para acometer la construcción de todas y cada una de las piezas sin tener que consultar ningún otro plano o diseño previo mientras se elabora, para ello se incluirá un croquis acotado de cada pieza acompañado de la información siguiente:
  - Marca y nombre de la pieza (información extraída del plano de conjunto)

- Medidas de cada pieza en milímetros (información sacada del plano general)
- Material con el que hemos de fabricar la pieza (información extraída del diseño previo definitivo)
- Número de piezas a fabricar (información extraída del plano de conjunto)
- Tipo de acabado, color, etc.

Este plano requiere de cierta organización, pues se tiene que consultar todo el trabajo realizado hasta la fecha.

Así mismo también será necesario que el Gerente de Producción, el Diseñador y el Supervisor de Producción, basándose en las indicaciones del proyecto, redacten en conjunto un Programa de Ensamble detallando los extremos siguientes:

- a) Descripción de la ejecución en fases, orden y tiempos estimados de ensamble y procesamiento de los elementos de cada fase.
- b) Descripción de tolerancias, equipo, material y suministros que se empleará en el ensamble de cada fase.
- c) Elementos de sujeción provisional en cada fase.
- d) Personal preciso para realizar cada fase con especificación de sus tareas.
- e) Elementos de seguridad y protección del personal.
- f) Inspecciones puntuales por parte de los armadores y periódicas por parte del supervisor.

La asignación de tiempos estimados para cada actividad involucrada en la fabricación constituirá el plan de trabajo. La diagramación de actividades será una ayuda de visualización cronológica la cual presentará la ubicación de

pedidos establecidos, dando la oportunidad de acomodar pedidos nuevos o algunos de tipo urgente.

#### **4.1.5.2 Mecanización de procesos**

Dentro de los procesos implicados en la empresa encontramos dos de ellos que pueden ser sujetos a análisis para la implementación de máquinas que agilicen y optimicen el trabajo. Los procesos a los que se hace referencia son: Biselado y Plegado.

Para las operaciones de biselado se recomienda la adquisición de una fresadora, ya que según fuentes de información, esta máquina puede realizar biseles de 1 metro de longitud en 45 segundos aproximadamente, ejecutando el mismo en ángulo de 45° con una profundidad de medio centímetro lo que cumple perfectamente con las condiciones de biselado en la empresa. Haciendo uso de esta máquina, se incrementaría la productividad enormemente, ya que por lo general esta operación dura horas dentro del ciclo productivo. La máquina fresadora no se limita únicamente a la operación de biselado sino también puede aplicarse al maquinado de los peines del contramolde, realizar ranuras o cavidades, efectuar procesos de acabado de superficies, operaciones de perfilado, etc.

El fresado es un procedimiento de arranque de viruta en el cual una herramienta, denominada fresa, la cual esta provista de varias aristas cortantes ubicadas simétricamente alrededor de un eje que gira y arranca el material a la pieza que se empuja hacia ella.

Existen distintos tipos de máquinas fresadoras y se pueden clasificar como sigue:

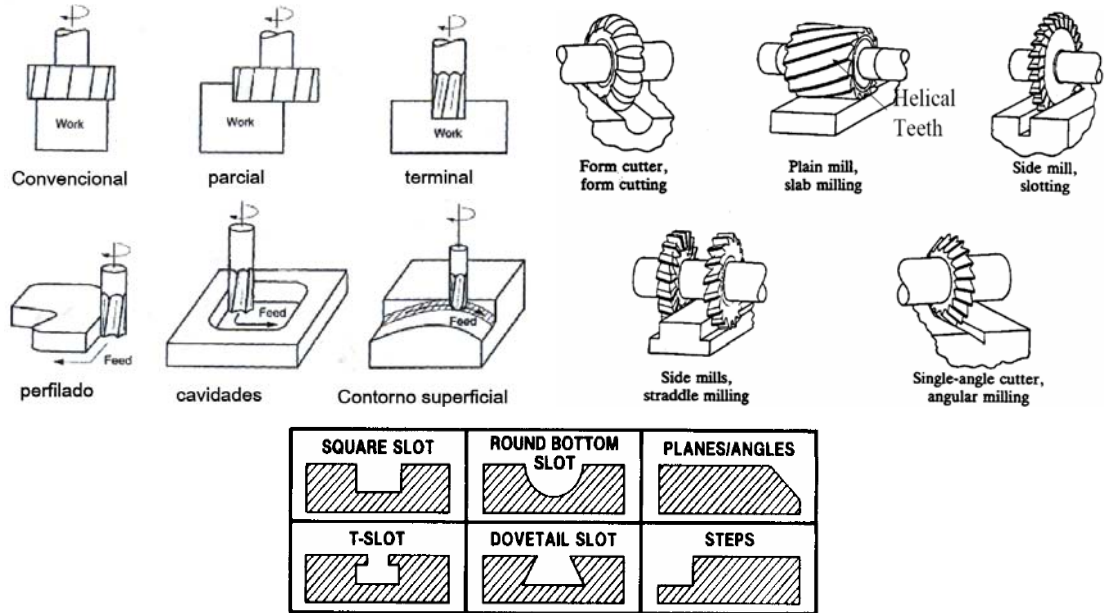
- Fresadoras horizontales.
- Fresadoras verticales.
- Fresadoras horizontales y verticales.
- Fresadoras de C.N.C.
- Fresadoras copiadoras.
- Fresadoras de herramental.
- Fresadoras universales.

Es más común encontrar las fresadoras horizontales o las fresadoras verticales. Estas máquinas pueden ser sencillas o universales. La diferencia entre las fresadoras horizontal y vertical es la posición del husillo con relación a la mesa. En la fresadora vertical, el husillo se encuentra en posición vertical respecto a la mesa, en cambio, en la fresadora horizontal, el husillo se encuentra en posición horizontal a la mesa.

En las fresadoras universales, la mesa puede girar, cuando se trata de una fresadora horizontal, o el cabezal del husillo, cuando se habla de una fresadora vertical.

Para efectos de uso en la empresa se propone una fresadora universal vertical, ya que las posibilidades de adaptación a diversos trabajos de maquinado son más amplias. La marca y el modelo de la fresadora propuesta es Nantong X6325, cuyas especificaciones se describen en el anexo 5. En la figura 23 se observan algunos de los trabajos de maquinado posibles de realizar en una fresadora.

**Figura 23.** Trabajos de maquinado en fresadora



El proceso de plegado o doblado como ya se había hecho mención anteriormente, se define como la deformación del metal alrededor de un eje recto. Actualmente este proceso se lleva a cabo en una plegadora manual, generalmente entre dos o incluso tres personas a la vez. Debido a esto se consume tiempo de operación de tres personas en una sola tarea, cuando sería más eficiente que una sola persona llevara a cabo tal actividad para que el resto de operarios adelante la siguiente operación.

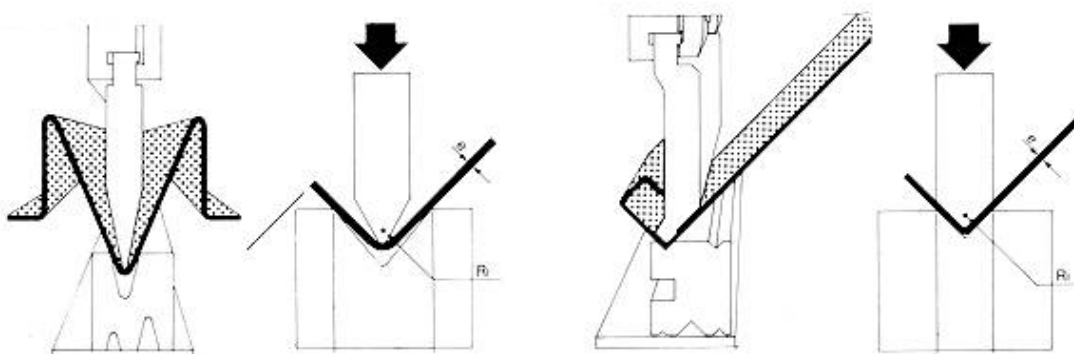
Esto es posible de implementarse una prensa o plegadora automática la cual trabaja a partir de una cortina que ejerce cierta presión en toneladas, sobre la chapa metálica. En esta se pueden efectuar múltiples dobleces gracias a las distintas configuraciones posibles entre los dados y punzones. La máquina puede ser operada por un solo individuo y la velocidad es mayor pudiendo efectuar el doblado de una chapa de 3/16" en aproximadamente 3 segundos, sin tomarse en cuenta los tiempos de preparación de la máquina. De esta manera se incrementaría la productividad del proceso y los tiempos de ensamble de

corazones serían más cortos. El espesor del material (chapas) a trabajar puede variar desde 0.5mm a 20mm y su longitud desde unos centímetros hasta más de 6 metros, aunque esta longitud puede aumentarse si se colocan unidas varias máquinas. Las prensas plegadoras están constituidas por los siguientes elementos:

- Bancada
- Trancha
- Mesa
- Órganos motores
- Mandos
- Accesorios y utillaje

La marca y modelo de la plegadora propuesta es Fablamp PB-118-40, cuyas especificaciones se describen en el anexo 6. En la figura 24 puede apreciarse algunos de los trabajos de conformado capaces de efectuarse en la prensa plegadora.

**Figura 24.** Trabajos de conformado en prensa plegadora



#### **4.1.5.3 Supervisión en actividades de producción**

A lo largo del análisis se pudo observar que el personal necesita de supervisión directa y constante así como la organización de actividades a ejecutarse diariamente.

La supervisión será la actividad de apoyo y vigilancia de la coordinación de actividades de tal manera que se realicen en forma satisfactoria.

Aunque actualmente existe una persona encargada de realizar esta actividad, no se lleva a cabo de la manera adecuada ya que este debe atender otras tareas que no le permiten ejercer el cargo de la mejor manera posible. Por tanto, se hace necesaria la contratación de una persona capaz y con la experiencia necesaria para hacerse cargo de tan importante puesto, cuyo desempeño contribuirá a elaborar el producto de manera más eficiente. El supervisor es la clave de la comunicación correcta en cualquier organización. Es el centro de mensajes por el que tiene que pasar la información. Tiene que canalizar la información en sentido ascendente para sus superiores, con el fin de que estos puedan tomar decisiones inteligentes, y en sentido descendente para los subordinados, con el fin de que estos sepan realmente cual es el trabajo que deben hacer, cuando y como tienen que hacerlo.

Las funciones del supervisor se podrán resumir de la siguiente manera:

Previas al inicio del Proyecto:

Revisar los siguientes documentos:

- Anexos técnicos.
- Recabar documentos generales de consulta y control.



Al inicio del proyecto:

- Revisión general del proyecto y especificaciones.
- Revisión de presupuestos.
- Organización del personal para el inicio del proyecto.
- Adjudicación de tareas para cada departamento.
- Revisión del programa de proyecto.

Durante el proyecto:

- Organizar funciones generales.
- Control de calidad.
- Control de tiempo.
- Control de costos.

Previas al término del proyecto:

- Elaborar el finiquito del proyecto.
- Recopilar los anexos técnicos.

Al término del proyecto:

- Finiquitar la orden de trabajo correspondiente.
- Brindar costos totales.

Además, con el puesto se asegura la disciplina dentro de las instalaciones de trabajo, ya que esta se hace necesaria para que los proyectos avancen de manera más rápida y eficiente. Así mismo, se espera que la organización de las actividades productivas se lleve a cabo de la mejor manera posible y que exista un control del avance de cada una de las órdenes de trabajo generadas.

#### **4.1.5.4 Inspecciones y control de calidad**

Las inspecciones por parte de los operarios deberán continuar siendo puntuales en cada uno de los procesos involucrados y pasos sugeridos en los planes de proceso. Así mismo, se deberán establecer puntos de control en los cuales el supervisor de producción procederá a evaluar y tomar nota en caso de encontrarse inconformidades en los aspectos de calidad que se considere importante.

En el anexo 8 se puede se detalla el formato propuesto para el control de calidad del producto en proceso de fabricación.

Para evaluar la calidad del producto fabricado, se debe realizar su inspección para estimar los resultados del trabajo realizado por la empresa en la aplicación de los proceso de producción.

Para elevar la calidad del producto en los procesos involucrados, es muy importante la inspección de las piezas, componentes subensamblados, los procesos tecnológicos, los instrumentos de trabajo y las herramientas que se empleen en la producción y entregar los resultados al departamento de control de calidad. De esta forma, realmente se puede obtener una buena calidad del producto, se fortalecen los sistemas de producción, se pueden perfeccionar los procesos, se cumplen los requisitos de documentación técnica de la norma ISO 9001-2000, y así, se puede integrar una gran parte de la etapa preparatoria para realizar la certificación.

La inspección anteriormente mencionada, se debe hacer de tal forma que se verifique que todas las piezas y componentes inspeccionados cumplan

totalmente con los requisitos de la documentación de diseño y las especificaciones.

El control técnico dentro de la empresa debe ser la parte fundamental para el control de la calidad del producto. Los defectos que se descubren en el proceso de fabricación, pueden dividirse en dos grupos.

- Los defectos detectados durante la fabricación de los artículos debidos a errores en los planos o procesos de manufactura involucrados.
- Los errores generados por el descuido y por la falta de atención durante la fabricación.

Existen los siguientes tipos de control: el autocontrol de la calidad del producto que puede realizar el propio obrero (operarios); el realizado por los oficiales de producción (supervisor de producción); el que lleva a cabo un inspector designado por el departamento de control de calidad. Se recomienda que la empresa, aplique estos controles a fin de optimizar la calidad por ende el rendimiento del producto.

Dentro del proceso de producción se pueden realizar distintos tipos de control:

- El control de entrada: en este tipo se verifican los materiales, los artículos semiacabados.
- El control por operaciones: en este tipo de control se incluyen los productos no acabados en cada una de las etapas de producción.
- El control de recepción de los artículos: en este caso, se realiza el control cada vez que se cambia de proceso, antes de comenzar el siguiente.

El control en la empresa se debe realizar de manera íntegra, es decir, se debe verificar toda la producción sin excepción. Este tipo de control se recomienda cuando la producción es unitaria o en lotes pequeños, lo cual es el caso de la empresa.

Otra forma de subdividir el control de calidad es de acuerdo al tiempo en que se efectúan las inspecciones: control relámpago, control continuo y control periódico.

El control relámpago se lleva a cabo en el puesto de trabajo y se realiza de manera no planificada. El control continuo se compone de una inspección en cada operación tecnológica del proceso de fabricación del artículo. El control periódico se efectúa durante la producción con cierta periodicidad, de acuerdo a los planes de proceso. Se recomienda que la empresa aplique el control continuo a través de los operarios y el control periódico por parte del supervisor de producción para asegurar así una buena calidad en el producto.

El control de calidad se debe llevar a cabo en cualquier proceso productivo, desde el momento en que la empresa recibe los materiales hasta la entrega o montaje del producto terminado. Por tal motivo, es necesario crear un departamento de control de calidad que se encargue de prevenir las desviaciones del proceso productivo establecido y en prevenir la fabricación de productos defectuosos.

Para la prevención de la fabricación de productos defectuosos, se recomienda llevar a cabo un control del estado del equipo, el control de la primera y última pieza que transforma un mismo obrero durante un turno y la inspección de los puestos de trabajo. Esta labor debe ser realizada por los oficiales designados para cada proceso.

#### **4.1.5.5 Consideración de tratamientos térmicos**

El acero es una aleación de hierro y carbono que contiene otros elementos de aleación, los cuales le confieren propiedades mecánicas específicas para su utilización en la industria metalmeccánica.

El tratamiento térmico en el material es uno de los pasos fundamentales para que pueda alcanzar las propiedades mecánicas para las cuales está creado. Este tipo de procesos consisten en el calentamiento y enfriamiento de un metal en su estado sólido para cambiar sus propiedades físicas. Con el tratamiento térmico adecuado se pueden reducir los esfuerzos internos, el tamaño del grano, incrementar la tenacidad o producir una superficie dura con un interior dúctil. La clave de los tratamientos térmicos consiste en las reacciones que se producen en el material, tanto en los aceros como en las aleaciones no férricas, y ocurren durante el proceso de calentamiento y enfriamiento de las piezas, con unas pautas o tiempos establecido.

Para conocer a que temperatura debe elevarse el metal para que se reciba un tratamiento térmico es recomendable contar con los diagramas de cambio de fases como el de hierro - hierro - carbono. En este tipo de diagramas se especifican las temperaturas en las que suceden los cambios de fase (cambios de estructura cristalina), dependiendo de los materiales diluidos.

Los tratamientos térmicos han adquirido gran importancia en la industria en general, ya que con las constantes innovaciones se van requiriendo metales con mayores resistencias tanto al desgaste como a la tensión. Los tratamientos térmicos son un aspecto importante a tomarse en consideración dentro del proceso de fabricación de los moldes ya que estos son sometidos a diversas situaciones que pueden modificar las propiedades de los materiales en la etapa

de transformación de los mismos. Los tratamientos térmicos recomendables para aplicar al producto son:

- Normalizado: tiene por objeto dejar un material en estado normal, es decir, ausencia de tensiones internas y con una distribución uniforme del carbono. Se suele emplear como tratamiento previo al temple y al revenido.
- Temple: su finalidad es aumentar la dureza y la resistencia del acero. Para ello, se calienta el acero a una temperatura ligeramente más elevada que la crítica superior (entre 900-950°C) y se enfría luego más o menos rápidamente (según características de la pieza) en un medio como agua, aceite, etc.
- Revenido: sólo se aplica a aceros previamente templados, para disminuir ligeramente los efectos del temple, conservando parte de la dureza y aumentar la tenacidad. El revenido consigue disminuir la dureza y resistencia de los aceros templados, se eliminan las tensiones creadas en el temple y se mejora la tenacidad, dejando al acero con la dureza o resistencia deseada. Se distingue básicamente del temple en cuanto a temperatura máxima y velocidad de enfriamiento.

#### **4.1.6 Mejoras respecto a la preparación y el herramental**

El tiempo de preparación debe normalizarse de tal manera que durante el tiempo laboral exista la menor cantidad de interrupciones debido a la ejecución de actividades o transmisión de instrucciones por parte y hacia los operarios.

Durante el tiempo de preparación deberán considerarse los siguientes aspectos:

- Cambio de atuendo por parte de los operarios.
- Preparación de herramientas manuales y mecánicas a emplear.
- Preparación de bancos de trabajo.
- Solicitud de suministros de trabajo por parte de los operarios.
- Transmitir información de índole general.
- Transmitir instrucciones de trabajo a cada una de las áreas.
- Brindar suministros de seguridad personal.

En cuanto al herramental utilizado dentro de los procesos de la empresa se debe hacer énfasis en la adquisición de cajas de herramientas completas para los puestos involucrados en el proceso de ensamble. De esta manera no se perderá tiempo por escasez, y se podrá llevar un mejor control sobre el manejo de estas por parte de los operarios, evitando así pérdidas o descomposturas que conllevarían costos de reparación o bien de sustitución.

De esta manera se complementarían las herramientas que se tienen en la actualidad, adquiriendo aquellas que sean necesarias, reduciendo así el tiempo improductivo.

Para complementar el herramental que actualmente se posee, se cree necesario adquirir las siguientes herramientas y equipo:

- 10 vice de contacto
- 10 vice grip
- 5 niveles Stanley
- 5 escuadras Stanley de 12"

- 3 escuadras Stanley de 8"
- 5 escuadrilones de 24"
- 5 caretas para soldar
- 5 compases ajustables de precisión
- 5 compases para interiores
- 5 martillos de 3 libras
- 5 martillos de 2 libras
- 10 sargentos de 8"
- 5 cinceles
- 5 arcos de sierra
- 5 falsas escuadras
- 8 cepillos de alambre para acero inoxidable
- 6 limas planas de 10" y 12"
- 6 limatones redondos
- 5 pulidoras de 4 ½ "
- 2 máquinas soldadoras MIG

Una vez se les concedan a los operarios sus cajas de herramientas se podrán establecer hojas de control sobre el herramental manual y mecánico entregado a los mismos, los cuales en caso de ocasionar daños sobre estas, correrán con los gastos de reparación o bien de sustitución, siempre y cuando el daño les sea imputable a ellos.

Dentro del puesto de trabajo se debe encontrar todo el herramental manual y las máquinas herramientas con sus dispositivos, suministros y utensilios, la documentación técnica y otros objetos y materiales que puedan estar a disposición del operario. En el área de maquinado de la empresa se deben ubicar la cortadora, la fresadora y el torno. Para cada área de trabajo se debe tener un juego permanente de accesorios, dispositivos, herramientas de

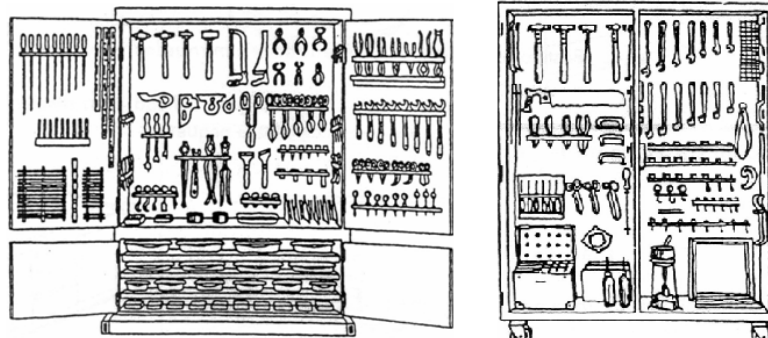


corte, instrumentos de medida y utensilios, la documentación técnica necesaria (instrucciones, manuales, tablas auxiliares, planes de proceso, órdenes de trabajo, etc.), un juego de herramientas y accesorios para el mantenimiento en orden del puesto y de las máquinas (aceiteras, cepillos, ganchos, cogedores, estopa, etc.); armarios para las herramientas, soportes corrientes, soportes planos para los planos, estantes, etc., cajones para las piezas de desperdicio y las acabadas, rejillas debajo de los pies, taburetes o sillas.

Todos los accesorios que se deben tener en el lugar de trabajo se deben elegir en función de los trabajos a realizar, el tipo de máquina herramienta y la forma de administración de las herramientas que tenga la empresa. El resto deberá permanecer en el almacén de herramientas. Debido a que en la empresa se fabrican piezas de producción unitaria, la cantidad de accesorios que debe tener a la mano el operario es mayor a la que si se produjera en serie, por lo tanto, se recomienda que cada una de las máquinas herramientas cuente con un armario cerca.

Para el debido almacenamiento de las herramientas manuales, máquinas herramientas, instrumentos de medición y demás utensilios de trabajo se recomienda la implementación de armarios tipo mural o bien paneles de herramientas como los mostrados en la figura 25, debiendo existir al menos uno por área.

**Figura 25.** Armario para herramientas tipo mural y panel de herramientas



#### **4.1.7 Mejoras respecto al manejo de materiales**

Como bien se hacía mención en la sección del análisis previo de este punto del análisis de operaciones, es usual encontrar material repartido en el piso provocando saturación del espacio de trabajo.

Para evitar estas y otras defecciones se deben aplicar las técnicas adecuadas de gestión de almacenes, en cuya creación y organización influyen gran cantidad de factores.

El espacio físico para el almacenamiento de materiales no está dada por un patrón o un estándar definido, sino que su área, forma geométrica, el tipo de construcción y su organización física y administrativa estará en función de los objetivos de la organización, de la naturaleza de los materiales que se tienen que almacenar, los usuarios que se atienden, su ubicación, del tráfico y de los medios de transporte de que se dispongan para su manejo.

A continuación, se presentan ciertos aspectos a considerar para mejorar la administración y organización de los materiales.

1. Definir un orden para la utilización de los espacios

Una vez cuantificada el área y agrupados los espacios según el proceso requerido en el manejo de los materiales, se hace necesario definir previamente un orden determinado para la utilización de los espacios del almacén, según la organización que se haya previsto para cada una de las tareas del proceso de almacenamiento.

## 2. Clasificar los materiales por familias o tipo

Cada grupo estará formado por materiales de un solo tipo y los que tengan alguna afinidad con éstos. Una vez determinados los grupos y subgrupos, se ordenan por su tamaño, volumen, capacidad, o características, y finalmente se identifican los artículos que contienen el subgrupo y/o clase.

La clasificación general que se recomienda para la empresa es la siguiente:

- Materias primas: materiales que se compran con el fin de ser transformados y/o incorporados en el producto terminado. Estos deben ser clasificados según la naturaleza y dimensiones del material.
- Suministros: materiales necesarios para el proceso de producción, pero que no van incorporados en el producto terminado. Por ejemplo: combustible, herramientas, materiales de mantenimiento y aseo, etc. Estos deben ser clasificados y ordenados en estanterías según el proceso al que correspondan. Así pues se dispondrá de una sección para soldadura, corte automático, pintura, implementos de seguridad, etc. El herramental manual, como bien se mencionaba en la sección pertinente deberá ser almacenado en armarios destinados a tal fin en

cada una de las áreas de producción debido a la frecuencia con que estas son utilizadas.

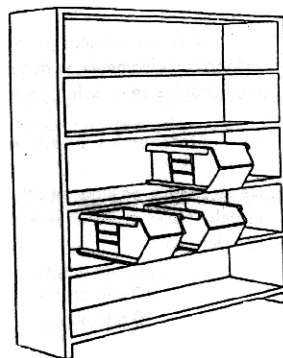
- Materiales o productos en proceso: materiales que se encuentran temporalmente almacenados, en espera de ser incluidos en otro proceso.
- Productos terminados: productos que están disponibles para ser entregados a los clientes.

### 3. Utilizar medios más adecuados para almacenar materiales

Con medios adecuados se hace mención a aquellos soportes o contenedores que permitan optimizar el espacio, conservar los materiales y ahorrar el tiempo de manipulación.

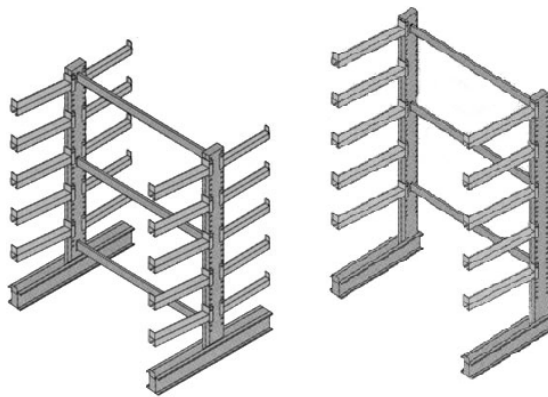
En cuanto a los suministros consumibles se refiere se recomienda el uso de bastidores comunes con contenedores manuales los cuales prestan una gran utilidad para el almacenamiento de artículos pequeños. La figura 26 muestra un bastidor con contenedores manuales.

**Figura 26.** Bastidor común con contenedores manuales.



Para el almacenamiento de los perfiles que se utilizan en el proceso se recomienda el uso de bastidores de frente abierto o bastidores cantilever (bastidores de brazos voladizos) ya sea sencillos o dobles como los mostrados en la figura 27. Estos también pueden ser utilizados para el almacenamiento de lámina metálica pero no es recomendable en este caso ya que el espesor del material es considerable y por ende también lo es su peso. Por lo tanto la lámina metálica deberá ser preferiblemente apilada en el suelo de acuerdo al tipo, frecuencia de uso y dimensiones de las mismas.

**Figura 27.** Cantilever sencillo y doble para almacenamiento de perfiles.



La gestión de almacenamiento deberá estar regida por métodos normalizados de recepción y despacho.

El control de existencias de materiales y suministros o manejo de inventario debe llevarse a cabo de una manera eficiente para efectos de contabilidad y control interno en los almacenes de planta. Para ello deberán de implementarse registros de control para los distintos ingresos y salidas de cada uno de los almacenes existentes en planta. De la misma manera, es necesario un formato de requerimiento de materiales para su respectivo despacho.

Para el manejo físico debe crearse un sistema de control administrativo que debe encargarse de lo siguiente:

- Documentación de la recepción de materiales para fines contables.
- Verificación de la calidad y cantidad de los bienes recibidos.
- Ubicación en su lugar de todos los bienes de almacenamiento.
- Actualización de los registros de inventario.
- Notificación de los embarques al departamento de contabilidad para que se realice la facturación.

La recepción cuantitativa tendrá por objeto verificar las cantidades recibidas y comprobar que son iguales a las señaladas en la nota de entrega. Se efectuarán las verificaciones, ya sea contando pieza por pieza las mercaderías recibidas en número de unidades, o bien, por mediciones que permitirán las verificaciones dimensionales de identificación. Para efectos de normalización de procedimientos, el receptor cuantitativo:

- No otorgará su aprobación (firma) sin un control severo de lo recibido.
- Deberá utilizar los medios de medición adecuados (básculas, elementos de metraje, etc.).
- Estar presente en las descargas o entregas.
- Recibir y leer atentamente las notas de entrega.
- Completar los formatos ideados para el control.
- No establecer familiaridad, más allá de lo necesario, con quienes entregan mercaderías.

Una vez efectuada la recepción física, el receptor completa el formato de recepción, el cual debe extenderse, al menos, en tres ejemplares:

- El original, que servirá para el pago de la factura.
- El duplicado, para ingresar el material en existencia.

- El triplicado, que permanecerá en recepción como parte del control de almacenes.

En general, el documento deberá contener:

- Fecha de recepción.
- Número de la recepción (es conveniente que el formato esté prenumerado).
- Nombre del pedido y del suministrador.
- Cantidad Recibida.
- Descripción del artículo y el código o nomenclatura asignado.

Una vez realizada la verificación cuantitativa de los materiales recibidos, es necesario comprobar si cualitativamente, también están de acuerdo con las normas de calidad especificadas en el pedido.

El receptor deberá disponer de los equipos de comprobación necesarios: aparatos de medida, calibres y, eventualmente, aparatos de ensayo.

Así mismo, el almacén deberá efectuar los despachos necesarios al sistema de producción.

Las piezas y demás materiales deberán ser entregadas directamente a los encargados del área en que serán empleados dándoles en el momento la salida correspondiente. Las salidas se realizan a través de un “vale de salida”, generalmente en tres ejemplares:

- Original, que sirve de respaldo al almacén.
- Duplicado, para contabilidad.

- Triplicado, para el demandante.

En general, el vale de salida es un documento utilizado para la gestión de stocks y para la contabilización de materiales. La información necesaria para la gestión de stocks, incluye aspectos tales como:

- Nombre del peticionario.
- Fecha.
- Descripción del artículo.
- Unidad de medida.
- Cantidad pedida.
- Cantidad servida.

En la figura 28 pueden apreciarse los formatos propuestos para el control de entradas y salidas de los almacenes.

**Figura 28.** Formatos para las entradas y salidas a los almacenes

| Vale de Recepción    |                  |          |                | No.           |                 |
|----------------------|------------------|----------|----------------|---------------|-----------------|
| Pedido / Requisición |                  |          | Proveedor      |               | Fecha Recepción |
| Fecha                |                  | Número   |                |               |                 |
|                      |                  |          |                |               |                 |
| Item                 | Unidad de Medida | Cantidad | Descripción    | Observaciones |                 |
|                      |                  |          |                |               |                 |
|                      |                  |          |                |               |                 |
|                      |                  |          |                |               |                 |
|                      |                  |          |                |               |                 |
| Nombre Receptor      |                  |          | Firma Receptor |               |                 |
|                      |                  |          |                |               |                 |



**Figura 28 (continuación).** Formatos para las entradas y salidas a los almacenes

| Vale de Salida        |                  |             |                      |                                  | No.              |
|-----------------------|------------------|-------------|----------------------|----------------------------------|------------------|
| Peticionario:         |                  |             |                      |                                  |                  |
| Departamento:         |                  |             |                      |                                  |                  |
| Item                  | Unidad de Medida | Descripción | Cantidad Entregada   | Proyecto (Orden de Producción #) | Fecha de Entrega |
|                       |                  |             |                      |                                  |                  |
|                       |                  |             |                      |                                  |                  |
|                       |                  |             |                      |                                  |                  |
|                       |                  |             |                      |                                  |                  |
| Nombre de Despachador |                  |             | Firma de Despachador |                                  |                  |
|                       |                  |             |                      |                                  |                  |
| Nombre de Receptor    |                  |             | Firma de Receptor    |                                  |                  |
|                       |                  |             |                      |                                  |                  |

Tal y como se puede apreciar, las labores incluidas en el almacenaje requieren del uso de documentos para efectos de información y control.

Otra opción que se presentan comúnmente para centralizar o sistematizar la información son:

- Ficha de estante o casillero: este documento va colgado o adosado (con un soporte que permita su movilidad), en el lugar donde se encuentra almacenado el artículo (casillero y/o estantería). Se debe de tomar en cuenta que una vez realizada una transacción, inmediatamente se procede a efectuar su registro. Esta debe de contener al menos la siguiente información:
  - Fecha de entrada, salida o ajuste.

- Tipo y número de documento que origina la entrada (vale de recepción, etc.) o la salida (vale de salida, etc.).
- Cantidad entrada o salida.
- Saldo.
- Fecha de último recuento o toma de inventario.
- Firma de quien registró el movimiento.

Es recomendable también que a la fuente de soldadura Millar Dialarc se le adhieran ruedas pequeñas sobre alguna base o tarima para su manejo y movimiento ya que actualmente se generan gastos de combustible al hacer uso del montacargas para trasladar este equipo.

El manejo de materiales, por las funciones o tareas que comprende, tiene una importante incidencia en la cantidad de accidentes que producen daño a los materiales, pérdida de tiempo y lesiones a los trabajadores.

En general, la ocurrencia de estos accidentes se debe a: Condiciones inseguras y/o a actos inseguros, y el tema en sí será tratado en la sección pertinente.

#### **4.1.8 Mejoras respecto a la distribución en planta**

Se puede definir la distribución en planta como la ubicación de las distintas máquinas, puestos de trabajo, áreas de servicio al cliente, almacenes, oficinas, zonas de descanso, pasillos, flujos de materiales y personas, etc. dentro de los edificios de la empresa de forma que se consiga el mejor funcionamiento de las instalaciones.

En la práctica, el producto deberá ser transformado en módulos lo suficientemente grandes con ubicaciones únicas, y luego los módulos completos se reúnen para su ensamble final haciendo uso de los elementos adecuados para tal tarea.

Los componentes individuales que forman el producto se elaborarán en departamentos donde el equipo se dispondrá según su función o tipo. A este arreglo se le llama disposición de proceso. Es el que mejor se adecua al tipo de producción de la empresa pues considera la fabricación de un tipo de producto básico, pero con múltiples variaciones posibles.

El torno estará en un departamento, la fresadora en otro, etc. Las diferentes partes que requiere cada sucesión diferente de operaciones se mueven a través de los departamentos de acuerdo con el orden particular necesario que se requiere para su proceso, manufacturando en lotes generalmente. La disposición del proceso es notable por su flexibilidad, puede acomodar una gran variedad de secuencias distintas de operación para las diferentes configuraciones de las partes del producto.

La distribución en planta deberá adaptarse a los principios básicos que se relacionan con el método.

Principio de la satisfacción y de la seguridad. A igualdad de condiciones, será siempre más efectiva la distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los trabajadores.

- Principio de la integración de conjunto: La mejor distribución es la que integra a los hombres, materiales, maquinaria, actividades auxiliares y

cualquier otro factor, de modo que resulte el compromiso mejor entre todas estas partes.

- Principio de la mínima distancia recorrida: a igualdad de condiciones, es siempre mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer por el material sea la menor posible.
- Principio de la circulación o flujo de materiales: en igualdad de condiciones, es mejor aquella distribución que ordene las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso esté en el mismo orden o secuencia en que se transformen, tratan o montan los materiales.
- Principio del espacio cúbico: la economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto en horizontal como en vertical.
- Principio de la flexibilidad: a igualdad de condiciones será siempre más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costo o inconvenientes.

En las distribuciones por procesos puede distinguirse que las operaciones del mismo tipo se realizan dentro del mismo sector.

- Proceso de trabajo: los puestos de trabajo se sitúan por funciones homónimas. En algunas secciones los puestos de trabajo son iguales y en otras, tienen alguna característica que las diferencia unos de otros.

- Material en curso de fabricación: el material se desplaza entre puestos diferentes dentro de una misma sección o desde una sección a la siguiente que le corresponda.
- Versatilidad: es muy versátil. Siendo posible fabricar en ella cualquier elemento con las limitaciones inherentes a la propia instalación. Es la distribución más adecuada para la fabricación intermitente o bajo pedido, facilitándose la programación de los puestos de trabajo al máximo de carga posible.
- Continuidad de funcionamiento: cada fase de trabajo se programa para el puesto más adecuado. Una avería producida en un puesto no incide en el funcionamiento de los restantes, por lo que no se causan retrasos acusados en la fabricación.
- Incentivo: el incentivo logrado por cada operario deberá ser únicamente función de su rendimiento personal.
- Cualificación de la mano de obra: al ser casi nulos, el automatismo y la repetición de actividades, se requiere mano de obra muy cualificada.

En realidad lo que se pretende con la distribución en planta de la empresa sujeta a estudio supone desarrollar un sistema de agrupación de los componentes que forman parte de los productos fabricados por la organización. Así es posible:

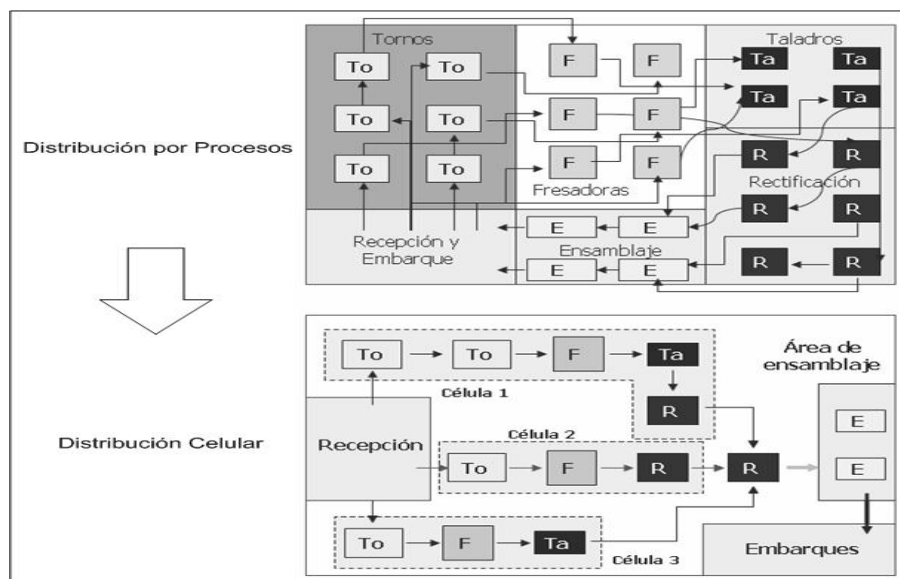
- Simplificar la determinación de la ruta de cada parte a lo largo del proceso.
- Reducir el número de componentes a diseñar.

- Agrupar las partes con características similares en familias, lo que facilita procesos estándares más eficientes.
- Asignar cada familia de piezas a distintas células de fabricación.

De esta manera se encaminará la distribución hacia el enfoque de manufactura denominado “tecnología de grupos” o “grupos tecnológicos” en el que se identifican y agrupan partes similares para aprovechar sus similitudes en el diseño y en la producción.

Es así que las estaciones se agrupan en células que funcionan como islas de distribución por productos en medio de una distribución por procesos en toda la planta. Cada célula fabrica una familia de componentes que requiere operaciones similares. Se procura que estas agrupaciones tengan formas cerradas con el fin de minimizar recorridos y movimientos. Es así que se establecerá entonces una Distribución de tipo Celular como se ejemplifica en la figura 29.

**Figura 29.** Ejemplificación de la distribución por procesos y distribución celular



Algunos beneficios que se pueden considerar factibles con la implementación de esta distribución serán:

- Mejores relaciones humanas (equipos de trabajo).
- Mejores habilidades de los Operarios (Número limitado de partes, curva de experiencia).
- Menos inventarios en proceso y menos manejo de material (se combinan varias etapas del proceso de producción).
- Organización de la producción más rápida.
- Aumento de la seguridad en planta.

Las áreas de ensamble de cada uno de los tres componentes que conforman el producto constituirán una célula de trabajo. Además el área del molde será a la vez una sección de ensamblaje ya que los corazones deben unirse a este componente una vez el cajón interno esté terminado.

La decisión clave a tomar para establecer la distribución será la disposición relativa de los diversos talleres. Para adoptar dicha decisión se seguirá fundamentalmente la satisfacción de criterios tales como disminuir las distancias a recorrer y el coste del manejo de materiales, procurando así aumentar la eficiencia de las operaciones.

La distribución en planta de la empresa se establecerá a través de la planeación sistemática de Muther.

El primer paso de esta metodología consiste en establecer las relaciones entre las diferentes áreas y se grafican en una forma especial llamada gráfica de relaciones. Una relación es un grado relativo de cercanía, deseada o

requerida entre distintas actividades, áreas o departamentos. De igual manera, la relación puede venir dada de manera más cualitativa por las interacciones funcionales o la información subjetiva. La tabla VI muestra los valores de las relaciones en una escala de 4 a -1, basado en las vocales que definen la relación.

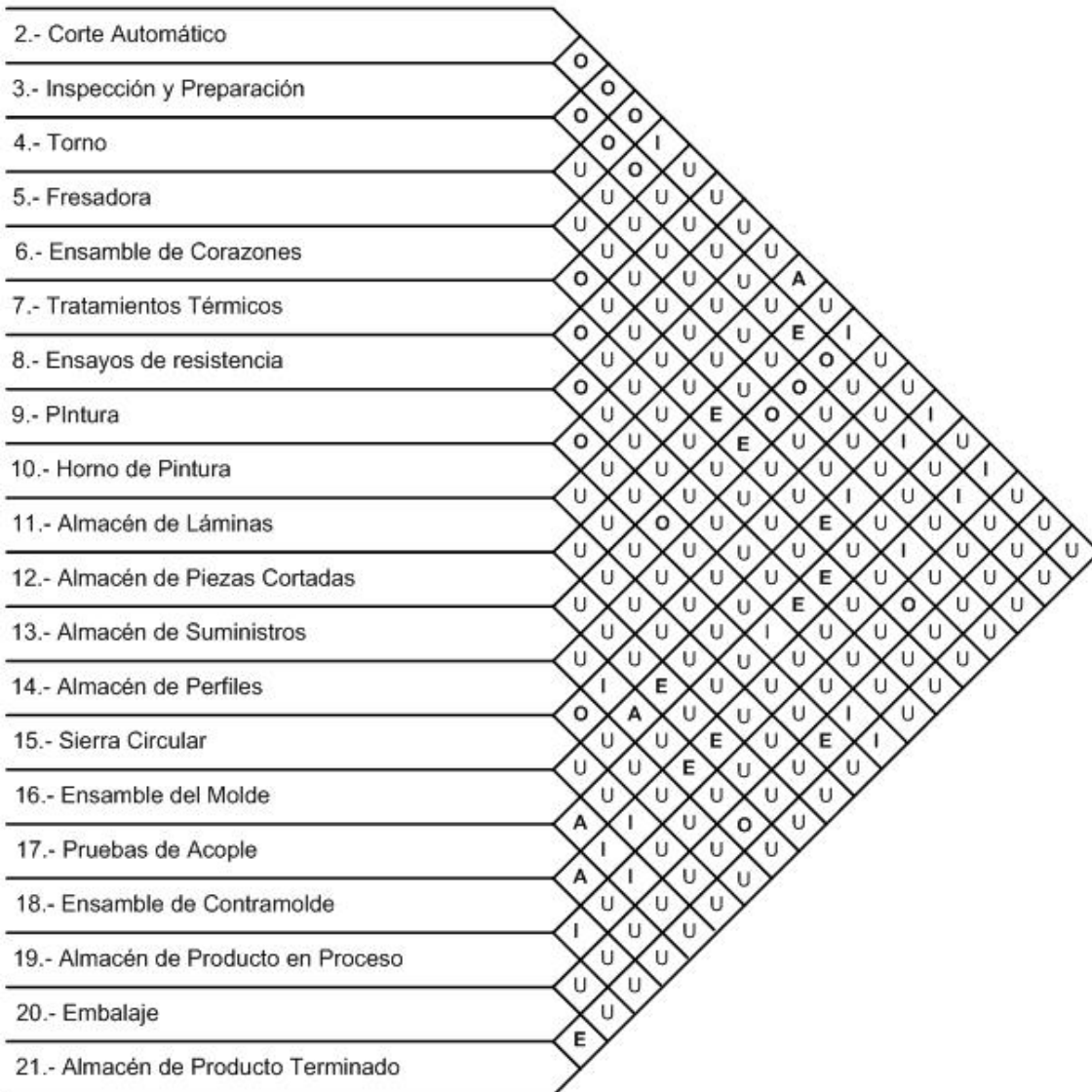
**Tabla VI.** Calificación de Relaciones

| Relación                 | Calificación de Cercanía | Valor | Líneas de Diagrama |
|--------------------------|--------------------------|-------|--------------------|
| Absolutamente Necesaria  | A                        | 4     | =====              |
| Especialmente Importante | E                        | 3     | =====<br>=====     |
| Importante               | I                        | 2     | =====              |
| Ordinario                | O                        | 1     | =====              |
| No Importante            | U                        | 0     |                    |
| No deseable              | X                        | - 1   | ^ ^ ^ ^ ^          |

De esta manera se puede establecer el diagrama de relaciones pertinente entre las distintas áreas que conformarán el espacio físico de la planta. En la figura 30 se aprecia dicho diagrama.



**Figura 30.** Diagrama de relaciones entre actividades



En segundo lugar, es necesario conocer los requerimientos de espacio de cada área de trabajo.

Para el área de corte automático se establecerá un área de 6m por 6m abarcando el espacio necesario para que el operario se movilice alrededor de la

máquina, así como un armario de herramientas y suministros adecuados al equipo.

La sección destinada a la inspección y preparación de piezas podrá tener un área de 3.15m por 6m en cuyo espacio se incluye un banco o mesa de trabajo tipo 1. Así mismo, esta área será ocupada por el operario de la cortadora automática cuando tenga que dedicarse a actividades de ensamble, para lo cual también se integrará en dicha sección una mesa de trabajo tipo 2 y una máquina soldadora Millermatic 251, además de su respectivo armario de herramientas.

La sección destinada al torno y la fresadora abarcarán un área de 8.96m por 6m de manera equitativa tomando en consideración los largos de bancada de cada máquina, el espacio destinado al armario de utensilios en función del equipo y el sector en el cual se movilizará el operario.

El ensamble de Corazones se llevará a cabo en un espacio de 11.58m por 6m de acuerdo a las necesidades de 4 operarios cuyo sector de trabajo deberá contar con dos mesas de trabajo tipo 2, una plegadora, una mesa de trabajo tipo 1, dos máquinas soldadoras Millermatic 251, un armario de herramientas y una estantería para el almacenamiento de componentes en proceso.

El ensamble del contramolde y el molde se llevarán a cabo en dos áreas de iguales dimensiones en cuyo espacio podremos encontrar 1 máquina soldadora Millermatic, 1 armario de herramientas, 2 pulidoras, una mesa de trabajo tipo 1 y otra tipo 2.

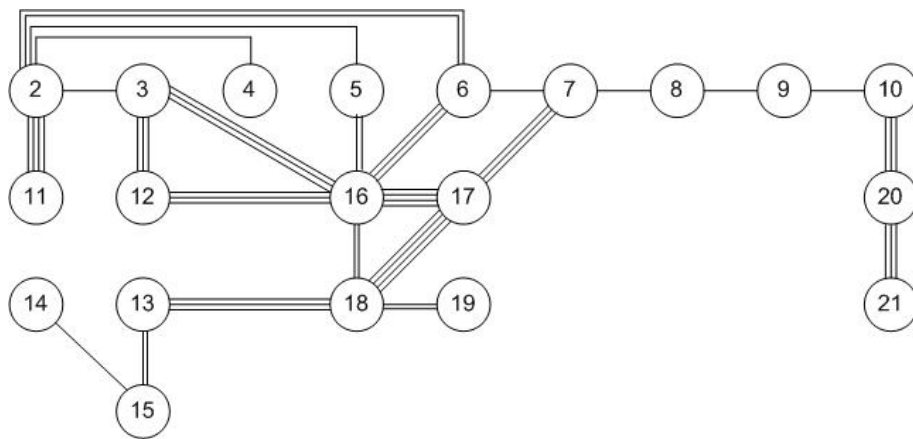
Los requerimientos de las secciones mencionadas y las demás secciones se resumen en la tabla que a continuación se presenta.

**Tabla VII.** Requerimientos de espacio por sección

| Sección  | Máquinas                    | Armarios | Estantería | Máquinas Herramientas                      | Mesas de Trabajo         | Área (m)                    |
|----------|-----------------------------|----------|------------|--|--------------------------|-----------------------------|
| 2        | 1 Cortadora                 | 1        | --         | --   | --                       | 6.00 x 6.00                 |
| 3        | --                          | 1        | --         | 2 Pulidoras<br>1 Soldadora<br>Millermatic  | Tipo 1<br>Tipo 2         | 3.15 x 6.00                 |
| 4, 5     | 1 Torno<br>1 Fresadora      | 2        | 2          | --   | --                       | 4.48 x 6.00<br>(cada área)  |
| 6        | 1 Plegadora                 | 2        | 1          | 2 Soldadoras<br>Millermatic<br>4 pulidoras | Dos Tipo 1<br>Una Tipo 2 | 11.58 x 6.00                |
| 7, 9, 10 | 2 Hornos                    | 2        | --         | 2 Pistolas de<br>Aspersión                 | --                       | 3.50 x 6.00<br>(cada área)  |
| 8        | Máquina<br>Vibrocompresora  | 1        | --         | --   | Tipo 3                   | 5.00 x 6.00                 |
| 11       | --                          | --       | --         | --   | --                       | 10.09 x 10.09               |
| 12       | --                          | --       | 2          | --   | --                       | 4.00 x 2.00                 |
| 13       | --                          | --       | 3          | --   | Tipo 3                   | 6.09 x 2.00                 |
| 14       | --                          | --       | 1          | --   | --                       | 10.09 x 2.00                |
| 15       | Sierra Circular             | 1        | --         | --   | Tipo 3                   | 2.00 x 2.00                 |
| 16, 18   | 2 Soldadoras<br>Millermatic | 2        | --         | 2 pulidoras                                | Dos Tipo 1<br>Dos Tipo 2 | 13.50 x 6.05<br>(cada área) |
| 17, 19   | Máquina<br>Vibrocompresora  | 1        | --         | --   | Tipo 3                   | 6.05 x 5.00<br>(cada área)  |
| 20       | --                          | 1        | --         | --   | --                       | 3.05 x 4.06                 |
| 21       | --                          | --       | --         | --   | --                       | 9.04 x 4.6                  |

Como tercer paso de la metodología se dibuja una representación visual de las distintas actividades. Se inicia por las relaciones absolutamente importantes (A) utilizando cuatro líneas paralelas cortas para unir las dos áreas. Este proceso continúa con las demás relaciones, aumentando el largo de las líneas e intentando evitar cruces y confusiones. La figura 31 muestra dicha gráfica, en la cual se colocaron las relaciones más importantes ya que existen factores que impiden manejar la disposición de áreas de manera adecuada como por ejemplo lo es el hecho de que la cortadora está ensamblada al suelo, haciendo su posición dentro de la planta totalmente fija y de igual manera la importancia de la cercanía entre ciertas áreas unas de otras.

**Figura 31.** Diagrama de la disposición propuesta



Por último, las relaciones y diagramas realizados se plasman a escala y se establecen las modificaciones pertinentes. A continuación en la figura 32 se muestra el layout final propuesto. En la figura 33 se muestran los recorridos que se creen serán funcionales con la implementación del mismo.

**Figura 32. Layout propuesto**

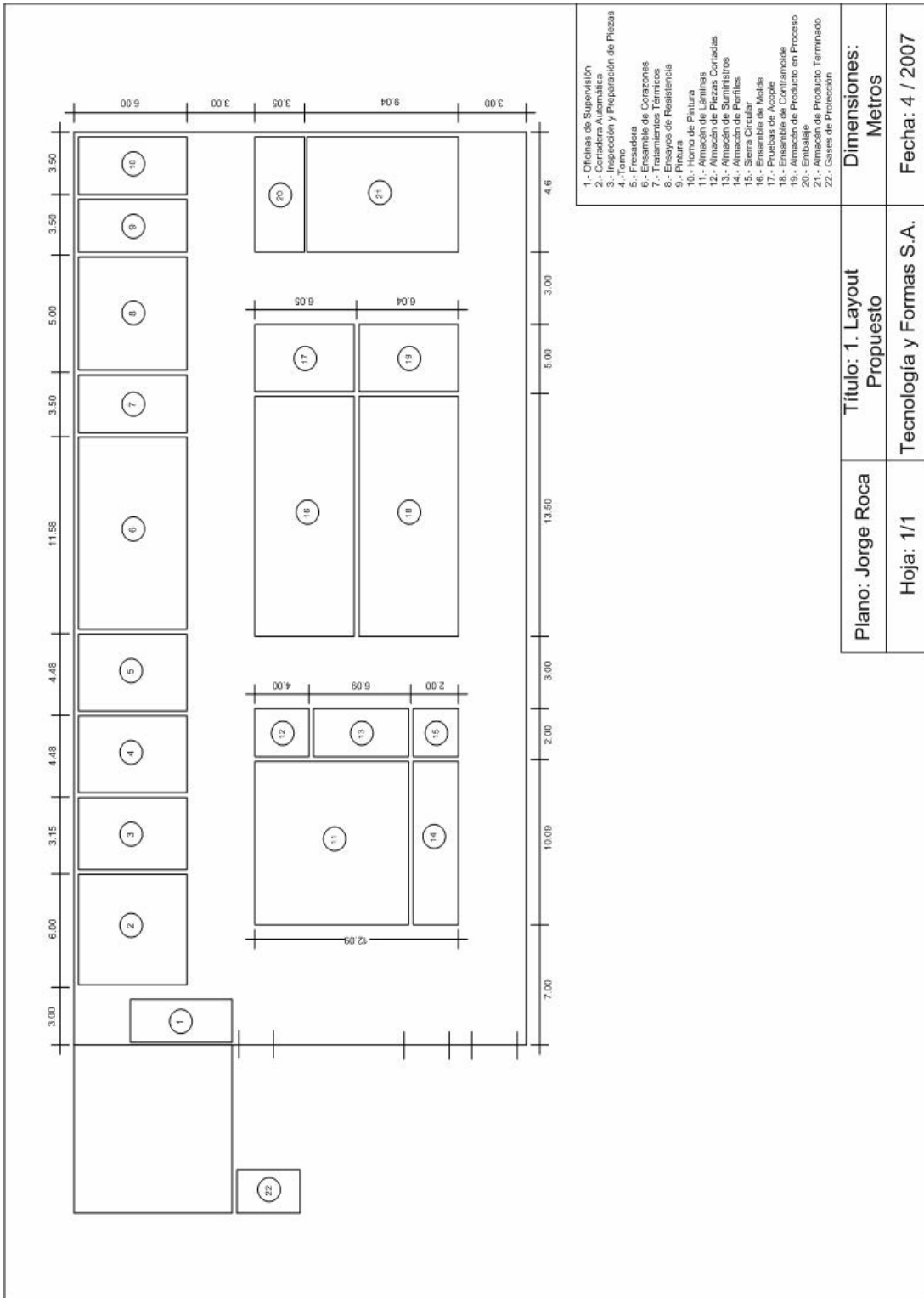
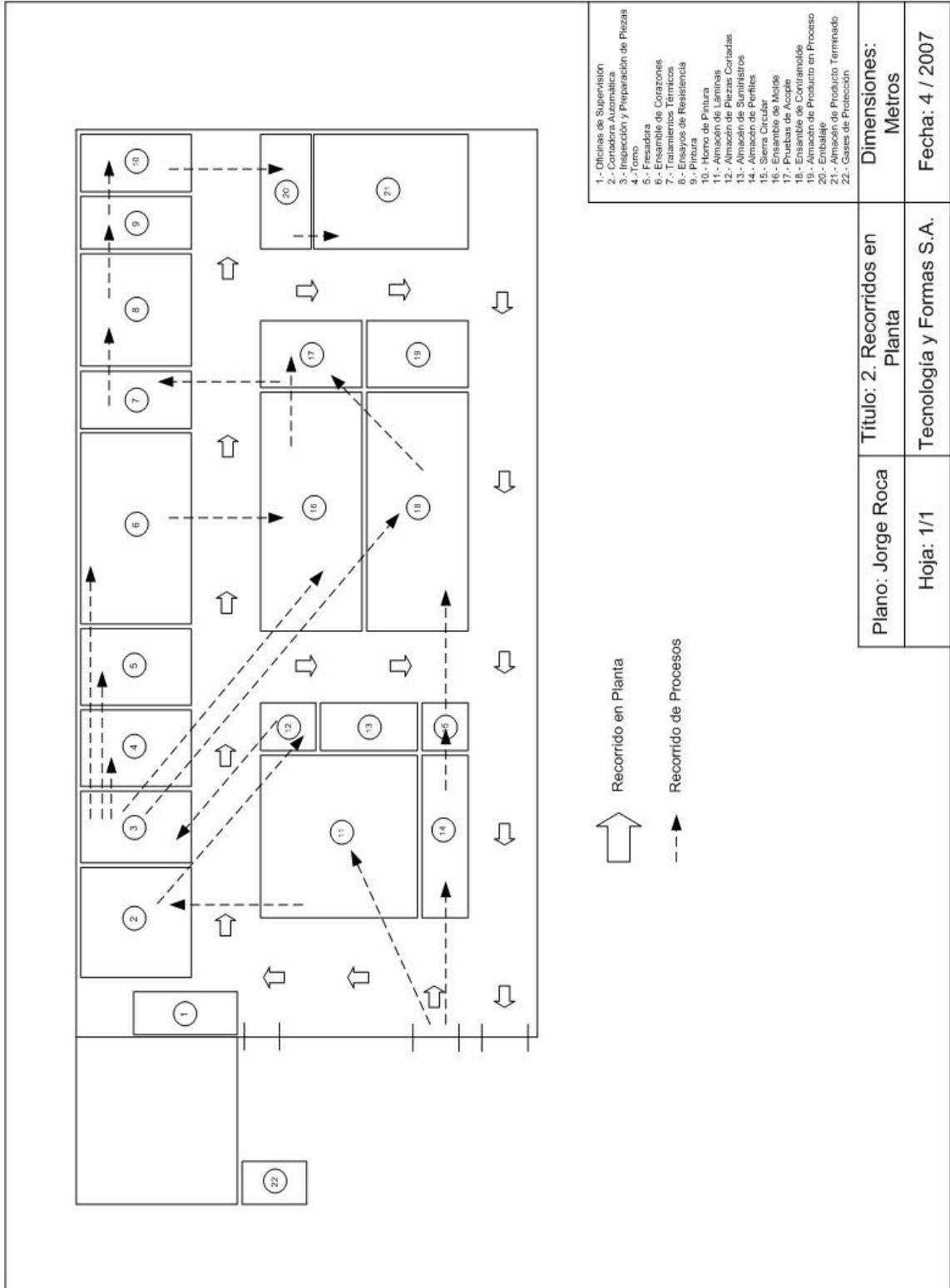
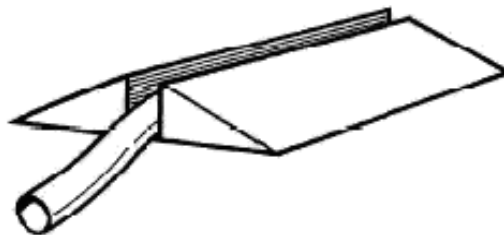


Figura 33. Diagrama de recorridos en planta



Es así que se hace necesaria la instalación de nuevas conexiones eléctricas para que de esta manera no haya cables ni conductores que obstruyan los pasillos como en la actualidad ocurre. De no poder realizarse esto de manera pronta, se propone la implementación de sistemas de protección de cables para que no existan riesgos de accidente por tropiezos o daños al equipo por atrapamientos de los cables entre el suelo y los tenedores del montacargas. Estos sistemas de protección de cables pueden bien estar elaborados de material que resista el paso de transporte por sobre este o bien abrir un canal estrecho en el piso de la planta para que por estos pasen los cables eléctricos como se ve en la figura 34. Los conductores deben estar situados en alto o recubiertos para no tropezar con ellos.

**Figura 34.** Sistema de protección de cables situados sobre el suelo en zona de paso

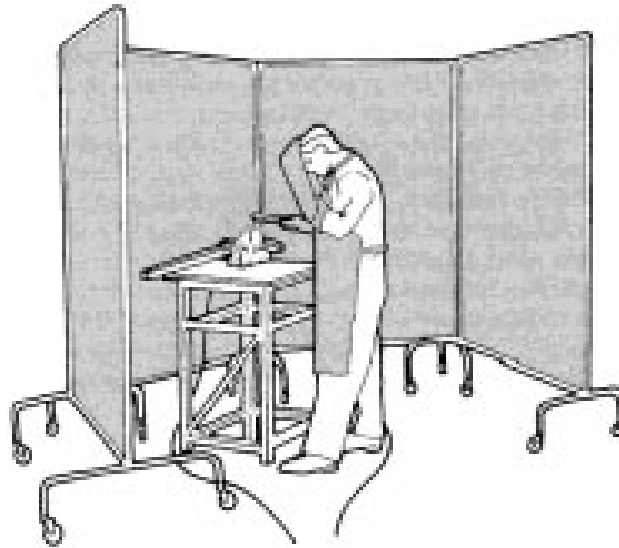


Es conveniente adoptar un sistema de circulación en un solo sentido como se muestra en la figura 33, para de esta manera evitar accidentes.

Se deben utilizar mamparas de separación de puestos de trabajo para proteger al resto de operarios. El material debe estar hecho de un material opaco o translúcido robusto. La parte inferior debe estar al menos a 50cm del suelo para facilitar la ventilación. Estas mamparas obstruirán el chisporroteo generado por operaciones de desbaste con pulidoras o amoladoras y evitarán

radiaciones ultravioletas y luminosas que puedan afectar a los demás operarios en la planta. La figura 35 muestra la estructura descrita.

**Figura 35.** Mampara de separación



Para que los operarios lleven a cabo las tareas que se les asignen, estos deberán contar con los bancos de trabajo que sean convenientes y el espacio suficiente para operar el equipo y manipular la materia prima sin dificultades dentro de las instalaciones. Con la distribución propuesta se espera que las actividades laborales se ejecuten de manera ininterrumpida y eficiente.

Dentro del puesto de trabajo se debe encontrar la máquina herramienta con los dispositivos, herramientas y utensilios, la documentación técnica (instrucciones, manuales, tablas auxiliares, planes de proceso, órdenes de trabajo, etc.) y demás objetos y materiales que le son inherentes a las tareas de los operarios en cada área. Además, cada estación deberá contar con un depósito en el cual se almacenará todo aquel material de desperdicio que sobre tras la aplicación de cualquier proceso implicado en la fabricación del producto.



Todo el utillaje que se deba tener en el lugar de trabajo se deberá elegir en función de los trabajos a realizar, el tipo de máquina herramienta y la forma de administración de las herramientas que tenga la empresa. El resto deberá permanecer en almacén respectivo. En el sitio de trabajo no debe haber nada que no se vaya a utilizar para la fabricación. Cada uno de los objetos debe tener su lugar permanente y aquellos que se utilicen más frecuentemente deben estar en los lugares más próximos y cómodos. La organización del lugar de trabajo influye directamente en la reducción de tiempo auxiliar que se gasta en cumplir con las operaciones de producción. El mantenimiento en orden del lugar de trabajo asegura la conservación del equipo en condiciones óptimas para funcionar sin fallas y con un buen rendimiento.

El proceso de pintura requiere de un lugar especialmente dedicado a realizar dicha labor, por lo cual se recomienda la instalación de una cabina de pintura lo suficientemente grande que permita el manejo de los componentes que se pretenda pintar. Es importante que cuente con los sistemas de sujeción adecuados para poder realizar el proceso de forma correcta. En relación a los productos que se han fabricado anteriormente dentro de la empresa, de acuerdo a indicaciones del departamento ingeniería, las dimensiones de dichos producto son menores a los 3 metros de longitud y 2 metros de altura, siendo éste el producto terminado o las partes del mismo para enviar y montar posteriormente. De tal manera, considerando los datos anteriores, se recomienda que el tamaño de la cabina de pintura sea al menos de 6 metros de largo por 3 de ancho y 5 de altura. De esta forma se asegura que las partes que vayan a ser sometidas a este proceso entren en ella y puedan ser manipuladas durante la aplicación del proceso.

Para prevenir los efectos de la toxicidad, flamabilidad, explosividad, etc., es necesario que la cabina de pintura cuente con el equipo de prevención

apropiado, como sopladores, ventiladores, extractores, filtros, drenaje, etc., de tal forma que los efectos nocivos se reduzcan lo mayormente posible.

Dentro de la cabina de pintura se pueden llegar a concentrar gases que pueden ser inflamables o explosivos, por lo tanto, no debe haber ninguna fuente de calor considerable puesto que al aplicar el spray puede ser muy riesgoso.

Por ningún motivo debe estar demasiado cerca del lugar de aplicación de la soldadura. Se recomienda que este tipo de operaciones se encuentren por lo a varios metros de distancia, o en su defecto, que nunca se efectúen ambas operaciones de forma simultánea. Por demás está decir que debe estar prohibido fumar dentro de la planta.

La circulación y el filtrado del aire dentro de la cabina de pintura es parte fundamental. Se debe contar con un sistema de ventilación y filtrado del aire capaz de controlar la concentración de vapores tóxicos dentro de la cabina de pintura a fin de disminuir riesgos de explosión. Es recomendado que la concentración de vapores no exceda la cuarta parte del 1% del volumen total de aire contenido en la cabina de pintura. En la tabla a continuación se puede apreciar las recomendaciones de ventilación para diferentes volúmenes de capacidad de aire en espacios cerrados.

De acuerdo a la tabla VIII y considerando un volumen aproximado de 90 m<sup>3</sup> (3175.88 pie<sup>3</sup>) dentro de la cabina de pintura, se recomienda tomar en cuenta los datos pertenecientes a la tercera fila (25,000) para diseñar el sistema de ventilación de la cabina.

Un dato muy importante a considerar es que casi todos los vapores son más pesados que el aire y por lo tanto, tienden a situarse en la parte más baja

de la cabina. De esta manera, se requiere en dicha cabina un correcto sistema de ductos para evacuar los vapores tóxicos. Estos, a su vez, deben ser filtrados antes de ser expulsados a la atmósfera.

**Tabla VIII.** Ventilación recomendada para determinados volúmenes

| Size of Tank | Volume in Cubic Feet | Cubic Feet of Solvent Vapor to Make 1% by Volume | Gals Coating Used to Make 1% by Volume of Solvent Vapor in Air | Air Changes per Hour Needed to Keep Solvent to 1% by Volume | Gallons of Coating Sprayed in One Hour | Minutes Required to Change Air to Keep Solvent to 1% by Volume | Recommended Suction Fan to Keep the Air Far Below Any Explosive Limit (Cu Ft per Minute) | Recommended Changes of Air in Minutes to Keep Solvent Fumes Far Below Explosive Limit |
|--------------|----------------------|--|--|---|--|--|--|---|
| 5,000 gals   | 668                  | 6.7  | .26  | 19.30   | 5                                      | 3  | 1,000  | 40 seconds  |
| 10,000 gals  | 1,336                | 13.4   | .52  | 9.60  | 5                                      | 6  | 2,000  | 40 seconds  |
| 25,000 gals  | 3,342                | 33.4   | 1.30   | 3.80  | 10                                     | 8  | 2,000  | 1.7 minutes   |
| 50,000 gals  | 6,684                | 66.8   | 2.60   | 3.80  | 10                                     | 16   | 3,000  | 2.2 minutes   |
| 100,000 gals | 13,378               | 133.6  | 5.20   | 1.90  | 10                                     | 31   | 5,000  | 2.7 minutes   |
| 250,000 gals | 33,420               | 334.2  | 13.00  | 0.77  | 20                                     | 40   | 10,000   | 3.3 minutes   |
| 400,000 gals | 53,500               | 535.0  | 20.80  | 0.48  | 20                                     | 62   | 10,000   | 5.4 minutes   |
| 13,500 bbls  | 75,800               | 758.0  | 39.40  | 0.34  | 50                                     | 35   | 25,000   | 3.0 minutes   |
| 27,000 bbls  | 151,600              | 1516.0   | 58.80  | 0.26  | 50                                     | 70   | 35,000   | 4.3 minutes   |
| 50,000 bbls  | 280,000              | 2800.0   | 108.30   | 0.14  | 50                                     | 130  | 50,000   | 5.6 minutes   |

#### 4.1.9 Mejoras respecto a las condiciones de trabajo

El equipo de seguridad que proporciona la empresa satisface las necesidades de protección para el personal productivo, aunque hace falta hacer conciencia en ellos sobre la importancia de su uso ya que muchas veces por las

molestias que les provoca, estos prefieren dejar de lado las pautas de seguridad, anteponiendo su comodidad.

Deberán por lo tanto existir sanciones y llamadas de atención para aquellos miembros del personal que no cumplan con las medidas de protección por lo que una vez más se enfatiza en la supervisión constante dentro de la planta.

En cuanto a la protección contra el ruido que es uno de los efectos ambientales que más pueden afectar a los operarios además de otros provocados por el proceso de soldadura se recomienda que a todos los miembros del personal operativo se les brinde orejeras ya que estas logran mermar el ruido en niveles de hasta 30db.

Otro aspecto que influye bastante tanto en la salud del operario como en la funcionalidad del equipo es el polvo metálico que se genera en las operaciones de corte automático por plasma. La empresa ha implementado un sistema de riego sobre la lámina que está siendo cortada la cual reduce de manera considerable la generación del polvo contaminante, mermando así las condiciones inadecuadas de trabajo.

Otro aspecto que debe ser tomado en consideración es el caso de los procesos de soldadura y corte, en los cuales al momento de ser aplicados existe desprendimiento de gases y la emisión de radiación, que suele dañar la vista del ser humano, por lo cual no se debe trabajar cerca del área de aplicación mientras se realiza uno u otro proceso.

El uso de bancos de trabajo para los procesos de desbaste, corte manual y soldadura es muy importante ya que muchas veces se emplean dispositivos o

métodos de sujeción para tener un mejor control de las piezas durante la aplicación de dichos procesos. A pesar de la estrecha relación entre estos procesos, el desarrollo de estos debe llevarse a cabo en diferentes áreas debido a que el personal se ve afectado durante la aplicación de uno u otro al mismo tiempo.

Para la aplicación de dichos procesos es necesario hacer uso de protecciones o casetas ya que en cada uno de los casos, algunas veces dependiendo del tipo de proceso, existe el desprendimiento de partículas metálicas que contaminan el ambiente y afectan al personal que labora en las áreas circundantes.

Una de las tareas que más se desarrolla en los procesos de ensamble con soldadura es el biselado de platinas y láminas. Para tal actividad se puede implementar una prensa ergonómica auxiliar que se puede adaptar a la estatura del operario con la ayuda de un tornillo, mejorando así las condiciones de trabajo.

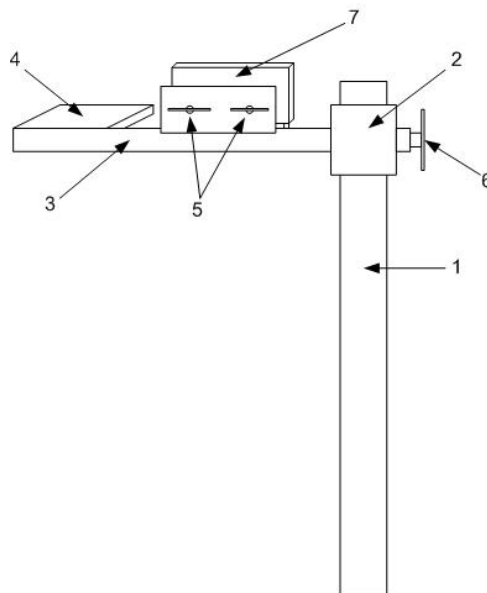
La prensa para biselado de platinas y láminas se propone con base en la identificación de algunos factores de riesgo a los cuales están expuestos los trabajadores al efectuar operaciones de preparación del metal de base con la ayuda de la pulidora, pues los trabajadores en el área de ensamble poseen diferentes estaturas cuando lo normal es encontrar en todos los talleres, bancos y prensas para esmerilar a una misma altura sin la posibilidad de regular la misma de acuerdo a la estatura de los operarios.

Se espera que este nuevo instrumento para el esmerilado contribuya a la disminución de accidentes, y enfermedades ocupacionales como los lumbagos.

En la figura 36 se observa un esquema de la prensa propuesta, en la cual se podrán identificar los siguientes elementos:

1. Eje principal en tubo de 1.20m de altura.
2. Abrazadera principal.
3. Brazo móvil y deslizable de 60cm de longitud.
4. Mesa de trabajo para soldar o apoyar la pulidora.
5. 2 tornillos de 5/8" por 2" de largos con tuerca para sujetar la platina a biselar. En este sitio se puede también adaptar un tornillo de mesa y unirlo con soldadura a la estructura.
6. 1 tornillo de 3/4" por 2" con tuerca para el brazo deslizable
7. 3 platinas de 2" por 3/8" por 20cm de largo para elaborar la prensa. En este sitio se puede también adaptar un tornillo de mesa y unirlo con soldadura a la estructura.

**Figura 36.** Esquema de la prensa ergonómica auxiliar



También se cree necesario la implementación de un sistema adecuado de ventilación que reemplace adecuadamente el aire viciado del interior por aire fresco del exterior. El aire viciado comprende aquella concentración de agentes contaminantes, tales como polvo, humos, gases, vapores, etc. Así mismo, la ventilación será de suma importancia para llevar la temperatura del ambiente a niveles agradables para los operarios.

## **4.2 Implementación de manuales**

La implementación de manuales permitirá estandarizar y normalizar las actividades internas dentro del área de producción permitiendo también en un futuro realizar nuevos estudios de optimización con documentación previamente establecida.

### **4.2.1 Manual de Puestos y Funciones**

Este corresponde a un documento que se divide en los siguientes aspectos:

1. Descripción básica del cargo: el formato se encabeza describiendo el nombre del cargo, dependencia a la que pertenece y el cargo de su jefe inmediato.

2. Objetivo estratégico del cargo: en este punto se debe recalcar que la definición del objetivo debe ser concreta y que globalice en pocas palabras el grupo de funciones y responsabilidades del cargo.

3. Funciones básicas: en este numeral se deben incluir brevemente cada una de las funciones y responsabilidades básicas que describa adecuadamente los límites y la esencia del cargo.

Se debe tener en cuenta que en la descripción de las funciones básicas no se debe entrar en los detalles de “el como hacer para cumplir con las funciones”, ya que este es un tema tratado al detalle en el manual de procedimientos y formatos.

Es importante al describir las funciones y las responsabilidades de forma tal que el jefe de dicho empleado pueda tener una forma objetiva de medir el grado de cumplimiento de cada una de las funciones básicas al momento de la evaluación periódica del trabajador. Esto con el fin de que al entregarle sus funciones al empleado, podamos tener un método sencillo de control de gestión sobre el cargo, ya que al final de cada período al empleado se le pueda evaluar su desempeño lo mas objetivamente posible.

4. Personal relacionado con el cargo: en este ítem se parte de la ubicación del cargo dentro del organigrama de la empresa para determinar con que empleados o secciones debe interactuar para dar cumplimiento a sus funciones y responsabilidades asignadas.

Esta parte del formato también le permite al trabajador conocer la compañía y le da un panorama global del movimiento de la empresa entre sus diferentes secciones.



5. Perfil del Cargo: en este punto de la descripción del cargo, se refiere a cual sería el perfil óptimo o ideal del funcionario que debe ocupar un cargo. Se debe aclarar con respecto a la descripción del perfil de cargo que este se requiere para poder realizar una adecuada selección de personal. Si bien es cierto que es muy difícil encontrar un empleado que cumpla a cabalidad con el perfil óptimo establecido para un cargo, esto si nos puede servir de base para seleccionar el aspirante mas adecuado en el proceso de selección.

A continuación en la figura 37 se presenta un extracto del Manual de Puestos y Funciones para el departamento de Producción. Se recomienda contar con cuatro armadores en el área de ensamble de corazones, dos armadores con un asistente en el área de ensamble de moldes, un armador con un asistente en el área de ensamble de contramolde, dos pintores que también hagan la función de embaladores y/o de asistentes de ensamble, un operario de cortadora automática y un operario de fresadora.

**Figura 37. Manual de puestos y funciones**

|   |                                      |                |                            |
|---|--------------------------------------|----------------|----------------------------|
|   | <b>Manual de Puestos y Funciones</b> |                | <b>Código: MPF-PROD-01</b> |
|   | <b>Departamento de Producción</b>    |                | <b>Rev: 1</b>              |
|   | <b>Gerente de Producción</b>         |                | <b>Hoja: 1 / 2</b>         |
| <b>Nombre del Puesto:</b> <i>Gerente de Producción</i>  |                                      |                |                            |
| <b>Jefe Inmediato:</b> <i>Dirección Técnica, Dirección General</i>  |                                      |                |                            |
| <b>Descripción del Cargo:</b><br><br><i>Dirigir y organizar la marcha eficiente del departamento y la producción de moldes de alta calidad. El puesto requiere controlar el funcionamiento operativo y técnico de cada proceso involucrado en la fabricación, así como los aspectos administrativos y financieros pertinentes, impulsando y compatibilizando la estrategia y gestión diaria de las mismas con los intereses generales del grupo, de acuerdo a las políticas, plan estratégico y los presupuestos aprobados por la dirección general, con el fin de garantizar el cumplimiento de los objetivos de las unidades de la organización.</i>  |                                      |                |                            |
| <b>Perfil del Puesto:</b><br><br><i>Licenciado Universitario ó Ingeniería Superior. Experiencia en el campo de la industria metalmeccánica y conocimiento de ingeniería de procesos y líneas de ensamble. Formación general en el ámbito de administración. Habilidad para el manejo de personal y dirección de equipos. Orientado a resultados, a la mejora continua y a la calidad. Conocimientos de maquinaria y mantenimiento.</i>  |                                      |                |                            |
| <b>Funciones Específicas:</b><br><br><i>1.- Establecer las normas y estándares para regular las operaciones en los procesos.<br/>2.- Participar en el presupuesto anual de la Junta y elaborar los reportes requeridos para el sistema de gestión.<br/>3.- Planear, organizar y controlar las actividades de la Gerencia.<br/>4.- Formular metas y proponer acciones que permitan mejorar la eficiencia, calidad y capacidad de producción de moldes.<br/>5.- Elaborar y coordinar el programa de operación y mantenimiento de maquinaria y equipo.<br/>6.- Controlar y supervisar el suministro, uso y custodia del material, herramientas y equipos asignado al departamento.<br/>7.- Autorizar vales de salida, requisiciones de servicios y compras.<br/>8.- Revisar y autorizar la nómina semanal y quincenal.</i> |                                      |                |                            |
| <b>Control de Emisión</b>   |                                      |                |                            |
|   | <b>Elaboró</b>                       | <b>Recibió</b> | <b>Autorizó</b>            |
| Nombre  | Jorge Roca                           |                |                            |
| Firma   |                                      |                |                            |
| Fecha   | Enero 2007                           |                |                            |

## Continúa

|   |                                      |                |                            |
|---|--------------------------------------|----------------|----------------------------|
|   | <b>Manual de Puestos y Funciones</b> |                | <b>Código: MPF-PROD-01</b> |
|   | <b>Departamento de Producción</b>    |                | <b>Rev: 1</b>              |
|   | <b>Gerente de Producción</b>         |                | <b>Hoja: 2 / 2</b>         |
| <p>9.- Autorizar permisos y descansos de colaboradores directos.</p> <p>10.- Supervisar la aplicación de las políticas y sistemas de calidad, prevención de riesgos laborales y medio ambiente con el fin de garantizar el cumplimiento de la normativa interna y legal vigente, y salvaguardar los intereses sanitarios, y de seguridad personal de los trabajadores en el desempeño de sus funciones.</p> <p>11.- Crear y mantener un equipo humano comprometido con los objetivos de la empresa, fomentar el trabajo en equipo, aportar retroalimentación positiva y negativa, proporcionar los medios necesarios para que desarrollen su trabajo eficientemente con el fin de tener un equipo humano preparado y motivado.</p> <p>12.- Supervisar la labor realizada por parte del Supervisor de Producción y operarios en general, así como los principales ratios de gestión.</p> <p>13.- Aportar ideas que coadyuven a mejorar los procesos de producción y a incrementar la rentabilidad de la empresa.</p> <p>14.- Aportar soluciones efectivas a los problemas que pudieran suscitarse en el área de producción.</p> <p>15.- Planificar y Programar la producción tomando en consideración los recursos materiales, humanos, económicos y secuencia de los procesos a involucrar en la orden de trabajo.</p> <p>16.- Crear, mantener e intensificar relaciones de trabajo en el entorno de producción, resolviendo los conflictos interpersonales que se presenten y participando en la puesta en práctica de procedimientos de reclamaciones y disciplinarios.</p> |                                      |                |                            |
| <i>Competencias Conductuales: toma de decisión, creatividad, liderazgo, trabajo en equipo, orientación a resultados, proactividad</i>   |                                      |                |                            |
| <i>Actitudes: responsable, organizado, concentrado en su trabajo</i>  |                                      |                |                            |
| <i>Reporta a: dirección general, dirección técnica</i>  |                                      |                |                            |
| <i>Le reportan: supervisor de producción, operarios en general, asistente administrativo</i>  |                                      |                |                            |
| <i>Contactos Internos: dirección general, dirección técnica, subdirección técnica, ventas, diseño</i>   |                                      |                |                            |
| <b>Control de Emisión</b>   |                                      |                |                            |
|   | <b>Elaboró</b>                       | <b>Recibió</b> | <b>Autorizó</b>            |
| Nombre  | Jorge Roca                           |                |                            |
| Firma   |                                      |                |                            |
| Fecha   | Enero 2007                           |                |                            |

#### **4.2.2 Manual de procedimientos**

Es un instrumento de información en el cual se describen en forma secuencial y cronológica, las operaciones que deben seguirse para la realización de las funciones de una dependencia o varias de ellas.

El contar con un manual de procedimientos permite el logro de diversos objetivos, entre ellos:

- La reglamentación y uniformidad de los procedimientos.
- Instrumentar las políticas de la organización al establecer un método obligatorio para realizar las actividades futuras.
- El mejoramiento de los procedimientos de trabajo.

Mucha de la información generada en todo el análisis se integrará para generar el manual de procedimientos de fabricación de la empresa. Debido a que el proceso de ensamble de las diferentes estructuras es diversificado, se expondrá un procedimiento generalizado pero sin dejar de tomar en cuenta los aspectos característicos de cada proceso.

Gracias al establecimiento de procedimientos estándar será posible en un futuro el análisis de balance de líneas para distribuir de forma correcta la carga laboral entre las distintas estaciones y células de trabajo que se observan en la planta de producción. A continuación en la figura 38 se muestra el extracto de uno de los procedimientos generados; en este caso el de atención de órdenes de trabajo con su respectivo flujograma.

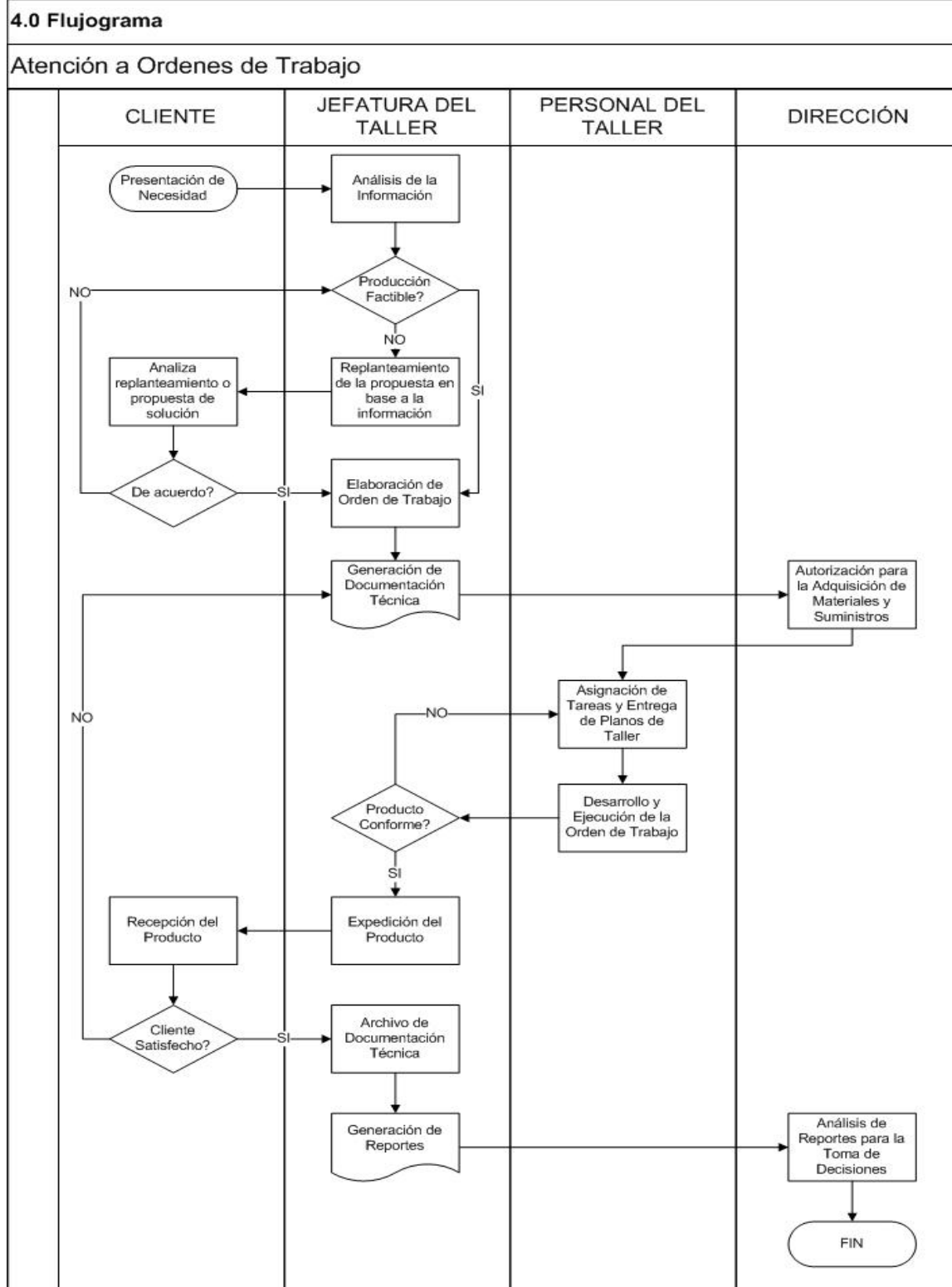
**Figura 38.** Manual procedimientos atención de órdenes de trabajo

|  |  |                         |                            |
|--|--|-------------------------|----------------------------|
|  | <b>Manual de Procedimientos</b>  |                         | <b>Código: MPR-PROD-00</b> |
|  | <b>Departamento de Producción</b>  |                         | <b>Rev: 1</b>              |
|  | <b>Atención a las Ordenes de Trabajo</b>   |                         | <b>Hoja: 1 / 2</b>         |
| <b>Descripción del Procedimiento</b>                             |  |                         |                            |
| <b>Secuencia de Etapas</b>                                       | <b>Actividad</b>   | <b>Área Responsable</b> |                            |
| 1.0 Presentación de la Necesidad                                 | Se realiza un pedido de fabricación en base a una necesidad dada.  | Cliente                 |                            |
| 2.0 Análisis de la Información                                   | La información pertinente a dicha necesidad se analiza para establecer la factibilidad de producción en base a la capacidad del taller.  | Jefatura de Taller      |                            |
| 3.0 Replanteamiento basado en la Información                     | De no contar con la capacidad para cubrir las especificaciones de dicha necesidad se replantea una propuesta factible.   | Jefatura de Taller      |                            |
| 4.0 Análisis de Propuesta  | Dicha propuesta es transmitida al cliente el cual la analiza para establecer si satisface ó no su necesidad.   | Cliente                 |                            |
| 5.0 Elaboración de Orden de Trabajo                              | De estar de acuerdo el cliente con la propuesta presentada, en cuyo caso contrario se replanteará otra propuesta hasta que el cliente esté conforme, se procederá en el acto a generar la orden de trabajo pertinente.   | Jefatura de Taller      |                            |
| 6.0 Generación de Documentación Técnica                          | Toda la documentación Técnica pertinente a la orden de trabajo como Planes de Proceso, Planos de Taller, Requerimientos de Material y Suministros, Análisis de Ingeniería, etc., se ejecutará en equipo por los departamentos de Diseño, Gerencia de Producción, Supervisión de Producción y Dirección Técnica de ser posible. | Jefatura de Taller      |                            |
| 7.0 Autorización para la Adquisición de Materiales y Suministros | La Dirección dará su autorización, tras la requisición de materiales que sean necesarios y que se hayan definido en la Documentación Técnica, para la cotización y adquisición de los elementos necesarios para la fabricación.  | Dirección               |                            |
| <b>Control de Emisión</b>  |  |                         |                            |
|  | <b>Elaboró</b>   | <b>Recibió</b>          | <b>Autorizó</b>            |
| Nombre   | Jorge Roca   |                         |                            |
| Firma  |  |                         |                            |
| Fecha  | Enero 2007   |                         |                            |

## Continúa

|  |  |                         |                     |
|--|--|-------------------------|---------------------|
|  | <b>Manual de Procedimientos</b>  |                         | Código: MPR-PROD-00 |
|  | <b>Departamento de Producción</b>  |                         | Rev: 1              |
|  | <b>Atención a las Ordenes de Trabajo</b>   |                         | Hoja: 2 / 2         |
| <b>Descripción del Procedimiento</b>                   |  |                         |                     |
| <b>Secuencia de Etapas</b>                             | <b>Actividad</b>   | <b>Área Responsable</b> |                     |
| 8.0 Asignación de Tareas y Entrega de Planos de Taller | El personal será organizado para dar inicio a la orden de trabajo y se les distribuirá el juego de planos y documentación que sea inherente a cada área.   | Personal de Taller      |                     |
| 9.0 Desarrollo y Ejecución de la Orden de Trabajo      | El personal operativo aplicará los procesos de manufactura necesarios para la fabricación del producto pertinente a la orden de trabajo.   | Personal de Taller      |                     |
| 10.0 Expedición del Producto                           | Si el producto, al someterse a una inspección de calidad final efectuada por la jefatura de taller es aprobado, se procederán a realizar las acciones pertinentes al traslado del producto al cliente.   | Jefatura de Taller      |                     |
| 11.0 Recepción del Producto                            | El cliente recibirá el producto y establecerá si el mismo representa una solución adecuada a la necesidad que presentó en un principio   | Cliente                 |                     |
| 12.0 Archivo de Documentación Técnica                  | Si el cliente da el visto bueno del producto, en cuyo caso contrarlo se efectuará el proceso para realizar las correcciones que el producto necesite desde la generación de la documentación técnica, se procederá a archivar toda la documentación que se haya generado antes y durante el desarrollo del proyecto. | Jefatura de Taller      |                     |
| 13.0 Generación de Reportes                            | Para finiquitar la orden de trabajo, se redactarán los reportes pertinentes para establecer así la base de la retroalimentación para las ordenes de trabajo futuras. Estos serán presentados a la Dirección para su análisis.  | Jefatura de Taller      |                     |
| 14.0 Análisis de Reportes para la Toma de Decisiones   | La Dirección establecerá pautas, normas o estrategias de ejecución de futuras ordenes de trabajo, en base a los reportes generados por la Jefatura de Taller.<br><br>FIN DE PROCEDIMIENTO  | Jefatura de Taller      |                     |
| <b>Control de Emisión</b>                              |  |                         |                     |
|  | <b>Elaboró</b>   | <b>Recibió</b>          | <b>Autorizó</b>     |
| Nombre   | Jorge Roca   |                         |                     |
| Firma  |  |                         |                     |
| Fecha  | Enero 2007   |                         |                     |

## Conitnúa



### **4.2.3 Reglamento y normas laborales**

Las actividades de producción en diversas industrias se rigen por un conjunto complejo de leyes, reglamentos, códigos de prácticas y orientaciones, las cuales no deben ser ajenas a las dependencias y autoridades de la empresa.

La instalación de producción debe tener regulaciones encaminadas al ordenamiento, la disciplina y la seguridad de los miembros de su personal, razón por la cual se deben estipular delineamientos encaminados a dicho fin.

A través de este reglamento y normas laborales se espera provocar en esta institución una protección y respeto a los derechos y obligaciones de cada individuo y una buena armonía en las distintas áreas de funcionamiento.

A continuación, en la figura 39 se presenta un extracto del documento generado para establecer el normativo interno de la empresa aplicable al área de producción.



**Figura 39.** Extracto del reglamento y normas laborales

|   |                                   |                |                           |
|---|-----------------------------------|----------------|---------------------------|
|   | <b>Manual de Normas</b>           |                | <b>Código: MN-PROD-01</b> |
|   | <b>Departamento de Producción</b> |                | <b>Rev: 1</b>             |
|   | <b>Aplicación General</b>         |                | <b>Hoja: 1 / 6</b>        |
| <p>La empresa está convencida que todo departamento en la organización debe tener regulaciones encaminadas al ordenamiento, la disciplina y la seguridad de todo el personal, razón por la cual se han estipulado los siguientes lineamientos:</p> <p>El presente documento constituye el Reglamento y Normativo Interno de Trabajo prescrito por la Empresa: TECNOLOGÍA Y FORMAS S.A., domiciliada en Barcenas, Villa Nueva y a sus disposiciones quedan sometidas tanto la Empresa como todos sus trabajadores.</p> <p style="text-align: center;"><b>I. CONDICIONES DE ADMISIÓN</b></p> <p>1. Quien aspire a desempeñar un cargo en la empresa debe hacer la solicitud por escrito para su registro como aspirante y acompañar los siguientes documentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hoja de Vida.</li> <li>- Cédula de Ciudadanía o Partida de Nacimiento según sea el caso.</li> <li>- Autorización escrita del Ministerio de Trabajo o en su defecto la primera autoridad local, a solicitud de los padres y a falta de éstos, el Defensor de Familia, cuando el aspirante sea menor de dieciocho (18) años.</li> <li>- Certificado del último empleador con quien haya trabajado en que conste el tiempo de servicio, la índole de la labor ejecutada y el salario devengado.</li> <li>- Certificado de personas honorables sobre su conducta y capacidad y en su caso del plantel de educación donde hubiere estudiado.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>II. PERIODO DE PRUEBA</b></p> <p>2. La empresa una vez admitido el aspirante podrá estipular con él, un período inicial de prueba que tendrá por objeto apreciar por parte de la empresa, las aptitudes del trabajador y por parte de éste, las conveniencias de las condiciones de trabajo.</p> <p>3. El período de prueba debe ser estipulado por escrito.</p> <p>4. El período de prueba no puede exceder de dos (2) meses.</p> <p>5. Durante el período de prueba, el contrato puede darse por terminado unilateralmente en cualquier momento y sin previo aviso, pero si expirado el período de prueba y el trabajador continuare al servicio del empleador, con consentimiento expreso o tácito, por ese solo hecho, los servicios prestados por aquel a éste, se considerarán regulados por las normas del contrato de trabajo desde la iniciación de dicho período de prueba. Los trabajadores en período de prueba gozan de todas las prestaciones.</p> |                                   |                |                           |
| <b>Control de Emisión</b>   |                                   |                |                           |
|   | <b>Elaboró</b>                    | <b>Recibió</b> | <b>Autorizó</b>           |
| Nombre  | Jorge Roca                        |                |                           |
| Firma   |                                   |                |                           |
| Fecha   | Enero 2007                        |                |                           |

## Continúa

|  |                                   |  |                           |
|--|-----------------------------------|--|---------------------------|
|  | <b>Manual de Normas</b>           |  | <b>Código: MN-PROD-01</b> |
|  | <b>Departamento de Producción</b> |  | <b>Rev: 1</b>             |
|  | <b>Aplicación General</b>         |  | <b>Hoja: 2 / 6</b>        |

**III. HORARIO DE TRABAJO**

6. Las horas de entrada y salida de los trabajadores se pactan con cada uno, según los requerimientos de la Empresa.

- Los días laborales son de lunes a sábado.
- Personal Administrativo: De Lunes a Viernes
  - Mañana: 7: 00 A.M. a 13:00 P.M.
  - Hora de Almuerzo: 13:00 P.M. a 14:00 P.M.
  - Tarde: 14:00 P.M. a 17:00 P.M.
- Personal Operativo: De Lunes a Viernes
  - Mañana: 6:30 A.M. a 13:00 P.M.
  - Hora de Almuerzo: 13:00 P.M. a 14:00 P.M.
  - Tarde: 14:00 P.M. a 17:00 P.M.
- Sábado:
  - Hora de Entrada: 8:00 A.M.
  - Hora de Salida: 12:00 P.M.

**IV. DÍAS DE DESCANSO LEGALMENTE OBLIGATORIOS**

7. Según el artículo 127 del código de trabajo son días de asueto obligatorios y con goce de salario para los trabajadores particulares: el 1.º de enero; el jueves, viernes y sábado santos; el 1º. de mayo, el 30 de junio, el 15 de septiembre, el 20 de octubre, el 1º. de noviembre, el 24 de diciembre, medio día, a partir de las 12 horas, el 25 de diciembre, el 31 de diciembre, medio día, a partir de las 12 horas y el día de la festividad de la localidad.

**V. VACACIONES REMUNERADAS**

8. Los trabajadores que hubieren prestado sus servicios durante un (1) año tienen derecho a quince (15) días hábiles consecutivos de vacaciones remuneradas.

9. La época de las vacaciones debe ser señalada por la empresa a más tardar dentro del año subsiguiente y ellas deben ser concedidas oficiosamente o a petición del trabajador, sin perjudicar el servicio y la efectividad del descanso. El empleador tiene que dar a conocer al trabajador con quince (15) días de anticipación la fecha en que le concederán las vacaciones.

10. Si se presenta interrupción justificada en el disfrute de las vacaciones, el trabajador no pierde el derecho a reanudarlas.

| <b>Control de Emisión</b> |                |                |                 |
|---------------------------|----------------|----------------|-----------------|
|                           | <b>Elaboró</b> | <b>Recibió</b> | <b>Autorizó</b> |
| Nombre                    | Jorge Roca     |                |                 |
| Firma                     |                |                |                 |
| Fecha                     | Enero 2007     |                |                 |

### **4.3 Programa de seguridad e higiene industrial**

En los centros de trabajo, se debe elaborar un diagnóstico de las condiciones de seguridad e higiene que prevalezcan en ellos, así como establecer por escrito y llevar a cabo un programa de seguridad e higiene en el trabajo que considere el cumplimiento de la normatividad en la materia, de acuerdo a las características propias de las actividades y procesos industriales.

Será responsabilidad de la dirección que se elabore, evalúe y, en su caso, actualice periódicamente, por lo menos una vez al año, el programa o la relación de medidas de seguridad e higiene del centro de trabajo y presentarlos en sesiones o juntas de cuando ésta así lo requiera.

En la elaboración del programa o de la relación de medidas de seguridad e higiene en el trabajo, se deberán de considerar los riesgos potenciales, de acuerdo a la naturaleza de las actividades de la empresa o establecimiento.

En caso de que se modifiquen los procesos productivos, procedimientos de trabajo, instalaciones, distribución de planta y con ello los puestos de trabajo, o se empleen nuevos materiales, el programa o la relación de medidas de seguridad e higiene en el centro de trabajo, deberán modificarse y adecuarse a las nuevas condiciones y riesgos existentes.

Será responsabilidad de la Dirección difundir y ejecutar el programa o la relación de medidas de seguridad e higiene a que se refiere esta sección, debiendo capacitar y adiestrar a los trabajadores en su aplicación.

Para el establecimiento del programa de Seguridad e Higiene Industrial de la empresa, es necesario en primera instancia elaborar un análisis de riesgos

dentro de las instalaciones productivas de la misma, debido a los procesos y actividades involucradas en el desarrollo de las labores de fabricación. Posteriormente se llevarán a cabo las recomendaciones pertinentes para la implementación de medidas de diversa índole que permita mejorar las condiciones de seguridad e higiene dentro de la empresa. Por último se desarrollará un Manual de Seguridad e Higiene Industrial en el cual se detallarán las pautas a seguir para salvaguardar la seguridad y la salud en el trabajo y que deberán ser seguidas por el personal de manera obligatoria.

Debido a la amplitud de los documentos generados (Programa y Manual de Seguridad e Higiene Industrial), únicamente se expondrá uno de los aspectos estudiados durante el establecimiento del Programa de Seguridad e Higiene en la empresa, refiriéndonos a las Botellas de Gases y Mezclas empleadas en la empresa.

Los gases están presentes en muchas de las actividades realizadas por el ser humano, abarcando diversos campos de la industria, como la soldadura y corte oxiacetilénico, que son procesos manejados dentro de las dependencias de producción de la empresa.

Los gases en estado comprimido son en la actualidad prácticamente indispensables para llevar a cabo la mayoría de los procesos de soldadura. Por su gran capacidad inflamable, el gas más utilizado es el acetileno que, combinado con el oxígeno, es la base del oxicorte.

Por otro lado, a pesar que los recipientes que contienen gases comprimidos se construyen de forma suficientemente segura, todavía se producen muchos accidentes por no seguir las normas de seguridad

relacionadas con las operaciones complementarias de manutención, transporte, almacenamiento y las distintas formas de utilización.

Además, la utilización de dichos gases, se realiza en numerosas ocasiones a través de botellas, lo que permite disponer de ellos en los mismos puntos de consumo, si bien a su vez, genera determinados riesgos como los que a continuación se enumeran:

- Explosión debida a un aumento incontrolado de la presión.
- Incendio o explosión por escape de gases inflamables.
- Inhalación o contacto con gases tóxicos, irritantes o corrosivos y falta de oxígeno.
- Golpes por caída de botellas durante su manipulación.

Por estas razones se sugiere la aplicación de ciertas normas de seguridad de acuerdo a los siguientes aspectos:

#### 1. Emplazamiento

- No deben ubicarse en locales subterráneos o en lugares con comunicación directa con sótanos, huecos de escaleras, pasillos, etc.
- Los suelos deben ser planos, de material difícilmente combustible y con características tales que mantengan el recipiente en perfecta estabilidad.

#### 2. Ventilación

- En las áreas de almacenamiento cerradas la ventilación será suficiente y permanente, para lo que deberán disponer de aberturas y huecos en comunicación directa con el exterior y distribuidas convenientemente en

zonas altas y bajas. La superficie total de las aberturas será como mínimo 1/18 de la superficie total del área de almacenamiento.

### 3. Protección contra incendios

- Indicar mediante señalización la prohibición de fumar.
- Las botellas deben estar alejadas de llamas desnudas, arcos eléctricos, chispas, radiadores u otros focos de calor.
- Proteger las botellas contra cualquier tipo de proyecciones incandescentes.
- Si se produce un incendio se deben desalojar las botellas del lugar de incendio y se hubieran sobrecalentado se debe proceder a enfriarse con abundante agua.

### 4. Medidas complementarias

- Utilizar códigos de colores normalizados para identificar y diferenciar el contenido de las botellas.
- Proteger las botellas contra las temperaturas extremas y los rayos solares.
- Se debe evitar cualquier tipo de agresión mecánica que pueda dañar las botellas como pueden ser choques entre sí o contra superficies duras.
- Las botellas con caperuza no fija no deben asirse por ésta. En el desplazamiento, las botellas, deben tener la válvula cerrada y la caperuza debidamente fijada.
- Las botellas no deben arrastrarse, deslizarse o hacerlas rodar en posición horizontal. Lo más seguro es moverlas con la ayuda de una carretilla diseñada para ello y debidamente atadas a la estructura de la

misma. En caso de no disponer de carretilla, el traslado debe hacerse rodando las botellas, en posición vertical sobre su base o peana.

- No manejar las botellas con las manos o guantes grasientos.
- Las válvulas de las botellas llenas o vacías deben cerrarse colocándoles los capuchones de seguridad.
- Las botellas se deben almacenar siempre en posición vertical.
- No se deben almacenar botellas que presenten cualquier tipo de fuga. Para detectar fugas no se utilizarán llamas, sino productos adecuados para cada gas.
- Para la carga/descarga de botellas está prohibido utilizar cualquier elemento de elevación tipo magnético o el uso de cadenas, cuerdas o eslingas que no estén equipadas con elementos que permitan su izado con su ayuda.
- Las botellas llenas y vacías se almacenarán en grupos separados.

Así mismo se recomienda para la manipulación de botellas el uso de calzado de seguridad y guantes adecuados. Todo el personal debe ser entrenado para la manipulación específica de los gases almacenados y de los equipos de protección, así como las medidas a tomar en caso de percance.

También se hizo referencia a la implementación de un formato que permita al personal advertir a las autoridades correspondientes sobre aquellas situaciones que estos perciban como riesgos potenciales dentro de las instalaciones.

A continuación, en la figura 40 se presenta un extracto del documento generado para establecer el manual de seguridad industrial de la empresa aplicable al área de producción.

**Figura 40.** Extracto del Manual de Seguridad e Higiene Industrial

|   |  |                |                     |
|---|--|----------------|---------------------|
|   | Manual de Seguridad e Higiene Industrial |                | Código: MSH-PROD-01 |
|   | Departamento de Producción               |                | Rev: 1              |
|   | Taller de Producción                     |                | Hoja:               |
| <b>18. Incendios</b>  |  |                |                     |
| <p>Se debe intentar evitar cualquier situación que pueda desembocar en un incendio; y si se produce actuar correctamente para que sus consecuencias sean mínimas.</p> <p>Normas para la prevención de incendios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Esmerar el orden y la limpieza en la zona de trabajo.</li> <li>• No fumar en zonas prohibidas, si se está manipulando alguna sustancia inflamable y cerca de la zona de carga de baterías.</li> <li>• No arrojar colillas encendidas, ni mal apagadas en papeleras, cubos de basura, etc. depositelas bien apagadas en los ceniceros preparados para ello.</li> <li>• No efectuar trabajos de soldadura en zonas próximas a recipientes que contengan o hayan contenido productos inflamables tales como pinturas, disolventes, cilindros con gases inflamables, etc.</li> <li>• Durante la utilización de los equipos de soldadura, asegurarse que no haya material inflamable alrededor. Se debe evitar que las chispas producidas por el soplete caigan sobre las botellas, mangueras o líquidos inflamables.</li> <li>• Mantener las botellas de oxígeno y acetileno limpias de grasas (en especial grifos y mano reductores).</li> <li>• Si se está soldando y se debe interrumpir el trabajo, no dejar nunca el soplete en marcha.</li> <li>• Depositar el soplete en lugar seguro de manera que no pueda producir daños a personas ni sobrecalentar zona próxima alguna.</li> </ul> <p>En caso de incendiarse una manguera de gas, no debe intentarse extinguir doblando u oprimiendo la manguera .Se cerrará la llave de la botella o llave de paso.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No almacenar productos inflamables fuera de los lugares especialmente delimitados para ello.</li> <li>• Si se observa cualquier conato de incendio por pequeño que sea, actúa utilizando el medio de extinción más apropiado, y ante la duda, dar la alarma.</li> </ul> |  |                |                     |
| <b>Control de Emisión</b>   |  |                |                     |
|   | <b>Elaboró</b>                           | <b>Recibió</b> | <b>Autorizó</b>     |
| Nombre  | Jorge Roca                               |                |                     |
| Firma   |  |                |                     |
| Fecha   | Mayo 2007                                |                |                     |



## Continúa

|   |                            |
|---|----------------------------|
| <b>Manual de Seguridad e Higiene Industrial</b> | <b>Código: MSH-PROD-01</b> |
| <b>Departamento de Producción</b>               | <b>Rev: 1</b>              |
| <b>Taller de Producción</b>                     | <b>Hoja:</b>               |

### 5. Comunicado de Riesgos

- Si se detecta cualquier anomalía, defecto en máquinas, herramientas, o cualquier situación que se crea susceptible de provocar un accidente o enfermedad profesional, deberá ser comunicado.
- Para ello se desarrollará un registro de comunicado de riesgos, donde los trabajadores de Tecnología y Formas S.A., podrán anotar las incidencias que crean necesarias.
- Una vez cumplimentado, el registro de Comunicado de Riesgos deberá entregarse al Responsable de Seguridad y Salud.

| Registro de Comunicado de Riesgos                     |                  |        |
|---|------------------|--------|
| Lugar donde se observa el Riesgo:                     |                  |        |
| Condición peligrosa y/o acto inseguro que se produce: |                  |        |
| Medidas de corrección que podrían adoptarse:          |                  |        |
| Nombre del Comunicante:                               | Firma:           | Fecha: |
| Comunicación a Dirección en fecha:                    | Caso cerrado en: |        |

#### Control de Emisión

|        | Elaboró    | Recibió | Autorizó |
|--------|------------|---------|----------|
| Nombre | Jorge Roca |         |          |
| Firma  |            |         |          |
| Fecha  | Mayo 2007  |         |          |

#### **4.4 Fase de capacitación**

El trabajador siempre está necesitando nuevos conocimientos, llevar el trabajador al puesto y no el puesto a la persona es una exigencia de avance tecnológico. Es aquí donde la capacitación ocupacional cumple su rol.

La capacitación ocupacional puede definirse como el desarrollo continuo y sistemático, en todos los niveles del personal, de los conocimientos, habilidades o destrezas y aptitudes necesarias para el desempeño laboral.

De lo anterior se desprende que el objetivo de la capacitación es procurar que el trabajador pueda realizar su trabajo con mayor rendimiento, mejor calidad, menor costo y mayor seguridad.

##### **4.4.1 Importancia de la seguridad industrial**

Dentro de todo tipo de Industria, indistintamente de cuál se trate, es indispensable no descuidar la seguridad dentro de la empresas, pues eso a la larga contribuirá con la reducción de costos, la prevención de accidentes, y muchos otros aspectos más que hoy en día le representan a las empresas cuantiosas sumas de dinero de no contar con un programa adecuado y una capacitación adecuada del personal.

Se entiende por Seguridad Industrial la técnica no médica que tiene por objeto la lucha contra los accidentes de trabajo con el fin de crear un medio seguro dentro de una organización industrial.

Hoy en día la Seguridad Industrial es un tema que muchas empresas prefieren obviar debido al costo de implementación. Estos costos, con el

tiempo, se traducen en beneficios ya que reducirán costos gracias a la prevención de accidentes y la disminución de riesgos laborales en la planta.

#### **4.4.2 Estructuración de la capacitación**

Para llevar a cabo de mejor manera la fase de capacitación dentro de Tecnología y Formas S.A., se estructuró un contenido que sea conveniente a las operaciones implicadas dentro de la planta. La información que se les creyó pertinente dar en cuanto a seguridad e higiene son todas aquellas que se refieran a la construcción de estructuras metálicas, soldadura eléctrica, uso de máquinas-herramientas, equipo de protección personal, y todas aquellas actividades relacionadas con la industria metal-mecánica.

Para analizar el mejor tipo de contenido dentro de la capacitación, se hizo referencia al análisis de condiciones y actos inseguros dentro de la planta al cual se hizo mención anteriormente. De esta manera, el análisis también colaboró para detectar así, las principales necesidades en cuanto a formación en lo que a seguridad e higiene dentro del área de producción se refiere.

Los principales riesgos a los que se puede hacer referencia se refieren al desorden que se puede observar en el área, el manejo imprudente del montacargas, el uso inadecuado del herramental manual y mecánico, el manejo inadecuado de materiales, la negligencia al no usar el equipo de protección personal.

Para presentar la capacitación se decidió hacer uso del software Power Point, gracias al cual el personal puede apreciar con mejor detalle y atender de mejor manera las explicaciones que se les proporcionó. De igual forma, colabora en la presentación de gráficas y fotografías que pudiesen facilitar el

desarrollo teórico del tema que se trata. Por aparte, el uso de computadora, facilita la posibilidad de presentar archivos audiovisuales que complementen la información que se le transmita al personal.

El contenido del programa propuesto para la fase de capacitación fué el siguiente:

- Conceptos generales
  - Seguridad industrial
  - Higiene industrial
  - Actos inseguros
  - Condiciones inseguras
  - Riesgo
  - Accidente
- Seguridad en la construcción de estructuras metálicas
  - Riesgos en la industria
  - Equipos de protección
  - Área de trabajo
  - Equipo de trabajo
  - Seguridad en trabajos con soldadura
  - Normas de utilización y mantenimiento de equipo
  - Incendios
- Prevención de accidentes
- Presentación de audiovisual.



## **5. EVALUACIÓN AMBIENTAL EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN**

### **5.1 Análisis de condiciones nocivas al medio ambiente**

La contaminación atmosférica es el principal componente de la contaminación ambiental y puede definirse como la presencia en la atmósfera de una o varias sustancias en cantidad suficiente para producir alteraciones de la salud, se presenta en forma de aerosol, con sus componentes gaseosos y específicos, alterando la calidad de vida de la población y la degradación de los ecosistemas.

Al iniciar acciones para minimizar los residuos o las emisiones, generalmente se plantea como primera actuación el cambio técnico de los procesos: sustitución de materiales, modificaciones de equipos o diseño de nuevos productos. Pero no siempre se reflexiona sobre la posibilidad de reducir el impacto ambiental negativo a través de cambios en la organización de los procesos y las actividades; es decir, a través de las Buenas Prácticas Medioambientales.

Las buenas prácticas medioambientales requieren, sobre todo, cambios en la actitud de las personas y en la organización de las operaciones.

Dentro de la empresa se han podido detectar algunos procesos que representan fuentes de contaminación ambiental, entre los cuales se pueden mencionar el proceso de soldadura y el proceso de pintura. El proceso en el cual centraremos nuestra atención en esta sección será el de soldadura.

En el proceso de soldadura se generan diversos vapores de metales tóxicos que generalmente tienen diferentes composiciones, dependiendo de los metales que se usan para soldar. Por este motivo contienen varias sustancias contaminantes.

Durante los procesos de soldadura se producen distintos tipos de gases y vapores entre los que podemos citar:

- Vapores: Aluminio, Berilio, Óxidos de Cadmio, Cromo, Cobre, Fluoruro, Óxido de Hierro, Plomo, Manganeso, Molibdeno, Níquel, Vanadio, Óxidos de Zinc.
- Gases: Monóxido de Carbono, Fluoruro de Hidrógeno, Óxido de Nitrógeno, Ozono.

Los vapores y humos metálicos proceden de los materiales a soldar (tanto del metal base como del recubrimiento o material de aportación).

Cuando se utiliza dióxido de carbono como blindaje, se puede formar monóxido de carbono el cual es un contaminante muy nocivo para el medio ambiente.

Por otra parte, las altas temperaturas que se producen en la operación, originan la ionización de los gases existentes en el aire formándose ozono y óxidos nitrosos. Otros tipos de riesgos ambientales son los debidos a contaminantes físicos originados por las radiaciones UV.

Todo lugar de trabajo en el que se efectúan procesos que produzcan contaminación por la generación de gases, vapores, humos, nieblas, polvos,

fibras, aerosoles o emanaciones de cualquier tipo, debe disponer de dispositivos destinados a evitar que dichos contaminantes alcancen niveles que puedan afectar el medio ambiente tanto laboral como natural.

En el aspecto ambiental, la higiene industrial ocupa un lugar predominante, pues es claro que la contaminación ambiental tiene su origen, en la realización de procesos con deficiente control de los contaminantes que se generan en el interior de las empresas como es el caso de Tecnología y Formas S.A. en cuanto al proceso de soldadura que se maneja, de manera que su control en la fuente y el medio solo puede realizarse mediante procedimientos preventivos aplicados al interior de las mismas.

## **5.2 Medidas de mitigación propuestas**

Para mermar las condiciones que exponen el bienestar medio ambiental por parte de la empresa, se sugieren algunas medidas para conseguir dicho fin.

Respecto al control de emisiones como vapores, humos y gases en procesos de soldadura, podemos mencionar la existencia de sistemas de aspiración mediante campanas y brazos articulados que a su vez incorporan sistemas de filtración para llevar las emisiones a niveles considerados como tolerables.

Estos sistemas, ilustrados en la figura 40, se caracterizan por disponer de un filtro para humos, en cuyo caso la descarga del aire aspirado puede efectuarse en la propia nave de trabajo lográndose, además de la separación del contaminante, un considerable ahorro energético en el tratamiento del aire de reposición del aire extraído.



Los sistemas que pueden ser estudiados para su futura implementación dentro de la empresa son el sistema de aspiración móvil, o bien, brazos de aspiración telescópicos.

Estos sistemas filtrantes, dependiendo del contaminante a filtrar, se construyen con diversos tipos de filtros como: Electrostáticos, Cartuchos, Bolsas Filtrantes o Carbón Activo.

En el aspirador móvil, el sistema de filtración consta de tres elementos: el prefiltro anterior, el ionizador y el colector. Los tres elementos pueden ser introducidos y sacados fácilmente del aparato para su limpieza. El aspirador móvil de humos se utiliza principalmente en soldadura de piezas de acero. Gracias a la estructura abierta de su filtro, mantiene siempre una potencia de aspiración constante y constituye la selección más atractiva del mercado dentro de su campo de aplicación.

El sistema de aspiración fijo, consta de un brazo aspirador telescópico robusto, diseñado especialmente para la aspiración de humo/polvo volátil en bancos de trabajo y pequeños puntos de trabajo fijos. Es una elección especialmente apropiada para los talleres de soldadura.

De igual manera, existen sistemas centralizados de aspiración y de filtración para humos de soldadura el cual es una opción excelente para el uso industrial en grande. Se desarrolla especialmente para mermar y filtrar sustancias nocivas y los vapores lanzados durante los procesos de soldadura, corte y otros en la industria de metal. Estos sistemas tienen generalmente una superficie de filtración de 150m<sup>2</sup> y dispone de un sistema autolimpiador del filtro para una limpieza más eficaz. Estos sistemas pueden ser fácilmente ligados a

procesos que manejan el método modular en la construcción metalmecánica. La figura 41 ilustra dicho sistema.

**Figura 41.** Sistema centralizado de aspiración y filtración



Estos sistemas constituyen las propuestas que se creen más convenientes para paliar los efectos nocivos que provocan los vapores y humos de soldadura al medio ambiente, con los cuales se obtendrán beneficios económicos e higiénicos dentro del proceso de fabricación.



## CONCLUSIONES

1. En busca de un método de análisis para plantear posibles soluciones a las adversidades que se observaban en los diversos aspectos que conforman el proceso de producción, la empresa consideró aceptable la aplicación del análisis de operaciones para generar propuestas que paliaran las situaciones negativas que se encontraran. El análisis de operaciones contribuye en gran medida al proceso de mejora continua en toda empresa que es aplicado, aportando una buena cantidad de alternativas para optimizar todo aspecto relacionado con la producción de cualquier producto e incluso cualquier servicio.
2. En un inicio, no se apreciaba la existencia de documentación que permitiera generar las órdenes de trabajo de manera eficiente y que permitiera establecer parámetros de fabricación y llevar de esta manera un mejor control de los distintos aspectos que se aprecia en el producto, permitiendo de igual manera retroalimentar los procesos con información documentada en la que se logre visualizar los detalles en los que se pueden generar mejoras. En la medida que se elaboren previamente a cada orden de trabajo, los documentos relacionados y se desarrolle un plan de proceso adecuado al producto a fabricar se logrará obtener un producto de alta calidad. Así mismo, estos documentos contribuirán a la estandarización y normalización de procedimientos de trabajo en la producción de los moldes y permitirán una mejor retroalimentación para la ejecución de órdenes futuras ya que a través de estos se podrán analizar paso a paso los procedimientos, parámetros, piezas y demás aspectos que puedan ser sujetos a cambios o mejoras, las cuales a la

vez quedarán plasmadas y documentadas para dicho fin. Es de suma importancia que las actividades de la organización estén definidas con anterioridad, a fin de poder conseguir procesos repetibles, controlables, enseñables y mejorables. Es así, que la ejecución del producto se llevará a cabo mediante procesos planificados previamente como garantía de que no se van a producir incertidumbres en el desarrollo de los mismos.

3. La empresa no contaba con información documentada respecto de los aspectos que engloba el ciclo productivo, generando incertidumbre en cuanto a los procedimientos y características del proceso que interactúan entre sí para obtener el producto. Toda información pertinente a cada uno de los aspectos que se involucren en el ciclo productivo de la empresa, que debe ser revisada y constantemente actualizada para visualizar mejor aquellas situaciones negativas que provoquen mermas en la eficiencia del mismo.
  
4. En la planta de producción no se contaba con una distribución que permitiera un flujo de trabajo adecuado, impidiendo la medición de los tiempos de transferencia de componentes en proceso de una operación a otra. Así mismo esto generaba desorden claramente visible que creando condiciones inseguras dentro de la planta. Teniendo una distribución en planta adecuada, se logra optimizar el sistema de producción, ya que las estaciones de trabajo, equipos y almacenes se hallan en sitios definidos que permiten el flujo normalizado de operaciones, manejo de materiales, etc. Así será posible establecer el cálculo de productividad en cada orden de trabajo tras hallar la razón de la división entre el tiempo total del DOP y el tiempo total del DFP por componente o proceso.

5. La seguridad dentro de la planta se llevaba a cabo de manera ineficiente y poco ortodoxa. No se contemplan sistemas de control y prevención en cuanto a personal y área de trabajo se refiere. La seguridad en los procesos de producción implicados deben ser normalizados a través de la implementación de un manual de seguridad e higiene industrial que decremente los riesgos existentes en planta, contribuyendo de esta manera a minimizar costos y mejorar el ambiente laboral.
6. La calidad era manejada como un proceso de autocontrol por parte de cada uno de los operarios, volviendo poco confiable el control de tan importante aspecto. Así mismo, no se contemplaban formatos que permitieran un control documentado para retroalimentar los procesos del ciclo. El establecimiento de inspecciones de calidad puntuales por parte de los operarios y de una inspección constante y periódica por parte del supervisor, así como formatos que permitan documentar inconformidades y las medidas de rectificación tomadas, contribuirán a mermar los reclamos de clientes por la pobre resistencia y funcionalidad de algunos de los moldes.
7. La producción se lleva a cabo de manera artesanal casi en su totalidad mermando la productividad debido a tiempos prolongados de ejecución en ciertas operaciones que de contar con el equipo adecuado, se vería ampliamente mejorada tras reducir los tiempos de operación. La introducción de algunas de las máquinas propuestas en este documento son una buena alternativa para optimizar la productividad del sistema y reducir tiempos de fabricación de producto, por lo cual debe analizarse la funcionalidad, tiempos de operación y preparación, etc., de una amplia gama de alternativas en cuanto a equipos para hacerse con aquellos que permitan incrementar la productividad en un buen margen.



## RECOMENDACIONES

1. La calidad deberá ser asegurada, estableciendo sistemas de control de calidad de los productos, lo cual debe ser responsabilidad de un departamento o comité específico, para lo cual, se recomienda la creación de un departamento de control de calidad en la empresa. El personal que integre dicho departamento, debe adquirir la responsabilidad de llevar a cabo la recabación de información (índices e indicadores), su procesamiento, la obtención de resultados y la emisión de recomendaciones o toma de medidas.
2. Es aconsejable validar las propuestas de documentación antes de realizar el proceso de fabricación. Para tal efecto, se sugiere realizar pruebas antes de efectuar un trabajo y respaldarlas con documentos de revisión, a fin de corroborar que los planes de proceso entregados al operario estén correctamente elaborados.
3. Es necesario, en cuanto al aspecto de capacitación de personal, conocer las habilidades de cada uno de los trabajadores, para programar cursos, seminarios o conferencias que mejoren dichas habilidades. De esta forma, se podrá atacar el problema de actitud que se llega a presentar cuando se limita a un trabajador a seguir ciertas normas, a fin de obtener un producto de calidad. Si este aspecto se soluciona, se influirá directamente en la calidad final del producto, en la productividad del personal y los procesos, y en la competitividad de la empresa.



4. Se sugiere que la empresa se asesore por gente especializada en protección al ambiente, o que recurra a las instancias gubernamentales pertinentes, ya que se sabe que algunos de los procesos desarrollados dentro de la empresa generan contaminación, para obtener condiciones saludables de trabajo y no se incurra en delito y gastos innecesarios.
5. Una vez estandarizado y normalizado los procedimientos y los movimientos en las actividades productivas (con lo que se normalizarán los tiempos de operaciones), se deberá analizar la factibilidad de desarrollar un balance de líneas previo a cada orden de trabajo para distribuir la carga de trabajo entre los operarios de cada módulo o estación de trabajo.
6. Definir y proporcionar al personal de producción sus funciones específicas y lograr una mejor coordinación entre sus miembros.
7. Se deberán establecer sistemas de control, para el buen manejo y administración de materiales y conjuntos en proceso. Esto contribuirá a la disminución por desperdicios de material, golpes que afecten la calidad o funcionalidad del producto o componente y accidentes durante los traslados.
8. Definir una hoja de especificaciones de uso y parámetros de uso de cada molde elaborado, la cual se deberá entregar al cliente para salvaguardar la calidad del producto en caso de uso impropio del mismo por parte del cliente.
9. Implementar programas que permitan a los trabajadores identificarse mejor con sus puestos de trabajo. Mejorar sus condiciones económicas

para satisfacer sus necesidades básicas y disminuir la rotación y descontento del personal.

10. Las recomendaciones generadas en este documento, contribuyen en la mejora de los procesos de manufactura implicados en la producción de moldes, sin embargo, el recurso humano es la parte fundamental, y quizás, la más difícil de adaptar a las propuestas de solución aquí plasmadas para optimizar el sistema productivo, por lo que para lograr que el personal se integre al proyecto de mejora del sistema es necesario implementar las acciones de formación y promoción que sea necesaria de manera permanente.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Barrera González, Julio Enrique. Manual de Procesos para una Línea de Producción de Néctares, basado en la Norma ISO 9000. Trabajo de graduación. Ingeniería Industrial. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 2004.
2. Ciampa, Dan. Calidad Total: Guía para su Implantación. Addison Wesley Iberoamericana, 1993.
3. Cruz Leal, Sergio Donald. El Aspecto Ergonómico en la Industria. Trabajo de graduación. Ingeniería Industrial. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 1992.
4. Groover, Mikell P. Fundamentos de Manufactura Moderna: Materiales, Procesos y Sistemas. México: Prentice Hall, 1996.
5. Hackett, W.J. y Robbins, G.P. Manual Técnico de Seguridad. México: Representaciones y Servicios de Ingeniería, 1990.
6. James, Paul. Gestión de la Calidad Total: Un Texto Introductorio. España: Prentice Hall, 1997.
7. Niebel, Benjamín W. Ingeniería Industrial, Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. Onceava Edición. México: Alfaomega, 2004.
8. <http://www.boe.es/boe/dias/1996/01/18/pdfs/A01414-01620.pdf> (abril 2007).
9. [http://www.valoryempresa.com/archives/tutoriales/produccion\\_u1/](http://www.valoryempresa.com/archives/tutoriales/produccion_u1/) (abril 2007).
10. <http://www.angelfire.com/id/industrialusm/bv.html> (mayo 2007).
11. <http://materias.fcyt.umss.edu.bo/tecno-II/> (mayo 2007).
12. [http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria\\_industrial/planeacionycontrol\\_delaproduccion/](http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/planeacionycontrol_delaproduccion/) (junio 2007).
13. <http://www.sprl.upv.es/msherramientas2.htm#p2> (junio 2007).



## APÉNDICE 1

### Ejemplificación del análisis de ingeniería para el doblado de platinas

**Plegado de lámina metálica.** Se dobla una pieza hecha de lámina de metal como se muestra en la figura a continuación. Determinése el tamaño inicial de la pieza.

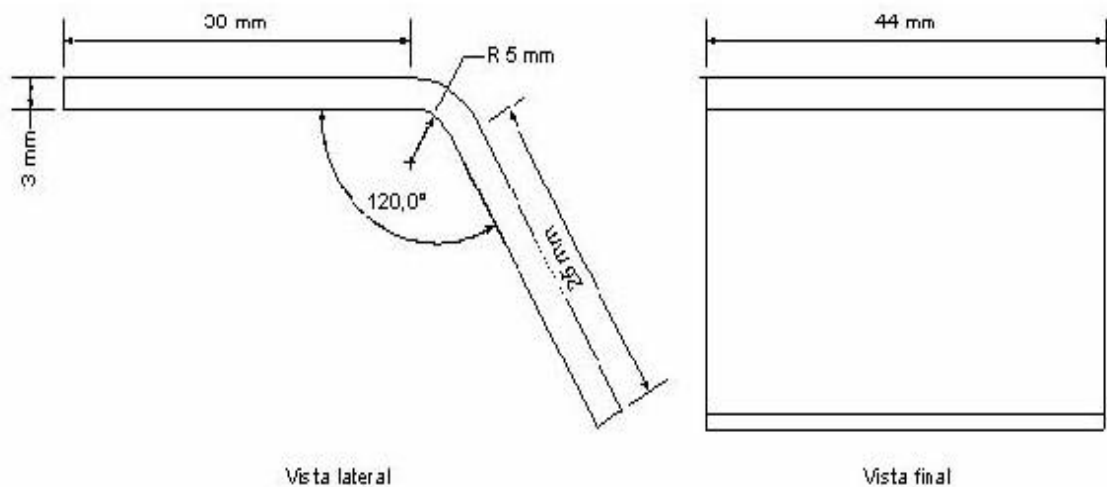


Figura 3.66 Parte de lámina del ejemplo 3.6

#### Análisis:


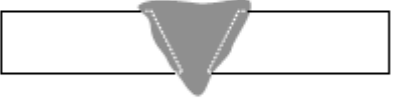
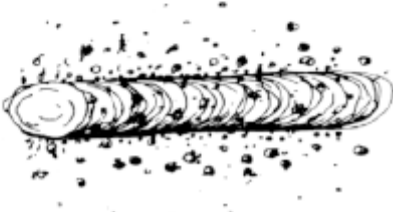
La pieza inicial es de 44mm de ancho. Su longitud será igual a  $38 + 25 + BA$ . Como se muestra, para un ángulo incluido  $A' = 120^\circ$ , el ángulo de doblado =  $60^\circ$ . En la ecuación, el valor de  $K_{ba} = 0.33$  ya que  $R/t = 5/3 = 1.66$  (menor que 2.0).

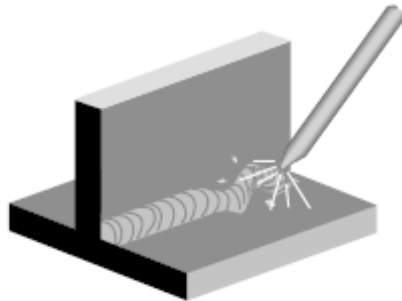
$$BA = 2\pi \frac{A}{360} (R + K_{ba}t) = 2 \cdot \pi \frac{60}{360} \cdot (5 + 0.33 \cdot 3) = 5.184 \text{ mm}$$

La longitud de la pieza es entonces 68.184 mm.

## ANEXO 1

### Defectos habituales en soldadura – causas probables y soluciones propuestas

| DEFECTOS   | CAUSAS Y SOLUCIONES  |
|--|--|
| <p data-bbox="240 680 711 709"><b>Mal aspecto</b></p>               | <p data-bbox="769 709 964 739">Causas probables:</p> <ol data-bbox="769 739 1192 835" style="list-style-type: none"><li>1. Conexiones defectuosas.</li><li>2. Recalentamiento.</li><li>3. Electrodo inadecuado.</li><li>4. Longitud de arco y amperaje inadecuado.</li></ol> <p data-bbox="769 856 964 886">Recomendaciones:</p> <ol data-bbox="769 886 1256 1012" style="list-style-type: none"><li>1. Usar la longitud de arco, el ángulo (posición) del electrodo y la velocidad de avance adecuados.</li><li>2. Evitar el recalentamiento.</li><li>3. Usar un vaivén uniforme.</li><li>4. Evitar usar corriente demasiado elevada.</li></ol> |
| <p data-bbox="240 1100 711 1129"><b>Penetración excesiva</b></p>  | <p data-bbox="769 1129 964 1159">Causas probables:</p> <ol data-bbox="769 1159 1127 1213" style="list-style-type: none"><li>1. Corriente muy elevada.</li><li>2. Posición inadecuada del electrodo.</li></ol> <p data-bbox="769 1234 964 1264">Recomendaciones:</p> <ol data-bbox="769 1264 1256 1339" style="list-style-type: none"><li>1. Disminuir la intensidad de la corriente.</li><li>2. Mantener el electrodo a un ángulo que facilite el llenado del bisel.</li></ol>   |
| <p data-bbox="240 1520 711 1549"><b>Salpicadura excesiva</b></p>  | <p data-bbox="769 1549 964 1579">Causas probables:</p> <ol data-bbox="769 1579 1045 1654" style="list-style-type: none"><li>1. Corriente muy elevada.</li><li>2. Arco muy largo.</li><li>3. Soplo magnético excesivo.</li></ol> <p data-bbox="769 1675 964 1705">Recomendaciones:</p> <ol data-bbox="769 1705 1240 1780" style="list-style-type: none"><li>1. Disminuir la intensidad de la corriente.</li><li>2. Acortar el arco.</li><li>3. Ver lo indicado para "Arco desviado o soplado".</li></ol>  |

**DEFECTOS****CAUSAS Y SOLUCIONES****Arco desviado****Causas probables:**

1. El campo magnético generado por la C.C. que produce la desviación del arco (soplo magnético).

**Recomendaciones:**

1. Usar C.A.
2. Contrarrestar la desviación del arco con la posición del electrodo, manteniéndolo a un ángulo apropiado.
3. Cambiar de lugar la grampa a tierra
4. Usar un banco de trabajo no magnético.
5. Usar barras de bronce o cobre para separar la pieza del banco.

**Soldadura porosa****Causas probables:**

1. Arco corto.
2. Corriente inadecuada.
3. Electrodo defectuoso.

**Recomendaciones:**

1. Averiguar si hay impurezas en el metal base.
2. Usar corriente adecuada.
3. Utilizar el vaivén para evitar sopladuras.
4. Usar un electrodo adecuado para el trabajo.
5. Mantener el arco más largo.
6. Usar electrodos de bajo contenido de hidrógeno.

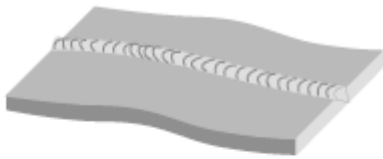
**Soldadura agrietada****Causas probables:**

1. Electrodo inadecuado.
2. Falta de relación entre tamaño de la soldadura y las piezas que se unen.
3. Mala preparación.
4. Unión muy rígida.

**Recomendaciones:**

1. Eliminar la rigidez de la unión con un buen proyecto de la estructura y un procedimiento de soldadura adecuado.
2. Precalear las piezas.
3. Evitar las soldaduras con primeras pasadas.
4. Soldar desde el centro hacia los extremos o bordes.
5. Seleccionar un electrodo adecuado.
6. Adaptar el tamaño de la soldadura de las piezas.
7. Dejar en las uniones una separación adecuada y uniforme.



**DEFECTOS****CAUSAS Y SOLUCIONES****Combadura****Causas probables:**

1. Diseño inadecuado.
2. Contracción del metal de aporte.
3. Sujeción defectuosa de las piezas.
4. Preparación deficiente.
5. Recalentamiento en la unión.

**Recomendaciones:**

1. Corregir el diseño.
2. Martillar (con martillo de peña) los bordes de la unión antes de soldar.
3. Aumentar la velocidad de trabajo (avance).
4. Evitar la separación excesiva entre piezas.
5. Fijar las piezas adecuadamente.
6. Usar un respaldo enfriador.
7. Adoptar una secuencia de trabajo.
8. Usar electrodos de alta velocidad y moderada penetración.

**Soldadura quebradiza****Causas probables:**

1. Electrodo inadecuado.
2. Tratamiento térmico deficiente.
3. Soldadura endurecida al aire.
4. Enfriamiento brusco.

**Recomendaciones:**

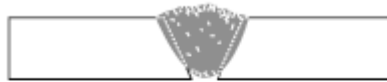
1. Usar un electrodo con bajo contenido de hidrógeno o de tipo austenítico.
2. Calentar antes o después de soldar o en ambos casos.
3. Procurar poca penetración dirigiendo el arco hacia el cráter.
4. Asegurar un enfriamiento lento.

**Penetración incompleta****Causas probables:**

1. Velocidad excesiva.
2. Electrodo de  $\varnothing$  excesivo.
3. Corriente muy baja.
4. Preparación deficiente.
5. Electrodo de  $\varnothing$  pequeño.

**Recomendaciones:**

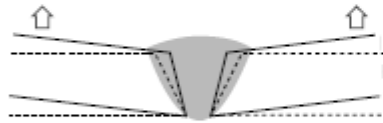
1. Usar la corriente adecuada. Soldar con lentitud necesaria para lograr buena penetración de raíz.
2. Velocidad adecuada.
3. Calcular correctamente la penetración del electrodo.
4. Elegir un electrodo de acuerdo con el tamaño de bisel.
5. Dejar suficiente separación en el fondo del bisel.

**DEFECTOS****CAUSAS Y SOLUCIONES****Fusión deficiente****Causas probables:**

1. Calentamiento desigual o irregular.
2. Orden (secuencia) inadecuado de operación.
3. Contracción del metal de aporte.

**Recomendaciones:**

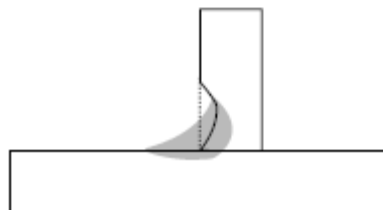
1. Puntear la unión o sujetar las piezas con prensas.
2. Conformar las piezas antes de soldarlas.
3. Eliminar las tensiones resultantes de la laminación o conformación antes de soldar.
4. Distribuir la soldadura para que el calentamiento sea uniforme.
5. Inspeccionar la estructura y disponer una secuencia (orden) lógica de trabajo.

**Distorsión (deformación)****Causas probables:**

1. Calentamiento desigual o irregular
2. Orden (secuencia) inadecuado de operación
3. Contracción del metal de aporte

**Recomendaciones:**

1. Puntear la unión o sujetar las piezas con prensas.
2. Conformar las piezas antes de soldarlas.
3. Eliminar las tensiones resultantes de la laminación o conformación antes de soldar.
4. Distribuir la soldadura para que el calentamiento sea uniforme.
5. Inspeccionar la estructura y disponer una secuencia (orden) lógica de trabajo.

**Socavado****Causas probables:**

1. Manejo defectuoso del electrodo.
2. Selección inadecuada del tipo de electrodo.
3. Corriente muy elevada.

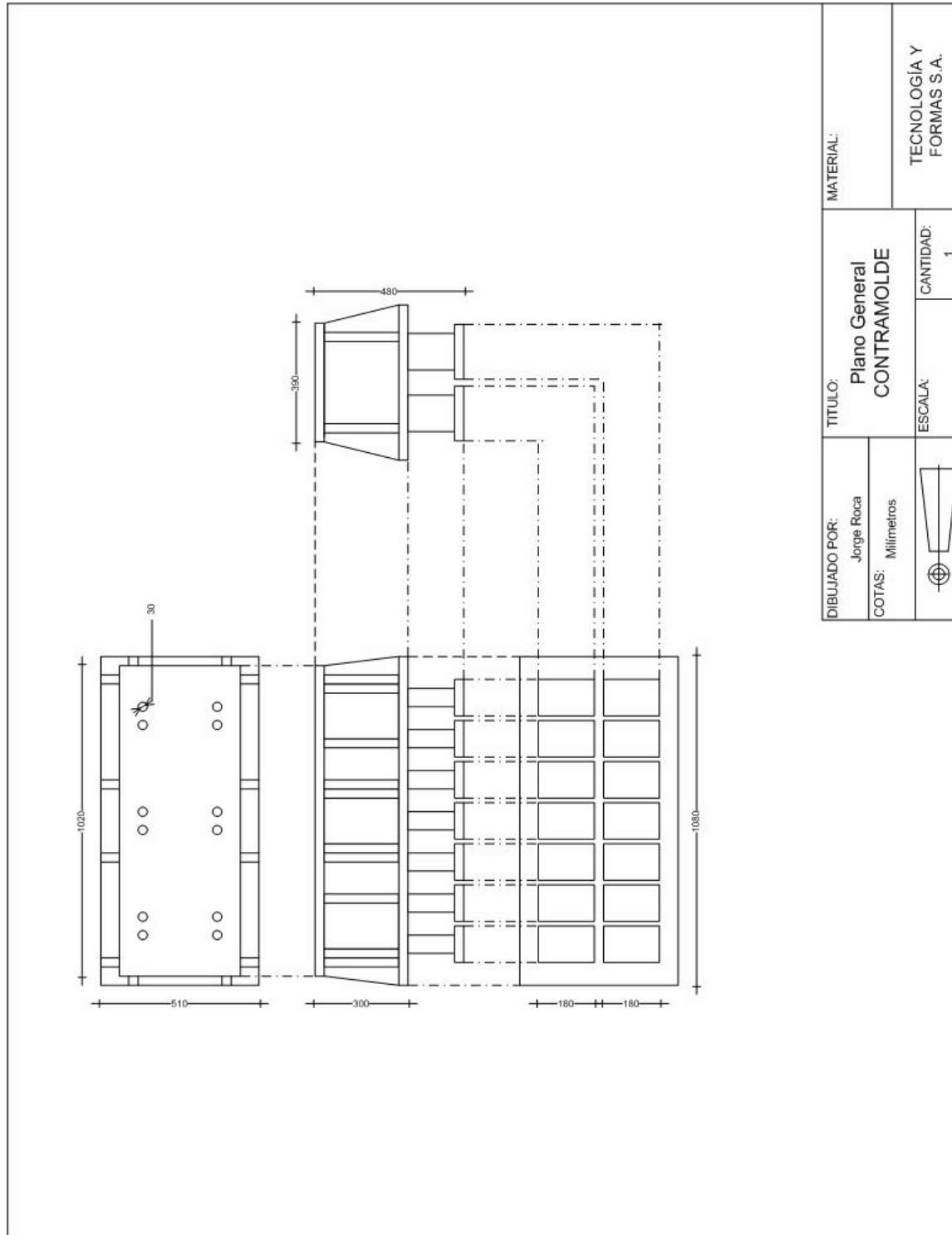
**Recomendaciones:**

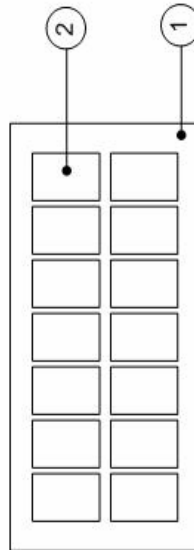
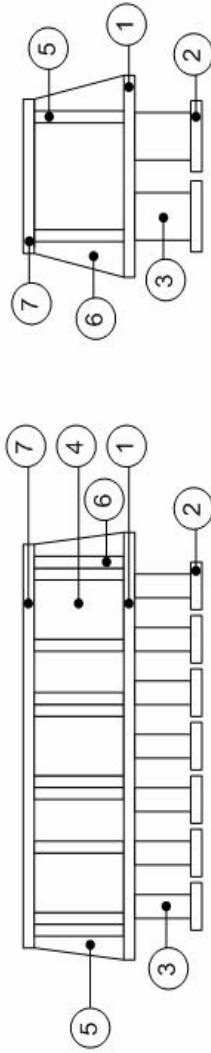
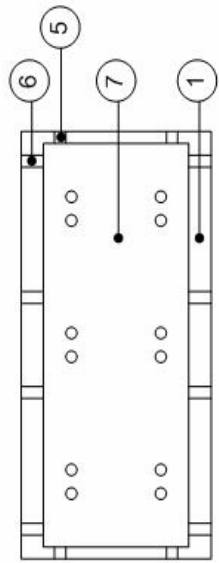
1. Usar vaivén uniforme en las soldaduras de tope.
2. Usar electrodo adecuado.
3. Evitar un vaivén exagerado.
4. Usar corriente moderada y soldar lentamente.
5. Sostener el electrodo a una distancia prudente del plano vertical al soldar filetes horizontales.




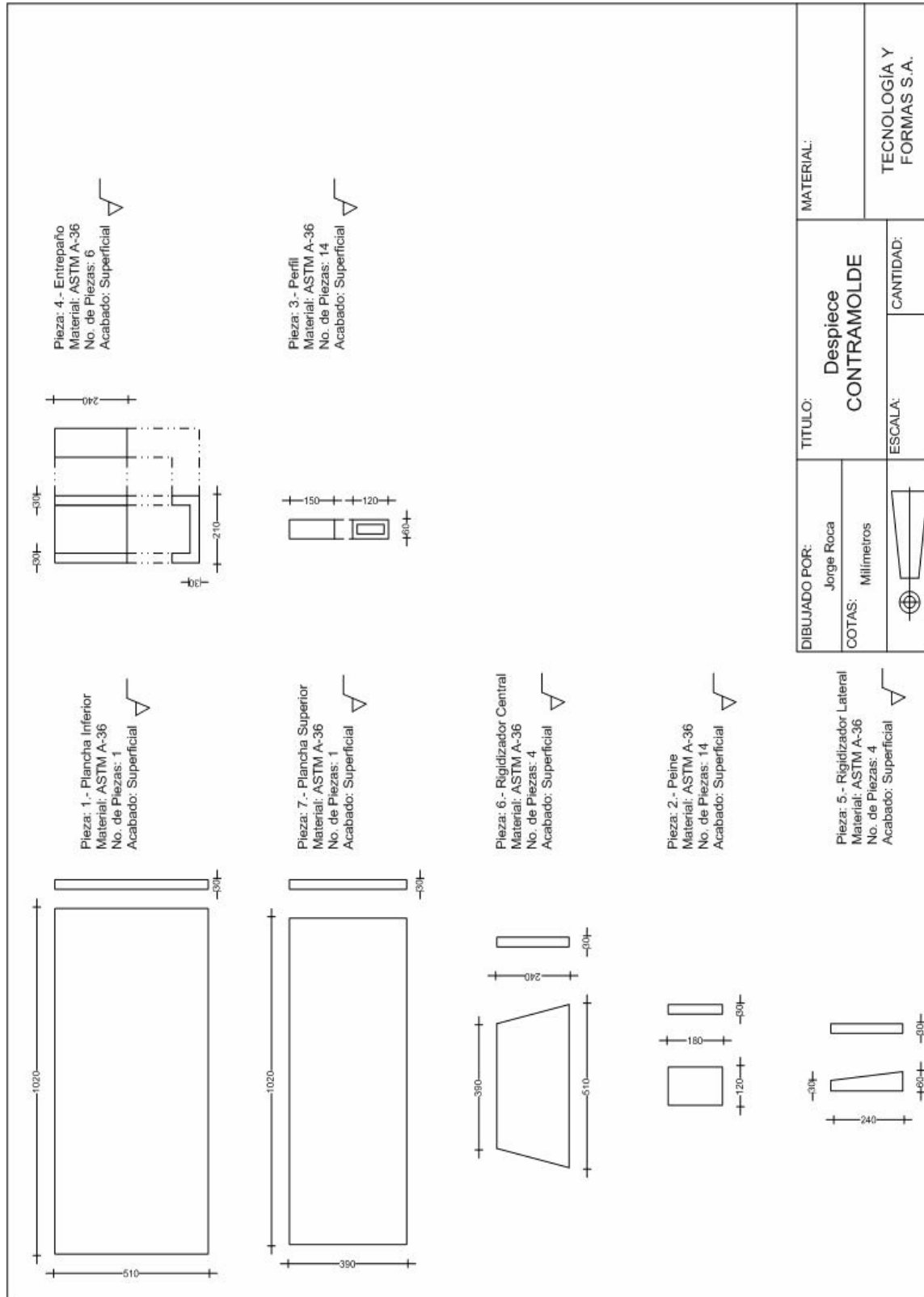


## Ejemplificación de planos incluidos en el plan de proceso

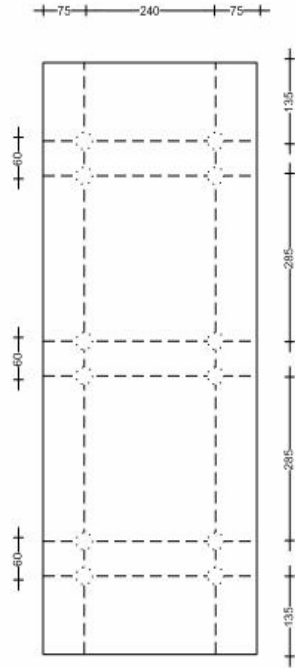




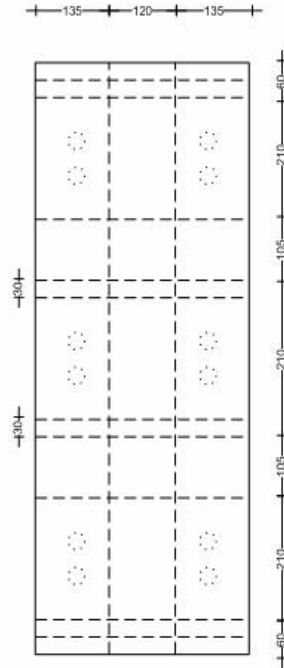
|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| DIBUJADO POR:<br>Jorge Roca   |  | TITULO:<br><b>Plano de Conjunto<br/>         CONTRAMOLDE</b> |  |
| COTAS:  |  | ESCALA:  |  |
|   |  | CANTIDAD:<br>1   |  |
| MATERIAL:   |  |  |  |
| 1.- Plancha Inferior<br>2.- Peine<br>3.- Perfil<br>4.- Entrepao<br>5.- Rigidizador Lateral<br>6.- Rigidizador Central<br>7.- Plancha Superior |  |  |  |
| TECNOLOGÍA Y<br>FORMAS S.A.   |  |  |  |



Trazado para Taladrado de Agujeros



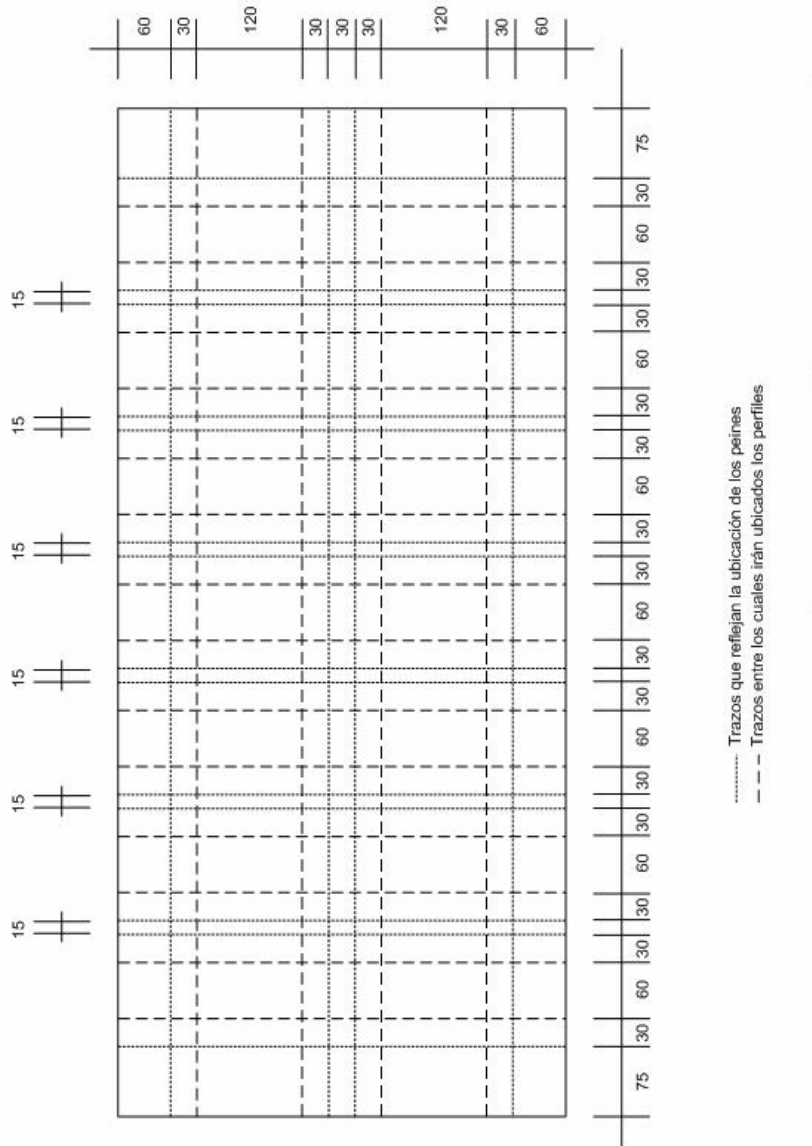
Trazado para Ubicación de Entrepaños y Rigidizadores Centrales




|                             |  |                    |           |                          |  |
|-----------------------------|--|--------------------|-----------|--------------------------|--|
| DIBUJADO POR:<br>Jorge Roca |  | TITULO:<br>Trazado |           | MATERIAL:                |  |
| COTAS:<br>Milímetros        |  | PLANCHA SUPERIOR   |           | TECNOLOGÍA Y FORMAS S.A. |  |
|                             |  | ESCALA:            | CANTIDAD: | 1                        |  |



Trazado para ubicación de Perfiles



..... Trazos que reflejan la ubicación de los peines  
 - - - Trazos entre los cuales irán ubicados los perfiles

|                             |  |   |  |                             |  |
|-----------------------------|--|---|--|-----------------------------|--|
| DIBUJADO POR:<br>Jorge Roca |  | TITULO:<br>Trazado<br>PLANCHA INFERIOR  |  | MATERIAL:                   |  |
| COTAS:<br>Milímetros        |  | ESCALA:<br> |  | TECNOLOGÍA Y<br>FORMAS S.A. |  |
|                             |  | CANTIDAD:<br>1  |  |                             |  |

## **Trazado del plan de proceso para el ensamble del contramolde**

### **Trazado del Plan de Proceso para el ensamble del Contramolde**

#### Fases del Plan

1. Trazado de Plancha Superior.
2. Trazado de Plancha Inferior.
3. Punteado de Entrepaños sobre la plancha superior.
4. Punteado de Rigidizadores Centrales a la plancha superior y a los Entrepaños.
5. Ajuste de Nivel y Altura en los Entrepaños y los Rigidizadores Centrales.
6. Posicionamiento de la Plancha Inferior sobre los Rigidizadores Centrales y los Entrepaños.
7. Punteado de Plancha Inferior a los Rigidizadores Centrales y los Entrepaños.
8. Ajustes en la altura del cuerpo del contramolde.
9. Encajado de Rigidizadores Laterales en ubicación de ensamble.
10. Punteado de Rigidizadores Laterales a los Rigidizadores Centrales externos.
11. Rematado del cuerpo del contramolde.
12. Punteado de Perfiles a la Plancha Inferior.
13. Punteado de reglas de sujeción sobre los Perfiles.
14. Rematado de Perfiles sobre la Plancha Inferior.
15. Nivelación de altura de Perfiles.
16. Posicionamiento de Peines sobre los Perfiles.
17. Punteado de los Peines a los Perfiles.
18. Rematado de Peines a Perfiles.
19. Ajustes en Posicionamiento de Peines.
20. Taladrado de agujeros en Plancha Superior.

## Elaboración paso a paso y croquis del plan de proceso

### Elaboración Paso a Paso del Plan de Proceso

- Herramientas a emplear:

- 1.- Martillo
- 2.- Tornillo de Banco
- 3.- Flexómetro
- 4.- Escuadra
- 5.- Nivel
- 6.- Compás de Resorte Extensible
- 7.- Punta de Trazado o Punzón

Máquinas Herramientas a emplear:

- 1.- Máquina soldadora Millermatic 251
- 2.- Pulidora Bosch GWS 20-230
- 3.- Taladro Electromagnético Portátil

- Parámetros de Control para los procesos de soldadura:

- 1.- Apegarse a la tabla de parámetros adjunta a la máquina, o bien hacer referencia a la gráfica del anexo 7.

- **Operación 1**

- 1.-Basándose en los planos de trazado, se procederá a realizar las líneas de referencia para el ensamble de los entrepaños y los rigidizadores centrales.
- 2.-Así mismo, se efectuarán líneas de referencia para en una operación posterior, taladrar los agujeros de sujeción del molde. Estas líneas de referencia serán ejecutadas sobre las superficies planas de la plancha superior.

3.- Las inspecciones a efectuar serán:

- a.- Exactitud de los trazos.
- b.- Rectitud de la Pieza.
- c.- Planicidad de la Pieza.
- d.- Cualquier otra indicada por el Supervisor de Producción.

• **Operación 2**

1.-Basándose en los planos de Trazado, se procederá a realizar las líneas de referencia sobre la plancha inferior para ensamblar los perfiles en una operación posterior.

2.- Las inspecciones a efectuar serán:

- a.- Exactitud de los trazos.
- b.- Rectitud de la Pieza.
- c.- Planicidad de la Pieza.
- d.- Cualquier otra indicada por el Supervisor de Producción.

• **Operación 3**

1.-Haciendo referencia al Plan Tecnológico o bien a la tabla del anexo 7 para establecer los parámetros de soldadura pertinentes, se puntearán los entrepaños sobre la plancha superior del contramolde.

2.- Las inspecciones a efectuar serán:

- a.- Perpendicularidad u Ortogonalidad entre los perfiles y la plancha superior.
- b.- Posición de los Perfiles.
- c.- Altura de los Perfiles.
- d.- Luces entre los entrepaños y la superficie de la plancha superior.

e.- Cualquier otra indicada por el Supervisor de Producción.

• **Operación 4**

1.-Haciendo referencia al Plan Tecnológico o bien a la tabla del anexo 7 para establecer los parámetros de soldadura pertinentes, se puntearán los rigidizadores centrales sobre la plancha superior del contramolde, ubicando los mismos al lado de los perfiles previamente punteados.

2.- Las inspecciones a efectuar serán:

- a.- Perpendicularidad u Ortogonalidad entre los rigidizadores y la plancha superior.
- b.- Posición de los rigidizadores.
- c.- Altura de los rigidizadores.
- d.- Concordancia entre las superficies de los bordes de los rigidizadores y los perfiles.
- e.- Paralelismo entre los bordes de los rigidizadores y los perfiles.
- f.- Luces entre los rigidizadores centrales y la superficie de la plancha superior.
- g.- Cualquier otra indicada por el Supervisor de Producción.

• **Operación 5**

1.-El nivel y la altura de los rigidizadores y los entrepaños serán ajustados a los requerimientos exigidos en los planos del producto en caso de no cumplir con estos. Para llevar a cabo los ajustes necesarios se desbastarán con disco abrasivo y pulidora las superficies de los bordes en los sitios de las piezas que así lo requieran.

2.- Las inspecciones a efectuar serán:

- a.- Rectitud en las superficies de los bordes de las piezas.

- b.- Concordancia entre las superficies de los bordes de los rigidizadores y los perfiles.
- c.- Cualquier otra indicada por el Supervisor de Producción.

- **Operación 6**

1.-La plancha inferior será ubicada sobre los rigidizadores centrales y los entrepaños vigilando que esta quede centrada respecto de la plancha superior.

2.- Las inspecciones a efectuar serán:

- a.- Rectitud en el nivel de la superficie de la plancha inferior.
- b.- Altura del cuerpo del contramolde.
- c.- Planicidad de la pieza.
- d.- Luces entre la plancha inferior, los entrepaños y los rigidizadores centrales.
- e.- Perpendicularidad u ortogonalidad entre plancha inferior, entrepaños y rigidizadores centrales.
- f.- Posición de la pieza.
- g.- Cualquier otra indicada por el Supervisor de Producción.

- **Operación 7**

1.-Haciendo referencia al Plan Tecnológico o bien a la tabla del anexo 7 para establecer los parámetros de soldadura pertinentes, se puntarán los entrepaños y los rigidizadores centrales a la plancha inferior del contramolde.

2.- Las inspecciones a efectuar serán:

- a.- Perpendicularidad u Ortogonalidad entre los entrepaños, los rigidizadores centrales y la plancha superior.

- b.- Posición de las piezas.
- c.- Altura del cuerpo del contramolde.
- d.- Luces entre los entrepaños, los rigidizadores centrales y la superficie de la plancha inferior.
- e.- Cualquier otra indicada por el Supervisor de Producción.

• **Operación 8**

1.- La altura del cuerpo del contramolde será ajustada incrementando la separación (luces) entre las piezas adecuadas o bien desbastando la superficie de los bordes de los rigidizadores centrales y entrepaños en los sitios que así se requiera.

2.- Las inspecciones a efectuar serán:

- a.- Rectitud de superficie en plancha inferior.
- b.- Posición de las piezas.
- c.- Altura del cuerpo del contramolde.
- e.- Cualquier otra indicada por el Supervisor de Producción.

• **Operación 9**

1.- Los rigidizadores laterales serán encajados en el sitio destinado para su ensamble haciendo los ajustes necesarios para que se acoplen sin problema.

2.- Las inspecciones a efectuar serán:

- a.- Perpendicularidad u Ortogonalidad de las piezas.
- b.- Posición de las piezas.
- c.- Cualquier otra indicada por el Supervisor de Producción.

- **Operación 10**

1.-Haciendo referencia al Plan Tecnológico o bien a la tabla del anexo 7 para establecer los parámetros de soldadura pertinentes, se puntearán los rigidizadores laterales.

2.- Las inspecciones a efectuar serán:

- a.- Perpendicularidad u Ortogonalidad entre los rigidizadores laterales y el cuerpo del contramolde.
- b.- Posición de los rigidizadores laterales.
- c.- Cualquier otra indicada por el Supervisor de Producción.

- **Operación 11**

1.-El cuerpo del contramolde subensamblado será rematado haciendo referencia al Plan Tecnológico o bien a la tabla del anexo 7 para establecer los parámetros de soldadura pertinentes.

2.- Las inspecciones a efectuar serán:

- a.- Dimensiones generales.
- b.- Discontinuidades en la soldadura.
- c.- Cualquier otra indicada por el Supervisor de Producción.

- **Operación 12**

1.-Haciendo referencia al Plan Tecnológico o bien a la tabla del anexo 7 para establecer los parámetros de soldadura pertinentes, se puntearán los perfiles a la plancha inferior.

2.- Las inspecciones a efectuar serán:

- a.- Perpendicularidad u Ortogonalidad entre los perfiles y la plancha inferior.
- b.- Posición de los perfiles.
- c.- Cualquier otra indicada por el Supervisor de Producción.

- **Operación 13**

1.-Se puntearán reglas de sujeción a los perfiles para evitar su deformación y desalineación durante el proceso de rematado de los mismos.



- **Operación 14**

1.-Haciendo referencia al Plan Tecnológico o bien a la tabla del anexo 7 para establecer los parámetros de soldadura pertinentes, se rematarán los perfiles a la plancha inferior.

2.- Las inspecciones a efectuar serán:

- a.- Perpendicularidad u Ortogonalidad entre los rigidizadores laterales y el cuerpo del contramolde.
- b.- Posición de los perfiles.
- c.- Discontinuidades en la soldadura.
- d.- Cualquier otra indicada por el Supervisor de Producción.

- **Operación 15**

1.-La altura de los perfiles será ajustada a los requerimientos de diseño y las superficies de sus bordes serán nivelados para que todos concuerden entre sí. La operación se efectuará con disco abrasivo para el desbaste de las piezas.

2.- Las inspecciones a efectuar serán:

- a.- Nivel de la superficie de los bordes.
- b.- Posición de los perfiles.
- c.- Cualquier otra indicada por el Supervisor de Producción.

- **Operación 16**

1.-Los peines serán posicionados sobre los perfiles una vez hayan sido acomodados en los sitios de acoplamiento con el cajón. Para que los peines se acoplen correctamente al cajón deberán ser tallados al sitio que les corresponda para luego ser fijados en su posición punteando a los mismos varias reglas de sujeción. Posteriormente estos podrán ser trasladados hacia el contramolde para ubicarlos por encima de los respectivos perfiles de manera inversa a como se fijaron en el cajón. Los peines serán centrados tomando de referencia la plancha inferior del contramolde.

2.-Las inspecciones a efectuar serán:

- a.- Posición de los peines.
- b.- Cualquier otra indicada por el Supervisor de Producción.

• **Operación 17**

1.-Haciendo referencia al Plan Tecnológico o bien a la tabla del anexo 7 para establecer los parámetros de soldadura pertinentes, se puntarán los peines a los perfiles.

2.- Las inspecciones a efectuar serán:

- a.- Perpendicularidad u Ortogonalidad entre peines y perfiles.
- b.- Posición de los peines.
- c.- Cualquier otra indicada por el Supervisor de Producción.

• **Operación 18**

1.-Los peines serán rematados a los perfiles haciendo referencia al Plan Tecnológico o bien a la tabla del anexo 7 para establecer los parámetros de soldadura pertinentes.

2.- Las inspecciones a efectuar serán:

- a.- Posición de peines.
- b.- Acoplamiento con el cajón del molde.
- c.- Discontinuidades en la soldadura.
- d.- Cualquier otra indicada por el Supervisor de Producción.

• **Operación 19**

1.-Si el acoplamiento entre el contramolde y el molde no es satisfactorio se procederá al ajuste mecánico de los peines golpeando las piezas en los lugares que se requiera.

2.- Las inspecciones a efectuar serán:

- a.- Posición de peines.
- b.- Acoplamiento con el cajón del molde.
- c.- Discontinuidades en la soldadura.
- d.- Cualquier otra indicada por el Supervisor de Producción.

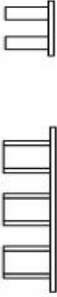




- **Operación 20**

1.-El taladrado se efectuará según lo indicado en el plan tecnológico de dicho proceso y el establecimiento de los parámetros que se refieran a lubricantes y brocas también.

Nombre de la Pieza ó Componente: \_\_\_\_\_ Contramolde \_\_\_\_\_ Página No.: 1

Tiempo Estimado de Fabricación: 29 horas

Cantidad de Piezas a Producir: 44 piezas






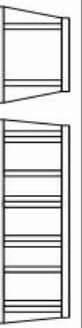
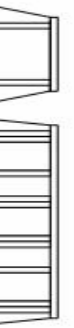
| No. | Descripción  | Croquis   | Parámetros   | Herramientas                             | Máquinas                  | Instrumentos             | Materiales y Suministros |
|-----|--|---|--|--|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1   | Trazado de Plancha Superior.   | Véase esquema de Trazado para la Plancha Superior en planos anexados.                 | -----  | - Punta de Trazar ó<br>Punzón<br>- Regla | -----                     | Flexómetro               | Broca Esmerilada         |
| 2   | Trazado de Plancha Inferior.   | Véase esquema de Trazado para la Plancha Inferior en planos anexados.                 | -----  | - Punta de Trazar ó<br>Punzón<br>- Regla | -----                     | Flexómetro               | Broca Esmerilada         |
| 3   | Punteado de Entrepaños sobre la Plancha Superior.  |    | E = ER70-6<br>75%Ar - 25% CO2<br>Ø alambre = 0.9mm<br>V = 23.0<br>γ = 325% | Dispositivos de Sujeción                 | Millermatic 251           | Escuadra                 | E = ER70-6               |
| 4   | Punteado de Rigidizadores Centrales a la Plancha Superior y a los Entrepaños.              |    | E = ER70-6<br>75%Ar - 25% CO2<br>Ø alambre = 0.9mm<br>V = 23.0<br>γ = 325% | Dispositivos de Sujeción                 | Millermatic 251           | Escuadra                 | E = ER70-6               |
| 5   | Ajustes de nivel y altura en los entrepaños y los rigidizadores centrales.                 |  | -----  | Dispositivos de Sujeción                 | Pulidora Bosch GWS 20-230 | -Flexómetro<br>-Nivel    | Disco Abrasivo 9"        |
| 6   | Posicionamiento de la Plancha inferior sobre los Rigidizadores Centrales y los Entrepaños. |  | -----  | Dispositivos de Sujeción                 | -----                     | -Flexómetro<br>-Escuadra | -----                    |
| 7   | Punteado de Plancha inferior a los Rigidizadores Centrales y los Entrepaños.               |  | E = ER70-6<br>75%Ar - 25% CO2<br>Ø alambre = 0.9mm<br>V = 23.0<br>γ = 325% | Dispositivos de Sujeción                 | Millermatic 251           | -Flexómetro<br>-Nivel    | E = ER70-6               |

Tiempo Estimado de Fabricación: \_\_\_\_\_

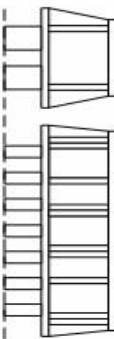
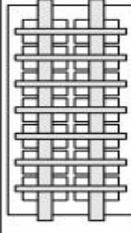

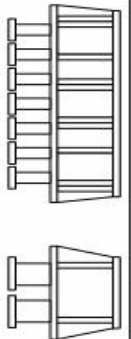

29 horas

Cantidad de Piezas a Producir: \_\_\_\_\_

44 piezas

| No. | Descripción   | Croquis   | Parámetros   | Herramientas                           | Máquinas                     | Instrumentos            | Materiales y Suministros  |
|-----|---|---|--|--|------------------------------|-------------------------|---|
| 8   | Ajustes en la altura del cuerpo del contramolde.                            |    | -----  | -Dispositivos de Sujeción<br>-Martillo | Pulidora Bosch GWS<br>20-230 | -Flexómetro<br>-Nivel   | -Disco Abrasivo 9"<br>-Material reciclado (puntas de electrodo) |
| 9   | Encajado de Rigidizadores Laterales en ubicación de ensamble.               |    | -----  | -Dispositivos de Sujeción<br>-Martillo | -----                        | -Flexómetro<br>-Ecuadra | -----   |
| 10  | Punteado de Rigidizadores Laterales a los Rigidizadores Centrales externos. |    | E = ER70-6<br>75%Ar - 25% CO2<br>Ø alambre = 0.9mm<br>V = 23.0<br>y = 325% | -Dispositivos de Sujeción<br>-Martillo | Millematic 251               | Ecuadra                 | E = ER70-6  |
| 11  | Rematado del cuerpo del contramolde.  |    | E = ER70-6<br>75%Ar - 25% CO2<br>Ø alambre = 0.9mm<br>V = 23.0<br>y = 325% | Dispositivos de Sujeción               | Millematic 251               | -Flexómetro<br>-Nivel   | E = ER70-6  |
| 12  | Punteado de Perfiles a la Plancha Inferior.                                 |   | E = ER70-6<br>75%Ar - 25% CO2<br>Ø alambre = 0.9mm<br>V = 23.0<br>y = 325% | Dispositivos de Sujeción               | Millematic 251               | -Flexómetro<br>-Ecuadra | E = ER70-6  |
| 13  | Punteado de reglas de sujeción sobre los Perfiles.                          |  | E = ER70-6<br>75%Ar - 25% CO2<br>Ø alambre = 0.9mm<br>V = 23.0<br>y = 325% | Dispositivos de Sujeción               | Millematic 251               | -----                   | E = ER70-6  |
| 14  | Rematado de Perfiles sobre la Plancha Inferior.                             |  | E = ER70-6<br>75%Ar - 25% CO2<br>Ø alambre = 0.9mm<br>V = 23.0<br>y = 325% | Dispositivos de Sujeción               | Millematic 251               | -Flexómetro<br>-Ecuadra | E = ER70-6  |

Nombre de la Pieza ó Componente: \_\_\_\_\_ Contramolde \_\_\_\_\_ Página No.: 3  
 Tiempo Estimado de Fabricación: 29 horas  
 Cantidad de Piezas a Producir: 44 piezas

| No. | Descripción                                   | Croquis   | Parámetros   | Herramientas                           | Máquinas                  | Instrumentos                       | Materiales y Suministros |
|-----|---|---|--|--|---------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| 15  | Nivelación de altura de Perfiles.             |    | -----  | -Dispositivos de Sujeción<br>-Martillo | Pulidora Bosch GWS 20-230 | -Flexómetro<br>-Nivel              | -Disco Abrasivo 9"       |
| 16  | Posicionamiento de Peines sobre los Perfiles. |    | -----  | Dispositivos de Sujeción               | -----                     | -Flexómetro<br>-Escuadra           | -----                    |
| 17  | Punteado de los Peines a los Perfiles.        |    | E = ER70-6<br>75%Ar - 25% CO2<br>Ø alambre = 0.9mm<br>V = 23.0<br>γ = 325% | Dispositivos de Sujeción               | Millermatic 251           | -Flexómetro<br>-Nivel<br>-Escuadra | E = ER70-6               |
| 18  | Rematado de Peines a Perfiles.                |   | E = ER70-6<br>75%Ar - 25% CO2<br>Ø alambre = 0.9mm<br>V = 23.0<br>γ = 325% | Dispositivos de Sujeción               | Millermatic 251           | -Flexómetro<br>-Nivel<br>-Escuadra | E = ER70-6               |
| 19  | Ajustes en Posicionamiento de Peines.         |  | -----  | -Dispositivos de Sujeción<br>-Martillo | -----                     | -Flexómetro<br>-Nivel<br>-Escuadra | -----                    |
|     |   |   |  |  |                           |                                    |                          |
|     |   |   |  |  |                           |                                    |                          |

## ANEXO 2

### Especificaciones de la fresadora propuesta Nantong X6325

| Modelo  | X 6325  |                       |
|---|---|-----------------------|
| Concepto                                      | Pulgadas  | Métrico               |
| Tamaño de la Mesa (W x L)                     | 10" x 44"   | 250 x 1120 mm         |
| Avance de la Mesa (Longitudinal)              | 27.55"  | 700mm                 |
| Avance de la Mesa (Transversal)               | 11.8"   | 300mm                 |
| Avance de la Mesa (Vertical)                  | 15.75"  | 400mm                 |
| Espacio de la Ranura (No./ancho/pitch)        | 3/0.625"/2.56"  | 3/14/65 mm            |
| Max. Carga en la mesa                         | 440 lbs   | 200 kg                |
| Rango Alimentación de Mesa X/Y (8 pasos)      | 0.71" – 12.12" / min  | 18 – 308 mm/min       |
| Motor de Alimentación                         | 1/3 H.P.  | 0.25 kW               |
| Tamaño del Husillo                            | R – 8 or ISO30#   |                       |
| Desplazamiento del Husillo                    | 5"  | 127 mm                |
| Distancia entre Husillo y Mesa                | 1.18" - 17"   | 30 - 430 mm           |
| Eje Vertical del Husillo a Mesa               | 6.7" – 18.5"  | 170 – 470 mm          |
| Movimiento del cabezal de lado a lado         | +/- 90 grados   |                       |
| Movimiento del cabezal del frente hacia atrás | +/- 45 grados   |                       |
| Velocidades del Husillo (RPM)                 | 78, 98, 155, 197, 278, 394, 555, 670, 850, 1700, 2400, 3400, 4800 |                       |
| Número de Velocidades del Husillo             | 16  |                       |
| Rango de Alimentación del Husillo             | .0019/.0035/.0058 lpr   | 0.047/0.09/0.148 mmpr |
| Motor del Husillo (2 velocidades)             | 10 H.P.   | 7.5 kW                |
| Rotación del Brazo                            | 360 grados  |                       |
| Paso de la Cabeza                             | 60 – 350 t/min  | 6 pasos               |
| Ajuste del Paso                               | 0.12" – 3.94i ±   | 3 – 100 mm            |
| Motor de paso de la cabeza                    | 1/3 H.P.  | 0.25 kW               |
| Dimensiones Totales (LxWxH)                   | 66.9"x59.5"x81.1"   | 1700x1510x2060 mm     |
| Peso  | 2650 lbs  | 1200 kgs              |
| Tamaño de Embarque                            | 59"x59"x74.8"   | 1500x1500x1900 mm     |

### ANEXO 3

#### Especificaciones de la plegadora propuesta Fablamp PB-118-40

|                             |           |
|-----------------------------|-----------|
| Largo útil de la mesa       | 3048 mm   |
| Ancho de la Mesa            | 150 mm    |
| Recorrido del Martillo      | 75 mm     |
| Toneladas a Medio Recorrido | 40        |
| Toneladas Final Recorrido   | 60        |
| Distancia entre Montantes   | 2502 mm   |
| Garganta Aproximada         | 200 mm    |
| Golpes por Minuto           | 29        |
| Motor Eléctrico             | 9 a 11 HP |
| Revoluciones del Motor      | 1700 RPM  |
| Peso Aproximado Neto        | 3800 Kg   |



## ANEXO 4

### Parámetros de operación de la máquina de soldadura MIG Millermatic 251

| ¿Cuál material está soldando?   | Tipos sugeridos de alambre | Gas protector y flujo sugeridos   | Diámetro de alambre | Selección del voltaje y la velocidad de alimentación basándose en el espesor del metal que se está soldando |               |               |                |               |                 |                 |                 |                 |                 |
|---|----------------------------|---|---------------------|---|---------------|---------------|----------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|   |                            |   |                     | 1/2" (12.7 mm)  | 3/8" (9.5 mm) | 1/4" (6.4 mm) | 3/16" (4.8 mm) | 1/8" (3.2 mm) | 14 ga. (2.0 mm) | 16 ga. (1.6 mm) | 18 ga. (1.2 mm) | 20 ga. (0.9 mm) | 22 ga. (0.8 mm) |
| Acero   | Sólido (o duro) ER70S-6    | 100% CO <sub>2</sub> , 25 pies <sup>3</sup> /hora+  | 0.023" (0.6mm)      | —   | —             | —             | 20.0/320       | 19.0/280      | 18.5/220        | 18.0/190        | 17.6/170        | 17.0/140        |                 |
|   |                            |   | 0.030" (0.8mm)      | —   | 22.5/420      | 21.5/380      | 20.5/325       | 19.5/295      | 19.0/230        | 18.5/185        | 18.0/135        | 17.5/120        | 17.0/105        |
|   |                            |   | 0.035" (0.9mm)      | —   | 23.0/325      | 21.5/290      | 20.5/245       | 20.0/220      | 19.0/175        | 18.5/160        | 18.0/125        | 17.5/100        | 17.0/85         |
|   |                            |   | 0.045" (1.1mm)      | —   | —             | —             | —              | —             | —               | —               | —               | —               | —               |
|   |                            |   | 0.023" (0.6mm)      | —   | —             | —             | 19.5/510       | 18.0/385      | 17.0/300        | 16.5/240        | 15.5/180        | 15.3/140        | 15.0/130        |
| Acero - para aplicaciones ventosas fuera o cuando la apariencia de la soldadura no es crítica | Alambre tubular E71T-11    | No requiere gas protector   | 0.030" (0.8mm)      | —   | 22.0/530      | 19.6/435      | 18.3/375       | 17.0/305      | 16.5/235        | 16.0/210        | 15.5/170        | 15.0/130        |                 |
|   |                            |   | 0.035" (0.9mm)      | 23.5/475  | 21.5/425      | 19.0/320      | 18.0/280       | 17.0/245      | 16.5/200        | 16.0/165        | 15.5/135        | 15.0/110        |                 |
|   |                            |   | 0.045" (1.1mm)      | 24.5/335  | 21.5/300      | 19.0/260      | 18.0/230       | 17.0/200      | 16.5/165        | 16.0/155        | 15.5/110        | —               | —               |
|   |                            |   | 0.035" (0.9mm)      | —   | 16.5/250      | 15.5/225      | 15.0/210       | 14.5/180      | 14.2/120        | 14.0/105        | —               | —               | —               |
|   |                            |   | 0.045" (1.1mm)      | —   | 17.5/170      | 16.5/130      | 15.5/110       | 15.0/90       | 14.5/70         | —               | —               | —               | —               |
| Acero Inoxidable  | Alambre tubular E71T-1     | 100% CO <sub>2</sub> , 25 pies <sup>3</sup> /hora+<br>75% Argón/25% CO <sub>2</sub> , 25 pies <sup>3</sup> /hora+ | 0.035" (0.9mm)      | —   | 24.0/385      | 23.0/360      | 21.5/310       | 20.5/275      | 20.0/250        | —               | —               | —               |                 |
|   |                            |   | 0.045" (1.1mm)      | 25.5/380  | 24.5/340      | 23.0/305      | 21.5/265       | 20.5/240      | 20.0/210        | —               | —               | —               |                 |
|   |                            |   | 0.023" (0.6mm)      | —   | —             | —             | —              | —             | —               | —               | —               | —               |                 |
|   |                            |   | 0.030" (0.8mm)      | —   | —             | —             | —              | —             | —               | —               | —               | —               |                 |
|   |                            |   | 0.035" (0.9mm)      | —   | —             | —             | —              | —             | —               | —               | —               | —               |                 |
| Aluminio con la pistola (opcional) Spoolmatic® 15A o 30A                                      | Aluminio 4043 ER           | 100% Argón, 25 pies <sup>3</sup> /hora+   | 0.045" (1.1mm)      | —   | 24.0/330      | 22.5/310      | 21.5/285       | 20.5/275      | —               | —               | —               | —               |                 |
|   |                            |   | 0.030" (0.8mm)      | —   | —             | —             | —              | —             | —               | —               | —               | —               |                 |
|   |                            |   | 0.035" (0.9mm)      | —   | —             | —             | —              | —             | —               | —               | —               | —               |                 |
|   |                            |   | 0.047" (1.2mm)      | —   | —             | —             | —              | —             | —               | —               | —               | —               |                 |
|   |                            |   | 0.030" (0.8mm)      | —   | —             | —             | —              | —             | —               | —               | —               | —               |                 |

## APÉNDICE 4

### Formato propuesto para el control de calidad de producto

|                               |  | Control de Calidad            |  | Orden No.:                          |
|-------------------------------|--|-------------------------------|--|-------------------------------------|
|                               |  |                               |  | Fecha:                              |
| Nombre de Pieza / Componente: |  |                               |  |                                     |
| Esquema:                      |  |                               |  |                                     |
| No.                           | Característica / Especificación        | Observaciones                 | Medios   | Acción Correctiva                   |
| 1                             | (soldadura, dimensiones, golpes, etc.) | (Inconformidades encontradas) | (Instrumentos de medición utilizados, inspecciones visuales, etc.) | (Acciones correctivas recomendadas) |
| 2                             |  |                               |  |                                     |
| 3                             |  |                               |  |                                     |
| 4                             |  |                               |  |                                     |
| 5                             |  |                               |  |                                     |