

## ***FORMATO DE DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE GRADO***

### ➤ AUTOR O AUTORES

Apellidos	<u>Pérez Morales</u>	Nombres	<u>Maria Teresa</u>
Apellidos	<u>Galvis Roa</u>	Nombres	<u>Lina Maria</u>
Apellidos	<u>Córdoba Pinzón</u>	Nombres	<u>Nazly Bibiana</u>

### ➤ TÍTULO Y SUBTÍTULO

“DISEÑO DE UNA FÁBRICA MODELO QUE PERMITA LA INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS ERP DE SAP R/3 Y CIM EN EL CENTRO TECNOLÓGICO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL”

### ➤ CIUDAD Bogotá D.C

### ➤ AÑO DE ELABORACIÓN 2004-III

### ➤ NÚMERO DE PÁGINAS 265

### ➤ TIPO DE ILUSTRACIONES Imágenes

### ➤ MATERIAL ANEXO FICHAS TÉCNICAS PRODUCTO, PLANOS PIEZAS, TABLAS, ENTREVISTAS, PROGRAMAS DE MECANIZADO, DIAGRAMAS DE PROCESO, GRAFICAS DE CONTROL.

### ➤ FACULTAD INGENIERIA

### ➤ PROGRAMA INGENIERIA INDUSTRIAL

### ➤ TÍTULO OBTENIDO INGENIERO INDUSTRIAL

### ➤ MENCIÓN

Postulación a mención de honor

### ➤ DESCRIPTORES

Automatización Industrial

Sistema de información SAP R/3

CIM

Scada Cosimir Control

Cadena de Abastecimiento

Estrategias organizacionales para una empresa

## CONTENIDO

<b>CONTENIDO</b> .....	<b>1</b>
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	<b>4</b>
<b>LISTA DE CUADROS</b> .....	<b>5</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>7</b>
<b>LISTA DE ANEXOS</b> .....	<b>9</b>
<b>GLOSARIO DE TERMINOS</b> .....	<b>10</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>12</b>
<b>1. ESTRATEGIAS ORGANIZACIONALES</b> .....	<b>15</b>
1.1. MISION Y VISION .....	17
<b>Mercado</b> .....	<b>18</b>
1.2. VISIÓN .....	19
1.3. ORGANIGRAMA FABRICA MODELO.....	20
1.4. PROCESO ADMINISTRATIVO EN EL CTAI PARA EL USO DE LA FABRICA MODELO.....	20
1.5. ESTRATEGIA OPERATIVA .....	27
1.5.1. Segmentación del mercado .....	27
1.5.2. Identificación de requerimientos del producto, patrones de demanda y márgenes de utilidad de cada grupo .....	28
1.5.3. Definición de captadores de pedido y calificadores de pedidos de cada grupo .....	28
1.5.4. Convertir los captadores de pedido en requerimientos principales de desempeño interno .....	29
1.6. ESTRATEGIAS OPERATIVAS DE POSICIONAMIENTO .....	31
<b>2. DISEÑO DEL PRODUCTO</b> .....	<b>33</b>
2.1. METODOLOGÍA DE SELECCIÓN DEL PRODUCTO.....	33
2.1.1. Restricciones del CIM .....	33
2.1.2. Evaluación y selección del producto .....	39
2.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PRODUCTO SELECCIONADO .....	43
2.3. DISEÑO DEL PRODUCTO .....	45
2.3.1.1. Requerimientos generales de producto .....	46
2.4. PROTOTIPOS DE PRODUCTO.....	48
2.4.1. Ficha técnica del producto .....	54

2.4.2.	Código de programación .....	55
<b>3.</b>	<b>CONFIGURACION ICIM- COSIMIR SCADA .....</b>	<b>56</b>
3.1.	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ICIM – COSIMIR SCADA.....	56
3.1.1.	Estaciones de trabajo .....	57
3.1.1.1.	Sistema de Transporte .....	57
3.1.1.2.	Estación AS-RS : Almacén automático y sistema de recuperación .....	57
3.1.1.3.	Estación CNC.....	58
3.1.2.	Estructura de comunicaciones .....	60
3.1.3.	Descripción del funcionamiento del sistema.....	61
3.2.	ESTRUCTURA DE UN PROYECTO EN EL COSIMIR CONTROL.....	64
3.2.1.	Plan de Procesos.....	64
3.2.2.	Devices (o dispositivos) .....	66
3.2.3.	Driver ( o controlador) .....	67
3.2.4.	Librerías .....	68
3.2.5.	Procesos .....	68
3.2.6.	Tareas .....	68
3.3.	CONFIGURACIÓN DEL ICIM PARA LA FÁBRICA MODELO.....	68
3.3.1.	Definición de Requerimientos de Información para el sistema .....	69
3.3.2.	Creación de Referencias de los Productos a Fabricar .....	71
3.3.3.	Diseño de Ventanas de Visualización.....	72
3.3.3.1.	Ventana de visualización selección de Cuerpos .....	72
3.3.3.2.	Ventana de visualización rosca externas o tornillos .....	74
3.3.3.3.	Ventana almacén de materia prima estación CNC.....	76
3.3.3.4.	Ventanas de visualización para el registro de tiempos por operación .....	77
3.3.4.	Desarrollo de planes de proceso .....	78
3.3.4.1.	Plan de proceso Fabricación de cuerpo .....	78
3.3.4.2.	Plan de proceso Fabricación de rosca externa o tornillo .....	80
3.3.5.	Parametrización de subprocesos.....	81
3.3.6.	Ejecución de pruebas .....	83
4.1.	METODOLOGÍA .....	87
4.1.1.	Desarrollo toma de tiempos.....	88
4.1.2.	Resultados .....	90
4.2.	Límites de control.....	92
4.2.1.	Procedimiento .....	93
4.3.	Capacidad de proceso y especificaciones de Cliente.....	97
<b>5.</b>	<b>DEFINICIÓN DE PROCESOS CADENA DE ABASTECIMIENTO DE LA FABRICA MODELO</b>	
	<b>102</b>	
5.1.	MACROPROCESOS DE PLANEACION .....	103
5.2.	MACROPROCESO APROVISIONAMIENTO.....	105
5.2.1.	Políticas, estrategias y tácticas.....	105
5.2.2.	Definición y objetivos del macroproceso de aprovisionamiento.....	106
5.2.3.	Procesos y actividades.....	107
5.2.3.1.	Proceso de Recepción de Materia Prima .....	108
5.2.3.2.	Proceso de almacenar materia prima .....	110

<b>5.3.</b>	<b>MACROPROCESO PRODUCCION .....</b>	<b>111</b>
5.3.1.	Políticas, estrategias y tácticas .....	111
5.3.2.	Definición y objetivos del macroproceso de producción .....	111
5.3.3.	Procesos y actividades de Producción .....	112
5.3.3.1.	Proceso de preparar materia prima .....	113
5.3.3.2.	Proceso de procesar producto .....	114
5.3.3.3.	Proceso de almacenar el producto terminado .....	116
<b>5.4.</b>	<b>MACROPROCESO DISTRIBUCION Y VENTAS.....</b>	<b>117</b>
5.4.1.	Políticas, estrategias y tácticas .....	117
5.4.2	Definición y objetivos del macroproceso de distribución y ventas .....	117
5.4.3	Procesos y actividades de distribución .....	118
5.4.3.1	Proceso de entrega del producto terminado .....	119
5.4.3.2	Proceso de ventas .....	120
<b>6.</b>	<b>CONFIGURACION DATOS MAESTROS SAP.....</b>	<b>122</b>
6.1.	ESTRUCTURA DEL SISTEMA SAP R/3 .....	122
6.2.	DATOS MAESTROS DEL SISTEMA SAP R/3.....	124
6.2.2.	LISTA DE MATERIALES .....	130
6.2.3.	Hoja de ruta .....	134
<b>7.</b>	<b>COSTO FUNCIONAMIENTO FABRICA MODELO.....</b>	<b>143</b>
7.1.	METODOLOGIA .....	143
7.1.1.	Materia prima directa .....	144
7.1.2.	Mano de obra directa .....	145
7.1.3.	Costos indirectos .....	146
7.1.4.	Costos fijos .....	147
	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>150</b>
	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>152</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>154</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>156</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1. Selección y evaluación del producto.....	40
Tabla 4.1 Tiempo estándar del producto Sujetador para puertas de baño .....	90
Tabla 4.2 Tiempo estándar del producto . Botón estándar para estructuras .....	91
Tabla 4.3 Tiempo estándar del producto Sujetador de estructuras .....	91
Tabla 4.4 Tiempo estándar del producto Rosca externa M10X1.25 .....	91
Tabla 4.5 Tiempo estándar del producto Rosca externa M8X1.25 .....	92
Tabla 4.6 Desviación estándar - medidas de las muestras de materia prima.....	93
Tabla 4.7. Límites de control para el sujetador de puertas de baño (Programa 611) .....	94
Tabla 4.8. Límites de control para el botón estándar para estructuras (Programa 612) .....	95
Tabla 4.9. Límites de control para el sujetador de estructuras (Programa 613) .....	96
Tabla 4.10. Límites de control para la rosca externa M10X1.25 (Programa 614).....	97
Tabla 4.11. Límites de control para la rosca externa M8X1.25 (Programa 615).....	97
Tabla 4.12. Calculo del índice de capacidad de proceso para el cuerpo tipo 1 (Programa 611) .....	98
Tabla 4.13. Calculo del índice de capacidad de proceso para el cuerpo tipo 2 (Programa 612) .....	99
Tabla 4.14. Calculo del índice de capacidad de proceso para el cuerpo tipo 3 (Programa 613) .....	99
Tabla 4.15. Calculo del índice de capacidad de proceso para la rosca tipo 1 (Programa 614) .....	100
Tabla 4.16. Calculo del índice de capacidad de proceso para la rosca tipo 2 (Programa 615) .....	100
Tabla 7.2 Consumo de materia prima por orden de producción .....	145
Tabla 7.3 Valor total de la mano de obra por orden de pedido .....	145
Tabla 7.4 costos indirectos por orden de producción .....	146
Tabla 7.5 Resumen costos variables por orden de producción .....	147
Tabla 7.6 Cálculo de costos variables .....	148

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.1 Análisis DOFA “Fábrica Modelo en el CTAI” .....	16
Cuadro 1.2. Cuestionario específico para el diseño de misión de la Fábrica Modelo .....	18
Cuadro 1.3. Cuestionario específico para el diseño de visión de la Fábrica Modelo .....	19
Cuadro 1.4 Proceso Administrativo para el servicio Asesoría académica sobre el funcionamiento de la Fábrica Modelo configuración actual .....	21
Cuadro 1.5 Proceso Administrativo para el servicio Consultoría simulación del proceso productivo del cliente .....	23
Cuadro 1.6 Proceso Administrativo para el servicio Consultoría simulación del proceso productivo y administrativo del cliente .....	25
Cuadro 1.7 Resumen metodología para la estrategia operativa .....	30
Cuadro 1.8. Estrategias Operativas de Posicionamiento .....	31
Cuadro 2.1 Matriz de Restricciones del Sistema .....	34
Cuadro 2.2. Criterios de evaluación de material .....	41
Cuadro 2.3. Criterios de dimensiones cilíndricas .....	41
Cuadro 2.4. Criterios de evaluación de peso .....	41
Cuadro 2.5. Criterios de evaluación máquina CNC .....	42
Cuadro 2.6. Criterios de evaluación factibilidad del maquinado .....	42
Cuadro 2.7. Despliegue de la función de calidad para el producto seleccionado .....	47
Cuadro 2.8. Ficha técnica de botones sujetadores .....	54
Cuadro 3.1 Distribución de las posiciones iniciales en el ICIM .....	60
Cuadro 3.2 Resumen de driver (controladores) y dispositivos (devices) disponibles en ICIM .....	68
Cuadro 3.3 Requerimientos para el sistema de control de producción .....	71
Cuadro 3.4 Resumen de la variables globales usadas en la visualización: Selección cuerpo .....	74
Cuadro 3.5 Resumen de la variables globales usadas en la visualización: Selección cuerpo .....	76
Cuadro 3.6 Resumen estructura del plan de proceso para la fabricación del cuerpo del producto .....	79
Cuadro 3.7 Resumen estructura del plan de proceso para la fabricación la rosca externa del producto .....	80
Cuadro 3.8. Cuadro resumen de la estructura de un subproceso .....	82
Cuadro 4.1. Elementos de medición de tiempos en el proceso productivo de cuerpos .....	87
Cuadro 4.2. Programas del torno para los productos de la fábrica modelo .....	88
Cuadro 4.3 Parámetros básicos para el estudio de tiempos .....	90
Cuadro 4.4 Definición de constantes para el calculo de los limites de control .....	93
Cuadro 5.1 Políticas, estrategias y tácticas para el macroproceso de aprovisionamiento .....	105
Cuadro 5.2 Definición del Macroproceso de Aprovisionamiento .....	107
Cuadro 5. 3 Políticas, estrategias y tácticas del macroproceso de producción .....	111

Cuadro 5.4 Definición del macroproceso de producción .....	111
Cuadro 5.5 Políticas, estrategias tácticas para el proceso de distribución y ventas .....	117
Cuadro 5.6 Definición y objetivos del macroproceso de distribución y ventas.....	117
Cuadro 6.1 Explicación de los campos del archivo maestro de materiales. ....	124
Cuadro 6.3. Parámetros maestro de materiales para producto terminado en aluminio .....	128
Cuadro 6.4. Parámetros maestro de materiales para producto terminado en bronce .....	129
Cuadro 6.5. Parámetros maestro de materiales para ensambles.....	130
Cuadro 6.6 Descripción campos cabecera de la lista de materiales planeación de la producción ...	131
Cuadro 6.7 Descripción datos de posiciones en la lista de materiales. ....	132
Cuadro 6.8 Parametrización de datos cabecera hoja de ruta .....	133
Cuadro 6.9 Ejemplo estructura de los datos maestros en las posiciones de la lista de materiales .	134
Cuadro 6.10 Descripción de campos a parametrizar en la cabecera de maestro hojas de ruta. ....	135
Cuadro 6.10 Descripción de los campos para cada operación en la hoja de ruta. ....	136
Cuadro 6.11 Parametrización de los campos de la cabecera en la hoja de Ruta.....	137
Cuadro 6.12 Parametrización de datos básicos para la secuencia de operaciones en la hoja de ruta, producto 52101.....	137
Cuadro 6.13 Descripción de los campos del archivo maestro puestos de trabajo.....	139
Cuadro 6.14 Parametrización del maestro puestos de trabajo. ....	142
Cuadro 7.1 Ordenes de producción base del costeo.....	144

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Botón divisor para puertas de baño .....	43
Figura 2.3. Botón divisor para puertas de baño .....	44
Figura 2.4. Botón divisor para puertas de baño .....	45
Figura 2.6. Perfil revolucionado – sujetador para puertas de baños.....	50
Figura 2.7. Perfil de la rosca en sólido.....	50
Figura 2.8. Ensamble del producto.....	51
Figura 2.9. Plano del cuerpo del producto.....	52
Figura 2.10. Plano de la rosca del producto .....	52
Figura 2.11. Perfil revolucionado botón estándar para estructuras .....	53
Figura 2.12. Perfil revolucionado sujetador de estructuras .....	53
Figura 3.1 Conjunto de equipos que conforman el ICIM del CTAI .....	56
Fuente: Manual ICIM A004 de Festo.....	56
Figura 3.2 Banda transportadora .....	57
Fuente: Manual ICIM A004 de Festo.....	57
Figura 3.3 Almacén AS-RS .....	58
Fuente: Manual ICIM A004 de Festo.....	58
Figura 3.4 Estación CNC Feeder .....	59
Fuente: Manual ICIM A004 de Festo.....	59
Figura 3.5 Distribución de las posiciones iniciales en el ICIM.....	59
Fuente: Manual ICIM A004 de Festo.....	59
Figura 3.6 Descripción del sistema de Comunicaciones en el ICIM.....	60
Fuente: Manual ICIM A004 de Festo.....	60
Figura 3.7 Visualización inicial del sistema de transporte en el Scada-Cosimir Control .....	61
Figura 3.8, Visualización inicial del sistema AS-RS en el Scada Cosimir Control.....	62
Figura 3.9, Procesos ejecutables en el Scada.....	62
Figura 3.10. Visualización de las tareas que se están ejecutando en cada estación .....	63
Figura 3.11 Sistema Scada: visualización del avance de procesos. Data Adquisicion.....	63
Figura 3.12 Estructura de un proyecto en el Cosimir Control .....	64
Fuente: Manual ICIM A004 de Festo.....	64
Figura 3.13 Estructura de un Plan de proceso.....	65
Figura 3.14 Dispositivos disponibles en el ICIM.....	66
Figura 3.15 Drivers disponibles en el ICIM.....	67
Figura 3.16 Diagrama de etapas del proceso de configuración del ICIM.....	69
Figura 3.17 Niveles organizacionales de la información .....	70
Figura 3.18 Visualización de la base de datos creada en el Stock admin.....	72
Figura 3.19 Diseño inicial de la ventana de visualización para selección cuerpo .....	73

Figura 3.20	Diseño inicial de la ventana de visualización para selección rosca .....	75
Figura 3.21	Almacén de materia prima en las estación .....	76
Figura 3.22	Diseño ventana de visualización para el almacén de la estación CNC .....	77
Figura 3.23	Ventana inicial de visualización de tiempos .....	78
Figura 3.24	Ubicación de los subprocesos en un proyecto .....	82
Figura 3.25.	Ventana de visualización final para la selección del cuerpo .....	84
Figura 3.26	Ventana de visualización final para la selección de la rosca .....	84
Figura 3.27	Ventana de visualización final para el registro de tiempos .....	85
Figura 3.28	Ventana de visualización para el almacén de la estación CNC .....	85
Figura 4.1.	Ventana de visualización de tiempos para la fabricación de cuerpos .....	88
Figura 4.2.	Visualización del estado de materia prima en el proceso productivo de la Fábrica Modelo .....	89
Figura 4.3	Perfil para sujetador de puertas de baño (Programa 611). Especificaciones críticas .....	94
Figura 4.4	Gráfica de control programa 612 – Largo plano superior .....	95
Figura 4.5	Perfil para el botón estándar para estructuras (Programa 612), Especificaciones Críticas .....	95
Figura 4.6	Perfil botón para estructuras (Programa 613), Especificaciones Críticas .....	96
Figura 4.7	Perfil botón para rosca (Programas 614 y 615), Especificaciones Críticas .....	97
Figura. 4.8	Curva normal de límites de especificación de proceso y de clientes .....	101
Figura 5.1	Diagrama Macroprocesos de la cadena de abastecimiento .....	103
Figura 5.2	Diagrama Macroprocesos de planeación .....	103
Figura 5.3	Diagrama de flujo. Actividades del macroproceso de planeación .....	104
Figura 5.4	Diagrama. Macroproceso de aprovisionamiento .....	108
Figura 5.5	Diagrama de flujo proceso. Recepción de materia prima .....	109
Figura 5.6	Diagrama de Flujo. Proceso: Almacenar de materia prima .....	110
Figura 5.7	Diagrama Van. Macroproceso de producción .....	113
Figura 5.8	Diagrama de flujo proceso. Preparar materia prima .....	114
Figura 5.9	Diagrama de flujo proceso: Procesar producto .....	115
Figura 5.9	Diagrama de flujo proceso. Almacenar producto terminado .....	116
Figura 5.10	Diagrama. Macroproceso de distribución y ventas .....	118
Figura 5.11	Diagrama de flujo proceso. Entrega de producto terminado .....	119
Figura 5.12	Diagrama de flujo. Proceso de ventas .....	120
Figura 6.1.	Niveles funcionales del sistema SAP R/3 .....	123
Figura 6.2	Estructura del maestro hoja de ruta .....	135

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1.1. Entrevista estructurada directa a comercializadores y fabricantes .....	156
Anexo 1.2. Tabulación encuesta a comercializadores.....	158
Anexo 2.1. Entrevista directa estructurada para arquitectos .....	159
Anexo 2.2 Perfil de Producto .....	160
Figura 2.5. Perfil del producto en Solid Works.....	160
Anexo 2.3 Planos de las piezas.....	161
Anexo 2.4 Ficha técnica producto 52102/52202/53102/53202.....	168
Anexo 2.5. Programa para el mecanizado del cuerpo del producto .....	170
Anexo 2.6. Programa para el mecanizado del tornillo del producto.....	171
Anexo 2.7. Diagramas de Procesos .....	172
Anexo 3.1 Base de datos sistema AS-RS Tab first time.....	177
Anexo 3.2 Plan de proceso para la fabricación del cuerpo del producto .....	181
Anexo 3.3 Plan de proceso para la fabricación de la rosca externa del producto.....	184
Anexo 4.1 Tiempos Estándar .....	187
Anexo 4.2 Especificaciones para cada diseño .....	188
Programa 611 Cuerpo tipo 1 .....	188
Programa 612 Cuerpo tipo 2 .....	188
Programa 613 Cuerpo tipo 3 .....	189
Programa 614 Rosca tipo 1 .....	189
Programa 615 Rosca tipo 2 .....	189
Anexo 4.3. Gráficas de Control.....	190
Anexo 5.2 Secuencia de operaciones hojas de ruta.....	202
Anexo 6.1 Estructura lista de materiales .....	225
Anexo 5.2 Secuencia de operaciones hojas de ruta.....	230
Anexo 7.1 Tablas para el calculo de la hora - hombre.....	253
Anexo 7.2 Tabla tiempos por orden de producción .....	254
Anexo 7.4 Datos técnicos de conexiones eléctricos equipo ICIM.....	254
Anexo 7.5 Tabla de depreciación de equipos.....	255
Anexo 7.5 Costo de licencias de software.....	255
Anexo Reglamento de la Pontificia Universidad Javeriana Artículo 23 de la resolución No. 13 de 1964 .....	258
ANEXO CARTAS .....	259

## GLOSARIO DE TERMINOS

- **AS-i (Actuador Sensor Interfase):** sistema de comunicación industrial, utilizado por la banda transportadora que le permite no ser considerada como un equipo cerrado, donde es posible agregar nuevos puntos de parada y lectura de códigos en el momento en que se requiera.
- **Automatización:** Sistema de fabricación diseñado con el fin de usar la capacidad de las máquinas para llevar a cabo determinadas tareas anteriormente efectuadas por seres humanos, y para controlar la secuencia de las operaciones sin intervención humana.
- **CAD (Computer Aided Design) :** Diseño Asistido por Computador. Proceso en el cual por medio de un ordenador se pueden diseñar y desarrollar características productos para simular su tamaño, contorno y la forma de cada componente, almacenados como dibujos bi y tridimensionales.
- **CAM (Computer Aided Manufacturing) :** Fabricación Asistida por Computador. Proceso en el cual por medio de un ordenador se revisan las técnicas de planificación de procesos y en especial la programación de control numérico (NC) de máquinas herramienta.
- **CIM (Computer Integrated Manufacturing) :** Fabricación Integrada por Ordenador. Las siglas CIM responden a una filosofía de implantación de un sistema informático que integre todos los procesos existentes en un proceso de fabricación, tanto en lo que se refiere a las áreas comerciales, como a las de diseño, fabricación, distribución, etcétera.
- **Control Numérico:** Método para controlar una máquina instalación mediante el cual se programa un sistema binario o digital decimal para llevar a cabo operaciones a través de circuitos electrónicos y mecanismos de activación relacionados.
- **ERP (Enterprise Resource Planning):** Planeación de Recursos Empresariales. Es un sistema estructurado que busca satisfacer la demanda de soluciones de gestión empresarial, basado en el concepto de una solución completa que permite a las empresas unificar las diferentes áreas de productividad de la misma.  
Las soluciones ERP se caracterizan por su disposición en módulos, integración de la información (dato único), universalidad, estandarización e interfaces con otras aplicaciones. Son sistemas abiertos y en la mayoría de los casos multiplataforma.
- **Ethernet:** Red de área local utilizada para regular el tráfico en la línea de comunicación principal del ICIM.

- **iCIM en el sistema de aprendizaje** iCIM es un concepto de sistema integrado independiente que cubre completamente toda la pirámide de aprendizaje desde el nivel de planificación hasta las tecnologías básicas. El concepto didáctico se caracteriza aquí por:
  - Enfoque orientado al proceso y
  - Formación en la práctica
- **ProcVis:** Para la visualización de procesos simulando las señales para una programación off-line de los procesos.
- **Profibus:** Protocolo de comunicación que permite el intercambio de señales digitales y análogas, con una excelente velocidad de transmisión. Cada una de las estaciones posee un terminal de bus de campo PROFBUS FMS, con el cual y a través de un cable es posible la comunicación entre las estaciones y la integración del sistema CIM.

El protocolo permite agregar y retirar estaciones y/o terminales en cualquier punto del sistema en cualquier momento, no requiere una programación adicional y no afecta el funcionamiento del sistema actual.

El PC que soporte el software SCADA posee una tarjeta de Profibus, con la cual finaliza la línea de comunicación, de esta forma solo es necesario adicionar los nuevos dispositivos con su correspondiente información.

- **Robots:** máquinas programables, sobre las que se configura un conjunto de movimientos para que sean reproducidos.
- **Serial:** Las estaciones podrán ser programadas y puestas en marcha a través del puerto serial de cada una, adicionalmente con el driver del software SCADA se amplía el sistema a comunicación serial entre computadores para implementar la comunicación DNC con las máquinas CNC.
- **Sistemas de Fabricación Flexible :** Sistema controlado por un ordenador central que conecta varios centros de trabajo informatizados con un sistema automático de manipulación de materiales.
- **TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol):** Protocolos usados para el control de la transmisión en Internet. Permite que diferentes tipos de computadoras se comuniquen a través de redes heterogéneas.

## RESUMEN

El presente trabajo de grado titulado “Diseño de una Fábrica Modelo para la posterior integración de los sistemas SAP R/3 y CIM en el Centro Tecnológico de Automatización Industrial (CTAI)”, tienen como objetivo principal la creación de un prototipo de fábrica que permita el intercambio de información entre los dos sistemas mencionados anteriormente. Esta fábrica se convierte así en la primera etapa del proyecto de investigación titulado “Integración del sistema de planeación de recursos empresariales de SAP con el sistema de manufactura integrado por computación (CIM) en el CTAI, desarrollado por el departamento de procesos productivos.

Este diseño parte desde la búsqueda de un producto que se adaptara al sistema CIM existente en el laboratorio y que adicionalmente perteneciera al mercado real, una vez encontrado este producto se evaluaron los requerimientos de los clientes para definir las estrategias organizacionales y operativas que le permitieran a la Fábrica Modelo satisfacer estas necesidades. Estas estrategias dieron origen al diseño de una cadena de abastecimiento que comprende desde el aprovisionamiento de materia prima hasta la distribución del producto y que al mismo tiempo identifica que sistemas, SAP R/3 o CIM intervenían en cada eslabón de la cadena.

El mayor énfasis se hizo en el eslabón de producción de la cadena de abastecimiento ya que se trataba de la configuración del sistema ICIM. Este proceso empieza con el diseño de las piezas en el sistema CAD, SolidWorks. Una vez comprobadas las especificaciones del producto en este sistema se generaron los códigos CAM para la fabricación en el torno de control numérico. El proceso siguiente fue la integración del ICIM al proceso productivo, para esta integración se desarrollo la programación del sistema Scada Cosimir Control que es el que ejerce el control y monitoreo del ICIM, aquí se creó un proyecto donde el usuario pudiera efectuar elecciones de producto y al mismo tiempo controlar y monitorear el estado del proceso productivo.

Finalmente se determinó el costo del funcionamiento de la Fábrica Modelo con el objetivo de servir de base en el proyecto de investigación adelantado por el departamento de procesos productivos para el cálculo de tarifas en asesorías a empresas en la posterior integración de los dos sistemas.

## INTRODUCCION

Ciencias como la automatización lideran todos los ámbitos en el presente milenio, por lo que las industrias, especialmente de países en vías de desarrollo, deben encaminar sus acciones para acceder a ellas para así, tomar mayor ventaja de los beneficios que ofrecen, si que quieren tener un mejor lugar en el mercado internacional. El papel que actualmente juega el sector académico en la industria y en la sociedad lo han convertido en el transformador y fuente de investigación en tecnología.

Como parte de la estrategia del departamento de Procesos Productivos de dar soluciones reales a las necesidades del país, tanto a estudiantes como empresarios, se conformó un grupo de investigadores liderado por el Ingeniero Santiago Aguirre Mayorga junto con profesores del departamento, dicho grupo actualmente se encuentra desarrollando el proyecto de investigación titulado “Integración del Sistema de Planeación de Recursos Empresariales (ERP) de SAP con el sistema de Manufactura Integrada por Computador (CIM) en el Centro Tecnológico de Automatización Industrial de la Facultad de Ingeniería” cuyo objetivo principal es Integrar el sistema ERP de SAP con el Sistema Integrado De Manufactura (CIM) en el CTAI<sup>1</sup>.

El objetivo fundamental del presenta trabajo de grado es la creación de una Fábrica Modelo que permita y facilite la integración de estos dos sistemas convirtiéndose así en la primera fase del proyecto de investigación mencionado anteriormente para obtener un sistema simulado donde se coordinen e integren los procesos de planeación con la ejecución de la producción y de las actividades de la cadena de valor; para la consecución de este proyecto se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- Definir y documentar las estrategias organizacionales tales como: definición de políticas organizacionales, establecimiento de un organigrama para la empresa y diseño de Políticas de Producción.
- Diseñar un producto que se ajuste a los procedimientos del sistema CAD/CAM disponibles en el CTAI, con su respectiva configuración y programación, especificando la ficha técnica y lista de materiales.
- Documentar el proceso productivo que se llevará a cabo en el CIM, a través de los diagramas de procesos
- Configurar el ICIM con las especificaciones del producto de acuerdo a las características de finidas anteriormente

---

<sup>1</sup> CTAI: Centro Tecnológico de Automatización Industrial

- Definir los estándares de tiempo, capacidad, calidad según las restricciones del CIM
- Definir y documentar los procesos Administrativos que se llevan a cabo en la fabrica modelo tales como: Compras, Planeación de la Producción, Ventas
- Documentar los datos maestros que requiere SAP en lo que se refiere a producción, para que sean parametrizados posteriormente en el sistema de información
- Determinar el costo de funcionamiento de la Fabrica Modelo en el laboratorio CIM

Con la implementación de la Fábrica Modelo, los empresarios podrán simular procesos reales para evaluar diferentes alternativas de acción sin involucrar recursos propios; además, de ello, podrán evaluar la implementación de esta tecnología para sus negocios, y analizar si es viable o no esta inversión.

Este proceso inicia con la definición de estrategias corporativas y operativas para definir el rumbo de la Fábrica Modelo, seguido a esto se evaluaron diferentes productos con el fin de evaluar aquel que se acogiera a las restricciones del equipo, una vez seleccionado se inició la configuración del ICIM teniendo como primer paso el uso de los sistema CAD/CAM para definir las especificaciones del producto; una vez configurado este sistema se inició el proceso de programación del sistema Scada –Cosimir Control para modelar el proceso productivo; luego, por tratarse de un prototipo de fábrica, se definió la cadena de Abastecimiento donde interactuaran los dos sistemas de información, para con ello definir los datos maestros del sistema SAP R/3 en el módulo de producción con el fin de lograr coherencia en el funcionamiento de los dos sistemas a la hora de integrarlos. Finalmente y basado en el desarrollo de cada uno de los capítulos precedentes, se determinó el costo de funcionamiento de una hora para la Fábrica Modelo en el CTAI.

## 1. ESTRATEGIAS ORGANIZACIONALES

“La planeación estratégica es el proceso mediante el cual quienes toman decisiones en una organización obtienen, procesan y analizan información pertinente, interna y externa, con el fin de evaluar la situación presente de la empresa, así como su nivel de competitividad con el propósito de anticipar y decidir sobre el direccionamiento de la institución hacia el futuro”<sup>2</sup>; teniendo en cuenta esta definición la fábrica modelo no puede ser ajena a este punto, justamente por tratarse de un prototipo de negocio debe tener un norte, unas metas y objetivos claros que marquen su direccionamiento con el fin de garantizar su funcionamiento para los fines con los que se creó y al mismo tiempo se adapte a las condiciones cambiantes del entorno.

Para lograr el éxito de la estrategia organizacional es necesario definir algunos parámetros de funcionamiento:

- **Horizonte de Tiempo**

Teniendo en cuenta la naturaleza de la Fábrica Modelo como una empresa intensiva en tecnología, las metas y objetivos que se plantean deben ser a corto y mediano plazo; ya que los cambios tecnológicos en la industria se desarrollan día a día; por lo tanto el horizonte de tiempo para la planeación estratégica será de año y medio.

- **Diagnóstico Estratégico**

El diagnóstico de la Fábrica Modelo se realizará a través del análisis de fortalezas y debilidades internas de la fábrica, así como de las amenazas y oportunidades que enfrenta la misma, tal como se muestra el DOFA en el cuadro 1.1.

---

<sup>2</sup> SERNA Humberto, Gerencia Estratégica, Estados Unidos, 1997 P.28

**Cuadro 1.1 Análisis DOFA “Fábrica Modelo en el CTAI”**

	<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Respaldo debido al prestigio de la Universidad Javeriana</li> <li>▪ Ser institución pionera en la investigación de la integración del ERP SAP R/3 con el CIM; con fines para la docencia y asesoría a empresas.</li> <li>▪ El mercado de piezas mecanizadas crece cada año; lo que permite que los procesos productivos simulados en la fábrica sean lo mas real posible</li> <li>▪ Diversificación en el mercado de piezas mecanizadas con nuevos productos que enriquece el proceso de simulación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Los procesos de fabricación en el mercado actual son manuales y económicos.</li> <li>▪ La resistencia al cambio por parte del sector metalmeccánico de la ciudad hacia el uso de nuevas tecnologías.</li> <li>▪ Cambios tecnológicos acelerados en la industria en general.</li> </ul>
<b>FORTALEZAS</b>	<b>ESTRATEGIAS FO</b>	<b>ESTRATEGIAS FA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tecnología de punta que garantiza productos de alta calidad.</li> <li>▪ Debido a que las piezas son manipuladas por robots y mecanizadas en máquinas CNC, con el respaldo del área de docencia, garantizan que los procesos internos de la Fábrica Modelo se encuentran asegurados.</li> <li>▪ Contar con una sala de CAD garantiza flexibilidad y asesoría en el diseño del producto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Promoción del producto como de alta calidad, respaldado por una institución educativa.</li> <li>▪ Desarrollo de diseños exclusivos acordes a las necesidades del cliente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Renovación constante de la Fábrica Modelo con los adelantos tecnológicos de la industria.</li> <li>▪ Promoción de la Fábrica Modelo como una oportunidad de intercambio de tecnología</li> </ul>

DEBILIDADES	ESTRATEGIAS DO	ESTRATEGIAS DA
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Inexistencia de un área de investigación de mercados</li> <li>▪ Restricción de determinadas dimensiones de producto terminado debido a la maquinaria existente</li> <li>▪ Producto costoso debido al equipo que lo fabrica</li> <li>▪ Restricciones de disponibilidad del equipo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Incentivar áreas de mercadeo para la implementación de nuevas líneas de producto para la fábrica.</li> <li>▪ Planear un cronograma de actividades de acuerdo con la disponibilidad del ICIM</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Promoción de los productos a través de programas de intercambio tecnológico entre empresas privadas y la institución.</li> </ul>

La Fábrica Modelo tiene por objetivo principal, ser la herramienta para el desarrollo del proyecto de investigación titulado “Integración del Sistema de Planeación de Recursos Empresariales (ERP) de SAP con el sistema de Manufactura Integrada por Computador (CIM) en el Centro Tecnológico de Automatización Industrial de la Facultad de Ingeniería” desarrollado por el departamento de procesos productivos; así mismo, tiene otros beneficios para la docencia, transferencia de información con centros de investigación y prestación de servicios de asesoría para el sector empresarial.

Toda organización posee estrategias para lograr sus objetivos; la Fábrica Modelo puede apoyarse en las planteadas en el cuadro 1.1, que son resultado del análisis DOFA y que se pueden aplicar una vez esta se encuentre en funcionamiento.

### 1.1. MISION Y VISION

La misión define una interrelación entre la organización, clientes, proveedores y su entorno, esta es la razón de la empresa y es un compromiso compartido por todos sus integrantes. Esta debe ser real, alcanzable, factible y además debe vincular a todas las áreas de la organización, con el fin de que cada una de ellas pueda definir su propia ruta.

Se debe reconocer la existencia de factores internos y externos que en algunas ocasiones impulsan y obstaculizan la obtención de los propósitos y objetivos estratégicos. La empresa debe cuestionarse sobre lo que es hoy y aquello que desea ser en el futuro, analizando sus capacidades y oportunidades.

Con el fin de diseñar la misión y visión de la Fábrica Modelo se usaron cuestionarios específicos, con preguntas puntuales como las que citamos a continuación en el cuadro 1.2, las cuales nos ayudan a conocer los fines de esta y hacia donde quiere enfocarse.

**Cuadro 1.2. Cuestionario específico para el diseño de misión de la Fábrica Modelo**

<p><b>Cual es el negocio?</b></p>	<p>Fabricar piezas mecanizadas de sujeción en aluminio y bronce para puertas y muebles de vidrio.</p>
<p><b>Para que existe la empresa?</b></p>	<p>Para dar a conocer los beneficios al sector académico y empresarial del funcionamiento de un sistema integrado de manufactura por computador en conjunto con un ERP como SAP/R3.</p>
<p><b>Cuales son sus productos y mercados?</b></p>	<p>Productos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Botones para divisiones de baño</li> <li>• Botones para puerta de madera</li> <li>• Sujetadores para muebles</li> <li>• Distanciadores para mesas en vidrio</li> </ul> <p>Mercado</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Empresas manufactureras interesadas en conocer el funcionamiento de un proceso productivo modelado en un CIM que maneja su información por medio de un ERP.</li> <li>• A nivel académico, enseñar a los estudiantes el manejo y funcionamiento de un proceso productivo simulado en un CIM con un ERP</li> </ul>
<p><b>Cuáles son los elementos diferenciales de la empresa?</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización de tecnología de punta durante todo el proceso de fabricación</li> <li>• Implementación de un proceso de manufactura dentro de una institución educativa que permite el intercambio constante entre nuevas prácticas y la teoría</li> <li>• Asesoría técnica y profesional en toda la cadena de abastecimiento</li> </ul>
<p><b>Quienes somos?</b></p>	<p>Una empresa que fabrica piezas mecanizadas de sujeción, que utiliza tecnología de punta en cada uno de los procesos y que es flexible ante los cambios</p>

<b>Que buscamos?</b>	Buscamos que en un futuro el laboratorio por medio de la Fábrica Modelo pueda prestar asesorías tanto a empresas como a estudiantes, desde el diseño del producto y los procesos de fabricación hasta el manejo de la información.
----------------------	--

Al hacer una síntesis de toda la información recogida se definió como misión para la Fábrica Modelo la siguiente:

***Somos una empresa dedicada al diseño, fabricación y simulación de procesos productivos de piezas mecanizadas en un CIM con tecnología de punta para brindar a estudiantes, docentes y empresarios una visión amplia de la integración de sistemas en un negocio***

## 1.2. VISIÓN

Al igual que para la Misión, la Visión de la Fábrica Modelo se definió como aquella que sintetizara la información que responde a las preguntas del cuadro 1.3.

### Cuadro 1.3. Cuestionario específico para el diseño de visión de la Fábrica Modelo

<b>Que quiere llegar a ser la empresa en un futuro?</b>	Un centro de intercambio de tecnología, donde se pueda observar el desarrollo de un producto desde el diseño, el almacenamiento de los materiales hasta su mecanización final.
<b>Por que quiere ser reconocida la empresa?</b>	Queremos llegar a ser reconocidos como un centro de intercambio de tecnología.

La Visión definida fue:

***Queremos ser en el 2006 un medio de intercambio de tecnología con entidades educativas y de investigación, destacándose por su dedicación a la formación y capacitación, respeto integral del medio ambiente y compromiso con el desarrollo del país.***

### 1.3. ORGANIGRAMA FABRICA MODELO

Toda organización debe establecer tanto las líneas de mando como una definición de tareas y actividades con el fin de asignar las áreas necesarias, el recurso humano suficiente y la distribución equitativa de responsabilidades; este tipo de estructura es por lo general representado en los organigramas; por tratarse de una organización con objetivos claros y definidos la Fábrica Modelo debe contar con una estructura de este tipo. El organigrama que se muestra en la figura 1.1 describe las funciones que se deben llevar en la Fábrica Modelo.

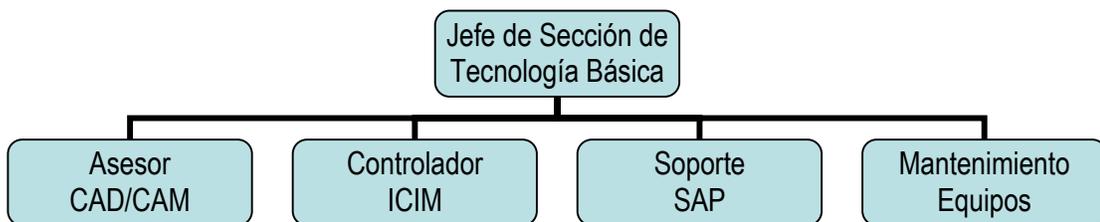


Figura 1.1 Organigrama Fábrica Modelo

### 1.4. PROCESO ADMINISTRATIVO EN EL CTAI PARA EL USO DE LA FABRICA MODELO

El proceso administrativo de la Fábrica Modelo está diseñado para los diferentes tipos de servicios que se prestarán en ella, los cuales son:

Asesorías académicas:

- Asesoría académica sobre el funcionamiento de la Fábrica Modelo configuración actual

Consultarías empresariales:

- Consultoría simulación del proceso productivo del cliente
- Consultoría simulación del proceso productivo y administrativo del cliente

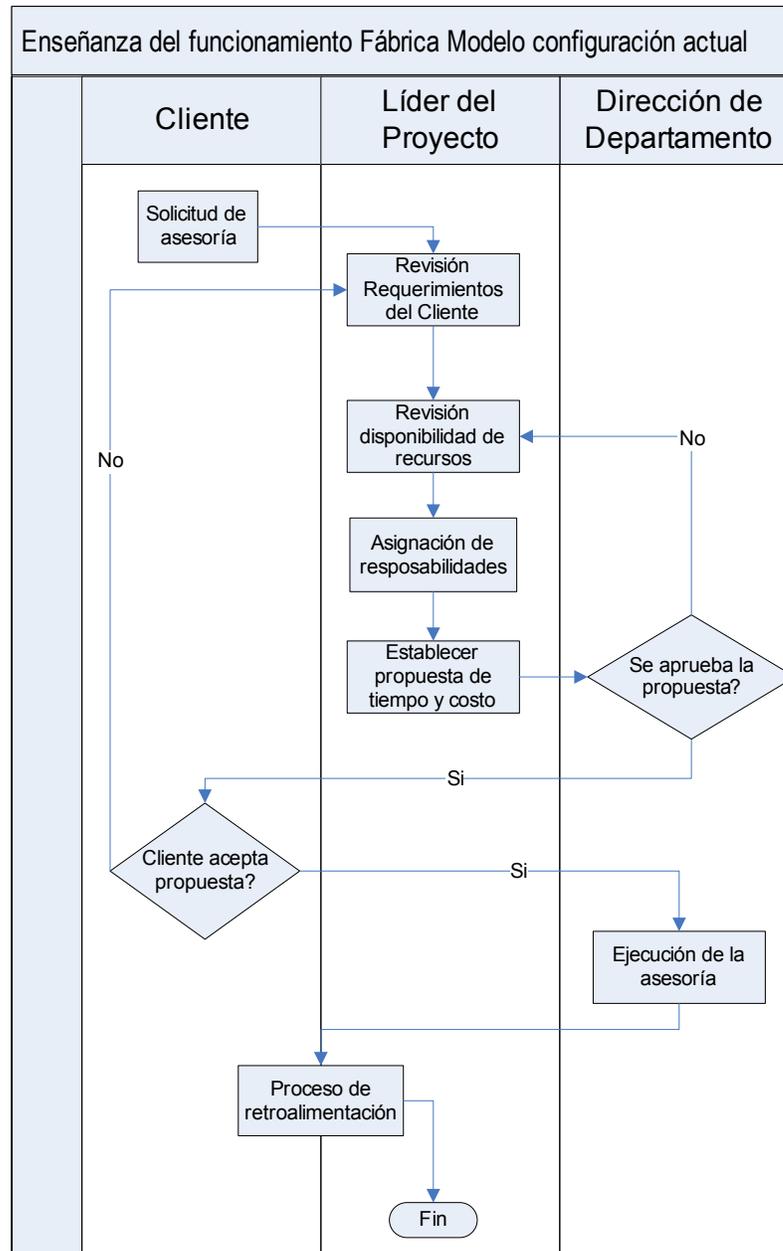
A continuación se presenta el proceso a seguir en cada uno de los servicios propuestos con el fin de garantizar que en el momento de la solicitud de alguno por un cliente, se le pueda dar respuesta correcta a sus requerimientos y se le proporcione un buen servicio.

**Cuadro 1.4 Proceso Administrativo para el servicio Asesoría académica sobre el funcionamiento de la Fábrica Modelo configuración actual**

**Nombre del Servicio:** Asesoría académica sobre el funcionamiento de la Fábrica Modelo configuración actual

**Objetivo del Servicio:** Exponer el funcionamiento de la Fábrica Modelo de su configuración actual desde el diseño de cadena de abastecimiento, simulación del proceso productivo y configuración de los datos para el ERP SAP R/3.

**Clientes:** Asesoría dirigida a instituciones educativas



### Descripción de Actividades:

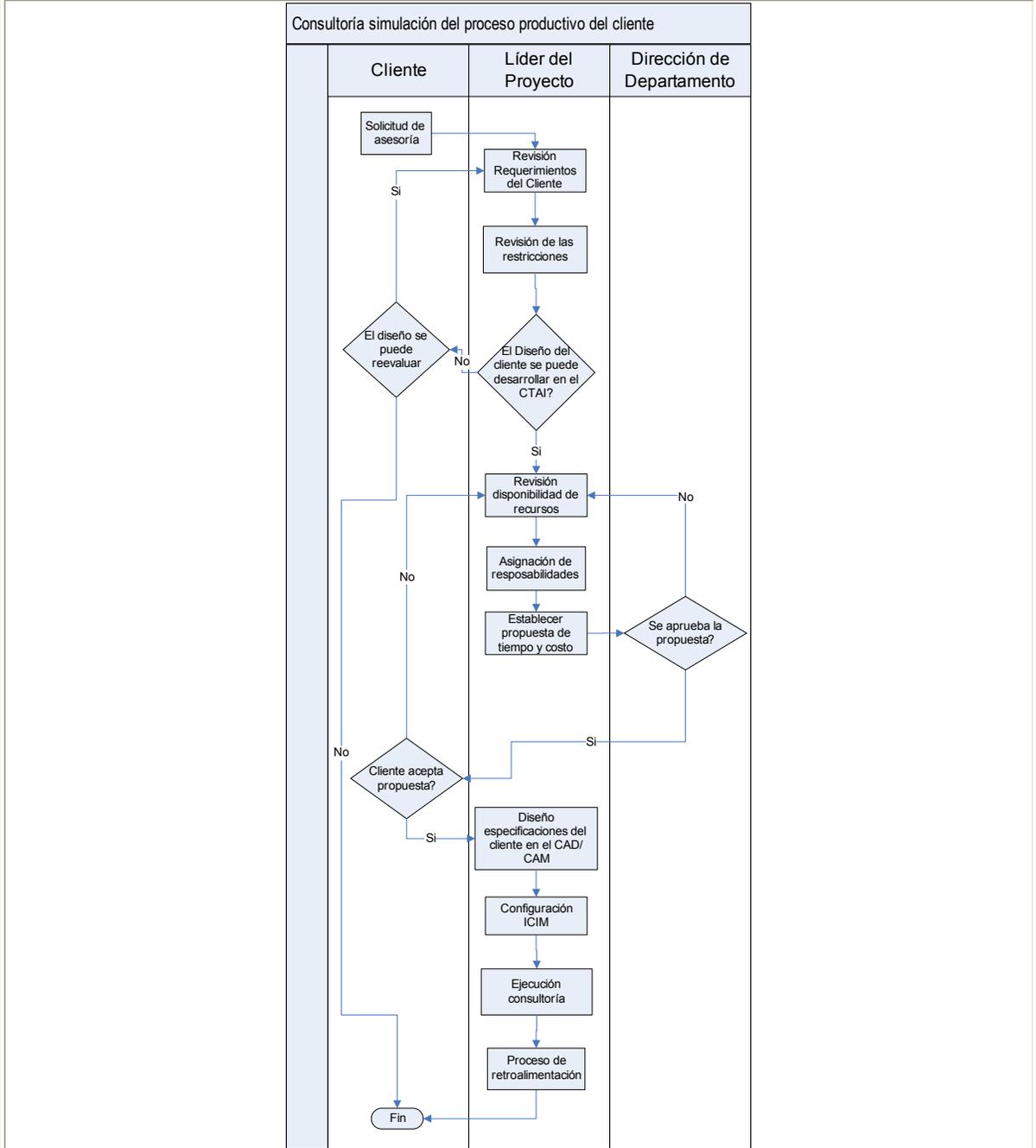
- **Revisión de Requerimientos del Cliente:**  
Revisar los conocimientos básicos del cliente sobre el sistema, los requerimientos particulares de la asesoría; con el fin de asignar el docente apropiado y el enfoque de la misma.
- **Revisión disponibilidad de recursos:**  
Evaluar el cronograma de disponibilidad del ICIM (Clases, demostraciones y otras asesorías), del docente que prestará la asesoría así como del material que se utiliza en general.
- **Asignación de responsabilidades:**  
El líder del proyecto asigna tareas para el desarrollo de la asesoría.
- **Establecer propuesta de tiempo y costo:**  
Después de evaluar la disponibilidad de los recursos se establece una fecha tentativa para la asesoría, así como el tiempo de la misma para la determinación del costo, teniendo en cuenta el costo determinado en el Capítulo 7 mas la tarifa por hora del docente asignado.
- **Aprobación de la asesoría:**  
En esta actividad el Director del Departamento establece si la propuesta es la apropiada y si se puede llevar a cabo.
- **¿Cliente acepta la propuesta?**  
Una vez aprobada la propuesta se le presenta al cliente quien tomará la decisión de tomarla o volver a establecer requerimientos para la elaboración de una nueva.
- **Ejecución de la asesoría:**
  - Explicación del diseño de cadena de abastecimiento, demostración del proceso productivo y parametrización de los datos para el ERP SAP R/3 con la configuración actual de la Fábrica Modelo, para aquellos clientes que deseen ver el proceso administrativo y productivo.
  - Explicación del proceso productivo de la configuración actual de la Fábrica Modelo para aquellos clientes solo interesados en el proceso que se lleva a cabo en un CIM.
- **Proceso de retroalimentación:**  
Una vez terminada la asesoría el cliente hace observaciones acerca del servicio prestado destacando ventajas y desventajas, sobre los recursos empleados, personal involucrado, claridad y enfoque de la asesoría, con el fin de obtener información para la mejora del proceso.

**Cuadro 1.5 Proceso Administrativo para el servicio Consultoría simulación del proceso productivo del cliente**

**Nombre del Servicio:** Consultoría simulación del proceso productivo del cliente

**Objetivo del Servicio:** Simular el proceso productivo del cliente en el ICIM

**Clientes:** Consultoría dirigida a empresarios, industriales y personas particulares que deseen ver el funcionamiento de su fábrica en un CIM

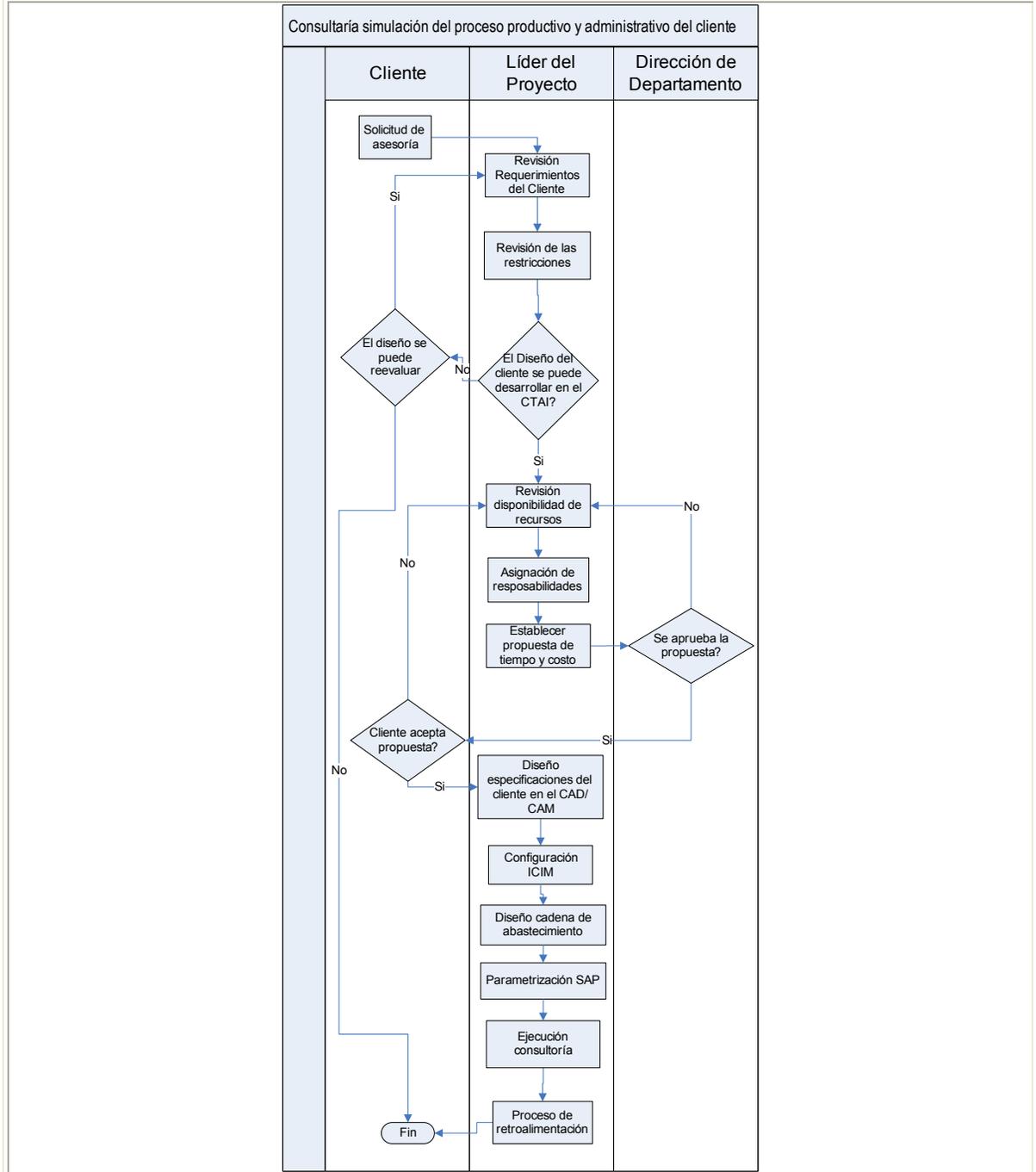


**Descripción de Actividades:**

- **Revisión de Requerimientos del Cliente:**  
Revisar los conocimientos básicos del cliente sobre el sistema, los requerimientos particulares de la asesoría; con el fin de asignar el docente apropiado y el enfoque de la misma.
- **Revisión de las restricciones:**  
Basados en las restricciones del ICIM evaluar si el diseño del cliente se puede elaborar en el equipo existente (Ver Cuadro 2.2 Matriz de Restricciones del Sistema).
- **¿El diseño se puede reevaluar?**  
Si en la revisión de restricciones se determina que el ICIM no puede fabricar el producto, se pregunta al cliente si es posible realizar modificaciones al diseño inicial para así simular el proceso.
- **Revisión disponibilidad de recursos:**  
Evaluar el cronograma de disponibilidad del ICIM (Clases, demostraciones y otras asesorías), del docente que prestará la asesoría así como del material que se utiliza en general.
- **Asignación de responsabilidades:**  
El líder del proyecto asigna tareas para el desarrollo de la asesoría.
- **Establecer propuesta de tiempo y costo:**  
Después de evaluar la disponibilidad de los recursos se establece una fecha tentativa para la asesoría, así como el tiempo de la misma para la determinación del costo, teniendo en cuenta el costo determinado en el Capítulo 7 mas la tarifa por hora del docente asignado.
- **Aprobación de la asesoría:**  
En esta actividad el Director del Departamento establece si la propuesta es la apropiada y si se puede llevar a cabo.
- **¿Cliente acepta la propuesta?**  
Una vez aprobada la propuesta se le presenta al cliente quien tomará la decisión de tomarla o volver a establecer requerimientos para la elaboración de una nueva.
- **Diseño de especificaciones del cliente en el CAD/CAM**  
Creación del prototipo en SolidWorks con el fin de lograr las especificaciones para generar el código en el torno de control numérico. (Ver capítulo 2).
- **Configuración ICIM:**  
Una vez elaborado el diseño en el CAD/CAM se procede a configurar el CIM acorde al proceso productivo del cliente. (Ver capítulo 3).
- **Ejecución de la asesoría:**  
Consiste en la simulación del proceso productivo del cliente con los parámetros de su producto desde el diseño en CAD/CAM hasta la demostración de este en el CIM.
- **Proceso de retroalimentación:**  
Una vez terminada la asesoría el cliente hace observaciones acerca del servicio prestado destacando ventajas y desventajas, sobre los recursos empleados, personal involucrado, claridad y enfoque de la asesoría, con el fin de obtener información para la mejora del proceso.

**Cuadro 1.6 Proceso Administrativo para el servicio Consultoría simulación del proceso productivo y administrativo del cliente**

<b>Nombre del Servicio:</b> Consultoría simulación del proceso productivo y administrativo del cliente
<b>Objetivo del Servicio:</b> Simular el proceso productivo y administrativo del cliente en el ICIM
<b>Clientes:</b> Consultoría dirigida a empresarios, industriales y personas particulares que deseen ver el funcionamiento general de su fábrica en un CIM



### Descripción de Actividades:

- **Revisión de Requerimientos del Cliente:**  
Revisar los conocimientos básicos del cliente sobre el sistema, los requerimientos particulares de la asesoría; con el fin de asignar el docente apropiado y el enfoque de la misma.
- **Revisión de las restricciones:**  
Basados en las restricciones del ICIM evaluar si el diseño del cliente se puede elaborar en el equipo existente (Ver Cuadro 2.2 Matriz de Restricciones del Sistema).
- **¿El diseño se puede reevaluar?**  
Si en la revisión de restricciones se determina que el ICIM no puede fabricar el producto, se pregunta al cliente si es posible realizar modificaciones al diseño inicial para así simular el proceso.
- **Revisión disponibilidad de recursos:**  
Evaluar el cronograma de disponibilidad del ICIM (Clases, demostraciones y otras asesorías), del docente que prestará la asesoría así como del material que se utiliza en general.
- **Asignación de responsabilidades:**  
El líder del proyecto asigna tareas para el desarrollo de la asesoría.
- **Establecer propuesta de tiempo y costo:**  
Después de evaluar la disponibilidad de los recursos se establece una fecha tentativa para la asesoría, así como el tiempo de la misma para la determinación del costo, teniendo en cuenta el costo determinado en el Capítulo 7 mas la tarifa por hora del docente asignado.
- **Aprobación de la asesoría:**  
En esta actividad el Director del Departamento establece si la propuesta es la apropiada y si se puede llevar a cabo.
- **¿Cliente acepta la propuesta?**  
Una vez aprobada la propuesta se le presenta al cliente quien tomará la decisión de tomarla o volver a establecer requerimientos para la elaboración de una nueva.
- **Diseño de especificaciones del cliente en el CAD/CAM**  
Creación del prototipo en SolidWorks con el fin de lograr las especificaciones para generar el código en el torno de control numérico. (Ver capítulo 2).
- **Configuración ICIM:**  
Una vez elaborado el diseño en el CAD/CAM se procede a configurar el CIM acorde al proceso productivo del cliente. (Ver capítulo 3).
- **Diseño cadena de abastecimiento:**  
De acuerdo con el producto del cliente y necesidades del clientes se diseñan su procesos administrativos (Ver Capítulo 5)
- **Parametrización SAP:**  
Conforme al producto del cliente y su cadena de abastecimiento se identifican los parámetro del ERP-SAP para el modulo productivo con el fin de integrar los sistemas. (Ver Capítulo 6)
- **Ejecución de la asesoría:**  
Consiste en la simulación del proceso productivo del cliente con los parámetros de su producto desde el diseño en CAD/CAM hasta la demostración de este en el CIM.
- **Proceso de retroalimentación:**  
Una vez terminada la asesoría el cliente hace observaciones acerca del servicio prestado destacando ventajas y desventajas, sobre los recursos empleados, personal involucrado, claridad y enfoque de la asesoría, con el fin de obtener información para la mejora del proceso.

## 1.5. ESTRATEGIA OPERATIVA

Para poder enlazar los objetivos corporativos de la Fábrica Modelo con el área de manufactura y producción se diseñó una estrategia operativa que bajo el marco de está definiera y formulara planes de acción a niveles más bajos de la organización; esta estrategia permitirá sincronizar el diseño de procesos y la infraestructura del mismo para realizarlo.

Tal como se planteó tanto en la misión y visión de la compañía, la Fábrica Modelo busca representar y simular el proceso de manufactura de un sector real como el de la fabricación de accesorios en aluminio y bronce para estructuras de vidrio; luego la estrategia operativa debe estar encaminada a determinar las prioridades de desempeño<sup>3</sup> que exige el mercado real de estos productos; estas prioridades hacen referencia a criterios que tiene el cliente en el momento de escoger un proveedor, entre ellos se encuentran el costo, la calidad y confiabilidad del producto, velocidad en la entrega, confiabilidad en la entrega, capacidad para enfrentar los cambios en la demanda, etc.

La metodología empleada para la definición de la estrategia operativa es la planteada en el libro Administración de Producción y Operaciones de Chase, Aquilano y Jacobs, esta propone una serie de pasos con el fin de cumplir dos objetivos: -“a) traducir las prioridades requeridas (que se obtienen típicamente del mercadeo); b) diseñar los planes necesarios para asegurar que las capacidades operacionales sean suficientes para cumplir con ellos”.

A continuación se presenta una explicación de cada uno de los pasos desarrollados y las fuentes de información utilizadas; para luego presentar el cuadro resumen de la metodología.

### 1.5.1. Segmentación del mercado

Dentro del mercado de un mismo producto se pueden encontrar diferentes clientes o segmentos del mercado para los cuales las exigencias en cuanto al producto y al proveedor son diferentes, luego la estrategia manufacturera debe ser diferente; por tal razón fue necesario hacer una caracterización de los clientes principales de los accesorios para estructuras de vidrio. Para ello se realizó un sondeo<sup>4</sup> entre 10 comercializadores y fabricantes de este tipo de producto que se concentran en el sector comercial del 7 de Agosto; adicional a establecer los principales clientes de estos productos se buscaba identificar factores y criterios decisivos para la escogencia de proveedores. La herramienta de recolección de información utilizada fue la entrevista estructurada directa que se encuentra en el anexo 1.1.

Dentro de los datos encontrados se pudo determinar que para los comercializadores sus principales clientes son los “carpinteros del aluminio” o instaladores de perfiles y ventanerías, en menor medida los arquitectos y diseñadores. Para los fabricantes aunque los instaladores representan un mercado

---

<sup>3</sup> CHASE Richard, AQUILANO Nicholas, JACOBS Robert, Administración de producción y operaciones, Bogota D.C: McGraw-hill, 2000 p. 25 -29

<sup>4</sup> KINNEAR Richard, TAYLOR Steve, Investigación de Mercados, Bogota D.C: McGraw-hill, 200, Número de págs. 365

importante, al igual que los comercializadores que actúan como canales de distribución, los diseñadores de interiores e industriales y arquitectos son clientes igualmente importantes, cada uno de ellos con diferentes exigencias frente al producto; mientras los diseñadores acuden a ellos para el desarrollo de diseños nuevos para usos diferentes, los instaladores y comercializadores buscan productos estandarizados (ver anexo 1.2.).

### **1.5.2. Identificación de requerimientos del producto, patrones de demanda y márgenes de utilidad de cada grupo**

La entrevista efectuada a los comercializadores dio una aproximación al mercado de estos accesorios y los requerimientos principales que hacen los canales de distribución sobre estos productos. Para determinar los requerimientos de otro segmento del mercado como eran los diseñadores y arquitectos se realizaron entrevistas a profesionales del sector del diseño y la construcción que dentro de su oficio diseñan y/o utilizan estos productos, a través de una entrevista directa estructurada con la cual se pretendía conocer los aspectos que para estos profesionales eran cruciales en el momento de escoger tanto los productos como los proveedores de los mismos, se entrevistaron para ello a 2 diseñadores de interiores, 2 arquitectos y 2 diseñadores industriales; en el anexo 2.1. se muestra la estructura de las entrevistas.

### **1.5.3. Definición de captadores de pedido y calificadoros de pedidos de cada grupo**

“Terry Hill define como captadores de pedido aquellos criterios que diferencian los productos o servicios de una firma de los de la otra y un calificador de pedido como el criterio de selección que permite que los productos de una firma sean considerados como posibles candidatos para la compra”<sup>5</sup>; en otras palabras el calificador de pedido permite a la empresa competir con las demás empresas de su sector pero el captador de pedido hace que el cliente prefiera sus productos que los de las demás empresas del sector.

Para el mercado de los instaladores y constructores debido a que ellos compran sus productos a través de canales minoristas como son los comercializadores, prefieren los precios más bajos y la disponibilidad de los productos en el lugar de compra, para los diseñadores la capacidad que tenga el fabricante para cumplir con sus especificaciones es muy importante, en este punto lo que se hizo fue traducir los requerimientos de los dos segmentos de mercado encontrados y concentrarlos en prioridades tales como costo o calidad, etc.; el resumen de estos se encuentra en el cuadro 1.4.

---

<sup>5</sup> CHASE Richard, AQUILANO Nicholas, JACOBS Robert, Administración de producción y operaciones, Bogota D.C: McGraw-hill, 2000 p. 122

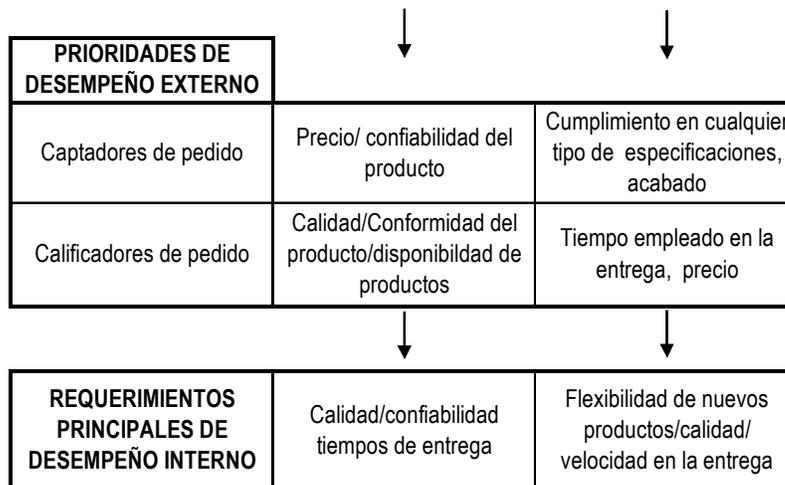
#### **1.5.4. Convertir los captadores de pedido en requerimientos principales de desempeño interno**

Este punto busca determinar cuales son los requerimientos y las prioridades que se deben dar en el momento de la fabricación para que además de ser competitivos el cliente encuentre en la empresa un valor adicional.

Se observa por ejemplo que la disponibilidad de los productos en el lugar de compra que es un calificador de producto para los instaladores y constructores se convierte en confiabilidad en la entrega como requisito principal de desempeño interno para ese mercado; así como la calidad y la velocidad en la entrega para los arquitectos y diseñadores (ver cuadro 1.4).

**Cuadro 1.7 Resumen metodología para la estrategia operativa**

DIFERENCIAS EN REQUERIMIENTOS DE MANUFACTURA	INSTALADORES Y CONSTRUCTORES	DISEÑADORES Y ARQUITECTOS
Productos	Distanciadores de 3/4"; 1"; botones de baño en aluminio; distanciadores de 1" para puertas de vidrio	Distanciadores de diferentes tamaños; sujetadores para muebles en madera, estructuras de vidrio
Especificaciones de Producto	No de alta tecnología	Variables: algunos con muchas especificaciones otras con menos.
Canal	Canal principal minoristas	Directo
Gama de Productos	entre 6 y 10 por accesorio	Amplio, diferentes tipos tanto en diseño, material y tamaño
Cambios de Diseño	Poco Frecuentes	Los diseños van en aumento debido al auge en el uso del vidrio y la madera
Entregas	Importante tiempo de entrega, pero los canales mantienen inventario de modelos estandar	La compra es directa los tiempos de entrega deben ser exactos
Calidad	Conformidad/confiabilidad	Desempeño/Acabados/conformidad
Variación de la Demanda	en crecimiento	Alta y en crecimiento
Volumen	Altos	Mediano Bajo
Márgenes Utilidad	Medios	Altos



Fuente: CHASE Richard, AQUILANO Nicholas, Administración de producción y operaciones

Una vez definidas las prioridades de desempeño para cada uno de los segmentos escogidos estas se convierten en políticas que se despliegan en todos los procesos operativos de la planta, es decir en cada uno de los procesos de fabricación de los productos; incluyendo las políticas de producción que se definen a continuación.

## 1.6. ESTRATEGIAS OPERATIVAS DE POSICIONAMIENTO

De acuerdo al resultado de la metodología para la definición de la estrategia operativa, donde se establecieron y documentaron los requerimientos de los dos segmentos de mercado, el cuadro 1.5 muestra las estrategias operativas de posicionamiento, que también hacen parte de las políticas de producción descritas en el capítulo V.

**Cuadro 1.8. Estrategias Operativas de Posicionamiento**

<b>Estrategia</b>	<b>Instaladores y Constructores</b>	<b>Arquitectos y Diseñadores</b>
Producto	Producir bajo pedido	Diseñar bajo pedido
Proceso de Manufactura	Celdas de Manufactura	Celdas de Manufactura

**Fuente<sup>6</sup>**

La estrategia sobre producto hace referencia a la forma como se va a satisfacer la demanda del cliente; debido a los requerimientos de instaladores y constructores se ve la necesidad de fabricar bajo pedido los diseños estándar, y para los arquitectos diseñar bajo pedido ya que depende de las especificaciones de cada uno.

En cuanto al proceso de manufactura, al ser realizado en un CIM y características que el representa, es imprescindible trabajar en celdas de manufactura; para una producción en cantidades regulares con moderada variedad de partes, un sistema de manufactura flexible es lo adecuado; las máquinas están controladas por computador e integradas con un sistema de manejo de materiales; un computador controla la trayectoria de las piezas entre las máquinas y el herramental y las operaciones adecuadas para las máquinas.

Estas estrategias operativas junto con la infraestructura del ICIM permiten a la Fábrica Modelo trabajar bajo una filosofía justo a tiempo, la cual propone para su implementación 7 principios básicos:

<sup>6</sup> Las tablas y cuadros que no tienen fuente fueron desarrollados por los autores del presente trabajo de grado

- a. Filosofía: Por tratarse de una celda de manufactura integrada y adicionalmente por ser un sistema nuevo, permite que el personal involucrado en las operaciones de la Fábrica Modelo trabajen desde su inicio bajo el esquema de cero desperdicios.
- b. Calidad en la Fuente: Debido a que la manipulación del material, el maquinado y el transporte del mismo están controlados por sistemas numéricos que garantizan productos de calidad durante todo el proceso productivo.
- c. Carga fabril uniforme: Esta celda de manufactura permite un flujo de producto 1 a 1 entre todas las estaciones de trabajo.
- d. Tecnología de grupo: El ICIM es una celda de manufactura flexible que reúne varios procesos en un solo conjunto.
- e. Tiempos mínimos de alistamiento: La preparación de los equipos de la celda de manufactura ICIM se vuelve mínima a la hora iniciar el proceso productivo, logrando el mínimo tiempo de alistamiento, que consiste en el encendido de los equipos y la preparación del material en el almacén.
- f. Sistema de halar: Solamente se inicia el proceso productivo cuando el cliente efectúe un pedido, de esta forma solo se va a producir lo que es necesario, cuando es necesario y en la cantidad necesario, ya que lo que sobrepase de la cantidad mínima es desperdicio.
- g. Compras JIT: Tienen como objetivo eliminar la inspección y el hecho de estar cambiando de proveedores, por lo tanto se trabajará con el mínimo número de ellos, los cuales tengan procesos productivos asegurados y con los cuales se manejarán contratos a largo plazo y relaciones de confianza.

Las estrategias tanto organizacionales como operativas definidas a lo largo de este capítulo le proporcionan a la Fábrica Modelo una vía de acción en la cuál se deben enmarcar todos los procesos productivos que dentro de ella se configuren y diseñen, adicionalmente le da a este prototipo de fábrica una estructura funcional que permitirá la asignación de gastos en el momento de determinar el costo de funcionamiento de la Fábrica Modelo en un tiempo determinado. (Ver Capítulo 7). Igualmente, para la prestación de servicios, se propone un procedimiento administrativo para llevarse acabo en el CTAI el cual se puede ver en el Anexo 1.3.

## **2. DISEÑO DEL PRODUCTO**

En el diseño del producto de la Fábrica Modelo es fundamental tener en cuenta el objetivo final de ella, permitir una posterior integración entre los sistemas CIM y SAP R/3 proporcionando a los estudiantes del programa de Ingeniería Industrial una vivencia más cercana a la realidad de la industria colombiana con practicas de producción; y a los empresarios una aproximación del manejo de los sistemas de manufactura integrados por computador.

Por esta razón la escogencia y el diseño del producto se encaminaron a la selección de un prototipo que se ajustara a las restricciones del sistema disponible en el Centro Tecnológico de Automatización Industrial (CTAI) y a la vez, fuera un producto de fabricación industrial con mercado real.

### **2.1. METODOLOGÍA DE SELECCIÓN DEL PRODUCTO**

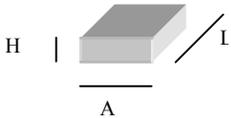
#### **2.1.1. Restricciones del CIM**

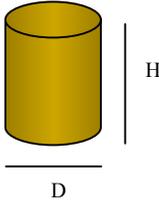
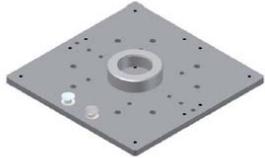
Inicialmente se identificaron las características principales del equipo CIM disponible en el CTAI, para este análisis se dividió el CIM en cinco equipos fundamentales; cada uno de ellos con características definidas como tamaño, materiales de procesamiento, formas, peso, disponibilidad, especificaciones en cuanto a herramientas de proceso, entre otras, las cuales se resumen en el cuadro 2.1.

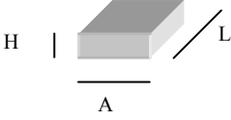
La primera columna hace referencia al equipo a analizar, mientras la columna forma, indica la forma que debe tener el material para ser manipulado por el equipo. La columna material, enumera los tipos de materiales que se pueden trabajar en el equipo sin poner en riesgo el funcionamiento del mismo. Las columnas alto, largo y ancho, especifican el máximo y el mínimo de dimensiones que puede tener el material a manipular.

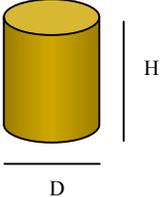
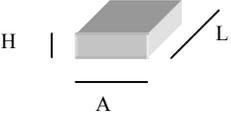
La columna disponibilidad del equipo, hace referencia a las capacidades y operaciones que pueden ser llevadas en el equipo. La columna especificaciones de procesamiento enumera las dimensiones de las herramientas que trabajan las máquinas CNC y por último, la columna peso, muestra el máximo de carga que puede manipular el equipo.

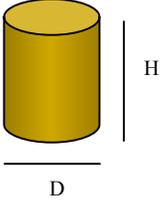
**Cuadro 2.1 Matriz de Restricciones del Sistema**

Equipo	Forma	Material	Altura (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Disponibilidad del equipo (mm)	Especificaciones de procesamiento (mm)	Peso (Kg.) máx.																																								
<p>Almacén</p> 	<p>Bloque</p> 	<p>Aluminio, bronce, teflón, parafina industrial, materiales plásticos</p>	125	140	60	<p>De las 40 posiciones disponibles en el almacén de la 20 a la 40 son para piezas rectangulares</p> <table border="1" data-bbox="1432 841 1738 982"> <tr><td>40</td><td>39</td><td>38</td><td>37</td><td>36</td><td>35</td><td>34</td><td>33</td></tr> <tr><td>32</td><td>31</td><td>30</td><td>29</td><td>28</td><td>27</td><td>26</td><td>25</td></tr> <tr><td>24</td><td>23</td><td>22</td><td>21</td><td>20</td><td>19</td><td>18</td><td>17</td></tr> <tr><td>16</td><td>15</td><td>14</td><td>13</td><td>12</td><td>11</td><td>10</td><td>9</td></tr> <tr><td>8</td><td>7</td><td>6</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr> </table> <p>El almacén cuenta con 20 pallets de 64X164 mm</p> 	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1		3kg
40	39	38	37	36	35	34	33																																									
32	31	30	29	28	27	26	25																																									
24	23	22	21	20	19	18	17																																									
16	15	14	13	12	11	10	9																																									
8	7	6	5	4	3	2	1																																									

Equipo	Forma	Material	Altura (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Disponibilidad del equipo (mm)	Especificaciones de procesamiento (mm)	Peso (Kg.) máx.																																								
	Cilindro 	Aluminio, bronce, teflón, parafina industrial, materiales plásticos		58.3	Diámetro máx. 30	De las 40 posiciones disponibles en el almacén de la 1 a la 20 son para piezas cilíndricas <table border="1" data-bbox="1432 621 1738 764"> <tr><td>40</td><td>39</td><td>38</td><td>37</td><td>36</td><td>35</td><td>34</td><td>33</td></tr> <tr><td>32</td><td>31</td><td>30</td><td>29</td><td>28</td><td>27</td><td>26</td><td>25</td></tr> <tr><td>24</td><td>23</td><td>22</td><td>21</td><td>20</td><td>19</td><td>18</td><td>17</td></tr> <tr><td>16</td><td>15</td><td>14</td><td>13</td><td>12</td><td>11</td><td>10</td><td>9</td></tr> <tr><td>8</td><td>7</td><td>6</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr> </table> El almacén cuenta con 20 pallets de 164X164 mm, con un diámetro de 30 mm. 	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1		3 Kg.
40	39	38	37	36	35	34	33																																									
32	31	30	29	28	27	26	25																																									
24	23	22	21	20	19	18	17																																									
16	15	14	13	12	11	10	9																																									
8	7	6	5	4	3	2	1																																									

Equipo	Forma	Material	Altura (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Disponibilidad del equipo (mm)	Especificaciones de procesamiento (mm)	Peso (Kg.) máx.
Banda Transportadora 						La banda transportadora tiene un largo de 4.02 metros y de ancho 1.10 metros. Tiene disponibles 8 carritos especiales para el transporte de las piezas. 		3 Kg.
Fresa Benchman	Bloque 	teflón, parafina industrial, polímeros	120 máx.	62 máx. 43.6 min.	143.7		Existen escariadores de 10 mm, 9 mm, 2 mm y 7 mm. Máx. 3000 rpm.	-

Equipo	Forma	Material	Altura (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Disponibilidad del equipo (mm)	Especificaciones de procesamiento (mm)	Peso (Kg.) máx.
Torno Emco 	Cilindro 	El torno puede procesar cualquier material de uso industrial	120			Diámetro máx. 30	Debido a las mordazas no se puede sujetar ninguna pieza de forma rectangular y por su configuración con el robot la pieza no se puede tronzar, luego la parte donde se sujeta la pieza debe tener mínimo 20 mm de diámetro para sujetarla.	Profundidad máxima de corte 0.05 cm Los buriles disponibles son: tronzado, roscado externo, cilindrado, acabado.
Robot (Melfa IV) 	Bloque 	Cualquier material que soporte presiones superiores a 6 bares	Las dimensiones que maneja el almacén del robot son las mismas que trabaja el pallet del almacén			El diámetro mínimo de la pieza para que el robot lo pueda sujetar es mínimo de 15 mm y máximo de 65 mm		3

Equipo	Forma	Material	Altura (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Disponibilidad del equipo (mm)	Especificaciones de procesamiento (mm)	Peso (Kg.) máx.
	Cilindro 	Cualquier material que soporte presiones superiores a 6 bares	Las dimensiones que maneja el almacén del robot son las mismas que trabaja el pallet del almacén			El diámetro mínimo de la pieza para que le robot lo pueda sujetar es mínimo de 15 mm y máximo de 65 mm		3

Después de analizar las características del CIM, se identificaron las restricciones de cada componente, es decir las restricciones globales del equipo que se citan a continuación:

- Respecto al material, debido a que el torno y la fresa disponibles en el CTAI son equipos con fines educativos, las herramientas que poseen cada uno procesan materiales con bajas durezas; aunque en el caso del torno, este puede procesar cualquier material de uso industrial mientras la fresa por su capacidad de sujeción de prensa solo es posible trabaja con polímeros.
- Dimensiones: La configuración actual del CIM tiene predeterminadas dimensiones tanto del almacén de abastecimiento como el de producto terminado; adicionalmente las pinzas del robot tienen una abertura máxima de 60 mm. ( ver cuadro 2.1).
- Los sistemas de sujeción del torno y de la fresa: las mordazas del torno tienen un agarre máximo de 30 mm solo para piezas cilíndricas; la prensa de la fresadora Benchman solo sujeta piezas cuadradas, por lo tanto solo se debe trabajar un producto que sea procesado en una de las dos máquinas-herramientas.
- La herramienta disponible para el procesamiento en estas maquinas (escariadores y buriles): las dimensiones de estos restringen el diseño de formas y acabados del producto.
- Manipulación de materiales por parte del robot: debido a que todo el sistema CIM trabaja a una presión de 6 bares el material debe soportar la presión ejercida por las pinzas del robot; adicionalmente en el torno el descargue de la pieza por parte del robot se hace cuando las mordazas se abren; luego la pieza trabajada no se debe tronzar para que el robot la pueda tomar directamente del torno.

### **2.1.2. Evaluación y selección del producto**

Teniendo como base la información anterior; y adicionalmente que el producto debe tener un mercado real se inició la preselección buscando productos en los diferentes sectores del mercado local cuyo material de fabricación fueran los aceptados por el equipo y cumplieran con las especificaciones del tamaño. Una vez seleccionados los posibles productos se realizó la selección final del mismo; para esto se diseñó una matriz de evaluación que comparaba los productos preseleccionados y las restricciones del sistema. A cada uno de los aspectos de las restricciones se le dio una ponderación, dando mayor importancia a las que tienen menos flexibilidad dentro del sistema<sup>7</sup>. Después se realizó una calificación final la cual dio como resultado la pieza que mas se adaptaba a las capacidades existentes en el equipo, ver tabla 2.2.

---

<sup>7</sup> Los factores de ponderación de la matriz de evaluación de los diferentes productos fueron el resultado de un consenso entre el Director y las integrantes del presente trabajo de grado.

**Tabla 2.1. Selección y evaluación del producto**

Ponderación		20%	13%		3%	25%	14%	25%	100%	
Restricciones de Diseño  Necesidades de Producto		Concordancia del material	Adecuación de dimensiones cilíndricas		Peso	Mercado real	Maquina CNC	Factibilidad del maquinado	Calificación final	
		1	A*	D**	2	4	5	6	7	
Hembra Vendis 5/8 de Freno	Cuerpo	1	3	3	3	3	3	3	1	2,10
	Tuerca	1	1	3	2	3	3	2	1	1,83
	Acople	1	3	3	3	3	3	3	1	2,10
Flanche "tubos-baño"		3	1	3	2	3	3	2	1	2,23
Tornillo	Cuerpo	1	3	3	3	3	3	3	2	2,35
	Tuerca	1	1	3	2	3	3	2	1	1,83
	Arandela	1	1	3	2	3	3	1	1	1,69
Válvula de paso		3	1	3	2	3	3	1	1	2,09
Tornillo convertidor de leche		1	3	3	3	3	3	3	1	2,10
Acople hembra reusable de 5/16" * 5/8	Cuerpo	1	1	3	2	3	3	3	1	1,97
	Tuerca	1	1	3	2	3	3	2	1	1,83
	Acople	1	3	3	3	3	3	3	1	2,10
Piezas mecanizadas para divisiones y sujeciones de estructuras		3	3	3	3	3	3	3	2	2,75

\* Alto

\*\* Diámetro

Los criterios que se tuvieron en cuenta en la evaluación del producto así como la calificación de cada uno de estos son:

- Concordancia de material: Es la coherencia del material en el que realmente se fabrica el producto con los materiales que se mecanizan en las máquinas de control numérico disponibles en el CTAI. (Aluminio, bronce y polímeros).

**Cuadro 2.2. Criterios de evaluación de material**

Concordancia de material	1	Otros
	2	Parafina Polímeros
	3	Aluminio Bronce

- Adecuación de dimensiones cilíndricas: Es el ajuste del producto a maquinar con las dimensiones parametrizadas del CIM, que para el caso de piezas cilíndricas son de 58.3 mm de largo por 30 mm de diámetro.

**Cuadro 2.3. Criterios de dimensiones cilíndricas**

Dimensiones Cilíndricas	1	>31 mm
	2	<15 mm
	3	15 mm < x < 30 mm

- Peso: Este criterio evalúa productos que no sobrepasen los 3 kilogramos permitidos por el sistema.

**Cuadro 2.4. Criterios de evaluación de peso**

Peso	1	>3,1
	2	1,5 Kg < x < 3 Kg.
	3	<1,5

- Mercado real: Se analiza que el producto seleccionado tenga un mercado real, y corresponda a un sector industrial y económico donde se pueda obtener información.
- Maquina CNC: Este criterio evalúa la maquina de Control Numérico que se emplea para la fabricación del producto y la conveniencia de esta para el proyecto.

**Cuadro 2.5. Criterios de evaluación máquina CNC**

Maquina CNC	1	Fresa
	2	Fresa-Torno
	3	Torno

- Factibilidad del maquinado: Evalúa si el mecanizado del producto se puede realizar con el equipo y herramientas disponibles en cada maquina CNC o si por el contrario es necesario invertir en adecuaciones y/o herramientas adicionales.

**Cuadro 2.6. Criterios de evaluación factibilidad del maquinado**

Factibilidad del maquinado	1	El proceso requerido por el producto no esta disponible
	2	Es necesario la compra de herramientas para el desarrollo del producto
	3	Todas las herramientas para el diseño disponibles

Según los resultados de la tabla 2.1 y después de entrevistas realizadas a los posibles usuarios, el producto escogido para la fabricación en el CIM son las piezas mecanizadas de aluminio y bronce para estructuras de vidrio; de esta familia de productos hacen parte:

- Botones para divisiones de espejos, puertas y vidrios de baño
- Distanciadores para fachadas flotantes
- Piezas mecanizadas para el ensamble de muebles y estructuras flotantes

**2.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PRODUCTO SELECCIONADO**



Accesorios en aluminio para divisiones de puerta para baños.

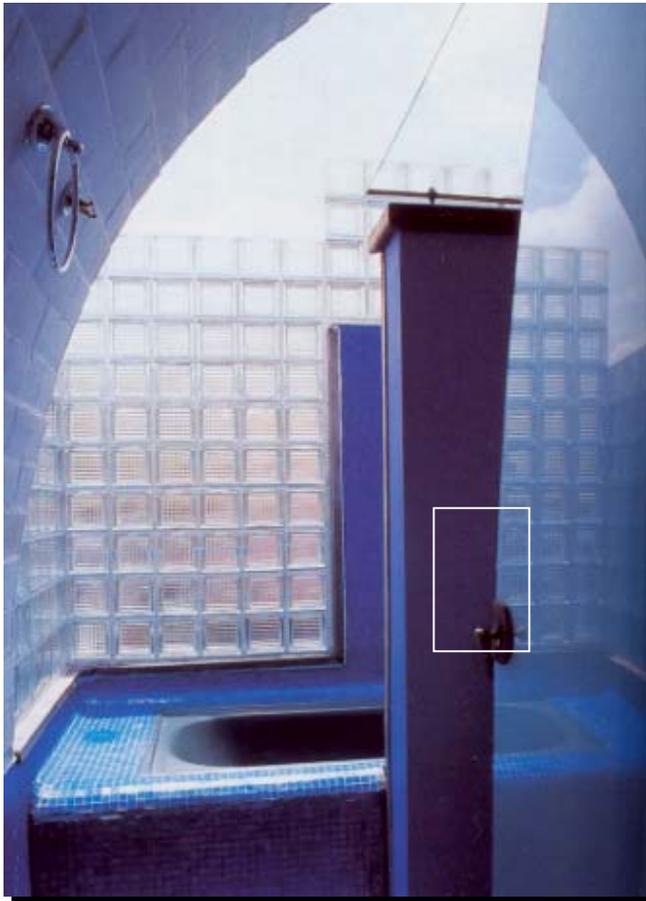
**Figura 2.1. Botón divisor para puertas de baño**



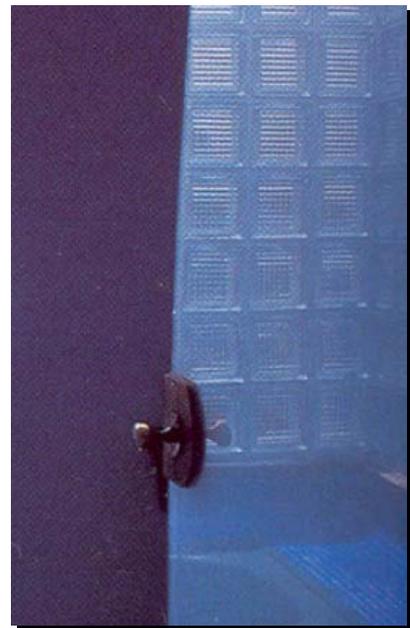
Los accesorios en aluminio son actualmente utilizados en estanterías como complemento a la nueva línea decorativa.



**Figura 2.1. Botón de soporte para entrepaños-** Fuente: Revista AXES edición 158



Accesorios en aluminio para divisiones de puerta para baños.



Accesorios en aluminio para divisiones de puerta para baños.

**Figura 2.3. Botón divisor para puertas de baño**  
Fuente: Revista AXES edición 158



**Figura 2.4. Botón divisor para puertas de baño**

Fuente: Revista AXES edición 158

### 2.3. DISEÑO DEL PRODUCTO

Como resultado de la evaluación anterior el producto seleccionado para la Fábrica Modelo fue el botón para ensambles y divisiones de vidrio; aunque las especificaciones de este producto varían de acuerdo con el uso del mismo (muebles, divisiones de baño, toalleros de puertas de baño); existen requerimientos generales los cuales son hechos por los principales clientes que corresponden al sector de la construcción y al sector del diseño de interiores e industrial.

Para que el producto cumpliera con las expectativas del cliente fue necesario traducir estos requerimientos en especificaciones tanto de proceso como del producto; para ello se empleó la metodología QFD<sup>8</sup>, despliegue de la función de calidad.

Los requerimientos hechos por los clientes fueron detectados a través de una entrevista directa estructurada, realizada a profesionales del sector del diseño y la construcción que dentro de su oficio diseñan y/o utilizan estos productos; allí, se conocieron aspectos, que para estos profesionales, son

---

<sup>8</sup> QFD: Quality Function Deployment

cruciales en el momento de escoger los productos y proveedores de los mismos; para este sondeo, se entrevistaron a 2 diseñadores de interiores, 2 arquitectos y 2 diseñadores industriales; en el anexo 2.1. se muestra la estructura de las entrevistas.

### **2.3.1.1. Requerimientos generales de producto**

- Actualmente, el uso de los productos mecanizados ha tomado fuerza debido al auge de la arquitectura orgánica que busca la simplicidad en las estructuras, evitando el uso de la mampostería, reemplazándola por estructuras en vidrio en donde se utilizan los botones, distanciadores y chapetas para divisiones, uniones y sujeción para estas, como se muestran en las figuras 2.1., 2.2., 2.3. y 2.4. del presente capítulo; estos productos también son usados en las bisagras de ensamblaje de ascensores, tipo exportación que se encuentran en el panel de control según lo exigen las normas NAEC<sup>9</sup>
- El material utilizado para estos productos depende del uso; para zonas húmedas se emplea el aluminio y acero inoxidable sincado o cromado; en cuanto a puertas de seguridad y estructuras donde se requiera resistencia se utiliza el acero inoxidable marca Hilti; este también es usado para concreto, y finalmente, para muebles y accesorios suele emplearse materiales como bronce, aluminio, acero y cobre; también existen chapetas de acrílico.
- Debido a que estos productos no son de consumo masivo, las existencias en los puntos de ventas son mínimas, por esta razón, los compradores se ven limitados a comprar diseños que no son acordes a sus necesidades, y a esperar tiempos de entrega cuando son solicitados nuevos diseños de acuerdo a los requerimientos.
- Un problema encontrado en el momento de la instalación son los malos acabados de los productos, como estos son mecanizados requieren de un proceso adicional para mejorar su apariencia lo que hace que su costo aumente; otro ejemplo es la rosca que en la mayoría de los casos no permite un buen ensamble.
- Los diseños mas utilizados en distanciadores son los cilindros sin perfiles en el torno; y para los botones se usan diseños simples de mecanizado. El tipo de rosca es ordinaria, que para botones es de ¼ de pulgada; para estructuras sincadas se usan de 3/8 de pulgada y para distanciadores de 5/16 de pulgada; sin embargo, por seguridad se deben usar rosca fina o europea (Rosca Milimétrica).
- Los precios de los productos varían entre \$3.500 y \$11.000, de acuerdo al material y al diseño.

---

<sup>9</sup> NAEC: Nacional Asociación Electric.

Las necesidades técnicas se definieron como las características de diseño que describen las necesidades del cliente, tal como se definen en la parte de manufactura; estas relaciones se muestran en la metodología QFD:

**Cuadro 2.7. Despliegue de la función de calidad para el producto seleccionado**

		Flexibilidad de la maquinaria	Materiales	Control de calidad	Procesos asegurados	Flexibilidad en el diseño	Cumplimiento de especificaciones	Tipos de mecanizado	Pasadas de acabado	Importancia								
										1	2	3	4	5				
Necesidades en cuanto a forma y diseño	Exista variedad de materiales resistentes de acuerdo a el uso del producto	●	●	△														
	Existan diseños estandares			○	○		●	○										
	Se puedan mandar a hacer diseños nuevos; de formas diferenciadas	●		○	○	●	●											
	Buenos acabados	△	○	●	●				●									
	Exitan diseño de estos que incluyan roscas de seguridad			●		○	●											
	Que las roscas cazen con facilidad			●	●		●	○										
	Cumplimiento en los tiempos de entrega	○		△	○	●	○											
	Los diametros y las formas se adapten a las herramientas existentes en el mercado	●			△		●	△										
Cumplan con las normas estandares si el mercado lo exige. (NAEC)	●		●			●												
<b>Objetivos</b>		3	2	4	4	3	5	3	3									
<b>Despliegue</b>		*		*	*		*											

Simbolo	Relación
●	Muy fuerte
○	Fuerte
△	Débil

Fuente: CHASE Richard, AQUILANO Nicholas, Administración de producción y operaciones

Por medio de la metodología QFD se puede apreciar que el cliente da mayor importancia a factores como diseño donde ellos puedan escoger el estilo y las especificaciones acorde a sus necesidades sin que el valor del producto se incremente; así mismo, busca los buenos acabados incluyendo calidad en la rosca para un buen ensamble del producto. Por otro lado es de vital importancia el cumplimiento en los tiempos de entrega.

De igual manera para dar cumplimiento a la mayoría de los requerimientos que exigen los clientes, según objetivos arrojados por el QFD, la Fábrica Modelo debe enfocar sus operaciones para controlar y mejorar aspectos como cumplimiento de especificaciones, garantizar procesos asegurados e implantar controles de calidad en el producto. Sin embargo, si se analizan en la parte superior de la casa, se puede observar que control de calidad y cumplimiento de especificaciones tienen una relación fuerte lo que indica que si se ejerce control en la primera implícitamente se están garantizando las especificaciones de la segunda.

Finalmente, de las relaciones que a través de esta metodología se generan entre los requerimientos de los clientes y las características técnicas se concluye que el diseño y la fabricación de estos productos se debe centrar en la flexibilidad de la maquinaria, ésta, entendida como la capacidad de la misma para procesar diferentes productos en diferentes materiales, el control de calidad de las partes fabricadas, el aseguramiento de los procesos de fabricación y el cumplimiento de las especificaciones; debido a que estas características técnicas son las que tienen las relaciones más fuertes con las necesidades de los clientes y corresponden a las características que el cliente considera las más importantes a la hora de escoger uno de estos productos.

## **2.4. PROTOTIPOS DE PRODUCTO**

De acuerdo con los requerimientos de los clientes consignados en el QFD y en las encuestas, se diseñó en primera instancia un prototipo para botones de sujeción de puertas de baño, ya que dentro de la familia de los productos mecanizados es uno de los que tiene más mercado.

Para el diseño de los diferentes prototipos de productos, se empleó como herramienta el software Solid Works, con el fin de examinar las características visuales del producto y la adaptabilidad del mecanizado con las herramientas disponibles.

Se trabajó en este programa de diseño y manualmente se generó el código para el CNC, aunque en el CTAI se maneja el programa Mastercam que integra estas dos funciones (Diseño y programación) no fue posible trabajar en el ya que este no se puede integrar con el torno debido a que éste posee códigos de seguridad que restringen la transferencia de información.<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup> Información suministrada por la profesora Martha Manrique a cargo de la asignatura Taller de procesos en el CTAI.

Inicialmente, se definió el perfil con la herramienta de dibujo, como se muestra en la figura 2.5, con el fin de definir las dimensiones como diámetros exteriores y puntos de curvatura que se requieren a la hora de programar el torno de control numérico.

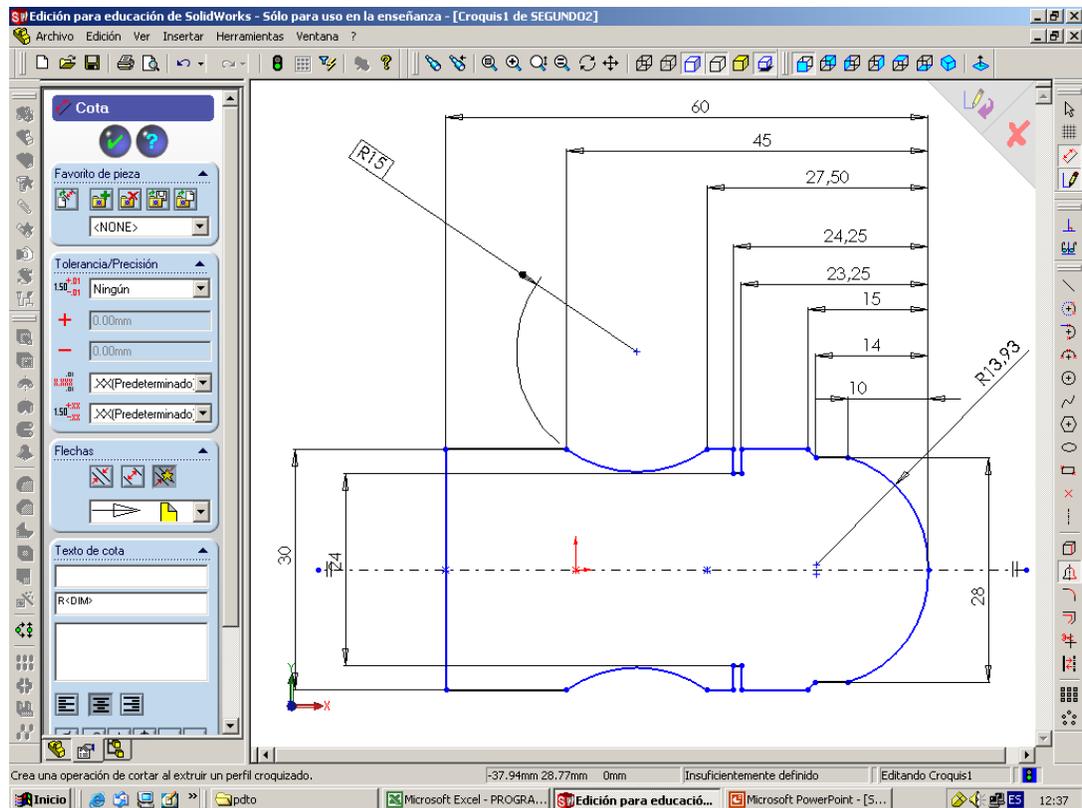


Figura 2.5. Perfil del producto en Solid Works

Una vez determinadas las dimensiones del producto, con la herramienta de sólidos de revolución que tiene el software, se puede visualizar la pieza mecanizada, figura 2.6. Cuando se ha revolucionado el sólido, se aplicó el objeto de extrucción para el diseño de la rosca interna la cual tiene una dimensión de M8X1.25. Así mismo, con la opción de producción, se diseñó la rosca externa. Figura 2.7.

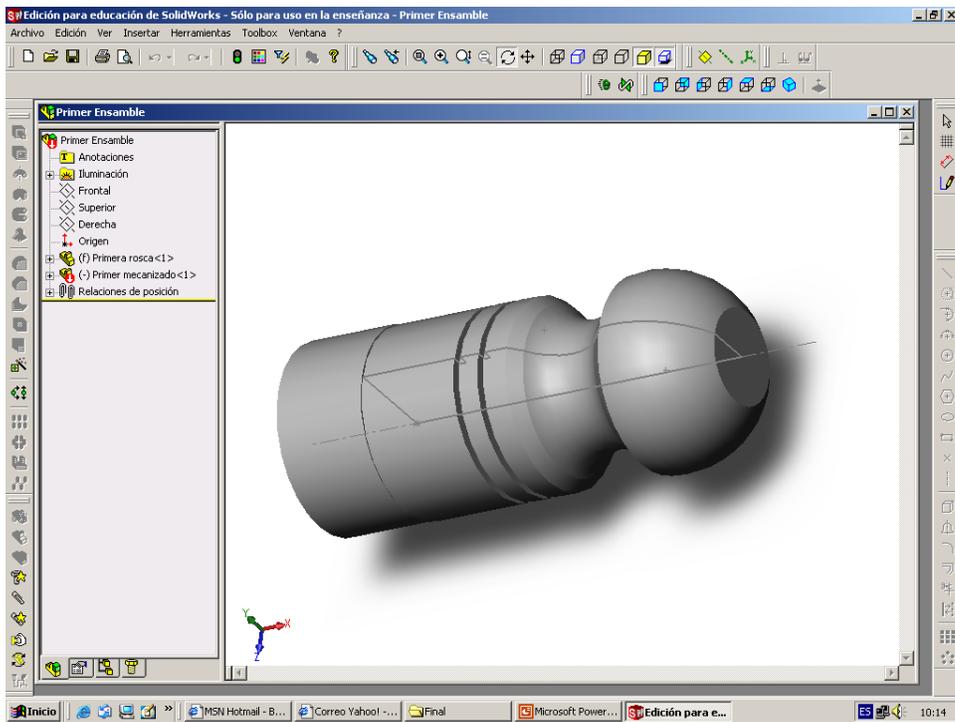


Figura 2.6. Perfil revolucionado – sujetador para puertas de baños

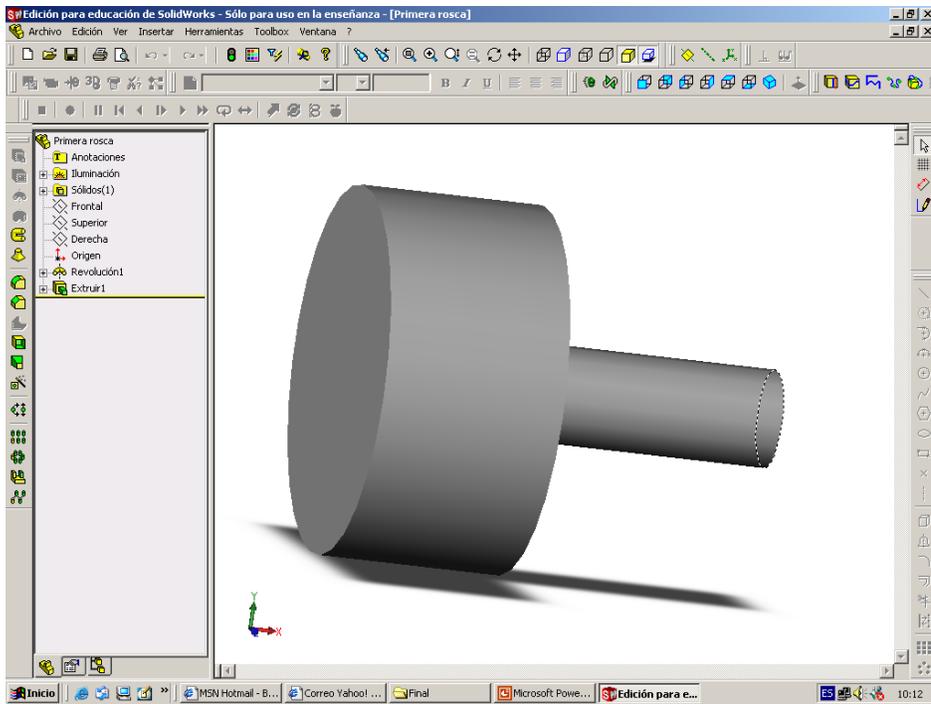
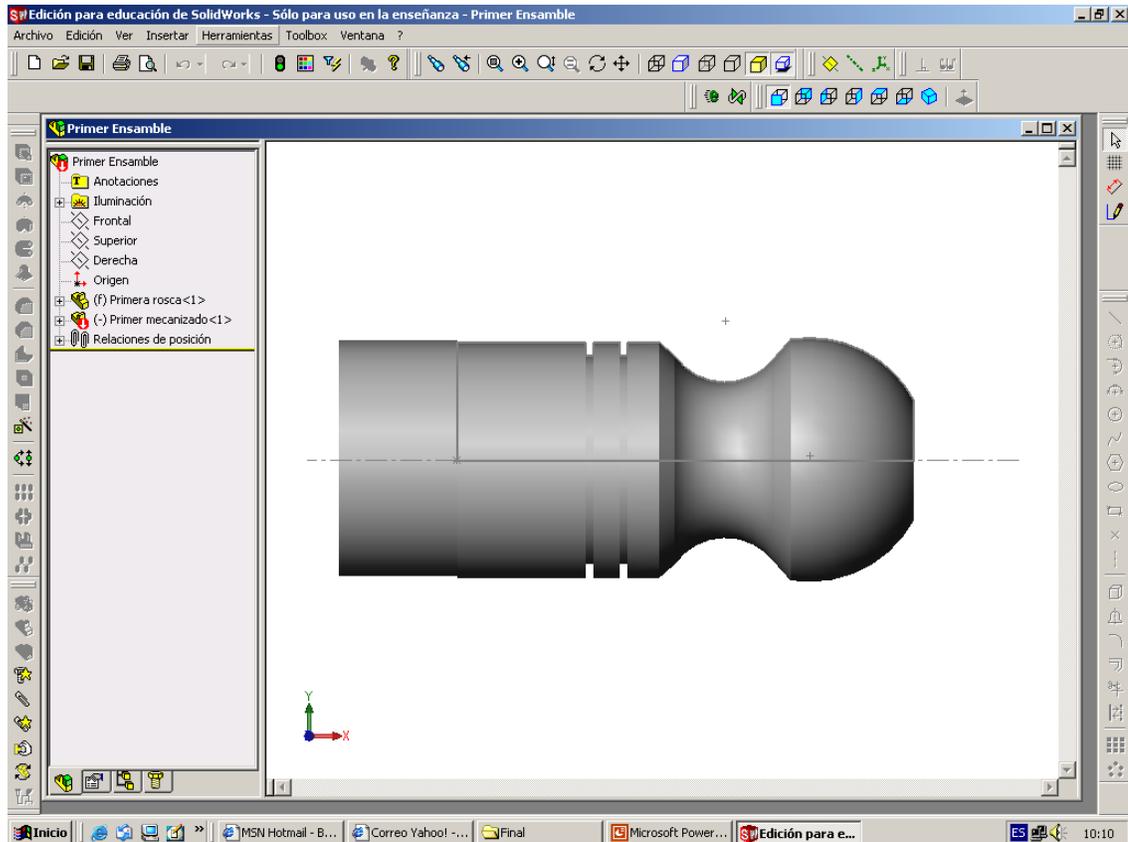


Figura 2.7. Perfil de la rosca en sólido

Al ser diseñadas y modeladas las partes del producto, rosca externa y cuerpo del sujetador, se ensamblaron las piezas del conjunto en solid Works, ver figura 2.8 con el fin de verificar concordancia entre las dimensiones de las dos partes.



**Figura 2.8. Ensamble del producto**

Finalmente a través de la herramienta para planos de Solid Works se crearon los mismos para cada parte del producto. En ellos se señala las dimensiones de cada una de las partes del producto que sirven como referencia de especificación para análisis calidad de cada producto la hora de fabricarlos en el ICIM. Ver figura 2.9 y 2.10.

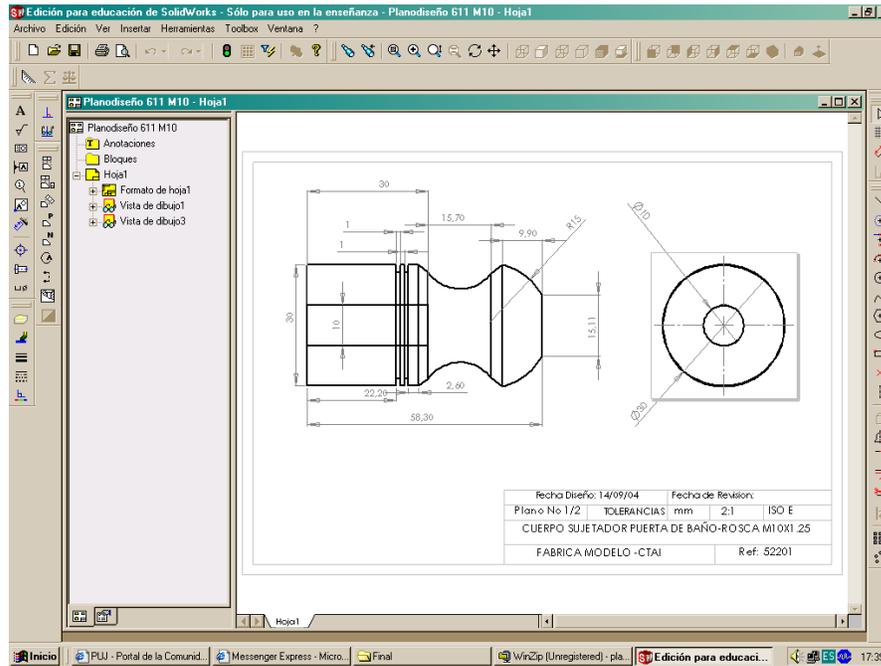


Figura 2.9. Plano del cuerpo del producto

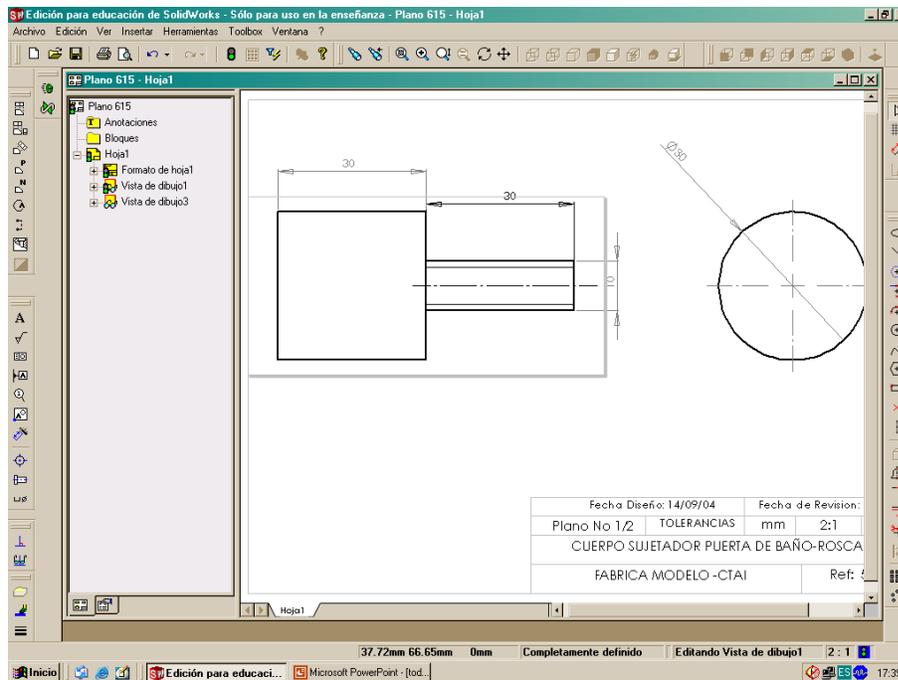
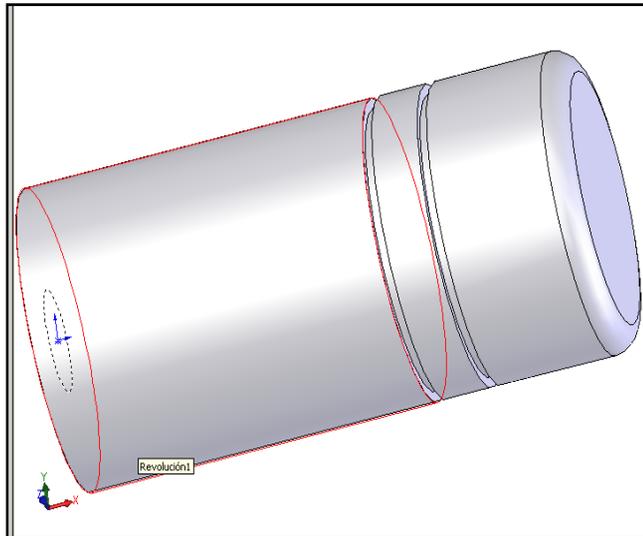


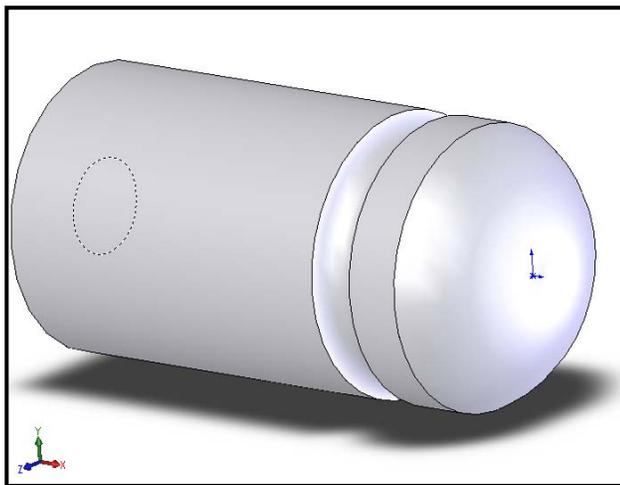
Figura 2.10. Plano de la rosca del producto

La metodología anterior se siguió para cada uno de los productos diseñados, los planos de la piezas se pueden ver en el anexo(2.2.)

Dentro de la estrategia operativa para satisfacer el mercado de instaladores y constructores se diseñaron dos prototipos estándar adicionales; uno para las fachadas flotantes y otro para los muebles en madera y vidrio. A continuación se presenta la vista isométrica de estos dos prototipos.



**Figura 2.11. Perfil revolucionado botón estándar para estructuras**



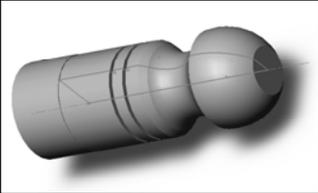
**Figura 2.12. Perfil revolucionado sujetador de estructuras**

Cada uno de estos perfiles puede ser fabricado en aluminio y en bronce y también pueden tener roscar M5X1.25 y M8X1.25.

### 2.4.1. Ficha técnica del producto

La siguiente ficha técnica corresponde a los productos 52101/52201/53101/53201, las fichas y planos de los otros productos se encuentran en el anexo 2.3. y 2.4.

**Cuadro 2.8. Ficha técnica de botones sujetadores**

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA CENTRO TECNOLÓGICO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL "CTAI" FÁBRICA MODELO		
FICHA TÉCNICA DE BOTONES SUJETADORES		
<b>Características de la Parte:</b>		
Nombre de la Parte:	Botón sujetador de puertas para baños	
Código (Stock Code):	52101/52201/53101/53201	
Norma asociada:		
Proveedor:		
Fabricante:	Fábrica Modelo CTAI	
Descripción		
Materiales		
Recomendado	Composición Química (Densidad)	
Aluminio	2,7	
Bronce	8,6	
Cera	0,89	
Procesos de Fabricación		
Cuerpo		
Tipo de Proceso	Máquina(s) Herramienta(s) Empleada(s)	Tipo de acabado superficial
Desbaste	Torno Emco-H/ta T0101	No
Perfilado	Torno Emco-H/ta T0101	No
Acabado	Torno Emco-H/ta T0101	No
Tornillo		
Tipo de Proceso	Máquina(s) Herramienta(s) Empleada(s)	Tipo de acabado superficial
Desbaste	Torno Emco-H/ta T0101	No
Tronzado	Torno Emco-H/ta T0505	No
Perfilado	Torno Emco-H/ta T0101	No
Acabado	Torno Emco-H/ta T0101	No
Roscado	Torno Emco-H/ta T0808	No
Pruebas de Calidad		
Tipo de Prueba Realizada	Medición de las especificaciones	Observaciones

#### **2.4.2. Código de programación**

Para mecanizar el producto seleccionado utilizando la tecnología CAM en el torno de control numérico EMCO se crearon dos programas que definen cada uno de los contornos y acabados del mecanizado de las piezas; el primero se refiere al mecanizado del cuerpo del producto donde se encuentra la rosca interna, ver anexo 2.5., y el segundo, al tornillo de la misma. Ver anexo 2.6.

Para la fabricación del cuerpo de la pieza se uso un ciclo de Torneado (G73) que cumpliera con las especificaciones de contorno diseñadas en el sistema CAD Solid Works; para el programa de la rosca externa del producto, se uso inicialmente un ciclo de tronzado con el fin de dejar la pieza del tamaño adecuado; un ciclo de cilindrado (G20) con el fin de garantizar que el diámetro exterior de la rosca fuera el especificado, un chaflán y un ciclo de roscado (G78)

#### **2.4.3 Diagramas del proceso productivo (Anexo 2.7)**

Finalmente la selección, diseño y configuración del equipo en los sistemas CAD/CAM realizados en este capítulo se convierten en un insumo fundamental para la posterior configuración del ICIM a través del Scada-Cosimir Control, ya que en base a estos se deberán diseñar los diferentes procesos productivos y adicionalmente realizar la configuración de la parte visual del sistema Cosimir.

### 3. CONFIGURACION ICIM- COSIMIR SCADA

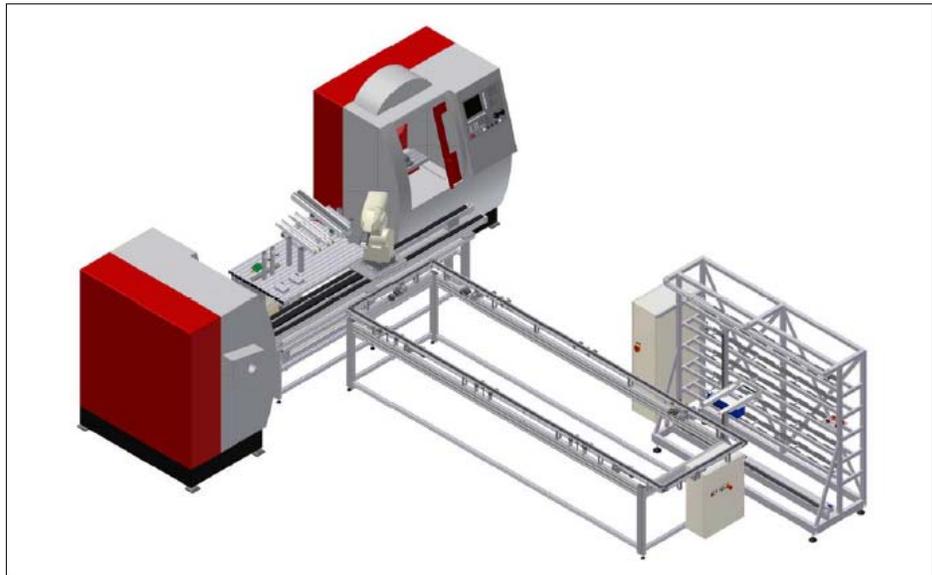
Una vez seleccionado el producto a fabricar, así como el diseño y los programas de fabricación en el torno de control numérico, el siguiente paso fue la configuración y el diseño de los procesos que debía llevar a cabo el ICIM para la fabricación del producto seleccionado.

Con el fin de dar a conocer como fue el proceso de parametrización del ICIM y los procesos que se desarrollaron para la configuración del producto seleccionado a continuación se da una explicación de cómo esta compuesto el ICIM y su funcionamiento general.

#### 3.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ICIM – COSIMIR SCADA

Las siglas CIM significan (Computer Integrated Manufacturing) y responden a una filosofía de implantación de un sistema informático que integra todos los procesos existentes en un proceso de fabricación, en lo que se refiere a diseño, producción y distribución.

El ICIM es una celda de manufactura integrada que responde a objetivos académicos y posee componentes desde CAD/CAM hasta un software Scada versión educacional. Este busca sensibilizar y capacitar a los estudiantes y a empresarios ante el uso de tecnología de punta en la manufactura.



**Figura 3.1** Conjunto de equipos que conforman el ICIM del CTAI

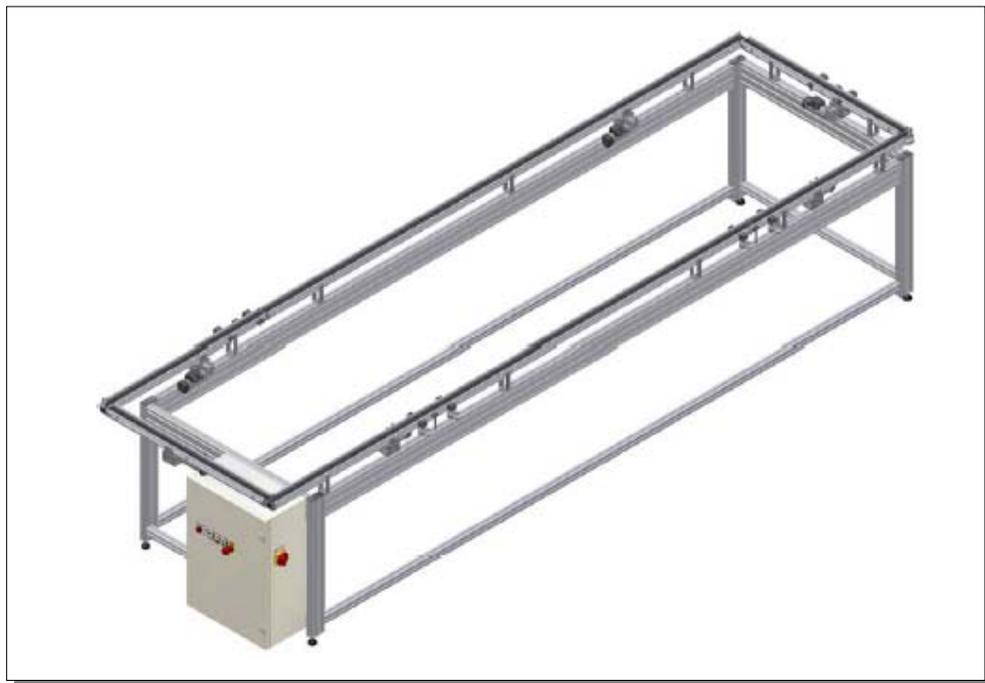
Fuente: Manual ICIM A004 de Festo

### 3.1.1. Estaciones de trabajo

El equipo de entrenamiento ICIM esta compuesto de 4 estaciones que pueden ser configuradas individualmente, o dentro del sistema completo en conexión con las otras estaciones.

#### 3.1.1.1. Sistema de Transporte

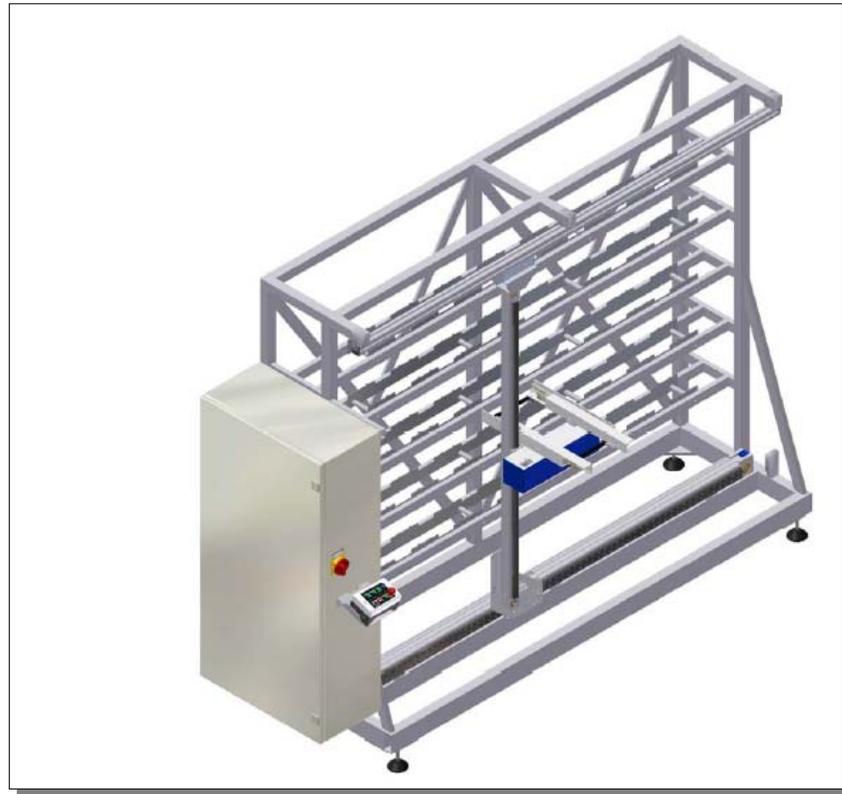
Sistema de transporte de material basado en carros de transporte con un código magnético que permite la identificación de las partes que se están transportando, es el sistema que enlaza todas las estaciones. Actualmente el sistema posee 8 carros especiales, el controlador de este sistema es Festo IPC.



**Figura 3.2 Banda transportadora**  
Fuente: Manual ICIM A004 de Festo

#### 3.1.1.2. Estación AS-RS : Almacén automático y sistema de recuperación

Esta estación tiene como función aprovisionar y almacenar la materia prima, producto en proceso y producto terminado; distribuidos en 40 espacios disponibles donde se encuentran ubicados los pallets y que por medio del robot cartesiano son manipulados automáticamente. Esta estación esta montada en la posición operativa 2; el controlador de esta estación es FESTO IPC



**Figura 3.3 Almacén AS-RS**  
Fuente: Manual ICIM A004 de Festo

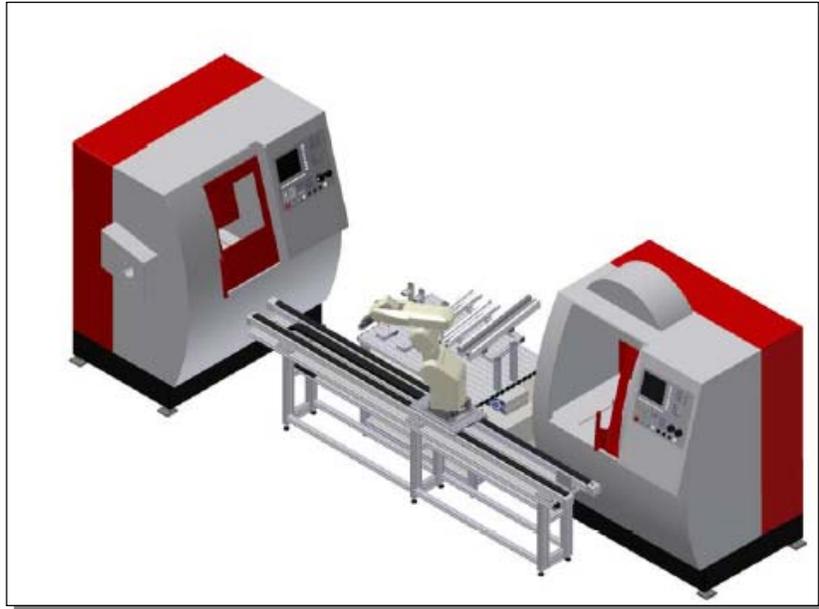
### 3.1.1.3. Estación CNC

La estación CNC es la responsable de la producción de la piezas, dos maquinas CNC están disponibles para la producción, el transporte y la alimentación de las maquinas esta a cargo de un robot RV-2A, el cual se encuentra montado en un eje lineal; las CNC disponibles son una fresadora Benchman VMC 4000 y un torno EMCO PC 125; esta estación opera en la posición 4.

El controlador<sup>11</sup> de esta estación es una unidad Mitsubishi CR1

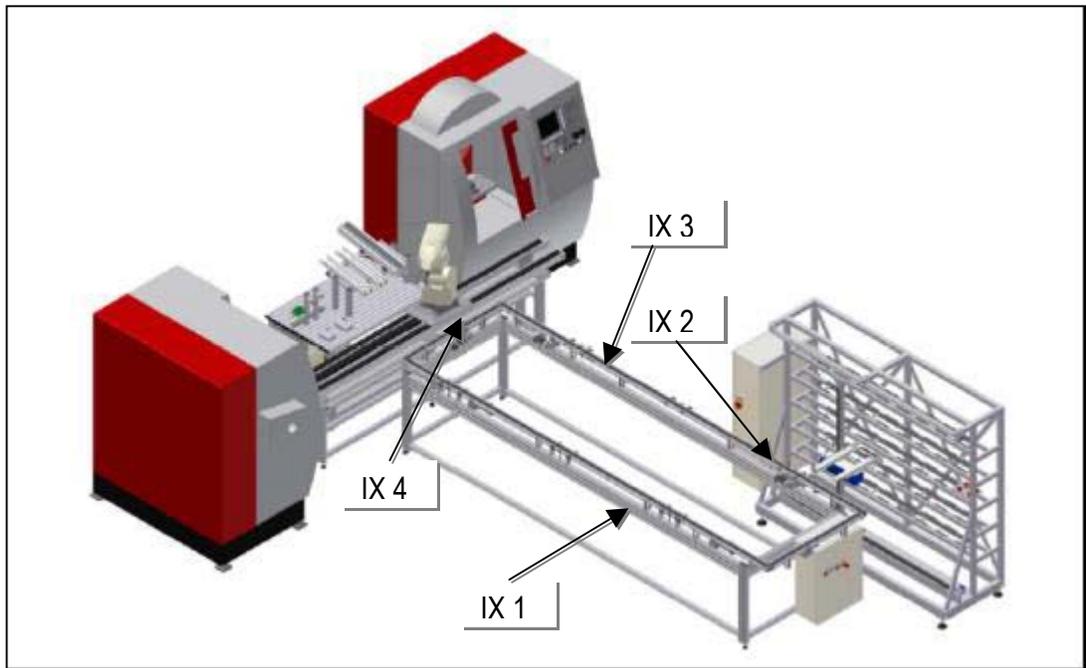
---

<sup>11</sup> Un controlador: es el encargado de transmitir y recibir las señales entre dos estaciones para ejecutar tareas



**Figura 3.4 Estación CNC Feeder**  
Fuente: Manual ICIM A004 de Festo

El estado actual de las posiciones operativas del ICIM en el CTAI se muestra en la figura 3.5 y el resumen de las posiciones operativas se encuentran en el cuadro 3.1



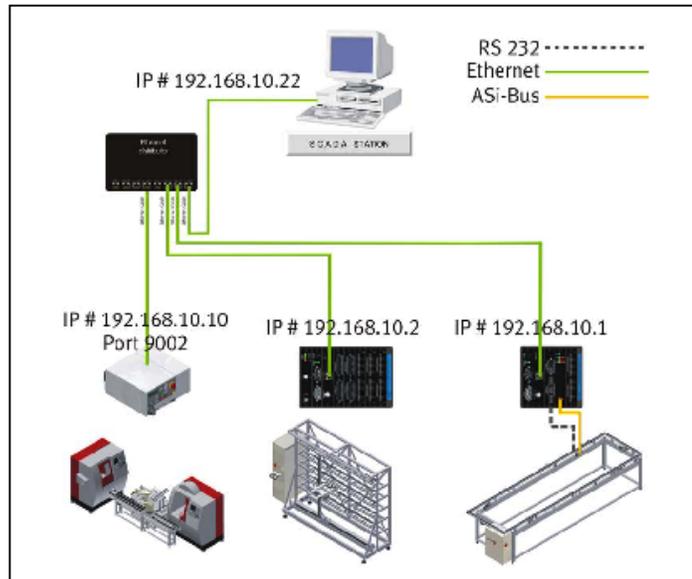
**Figura 3.5 Distribución de las posiciones iniciales en el ICIM**  
Fuente: Manual ICIM A004 de Festo

**Cuadro 3.1 Distribución de las posiciones iniciales en el ICIM**

Estación	Descripción
IX1	Estación numero 1 desocupada
IX2	Estación numero 2 Estación AS/RS
IX3	Estación numero 3 desocupada
IX4	Estación numero 4 Centro de CNC

### 3.1.2. Estructura de comunicaciones

La principal comunicación entre las estaciones se hace con Ethernet<sup>12</sup>. El ICIM hace un uso sistemático del concepto de inteligencia distribuida, es decir, módulos de función independientes con un programa de aplicación integrado se ponen en red (por ejemplo a través de Profibus, AS-Interfase o RS232) con una coordinación orientada a las tareas del proceso y soportada por un ordenador de control de producción.



**Figura 3.6 Descripción del sistema de Comunicaciones en el ICIM**  
Fuente: Manual ICIM A004 de Festo

<sup>12</sup> La definición se encuentra en el glosario de términos al final del trabajo.

### 3.1.3. Descripción del funcionamiento del sistema

Al ser activado, el software Scada Cosimir Control toma el control del sistema, iniciando el proceso de la banda transportadora, esta se activa comenzando el proceso de lectura de códigos, de esta forma todos los carros de transporte quedan identificados completamente, esto se visualiza en el Scada (Figura 3.7), al mismo tiempo, el estado del almacén es configurado y visualizado también en el Scada. (Figura 3.8)

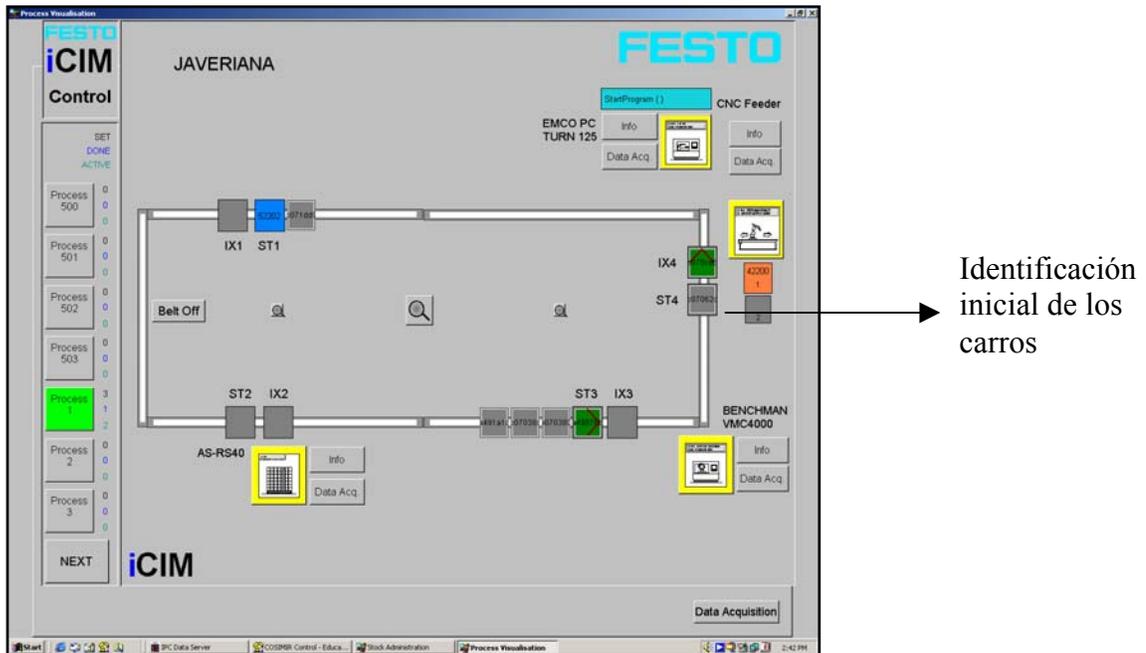
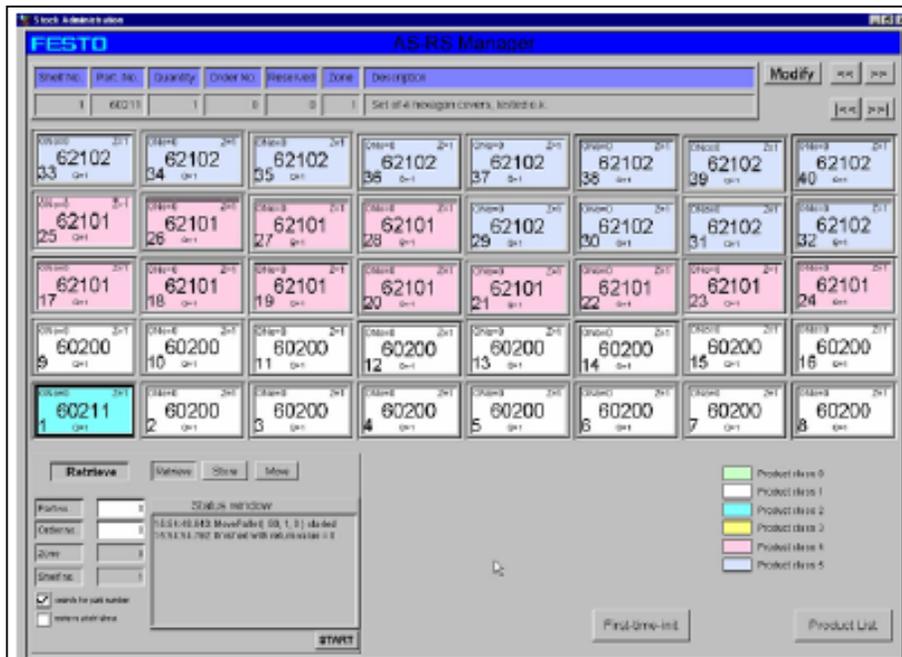
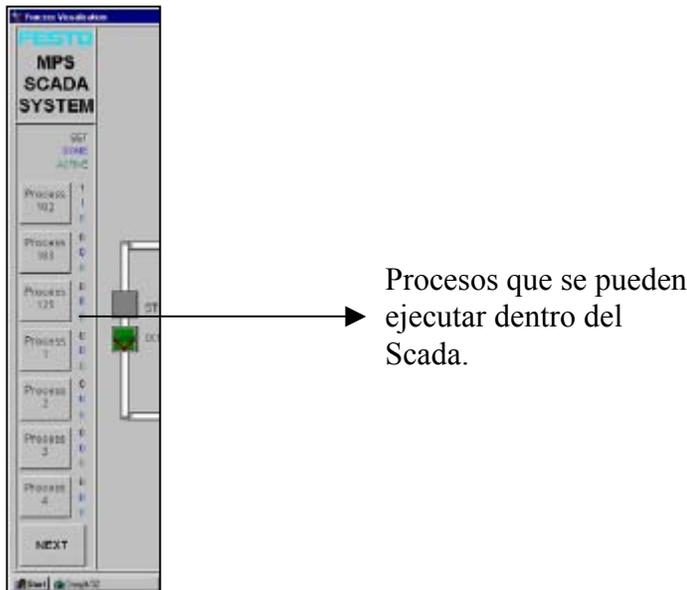


Figura 3.7 Visualización inicial del sistema de transporte en el Scada-Cosimir Control



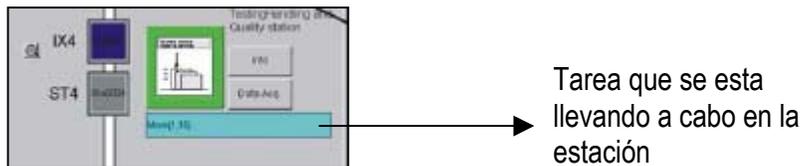
**Figura 3.8, Visualización inicial del sistema AS-RS en el Scada Cosimir Control**

En este momento se pueden ejecutar los procesos de producción programados en el Scada; estos procesos de producción se pueden ver en la ventana de visualización del sistema de transporte en el extremo izquierdo (figura 3.9) .



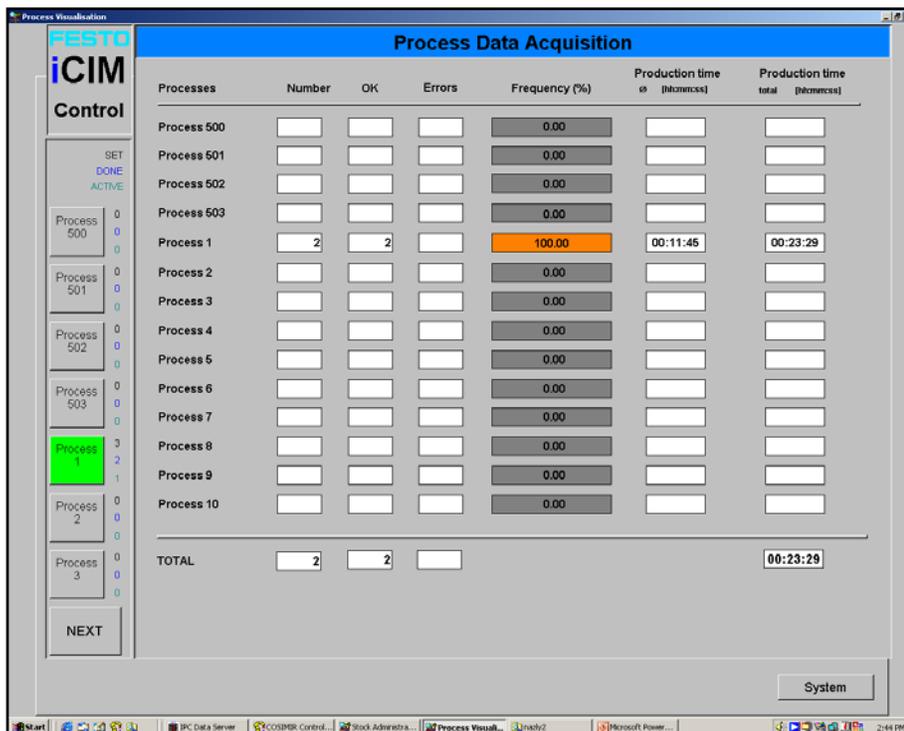
**Figura 3.9, Procesos ejecutables en el Scada**

Cada uno de estos procesos debe tener atada una ventana de visualización con el fin de inicializarlo; una vez inicializado alguno de los procesos el sistema comienza a trabajar en paralelo utilizando las máquinas hasta su máxima capacidad de funcionamiento. El estado de cada una de las estaciones es visualizado en el Scada para verificar el buen funcionamiento del sistema (figura 3.10).



**Figura 3.10. Visualización de las tareas que se están ejecutando en cada estación**

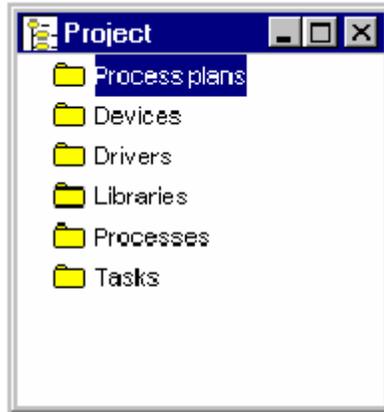
Cualquiera de los procesos puede ser cancelado y otros pueden ser activados en cualquier momento. Información como el progreso de una actividad en la estación o el tiempo total de un proceso requerida por el usuario del sistema es visualizada en tiempo real en el software Scada COSIMIR CONTROL.



**Figura 3.11 Sistema Scada: visualización del avance de procesos. Data Adquisicion**

## 3.2. ESTRUCTURA DE UN PROYECTO EN EL COSIMIR CONTROL

Para que todos estos procesos funcionen el Cosimir Control trabaja a través de proyectos que tienen una estructura definida, tal como lo muestra la figura 3.12



**Figura 3.12 Estructura de un proyecto en el Cosimir Control**

Fuente: Manual ICIM A004 de Festo

### 3.2.1. Plan de Procesos

Sirve para programar el orden de los eventos; es decir, la ejecución secuencial o paralela de pasos. Un plan de procesos consta de una línea guía que contiene los siguientes campos: line, condition, device, task, next line y un campo opcional para comentarios que se denomina comment.

Line	Condition	Device	Task	Next line	Comment
. inicializacion de variables					
10		CALC	%selcuerpo = %Par.1		
20		CALC	%selmaterial = %Par.2		
30		CALC	%selrosta = %Par.3		
. Definicion del tipo de materia prima para descargarla del almacen y el producto terminado					
40		CALC	%selrosta		
50	1	CALC	%ros = 100		
	2	CALC	%ros = 200		
		NOOP			
60		CALC	%selmaterial		
70	1	CALC	%tipomp = 42000 + %ros		
	2	CALC	%tipomp = 43000 + %ros		
		NOOP			
75		CALC	%selcuerpo		
80	1	CALC	%tipopt = %tipomp + 10001		
	2	CALC	%tipopt = %tipomp + 10002		
	3	CALC	%tipopt = %tipomp + 10003		
		NOOP			
. Inicia proceso productivo					
90		Transport	REQUIRE		
100		CALL	Stockprocess("RetrievePN", %tipomp)		
110		Transport	SetProductId(%tipomp)		
120		Transport	to_CNC_Feeder		
130		CNC_Feeder	StartPrg("MP", 1, 5, 1, 0)		
140		Transport	SetProductId("")		
150		Transport	RELEASE		
160		Transport	REQUIRE("b4")		
170		CNC_Feeder	StartPrg("MP", 1, 15, 0)		
175		Transport	SetProductId(%tipopt)		
180		Transport	to_Stock		
190		CALL	StockProcess("StorePN", %tipopt)		
195		Transport	RELEASE	END	

**Figura 3.13 Estructura de un Plan de proceso**

El controlador de las células de manufactura flexible del Cosimir Control es LUCAS (Layered Universal Controller for Automation Systems), es decir, a través de este lenguaje de comunicación se deben generar las instrucciones en el plan de proceso. Cada plan de proceso puede incluir 3 tipos de variables para su programación:

- Variables locales: sirven solamente para el plan de proceso específico y solo se pueden modificar desde allí se reconocen porque tienen el signo %
- Variables globales: son variables que se usan en todo el proyecto y pueden ser modificadas desde cualquier plan de proceso o desde cualquier ventana de visualización (#)
- Variables del sistema: son variables que se usan internamente en el sistema Cosimir Control y solo este las modifica(\$)

### 3.2.2. Devices (o dispositivos)

Los devices son los diferentes dispositivos u equipos que son controlados con el COSIMIR Control, como Robot, sistema de transporte o sistemas de chequeo como el administrador del almacén. A cada uno de ellos se le asigna un driver, el cual es el responsable de convertir la tarea del plan de procesos en el lenguaje que entiende cada uno de los dispositivos. Los dispositivos que están disponibles en el ICIM se presentan en la figura 3.14 así como los driver de cada uno

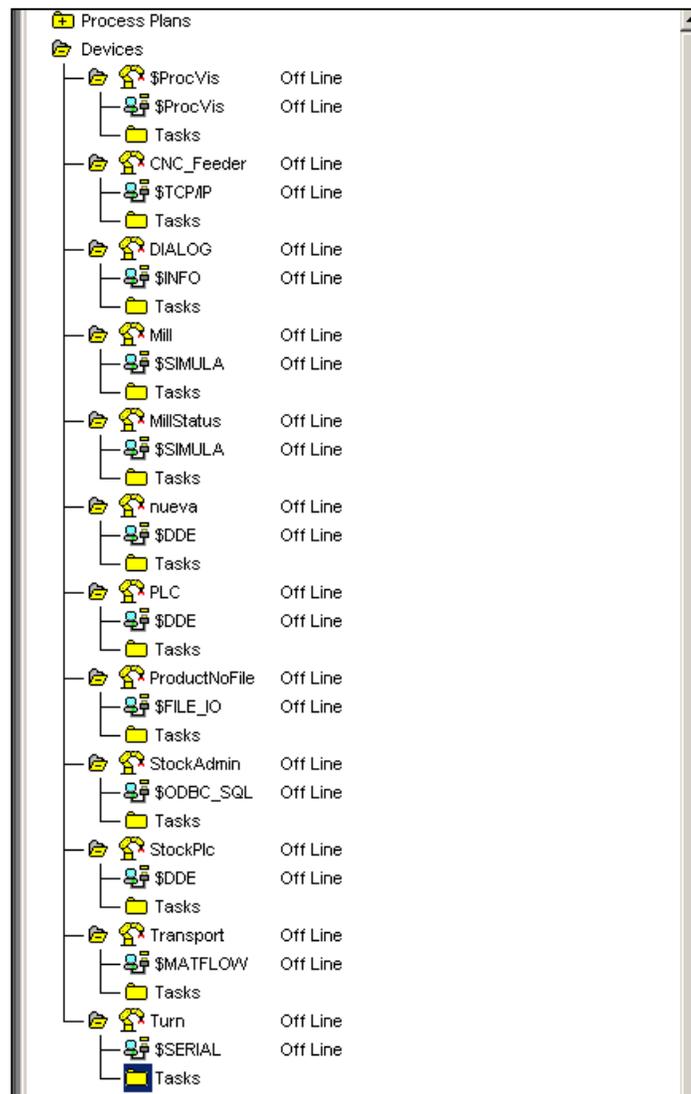


Figura 3.14 Dispositivos disponibles en el ICIM

### 3.2.3. Driver ( o controlador)

Sirven para transferir las tareas a los dispositivos y aceptar los resultados, en cualquier proyecto que se este trabajando es posible identificar que dispositivos se encuentran conectados a un controlador, tal como lo muestra la figura 3.15., el cuadro 3.2 resume los dispositivos existentes en el Icim con su correspondiente controlador.

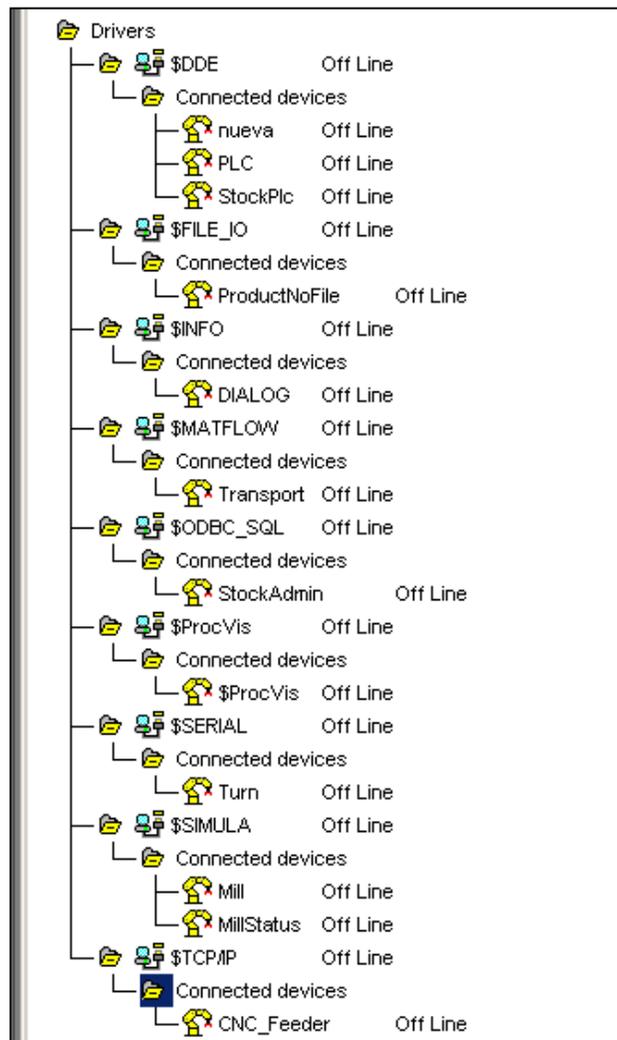


Figura 3.15 Drivers disponibles en el ICIM

**Cuadro 3.2 Resumen de driver (controladores) y dispositivos (devices) disponibles en ICIM**

<b>Driver</b>	<b>Device</b>
DDE	Sistema de Transporte (Banda Transportadora) Sistema AR-RS (Almacén) Fresa PLC
TCPIP	Robot Mill Status ( computador de Fresa)
Serial	Torno
Matflow	Transporte
Simula	Estaciones Virtuales
ProcVis	Ventanas de Visualización

#### **3.2.4. Librerías**

Son proyectos que pueden ser copiados en la creación de cualquier otro proyecto

#### **3.2.5. Procesos**

Son los planes de proceso que se encuentran activos en la opción de producción del Cosmir; durante la ejecución de los mismos se pueden observar el valor que toman cada una de las variables manejadas en el plan de procesos.

#### **3.2.6. Tareas**

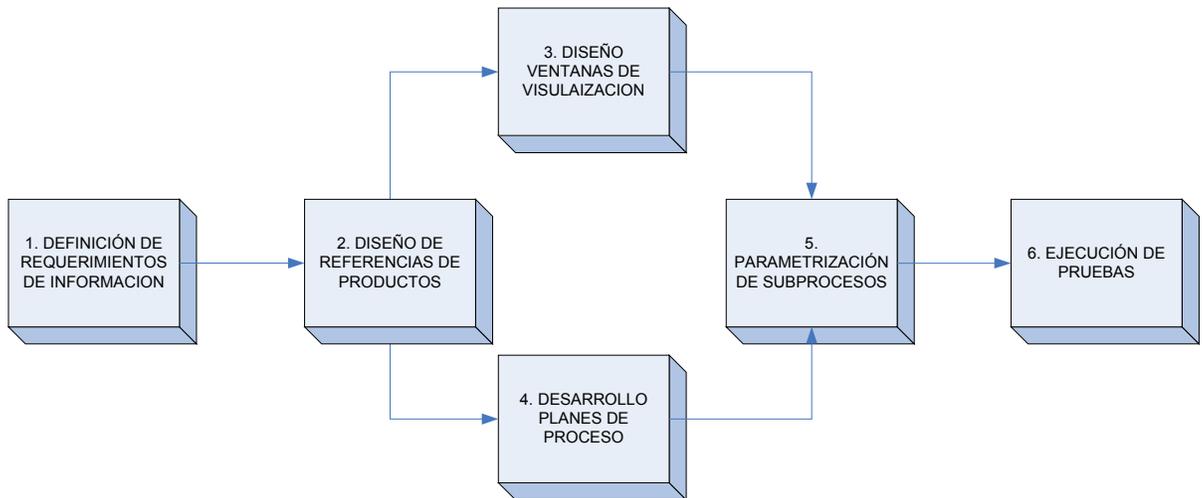
Son componentes no estáticos de los proyectos que solo pueden ser generados en el modo producción.

### **3.3. CONFIGURACIÓN DEL ICIM PARA LA FÁBRICA MODELO**

Con el fin de hacer mas fácil el manejo de los proyectos en el Cosimir Control existe un proyecto base configurado por el proveedor del equipo; este contiene una estructura de procesos globales que permite el funcionamiento de todo el sistema en cuanto a configuración de drivers, dispositivos y ventanas de visualización básica se refiere. (Para ver ventanas de visualización básica Ver figuras 3.7, 3.8, 3.11) Teniendo como base este proyecto se inició la configuración del ICIM para el control

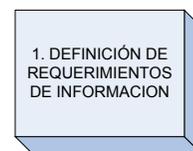
de la producción de las piezas mecanizadas para estructuras flotantes o sujetadores de la Fábrica Modelo.

El proceso de parametrización del ICIM se compone de 6 etapas que se resumen en la figura 3.16 , cada una de estas etapas se describen a continuación.



**Figura 3.16 Diagrama de etapas del proceso de configuración del ICIM**

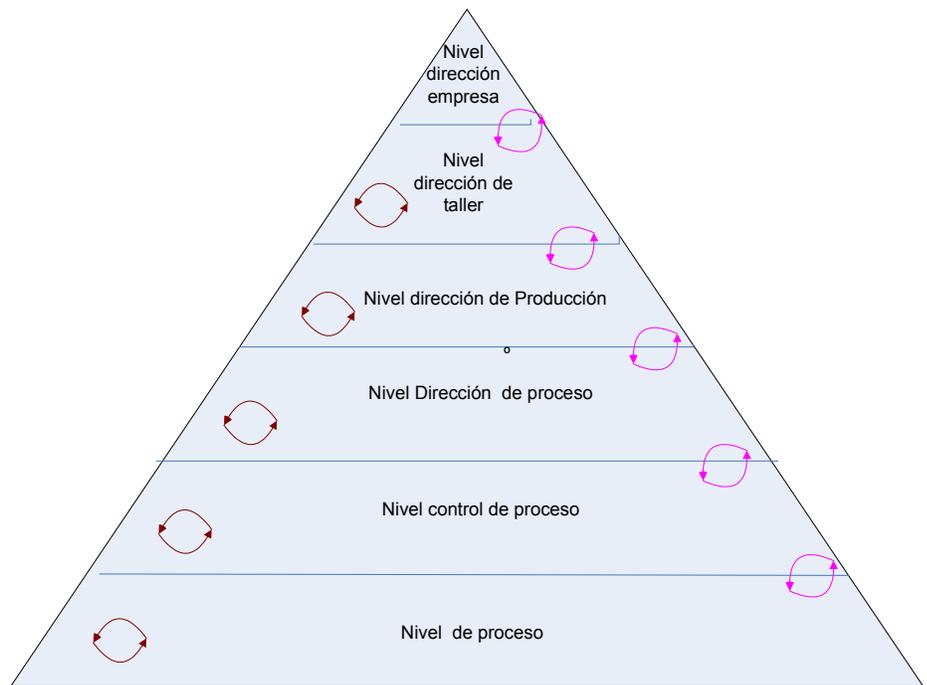
### 3.3.1. Definición de Requerimientos de Información para el sistema



Para definir la información que debe tanto recibir como entregar el sistema de control de producción SCADA – Cosimir Control es necesario primero identificar el nivel de información en la organización en el que se encuentra este sistema y adicionalmente las funciones que debe cumplir dentro del mismo.

Estos niveles de información<sup>13</sup>, se han ido generando debido a la necesidad de las compañías de integrar toda la información desde el nivel operativo hasta el nivel gerencial, es decir desde los datos brutos hasta el conocimiento acerca del negocio que de estos se puedan derivar. La figura 3.17 muestra los niveles jerárquicos de información en una empresa de producción.

<sup>13</sup> CIM , Consideraciones básicas, SIEMENS.



**Figura 3.17 Niveles organizacionales de la información**

Tal como se muestra en la figura en cada uno de los niveles de información esta fluye hacia arriba y hacia abajo y al mismo tiempo dentro de cada nivel la información se transfiere entre sistemas similares. Cada nivel plantea necesidades especiales respecto al tratamiento de la información; lo que caracteriza a esta jerarquía es que los datos de los niveles inferiores se condensan y se transmiten en esta forma al nivel superior, eventualmente hasta llegar al nivel de dirección de la empresa; a la inversa, las informaciones procedentes de los niveles superiores se transmiten en forma de directriz a los niveles inferiores, donde se complementan con datos específicos.<sup>14</sup>

Un sistema Scada como el Cosimir Control, se ubica dentro del nivel de información control de proceso, ya que su objetivo fundamental es el monitoreo y control de datos de producción así como el intercambio y la sincronización de las máquinas. Lleva a cabo objetivos de regulación y control para procesos parciales, máquinas, sistemas de transporte y robots.

Teniendo en cuenta que la configuración de la fábrica modelo bajo este sistema (Scada – Cosimir Control) debe cumplir con los objetivos anteriores, las entradas y salidas de información así como los procesos que se diseñen deben enmarcarse en ellos; de la misma forma debe responder a los requerimientos de los procesos diseñados para cadena de abastecimiento (Ver capítulo V).

<sup>14</sup> Cim consideraciones básicas SIEMENS

El cuadro 3.3 resume los objetivos específicos que debe cumplir el sistema de control y monitoreo de la producción<sup>15</sup> en la configuración de la fábrica modelo

Objetivos	Información obtenida
1. Definir especificaciones de Ordenes de producción (CAD/CAM)	1.1 Requisitos y directrices de diseño, modificaciones, datos CNC
2. Control del Trabajo en proceso	2.1 Progreso de la orden 2.2 Distribución de materia prima y producto terminado en las maquinas y puestos de trabajo.
3. Despacho de mp en el área de taller ,Análisis de insumo-Producto	3.1. Lanzamiento de materiales y abastecimiento de materias primas. 3.2 Administración del material Circulante
4. Recopilación de Reporte de operaciones en maquinaria	4.1 Tratamiento de avisos de perturbación en la maquinaria. 4.2 Tiempos de operación en maquinas y puestos de trabajo

**Cuadro 3.3 Requerimientos para el sistema de control de producción**

Una vez definidos estos requerimientos se inicia el proceso de preparación y programación del sistema de tal forma que toda esta información pueda ser suministrada al usuario final.

### 3.3.2. Creación de Referencias de los Productos a Fabricar



El Device Stock admin. Es el que permite controlar el almacén de materia prima y producto terminado a través del Driver ODBC\_SQL; este toma la información disponible en una base de datos de ACCES donde están registrados la lista de productos, la asignación de estos dentro de los cuarenta espacios disponibles en el almacén, y la muestra en la ventana de visualización Stock Data de la figura 3.8

Para conservar esta estructura se desarrollo una codificación tanto para la materia prima como el producto terminado con el fin de alimentar la base de datos de acces y de esta forma hacer que el sistema del almacén identifique el estado del producto y su correspondiente ubicación. Esta base de datos se encuentra en el anexo 3.1; la visualización de las referencias de los productos en el almacén se muestra en la figura 3.18

<sup>15</sup> Chase, Cim consideraciones básicas SIEMENS

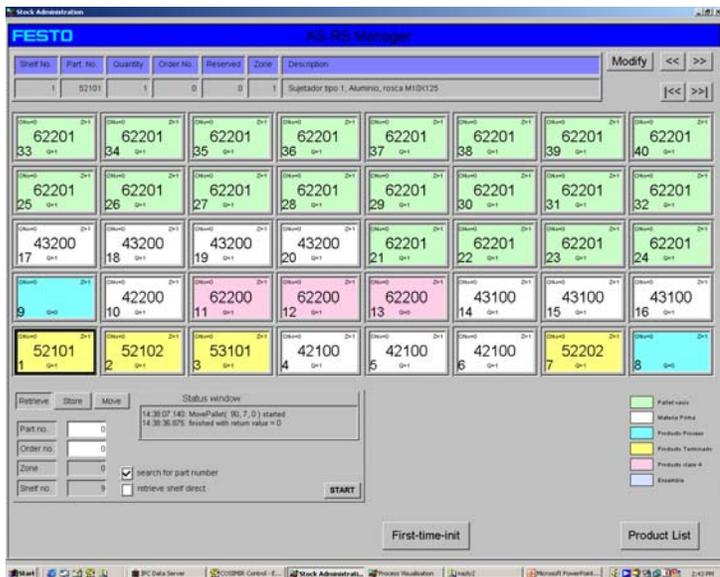
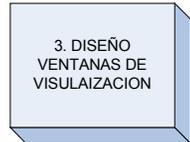


Figura 3.18 Visualización de la base de datos creada en el Stock admin.

Tal como se muestra en el diagrama 3.16 el diseño de las ventanas de visualización y el desarrollo de los planes de proceso se llevaron a cabo de forma conjunta sin embargo para dar mayor claridad en el desarrollo de estas etapas se explican de forma consecutiva.

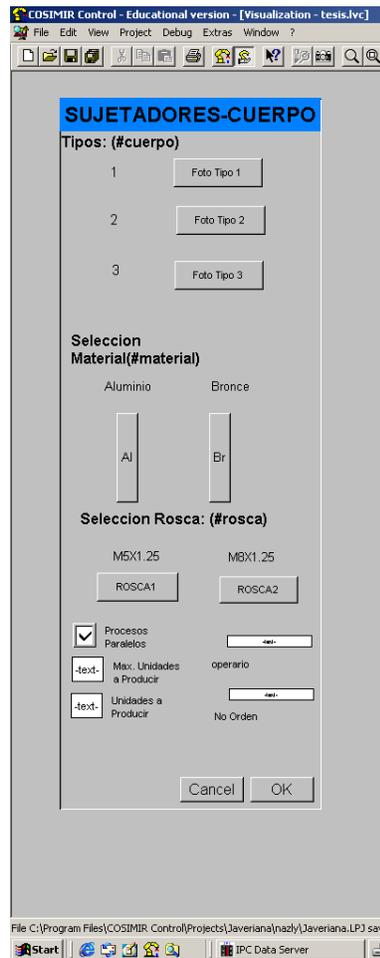
### 3.3.3. Diseño de Ventanas de Visualización



Debido a que el producto a fabricar, es decir las piezas mecanizadas para estructuras flotantes constan de dos partes, el cuerpo y el tornillo o rasca externa se diseñaron dos planes de proceso para ser ejecutados por ende dos ventana de visualización que le permitieran al usuario escoger las especificaciones de su producto.

#### 3.3.3.1. Ventana de visualización selección de Cuerpos

Para la ventana de selección de cuerpos del sujetador se le permite al usuario escoger el tipo de producto a fabricar según la especificaciones de la orden de producción; como son el diseño o perfil del producto, el material, el tipo de rosca y el número de unidades; así como ingresar el código o nombre del operario y el número de la orden que se esta trabajando. La figura 3.19 muestra el diseño inicial de esta ventana



**Figura 3.19** Diseño inicial de la ventana de visualización para selección cuerpo

Cada uno de los botones que se muestran tiene asignada una variable global<sup>16</sup>; esta variable almacena la elección del usuario para que pueda ser utilizada en el plan de Procesos y de esa forma ejecutar la correspondiente tarea. En el cuadro 3.4 se presenta el cuadro resumen de cada las variables usadas en la ventana de visualización. Estas propiedades se dan en la ventana propiedades de cada uno de los botones.

<sup>16</sup> Variable Global: son variables que se utilizan en todo el proyecto; su nomenclatura es precedida por el símbolo #

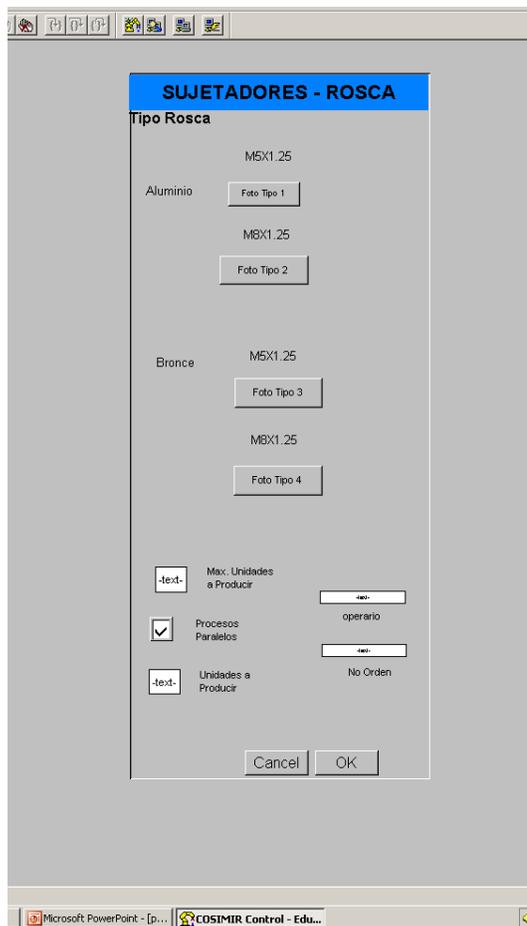
**Cuadro 3.4 Resumen de la variables globales usadas en la visualización: Selección cuerpo**

Nombre de la Variable	Especificación	Valor seleccionado	Valor asumido por la variable
#Visu.Buttons.Param.1	Selección Diseño	Foto Tipo 1	1
		Foto Tipo 2	2
		Foto Tipo 3	3
		Nuevo Desarrollo	4
#Visu.Buttons.Param.2	Selección Material	Aluminio	1
		Bronce	2
#Visu.Buttons.Param.3	Selección Rosca	M5X1.25	1
		M8X1.25	2

De esta forma el usuario tendrá la posibilidad de escoger 16 combinaciones diferentes, cada una corresponde a una referencia en la base de datos.

### 3.3.3.2. Ventana de visualización rosca externas o tornillos

Esta ventana tiene un desarrollo similar al de la ventana anterior, a través de ella el usuario ingresara los datos de especificaciones de la rosca externa según la orden de producción; estas especificaciones hacen referencia al tipo de rosca, y el material. La figura 3.20 muestra la ventana de visualización diseñada:



**Figura 3.20** Diseño inicial de la ventana de visualización para selección rosca

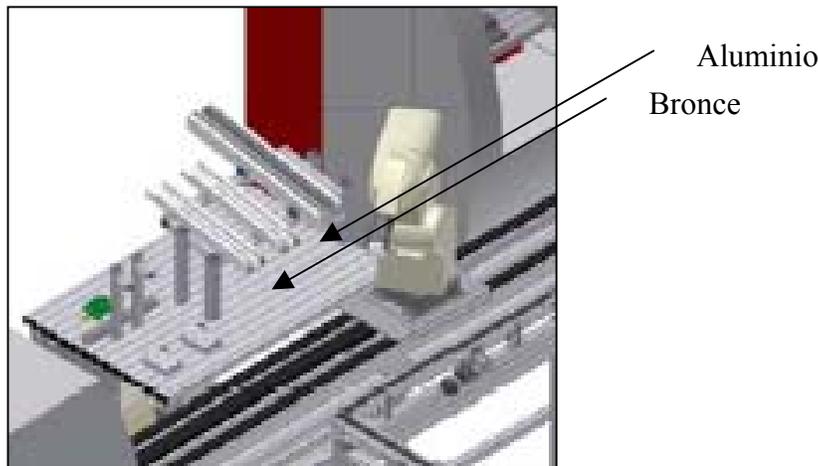
Al igual que para la ventana de visualización del cuerpo de la pieza a cada botón se le asignó una variable global que guarda la elección del usuario en cuanto a especificaciones; sin embargo para este plan de proceso se tuvo en cuenta un factor adicional, la materia prima que se utiliza para la fabricación de las roscas externas es de dos tipos, se tomó la decisión de alimentar el torno no desde la estación AS-RS sino de el almacén que se encuentra en la estación CNC (Figura 3.21). A continuación se muestra un cuadro 3.5 que muestra el resumen de las variables globales asignadas así como el valor que toma cada una en esta ventana de visualización.

**Cuadro 3.5 Resumen de la variables globales usadas en la visualización: Selección cuerpo**

Nombre de la Variable	Especificación	Valor seleccionado	Valor asumido por la variable
#Visu.Buttons.Param.1	Selección tipo de rosca	Aluminio M5x1.25	1
		Aluminio M8x125	2
		Bronce M5X1.25	3
		Bronce M8X1.25	4

### 3.3.3.3. Ventana almacén de materia prima estación CNC

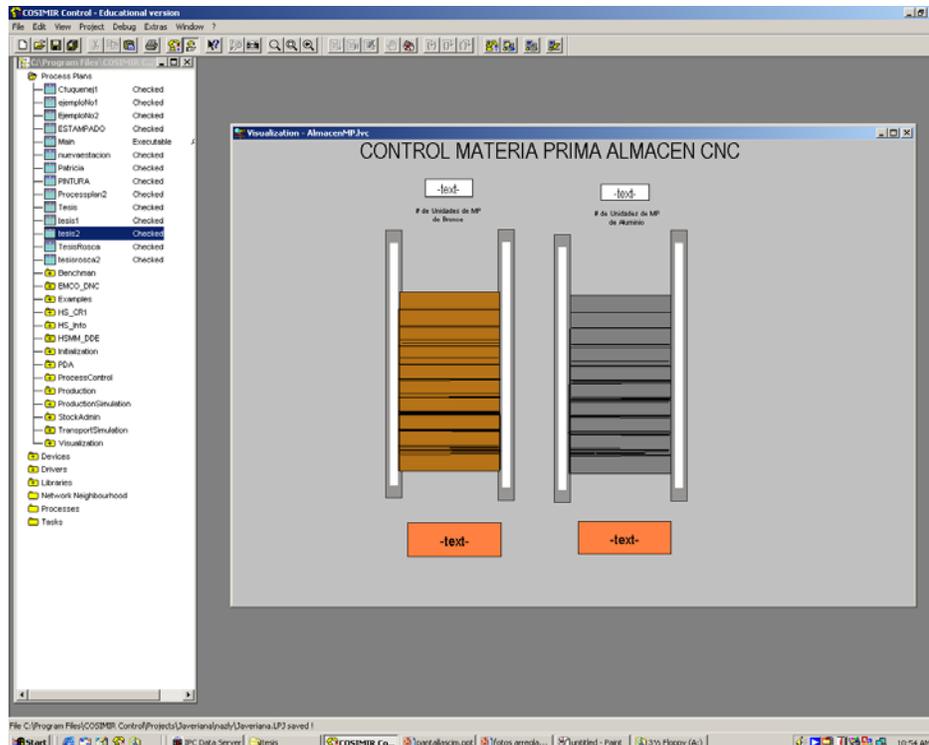
A diferencia de la estación AS-RS que tiene una ventana de visualización desde la cual se puede controlar la materia prima y el producto terminado, el almacén de la estación CNC no tiene ningún tipo de visualización, se diseño una ventana de visualización del almacén, desde el cual se toma la materia prima, con el fin de controlar el estado tanto inicial del almacén como durante todo el proceso.



**Figura 3.21 Almacén de materia prima en la estación**

Para poder visualizar las existencias de material en cualquier momento dentro del almacén de la estación CNC se diseño la ventana de visualización que se muestra en la figura 3.22, esta ventana es manejada por medio de una variable global (#CMVA o #CMVB según el material), el usuario ingresa el valor inicial de la materia prima disponible antes de iniciar el proceso de fabricación en la casilla de materia prima de esta ventana y a medida que este se lleva a cabo se van descontando

unidades en la variable global. Para que las unidades se descuenten esta variable global se encuentra dentro del plan de proceso específico para la fabricación de roscas (Ver numeral 3.3.4.2).



**Figura 3.22** Diseño ventana de visualización para el almacén de la estación CNC

### 3.3.3.4. Ventanas de visualización para el registro de tiempos por operación

La ventana de visualización Data Adquisición del proyecto base del Cosimir control (Ver figura 3.11) proporciona información global del proceso que se este realizando en el ICIM, tiempos totales y porcentajes de error, sin embargo para determinar los tiempos estándar de cada máquina diseño una ventana de visualización que registrara los tiempos de proceso que estaban transcurriendo en cada puesto de trabajo; el proceso de producción se divido en 4 operaciones básicas:

- Transporte1: comprende el proceso desde la toma de materia prima o pallet vacíos, en el caso de las roscas externas, del almacén AS-RS hasta que el carro que transporta el pallet llega a la estación CNC.
- Carga: es el proceso de tomar el pallet de la banda transportadora y ubicarlo en posición de espera de la estación CNC, y posteriormente posicionar la pieza de materia prima en las mordazas del torno.

- Procesado: comprende todo el proceso de maquinado de la pieza que se lleva a cabo en el torno de control numérico.
- Transporte 2: Desde descargar el torno con el producto terminado en el pallet vacío hasta ubica el producto terminado en el almacén AS-RS.

Para lograr la visualización de los tiempos se usaron cuadros de texto controlados por variables globales ya que son modificadas desde diferentes planes de proceso; la figuras 3.23 muestra la ventana de tiempo tanto para el proceso de cuerpos como para el proceso de fabricación de roscas

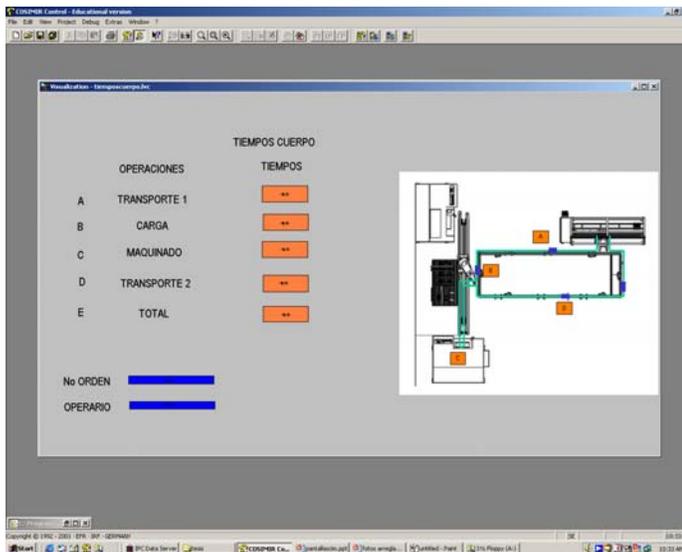


Figura 3.23 Ventana inicial de visualización de tiempos.

### 3.3.4. Desarrollo de planes de proceso



Tal como se dijo en la etapa de diseño de ventanas de visualización se diseñaron dos planes de proceso uno para la fabricación de los cuerpos y otro para la fabricación de las roscas o tornillos externos. A continuación se describe cada uno.

#### 3.3.4.1. Plan de proceso Fabricación de cuerpo

Una vez diseñada la ventana de visualización para la selección de especificaciones del cuerpo del producto y basándonos en el proceso de producción diseñado en el capítulo II se desarrolló la programación del Plan de Proceso.

El plan de Proceso diseñado se encuentran estructurado en 7 etapas; cada una de estas tiene una tarea específica ya sea en la ejecución del proceso productivo o en el control y monitoreo de la producción; el cuadro 3.6 presenta un resumen con la estructura del plan de proceso. En el anexo 3.2 se pueden ver el plan de proceso completo y detallado.

**Cuadro 3.6 Resumen estructura del plan de proceso para la fabricación del cuerpo del producto.**

Etapa	Tarea
Primera Parte	Se usa para definir las variables locales <sup>17</sup> , estas variables corresponden a la selección que hizo el usuario en la ventana de visualización
Segunda Parte	Corresponde a la declaración de una serie de variables locales cuya función es transformar las elecciones del usuario en las respectivas referencias de los productos, y en los programas específicos del torno.
Tercera Parte	la función de esta etapa es la programación del sistema para que tome del almacén la materia prima correspondiente y la transporte hasta la estación del CNC; todo ello incluye procesos de control y seguimiento de materia prima como es la visualización de los materiales y productos en cada carro de la banda transportadora así como los productos procesados en cada estación, adicionalmente con el uso de las funciones de tiempo se determinan los tiempos de cada operación
Cuarta parte	Calcula la posición de espera en la que el robot deberá colocar el pallet de materia prima, adicionalmente el robot coloca el pallet en la posición calculada y permite la visualización del producto en esta posición
Quinta parte	Corresponde a la tarea de cargar el torno de control numérico con la materia prima seleccionada y correr el programa del torno que define el perfil o diseño de la pieza, calcula los tiempos de esta operación y descarga el torno colocando el producto terminado en el pallet vacío.
Sexta parte	En esta parte se utilizan las funciones de semáforo <sup>18</sup>

<sup>17</sup> Variable local: son variables que se utilizan solamente en un plan de proceso determinado. su nomenclatura es precedida por el símbolo %

	con el fin de determinar el estado de cada estación del sistema.
Séptima parte	Finalmente se carga el pallet con el producto terminado en el carro de la banda transportadora para ser llevado hasta el almacén AS-RS, registrado los tiempos de cada operación y el tiempo final

### 3.3.4.2. Plan de proceso Fabricación de rosca externa o tornillo

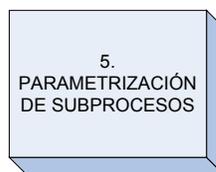
Una vez definidas las variables de la ventana de visualización para este proceso se desarrollo el plan de procesos para la fabricación de la rosca externa; la estructura del mismo se muestra a continuación en el cuadro 3.6, el programa completo y detallado se encuentra en el anexo 3.3

**Cuadro 3.7 Resumen estructura del plan de proceso para la fabricación la rosca externa del producto**

Estructura	Tarea
Primera parte	Definición de las variables de entrada para el proceso
Segunda parte	Transformación de las variables de entrada en referencias de producto, mp y números de programa para el torno de control numérico; y en unidades de mp
Tercera Parte	La función de esta etapa es la programación del sistema para que tome del almacén pallet vacío hasta la estación del CNC; todo ello incluye procesos de control y seguimiento de materia prima como es la visualización de los materiales y productos en cada carro de la banda transportadora
Cuarta parte	Toma la materia prima escogida por el usuario del almacén que

<sup>18</sup> Aunque estas funciones se usan en todas las etapas del plan de proceso para verificar que cada device este preparado para realizar la siguiente operación es en esta etapa donde se evalúa el estado de todo el sistema.

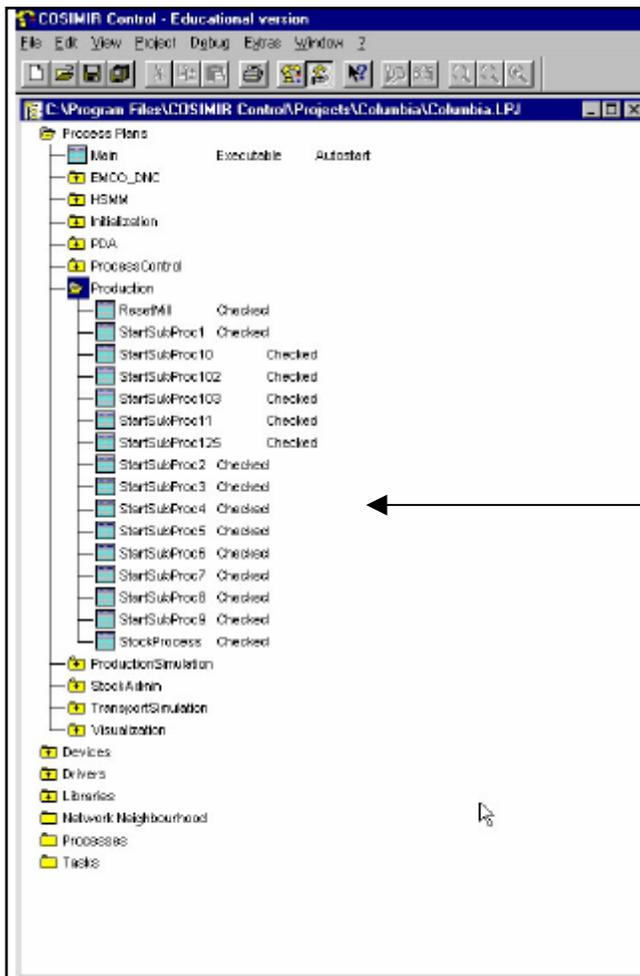
	se encuentra en la estación CNC ; y adicionalmente realiza un conteo de la mp disponible en almacén CNC
Quinta parte	Corresponde a la tarea de cargar el torno de control numérico con la materia prima seleccionada y correr el programa del torno que define el perfil o diseño de la pieza, calcula los tiempos de esta operación y descarga el torno colocando el producto terminado en el pallet vacío.
Sexta parte	En esta parte se utilizan las funciones de semáforo <sup>19</sup> con el fin de determinar el estado de cada estación del sistema.
Séptima parte	Finalmente se carga el pallet con el producto terminado en el carro de la banda transportadora para ser llevado hasta el almacén AS-RS, registrado los tiempos de cada operación y el tiempo final



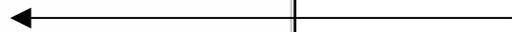
### 3.3.5. Parametrización de subprocesos

Con el fin de lograr que este plan de proceso se ejecute dentro de los procesos de la ventana de visualización del sistema de transporte (Ver figura 3.9) se utilizaron unos planes de proceso ya existentes en la configuración inicial hecha por el proveedor; estos planes tienen la función de asociar cada una de las variables de los botones en cualquier ventana de visualización con los variables de entrada para cualquier plan de proceso. Estos planes de proceso se encuentran en la carpeta producción del proyecto (Ver figura 3.24)

<sup>19</sup> Aunque estas funciones se usan en todas las etapas del plan de proceso para verificar que cada device este preparado para realizar la siguiente operación es en esta etapa donde se evalúa el estado de todo el sistema.



StartsubprocessXX



**Figura 3.24** Ubicación de los subprocessos en un proyecto

Existen 10 subprocessos disponibles para su modificación, cada uno de estos tiene la estructura que se muestra en el cuadro 3.8

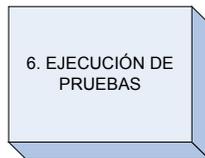
**Cuadro 3.8.** Cuadro resumen de la estructura de un subprocesso

Etapa	Tarea
Primera Parte	Conversión de las variables globales de la correspondiente ventana de visualización en parámetros locales.
Segunda Parte	Configura las variables para los procesos del Data Adquisición (ver figura 3.11) como tiempos totales de duración y porcentajes de errores.

Tercera Parte	Esta parte es para que el usuario configure el plan de proceso que quiere que sea manejado a través de esa ventana de visualización; proporcionando como entrada las variables locales convertidas en la etapa 1
---------------	--

Para el proceso de fabricación del cuerpo se configuró el subproceso 1, (anexo 3.3) y para el de fabricación de roscas externas el subproceso 2.

### 3.3.6 Ejecución de pruebas



Una vez vinculados los planes de proceso con las ventanas de visualización se realizaron pruebas con el fin de determinar si las variables estaban bien configuradas y adicionalmente si las ventanas de visualización mostraban los datos requeridos. Para cada producto se realizaron 10 pruebas con el fin de determinar los tiempos estándar, capacidad de proceso y límites de control, los resultados de estas pruebas se muestran en el capítulo IV.

En las primeras pruebas se identificaron errores en la programación del torno, ya que la aproximación del eje z no coincidía con las dimensiones del material, por lo tanto el producto terminado quedaba fuera de las especificaciones y adicionalmente el carro portaherramientas del torno no volvía a su posición inicial luego de ejecutar el programa, impidiendo la entrada del robot a retirar el producto, por esta razón se redefinieron los parámetros del programa del torno (Anexo 2.5 y 2.6).

Una vez reconfigurados los programas y ejecutadas las pruebas finales, las ventanas de visualización diseñadas inicialmente se hicieron más fáciles de manejar para el usuario agregándole fotos y cuadros de texto, pero conservando la misma estructura. Estas ventanas finales se pueden ver en las figuras 3.25 a la 3.28.



Figura 3.25. Ventana de visualización final para la selección del cuerpo

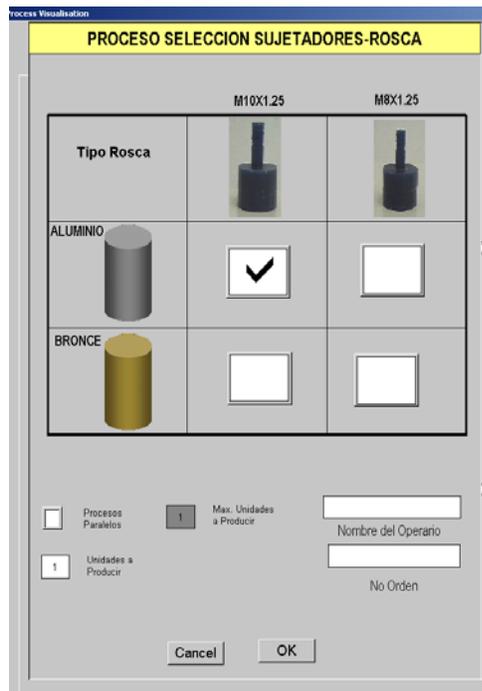


Figura 3.26 Ventana de visualización final para la selección de la rosca

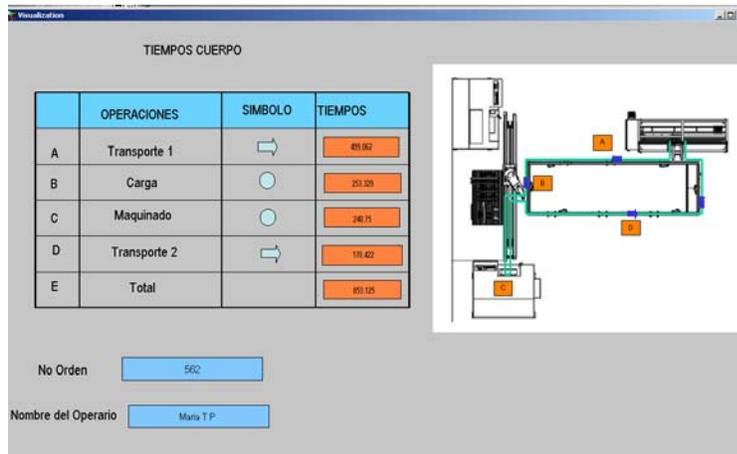


Figura 3.27 Ventana de visualización final para el registro de tiempos

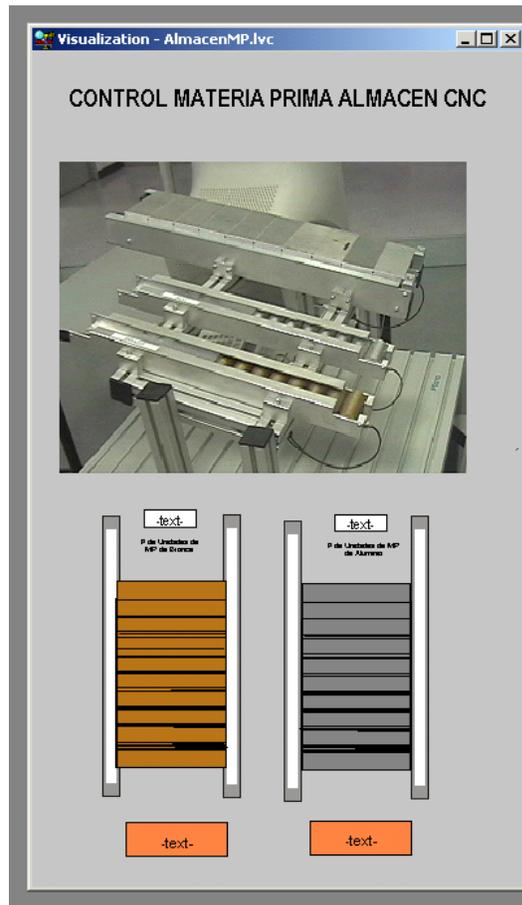


Figura 3.28 Ventana de visualización para el almacén de la estación CNC

Finalmente se probó todo el sistema junto con las ventanas finales de visualización mostradas anteriormente, se comprobó así que los requerimientos de información de este sistema definidos en el numeral 3.3.1 fueron cumplidos.

Este capítulo se convierte así en el diseño del proceso productivo de la Fábrica Modelo, sin embargo aunque se podría decir que se trata de un proceso totalmente automático existen variaciones en los tiempos de cada una de las operaciones que en el CIM se realizan, es por ello que a través de las pruebas que se ejecutaron en la última fase de la configuración del ICIM se establecieron unos estándares tanto de tiempo como de calidad que permitirán establecer la capacidad de la Fábrica Modelo, estos cálculos se presentan en el siguiente capítulo.

## 4. TIEMPOS ESTANDARES

El estudio de tiempos es una técnica para establecer un tiempo estándar permitido para realizar una tarea dada<sup>20</sup>. Esta técnica se basa en la medición del contenido del trabajo según la aplicación de metodologías de toma de tiempos y de acuerdo al tipo de trabajo, donde se tiene en cuenta para el estudio, las reservas o suplementos por fatiga y descanso de los trabajadores, como de los inevitables pausas, debido a mantenimiento, limpieza y puesta en marcha de la maquinaria y herramienta.

En una producción basada en la filosofía justo a tiempo, política de operación de la fábrica modelo, es de vital importancia, trabajar bajo estándares de tiempo con el fin de efectuar una programación de producción efectiva de las referencias solicitadas en cada uno de los pedidos hechos por los clientes, solo de esta manera se logra organización y cumplimiento de los tiempos de entrega.

### 4.1. METODOLOGÍA

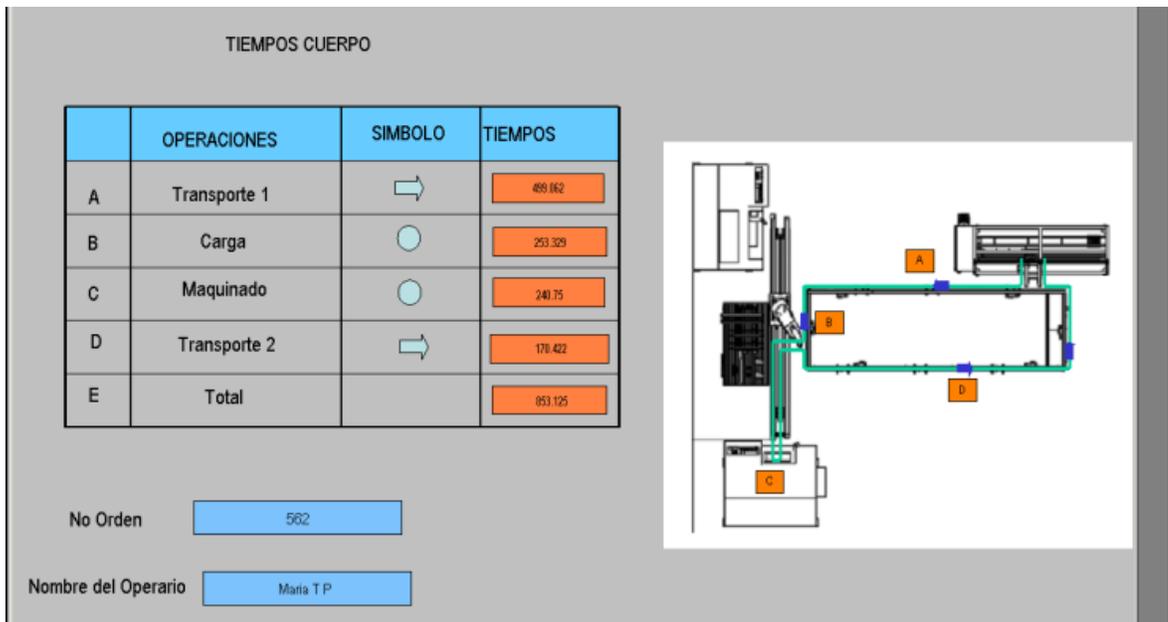
Para llevar a cabo el estudio de tiempos en la Fábrica Modelo, se definieron elementos de trabajo de corta duración dentro del sistema, pero con tiempo suficiente para ser cronometrados, no es necesario tomarlos manualmente ya que el sistema, por medio de funciones permite la programación de toma de tiempos dentro del plan de proceso (ver capítulo 3), que permite, durante la producción la visualización de estos por medio de ventana diseñada para tal fin ver figura 4.1

**Cuadro 4.1. Elementos de medición de tiempos en el proceso productivo de cuerpos**

Operación	Desde la actividad	Hasta la actividad
Transporte 1	Robot cartesiano <sup>21</sup> toma el pallet en el almacén	Robot Melfa descarga el pallet en la estación CNC
Carga	Robot Melfa descarga el pallet en la estación CNC	Carga de la pieza en el torno de control numérico
Maquinado	Carga de la pieza en el torno de control numérico	Robot Melfa recoge producto procesado en el torno
Transporte 2	Robot Melfa recoge producto procesado en el torno	Almacenamiento en el dispositivo AR-SR
Total	Suma de los tiempos del proceso productivo	

<sup>20</sup> Niebel, Tiempo y Estándares de movimiento

<sup>21</sup> Robot cartesiano es el encargado de tomar el pallet del almacén y dejarlo en la banda transportadora, además hace parte del dispositivo AS-RS



**Figura 4.1. Ventana de visualización de tiempos para la fabricación de cuerpos**

#### 4.1.1. Desarrollo toma de tiempos

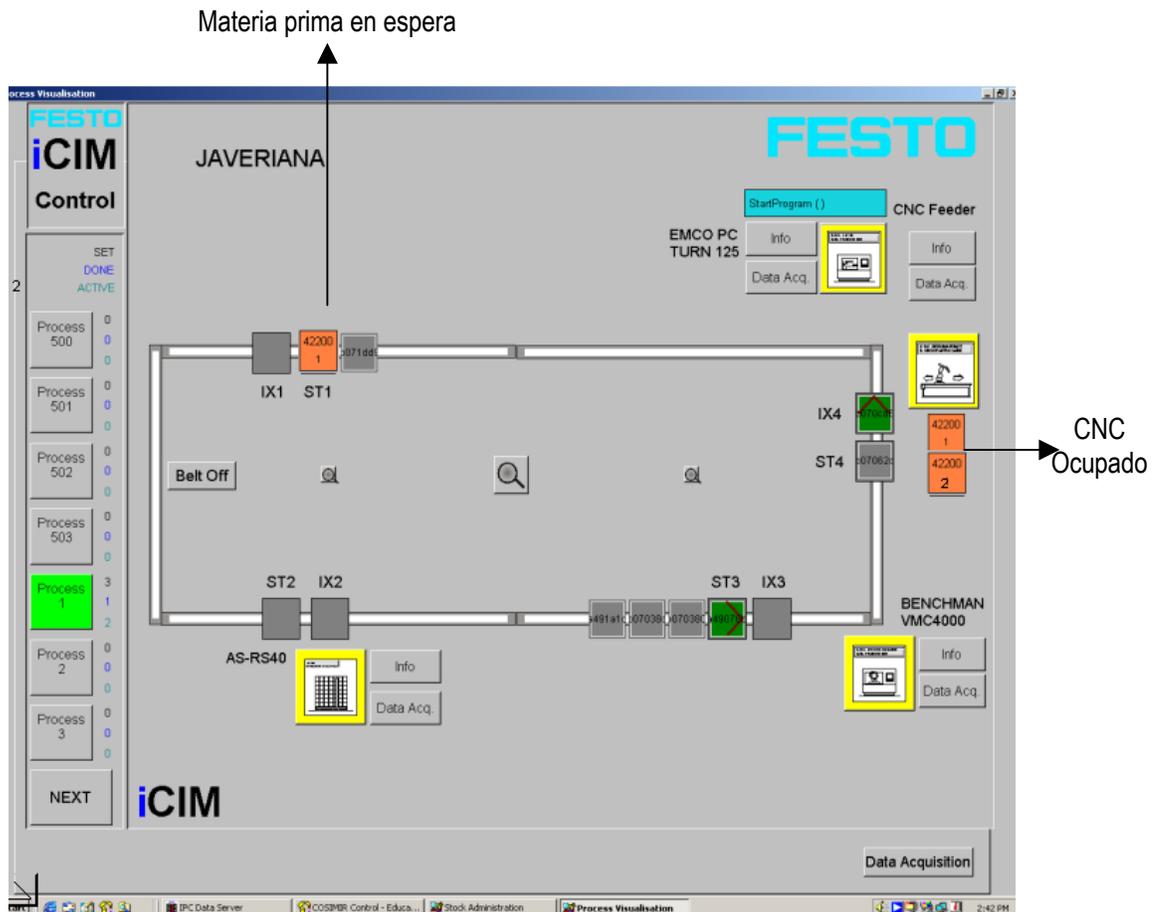
El estudio de tiempos se basó en una muestra de 10 piezas para cada uno de los programas diseñados en la fábrica modelo, por medio de la función producción del Cosimir Control, lo cual significa que las pruebas se llevaron a cabo bajo un ambiente productivo normal y bajo parámetros promedios de una corrida de producción en el ICIM; los parámetros promedios hacen referencia al porcentaje de velocidad de la banda transportadora, el robot Melfa y avance de la herramienta en el torno de control numérico.

#### Cuadro 4.2. Programas del torno para los productos de la fábrica modelo

Diseño	Programa
1. Sujetador para puertas de baño	611
2. Botón estándar para estructuras	612
3. Sujetador de estructuras	613
4. Rosca externa M10X1.25	614
5. Rosca externa M8X1.25	615

El programa diseñado para el proceso productivo de la Fábrica Modelo, trabaja bajo parámetros de un proyecto base desarrollado por el proveedor; este permite la fabricación de máximo 3 productos a la vez, quiere decir que cada vez que se abra un proceso solo permite producir 3 artículos en

paralelo. Esto implica que el tiempo individual de cada artículo tenga variaciones por esperas inevitables como la del torno cuando esta procesando una primera pieza y la segunda se encuentra en espera en la estación CNC, mientras que la tercera se encuentra dando vueltas en la banda transportadora a la espera que el sistema termine la pieza procesada, la desplace a la banda y tome el pallet con materia prima que se encuentra en la banda para ser maquinada, ver figura 4.2; este proceso tiene como consecuencia la variación en el tiempo de transporte 1, operación de carga y transporte 2; por tanto, para el estudio de tiempos, las muestras de 10 unidades para cada producto fueron divididas en 3 grupos, los 2 primeros constan de 3 piezas y el último grupo de 4 piezas individuales.



**Figura 4.2. Visualización del estado de materia prima en el proceso productivo de la Fábrica Modelo.**

La materia prima utilizada en cada una de las pruebas, fueron desarrolladas con parafina industrial que en el CTAI es el material usado para maquinar piezas en las CNC torno y fresa con fines educativos en la mayoría de los casos. La parafina se compra por libras; fue necesario fundirla y vaciarla en un tubo de 32 milímetros diámetro con 700 mm de longitud para que se solidifique; una vez se ha cumplido este paso, se corta en barras de 60 cm y se prosigue a maquinar en el torno

mecánico para darle las dimensiones finales requeridas por el sistema, diámetro de 30 mm y largo de 58.3 mm.

#### 4.1.2. Resultados

Los datos obtenidos en el estudio de tiempos de los diseños de la Fábrica Modelo, fueron promediados y se muestran en cada una de las tablas de resultados donde la tercera columna corresponde al tiempo normal en minutos; la columna reservas o suplementos<sup>22</sup> son estándares en porcentaje de acuerdo a la limpieza y lubricación del tipo de maquinaria utilizada, que son respectivamente  $\frac{1}{2}$  y  $\frac{1}{4}$ , y que sumados se obtiene la cifra de 0.0075; con la anterior información, se puede obtener el tiempo estándar usando la fórmula:

$$TE = TN \times (1 + \text{reservas})$$

TE: Tiempo estándar

TN: Tiempo normal

Las tablas que agrupan los datos de los tiempos tomados se encuentran en el anexo 4.1.

#### Cuadro 4.3 Parámetros básicos para el estudio de tiempos

Parámetros para el estudio de tiempos	
%Velocidad del Robot	50%
% Avance del torno	60%

Tabla 4.1 Tiempo estándar del producto Sujetador para puertas de baño

Sujetador para puertas de baño	Tiempo promedio de la operación en segundos	TN (tiempo normal) en minutos	Reservas	Tiempo estándar
A Transporte 1	271,745	4,529	0,0075	4,563
B Carga	341,794	5,697	0,0075	5,739
C Maquinado	719,314	11,989	0,0075	12,078
D Transporte 2	153,472	2,558	0,0075	2,577
E Total	1486,325	24,772		<b>24,958</b>

<sup>22</sup> Ingeniería industrial

**Tabla 4.2 Tiempo estándar del producto . Botón estándar para estructuras**

Operaciones programa 612		Tiempo promedio de la operación en segundos	TN (tiempo normal) en minutos*	Reservas	Tiempo Estándar
A	Transporte 1	126,017	2,100	0,0075	2,116
B	Carga	128,589	2,143	0,0075	2,159
C	Maquinado	242,738	4,046	0,0075	4,076
D	Transporte 2	157,880	2,631	0,0075	2,651
E	Total	653,176	10,886		<b>11,002</b>

**Tabla 4.3 Tiempo estándar del producto Sujetador de estructuras**

Operaciones programa 613		Tiempo promedio de la operación en segundos	TN (tiempo normal) en minutos*	Reservas	Tiempo Estándar
A	Transporte 1	135,991	2,267	0,0075	2,284
B	Carga	109,784	1,830	0,0075	1,843
C	Maquinado	111,750	1,863	0,0075	1,876
D	Transporte 2	189,351	3,156	0,0075	3,180
E	Total	546,877	9,115		<b>9,183</b>

**Tabla 4.4 Tiempo estándar del producto Rosca externa M10X1.25**

Operaciones programa 614		Tiempo promedio de la operación en segundos	TN (tiempo normal) en minutos*	Reservas	Tiempo Estándar
A	Transporte 1	166,913	2,782	0,0075	2,803
B	Carga	77,944	1,299	0,0075	1,309
C	Maquinado	77,766	1,296	0,0075	1,306
D	Transporte 2	201,415	3,357	0,0075	3,382

E	Total	524,038	8,734		<b>8,799</b>
---	-------	---------	-------	--	--------------

**Tabla 4.5 Tiempo estándar del producto Rosca externa M8X1.25**

	Operaciones programa 615	Tiempo promedio de la operación en segundos	TN (tiempo normal) en minutos*	Reservas	Tiempo Estándar
A	Transporte 1	138,819	2,314	0,0075	2,331
B	Carga	38,739	0,646	0,0075	0,650
C	Maquinado	80,219	1,337	0,0075	1,347
D	Transporte 2	121,836	2,031	0,0075	2,046
E	Total	379,613	6,327		<b>6,374</b>

#### 4.2. Límites de control

El estudio de tiempos para los diferentes diseños desarrollados en la Fábrica Modelo fue paralelamente útil a la hora de aplicar un muestreo estadístico con el fin de hallar los límites de control de las dimensiones críticas de cada producto y así mismo las especificaciones del cliente que la fabrica modelo estaría en capacidad de cumplir, aunque el proceso productivo es llevado a cabo en un ICIM, con máquinas herramienta de control numérico, los errores a nivel de proceso deben ser casi nulos, pero existen factores que intervienen ocasionando variabilidad en las especificaciones de los productos, como ejemplo de ello, se puede mencionar el desgaste de los buriles. Debido a que las muestras fueron elaboradas en parafina, moldeada y torneada previamente en tornos de mecánicos para dejarla de las dimensiones de la materia prima, existe alta variabilidad en las especificaciones finales; por ejemplo, la longitud de la barra se requiere para el proceso es de 58.3 mm y en promedio las muestras presentan variabilidad de  $\pm 0.277$  mm como se puede ver en la tabla 4.6.

**Tabla 4.6 Desviación estándar - medidas de las muestras de materia prima**

	$\sigma$	Especificación	Variación máxima	Variación Mínima
Longitud*	0,277	58,300	58,577	58,023
Diámetro*	0,224	30,000	30,224	29,776

\* Los datos están expresados en milímetros

#### 4.2.1. Procedimiento

Inicialmente se definieron las dimensiones críticas de cada producto; después de realizar la corrida en el sistema de 10 unidades para cada tipo de producto se midieron estas especificaciones, estas medidas individuales se agruparon de a dos muestras con el fin de realizar el estudio estadístico. El anexo 4.2 presenta cada una de las muestras por especificación de producto.

Debido a que cada una de estas especificaciones se puede medir y controlar se decidió utilizar los diagramas de control  $\bar{X}$ ; estos diagramas permiten establecer cual es la media del proceso así como los límites dentro de los cuales se debe mover, establecer el rango  $R$  es decir la variación del proceso es útil ya que permitirá definir hasta donde pueden variar las medidas sin que el proceso se salga de control. A continuación se presentan las fórmulas usadas para el cálculo de cada uno de los elementos que componen los diagramas anteriores.

- $\bar{\bar{X}}$  = El promedio de las medias de las muestras
- $\bar{R}$  = Promedio de las diferencias de medición R para todas las muestras
- LSX = Límite superior de control para  $\bar{X} = \bar{\bar{X}} + 3\sigma$
- LIX = Límite inferior de control para  $\bar{X} = \bar{\bar{X}} - 3\sigma$
- LSR = Límite superior de control para  $R = D_4 \bar{R}$
- LIR = Límite inferior de control para  $R = D_3 \bar{R}$

**Cuadro 4.4 Definición de constantes para el calculo de los limites de control**

Constante	Factor*
D3	0,000
D4	2,570

\* Factores estándar

Fuente. Investigación de operaciones Chase, Aquilano, Jacobs

A continuación se presentan cada uno de los productos y las especificaciones críticas definidas para el estudio, así como las tablas con la media de cada una de las especificaciones, el rango de las mismas, y los límites dentro de los cuales se mueve el proceso. Finalmente, se muestra la gráfica de control  $\bar{X}$  para una de las especificaciones del programa 611, las demás se pueden consultar en el Anexo 4.3.

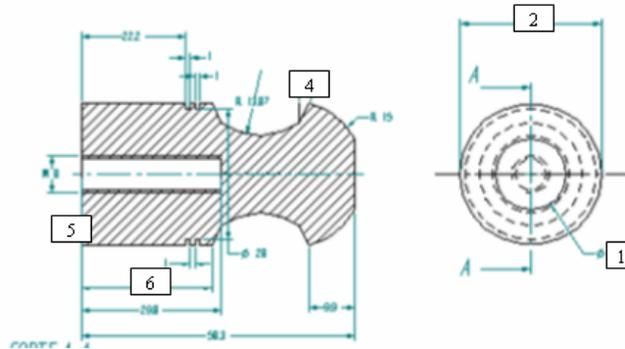


Figura 4.3 Perfil para sujetador de puertas de baño (Programa 611). Especificaciones críticas

Tabla 4.7. Límites de control para el sujetador de puertas de baño (Programa 611)

	Programa 611	$\bar{X}$	$\bar{R}$	LSX	LSX	LSR	□
1	Diámetro círculo frontal superior	13,665	0,27	14,1726	13,1574	0,69498	0,190
2	Diámetro superior	29,395	0,35	30,053	28,737	0,9009	0,135
3	Distancia plana superior	4,27	0,58	5,3604	3,1796	1,49292	0,123
4	Diámetro cuello	25,19	0,3	25,754	24,626	0,7722	0,107
5	Diámetro base	40,235	0,35	40,893	39,577	0,9009	0,169
6	Largo de base	29,95	0,26	30,4388	29,4612	0,66924	0,145

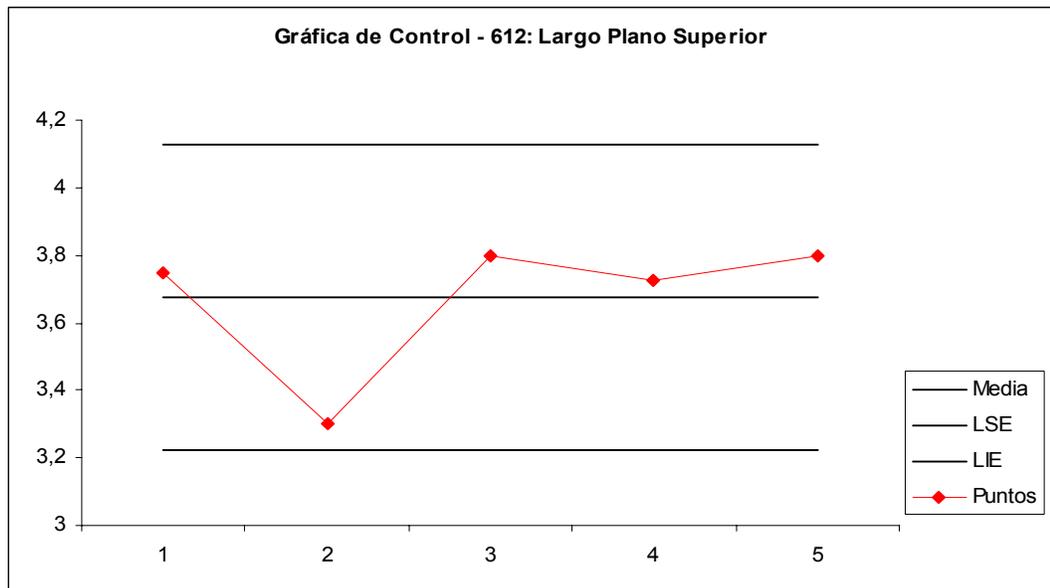


Figura 4.4 Gráfica de control programa 612 – Largo plano superior

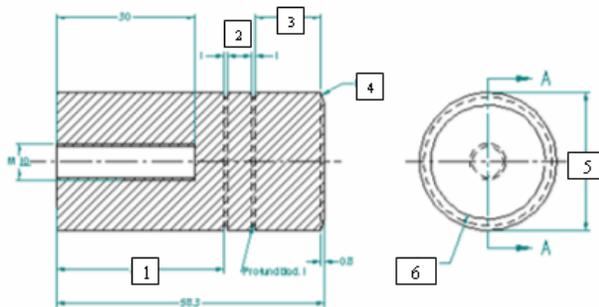


Figura 4.5 Perfil para el botón estándar para estructuras (Programa 612), Especificaciones Críticas

Tabla 4.8. Límites de control para el botón estándar para estructuras (Programa 612)

	Programa 612	$\bar{X}$	$\bar{R}$	LSX	LSX	LSR	□
1	Largo de base	36,252	0,096	36,345	36,159	0,247	0,031
2	Largo plano superior	3,675	0,170	4,125	3,225	0,438	0,150
3	Lago superior	10,380	0,200	10,612	10,148	0,515	0,077
4	Distancia chaflán	2,420	0,120	2,541	2,299	0,309	0,040

5	Diámetro superior chafán	27,495	0,490	27,739	27,251	1,261	0,081
6	Diámetro hendidura	27,710	0,380	27,987	27,433	0,978	0,092

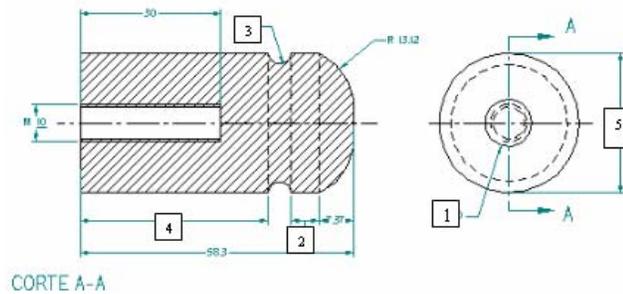
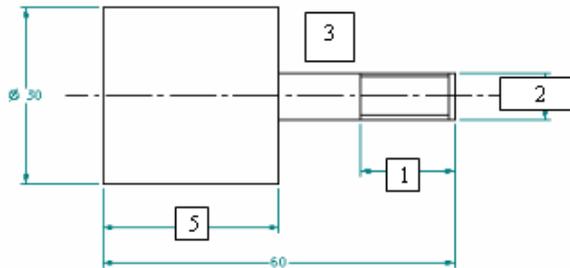


Figura 4.6 Perfil botón para estructuras (Programa 613), Especificaciones Críticas

Tabla 4.9. Límites de control para el sujetador de estructuras (Programa 613)

	Programa 613	$\bar{X}$	$\bar{R}$	LSX	LIX	LSR	□
1	Diámetro circulo superior	11,125	0,190	11,482	10,768	0,489	0,043
2	Largo plano	4,095	0,170	4,415	3,775	0,438	0,067
3	Diámetro cuello del cuerpo	26,120	0,080	26,270	25,970	0,206	0,019
4	Largo del cilindro	40,270	0,380	40,984	39,556	0,978	0,085
5	Diámetro base	29,600	0,280	30,126	29,074	0,721	0,182
6	Diámetro superior plano	29,180	0,120	29,406	28,954	0,309	0,105



**Figura 4.7 Perfil botón para rosca (Programas 614 y 615), Especificaciones Críticas**

**Tabla 4.10. Límites de control para la rosca externa M10X1.25 (Programa 614)**

	Programa 614	$\bar{X}$	$\bar{R}$	LSX	LIX	LSR	□
1	Largo de rosca	15,550	0,300	16,114	14,986	0,772	0,081
2	Diámetro de rosca	9,805	0,090	9,974	9,636	0,232	0,058
3	Largo sin rosca	14,565	0,110	14,772	14,358	0,283	0,046
4	Altura de base	28,270	0,340	28,909	27,631	0,875	0,072
5	Diámetro de base	29,890	0,260	30,379	29,401	0,669	0,094

**Tabla 4.11. Límites de control para la rosca externa M8X1.25 (Programa 615)**

	Programa 615	$\bar{X}$	$\bar{R}$	LSX	LIX	LSR	□
1	Largo de rosca	15,520	0,260	16,009	15,031	0,669	0,096
2	Diámetro de rosca	7,770	0,120	7,996	7,544	0,309	0,049
3	Largo sin rosca	14,575	0,090	14,744	14,406	0,232	0,040
4	Altura de base	28,295	0,290	28,840	27,750	0,746	0,073
5	Diámetro de base	29,865	0,310	30,448	29,282	0,798	0,083

### 4.3. Capacidad de proceso y especificaciones de Cliente

El índice de capacidad ( $C_p$ ) muestra qué tan bien las piezas que se están produciendo se ajustan dentro del rango especificado por los límites de diseño definidos por el cliente. Si los límites de diseño son superiores al tres sigma permitido en el proceso, entonces se puede permitir que la media del proceso se desplace fuera del centro antes del reajuste, y se seguirá produciendo un alto porcentaje de piezas buenas.<sup>23</sup> La fórmula de capacidad de proceso es  $C_p = \frac{Tolerancia}{6\sigma}$  ;

El numerador corresponde a la diferencia entre lo mínimo y lo máximo que estaría dispuesto a aceptar el cliente en determinada especificación, el denominador hace referencia a la variación del

<sup>23</sup> CHASE, Richard, AQUILANO, Nicholas Y JACOBS, Robert. Administración de Producción y Operaciones. Mc Graw Hill, octava edición. 1998. Pág. 242.

proceso de fabricación, de allí se puede deducir que si el  $C_p$  es igual a 1 el proceso producirá dentro de las tolerancias pero con probabilidad de que hayan piezas defectuosas; si resulta menor a 1 el proceso no es capaz de producir bajo esos parámetros establecidos; por lo tanto, lo óptimo es que el  $C_p$  sea mayor a 1 porque indica que el proceso de fabricación cumple a cabalidad con la tolerancia que el cliente necesita.

Existen diferentes formas para determinar las especificaciones de diseño o del cliente, en primera instancia se puede hacer a través de una investigación de mercados, se pueden definir también comparándose con la competencia, si se trata de algún producto estandarizado se puede recurrir a normas de estándares establecidos por determinado ente, o se puede definir cual es el desperdicio o el trabajo de reproceso máximo que la empresa estaría dispuesta a aceptar. Se decidió que este último era el más adecuado para los productos que actualmente se producen en la Fabrica Modelo ya que en el mercado no se tienen estándares para las medidas de los mismos.

El porcentaje de defectuosos se definió teniendo como base la teoría seis sigma, que considera que un proceso esta bajo control si de un millón de muestras solo 3 resultan defectuosas, es decir se tendría una probabilidad del 99,999997 % de que las especificaciones no se salieran de los limites de especificación del cliente; sin embargo debido que la muestra utilizada fue de 10 unidades definimos como porcentaje aceptado de reproceso 30 unidades defectuosas por un millón de muestras tomadas. Una vez obtenidos estos porcentajes y basados en la definición de la variable normal estándar se calcularon los límites de diseño o del cliente que tuvieran en cuenta tanto el porcentaje de desperdicio aceptado como el comportamiento de las muestras tomadas en el laboratorio.

$\mu$  = Media del proceso

$\sigma$  = Deviación del proceso

$$Z = \frac{X_i - \mu}{\sigma}$$

**LES** = Limites superior de diseño o de cliente =  $X_i = \mu + z \sigma$

**LEI** = Limites inferior de diseño o de cliente =  $X_i = \mu - z \sigma$

En las tablas 4.12 a la 4.15 se muestran los límites de diseño o de cliente para cada una de las medidas críticas en los productos, así como la capacidad de proceso.

**Tabla 4.12. Calculo del índice de capacidad de proceso para el cuerpo tipo 1 (Programa 611)**

	Programa 611	$\bar{X}$	$\sigma$	LIE	LSE	CP	Cpk
1	Diámetro circulo frontal superior	13,665	0,190	12,902	14,428	1,333	1,333
2	Diámetro superior	29,395	0,135	28,853	29,937	1,333	1,333
3	Distancia plana superior	4,27	0,123	3,774	4,766	1,333	1,333
4	Diámetro cuello	25,19	0,107	24,761	25,619	1,333	1,333
5	Diámetro base	40,235	0,169	39,558	40,912	1,333	1,333
6	Largo de base	29,95	0,145	29,367	30,533	1,333	1,333

**Tabla 4.13. Calculo del índice de capacidad de proceso para el cuerpo tipo 2 (Programa 612)**

	Programa 612	$\bar{X}$	$\sigma$	LIE	LSE	CP	Cpk
1	Largo de base	36,252	0,031	36,128	36,376	1,333	1,333
2	Largo plano superior	3,675	0,150	3,075	4,275	1,333	1,333
3	Lago superior	10,380	0,077	10,070	10,690	1,333	1,333
4	Distancia chaflán	2,420	0,040	2,259	2,581	1,333	1,333
5	Diámetro superior chaflán	27,495	0,081	27,169	27,821	1,333	1,333
6	Diámetro hendidura	27,710	0,092	27,341	28,079	1,333	1,333

**Tabla 4.14. Calculo del índice de capacidad de proceso para el cuerpo tipo 3 (Programa 613)**

	Programa 613	$\bar{X}$	$\sigma$	LIE	LSE	CP	Cpk
1	Diámetro circulo superior	11,125	0,043	10,952	11,298	1,333	1,333
2	Largo plano	4,095	0,067	3,829	4,361	1,333	1,333
3	Diámetro cuello del cuerpo	26,120	0,019	26,043	26,197	1,333	1,333
4	Largo del cilindro	40,270	0,085	39,929	40,611	1,333	1,333
5	Diámetro base	29,600	0,182	28,872	30,328	1,333	1,333

6	Díámetro superior plano	29,180	0,105	28,760	29,600	1,333	1,333
---	-------------------------	--------	-------	--------	--------	-------	-------

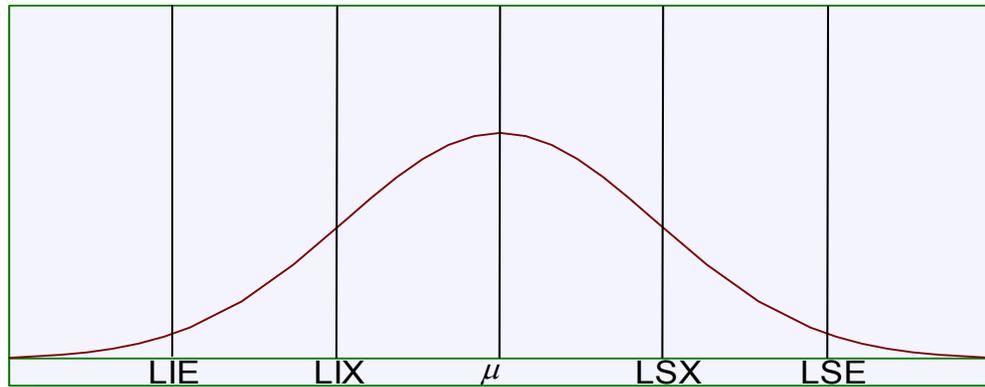
**Tabla 4.15. Calculo del índice de capacidad de proceso para la rosca tipo 1 (Programa 614)**

	Programa 614	$\bar{X}$	$\sigma$	LIE	LSE	CP	Cpk
1	Largo de rosca	15,550	0,081	15,226	15,874	1,333	1,333
2	Díámetro de rosca	9,805	0,058	9,574	10,036	1,333	1,333
3	Largo sin rosca	14,565	0,046	14,381	14,749	1,333	1,333
4	Altura de base	28,270	0,072	27,981	28,559	1,333	1,333
5	Díámetro de base	29,890	0,094	29,514	30,266	1,333	1,333

**Tabla 4.16. Calculo del índice de capacidad de proceso para la rosca tipo 2 (Programa 615)**

	Programa 615	$\bar{X}$	$\sigma$	LIE	LSE	CP	Cpk
1	Largo de rosca	15,520	0,096	15,135	15,905	1,333	1,333
2	Díámetro de rosca	7,770	0,049	7,574	7,966	1,333	1,333
3	Largo sin rosca	14,575	0,040	14,417	14,733	1,333	1,333
4	Altura de base	28,295	0,073	28,002	28,588	1,333	1,333
5	Díámetro de base	29,865	0,083	29,535	30,195	1,333	1,333

Tal como se muestra en la figura 4.8 los límites de especificación del cliente para todos los productos se encuentran fuera de las especificaciones del proceso, y adicionalmente centrado a la media del mismo, lo que permite cumplimiento de los requerimientos del cliente dentro de los rangos establecidos.



**Figura. 4.8 Curva normal de límites de especificación de proceso y de clientes**

Una vez definidos los tiempos estándar y la capacidad del proceso actual, se finaliza el diseño del proceso productivo de la Fábrica Modelo; sin embargo, por tratarse de un prototipo de fábrica es necesario definir también otros procesos que conforman la cadena de abastecimiento de cualquier empresa, estos comprenden desde la planeación de la capacidad de la planta así como la distribución y venta de sus productos, procesos que se definirán en el capítulo 5.

## 5. DEFINICIÓN DE PROCESOS CADENA DE ABASTECIMIENTO DE LA FABRICA MODELO

La Fabrica Modelo es una representación a escala del comportamiento de una empresa con un sistema integrado CIM-SAP; cada uno de estos sistemas maneja información de diferente tipo; y por la misma razón permite la toma de decisiones en diferentes aspectos.

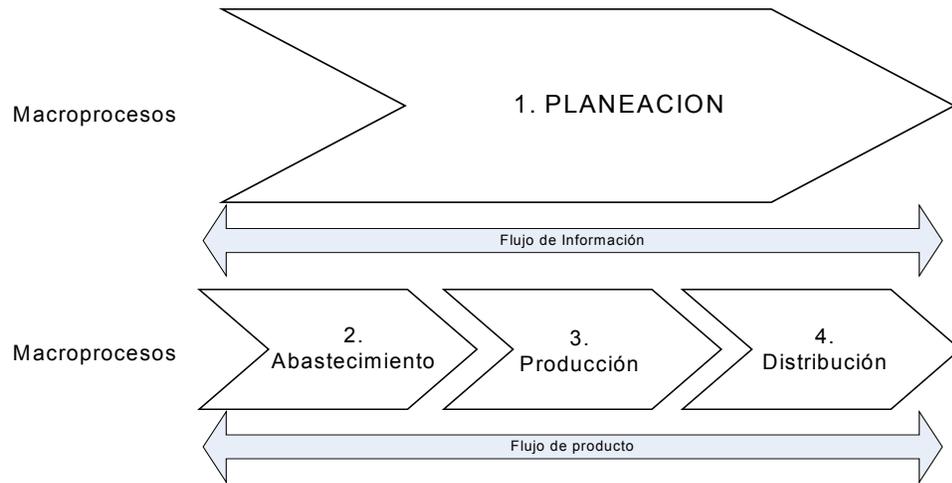
Sin embargo, el funcionamiento global depende de la interacción de los dos sistemas. En los capítulos anteriores se hizo énfasis básicamente en la configuración del proceso productivo, donde el sistema Scada Cosimir-Control ejercía toda la parte de administración y control; pero adicionalmente para que la fábrica funcione necesita de diferentes procesos adicionales que constituyen la cadena de abastecimiento del producto; estos procesos se pueden llevar a cabo en un sistema de información como SAP; pero la información fluye de un sistema a otro (Cosimir Control – SAP). El presente capítulo tiene como objetivo definir los procesos de la cadena de abastecimiento de la fábrica modelo identificando que sistemas de información intervienen durante los mismos.

Para el diseño de estos procesos se tuvo como base la metodología SCOR 6.0 del Supply Chain Council<sup>24</sup>; que propone una estructura de macro procesos, procesos y actividades; dependiendo de la política de producción que se tenga, es decir si se produce contra stock, bajo pedido, o se diseña bajo pedido. Para nuestro caso como se estableció en el capítulo dos, para el segmento de instaladores y distribuidores se definió fabricar bajo pedido; mientras que para los diseñadores y arquitectos se diseñará bajo pedido.

La figura 5.1 representa los macroprocesos definidos para la cadena de abastecimiento de la Fábrica Modelo así como la secuencia de los mismos. Cada macroproceso está compuesto por procesos que a su vez están conformados por actividades; la última actividad de cada proceso se debe empalmar con la primera del siguiente proceso dentro de cada uno de los macroprocesos. Con el fin de representar las actividades que se llevan a cabo dentro de cada proceso se realizaron diagramas de flujo que indican que sistema lleva a cabo cada actividad y adicionalmente para cada macroproceso se diseñó un cuadro de especificaciones que resume el objetivo del mismo así como sus entradas y salidas y los posibles indicadores que se deberían usar.

---

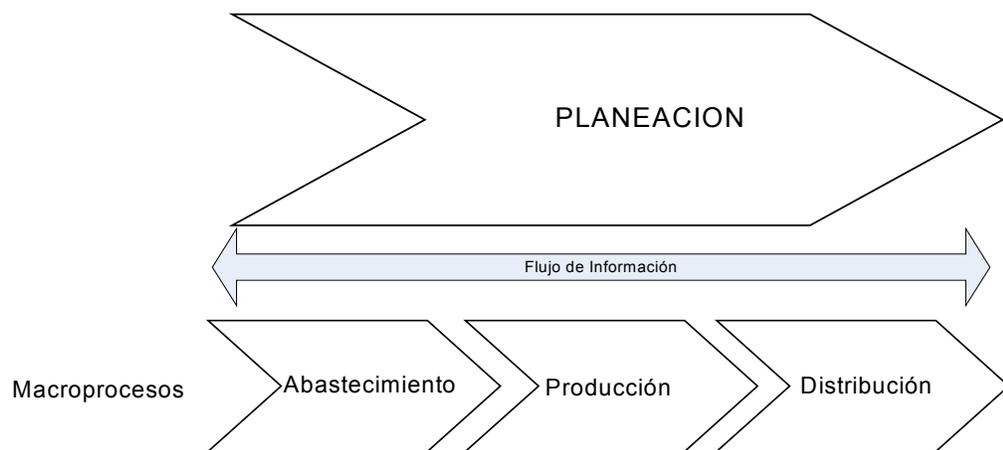
<sup>24</sup> Fuente: [www.supply-chain.org](http://www.supply-chain.org)



**Figura 5.1 Diagrama Macroprocesos de la cadena de abastecimiento**

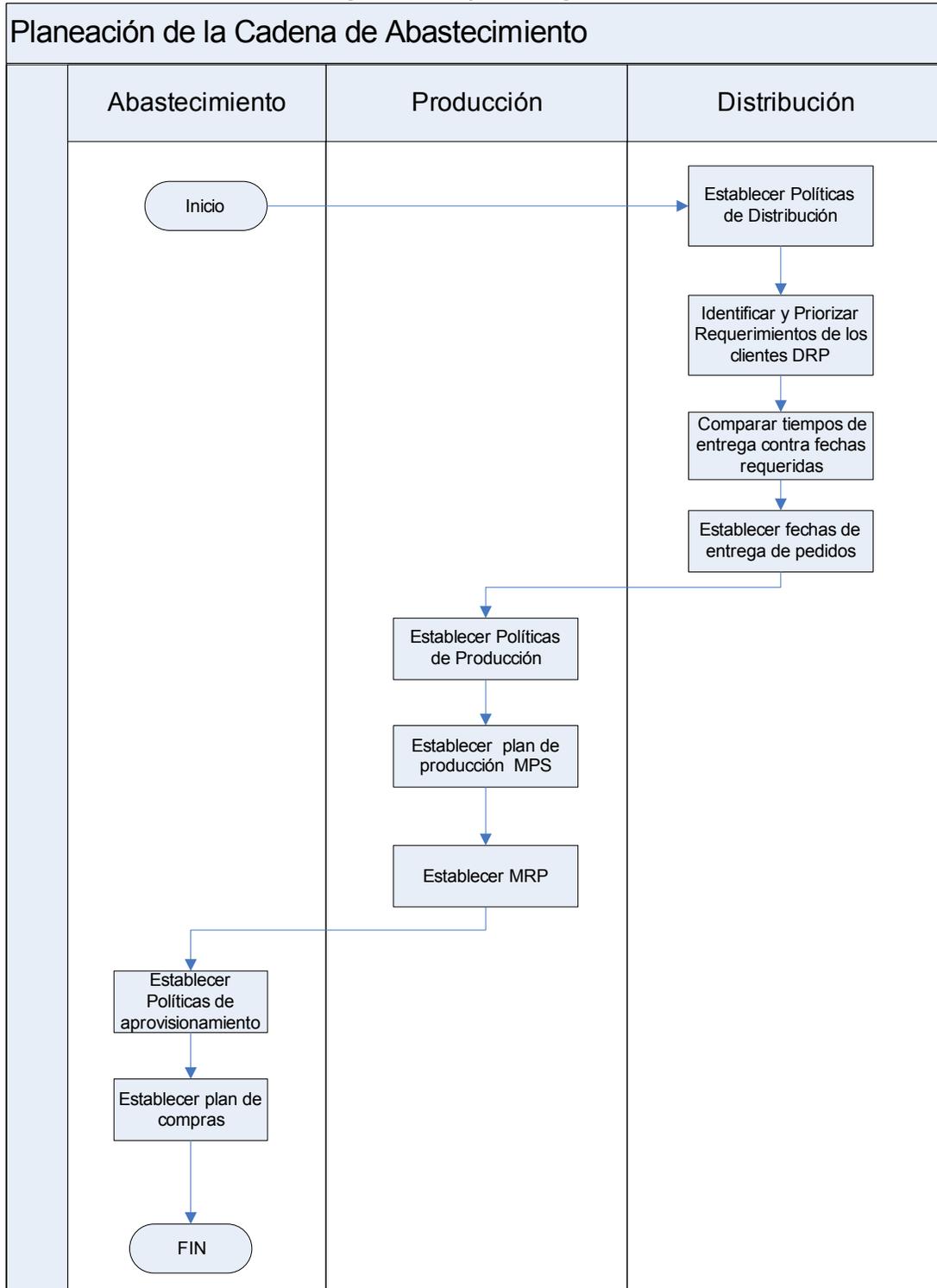
### 5.1. MACROPROCESOS DE PLANEACION

Este macroproceso es el encargado de la transformación del flujo de la información que le permitirá a la fábrica modelo establecer su capacidad, sus requerimientos y necesidades en cualquier momento; estos proceso de planeación se llevan a cabo en cada uno de los eslabones de la cadena de abastecimiento; aprovisionamiento, distribución y producción; es por ello que todas las actividades se reparten en estas tres áreas y de la misma forma se representan en el diagrama de flujo. La figura 5.2 muestra la metodología explicada anteriormente.



**Figura 5.2 Diagrama Macroprocesos de planeación**

La información que fluye durante todo el proceso de planeación en cada uno de los tres eslabones de la cadena se muestra en el Diagrama de flujo de la figura 5.3.



**Figura 5.3 Diagrama de flujo. Actividades del macroproceso de planeación**

Dentro de cada uno de los macroprocesos de la cadena de abastecimiento de la Fábrica Modelo, es necesario definir políticas y estrategias que apoyen a la consecución de los objetivos organizacionales a nivel de las características propias de una empresa a menor escala, es por ello que para la descripción de los macroprocesos de Abastecimiento, Producción y distribución se definen una serie de políticas que tienen como apoyo las estrategias y estas a su vez las tácticas que garantizan que las políticas se ejecuten a nivel operativo.

Para ello se toma en cuenta el capítulo 1 donde se define la estrategia operativa para el mercado de botones sujetadores la cual se basa en producción bajo pedido y, diseño y producción bajo pedido; bajo estos parámetros, y con el fin de ofrecer a los clientes de la fábrica modelo tiempos de entrega cortos, es necesario trabajar bajo la filosofía Justo a Tiempo, tanto para las compras como para la producción.(Ver Capitulo 1). El método Justo a Tiempo se basa en la lógica de que nada se producirá hasta cuando se necesite, con el fin de reducir al mínimo el inventario de materia prima y de producto en proceso, de esta forma los tiempos en las entregas se reducen y en general los desperdicios son mínimos; factores esenciales para cumplir con las prioridades operativas definidas en el capítulo 1, por esta razón las políticas que se presentan cada macroproceso procuran que cada uno de los eslabones de la cadena funcione bajo la filosofía Justo a Tiempo.

## 5.2. MACROPROCESO APROVISIONAMIENTO

### 5.2.1. Políticas, estrategias y tácticas

Las políticas definidas para este macroproceso tienen como objetivo fundamental reducir al máximo los inventarios de materia prima, los tiempos de entrega y la calidad por parte de los proveedores, esto se vera reflejado en reducciones en el lead time del producto terminado, y el cumplimiento de las especificaciones del cliente en el producto final, el cuadro 5.1 indica cada una de las políticas definidas así como las estrategias y tácticas que se plantean para lograrlas.

**Cuadro 5.1 Políticas, estrategias y tácticas para el macroproceso de aprovisionamiento.**

Política	Estrategia	Tácticas
Seleccionar aquellos proveedores que garanticen programas de entrega frecuentes y confiables	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manejar pocos proveedores y cercanos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Seleccionar varios proveedores dentro de los cuales solo se trabajará con dos</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tiempos de entrega mínimos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tiempos de entrega de mínimo 2 días</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Estimular a los proveedores a extender las compras Justo a Tiempo a sus proveedores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Comunicación constante con los proveedores con el fin de intercambiar novedades de operación</li> </ul>
Trabajar sin inventarios de materia prima	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tamaños de lotes en ordenes de compras reducidos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Acuerdos sobre contratos a largo plazo</li> <li>▪ Entrega de cantidades variables de un pedido a otro pero que sean fijas durante el término del contrato</li> <li>▪ Estimular al proveedor para que empaque las cantidades exactas</li> </ul>
Plazos de negociación reducidos y altamente confiables	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mantener relaciones de confianza con el proveedor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Negociar periodo de pago a proveedores a 30 días</li> </ul>
Niveles de alta calidad para los materiales comprados	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dar al proveedor unas especificaciones de tolerancia mínimas sobre la materia prima</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mantener buenas relaciones con el proveedor para comunicar cambio en el diseño</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ayudar a los proveedores a ajustarse a los requisitos de calidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Estimular a proveedores a utilizar graficas de control de proceso en lugar de inspecciones de muestras</li> </ul>

### 5.2.2. Definición y objetivos del macroproceso de aprovisionamiento

La metodología SCOR 6.0 propone un cuadro de definición de procesos que resume la información en cuanto a objetivos, información de entrada y salida e indicadores de gestión de cualquier procesos en una empresa, para definir el alcance y objetivos de cada un de los macropocesos se ha desarrollado este cuadro, que para el proceso de aprovisionamiento se muestra en el cuadro 5.2

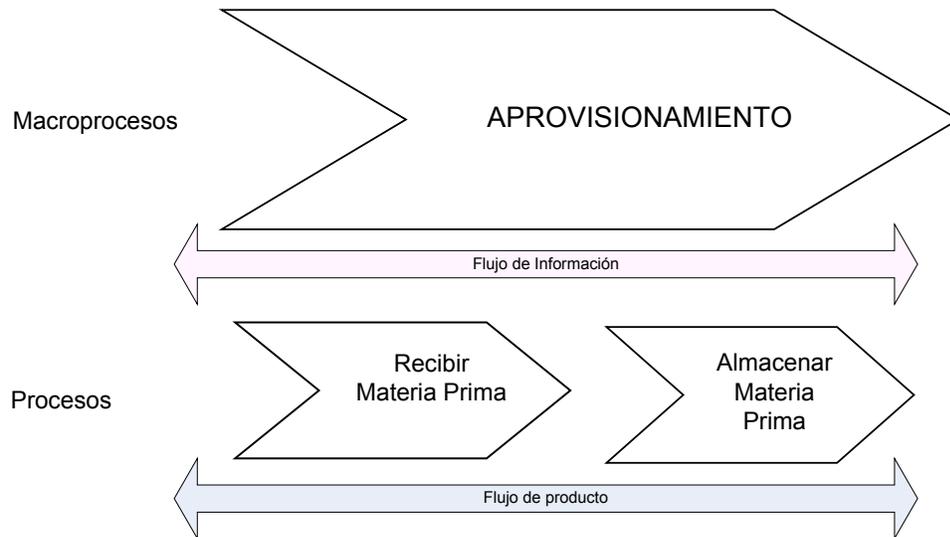
**Cuadro 5.2 Definición del Macroproceso de Aprovisionamiento**

MACROPROCESO APROVISIONAMIENTO			Numero de Proceso		
<b>Definición</b>					
Este macroproceso es el encargado de asegurar que los recursos necesarios para la fabricación estén disponibles en el momento y en el lugar que se requieran, así como el manejo de las relaciones, documentación e información con el proveedor					
<b>Atributos</b>			<b>Indicadores</b>		
Confiabilidad			% ( No unidades defectuosas/numero de unidades en orden de compra) mensual		
Tiempos de Respuesta			Tiempo entrega de proveedores		
Flexibilidad			Tiempo y costo relacionado con la adquisición, recepción de la materia prima.		
Costos			Costo de adquisición de la materia prima		
Entradas	Planeación	Abastecimiento	Producción	Distrib	Prov
Orden de Requerimientos			X		
Lista de materiales			X		
Especificaciones de producto			X		
Programa de Producción			X		
Datos de reprogramación de producción			X		
Información de Proveedores	X				
Sistema de pago a proveedores	X				
Salidas	Planeación	Abastecimiento	Producción	Distrib	Prov
Materia Prima			X		
Orden de compra					X
Disponibilidad de materia prima			X		
Cronograma de recepción de materia prima			X		
Devolución de material defectuoso					X

### 5.2.3. Procesos y actividades

Dentro del concepto general de logística cada uno de los eslabones de la cadena de abastecimiento se puede subdividir en una cadena de abastecimiento, así el proceso de aprovisionamiento esta compuesto por dos procesos, dentro de los cuales se presenta el flujo del producto y de la información; teniendo esto como base cada uno de los macropocesos de la figura 5.1 se ha dividido en procesos dentro de los cuales se realizan una serie de actividades que deben proporcionar el producto y la información pertinente al siguiente proceso. En la figura 5.4 se muestra que el

macroproceso de abastecimiento se dividió en, recibir materia prima y almacenar materia prima, dentro de los cuales tanto la información como el producto o material fluye de forma ascendente y descendente.



**Figura 5.4 Diagrama. Macroproceso de aprovisionamiento.**

Cada uno de los procesos en los que se divide el macroproceso de aprovisionamiento está compuesto por actividades que se realizan físicamente y directamente en el ICIM o transacciones de información que se realizan en el sistema SAP o en el Cosimir control, por esto para cada uno de estos procesos se definió un diagrama de flujo indicando donde se realiza cada una de las actividades y si adicionalmente se trata de un flujo de producto (cuadros azules) o un flujo de información (cuadros rojos). a continuación se presenta cada uno de ellos.

### 5.2.3.1. Proceso de Recepción de Materia Prima

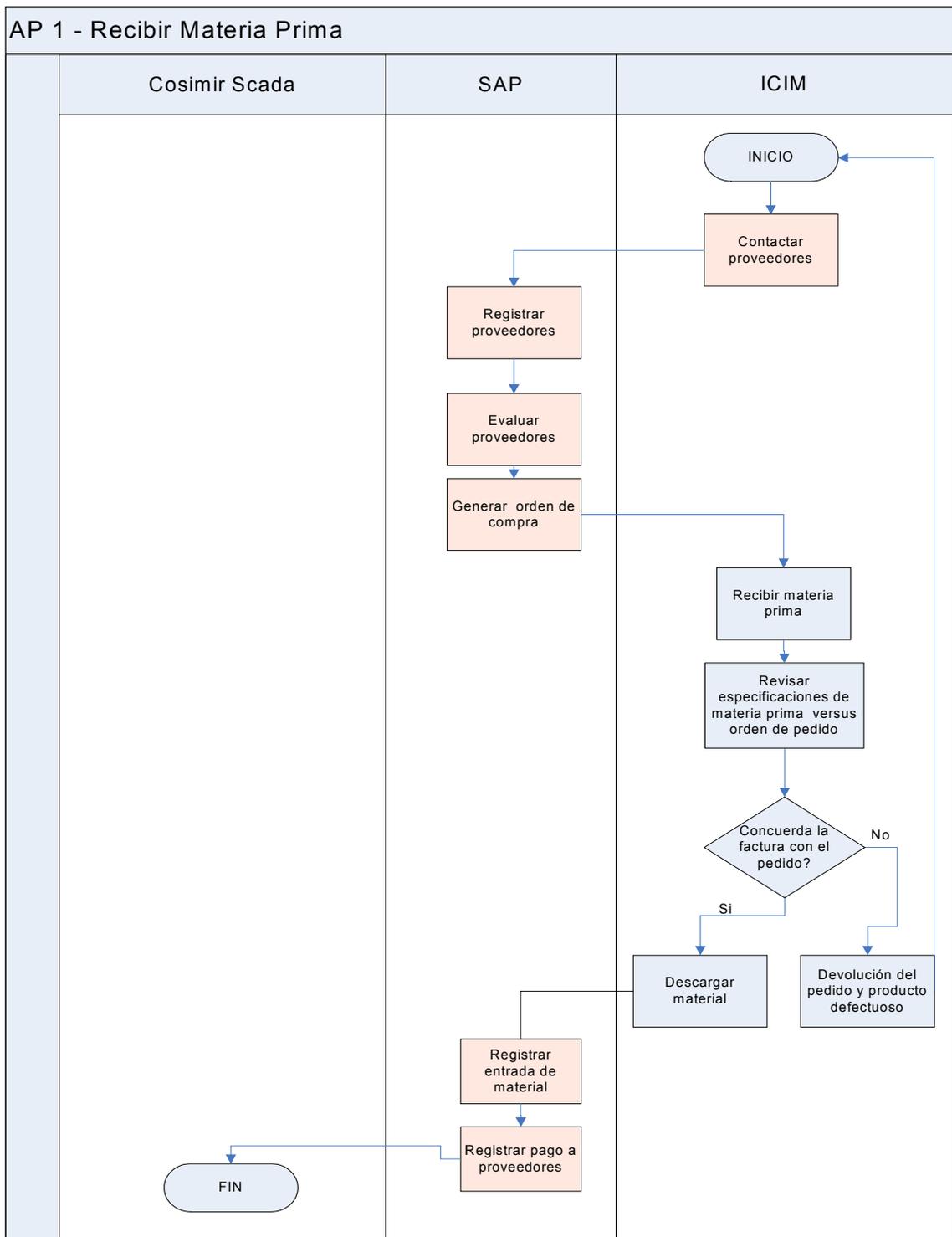


Figura 5.5 Diagrama de flujo proceso. Recepción de materia prima.

### 5.2.3.2. Proceso de almacenar materia prima

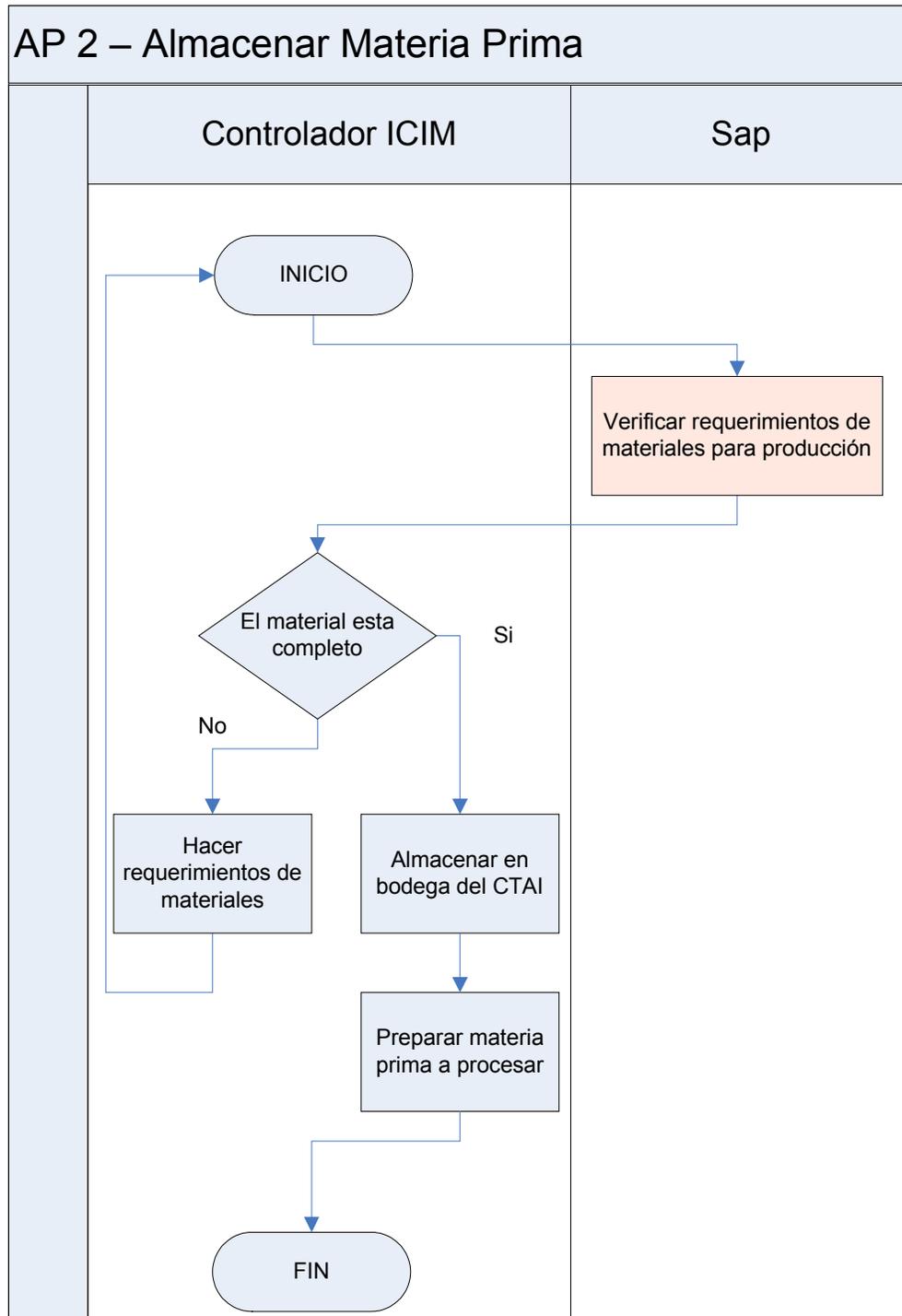


Figura 5.6 Diagrama de Flujo. Proceso: Almacenar de materia prima

### 5.3. MACROPROCESO PRODUCCION

#### 5.3.1. Políticas, estrategias y tácticas

**Cuadro 5. 3 Políticas, estrategias y tácticas del macropceso de producción**

Política	Estrategia	Tácticas
Iniciar el proceso de producción únicamente cuando exista un pedido	▪ Cero inventario de producto terminado	▪ Asegurar proceso productivo para que no existan defectos
	▪ Controlar la producción	▪ Utilizar el sistema de monitoreo y control de las ordenes
	▪ Cero inventario de producto en proceso	▪ Asegurar proceso productivo para que no existan defectos
Garantizar cumplimiento de las especificaciones	▪ Proporcionar flexibilidad en nuevos diseños	▪ Actualización de programas y procesos
	▪ Establecer sistemas de control de Calidad	▪ Utilizar control estadístico de la calidad.

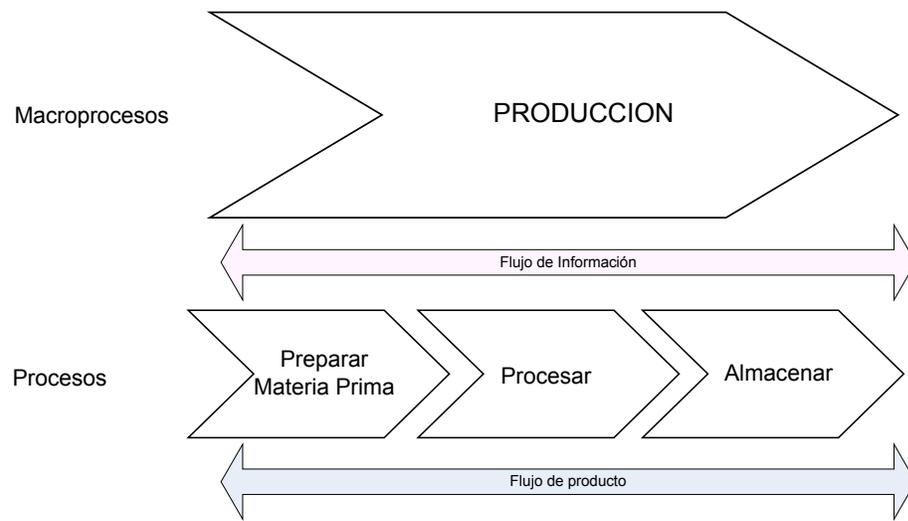
#### 5.3.2. Definición y objetivos del macropceso de producción

**Cuadro 5.4 Definición del macropceso de producción**

MACROPROCESO PRODUCCION		Numero de Proceso
<b>Definición</b>		
Este proceso es el encargado de transformar la materia prima en producto terminado		
<b>Atributos</b>		<b>Indicadores</b>
Confiabilidad		% ( No unidades defectuosas/numero de unidades producidas) mensual Cumplimiento de entregas en la cantidad y fecha requeridas Tasa de producción

Tiempos de Respuesta	Tiempos de alistamiento Total de productos / tiempo manufactura de un producto Tiempo de mantenimiento			
Flexibilidad	Tiempo de ciclo en la reprogramación Ciclo de desarrollo de un nuevo diseño			
Costos	Costo unitario del producto Costo por hora de operación del laboratorio Costo productos perdidos Gastos generales Costos indirectos y directos			
Eficiencia	Capacidad de utilización			
<b>Entradas</b>	<b>Planeación</b>	<b>Abastecimiento</b>	<b>Produc.</b>	<b>Distribución</b>
Materia Prima		x		
Disponibilidad de materia prima		x		
Cronograma de recepción de materia prima		x		
Devolución de Producto terminado defectuoso				x
Plan maestro de producción	x			
MRP	x			
Cronograma de Entregas de pedidos				x
Especificaciones de Nuevos productos				x
<b>Salidas</b>	<b>Planeación</b>	<b>Abastecimiento</b>	<b>Produc.</b>	<b>Distribución</b>
Programa de Producción	x	x	x	x
Producto Terminado				x
Lista de Materiales		x		
Requerimientos de Recursos Generales	x			
Datos de reprogramación de producción		x		x

### 5.3.3. Procesos y actividades de Producción



**Figura 5.7 Diagrama Van. Macroproceso de producción**

### **5.3.3.1. Proceso de preparar materia prima**

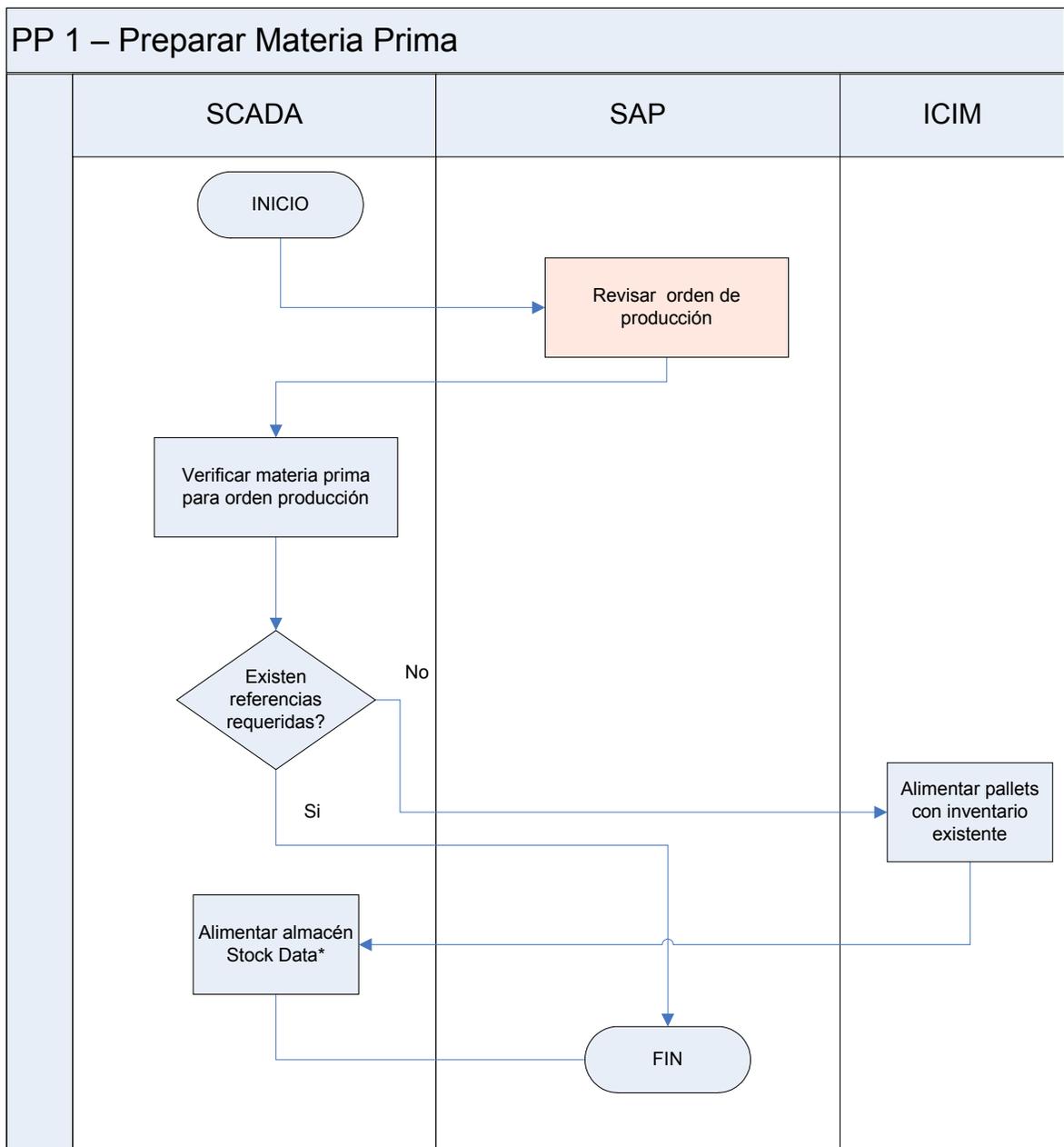


Figura 5.8 Diagrama de flujo proceso. Preparar materia prima

### 5.3.3.2. Proceso de procesar producto

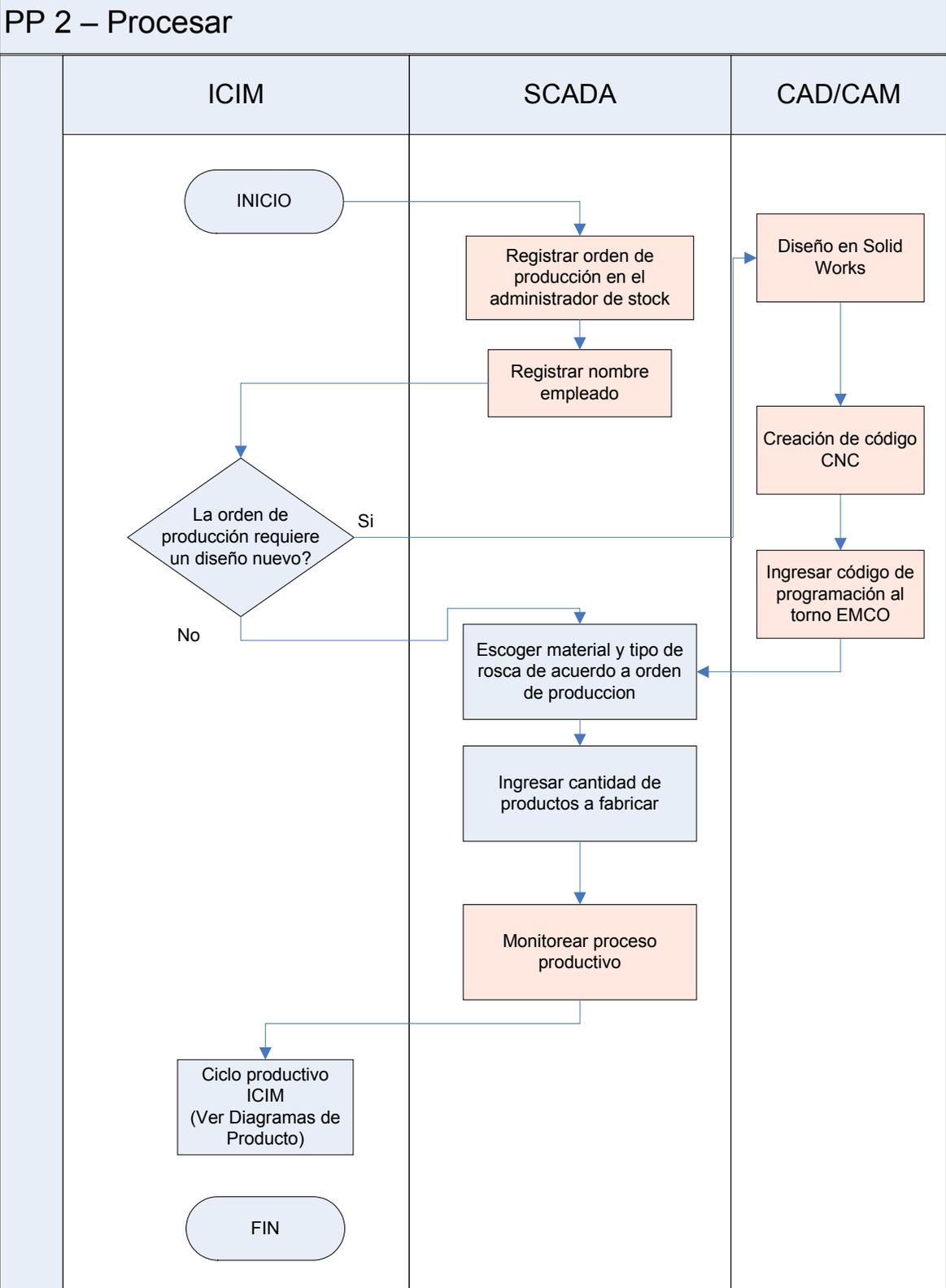


Figura 5.9 Diagrama de flujo proceso: Procesar producto

### 5.3.3.3. Proceso de almacenar el producto terminado

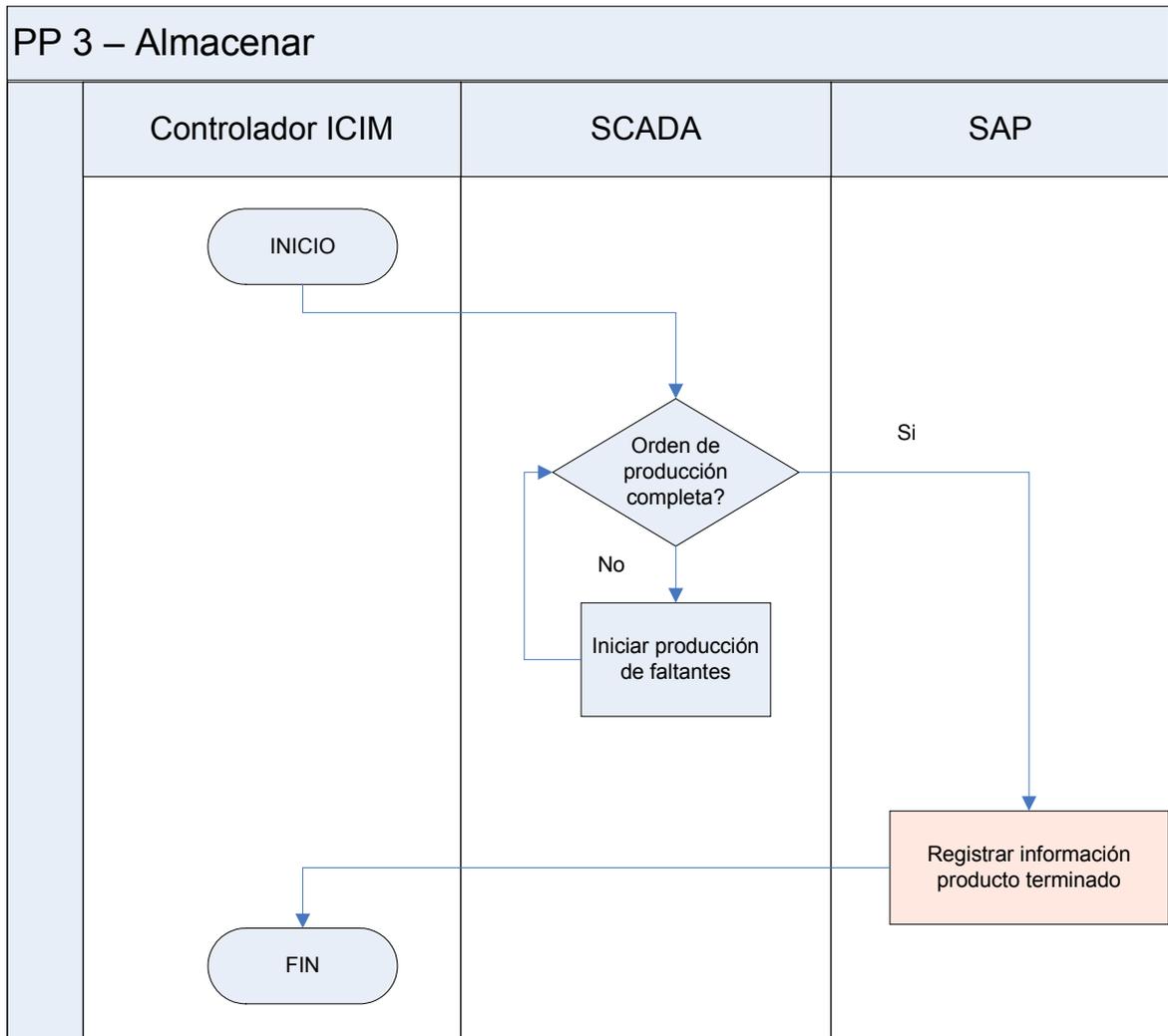


Figura 5.9 Diagrama de flujo proceso. Almacenar producto terminado

## 5.4. MACROPROCESO DISTRIBUCION Y VENTAS

### 5.4.1. Políticas, estrategias y tácticas

**Cuadro 5.5 Políticas, estrategias tácticas para el proceso de distribución y ventas**

Política	Estrategia	Tácticas
Garantizar entregas confiables	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Entregas en la cantidad, lugar y fecha correcta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪</li> </ul>
Plazos de negociación Cortos y confiables	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mantener relaciones de confianza con cliente fijos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Recuperación de cartera a 15 días</li> </ul>
Velocidad en la entrega	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tiempos de entrega cortos y menores a los del mercado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reducir tiempos de alistamiento y distribución del producto.</li> <li>▪</li> </ul>

### 5.4.2 Definición y objetivos del macroproceso de distribución y ventas

**Cuadro 5.6 Definición y objetivos del macroproceso de distribución y ventas**

MACROPROCESO DISTRIBUCION Y VENTAS			Numero de Proceso		
<b>Definición</b>					
Este macroproceso es el encargado de entregar el producto terminado a los clientes y a su vez de recibir sus requerimientos					
<b>Atributos</b>		<b>Indicadores</b>			
Confiabilidad		Despacho de Pedidos en el compromiso (Cantidad y Fecha requerida) %Productos defectuosos			
Tiempos de respuesta		Tiempos de entregas			
Flexibilidad		Tiempos de respuesta en artículos defectuosos			
Costos		Costo del manejo del pedido			
<b>Entradas</b>	<b>Planeación</b>	<b>Abastecimiento</b>	<b>Producción</b>	<b>Distribución</b>	<b>Cliente</b>
Programa de producción			X		
Producto terminado			X		
Datos de reprogramación de			X		

producción					
Demanda independiente					x
Planeación de nuevos productos	x				
Producto terminado defectuoso					x
<b>salidas</b>	<b>Planeación</b>	<b>Abastecimiento</b>	<b>Producción</b>	<b>Distribución</b>	<b>Cliente</b>
Devolución de Producto terminado defectuoso			x		
Cronograma de Entregas de pedidos			x		
Especificaciones de Nuevos productos			x		
Producto Terminado					x
Factura					x

#### 5.4.3 Procesos y actividades de distribución

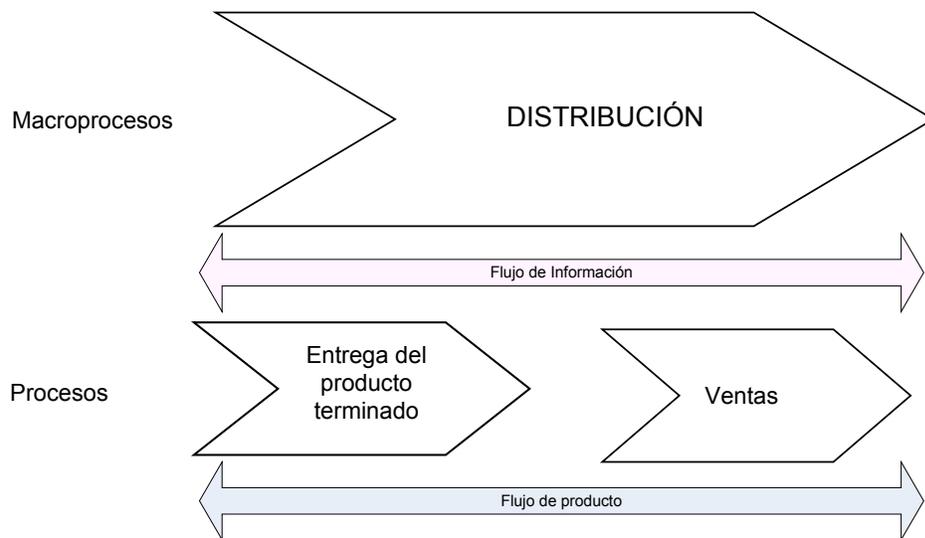


Figura 5.10 Diagrama. Macroproceso de distribución y ventas

### 5.4.3.1 Proceso de entrega del producto terminado

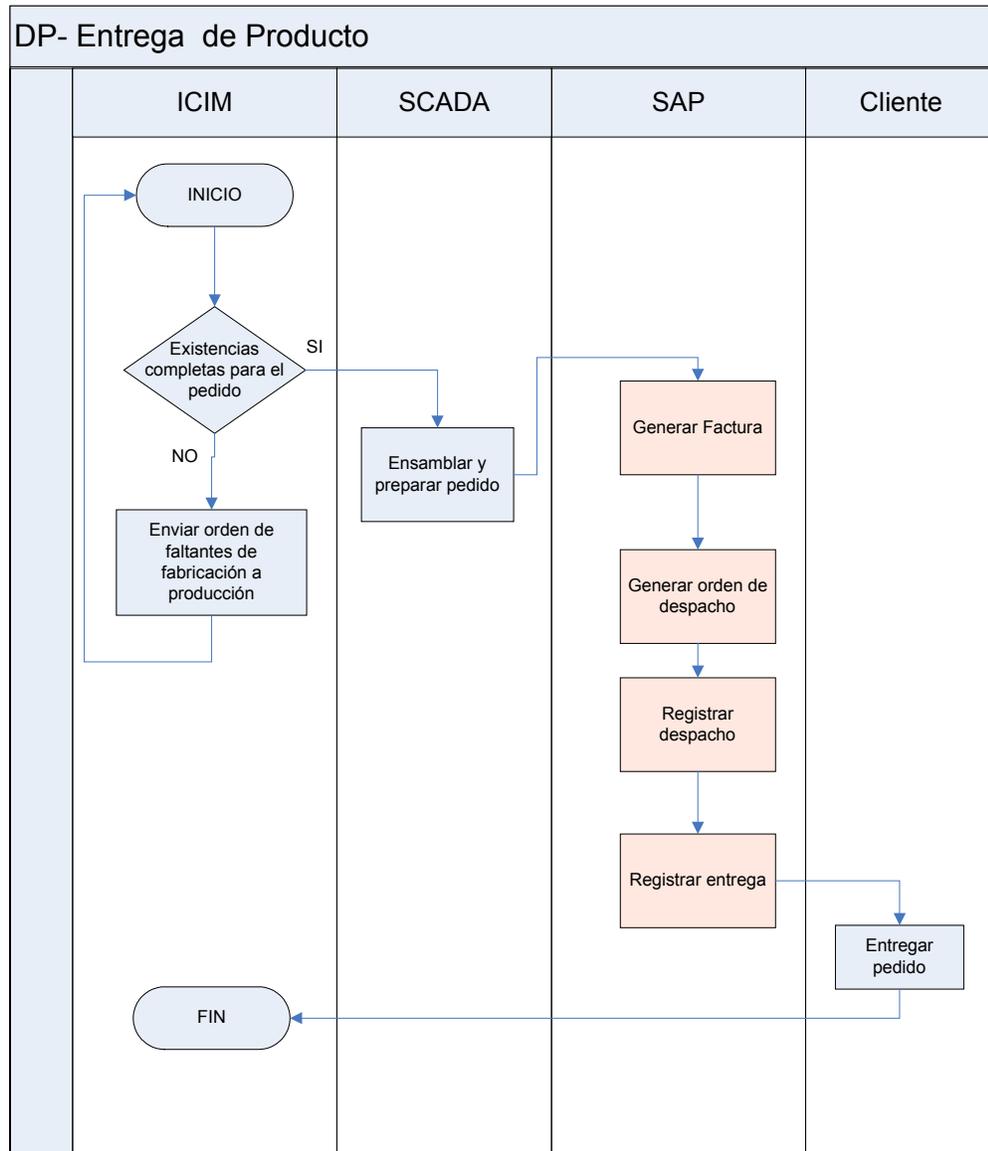


Figura 5.11 Diagrama de flujo proceso. Entrega de producto terminado

5.4.3.2 Proceso de ventas

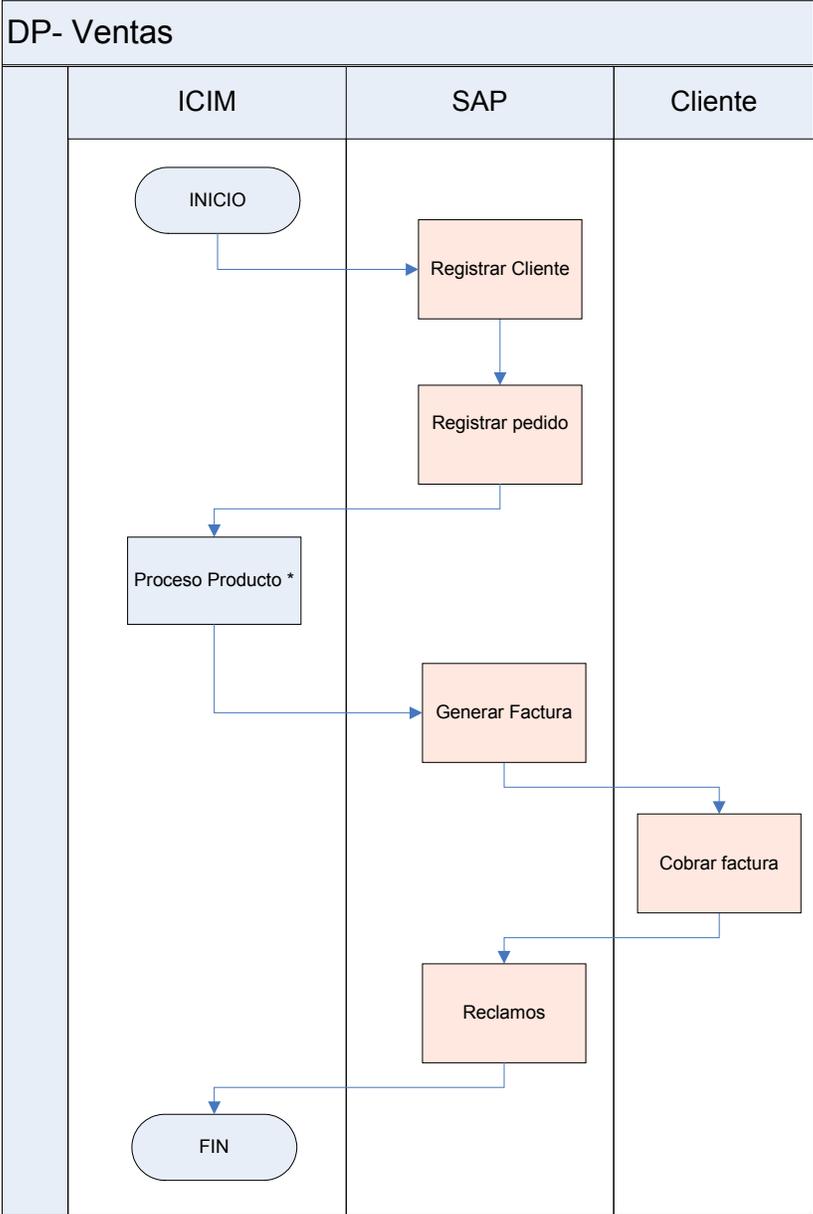


Figura 5.12 Diagrama de flujo. Proceso de ventas

Cada uno de los macroprocesos, procesos y actividades definidas a lo largo de este capítulo son los que se realizan en cualquier Fábrica, sin embargo otro objetivo del diseño de estos procesos es identificar que sistema de información interviene en cada uno de ellos, y así mismo la información que debe suministrar cada uno, en el capítulo 3 se definió la información que manejará el sistema Cosimir-Control, el capítulo 6 tiene como objetivo identificar los datos básicos que el sistema SAP debe manejar para que en el momento de la integración los dos sistemas trabajen de forma congruente y coherente.

## 6. CONFIGURACION DATOS MAESTROS SAP

La Fábrica Modelo diseñada a lo largo de este trabajo de grado hace parte de un proyecto de investigación que busca la integración de los sistemas de información que se encuentran en los diferentes niveles de la organización, en este caso un sistema de control de proceso como lo es el Scada – Cosimir Control, y un sistema de planeación de los recursos empresariales como lo es SAP R/3.

En el capítulo 5 se diseñaron los procesos de la cadena de abastecimiento, entre los que se encuentran, procesos de información que se llevan a cabo tanto en SAP- R/3 como en el Scada e intercambian datos entre sí con el fin de proporcionar información en línea en el momento de la toma de decisiones. La información que debe proporcionar el Scada, está configurada y detallada en el capítulo 3, sin embargo, para lograr que la información que fluya de un sistema a otro sea congruente y consistente es necesario definir determinados parámetros en el sistema SAP R/3; dichos parámetros garantizarán que este sistema gestione la información de la Fábrica Modelo siguiendo las políticas definidas en el capítulo 1 y 2, y de la misma forma proporcione la información correcta al sistema Scada para su funcionamiento.

El sistema de información Cosimir – Control se encuentra en el nivel de control de proceso, es decir tiene como funciones el monitoreo y control de datos de producción así como el intercambio y la sincronización de las máquinas. Lleva a cabo objetivos de regulación y control para procesos parciales, máquinas, sistemas de transporte y robots, debido a esto la información que deberá obtener del sistema SAP R/3 en el momento de la integración corresponderá a todo lo que concierne al proceso productivo, por esta razón los parámetros que se deben definir en el sistema SAP R/3 son los del módulo productivo.

Para determinar estos parámetros o datos de entrada para la configuración del ERP es necesario entender la estructura funcional del sistema SAP R/3.

### 6.1. ESTRUCTURA DEL SISTEMA SAP R/3

El sistema R/3 es un sistema de mandantes. El concepto de mandante permite a diferentes empresas que pertenecen a un mismo grupo empresarial realizar sus operaciones conjuntamente bajo el mismo sistema.<sup>25</sup>

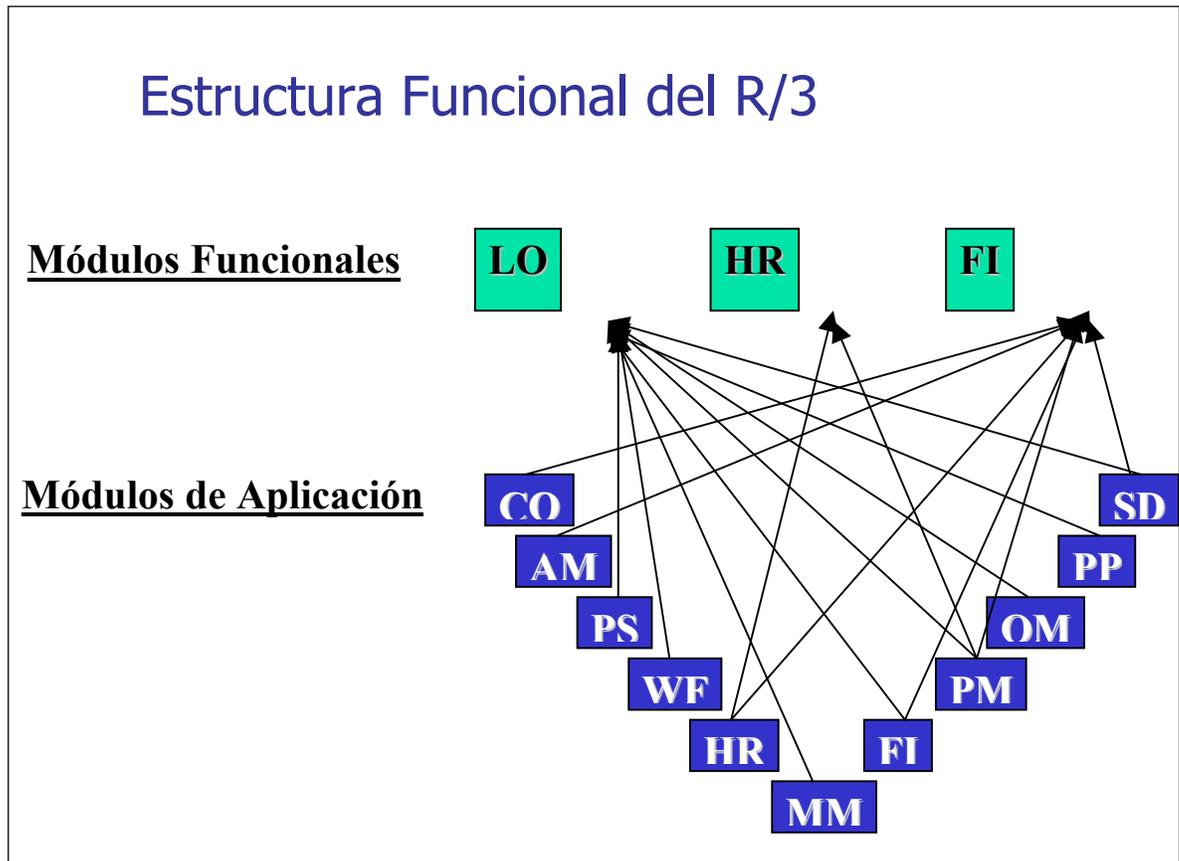
Es un sistema ERP basado en tecnología cliente/servidor que controla los procesos de negocio y maneja información esencial de la empresa en sus diferentes módulos como lo son los financieros, los de recursos humanos y logística.<sup>26</sup>

---

<sup>25</sup> Manual SAP R/3 [www.help.sap](http://www.help.sap)

<sup>26</sup> [www.javeriana.edu.co/ingenieria/procesosproductivos/cursosSAPR/3](http://www.javeriana.edu.co/ingenieria/procesosproductivos/cursosSAPR/3)

Dentro de la estructura funcional del sistema R/3 se encuentran dos tipos de módulos; los funcionales y los de aplicación; los módulos funcionales manejan información esencial de la empresa a lo largo de toda la cadena de abastecimiento; mientras que los módulos de aplicación permiten la integración de la información de los módulos funcionales para procesos específicos dentro de la compañía, esta estructura funcional se muestra en la figura 6.1.



**Figura 6.1. Niveles funcionales del sistema SAP R/3**

Fuente [www.javeriana.edu.co/ingenieria/procesosproductivos/cursosSAPR/3](http://www.javeriana.edu.co/ingenieria/procesosproductivos/cursosSAPR/3)

Dentro de los módulos funcionales se encuentran:

- Logística
- Recursos humanos
- Financiero

El módulo funcional de logística comprende todos los procesos de compras, fabricación y ventas que se llevan a cabo en la empresa; en este módulo se maneja toda la información relacionada con el proceso productivo. Este módulo de aplicación se denomina Planeación de Producción (PP), la información que se genera es utilizada en otros módulos del mismo nivel que la utilizan a su vez en

sus procesos específicos, y es aquí donde se definen los parámetros de funcionamiento y gestión de la fábrica modelo.

## 6.2. DATOS MAESTROS DEL SISTEMA SAP R/3

Datos maestros en el sistema de SAP R/3 es el término utilizado para nombrar los principales archivos de referencia, como lo son el archivo de maestro de materiales o el archivo de la hoja de ruta. Los registros de datos maestros son la base de trabajo para los diferentes departamentos de la empresa donde cada uno los utiliza y los visualiza de acuerdo a sus necesidades, almacenados en una base de datos hasta que sean modificados por el usuario predeterminado. Los datos maestros que requiere el módulo PP (Planeación de Producción) para su funcionamiento se divide en los siguientes archivos maestros:

- Maestro de materiales
- Lista de materiales
- Hojas de ruta
- Centros de trabajo.

Con el fin de definir los parámetros de cada uno de estos archivos maestros a continuación se definen las funciones de cada uno de ellos y se presenta un cuadro que resume la información requerida por cada campo. Al final de cada cuadro se presentan los parámetros definidos para cada campo según la configuración hecha en los capítulos anteriores para la Fábrica Modelo.

### 6.2.1. Maestro de materiales<sup>27</sup>

El maestro de materiales contiene la información de todos los materiales que una empresa fabrica, aprovisiona, almacena y vende. Cada departamento tiene su propia vista del registro maestro de materiales. El cuadro 6.1 explica cada uno de los campos que componen este archivo maestro en lo que al módulo de planeación de la producción se refiere..

**Cuadro 6.1 Explicación de los campos del archivo maestro de materiales.**

Nombre del Campo	Descripción	Ejemplo
Número material	Cantidad que únicamente identifica un registro maestro de materiales y, por tanto, un material. (referencia de producto)	42000 – Materia prima, barra de aluminio de 30x58.3 mm
Ramo	Se refiere al sector industrial al	• Ingeniería industrial (A)

<sup>27</sup> Manual SAP R/3 [www.help.sap](http://www.help.sap)

	que pertenece el material. El identificador utilizado para el ramo internamente aparece entre paréntesis.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sector químico (C)</li> <li>• Ingeniería mecánica (M)</li> <li>• Productos farmacéuticos (P)</li> </ul>
Tipo de material	Los materiales que tienen los mismos atributos básicos se agrupan y se asignan a un tipo de material. De este modo se pueden gestionar diversos materiales de manera uniforme según las necesidades de la empresa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materia prima</li> <li>• Producto de embalaje</li> <li>• Materiales configurables (KMAT).</li> <li>• Envases (ramo LEER, comercio LGUT).</li> <li>• Productos elaborados (FERT).</li> <li>• Materiales completos (VOLL).</li> <li>• Intramateriales (INTR).</li> </ul>
Mat. No pieza de fabricante	La referencia que le da el fabricante a cada material	Las barras de aluminio son referenciadas por el fabricante con el código mbarra102bar-31
Texto breve del material	Descripción del material	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo
Material gestión Stock ref	Es la referencia del producto donde se ubica en el almacén	42100
Fabricante	Es el código o nombre del proveedor del material	Servitorno Soldadura
Perfil	Como se planificaran las necesidades de este material dentro del MRP	Planificación de necesidades Pronóstico
Centro	Lugar donde se almacenan estos materiales	CTAI
Canal de distribución	Como se gestionan los pedidos de este tipo de material	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Directo</li> <li>• Mayoristas</li> <li>• Minoristas</li> </ul>
Dimensión	Sirve para parametrizar las especificaciones del producto dependiendo su tipo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Largo</li> <li>• Ancho</li> <li>• Diámetro</li> </ul>
Volumen	En algunos casos es	

	.importante conocer el volumen del producto para su almacenamiento y transporte	
Peso	De la misma forma que el volumen, dependiendo el proceso productivo es importante conocer el peso del material	
Unidad de medida base	Unidad con la cual se referencia y maneja un material	Cuerpo = 1 unidad

Una vez determinados los campos a parametrizar en el maestro de materiales, se definieron sus correspondientes valores para materias primas, componentes y ensambles, ya que en el momento de realizar el MRP se necesita los datos de cada uno de estos. El cuadro 6.2 muestra los valores definidos en el maestro de materiales para las materias primas utilizadas en la Fábrica Modelo.

**Cuadro 6.2 Datos maestros de materiales para materias primas**

DATOS MAESTRO DE MATERIALES PARA SAP R/3						
Campo	Valores definidos para materia prima					
Número material	42000	42100	42200	43000	43100	43200
Texto breve del material	Barra Aluminio, d=30mm, l=58.36mm	Barra Aluminio, d=30mm, l=58.36mm, M8X1.25	Barra de aluminio d=30mm, l=58.36mm, M5X1.25	Barra de Bronce, d=30mm, l=58.36mm	Barra de Bronce, d=30mm, l=58.36mm, M8X1.25	Barra deBronce, d=30mm, l=58.36mm, M5X1.25
Ramo	M: industria mecánica	M: industria mecánica	M: industria mecánica	M: industria mecánica	M: industria mecánica	M: industria mecánica
Tipo de material	ROH: Materias primas	HALB: Productos semielaborados	HALB: Productos semielaborados	ROH: Materias primas	HALB: Productos semielaborados	HALB: Productos semielaborados
Mat. No pieza de fabricante	Mbarrar102bar-31	Mbarrar102bar-31/M10	Mbarrar102bar-31/M10	Mbarrar102bar-31	Mbarrar102bar-31	Mbarrar102bar-31
Material gestión stock ref	42000	42100	42200	43000	43100	43200
Unid medida base	Unidades	Unidades	Unidades	Unidades	Unidades	Unidades
Fabricante	ServiTorno Soldadura	ServiTorno Soldadura	ServiTorno Soldadura	ServiTorno Soldadura	ServiTorno Soldadura	ServiTorno Soldadura
Dimensión (mm)						
Largo	58,3	58,3	58,3	58,3	58,3	58,3
Diametro	30	30	30	30	30	30
Rosca		M10X1,25	M8X1,25		M10X1,25	M8X1,25
Volumen mm3	41209,938	41209,938	41209,938	41209,938	41209,938	41209,938
Peso	111,267	104,905	107,195	354,405	334,142	341,436942
Perfil	Planif Necesidades	Planif Necesidades	Planif Necesidades	Planif Necesidades	Planif Necesidades	Planif Necesidades
Centro	CTAI	CTAI	CTAI	CTAI	CTAI	CTAI
Canal de distribucion	DIRECTA	DIRECTA	DIRECTA	DIRECTA	DIRECTA	DIRECTA

De la misma forma se parametrizaron estos campos para los productos terminados, estos se muestran en el cuadro 6.3 y en el cuadro 6.4.

**Cuadro 6.3. Parámetros maestro de materiales para producto terminado en aluminio**

Campos	DATOS MAESTRO DE MATERIALES PARA SAP R/3							
	Valores definidos para producto terminado							
Número material	52100	52101	52102	52103	52200	52201	52202	52203
Texto breve del material	Rosca M10X1.25 Aluminio	Sujetador tipo 1, Aluminio, rosca M10X1,25	Sujetador tipo 2, Aluminio, rosca M10X1,25	Sujetador tipo 3, Aluminio, rosca M10X1,25	Rosca M8X1.25 Aluminio	Sujetador tipo 1, Aluminio, rosca M8X1,25	Sujetador tipo 2, Aluminio, rosca M8X1,25	Sujetador tipo 3, Aluminio, rosca M8X1,25
Ramo	M: industria mecánica	M: industria mecánica	M: industria mecánica	M: industria mecánica	M: industria mecánica	M: industria mecánica	M: industria mecánica	M: industria mecánica
Tipo de material	FERT : Productos elaborados .	FERT : Productos elaborados .	FERT : Productos elaborados .	FERT : Productos elaborados .	FERT : Productos elaborados .	FERT : Productos elaborados .	FERT : Productos elaborados .	FERT : Productos elaborados .
Material gestión stock ref	52100	52101	52102	52103	52200	52201	52202	52203
Unid medida base	Unidades	Unidades	Unidades	Unidades	Unidades	Unidades	Unidades	Unidades
Fabricante	Fabrica Modelo	Fabrica Modelo	Fabrica Modelo	Fabrica Modelo	Fabrica Modelo	Fabrica Modelo	Fabrica Modelo	Fabrica Modelo
Dimensión								
largo	58,3	58,3	58,3	58,3	58,3	58,3	58,3	58,3
Diametro-base	30	30	30	30	30	30	30	30
Volumen mm3								
Peso								
Perfil	Pedido	Pedido	Pedido	Pedido	Pedido	Pedido	Pedido	Pedido
Centro	CTAI	CTAI	CTAI	CTAI	CTAI	CTAI	CTAI	CTAI
Canal de distribución	Directa	Directa	Directa	Directa	Directa	Directa	Directa	Directa

**Cuadro 6.4. Parámetros maestro de materiales para producto terminado en bronce**

	DATOS MAESTRO DE MATERIALES PARA SAP R/3							
	Valores definidos para producto terminado							
Número material	53100	53101	53102	53103	53200	53201	53202	53203
Texto breve del material	Rosca M10X1.25, Bronce	Sujetador tipo 1, Bronce, rosca M10X1,25	Sujetador tipo 2, Bronce, rosca M10X1,25	Sujetador tipo 3, Bronce, rosca M10X1,25	Rosca M8X1.25, Bronce	Sujetador tipo 1, Bronce, rosca M8X1,25	Sujetador tipo 2, Bronce rosca M8X1,25	Sujetador tipo 3, Bronce, rosca M8X1,25
Ramo	M: industria mecánica	M: industria mecánica	M: industria mecánica	M: industria mecánica	M: industria mecánica	M: industria mecánica	M: industria mecánica	M: industria mecánica
Tipo de material	FERT : Productos elaborados .	FERT : Productos elaborados .	FERT : Productos elaborados .	FERT : Productos elaborados .	FERT : Productos elaborados .	FERT : Productos elaborados .	FERT : Productos elaborados .	FERT : Productos elaborados .
Material gestión stock ref	53100	53101	53102	53103	53200	53201	53202	53203
Unid medida base	Unidades	Unidades	Unidades	Unidades	Unidades	Unidades	Unidades	Unidades
Fabricante	Fabrica Modelo	Fabrica Modelo	Fabrica Modelo	Fabrica Modelo	Fabrica Modelo	Fabrica Modelo	Fabrica Modelo	Fabrica Modelo
Dimensión								
largo	58,3	58,3	58,3	58,3	58,3	58,3	58,3	58,3
Diametro-base	30	30	30	30	30	30	30	30
Volumen mm3								
Peso								
Perfil	Pedido	Pedido	Pedido	Pedido	Pedido	Pedido	Pedido	Pedido
Centro	CTAI	CTAI	CTAI	CTAI	CTAI	CTAI	CTAI	CTAI
Canal de distribución	Directa	Directa	Directa	Directa	Directa	Directa	Directa	Directa

Por último se definieron los campos del maestro de materiales para los ensambles de los productos terminados (ver cuadro 6.5).

**Cuadro 6.5. Parámetros maestro de materiales para ensambles**

DATOS MAESTRO DE MATERIALES PARA SAP R/3								
Campo	Valores definidos para Ensamblados							
Número material	15211	15212	15221	15222	15311	15312	15321	15322
Texto breve del material	Ensamble Tipo 1, aluminio (Cuerpo Tipo 1, rosca M8X125)	Ensamble Tipo 2, aluminio (Cuerpo Tipo 2, rosca M8X125)	Ensamble Tipo 1, aluminio (Cuerpo Tipo 1, rosca M10X125)	Ensamble Tipo 2, aluminio (Cuerpo Tipo 2, rosca M10X125)	Ensamble Tipo 1, Bronce (Cuerpo Tipo 1, rosca M8X125)	Ensamble Tipo 2, Bronce (Cuerpo Tipo 2, rosca M8X125)	Ensamble Tipo 1, Bronce (Cuerpo Tipo 1, rosca M10X125)	Ensamble Tipo 2, Bronce (Cuerpo Tipo 2, rosca M10X125)
Ramo	M: industria mecánica	M: industria mecánica	M: industria mecánica	M: industria mecánica	M: industria mecánica	M: industria mecánica	M: industria mecánica	M: industria mecánica
Tipo de material	FERT : Productos elaborados .	FERT : Productos elaborados .	FERT : Productos elaborados .	FERT : Productos elaborados .	FERT : Productos elaborados .	FERT : Productos elaborados .	FERT : Productos elaborados .	FERT : Productos elaborados .
Material gestión stock ref	15211	15212	15221	15222	15311	15312	15321	15322
Unid medida base	Unidades	Unidades	Unidades	Unidades	Unidades	Unidades	Unidades	Unidades
Fabricante	Fabrica Modelo	Fabrica Modelo	Fabrica Modelo	Fabrica Modelo	Fabrica Modelo	Fabrica Modelo	Fabrica Modelo	Fabrica Modelo
Peso								
Perfil	Pedido	Pedido	Pedido	Pedido	Pedido	Pedido	Pedido	Pedido
Centro	CTAI	CTAI	CTAI	CTAI	CTAI	CTAI	CTAI	CTAI
Canal de distribución	Directa	Directa	Directa	Directa	Directa	Directa	Directa	Directa

### 6.2.2. LISTA DE MATERIALES<sup>28</sup>

Es una lista formalmente estructurada de los componentes que constituyen un producto o un conjunto. La lista contiene el número de objeto de cada componente, junto con la cantidad y la unidad de medida. Contienen datos básicos importantes para diferentes áreas de una empresa, por ejemplo:

- Planificación de necesidades de material
- Suministro de material para la fabricación
- Cálculo del coste del producto
- Mantenimiento

Las listas de materiales se almacenan en el sistema SAP como módulos los cuales están compuestos por la cabecera y las posiciones de la lista de materiales. En estas se manejan dos conceptos básicos, el conjunto y el módulo. Un conjunto es un grupo de piezas que se montan y que

<sup>28</sup> Manual SAP R/3 www.help.sap

forman un producto terminado o un componente de un producto terminado, mientras que un módulo describe un conjunto detallando los componentes y sus cantidades.

Los datos de una lista de materiales están estructurados de la siguiente forma en el sistema R/3: la cabecera de la lista de materiales contiene los datos aplicables a toda la lista de materiales, la posición de la lista de materiales contiene los datos que sólo se aplican a componentes específicos de la lista de materiales y las subposiciones contienen datos sobre los diferentes lugares de montaje para cantidades empezadas de una posición. El cuadro 6.6 presenta la explicación de cada uno de los campos que componen este archivo maestro diferenciado los que corresponden cabecera, posición y subposición.

**Cuadro 6.6 Descripción campos cabecera de la lista de materiales planeación de la producción**

Campo de Cabecera	Descripción	Ejemplo
<b>Tipo técnico</b>	El tipo técnico distingue las listas de materiales en función de si representan variantes de productos o alternativas de fabricación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de materiales variante, si crea una variante de una lista de materiales</li> <li>• Lista de materiales múltiple, si crea varias alternativas.</li> </ul>
<b>Texto de la lista de materiales</b>	Texto breve que describe la lista o grupo de listas de materiales.	Hace referencia a todas las variantes de una lista de materiales variante o a todas las alternativas de una lista de materiales múltiple.
<b>Texto alternativo</b>	Texto breve que describe la variante individual de una lista de materiales variante o la alternativa individual de una lista de materiales múltiple.	
<b>Status de la lista de materiales</b>	El status se utiliza para controlar el tratamiento de la lista de materiales en diferentes áreas funcionales. Este indicador le permite procesar listas de materiales en las áreas seleccionadas de	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de materiales <b>A</b>: Una lista de materiales con status <b>1</b> puede desglosarse en la planificación de necesidades de material (MRP) y liberarse para una</li> </ul>

	una empresa o excluirlas.	orden provisional. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de materiales <b>B</b>: Una lista de materiales con status <b>2</b> puede desglosarse en la planificación de necesidades y liberarse para una orden provisional.</li> </ul>
--	---------------------------	--

Una vez determinados los datos que se deben parametrizar en la cabecera de la lista de materiales se definieron los datos de posición que igualmente se deben parametrizar, estos se muestran en el cuadro 6.7.

**Cuadro 6.7 Descripción datos de posiciones en la lista de materiales.**

<b>Campo de Posición</b>	<b>Descripción</b>	<b>Ejemplo</b>
<b>Número de posición</b>	Este número se utiliza para clasificar una posición dentro de la lista de materiales. Puede clasificar las posiciones por orden ascendente de los números de posición.	Lista sujetador para baños = No posición 0010
<b>Cantidad de componente</b>	En este campo debe introducir la cantidad de componente necesaria para conseguir la cantidad base del producto.	1 sujetador = 1 unidad de 52000
<b>Unidad de medida</b>	Unidad usada para referenciar cada una de las cantidades que se necesitan para conseguir un producto	Unidades, mm, litros.
<b>Tipo de posición</b>	Este campo se define como un campo obligatorio en todas las pantallas de entrada de posiciones. El tipo de posición define la entrada de datos y el tratamiento de una posición.	75100
<b>ID de posición</b>	Una posición de lista de materiales se identifica de	Lista de materiales para el producto 15211

	forma unívoca por su ID de posición.	
--	--------------------------------------	--

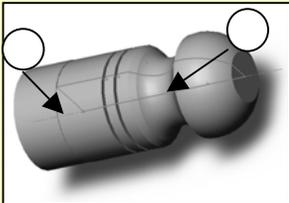
El cuadro 6.8 resume los datos de cabecera que se definieron, la información proporcionada por estos es usada en todas las listas de materiales.

**Cuadro 6.8 Parametrización de datos cabecera hoja de ruta**

<b>DATOS LISTA DE MATERIALES PARA SAP R/3</b>	
<b>Campo</b>	<b>Valores definidos Cabecera</b>
<b>Tipo técnico</b>	Lista de materiales variante
<b>Texto de la lista de materiales</b>	Listas de materiales para sujetadores de aluminio, bronce ; de rosca M8 o M10
<b>Cantidad base</b>	Unidad
<b>Status de la lista de materiales</b>	Status 1

Las posiciones que se mencionan en el archivo maestro de listas de materiales, hacen referencia a cada una de las listas materiales individuales que se generan para cada producto ensamblado, tal como se mostró en el cuadro 6.7 los campos de las posiciones se parametrizan individualmente; es decir se usan solo para esa lista específica. Con el fin de explicar cada uno de ellos se presenta un cuadro ejemplo (Cuadro 6.9) que muestra el producto terminado con sus componentes, y seguido a este los campos definidos para el archivo maestro; la definición de este para cada producto se presenta en el anexo 6.1

**Cuadro 6.9 Ejemplo estructura de los datos maestros en las posiciones de la lista de materiales**

<b>Botón Sujetador 15211 Ensamble Tipo 1, aluminio (Cuerpo Tipo 1, rosca M10X125)</b>	<b>Nivel en lista</b>	<b># Pos</b>	<b>Denominación</b>	<b># de Componente</b>	<b>Canti dad</b>	<b>Unidad de Medida</b>
	1	1	Cuerpo del sujetador	52101	1	Un
	2	1	Barra de aluminio	42100	1	Un
	1	2	Rosca	52100	1	Un
	2	2	Barra de aluminio	42000	1	Un

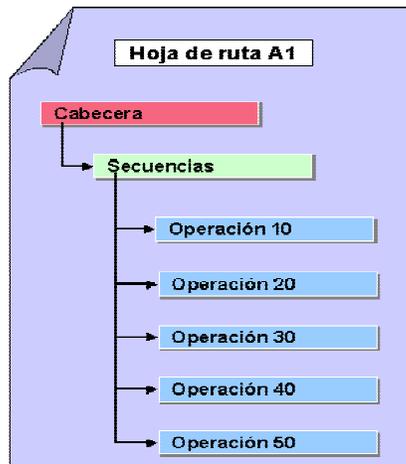
### 6.2.3. Hoja de ruta

Permiten planificar la fabricación de materiales, estos se usan como modelo para las órdenes de fabricación y los planes de ejecución y como base para el cálculo del coste del producto.

En una hoja de ruta se planifican

- Las operaciones (etapas) que se deben realizar durante la fabricación
- Las actividades que se deben desarrollar en las operaciones como base para determinar fechas, necesidades de capacidad y costes.
- El uso de materiales durante la fabricación
- El uso de puestos de trabajo
- Los controles de calidad a realizar durante la fabricación

Al igual que las listas de materiales, las hojas de ruta específicas están formadas por una cabecera y una o más secuencias; la cabecera contiene datos válidos para toda la hoja de ruta específica y la secuencia es una serie de operaciones, las operaciones describen pasos de procesos individuales que se llevan a cabo durante la fabricación, esta estructura se observa en la figura 6.2



**Figura 6.2 Estructura del maestro hoja de ruta.**

Fuente: Manual SAP R/3 [www.help.sap](http://www.help.sap)

El cuadro 6.10 explica los campos relevantes a parametrizar en la cabecera de las hojas de ruta, junto con un ejemplo de cada uno.

**Cuadro 6.10 Descripción de campos a parametrizar en la cabecera de maestro hojas de ruta.**

Campo	Descripción	Ejemplo
<b>Status y la utilización de la hoja de ruta.</b>	El status se utiliza para controlar el tratamiento de la lista de materiales en diferentes áreas funcionales. Este indicador le permite procesar listas de materiales en las áreas seleccionadas de una empresa o excluirlas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de materiales <b>A</b>: Una lista de materiales con status <b>1</b> puede desglosarse en la planificación de necesidades de material (MRP) y liberarse para una orden provisional.</li> <li>• Lista de materiales <b>B</b>: Una lista de materiales con status <b>2</b> puede desglosarse en la planificación de necesidades y liberarse para una orden provisional.</li> </ul>
<b>Período de validez</b>	Periodo durante para el cual es valida esta secuencia de operaciones	6 meses
<b>Secuencias</b>	Son un grupo de pasos de	10 – cortar

	proceso u operaciones de una hoja de ruta.	20 – pintar 30 – Armar  Es una secuencia de operaciones para la fabricación de un producto específico
<b>Clase de secuencia</b>	La clase de secuencia, si una secuencia es una secuencia estándar, una secuencia paralela o una secuencia alternativa	Las secuencias paralelas son aquellas que se deben ejecutar simultáneamente para la fabricación de cualquier producto.

Los datos que se definen en la cabecera de este archivo maestro se usan para toda las secuencias definidas, sin embargo cada operación que conforma la secuencia debe tener definidos determinados parámetros específicos de cada una. Estos parámetros se explican en el cuadro 6.10.

**Cuadro 6.10 Descripción de los campos para cada operación en la hoja de ruta.**

<b>Campo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Ejemplo</b>
<b>No. de Operaciones y suboperaciones</b>	Son los que describen los pasos de proceso de una hoja de ruta.	Se refiere a la cantidad de operaciones que intervengan en la fabricación de un determinado producto.
<b>Puesto de trabajo</b>	El lugar donde se llevan a cabo las operaciones	Torno de control numérico, Almacén AS-RS
<b>Texto breve descripción del proceso.</b>	Explicación del proceso productivo para producir un material	
<b>Componentes de material.</b>	Corresponde a todas las partes y componentes que se necesitan a lo largo de la hoja ruta para la fabricación de un material.	Para la fabricación de un ensamble, se hace referencia a todas las referencias de los componentes que se utilizan en cada operación

El cuadro 6.11 resume los campos en la cabecera del archivo hoja de ruta parametrizados para la Fábrica Modelo; estos se aplican a todas las secuencias definidas en este capítulo.

**Cuadro 6.11 Parametrización de los campos de la cabecera en la hoja de Ruta.**

<b>DATOS HOJAS DE RUTA PARA SAP R/3</b>	
<b>Campo</b>	<b>Valores definidos Cabecera</b>
El status y la utilización de la hoja de ruta.	1
El período de validez.	6 meses

Para los campos de secuencia de operaciones y operaciones del archivo maestros se diseñó un cuadro que resume los datos básicos de cada una de las operaciones que conforman la secuencia para lograr la fabricación de un componente determinado, ya sea el cuerpo o la rosca externa de un ensamble final. El cuadro 6.12 muestra estos datos para la fabricación de un cuerpo tipo 52101; los datos de los demás productos se encuentran en el anexo 6.2

**Cuadro 6.12 Parametrización de datos básicos para la secuencia de operaciones en la hoja de ruta, producto 52101**

<b>OPERACIÓN 101 Recoger materia prima Aluminio (Cuerpo Tipo 1) -52101- Rosca interna M10X1.25</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacén AS-RS - 001</li> <li>• Banda transportadora - 002</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS - 001	Banda transportadora - 002
	PREPARACIÓN	3 minutos	2.5 minutos
	OPERACIÓN	4.563 minutos	
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot cartesiano toma un pallet del almacén con materia prima y la posiciona en el carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 102 (A. Posicionar torno, Desbastar, Perfilar) Aluminio (Cuerpo Tipo 1) -52101- Rosca interna M10X1.25</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robot Melfa Basic IV – 003</li> <li>• Torno de control numérico - 004</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Torno de control numérico - 004
	PREPARACIÓN	3 minutos	3 minutos
	OPERACIÓN	5,739 minutos	12,078 minutos
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma la materia prima del carro de la banda transportadora y la posiciona en el torno para realizar el perfil del cuerpo 1, que corresponde al programa del torno 611		

<b>OPERACIÓN 103 Llevar a banda transportadora Aluminio (Cuerpo Tipo 1) -52101- Rosca interna M10X1.25</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>• Banda transportadora - 002</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Banda transportadora - 002
	PREPARACIÓN	-	-
	OPERACIÓN	0.65 minutos	0.878 minutos
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma el producto ya maquinado y lo posiciona en un carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 104 Almacenar Aluminio Rosca (Cuerpo Tipo 1) – 52101- Rosca interna M10X1.25</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacén AS-RS – 001</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS – 001	
	PREPARACIÓN	-	
	OPERACIÓN	0.29 minutos	

<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Producto terminado
<b>INSTRUCCIONES</b>	El Robot cartesiano toma el producto terminado y lo ubica en el almacén

#### 6.2.4. Puestos de trabajo

EL Sistema SAP R/3 asume que las operaciones se llevan a cabo en un puesto de trabajo. Los puestos de trabajo son diferentes elementos de trabajo reales, por ejemplo:

- Máquinas, grupos de máquinas
- Líneas de producción
- Puestos de trabajo de montaje
- Empleados, grupos de personal

Estos datos son empleados para la programación de la producción, para el cálculo de costos de una operación y para la planificación de capacidades.

Los datos que se usan para definir los puestos de trabajo se agrupan por temas. Algunos ejemplos de estos son:

- Datos básicos
- Asignaciones (a centros de coste)
- Capacidades
- Programación
- Valores propuestos
- Jerarquía
- Datos técnicos

En el cuadro 6.13 se resumen los datos sobre los temas generales del sistema SAP R/3 en el archivo maestro de puestos de trabajo; junto con una descripción de cada uno.

**Cuadro 6.13 Descripción de los campos del archivo maestro puestos de trabajo**

<b>Temas Generales</b>	<b>Campo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Ejemplo</b>
<b>Datos Básicos</b>	<b>Centro</b>	Lugar de la fabrica donde se encuentra este puesto de trabajo	CTAI
	<b>Puesto de Trabajo</b>	Código del puesto de trabajo	22000

	<b>Clase de puesto de Trabajo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Máquinas, grupos de máquinas</li> <li>• Líneas de producción</li> <li>• Puestos de trabajo de montaje</li> <li>• Empleados, grupos de personal</li> </ul>	Torno de control numérico
	<b>Responsable</b>	Nombre o código de la persona a cargo del puesto de trabajo	115 - Maria Teresa Pérez
<b>Capacidades</b>	<p><b>Tiempos de Empleo:</b> SAP requiere de los siguientes campos para hacer un cálculo de los tiempos disponibles para la programación de producción, estos se pueden establecer por turnos o por días.</p> <p>La formula que utiliza SAP para este calculo es:</p> <p><b>Tiempo de empleo =</b> (Horario de trabajo - Tiempo de recuperación) x Grado de utilización/100%</p> <p><b>Capacidad disponible</b> = Tiempo de empleo x Número de capacidades individuales</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inicio y fin del trabajo</li> <li>• Pausas</li> <li>• Grado de utilización de Capacidad</li> <li>• Numero de capacidades individuales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 8:00 AM a 5:00 PM</li> <li>• 15 minutos</li> <li>• 70%</li> <li>• 4 turnos</li> </ul> <p>8:00 AM a 11:00 AM</p>
	<b>Turnos</b>	Horarios de trabajo definidos	

	<b>Clase de Capacidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de máquina</li> <li>• Capacidad de personal</li> <li>• Capacidad de reserva para pedidos urgentes</li> <li>• Emisiones</li> <li>• Necesidad de energía</li> </ul>	
<b>Datos de programación</b>	<b>Base de programación</b>  <b>Fórmulas</b>	Tiempo sobre el cual se calculan los ordenes de programación  Para calcular tiempos de ejecución	Se pueden plantear formulas particulares o dejar que el sistema use las predeterminada.

En el caso de la Fábrica Modelo se determinaron como puestos de trabajo los equipos que de forma individual realizan alguna actividad dentro del ICIM como: El almacén AS-RS, la banda transportadora, el robot Melfa Basic IV, el torno de control numérico, y la fresa de control numérico, ya que cada uno tiene sus propios datos de capacidades y operaciones en la hoja de ruta. El cuadro 6.14 muestra los datos definidos para cada centro de trabajo en el archivo maestro del sistema SAP R/3

**Cuadro 6.14 Parametrización del maestro puestos de trabajo.**

DATOS MAESTROS PUESTOS DE TRABAJO						
Campos	Valores definidos para cada centro de trabajo					
<b>Datos Básicos</b>	Puesto de Trabajo	Almacen AS-RS - 001	Banda Transportadora- 002	Robot Melfa basic IV- 003	Torno-004	Fresa-005
	Centro	CTAI	CTAI	CTAI	CTAI	CTAI
	Clase de puesto de Trabajo	Maquinas	Máquinas	Máquinas	Máquinas	Máquinas
	Responsable	Controlador ICIM	Controlador ICIM	Controlador ICIM	Controlador ICIM	Controlador ICIM
<b>Capacidades</b>	<b>Tiempos de Empleo: por turnos los mismos datos</b>					
	inicio y fin del trabajo	8 am - 5 pm	8 am - 5 pm	8 am - 5 pm	8 am - 5 pm	-
	Pausas	90 min	90 min	90 min	90 min	-
	Grado de utilización de Capacidad	81,3%	81,3%	81,3%	81,3%	0
	# de capacidades individuales	1	1	1	1	1
	<b>Capacidad disponible estándar</b>					
Clase de Capacidad (escoger una de ellas por puesto de trabajo)	Capacidad de máquina	Capacidad de máquina	Capacidad de máquina	Capacidad de máquina	Capacidad de máquina	
<b>Datos de Programación</b>	Base de Programación	390 min diarios	390 min diarios	390 min diarios	390 min diarios	390 min diarios

La definición de cada uno de los campos hecha en este capítulo facilitará la integración del sistema SAP R/3 y el Scada Cosimir – Control, ya que permitirá que los dos sistemas trabajen con datos congruentes y acordes a los dos sistemas. Es por esto que esta parametrización tuvo en cuenta datos establecidos en capítulos anteriores, como el de estándares de tiempo y capacidad de proceso, así como las políticas de producción definidas en el capítulo 1. Sin embargo dentro de cada uno de los archivos de los datos maestros existen campos que son generados de forma automática por sistema R/3 y adicionalmente otros que dependen de la parametrización de otros módulos de aplicación, como los centros de costos, y los perfiles de recursos humanos; este capítulo define solamente los datos básicos que se refieren al proceso productivo, y que eventualmente serán usados en el intercambio de información entre los dos sistemas de información.

## **7. COSTO FUNCIONAMIENTO FABRICA MODELO**

La Fábrica Modelo hace parte de la primera etapa del proyecto de investigación “Integración del sistema de planeación de recursos empresariales de SAP con el sistema de manufactura Integrada por Computador (CIM)” en el Centro Tecnológico de Automatización Industrial de la Facultad de Ingeniería (CTAI), llevada a cabo por el departamento de procesos productivos, donde uno de sus objetivos es prestar servicios de asesoría a estudiantes de ingeniería y a empresarios que necesiten evaluar los beneficios de integrar y mejorar sistemas de información tanto empresariales como de control de producción.

El siguiente capítulo busca establecer el costo de funcionamiento de la Fábrica Modelo configurada en este trabajo de grado, esto con el fin de identificar los costos por hora en los que incurre el CTAI cuando emplea la Fábrica Modelo en el momento de simular el proceso productivo configurado.

Para la definición de este costo se empleó un sistema de costeo por orden de producción ya que este permite asignar los costos de materia prima, mano de obra, costos indirectos dependiendo de la utilización de cada uno de ellos en la orden; una vez hallado el costo por orden de producción y el tiempo empleado en la fabricación de estas, se determinó el costo por hora, que sirve de base para poder establecer las tarifas de los servicios mencionados anteriormente.

### **7.1. METODOLOGIA**

La elección de las órdenes de producción en las que se basa el método de costeo escogido se hizo considerando que en el momento de una asesoría tanto a empresarios como a estudiantes, se debían utilizar los procesos productivos de los tres cuerpos diferentes diseñados, (ver capítulo 3) y adicionalmente los procesos productivos de las dos roscas externas diseñadas con el fin de mostrar las diferentes opciones que ofrece la Fábrica Modelo. Además se tuvo en cuenta que la Fábrica Modelo está configurada para trabajar por órdenes de producción de máximo tres unidades de cada referencia en paralelo y que cada unidad tiene un tiempo de fabricación diferente. El cuadro 7.1 muestra la información de las órdenes de producción que sirvieron de base para el sistema de costeo.

**Cuadro 7.1 Ordenes de producción base del costeo**

Ordenes de producción			
Orden No	Producto	Descripción	Cantidad (und)
1	52201	Sujetador tipo 1 rosca M8X1.25	3
2	52202	Sujetador tipo 2 rosca M8X1.25	3
3	52203	Sujetador tipo 3 rosca M8X1.25	3
4	52100	Rosca externa M10X1.25	3
5	52200	Rosca externa M8X1.25	3

Seguido a esto se definieron cada uno de los elementos que componen el costo variable de producción para cada una de las ordenes de producción; es decir materia prima, mano de obra directa y los costos indirectos.

#### **7.1.1. Materia prima directa**

La materia prima que se definió para determinar el costo de funcionamiento de la Fábrica Modelo fue parafina industrial, ya que es esta la empleada en el Laboratorio del CTAI para todo lo correspondiente a capacitaciones y asesorías. Para evaluar este rubro se tuvieron en cuenta dos datos básicos:

- Este material se compra por libras, el valor de cada una es de \$40.000 pesos
- Para la Fabricación de cualquiera de las referencias de al Fábrica Modelo se usa la misma cantidad de esta, estas son barras de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo , cuyo peso es de 38 gr.

La tabla 7.2 indica el valor de este elemento en cada una de las órdenes de producción

**Tabla 7.2 Consumo de materia prima por orden de producción**

Materia prima					
Orden No	Producto	Cantidad (uni)	Cantidad unitaria (gr)	Cantidad Total (gr)	Valor
1	52201	3	38	114	9.120
2	52202	3	38	114	9.120
3	52203	3	38	114	9.120
4	52100	3	38	114	9.120
5	52200	3	38	114	9.120
			Total	456,00	36.480

### 7.1.2. Mano de obra directa

La mano de obra que interviene directamente en la fabricación del producto esta compuesta por:

- Auxiliar de laboratorio: Es la persona encargada de los sistemas CAD/CAM que se usan en la Fabrica Modelo.
- Técnico de laboratorio: Es el encargado del funcionamiento del todo el sistema ICIM, para lograr la fabricación de los productos.
- Auxiliar de mantenimiento: pone en marcha las maquinas de control numérico y todas la demás estaciones de trabajo

Para determinar el costo de mano de obra para cada una de las órdenes de producción se determinó el costo hora-hombre del personal requerido, y adicionalmente con los tiempos estándar calculados en el capítulo 4 se definieron las horas que se requerían para cada orden de producción, el calculo de las horas hombres se encuentra en la en el anexo 7.1 y los tiempos por orden en el anexo 7.2, los cálculos totales se encuentran en la tabla 7.3

**Tabla 7.3 Valor total de la mano de obra por orden de pedido**

Mano de obra directa				
Orden No	Producto	Tiempo total (min)	Valor h-h(\$)	Valor total h-h (\$)
1	52201	74,87	14625,00	18250,43919
2	52202	33,01	14625,00	8045,425105
3	52203	27,55	14625,00	6715,045274
4	52100	26,40	14625,00	6434,617157
5	52200	19,12	14625,00	4661,236122
			Total	44106,76

### 7.1.3. Costos indirectos

Los cargos indirectos corresponden a los costos que intervienen en la fabricación de los productos de la Fábrica Modelo y que no se identifican o cuantifican plenamente con el producto, se definió como costo indirecto el servicio de luz:

Los equipos que se utilizan en el ICIM requieren para su funcionamiento de energía; para determinar que porcentaje de este servicio se usa para cada orden se usaron como base los tiempos de fabricación, así la orden de producción que más tiempo tomara tendría un cargo indirecto del servicio de luz más alto que las demás.

Para determinar el valor del servicio de luz que se repartiría en las órdenes de producción se determinaron los datos técnicos (anexo 7.3) de conexión eléctrica de los siguientes equipos:

- ICIM : Tal como se explico en el capítulo 3 el ICIM esta compuesto por una serie de equipos que se conectan a un computador central y una cabina de control central, para determinar el consumo de energía que hace este sistema se uso la potencia por hora del equipo que es de 5.52 Kw/H.
- Torno de control numérico EMCO: aunque en el funcionamiento normal del ICIM este equipo se considera parte integral del sistema, la conexión eléctrica de este es independiente de la conexión eléctrica del ICM, para el cálculo del consumo de energía de este equipo igualmente se uso el dato de la potencia en KW/h que aparece en los datos técnicos del torno.

El costo de el valor Kw. / h se tomo de el costo estándar del mismo para sectores comerciales en la empresa Condensa, el anexo 7.3 muestra el valor del servicio de luz en una hora de funcionamiento, seguido del valor correspondiente al tiempo de producción durante las ordenes de producción definidas en este capítulo. En la tabla 7.4 se muestran los costos indirectos para cada una de las órdenes.

**Tabla 7.4 costos indirectos por orden de producción**

<b>Costos indirectos</b>			
<b>Valor hora consumo tiempo total (\$)</b>		<b>6.124</b>	
<b>Orden No</b>	<b>Producto</b>	<b>% utilización</b>	<b>Valor en pesos(\$)</b>
1	52201	41,38%	2.534
2	52202	18,24%	1.117
3	52203	15,22%	932
4	52100	14,59%	893
5	52200	10,57%	647

La Tabla 7.5 presenta el total de costos variables para cada una de las órdenes de producción

**Tabla 7.5 Resumen costos variables por orden de producción**

CALCULO DE COSTOS VARIABLES							
Orden No	Producto	Unidades	Costos Mano de obra (\$)	Materia Prima (\$)	Indirectos (\$)	Costo variable (\$)	variable unitario (\$)
1	52201	3	18250,44	9120	2534	29.905	9.968
2	52202	3	8045,43	9120	1117	18.283	6.094
3	52203	3	6715,05	9120	932	16.767	5.589
4	52100	3	6434,62	9120	893	16.448	5.483
5	52200	3	4661,24	9120	647	14.428	4.809
	Total	15	44.107	45.600	6124,3487	95.831	

Para determinar el costo variable por hora se tomó el valor total del costo variable, es decir, \$95.831 pesos; este valor corresponde 180.95 minutos (Ver Anexo 7.2) que requiere la fabricación de las ordenes de producción anteriores, luego el costo variable para 60 minutos de funcionamiento en la fabrica modelo serían \$31.776 pesos .Estos costos variables dependen de la cantidad de unidades que se fabriquen, sin embargo, existen unos costos fijos en los cuales se incurren independientemente de las unidades que se produzcan.

#### 7.1.4. Costos fijos

Los costos fijos que se tuvieron en cuenta para la Fábrica Modelo fueron:

- Gastos Administrativos: estos gastos corresponden al los sueldos del personal de la Fabrica Modelo (Ver organigrama Capítulo I) que no interviene en la fabricación de los productos sino que realizan tareas de apoyo y gestión para que esta funcione correctamente.
- La depreciación del equipo: es un rubro en el que se incurre independientemente a las unidades que se fabriquen en el CTAI, para determinar este valor se uso como base el porcentaje de utilización del equipo en la Fábrica Modelo. (Anexo 7.4 )
- Las licencias de los software empleados en la fabrica modelo : SAP y Cosimir Control de Profesional (Anexo 7.5)

Tal como se muestra en la tabla 7.6 el cálculo de cada uno de estos rubros se hizo para un mes, sin embargo ese valor se dividió por el número de horas mensuales 160 que corresponden a 8 horas diarias por 5 días y 4 semanas al mes, con el fin de conseguir un valor por hora.

**Tabla 7.6 Cálculo de costos variables**

<b>COSTOS FIJOS MENSUALES</b>	
<b>Gastos administrativos</b>	(\$)pesos
sueldo jefe de laboratorio	651.801
sueldo soporte sap	651.801
servicios generales	93.600
<b>Depreciación del equipo</b>	
Equipos CIM del CTAI (brazo manipulador, banda, robot cartesiano, almacenamiento)	1.887.667
Equipos de torno y fresadora CNC	350.000
computador sap	367068,2
<b>Software</b>	
SAP incluye herramientas de desarrollo para la integración.	729.167
Cosimir control y profesional	1.693.533
<b>Total costo fijo mensual</b>	<b>6.424.637</b>
<b>Total costo fijo hora</b>	<b>40.154</b>

Una vez calculados tanto los costos variables como los fijos se determinó el valor de funcionamiento de una hora en fábrica modelo sumando estos dos rubros por hora.

**Costo de funcionamiento por hora = Costo variable + Costo fijo**  
**Costo de funcionamiento por hora = \$31.776 +\$ 40.154 = \$75.883**

Este es el funcionamiento de una hora de la Fabrica Modelo, asumiendo que durante el tiempo de uso se trabajarán sobre todos los proceso configurados en este trabajo de grado. Comparando este costo con el precio en el mercado de los sujetadores tanto para puertas de baño como para estructuras en vidrio; que esta entre \$3.000 pesos y \$11.000 pesos según las encuestas realizadas en el capítulo I, se puede observar que desde el punto de vista comercial sería imposible salir a competir en el mercado; sin embargo esto no significa que la implementación de un CIM en una empresa no se convierta en un factor competitivo, hay que aclarar que el ICIM donde se configuro la Fábrica Modelo esta diseñado para objetivos educacionales, luego la capacidad de los procesos se

reduce, adicionalmente los parámetros como velocidad de la banda y de maquinado del torno de control numérico no se trabajaron a un porcentaje del 100% sino que por el contrario estos porcentajes se trabajaron entre el 50% y 60% respectivamente por tratarse de la primera vez que se usaba este equipo.

## BIBLIOGRAFIA

### LIBROS:

- **CHASE**, Richard, **AQUILANO**, Nicholas **Y JACOBS**, Robert. Administración de Producción y Operaciones. Mc Graw Hill, octava edición. 1998. 885 Pág.
- **NIEBEL**, Benjamin **Y FREIVALDS**, Andris. Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. Alfaomega, México, décima edición, 2001. 728 Pág.
- **JURAN**, Joseph **Y GODFREY**, Blanton. Manual de Calidad. Mc Graw Hill, España, quinta edición, Vol. 2, 1999. Capítulo 20 a 41.
- **KOONTZ**, Harold **Y WEIHRICH**, Heinz. Administración: Una Perspectiva Global. Mc Graw Hill. México, onceava edición, 1998. 796 Pág.
- **HAY**, Edward. Justo a Tiempo: la técnica japonesa que genera mayor ventaja competitiva. Norma. Bogotá, 1992. 247 Pág.
- **BAUMGARTND**, H. **Y KNISCHEWSKI**, K. **Y WIEDING**, H. CIM: Consideraciones Básicas. Siemens. Barcelona, 1991. 324 Pág.
- **GROOVER**, Mikell P. Automation Production Systems and Computer-Integrated Manufacturing. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 1987. 808 p
- **BOON**, Gerardo. Automatización flexible en la industria: difusión y producción de maquinas-herramienta de control numérico en América Latina. México: Limaza, 1990. 244 p.

### INTERNET

- Información datos SAP. Disponible en Internet: <http://help.sap.com>
- ICIM Disponible en Internet: <http://www.festo.com>
- Centro Tecnológico de Automatización Industrial Disponible en Internet: [http://www.fing.javeriana.edu.co/ingenieria/dep\\_procesos\\_productivos](http://www.fing.javeriana.edu.co/ingenieria/dep_procesos_productivos)
- Metodología Score 6.0 disponible en Internet: <http://www.supply-chain.org>

### DOCUMENTOS CORPORATIVOS

- Manual Cosimir Control. Programming and controlling flexible workcells with COSIMIR Control
- Manual ICIM Festo. 2003.

- Lucas getting started, an introduction to programming and controlling flexible workcells with Lucas

## SOFTWARE

- SAP R/3 Versión Educacional. Disponible en el CTAI
- Scada Cosimir Control versión educacional
- Solid Works versión educacional

## ARTICULOS

- **SHAOWU**, Lou y **BODE**, Jurgena. A framework of decisión-support systems in advanced manufacturing enterprises. En Integrated Manufacturing Systems, Vol. 8, Iss 6, p. 365, Bradford: 1997.
- **SUTER**, William C Jr. A New approach to teaching CIM: The CIM Lab Workstation. En International Journal of Operations & Production Management. Bradford: 1995. Vol. 15. Iss 7; p. 7-40

## CONCLUSIONES

El desarrollo de la Fábrica Modelo propone en cada uno de sus capítulos, etapas generales que cualquier empresa debe seguir en el momento de iniciar una integración entre un sistema de información con un sistema de control de producción, que empieza con la definición de estrategias corporativas, base de la estructuración de cada uno de los procesos internos de la organización.

Aunque, la configuración del producto durante el presente trabajo de grado, presentó varias restricciones debido a que se trataba de un equipo con fines educativos, en la realidad es la empresa la que adapta el CIM a sus necesidades debido a que el sistema que lo controla, Scada Cosimir Control, le permite a través de sus planes de proceso diseñar diferentes secuencias en sus procesos productivos y así mismo, extraer y configurar la información que le sea útil para la toma de decisiones.

Con la realización del presente trabajo de grado, se identificaron características de un CIM para la industria:

- En el control de la producción no se requiere personal en el lugar en el cual se desarrolla el proceso porque el software Scada Cosimir Control hace una visualización de lo que sucede en el lugar proporcionando información en línea desde cualquier computador que se encuentre en red.
- Debido a la manipulación automática del material disminuyen considerablemente los errores de especificaciones del producto terminado.
- Un CIM puede representar ahorros en cuanto a costos de producción a empresas que trabajan economías de escala, ya que reducen la mano de obra directa, inspecciones y debido a la integración con un sistema CAD/CAM agiliza los tiempos de proceso de introducción de nuevos productos al mercado.
- El CIM se puede aprovechar al cien por ciento si se trabaja con líneas de productos similares donde no se requieran cambios constantes de dimensiones en los almacenamientos y en los elementos de transporte.

- Aunque la inversión en este tipo de sistemas es alta para algunos sectores, esta se justifica si se tiene una estrategia definida, procesos de la cadena de abastecimiento diferenciados y que además ofrece flexibilidad ante los cambios del mercado.

El diseño de la Fábrica Modelo en el Centro Tecnológico de Automatización Industrial, permitió integrar la mayor parte de conocimientos adquiridos a lo largo de la formación profesional con el valor agregado de la aplicación del criterio de cada uno de los integrantes del grupo de trabajo, convirtiéndola en un prototipo de industria con las mejores practicas organizacionales y productivas enfocada a la optimización de cada uno de los procesos de su cadena de abastecimiento.

Los mercados actuales, enfocados a la globalización obligan a los países en vía de desarrollo como Colombia a adaptar sus procesos productivos hacia la automatización y hacia el manejo eficiente de la información; es así, como el desarrollo del presente trabajo de grado es una preparación como ingenieros industriales a los nuevos retos que propone la economía actual; de la misma forma hace que la Universidad Javeriana juegue un papel crucial como transformadora y pionera en la aplicación de la tecnología contribuyendo al desarrollo de la industria en el país.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda al grupo de investigación la creación de una base de datos que permita guardar los tiempos visualizados en las ventanas diseñadas en el proyecto del Cosimir Control para la Fábrica Modelo donde se puedan almacenar los históricos de cada una de las operaciones ya así controlar constantemente los estándares de tiempo establecidos.
- Se recomienda al grupo de investigación instalar una estación manual en una de las posiciones aun vacías de la celda de manufactura, ya que la materia prima requerida para la fabricación de los productos en la Fábrica Modelo necesita de un proceso previo de roscado interior que no se puede efectuar en el torno con las herramientas actuales; igualmente, se sugiere implementar una estación de ensamble en una de las estaciones vacías del sistema con el fin de completar el proceso productivo entre el cuerpo y la rosca del producto.
- Se recomienda como posible trabajo de grado, el desarrollo de nuevas líneas de productos con la implementación de nuevas herramientas en el torno, y la configuración de nuevas posiciones del Robot Melfa Basic IV la Fábrica Modelo.
- Se recomienda al grupo de investigación incorporar dentro de la línea de productos, alguno que se machine en la fresadora de control numérico disponible en el CTAI con el fin de mostrar un proceso productivo más completo.
- Se recomienda al personal docente familiarizar a los estudiantes en cuanto al uso de maquinas de automatización existentes en el CTAI para que el miedo no se convierta en un impedimento para la investigación.
- Se recomienda al grupo que preste servicios a las empresas en el CTAI, tener en cuenta para el cálculo de asesorías y sesiones con el uso de la fábrica modelo el valor propuesto en el capítulo 7; y adicionalmente, agregar el valor del recurso docente empleado ya que este cálculo no lo contempla.
- Se recomienda al Laboratorio tener en cuenta las estrategias definidas en la Capítulo I, cuadro 1.1, para la consolidación de la Fábrica Modelo como herramienta para la docencia y asesoría a empresas.

- Se recomienda al Departamento de Procesos Productivos incentivar a los alumnos de la facultad de ingeniería para conocer el ICIM con el fin de promover investigaciones y desarrollos en un tema de vital importancia en el mundo industrial de hoy como lo es la automatización.
- Se recomienda a la facultad de ingeniería, promover un proyecto que integre el sistema MasterCam con el torno CNC existente en el CTAI, con el fin de automatizar el proceso de diseño y codificación en el sistema CAM.

## ANEXOS

### Anexo 1.1. Entrevista estructurada directa a comercializadores y fabricantes

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INGENIERIA INDUSTRIAL

NOMBRE DEL ESTABLECIMIENTO: \_\_\_\_\_

#### ENTREVISTA A COMERCIALIZADORES SECTOR ACCESORIOS PARA ESTRUCTURAS DE VIDRIO

1. ¿Dentro de los productos que se venden en este establecimientos se encuentran algunos de los siguientes?

Botones para puertas de baño  
Distanciadores para estructuras de vidrio  
Piezas mecanizadas para estructuras de vidrio

2. ¿Esta empresa se dedica a la comercialización, fabricación o comercialización y fabricación de este tipo de productos?

3. Cuales son los accesorios que mas vende? En cuanto a material, diseño, tamaño.  
¿Aproximadamente en que cantidad?

4. Cuáles son sus principales clientes?

Si es comercializador

5. ¿Cuántos proveedores maneja para este tipo de accesorios?

6. ¿Cada cuanto hace pedidos a su proveedor de este tipo de accesorios?

7. ¿Cuál es la cantidad mínima de pedido?

8. ¿Tiene usted inventario de estos productos?

9. ¿Cuál es el tiempo de entrega de su proveedor?

10. ¿Cuáles de los siguientes criterios son los mas importantes al momento de escoger un proveedor?

- Calidad

- Precio
- Acabados
- Variedad de diseños
- Entregas.

11. ¿ Estos productos son rentables debido a margen que deja cada uno o al volumen de venta de los mismos?

Si es Fabricante

5. ¿Cada cuanto programa la fabricación de estos articulos?

6. ¿Cuál es la cantidad mínima de pedido?

7. ¿Cuál es el tiempo de entrega de los pedidos?

8. ¿Qué variedad de diseños manejan?

9. ¿Cuál es el tiempo de entrega para diseños especiales?

10. ¿Cuáles de los siguientes criterios son los mas exigidos por el cliente?

- Calidad
- Precio
- Acabados
- Variedad de diseños
- Entregas.

11. ¿ Estos productos son rentables debido a margen que deja cada uno o al volumen de venta de los mismos?

## Anexo 1.2. Tabulación encuesta a comercializadores

	Nombre establecimiento	PREGUNTAS										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	ALLUSER	Botones para puertas de baños Distanciadores para estructuras de Vidrio Piezas mecanizadas	Comercialización de productos	Distanciadores de 3/4" y 1" de Ancho	Fabricantes de Divisiones de baño instaladores de vidrio	1 o 2	cuando el nivel de inventario llega a 2 u	de 2 a 4 docenas	mínimo 0	1 Semana	calidad precio	Volumen
2	Aluminios y Sistemas LTDA	Botones para puertas de baños Distanciadores para estructuras de Vidrio	Comercialización de productos	Cilindro Toallero en charpañe o Blanco mate	Fabricantes de Divisiones de baño instaladores de vidrio	1 o 2	Cada 15 días	de 20 a 25 unidades	no	1 día	calidad precio Acabados	No sabe
3	ALUMINET	Botones para puertas de baños Distanciadores para estructuras de Vidrio Piezas mecanizadas Chapetas	Comercialización de productos Y Fabricación de Productos	Dilatadores de Aluminio de 3cm de diametro con rosca 5/16"	Diseñadores e instaladores	1	cada 15 días o un mes	1 docena	no	3 días	calidad precio	Margen 40 y el 35%
4	ALUQUINETA	Botones para puertas de baños Distanciadores para estructuras de Vidrio	Comercializador	Los cilindros y los mas grandes de 1" de diametro	Constructores e Instaladores	1	cada 15 días	25 a 30 unidades	si	3 y 4 días	Acabados	Volumen
5	FERRIALUMINIOS	Botones para puertas de baños Distanciadores para estructuras de Vidrio	Comercializador	Botones toallero y puertas de baño	Arquitectos del aluminio	2	cuando el nivel llega a 0	1 o 2 docenas	no	1 semana	precio acabados	Volumen -pequeños margen- en los grandes
6	Ensamblés & Diseños	Botones para puertas de baños Distanciadores para estructuras de Vidrio	Fabricación y Comercialización	Distanciadores y piezas mecanizadas para muebles de madera y vidrio	Diseñadores y arquitectos	1	cada vez que un cliente pide algo nuevo	0	4 variado	4 o 5 días	Calidad entregas	margen
7	Aluminios JR	botones para puertas de baños Distanciadores para estructuras de Vidrio Piezas mecanizadas	Comercialización	botones toalleros distanciadores de 1" de diametro	instaladores de Aluminio	1	cada semana	1 docena	5 u de cada diseño	1 día	precio acabados	Volumen
8	Universal de Aluminio	Botones para puertas de baños Distanciadores para estructuras de Vidrio Piezas mecanizadas	Comercialización	Distanciadores cilindricos Botones de sujección para puertas de baño.	instaladores de Aluminio	2	cada 2 semanas	2 o 3 docenas	en Algunos tipos	1 semana	Calidad Precio Acabados	No sabe
9	Cabinas y Accesorios	Botones para puertas de Baño	Comercialización	Botones para puertas de vidrio	Maestro e instaladores de Vidrio	2	cada 15 días o un mes	2 docenas	no	1 semana	precio acabados	Volumen
10	FALBRO	Distanciadores para estructuras de Vidrio Piezas mecanizadas para estructuras de Vidrio Fachadas Flotantes	Fabricación	Divisiones de puertas de baño y accesorios para fachadas flotantes	instaladores de Ventanería, Arquitectos y Diseñadores	1	cuando el cliente lo solicita	1 unidad	3 días	amplio	4 o 5 días	precio acabados margen

## Anexo 2.1. Entrevista directa estructurada para arquitectos

Pontificia Universidad Javeriana  
Facultad de Ingeniería  
Ingeniería Industrial

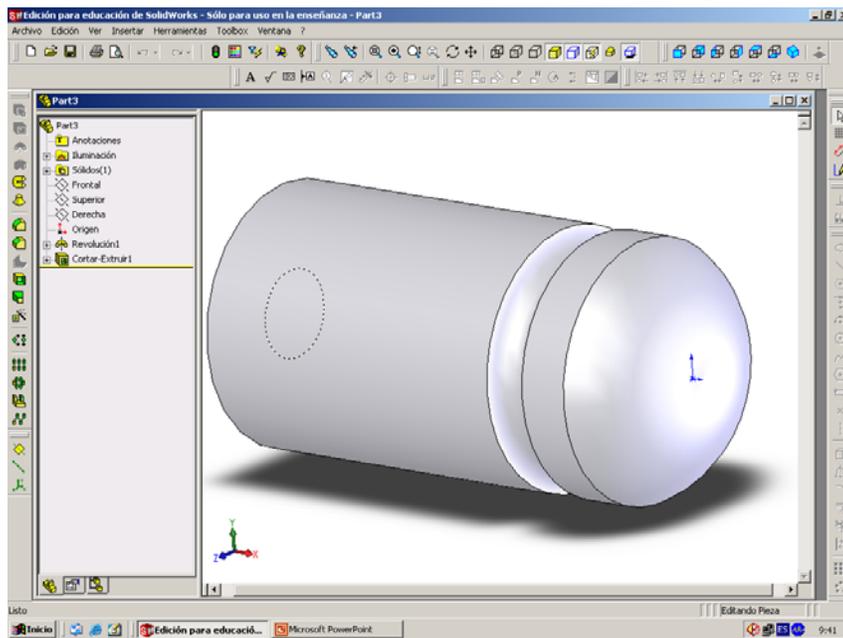
Fecha \_\_\_\_\_

Nombre \_\_\_\_\_

Ocupación \_\_\_\_\_

1. ¿Dentro del desarrollo de su oficio utiliza accesorios para sujeción de puertas, muebles de Vidrio como los que se muestran? (imagen 1) ¿Cuales?
2. ¿A que proveedores o en que lugares acostumbra usted o su empresa a comprarlos? ¿Tiene algún proveedor fijo?
3. ¿Cuales considera usted que son los mejores materiales para estos accesorios?
4. ¿Que factores tiene usted en cuenta en el momento de escoger el material del producto?
5. ¿Que factores tiene usted en cuenta en el momento de escoger el diseño del producto?
6. ¿Los tamaños de estos accesorios son estándares o son flexibles de acuerdo a sus necesidades?, ¿Si hay estándares cuales son?
7. Que espera usted de sus proveedores en cuanto a Precio, entrega, calidades del productos; que tan estrictas deben ser las especificaciones del producto?
8. Cuales son los problemas más frecuentes con los que usted se encuentra al momento de recibir o comprar estos accesorios?

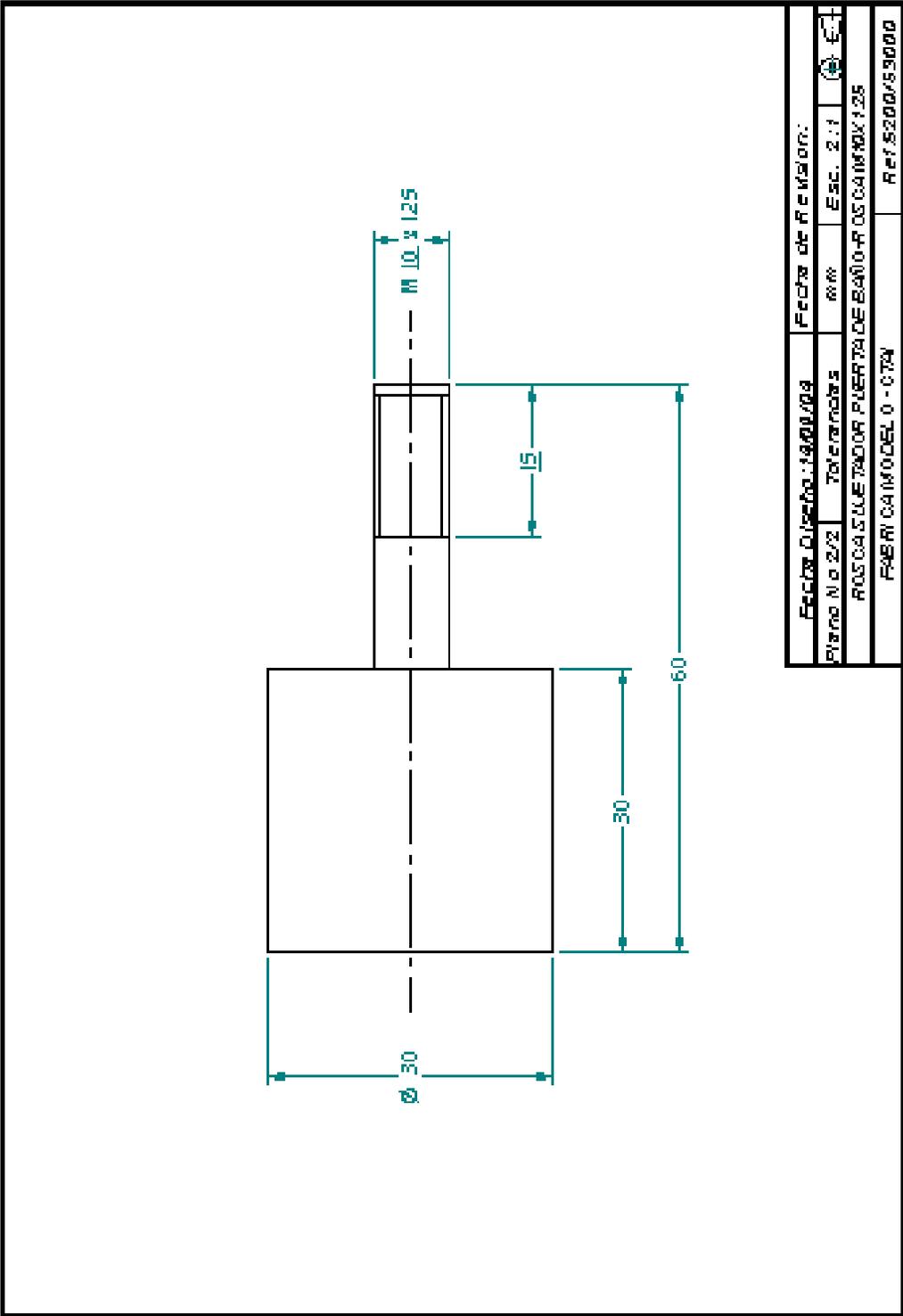
**Anexo 2.2 Perfil de Producto**  
**Figura 2.5. Perfil del producto en Solid Works**

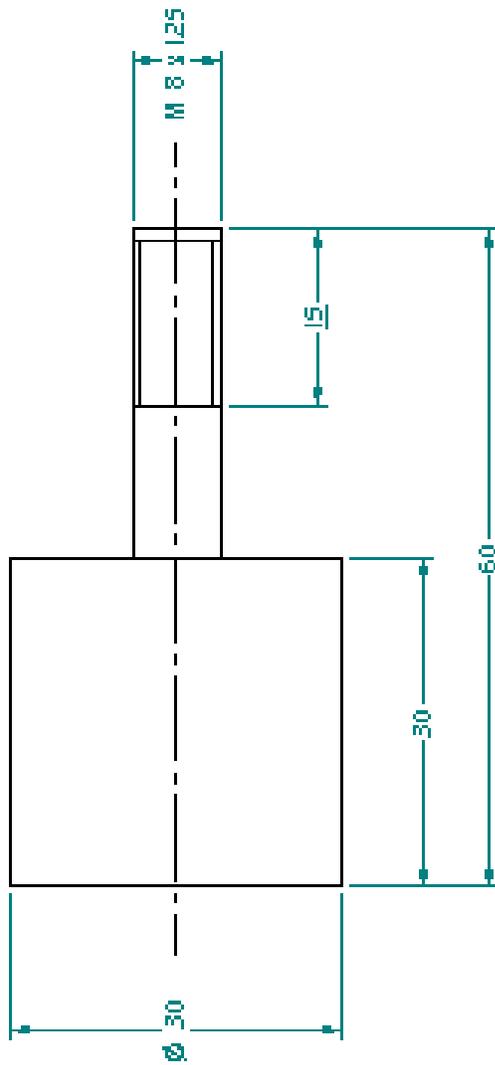


**Figura 2.6. Perfil revolucionado**

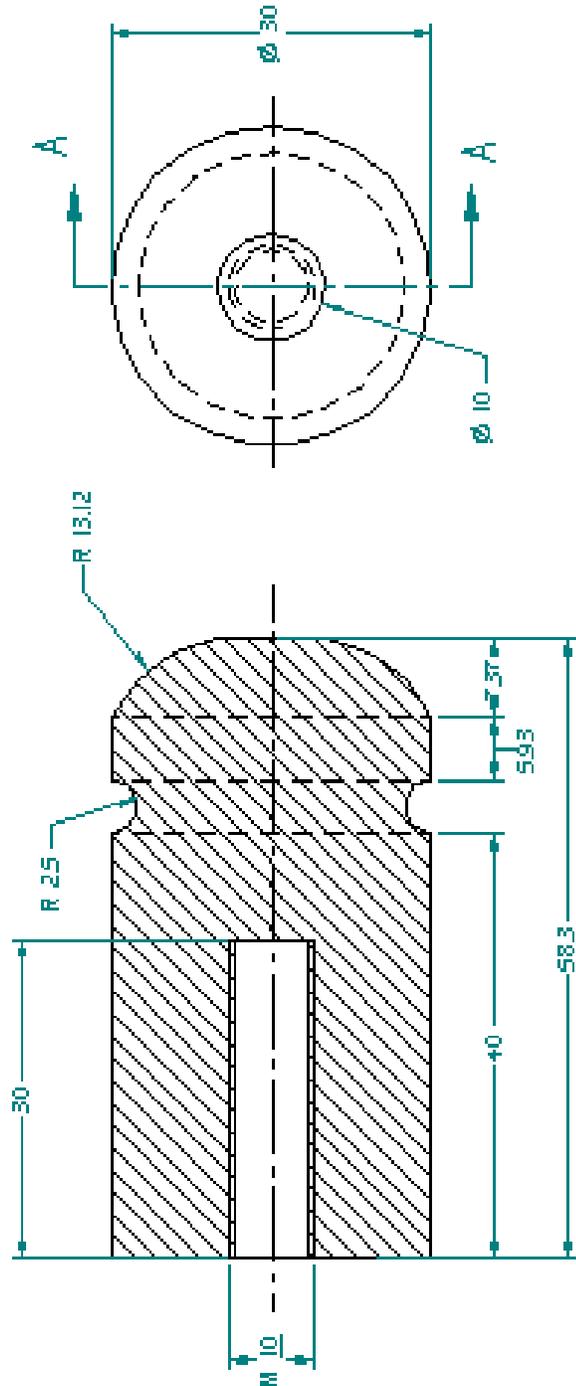
## **Anexo 2.3 Planos de las piezas**

Plano del Cuerpo Sujetador para



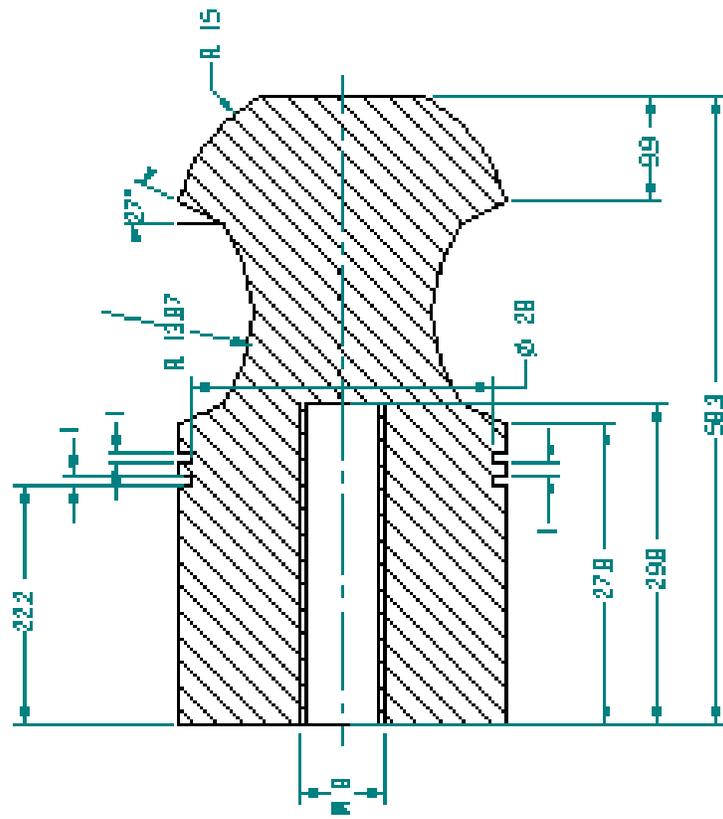
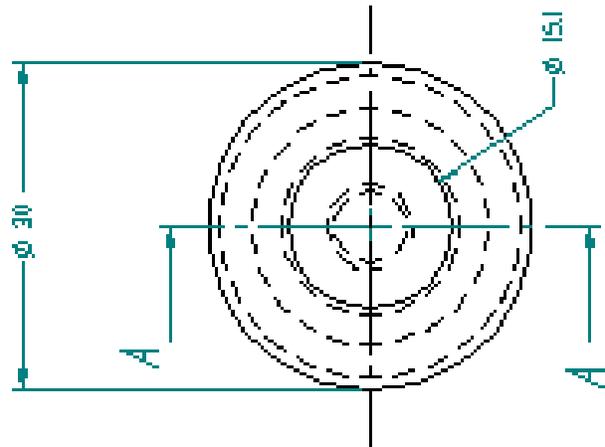


Fecha: 01/06/2004	Fecha de Revisión:
Plano No. 242	Tolerancias
CUERPO SIMETRADOR PUER 79 DE BAÑO ROSARIO X 125	
FABRICA MOELO - 079	
Ref: 53200/52200	



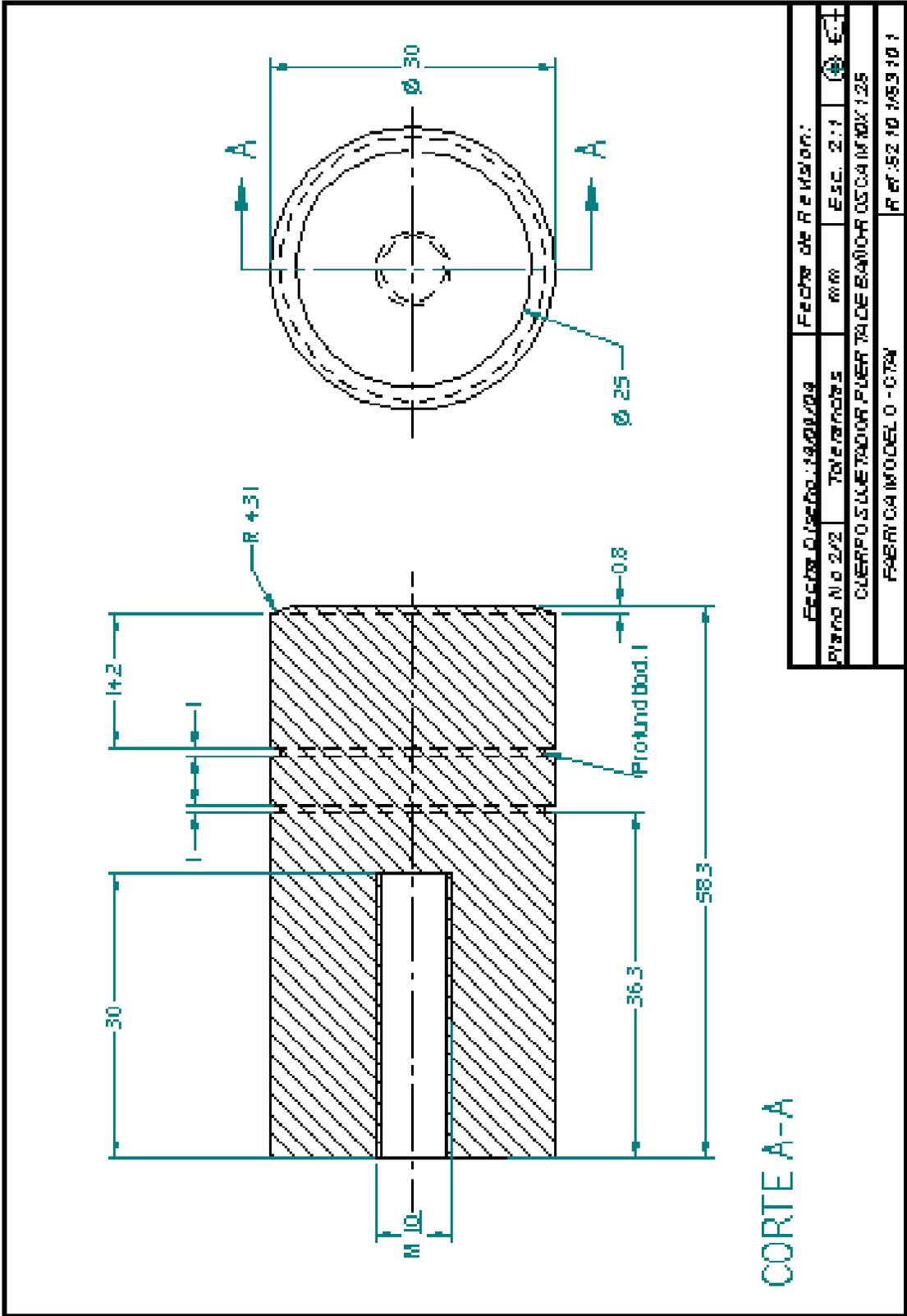
CORTE A-A

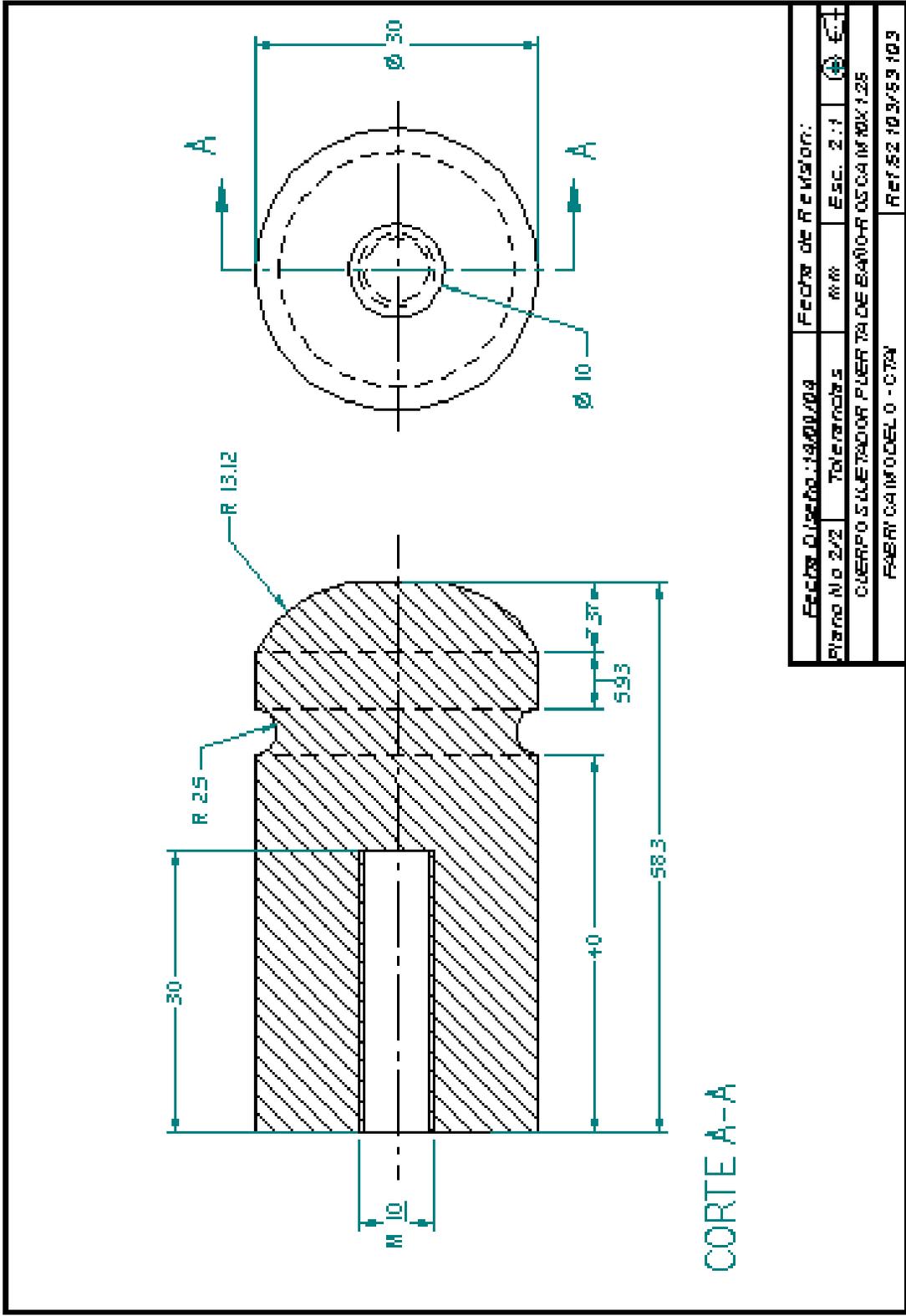
Fecha Quisito: 18/01/2014		Fecha de Revisión:	
Página No. 2/2	TOLERANCIAS	mm	Esc. 2:1
CUERPO SUELTADOR FUERA TA DE BANCOP OS CAIMOX 1.25			
FABRICA MODELO - 0794		Ref: 52 103653 103	



CORTE A-A

Fecha Diseño: 09/09/09	Fecha de Revisión:
Folio No. 02	Tolerancias
mm	Esc. 2:1
UNEPD - SUBFABRIL PARA DE BANDO DE SEA MAY 1.73	00-64
FABRICA-MODELO-0794	Ref: 5207





Fecha Diseño: 14/09/2014	Fecha de Revisión:
Plano No. 2/2	Tolerancias
mm	Esc. 2:1
CUERPO SUELTADOR FUERTI TA DE BAÑO-FOSCA M10X125	
FABRICA MODELO - C794	Ref: S2 103453 103

Anexo 2.4 Ficha técnica producto 52102/52202/53102/53202

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA CENTRO TECNOLÓGICO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL "CTAI" FÁBRICA MODELO		
FICHA TÉCNICA DE BOTONES SUJETADORES		
<b>Características de la Parte:</b>		
Nombre de la Parte:	Boton sujetador de puertas para baños	
Código (Stock Code):	52102/52202/53102/53202	
Norma asociada:		
Proveedor:		
Fabricante:	Fábrica Modelo CTAI	
Descripción		
Materiales		
Recomendado	Composición Química (Densidad)	
Aluminio	2,7	
Bronce	8,6	
Cera	0,89	
Procesos de Fabricación		
Cuerpo		
Tipo de Proceso	Máquina(s) Herramienta(s) Empleada(s)	Tipo de acabado superficial
Desbaste	Torno Emco-H/ta T0101	No
Perfilado	Torno Emco-H/ta T0101	No
Acabado	Torno Emco-H/ta T0101	No
Tornillo		
Tipo de Proceso	Máquina(s) Herramienta(s) Empleada(s)	Tipo de acabado superficial
Desbaste	Torno Emco-H/ta T0101	No
Tronzado	Torno Emco-H/ta T0505	No
Perfilado	Torno Emco-H/ta T0101	No
Acabado	Torno Emco-H/ta T0101	No
Roscado	Torno Emco-H/ta T0808	No
Pruebas de Calidad		
Tipo de Prueba Realizada	Medición de las especificaciones	Observaciones

Ficha técnica producto 52103/52203/53103/53203

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA CENTRO TECNOLÓGICO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL "CTAI" FÁBRICA MODELO		
FICHA TÉCNICA DE BOTONES SUJETADORES		
<b>Características de la Parte:</b>		
Nombre de la Parte:	Botón sujetador de puertas para baños	
Código (Stock Code):	52103/52203/53103/53203	
Norma asociada:		
Proveedor:		
Fabricante:	Fábrica Modelo CTAI	
Descripción		
Materiales		
Recomendado	Composición Química (Densidad)	
Aluminio	2,7	
Bronce	8,6	
Cera	0,89	
Procesos de Fabricación		
Cuerpo		
Tipo de Proceso	Máquina(s) Herramienta(s) Empleada(s)	Tipo de acabado superficial
Desbaste	Torno Emco-H/ta T0101	No
Perfilado	Torno Emco-H/ta T0101	No
Acabado	Torno Emco-H/ta T0101	No
Tornillo		
Tipo de Proceso	Máquina(s) Herramienta(s) Empleada(s)	Tipo de acabado superficial
Desbaste	Torno Emco-H/ta T0101	No
Tronzado	Torno Emco-H/ta T0505	No
Perfilado	Torno Emco-H/ta T0101	No
Acabado	Torno Emco-H/ta T0101	No
Roscado	Torno Emco-H/ta T0808	No
Pruebas de Calidad		
Tipo de Prueba Realizada	Medición de las especificaciones	Observaciones

**Anexo 2.5. Programa para el mecanizado del cuerpo del producto**

Programa 611	Programa 612	Programa 613
N5 G90 G71 G40 G80 G95	N5 G90 G80 G40 G71 G95	N5 G90 G71 G40 G80 G95
N10 G28 U0	N10 G28 U0	N10 G28 U0
N15 G28 W0	N15 G28 W0	N15 G28 W0
N20 G92 X82 Z73.000	N20 G92 X82 Z73.000	N20 G92 X82 Z73.000
N25 G92 S1500	N25 G92 S1500	N25 G92 S3000
N30 G0 X50 Z30	N30 G0 X50 Z30	N30 G0 X50 Z30
N35 T0101	N35 T0101	N35 T0101
N40 M4 S1500 G96 F0.1	N40 M4 S1500 G96 F0.1	N40 M4 S1500 G96 F0.1
N45 G0 X30.5 Z0	N45 X31 Z1	N45 G0 X32 Z1
N50 G73 U0.2 R1	N50 G73 U0.2 R1	N50 G73 U0.2 R1
N55 G73 P60 Q90 U0 W0	N55 G73 P65 Q75 U0 W0	N55 G73 P60 Q75 U0 W0
N60 G1 X15.4	N65 G1 X25	N60 G1 X0 Z0
N65 G3 X30 Z-15.7 R15	N70 G3 X30 Z-2.5 R2.5	N65 G3 X30 Z-7.37 R13.12
N70 G1 X26 Z-17.7	N75 G1 Z-30	N70 G1 Z-13.30
N75 G2 Z-30.38 R7.85	N80 G1 X32	N75 G2 X30 Z-18.3 R2.5
N80 G1 X30 Z-32.38	N85 G0 X50 Z30	N85 G1 X32
N85 G1 Z-35	N90 T0808	N90 G0 X50 Z30
N90 G1 X34	N95 M4 S1000 G96 F0.005	N95 T0101
N95 G0 X50 Z30	N100 G0 X32 Z-15	N105 G28 U0 W0
N100 T0808	N105 G1 X28	N106 M5
N105 M04 S1000 G96 F0.005	N115 G1 X32	N110 M2
N110 G0 X32 Z-35.5	N116 G1 Z-21	
N115 G1 X26.53	N117 G1 X28	
N120 G0 X32	N118 G1 X32	
N125 G0 Z-37.5	N120 G0 X50 Z30	
N130 G1 X26.53	N125 T0101	
N135 G0 X32	N130 G28 U0 W0	
N140 G0 X50 Z30	N135 M5	
N145 T0101	N140 M2	
N150 G28 U0 W0		
N155 M5		
N160 M2		

### Anexo 2.6. Programa para el mecanizado del tornillo del producto

Programa 614	Programa 615
N5 G90 G71 G40 G80 G95	N5 G90 G71 G40 G80 G95
N10 G28 U0	N10 G28 U0
N15 G28 W0	N15 G28 W0
N20 G92 X82 Z73.000	N20 G92 X82 Z73.000
N25 G92 S3000	N25 G92 S3000
N30 G0 X50 Z30	N30 G0 X50 Z30
N65 T0101	N65 T0101
N70 M4 S1500 G96 F0.1	N70 M4 S1500 G96 F0.1
N75 G0 X32 Z0	N75 G0 X32 Z0
N80 G1 X30	N80 G1 X30
N85 G91	N85 G91
N90 G20 U-3 W-33.3 F0.2	N90 G20 U-3 W-33.3 F0.2
N95 U-6	N95 U-6
N100 U-9	N100 U-9
N105 U-12	N105 U-12
N110 U-15	N110 U-15
N115 U-18	N115 U-18
N120 U-20	N120 U-22
N125 G90	N125 G90
N126 G0 X50 Z30	N126 G0 X50 Z30
N130 G0 X15 Z0	N130 G0 X10 Z0
N135 G73 U0.2 R1	N135 G73 U0.2 R1
N140 G73 P145 Q150 U0 W0	N140 G73 P145 Q150 U0 W0
N145 G1 X9.5	N145 G1 X7.5
N150 G1 X10 Z-0.5	N150 G1 X8 Z-0.5
N155 G1 X15	N155 G1 X15
N160 G0 X50 Z30	N160 G0 X50 Z30
N165 T0404	N165 T0404
N170 M4 S1500 G95 F0.05	N170 M4 S1500 G95 F0.05
N175 G0 X13 Z-18.3	N175 G0 X11 Z-18.3
N180 G78 P7 P0.5 P60 Q200	N180 G78 P7 P0.5 P60 Q200
R0	R0
N185 G78 X8 Z0 R0 P1075	N185 G78 X6 Z0 R0 P1075
Q6000 F1.25	Q6000 F1.25
N190 G1 X20	N190 G1 X20
N195 G0 X50 Z30	N195 G0 X50 Z30
N200 T0101	N200 T0101
N210 G28 U0 W0	N205 G28 U0 W0
N211 M5	N210 M5
N215 M2	N215 M2

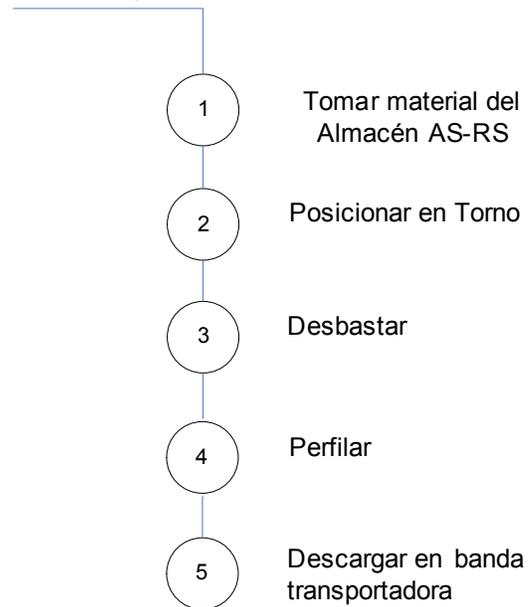
## Anexo 2.7. Diagramas de Procesos

### DIAGRAMA DE OPERACIONES

Cuerpo – Botones sujetadores

Referencias: 52101, 52102, 52103,  
52201, 52202, 52203,  
53101, 53102, 53103,  
53201, 53202, 53203

Barra de Aluminio (58.3X30 mm)  
Cuerpo



## DIAGRAMA DE OPERACIONES

Rosca – Botones sujetadores

Referencias: 52100, 52200  
5310053200

Barra de Aluminio (58.3X30 mm)  
Rosca

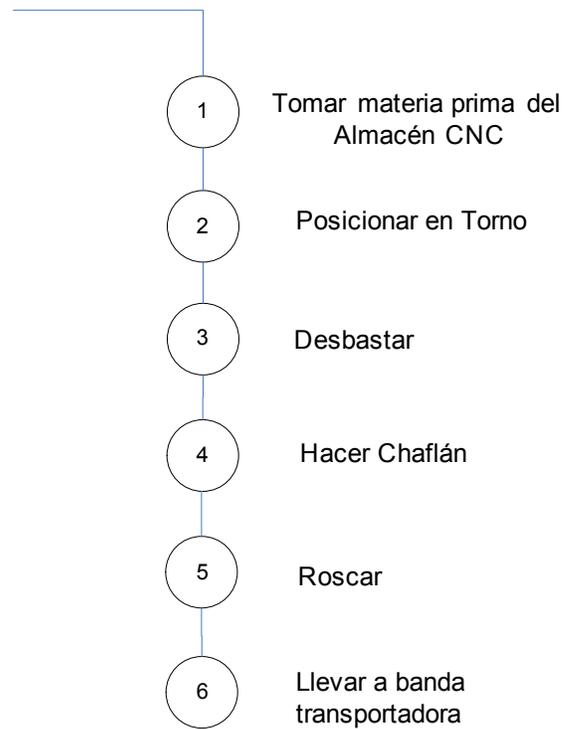


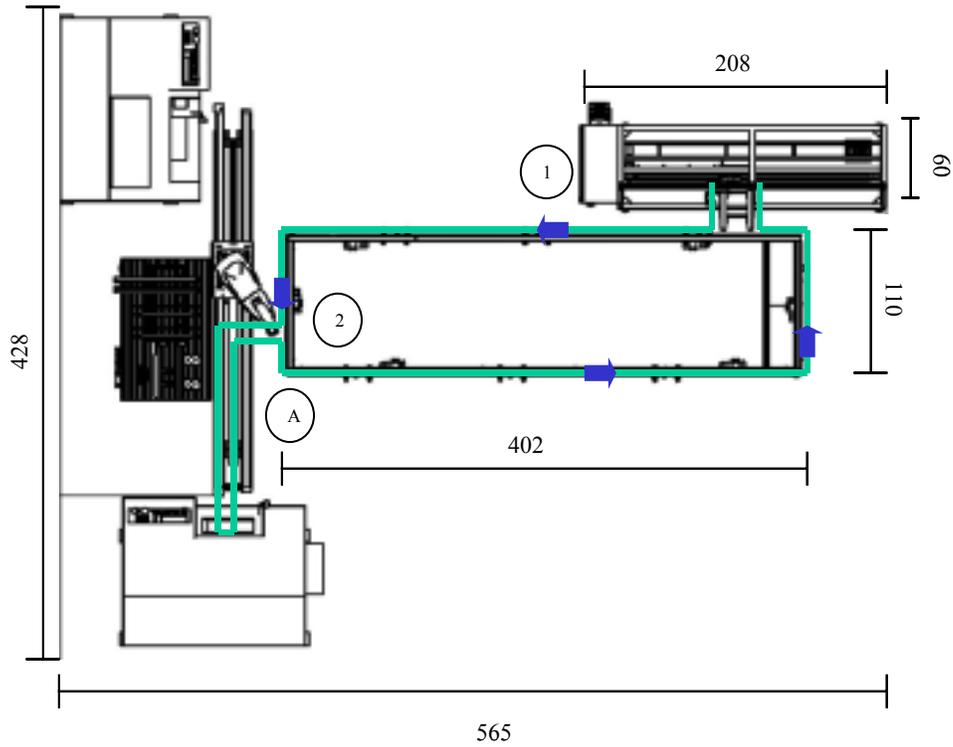
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO									
Ubicación: Centro Tecnológico de Automatización Industrial									
Actividad: Fabricación cuerpo de botones para sujeción									
Fecha: 29 de Agosto de 2004									
Descripción de la Actividad	Símbolo	Tiempo (Segundos)			Distancias (cm)	Observaciones			
		611	612	613					
Tomar materia prima de almacén AS-RS		5	5	5	115				
Llevar material al torno		136,375	136	136,375	162,5				
Desbastar		668,622	96,5	95,4	-				
Perfilar		11,54	130	5,6	-				
Tomar pieza del torno		16,8	16,8	16,8	109				
Descargar pieza en el pallet		17,3	17,3	17,3	109				
Llevar pallet a banda transportadora		4,9	4,9	4,9	20				
Trasportar a almacén de producto terminado		52,7	52,7	52,7	475				
Tomar pallet de la banda transportadora		11	11	11	5				
Posicionar en almacén de producto terminado		6,4	6,4	6,4	115				
Almacenar		300	300	300	-				
<b>Total</b>		<b>1230,637</b>	<b>776</b>	<b>651,475</b>	<b>1110,5</b>				

Resumen	Actividad	Total
	Operación	6
	Transporte	4
	Demora	1
	Inspección	1
	Almacenaje	1

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO									
Ubicación: Centro Tecnológico de Automatización Industrial									
Actividad: Fabricación rosca de botón de sujeción									
Fecha: 29 de Agosto de 2004									
Descripción de la Actividad	Símbolo	Tiempo (Segundos)		Distancias (cm)	Observaciones				
		614	615						
Tomar materia prima del almacén CNC		5	5	109					
Llevar material al torno		126,375	126,375	70					
Desbastar		0,56	1,56	-					
Hacer chafán		5,1	5,1	-					
Roscar		96,9	90,9	-					
Tomar pieza del torno		16,8	16,8	109					
Descargar pieza en el pallet		17,3	17,3	109					
Llevar pieza a banda transportadora		4,9	4,9	20					
Trasportar a almacén de producto terminado		52,7	52,7	475					
Tomar pieza de la banda transportadora		11	11	5					
Posicionar en almacén de producto terminado		6,4	6,4	115					
Almacenar		300	300	-					
<b>Total</b>		<b>643,035</b>	<b>638,035</b>	<b>1012</b>					

Resumen	Actividad	Total
	Operación	7
	Transporte	4
	Demora	1
	Inspección	0
	Almacenaje	1

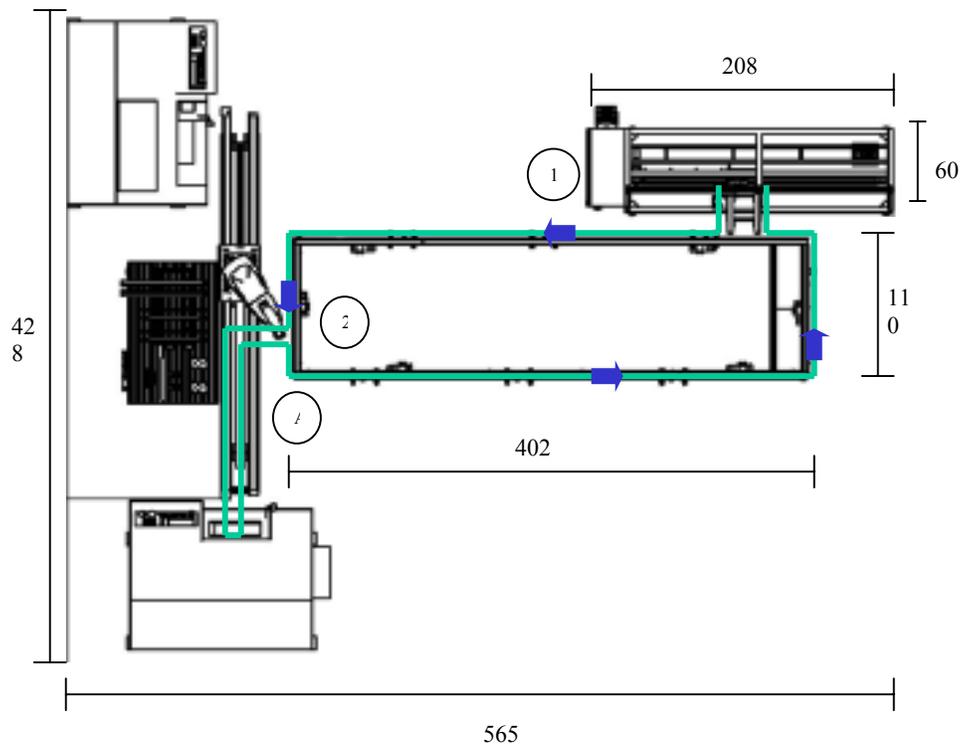
## DIAGRAMA DE RECORRIDO ROSCA EXTERNA



### Operaciones:

1. Recoger materia prima
  - A. Posicionar torno
  - Desbastar
  - Chaflán
  - Roscar
2. Llevar a banda transportadora

## DIAGRAMA DE RECORRIDO CUERPO DEL PRODUCTO



### Operaciones:

1. Recoger materia prima
  - A. Posicionar torno
  - Desbastar
  - Perfilar
2. Llevar a banda transportadora

### Anexo 3.1 Base de datos sistema AS-RS Tab first time

SLOT_NO	PART_NO	QUANTITY	ORDER_NO	RESERVED	ZONE	AGV
1	52101	1	0	0	1	0
2	52102	1	0	0	1	0
3	53101	1	0	0	1	0
4	42100	1	0	0	1	0
5	42100	1	0	0	1	0
6	42100	1	0	0	1	0
7	42200	1	0	0	1	0
8	42200	1	0	0	1	0
9	42200	1	0	0	1	0
10	42200	1	0	0	1	0
11	62200	1	0	0	1	0
12	62200	1	0	0	1	0
13	62200	0	0	0	1	0
14	43100	1	0	0	1	0
15	43100	1	0	0	1	0
16	43100	1	0	0	1	0
17	43200	1	0	0	1	0
18	43200	1	0	0	1	0
19	43200	1	0	0	1	0
20	43200	1	0	0	1	0
21	62201	1	0	0	1	0
22	62201	1	0	0	1	0
23	62201	1	0	0	1	0
24	62201	1	0	0	1	0
25	62201	1	0	0	1	0
26	62201	1	0	0	1	0
27	62201	1	0	0	1	0
28	62201	1	0	0	1	0
29	62201	1	0	0	1	0
30	62201	1	0	0	1	0
31	62201	1	0	0	1	0
32	62201	1	0	0	1	0
33	62201	1	0	0	1	0
34	62201	1	0	0	1	0
35	62201	1	0	0	1	0
36	62201	1	0	0	1	0
37	62201	1	0	0	1	0
38	62201	1	0	0	1	0
39	62201	1	0	0	1	0
40	62201	1	0	0	1	0

TAB PRODUCTS

PART_NO	DESCRIPTION	ZONE	HK		CLASS
0	empty shelf	1	0 pta	0 pta	2
15204	ensamble plano	1			5
15211	Ensamble Tipo 1, aluminio (Cuerpo Tipo 1, rosca M8X125)	1			5
15212	Ensamble Tipo 2, aluminio (Cuerpo Tipo 2, rosca M8X125)	1			5
15221	Ensamble Tipo 1, aluminio (Cuerpo Tipo 1, rosca M10X125)	1			5
15222	Ensamble Tipo 2, aluminio (Cuerpo Tipo 2, rosca M10X125)	8			5
15311	Ensamble Tipo 1, Bronce (Cuerpo Tipo 1, rosca M8X125)	1			5
15312	Ensamble Tipo 2, Bronce (Cuerpo Tipo 2, rosca M8X125)	1			5
15321	Ensamble Tipo 1, Bronce (Cuerpo Tipo 1, rosca M10X125)	1			5
15322	Ensamble Tipo 2, Bronce (Cuerpo Tipo 2, rosca M10X125)	1			5
30000	Nuevo Desarrollo	1			3
42000	Materia Prima Cilindrica, Aluminio, d=30mm, l=58.36mm	1			1
42100	Materia Prima Cilindrica, Aluminio, d=30mm, l=58.36mm, M8X1.25	1			1
42200	Materia Prima Cilindrica, Aluminio, d=30mm, l=58.36mm, M10X1.25	1			1
43000	Materia Prima Cilindrica, Bronce, d=30mm, l=58.36mm	1			1
43100	Materia Prima Cilindrica, Bronce, d=30mm, l=58.36mm, M8X1.25	1			1
43200	Materia Prima Cilindrica, Bronce, d=30mm, l=58.36mm, M10X1.25	1			1
52100	Rosca M10X1.25 , Aluminio	1			3
52101	Sujetador tipo 1, Aluminio, rosca M10X125	1			3
52102	Sujetador tipo 2, Aluminio, rosca M10X125	1			3
52103	Sujetador tipo 3, Aluminio, rosca M10X125	1			3
52200	Rosca M8X1.25, Aluminio	1			3
52201	Sujetador tipo 1, Aluminio, rosca M8X125	1			3

52202	Sujetador tipo 2, Aluminio, rosca M8X125	1				3
52203	Sujetador tipo 3, Aluminio, rosca M8X125	1				3
53100	Rosca M10X1.25,Bronce	1				3
53101	Sujetador tipo 1, Bronce, rosca M10X125	1				3
53102	Sujetador tipo 2, Bronce, rosca M10X125	1				3
53103	Sujetador tipo 3, Bronce, rosca M10X125	1				3
53200	Rosca M8X1.25,Bronce	1				3
53201	Sujetador tipo 1, Bronce, rosca M8X125	1				3
53202	Sujetador tipo 2, Bronce, rosca M8X125	1				3
53203	Sujetador tipo 3, Bronce, rosca M8X125	1				3
62200	Pallet vació Cilíndrico	1				4
62201	Pallet vació plano	1				0

#### TAB STORE

SLOT_NO	PART_NO	QUANTITY	ORDER_NO	RESERVED		AGV
1	52101	1	0	0	1	0
2	52102	1	0	0	1	0
3	53101	1	0	0	1	0
4	42100	1	0	0	1	0
5	42100	1	0	0	1	0
6	42100	1	0	0	1	0
7	52203	1	0	0	1	0
8	42200	1	0	0	1	0
9	42200	1	0	0	1	0
10	42200	1	0	0	1	0
11	62200	1	0	0	1	0
12	62200	1	0	0	1	0
13	62200	0	0	0	1	0
14	43100	1	0	0	1	0
15	43100	1	0	0	1	0
16	43100	1	0	0	1	0
17	43200	1	0	0	1	0
18	43200	1	0	0	1	0
19	43200	1	0	0	1	0

20	43200	1	0	0	1	0
21	62201	1	0	0	1	0
22	62201	1	0	0	1	0
23	62201	1	0	0	1	0
24	62201	1	0	0	1	0
25	62201	1	0	0	1	0
26	62201	1	0	0	1	0
27	62201	1	0	0	1	0
28	62201	1	0	0	1	0
29	62201	1	0	0	1	0
30	62201	1	0	0	1	0
31	62201	1	0	0	1	0
32	62201	1	0	0	1	0
33	62201	1	0	0	1	0
34	62201	1	0	0	1	0
35	62201	1	0	0	1	0
36	62201	1	0	0	1	0
37	62201	1	0	0	1	0
38	62201	1	0	0	1	0
39	62201	1	0	0	1	0
40	62201	1	0	0	1	0

### Anexo 3.2 Plan de proceso para la fabricación del cuerpo del producto

*****				
; inicializacion de variables				
*****				
;7		DIALOG	%operario = GetText("Ingrese su nombre")	
;8		DIALOG	%Norden = GetText("Ingrese el numero de orden")	
10		.CALC	%selcuerpo = %Par.1	
20		.CALC	%selmaterial = %Par.2	
30		.CALC	%selrosca = %Par.3	
;37		\$ProcVis	OpenVisWnd("tiempos cuerpo.lvc")	
*****				
; Definicion del tipo de materia prima para descargarla del almacen y				
*****				
40		.CALC	%selrosca	
50	1	.CALC	%ros = 100	
	2	.CALC	%ros = 200	
		.NOOP		
60		.CALC	%selmaterial	
70	1	.CALC	%tipomp = 42000 + %ros	
	2	.CALC	%tipomp = 43000 + %ros	
		.NOOP		
75		.CALC	%selcuerpo	
76	1	.CALC	%tipopt = %tipomp + 10001	
	2	.CALC	%tipopt = %tipomp + 10002	
	3	.CALC	%tipopt = %tipomp + 10003	
	4	.CALC	%tipopt = 30000	
		.NOOP		
81	ABORT	.NOOP		END
		.NOOP		
85		.CALC	%selcuerpo	
86	1	.CALC	%numprog = 611	
	2	.CALC	%numprog = 612	
	3	.CALC	%numprog = 613	
	4	.CALC	%numprog = 616	
		.NOOP		
*****				
; Inicia proceso productivo y coloca la pieza en la posicion 1				
*****				
88		.CALC	%A = NOW()	
89		.CALC	%TA = %A	
89A		.CALC	#TA2 = %TA	
90		Transport	REQUIRE	
;91		.CALC	#xx	
100		.CALL	Stockprocess("Retrieve PN", %tipomp)	
110	ABORT	.CALC	%error = "NOK"	Rel
		Transport	SetProductd(%tipomp)	
TO CNC		.CALC	%n = 1	
115		Transport	to CNC Feeder	
120		.CALC	%B = NOW()	
122		.CALC	%SB = %B	
125		.CALC	%Tt = %B - %TA	
126		.CALC	%Ttransporte = (%Tt)/1000	
127		.CALC	#Ttransporte2 = %Ttransporte	
*****				
; calculo variable posicion pallet CNC-Feeder d				

*****					
L1		.CALC	#Dev.CNC_Feeder.Buf		
	128	.CALC	%PalPos = %n	StartMo	
		.CALC	%n = %n + 1		
	129	3.NOOP		TO CN	
		.NOOP		L1	
*****					
;					
StartMove		.CLAIM	#Dev.CNC_Feeder.Re		
	130	CNC_Feeder	StartPrg("MP",15,%Pal		
	135	.NOOP	Pos,0)	END	
		0 Transport	SetProductId("")		
*****					
; escribir la referencia del producto en la posicion 1 o 2					
*****					
	136	.CALC	#Dev.CNC_Feeder.Buf		
			Pos[%PalPos]		
			=%tipomp		
	137	.RELEASE	#Dev.CNC_Feeder.Re		
			ady		
*****					
;carga el torno, corre programa, descarga la pieza y solicita carro					
*****					
	150	Transport	RELEASE		
*****					
;esperar hasta que el robot este libre					
*****					
GetRob1		.CLAIM	#Dev.Turn.Ready		
*****					
CHARGE		.CLAIM	#Dev.CNC_Feeder.Re		
	160	CNC_Feeder	StartPrg("LTURN",		
	161	ABORT	%PalPos,0,0)	ABORT	
		.RELEASE	#Dev.CNC_Feeder.Re		
	162	.CALC	ady		
162A		.CALC	%C = NOW()		
	163	.CALC	%SC = %C		
	164	.CALC	%Tc = %SC- %SB		
164.A		.CALC	%Tcarga = %Tc/1000		
	165	.CALL	#Tcarga2 = %Tcarga		
SM	ABORT	.CALC	Startturn(%numprog)		
		.NOOP	%error = "RetrMan"	ABORT	
	167	.CALC	%D = NOW()		
167A		.CALC	%SD = %D		
	168	.CALC	%Tp = %SD - %SC		
	169	.CALC	%Tprocesado =		
169.A		.CALC	%Tp/1000		
		.CALC	#Tprocesado2 =		
UnloadTurn		.CLAIM	%Tprocesado		
	170	CNC_Feeder	#Dev.CNC_Feeder.Re		
	175	.NOOP	ady		
		ABORT	StartPrg("ULTURN",		
		.CALC	%PalPos,0,0)		
*****					
;todo esta bien?					
*****					
ABORT		.CALC	#Dev.CNC_Feeder.Re		
			ady		
ME1	0	.RELEASE	#Dev.CNC_Feeder.Re		
		.NOOP	ady		
ME2		.CALC	#Dev.Turn.Ready		



### Anexo 3.3 Plan de proceso para la fabricación de la rosca externa del producto

*****					
; inicializacion de variables					
*****					
;7		DIALOG	%operario = GetText("Ingrese su nombre")		
;8		DIALOG	%Norden = GetText("Ingrese el numero de orden")		
10		.CALC	%selrosca = %Par.1		
20		.CALC	%controlmpa = %Par.2		
30		.CALC	%controlmpb = %Par.3		
*****					
; Definicion del tipo de materia prima para descargarla del almacen y el					
*****					
40		.CALC	%selrosca		
50	1	.CALC	%numpgr = 614		
	2	.CALC	%numpgr = 615		
	3	.CALC	%numpgr = 614		
	4	.CALC	%numpgr = 615		
		.NOOP			
60		.CALC	%selrosca		
70	1	.CALC	%tipomp = 42000		
	2	.CALC	%tipomp = 42000		
	3	.CALC	%tipomp = 43000		
	4	.CALC	%tipomp = 43000		
		.NOOP			
75		.CALC	%selrosca		
76	1	.CALC	%bolsillo = 4		
	2	.CALC	%bolsillo = 4		
	3	.CALC	%bolsillo = 3		
	4	.CALC	%bolsillo = 3		
		.NOOP			
77		.CALC	%numpgr		
78	614	.CALC	%tipopt = %tipomp + 10100		
	615	.CALC	%tipopt = %tipomp + 10200		
		.NOOP			
81	ABORT	.NOOP		END	
		.NOOP			
82		.CALC	#TIPOPT = %tipopt		
*****					
; Inicia proceso productivo y coloca la pieza en la posicion 1					
*****					
;84		\$ProcVis	OpenVisWnd("Tiempos.LVC")		
85		.CALC		%A = NOW()	
86		.CALC		%TA = %A	
90		Transport	REQUIRE		
100		.CALL		Stockprocess("RetrievePN", "62200")	
110		Transport	SetProductId("62200")		
TO_CNC		.CALC		%n=1	
120		Transport	to_CNC_Feeder		
;					
L1		.CALC		#Dev.CNC_Feeder.BufPos[%n]	
128		.CALC		%PalPos = %n	StartM
		.CALC		%n = %n + 1	ove

129	3	.NOOP		TO_CNC	
		.NOOP		L1	
		;			
StartMove		.CLAIM	#Dev.CNC_Feeder.Ready		
130		CNC_Feeder	StartPrg("MP",15,%PalPos,0)		
135		.NOOP		END	
	0	Transport	SetProductId("")		
; escribir la referencia del producto en la posicion 1 o 2					
136		.CALC	#Dev.CNC_Feeder.BufPos[%PalPos] = %tipomp		
137		.RELEASE	#Dev.CNC_Feeder.Ready		
; carga el tomo, corre programa, descarga la pieza y solicita carro					
150		Transport	RELEASE		
151		.CALC	%B = NOW()		
151A		.CALC	%SB = %B		
152		.CALC	%Tt = %SB - %TA		
153		.CALC	%Ttransporte = %Tt/1000		
154		.CALC	#Ttransporte3 = %Ttransporte		
GetRob1		.CLAIM	#Dev.Turn.Ready		
		;			
;155		.CLAIM	#Dev.CNC_Feeder.Ready		
160		CNC_Feeder	StartPrg("LTURN", %bolsillo,0,0)		
		;			
161	ABORT	.CALC	%error = "RetrMan"	ABORT	
		.RELEASE	#Dev.CNC_Feeder.Ready		
		;			
162		.CALC	%bolsillo		
163	4	.CALC	#CMPVA = #CMPVA -1		
	3	.CALC	#CMPVB = #CMPVA -1		
		.noop			
164		.CALC	%C = NOW()		
164A		.CALC	%SC = %C		
165		.CALC	%Tc = %SC - %SB		
165A		.CALC	%Tcarga = %Tc/1000		
165B		.CALC	#Tcarga3 = %Tcarga		
166		.CALL	Startturn(%numpgr)		
SM	ABORT	.CALC	%error = "RetrMan"	ABORT	
		.NOOP			
167		.CALC	%D = NOW()		
167A		.CALC	%SD = %D		
168		.CALC	%Tp = %SD - %SC		
168.A		.CALC	%Tprocesado = %Tp/1000		
168.B		.CALC	#Tprocesado3 = %Tprocesado		
169		.CLAIM	#Dev.CNC_Feeder.Ready		
170		CNC_Feeder	StartPrg("ULTURN",%PalPos,0,0)		
		;			
175		.NOOP			
	ABORT	.CALC	%error = "RetrMan"		
		;			

180		Transport	REQUIRE("IX4")		
:					
;*****					
;todo esta bien?					
;*****					
ABORT		.CALC	#Dev.CNC_Feeder.Ready		
ME1	0	.RELEASE	#Dev.CNC_Feeder.Ready		
		.NOOP			
ME2		.CALC	#Dev.Turn.Ready		
ME2a	0	.RELEASE	#Dev.Turn.Ready		
		.NOOP			
ME3		.CALC	%error		
181	OK	.NOOP		WrBuff	
	Terminate	.NOOP			
	RetrMan	DIALOG	Show("Remueva el pallet de la posicion " & %PalPos & " manualmente \ny confirme con <OK>\n\nProceso terminara !!")		
		.CALC	%EndPN = #PN.Error	WrBuff	
:					
Term1		.CALC	#Dev.CNC_Feeder.BufPos[%PalPos] = ""		
:					
WrBuff		.CALC	#Dev.CNC_Feeder.BufPos[%PalPos] = %tipopt		
:					
;*****					
;descarga el palet en la banda y lleva el producto hasta el almacen					
;*****					
:					
185		.CLAIM	#Dev.CNC_Feeder.Ready		
190		CNC_Feeder	StartPrg("MP",%PalPos,15,0)		
192		.NOOP			no error
	ABORT	.CALC	%error = "RetrMan"	ABORT	abort proces s
:					
195		.CALC	#Dev.CNC_Feeder.BufPos[%PalPos] = ""		
200		Transport	SetProductId(%tipopt)		
205		.RELEASE	#Dev.CNC_Feeder.Ready		
:					
210		Transport	to_Stock		
220		.CALL	StockProcess("StorePN", %tipopt)		
			Show("Remueva el pallet manualmente de la posicion frente al almacen AS-RS and confirme con <OK>")		
225	ABORT	DIALOG			
	LATER	.NOOP		200	
		.NOOP			
:					
230		Transport	SetProductId("")		
231		.CALC	%E = NOW()		
232		.CALC	%SE = %E		
237		.CALC	%Tal = %SE - %SD		
238		.CALC	%Talmacen = %Tal/1000		
239		.CALC	#Talmacen3 = %Talmacen		
240		Transport	RELEASE		
250		.CALC	%Tf = NOW()		
251		.CALC	%Tf1 = %TF		
252		.CALC	%Tf2 = %Tf1 - %TA		
255		.CALC	#TOTAL3 = %Tf2/1000		
260		.DELAY		8	END

## Anexo 4.1 Tiempos Estándar

### Calculo tiempo estándar cuerpo tipo 1

Tiempos 611	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Longitud	58,700	58,800	58,600	58,400	58,700	58,500	58,700	58,700	58,400	58,350
Diámetro Inicial	30,100	30,000	29,400	30,100	30,000	29,400	30,100	30,100	29,800	30,050
A Transporte 1	84,360	111,485	1014,937	81,300	110,456	1009,541	73,954	75,674	78,412	77,328
B Carga	66,312	804,281	689,091	67,150	800,364	784,321	50,937	51,784	52,387	51,312
C Maquinado	718,412	719,390	718,016	719,470	721,697	718,379	721,094	719,325	718,197	719,157
D Transporte 2	152,593	171,563	144,016	152,489	171,364	143,874	167,844	145,739	143,084	142,156
E Total	1021,677	1806,719	2566,060	1020,409	1803,881	2656,115	1013,829	992,522	992,080	989,953
Total (min)	17,028	30,112	42,768	17,007	30,065	44,269	16,897	16,542	16,535	16,499

### Calculo tiempo estándar cuerpo tipo 2

Tiempos 612	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Diámetro Inicial	58,700	58,700	58,600	57,000	58,600	58,500	58,700	58,400	58,350	58,600
Longitud	30,100	30,300	30,000	30,000	29,700	30,100	30,100	30,190	30,100	29,850
A Transporte 1	75,672	77,080	115,672	499,662	76,654	77,213	126,689	71,387	69,871	70,265
B Carga	65,703	50,891	326,250	253,329	66,458	49,987	319,870	51,017	50,516	51,871
C Maquinado	240,329	244,125	240,750	241,218	241,640	254,642	239,874	241,640	241,063	242,099
D Transporte 2	151,030	168,172	170,422	155,953	162,530	157,540	180,197	144,697	143,890	144,365
E Total	532,734	540,328	853,125	1129,594	547,282	539,382	866,630	508,741	505,340	508,600
Total (min)	8,879	9,005	14,219	18,827	9,121	8,990	14,444	8,479	8,422	8,477

### Calculo tiempo estándar cuerpo tipo 3

Tiempos 613	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Longitud	58,600	58,000	58,600	58,400	58,700	58,500	58,700	58,100	58,600	58,550
Diámetro Inicial	30,300	30,200	29,700	30,000	30,000	29,700	29,800	30,050	30,100	30,200
A Transporte 1	69,843	58,218	413,234	67,243	57,648	417,928	68,741	69,197	68,917	68,945
B Carga	65,063	229,312	125,156	65,974	227,641	125,379	64,853	65,357	64,367	64,741
C Maquinado	112,812	110,938	110,438	111,851	112,379	112,369	112,741	111,258	110,974	111,741
D Transporte 2	193,069	194,187	194,186	191,678	192,014	193,874	181,640	182,648	183,471	186,740
E Total	440,787	592,655	843,014	436,746	589,682	849,550	427,975	428,460	427,729	432,167
Total (min)	7,346	9,878	14,050	7,279	9,828	14,159	7,133	7,141	7,129	7,203

### Calculo tiempo estándar rosca tipo 1

	Tiempos 614	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Longitud	58,650	58,500	58,600	58,400	58,700	58,500	58,700	58,700	58,700	58,500
	Diámetro Inicial	30,300	29,800	30,100	30,100	30,000	29,400	30,100	30,100	30,000	29,700
A	Transporte 1	82,860	141,750	443,297	81,679	141,497	442,193	83,287	82,647	82,579	87,344
B	Carga	42,422	165,282	98,875	42,193	164,840	97,487	42,031	42,369	41,913	42,031
C	Maquinado	79,515	76,609	77,609	78,987	75,234	75,647	78,487	76,471	77,647	81,453
D	Transporte 2	201,578	203,094	202,985	200,671	201,279	201,841	200,109	201,741	200,741	200,109
E	Total	406,375	586,735	822,766	403,530	582,850	817,168	403,914	403,228	402,880	410,937
	Total (min)	6,773	9,779	13,713	6,726	9,714	13,619	6,732	6,720	6,715	6,849

### Calculo tiempo estándar rosca tipo 2

	Tiempos 615	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Longitud	58,500	58,600	58,400	58,400	58,700	58,500	58,700	58,100	58,650	58,500
	Diámetro Inicial	29,700	30,100	30,150	30,000	30,000	29,700	29,800	30,050	30,300	29,800
A	Transporte 1	87,344	263,891	160,297	86,713	264,146	161,247	91,078	90,875	91,274	91,321
B	Carga	42,031	41,656	41,969	47,374	42,358	41,369	32,906	32,258	32,458	33,015
C	Maquinado	81,453	78,813	80,469	79,213	78,965	80,471	82,235	81,369	79,548	79,658
D	Transporte 2	200,109	154,844	185,422	200,682	155,874	186,460	33,530	33,874	33,377	34,187
E	Total	410,937	539,204	468,157	413,982	541,343	469,547	239,749	238,376	236,657	238,181
	Total (min)	6,849	8,987	7,803	6,900	9,022	7,826	3,996	3,973	3,944	3,970

### Anexo 4.2 Especificaciones para cada diseño

#### Programa 611 Cuerpo tipo 1

	Programa 611	1	2	3	4	5	R1	R2	R3	R4	R5
1	Diámetro círculo frontal superior	13,725	13,9	13,725	13,2	13,775	0,45	0,2	0,65	0	0,05
2	Diámetro superior	29,175	29,525	29,575	29,2	29,5	0,55	0,15	0,05	0,8	0,2
3	Distancia plana superior	4,25	4,4	4,450	4,25	4	0,9	0,6	0,3	0,9	0,2
4	Diámetro cuello	25	25,2	25,250	25,4	25,1	0,4	0,2	0,1	0,4	0,4
5	Diámetro base	40,1	40,65	40,175	40,05	40,2	0,4	0,1	0,15	0,3	0,8
6	Largo de base	29,75	30,1	30,100	30,1	29,7	0,7	0,2	0	0	0,4

#### Programa 612 Cuerpo tipo 2

	<b>Programa 612</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>	<b>R5</b>
1	Largo de base (mm)	36,225	36,22	36,215	36,3	36,3	0,15	0,16	0,17	0	0
2	Largo plano superior (mm)	3,75	3,3	3,800	3,725	3,8	0,1	0,4	0	0,35	0
3	Largo superior (mm)	10,3	10,3	10,500	10,3	10,5	0,4	0,2	0	0,4	0
4	Distancia de flan (mm)	24	2,35	2,400	2,5	2,45	0,2	0,1	0,2	0	0,1
5	Diámetro superior de flan (mm)	27,45	27,45	27,425	27,45	27,7	0,7	0,1	0,75	0,7	0,2
6	Diámetro de endurecimiento (mm)	27,6	27,875	27,825	27,6	27,65	0,6	0,05	0,15	0,6	0,5

**Programa 613 Cuerpo tipo 3**

	<b>Programa 613</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>	<b>R5</b>
1	Diámetro circular superior	11,05	11,2	11,100	11,175	11,1	0,3	0,2	0	0,45	0
2	Largo plano	4,075	4,05	4,000	4,25	4,1	0,05	0,3	0,4	0,1	0
3	Diámetro cuello del cuerpo	26,1	26,1	26,150	26,15	26,1	0	0,2	0,1	0,1	0
4	Largo del cilindro	40,4	40,4	40,200	40,2	40,15	0,4	0,6	0	0,8	0,1
5	Diámetro base	29,8	29,25	29,900	29,55	29,5	0,6	0,3	0,2	0,1	0,2
6	Diámetro superior plano	29,1	29,4	29,000	29,2	29,2	0	0	0,2	0,2	0,2

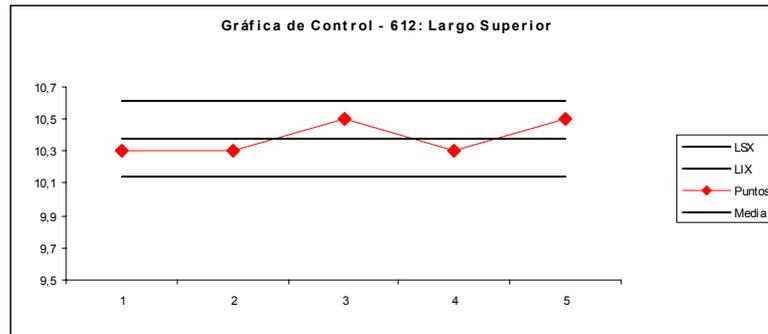
**Programa 614 Rosca tipo 1**

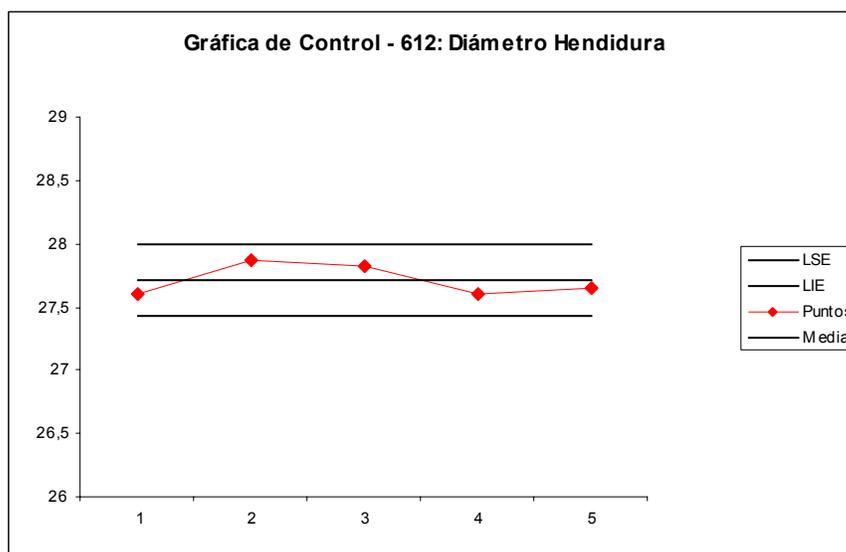
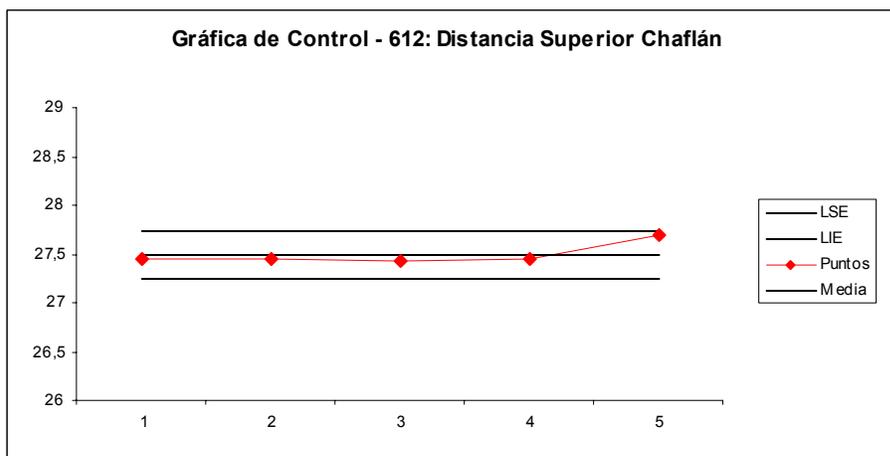
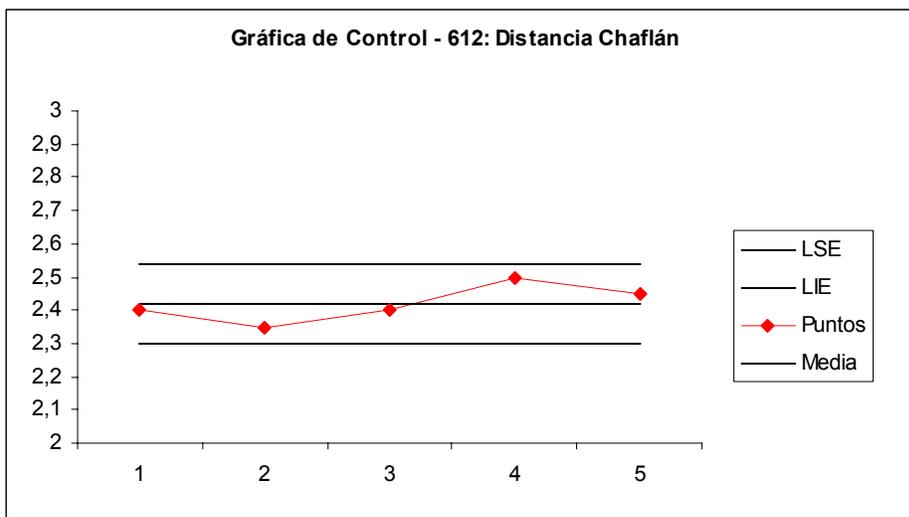
	<b>Programa 614</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>
1	Largo de rosca	15,575	15,35	15,625	15,575	15,625	0,35	0,1	0,25	0,55
2	Diámetro de rosca	9,775	9,7	9,775	9,9	9,875	0,15	0,2	0,05	0
3	Largo sin rosca	14,5	14,575	14,600	14,5	14,65	0	0,25	0	0,2
4	Altura de base	28,25	28,45	28,225	28,2	28,225	0,3	0,5	0,35	0,2
5	Diámetro de base	29,75	29,9	29,950	30,075	29,775	0,2	0,4	0,3	0,25

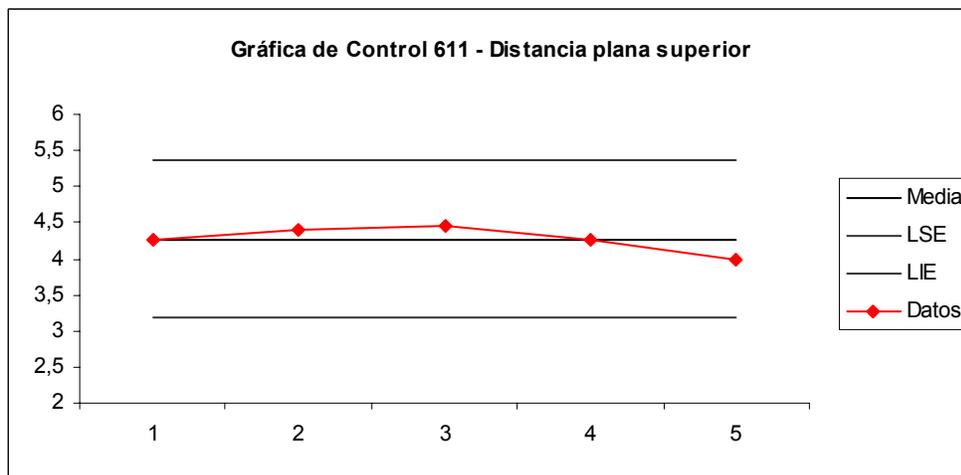
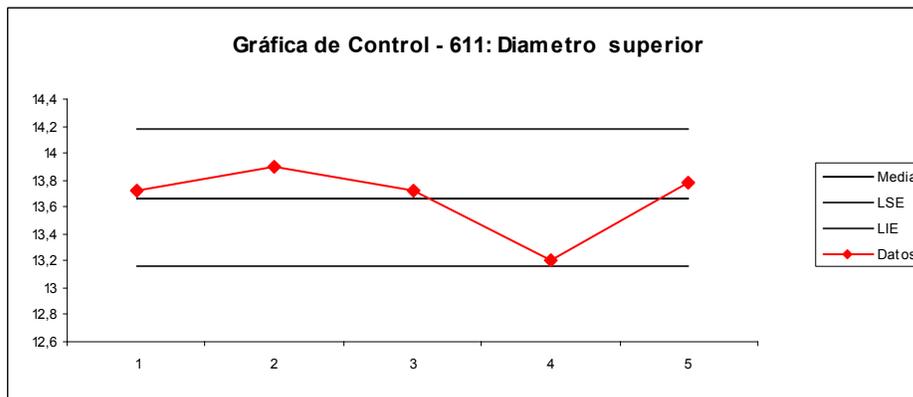
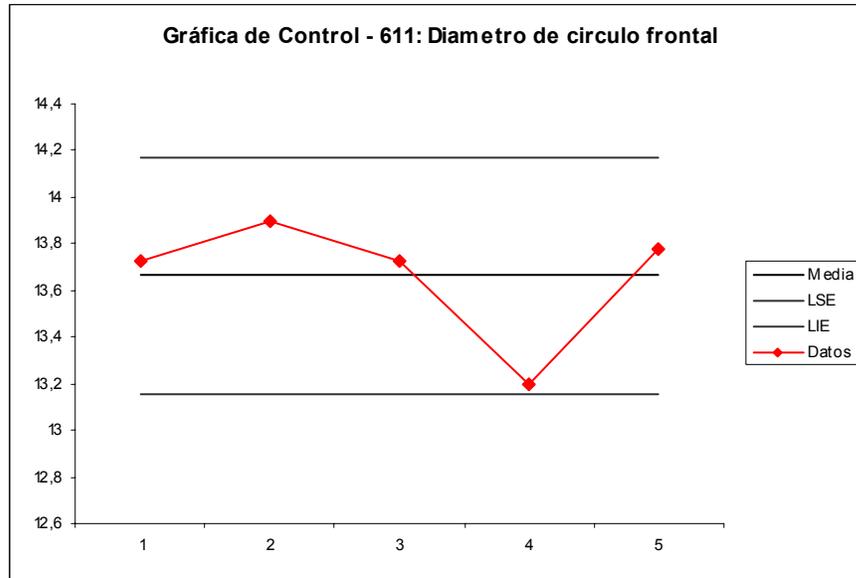
**Programa 615 Rosca tipo 2**

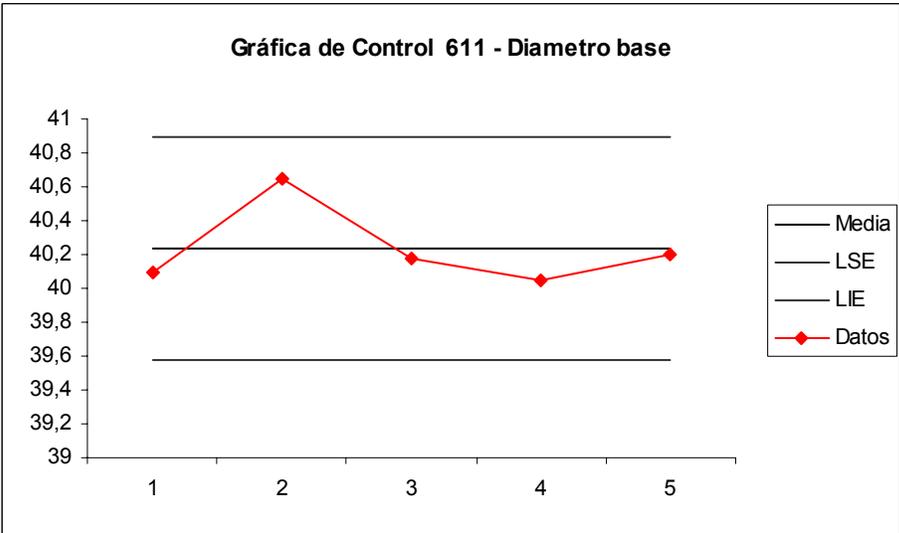
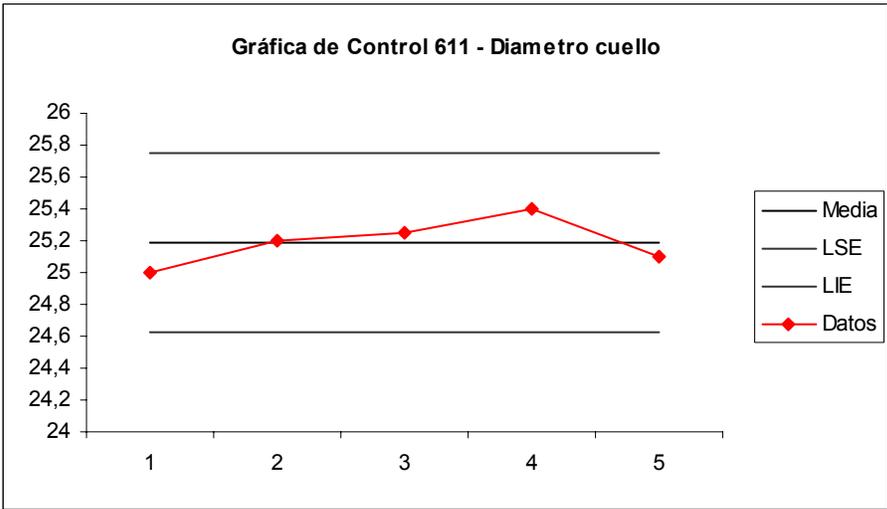
	<b>Programa 614</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>	<b>R5</b>
1	Largo de rosca	15,625	15,65	15,350	15,575	15,4	0,25	0,4	0,1	0,35	0,2
2	Diámetro de rosca	7,85	7,7	7,825	7,7	7,775	0	0,1	0,05	0,2	0,25
3	Largo sin rosca	14,6	14,55	14,575	14,5	14,65	0	0,1	0,25	0	0,1
4	Altura de base	28,225	28,2	28,450	28,25	28,35	0,35	0,2	0,5	0,3	0,1
5	Diámetro de base	29,75	29,9	29,900	29,75	30,025	0,2	0,4	0,4	0,2	0,35

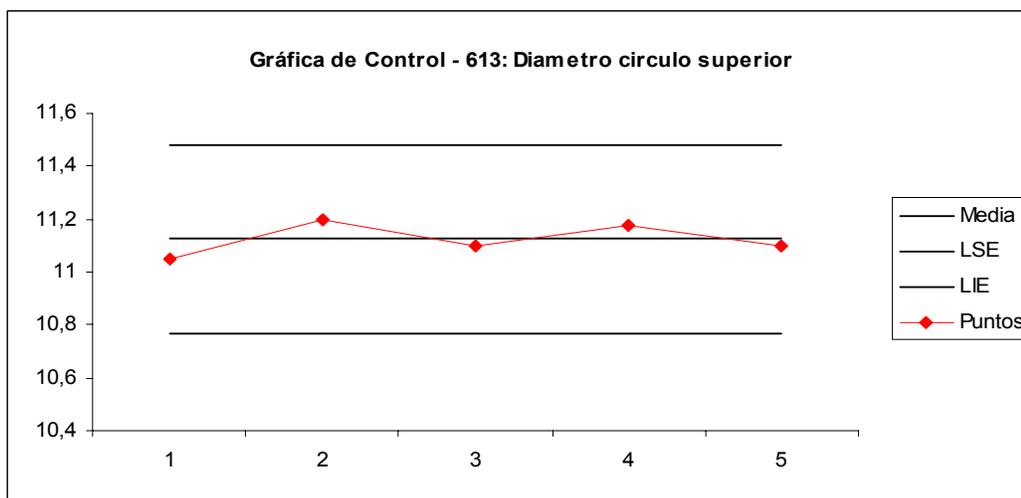
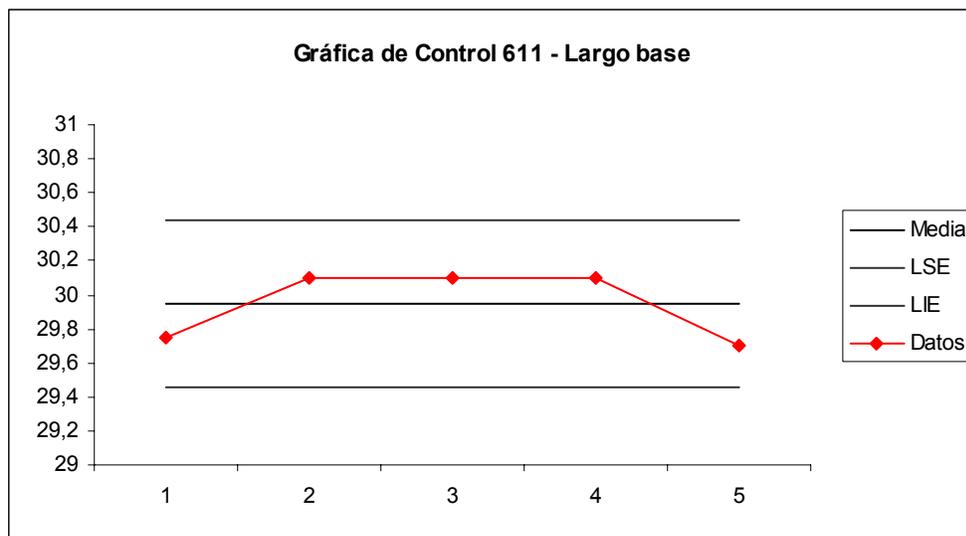
### Anexo 4.3. Gráficas de Control

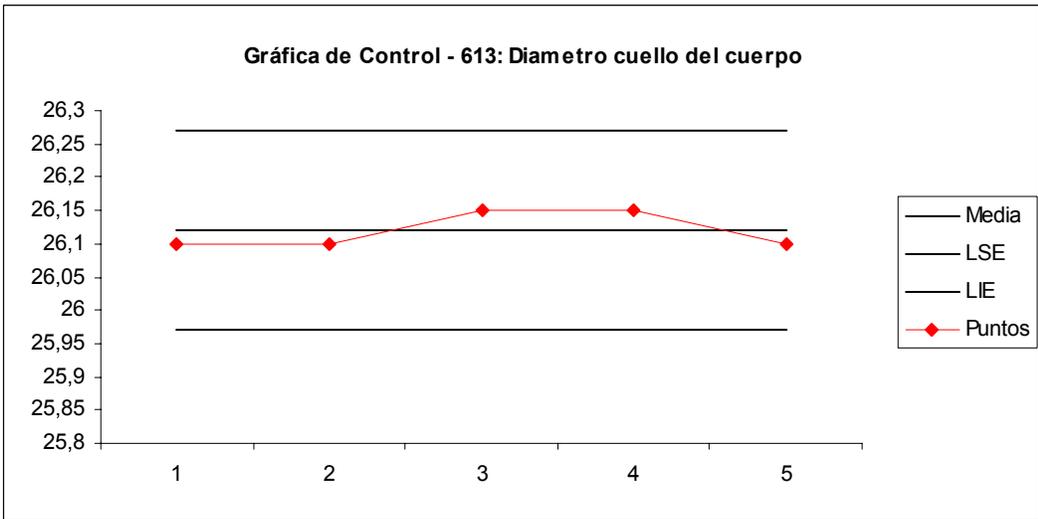
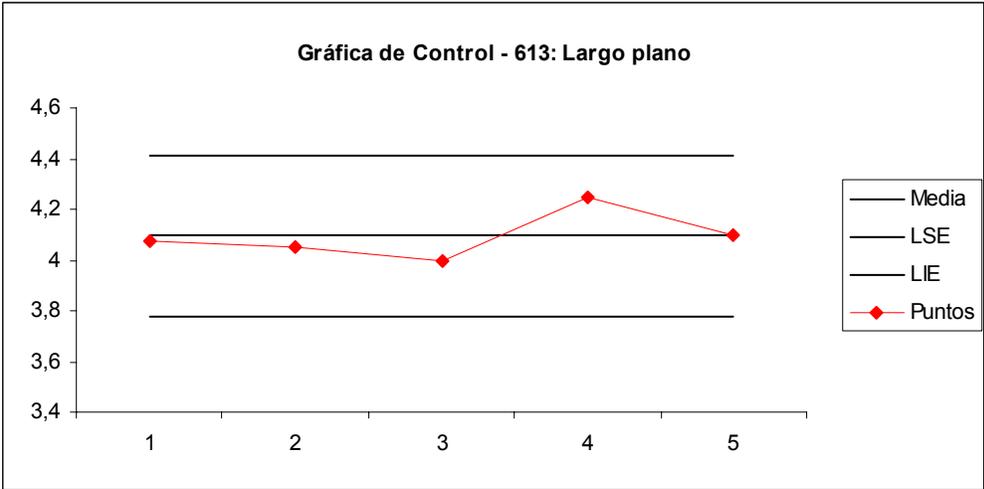


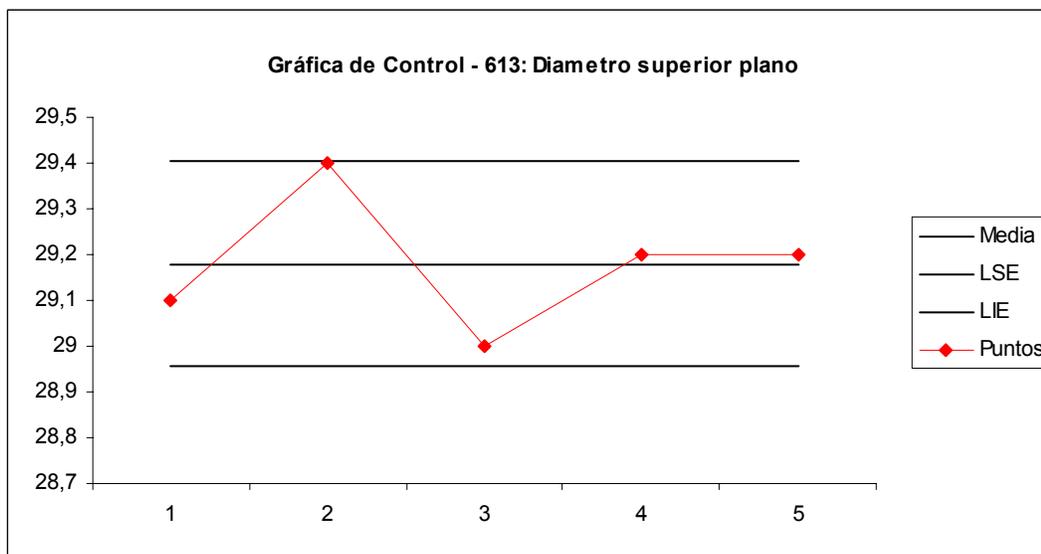
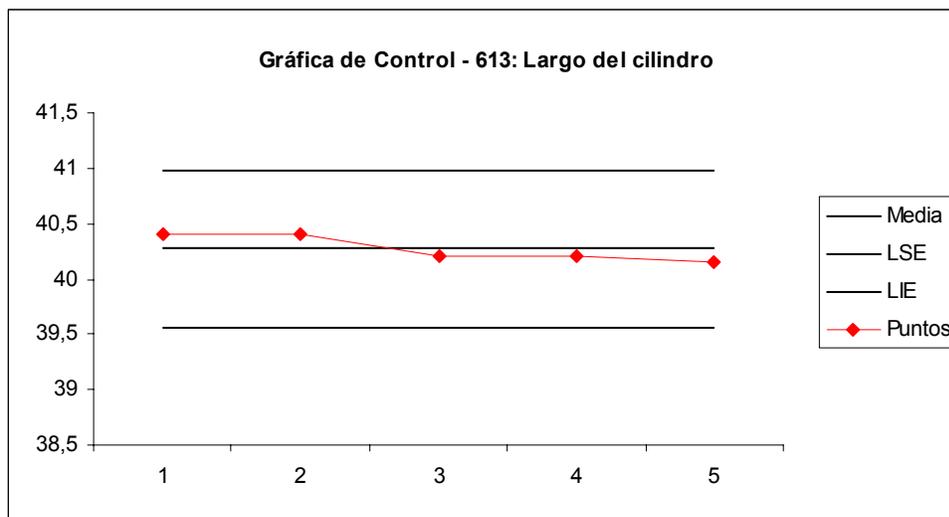


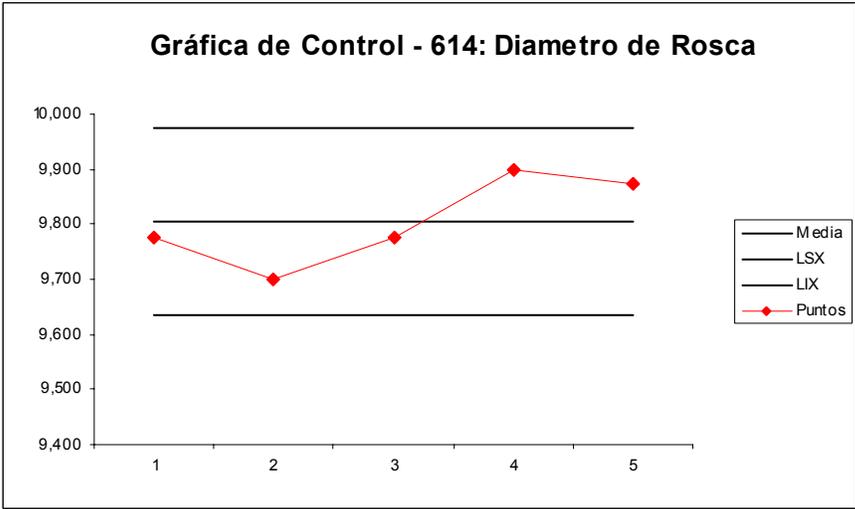
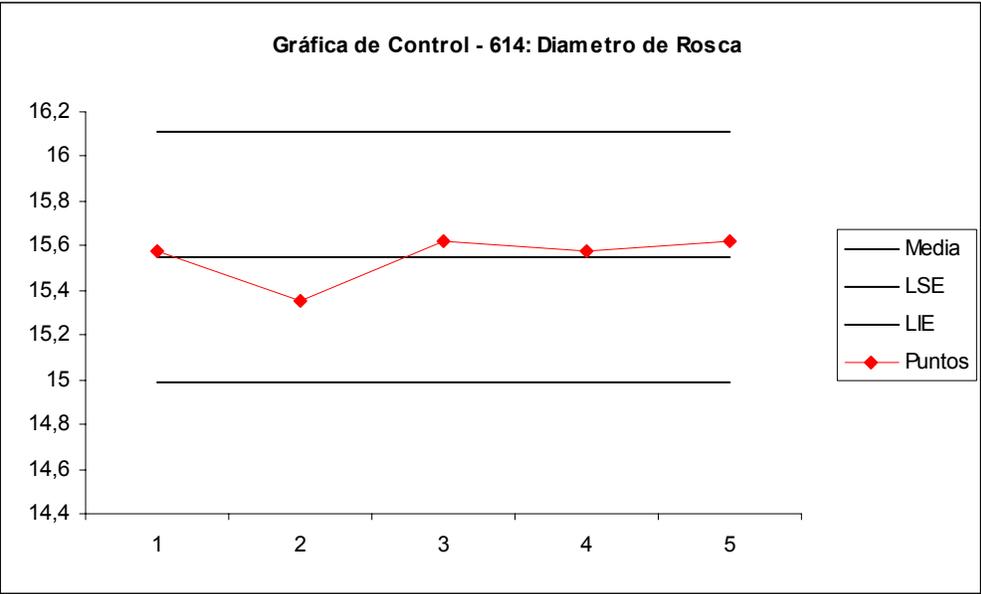


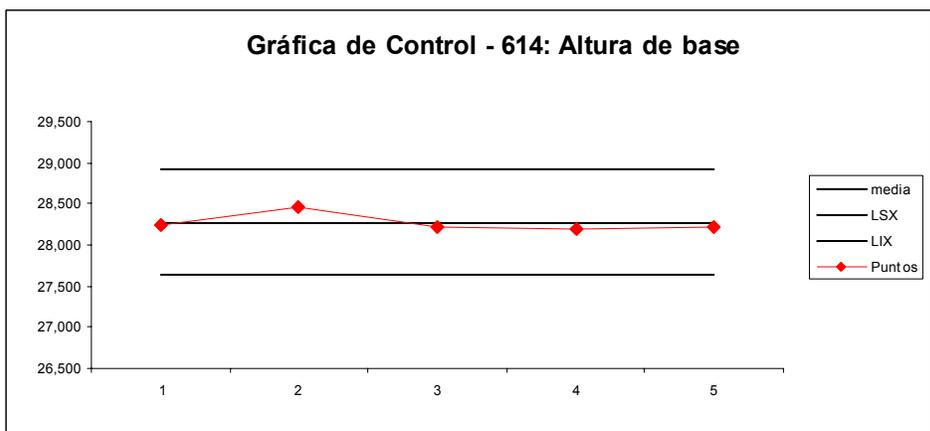
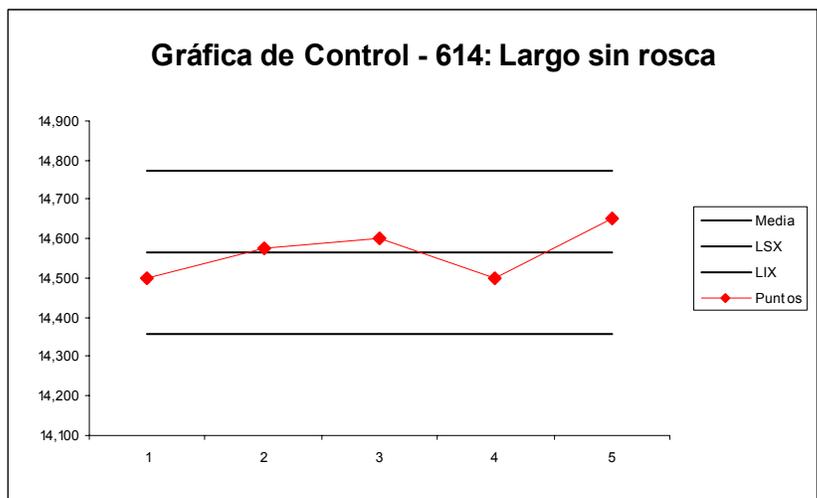


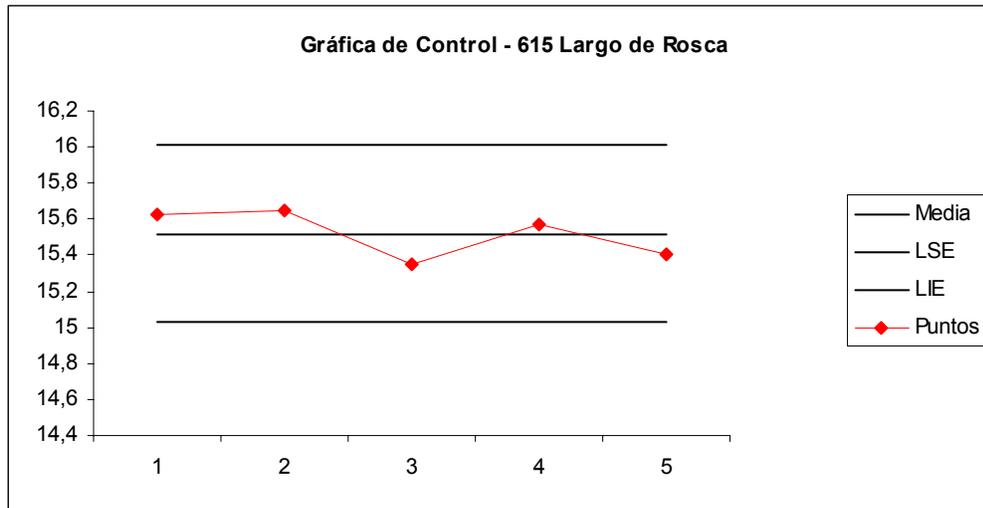
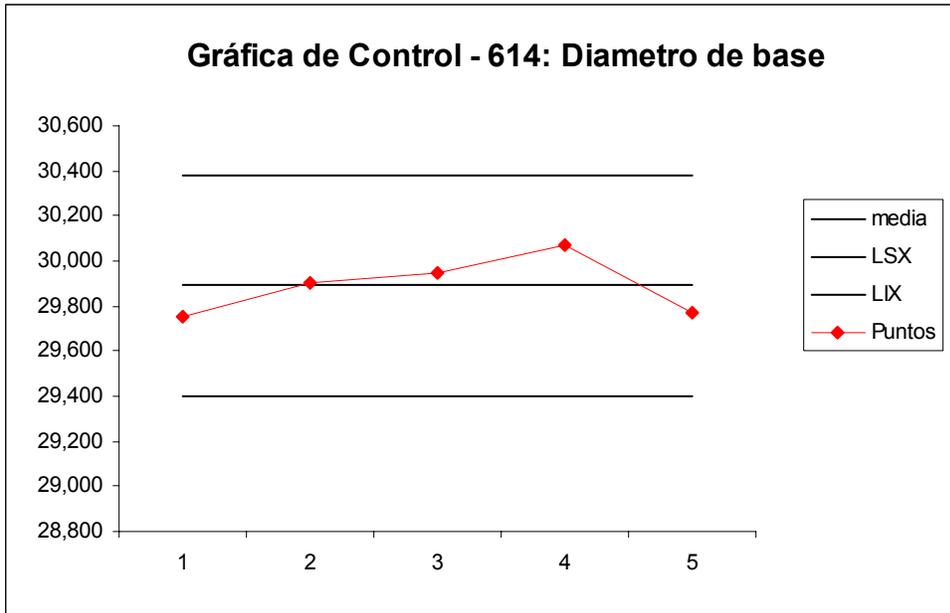


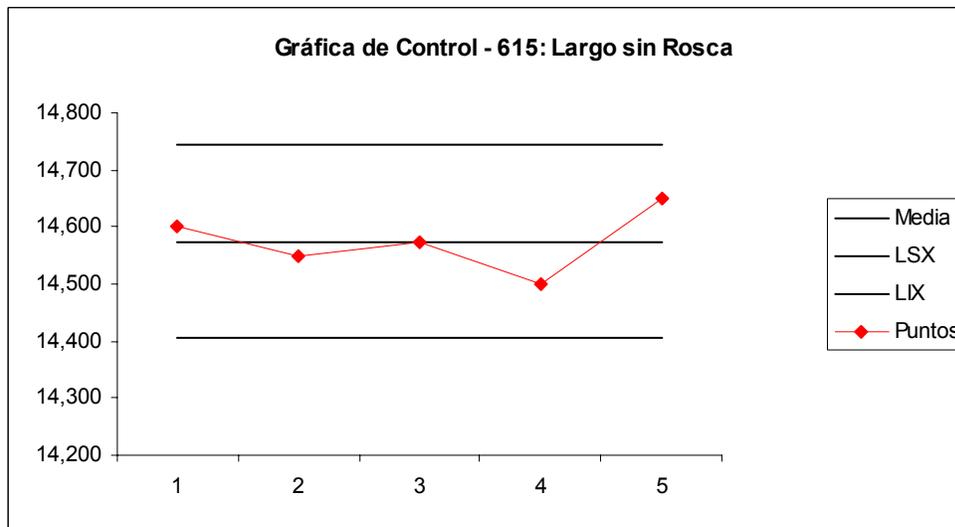
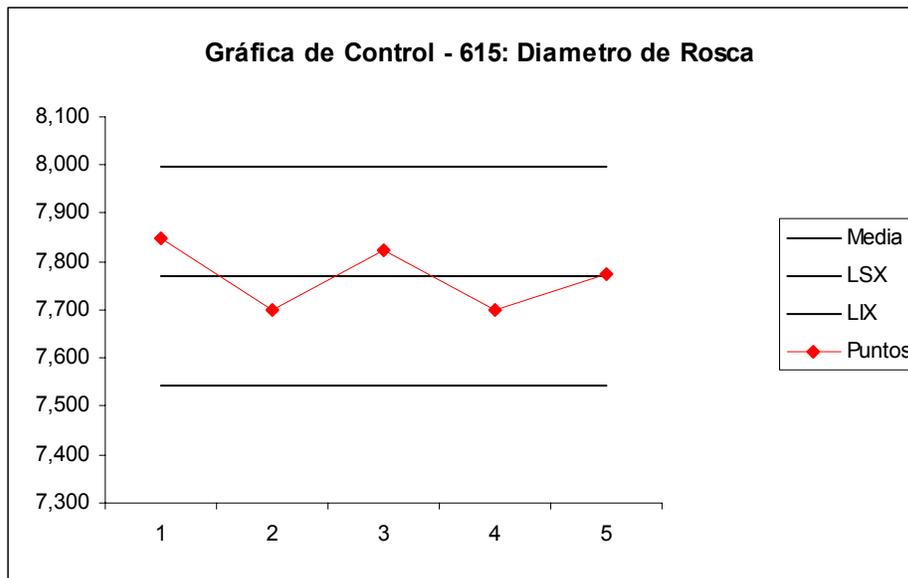


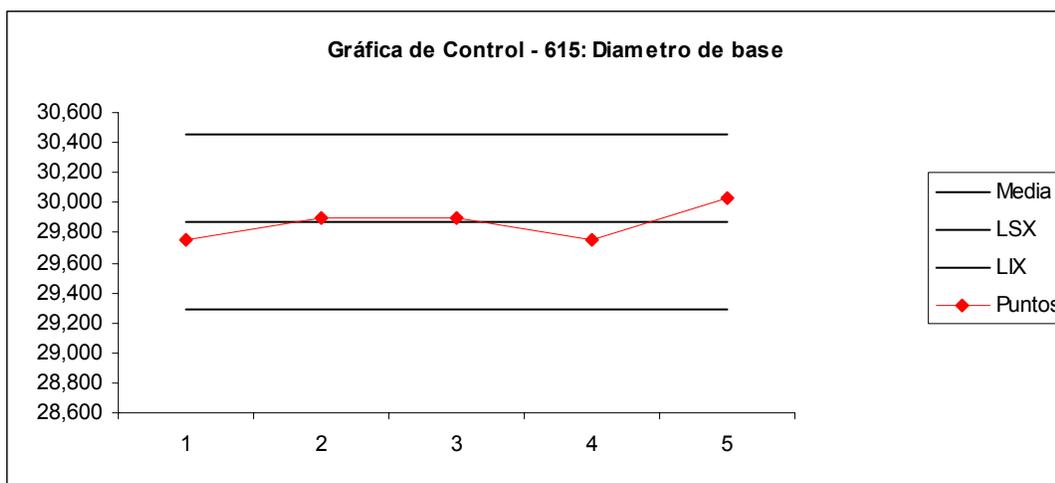
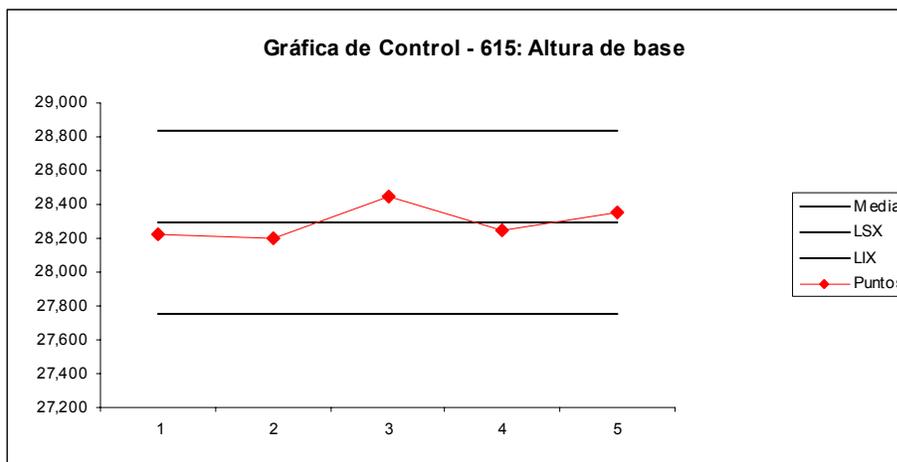












## Anexo 5.2 Secuencia de operaciones hojas de ruta

### 1. PRODUCTO No. 52200 (ROSCA M8X1.25) – ALUMINIO

<b>OPERACIÓN 2101</b> Recoger materia prima <i>Aluminio Rosca M8X1.25 - 52200</i>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacén AS-RS - 001</li> <li>Banda transportadora - 002</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS	Banda transportadora
	PREPARACIÓN	3 minutos	2.5 minutos
	OPERACIÓN		
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Pallet vacío.		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot cartesiano toma un pallet vacío del almacén y la posiciona en el carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 2102</b> (Tomar materia prima del almacén, posicionar torno, Tronzar, Desbastar, Chaflán, Roscar) <i>Aluminio Rosca M8X1.25 - 52200</i>			
<b>TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>Torno de control numérico - 004</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Torno de control numérico - 004
	PREPARACIÓN	3 minutos	3 minutos
	OPERACIÓN		
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma la materia prima del almacén del CNC y la posiciona en el torno para realizar el perfil del de la rosca M8x1.25 que corresponde al programa del torno No 615		

<b>OPERACIÓN 2103 Llevar a banda transportadora Aluminio Rosca M8X1.25 - 52200</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>• Banda transportadora - 002</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Banda transportadora - 002
	PREPARACIÓN	-	-
	OPERACIÓN		
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Producto terminado - 52200		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma el producto ya maquinado y lo posiciona en un pallet vacío, después de esto toma el pallet y lo coloca en el carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 2104 Almacenar Aluminio Rosca M8X1.25 - 52200</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacén AS-RS – 001</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS	
	PREPARACIÓN	-	
	OPERACIÓN		
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Producto terminado		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El Robot cartesiano toma el producto terminado y lo ubica en el almacén		

## 2. PRODUCTO No. 52100 (ROSCA M10X1.25) – ALUMINIO

<b>OPERACIÓN 2201 Recoger materia prima Aluminio Rosca M10X1.25 - 52100</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacén AS-RS - 001</li> <li>• Banda transportadora - 002</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS	Banda transportadora
	PREPARACIÓN		2.5 minutos
	OPERACIÓN		

<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Pallet vacío.
<b>INSTRUCCIONES</b>	carro de la banda transportadora

<b>OPERACIÓN 2202</b> (Tomar materia prima del almacén, posicionar torno, Tronzar, Desbastar, Chaflán, Roscar) <b>Aluminio Rosca M210X1.25 - 52100</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>• Torno de control numérico - 004</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Torno de control numérico - 004
	PREPARACIÓN	3 minutos	3 minutos
	OPERACIÓN		
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma la materia prima del almacén del CNC y la posiciona en el torno para realizar el perfil del de la rosca M10x1.25 que corresponde al programa del torno No 614		

<b>OPERACIÓN 2203</b> Llevar a banda transportadora <b>Aluminio Rosca M10X1.25 - 52100</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>• Banda transportadora - 002</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Banda transportadora - 002
	PREPARACIÓN	-	-
	OPERACIÓN		
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Producto terminado - 52200		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma el producto ya maquinado y lo posiciona en un pallet vacío, después de esto toma el pallet y lo coloca en el carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 2204 Almacenar Aluminio Rosca M10X1.25 - 52100</b>		
<b>PUESTO TRABAJO DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacén AS-RS – 001</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>	Almacén AS-RS	
	PREPARACIÓN	-
	OPERACIÓN	
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Producto terminado	
<b>INSTRUCCIONES</b>	El Robot cartesiano toma el producto terminado y lo ubica en el almacén	

### 3. PRODUCTO No. 53200 (ROSCA M8X1.25) – BRONCE

<b>OPERACIÓN 2301 Recoger materia prima Bronce Rosca M8X1.25 - 53200</b>			
<b>PUESTO TRABAJO DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacén AS-RS - 001</li> <li>Banda transportadora - 002</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS	Banda transportadora
	PREPARACIÓN	3 minutos	2.5 minutos
	OPERACIÓN		
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Pallet vacío.		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot cartesiano toma un pallet vacío del almacén y la posiciona en el carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 2302 (Tomar materia prima del almacén, posicionar torno, Tronzar, Desbastar, Chaflán, Roscar) Bronce Rosca M8X1.25 - 53200</b>			
<b>PUESTO TRABAJO DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>Torno de control numérico - 004</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Torno de control numérico - 004
	PREPARACIÓN	3 minutos	3 minutos
	OPERACIÓN		

<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma la materia prima del almacén del CNC y la posiciona en el torno para realizar el perfil del de la rosca M8x1.25 que corresponde al programa del torno No 615

<b>OPERACIÓN 2303 Llevar a banda transportadora Bronce Rosca M8X1.25 - 53200</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>• Banda transportadora - 002</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Banda transportadora - 002
	PREPARACIÓN	-	-
	OPERACIÓN		
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	<b>DEL</b>	Producto terminado - 52200	
<b>INSTRUCCIONES</b>		El robot Melfa toma el producto ya maquinado y lo posiciona en un pallet vacío, después de esto toma el pallet y lo coloca en el carro de la banda transportadora	

<b>OPERACIÓN 2304 Almacenar Bronce Rosca M8X1.25 - 53200</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacén AS-RS – 001</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS	
	PREPARACIÓN	-	
	OPERACIÓN		
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	<b>DEL</b>	Producto terminado	
		El Robot cartesiano toma el producto terminado y lo ubica en el almacén	

4. PRODUCTO No. 53100 (ROSCA M10X1.25) – BRONCE

<b>OPERACIÓN 2401</b> Recoger materia prima <b>Bronce Rosca M10X1.25 - 53100</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacén AS-RS - 001</li> <li>Banda transportadora - 002</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS	Banda transportadora
	PREPARACIÓN	3 minutos	2.5 minutos
	OPERACIÓN		
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Pallet vacío.		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot cartesiano toma un pallet vacío del almacén y la posiciona en el carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 2402</b> (Tomar materia prima del almacén, posicionar torno, Tronzar, Desbastar, Chaflán, Roscar) <b>Bronce Rosca M10X1.25 - 53100</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>Torno de control numérico - 004</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	numérico - 004
	PREPARACIÓN	3 minutos	3 minutos
	OPERACIÓN		
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma la materia prima del almacén del CNC y la posiciona en el torno para realizar el perfil del de la rosca M10x1.25 que corresponde al programa del torno No 614		

<b>OPERACIÓN 2403</b> Llevar a banda transportadora <b>Bronce Rosca M10X1.25 - 53100</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>Banda transportadora - 002</li> </ul>	

<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Banda transportadora - 002
	PREPARACIÓN	-	-
	OPERACIÓN		
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Producto terminado - 52200		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma el producto ya maquinado y lo posiciona en un pallet vacío, después de esto toma el pallet y lo coloca en el carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 2404 Almacenar Bronce Rosca M10X1.25 - 53100</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacén AS-RS – 001</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS	
	PREPARACIÓN	-	
	OPERACIÓN		
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>			
<b>INSTRUCCIONES</b>	El Robot cartesiano toma el producto terminado y lo ubica en el almacén		

#### 5. PRODUCTO No. 52102 (Cuerpo Tipo 2) – ALUMINIO – Rosca Interna M10X1.25

<b>OPERACIÓN 201 Recoger materia prima Aluminio (Cuerpo Tipo 2) –52102 (Rosca Interna M10X1.25)</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacén AS-RS - 001</li> <li>Banda transportadora - 002</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS - 001	Banda transportadora - 002
		3 minutos	2.5 minutos
	OPERACIÓN		
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot cartesiano toma un pallet del almacén con materia prima y la posiciona en el carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 202 (A. Posicionar torno, Desbastar, Perfilar) Aluminio (Cuerpo Tipo 2) –52102 - (Rosca Interna M10X1.25)</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>• Torno de control numérico - 004</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Torno de control numérico - 004
	PREPARACIÓN	3 minutos	3 minutos
	OPERACIÓN		
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>			
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma la materia prima del carro de la banda transportadora y la posiciona en el torno para realizar el perfil del cuerpo 1, que corresponde al programa del torno No 612		

<b>OPERACIÓN 203 Llevar a banda transportadora Aluminio (Cuerpo Tipo 2) –52102 - (Rosca Interna M10X1.25)</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>• Banda transportadora - 002</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Banda transportadora - 002
	PREPARACIÓN	-	-
	OPERACIÓN		
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma el producto ya maquinado y lo posiciona en un carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 204 Almacenar Aluminio Rosca (Cuerpo Tipo 2) – 52102 - (Rosca Interna M10X1.25)</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacén AS-RS - 001</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS - 001	
	PREPARACIÓN	-	
	OPERACIÓN		
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Producto terminado		

<b>INSTRUCCIONES</b>	El Robot cartesiano toma el producto terminado y lo ubica en el almacén
----------------------	---

## 6. PRODUCTO No. 52103 (Cuerpo Tipo 3) – ALUMINIO

<b>OPERACIÓN 301 Recoger materia prima Aluminio (Cuerpo Tipo 3) –52103 - (Rosca Interna M10X1.25)</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacén AS-RS - 001</li> <li>Banda transportadora - 002</li> </ul>		
		Almacén AS-RS - 001	- 002
	PREPARACIÓN	3 minutos	2.5 minutos
	OPERACIÓN		
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot cartesiano toma un pallet del almacén con materia prima y la posiciona en el carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 302 (A. Posicionar torno, Desbastar, Perfilar) Aluminio (Cuerpo Tipo 3) –52103 - (Rosca Interna M10X1.25)</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>Torno de control numérico - 004</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Torno de control numérico - 004
	PREPARACIÓN	3 minutos	3 minutos
	OPERACIÓN		
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma la materia prima del carro de la banda transportadora y la posiciona en el torno para realizar el perfil del cuerpo 1, que corresponde al programa del torno No 613		

<b>OPERACIÓN 303 Llevar a banda transportadora Aluminio (Cuerpo Tipo 3) –52103 - (Rosca Interna M10X1.25)</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>• Banda transportadora - 002</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Banda transportadora - 002
	PREPARACIÓN	-	
	OPERACIÓN		
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma el producto ya maquinado y lo posiciona en un carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 304 Almacenar Aluminio Rosca (Cuerpo Tipo 3) – 52103 - (Rosca Interna M10X1.25)</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacén AS-RS - 001</li> </ul>	
		Almacén AS-RS - 001	
	PREPARACIÓN	-	
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>			
<b>INSTRUCCIONES</b>			

**7. PRODUCTO No. 53101 (Cuerpo Tipo 1) – BRONCE – Rosca Interna M10X1.25**

<b>OPERACIÓN 401 Recoger materia prima Bronce (Cuerpo Tipo 1) –53101 - (Rosca Interna M10X1.25)</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacén AS-RS - 001</li> <li>• Banda transportadora - 002</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS - 001	Banda transportadora - 002
	PREPARACIÓN	3 minutos	2.5 minutos
	OPERACIÓN		

<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot cartesiano toma un pallet del almacén con materia prima y la posiciona en el carro de la banda transportadora

<b>OPERACIÓN 402 (A. Posicionar torno, Desbastar, Perfilar) Bronce (Cuerpo Tipo 1) –53101 - (Rosca Interna M10X1.25)</b>			
<b>TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>• Torno de control numérico - 004</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Torno de control numérico - 004
	PREPARACIÓN	3 minutos	3 minutos
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma la materia prima del carro de la banda transportadora y la posiciona en el torno para realizar el perfil del cuerpo 1, que corresponde al programa del torno 611		

<b>OPERACIÓN 403 Llevar a banda transportadora Aluminio (Cuerpo Tipo 1) –53101 - (Rosca Interna M10X1.25)</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>• Banda transportadora - 002</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Banda transportadora - 002
		-	-
	OPERACIÓN		
<b>MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma el producto ya maquinado y lo posiciona en un carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 404 Almacenar Aluminio Rosca (Cuerpo Tipo 1) – 53101 - (Rosca Interna M10X1.25)</b>	
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacén AS-RS - 001</li> </ul>

<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS - 001
	PREPARACIÓN	-
	OPERACIÓN	
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Producto terminado	
<b>INSTRUCCIONES</b>	El Robot cartesiano toma el producto terminado y lo ubica en el almacén	

### 8. PRODUCTO No. 53102 (Cuerpo Tipo 2) – BRONCE

<b>OPERACIÓN 501 Recoger materia prima Bronce (Cuerpo Tipo 2) –53102 - (Rosca Interna M10X1.25)</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacén AS-RS - 001</li> <li>Banda transportadora - 002</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS - 001	Banda transportadora - 002
	PREPARACIÓN	3 minutos	2.5 minutos
	OPERACIÓN		
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot cartesiano toma un pallet del almacén con materia prima y la posiciona en el carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 502 (A. Posicionar torno, Desbastar, Perfilar) Aluminio (Cuerpo Tipo 2) –53102 - (Rosca Interna M10X1.25)</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>Torno de control numérico - 004</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Torno de control numérico - 004
	PREPARACIÓN	3 minutos	3 minutos
	OPERACIÓN		
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma la materia prima del carro de la banda transportadora y la posiciona en el torno para realizar el perfil del cuerpo 1, que corresponde al programa del torno 612		

<b>OPERACIÓN 503 Llevar a banda transportadora Aluminio (Cuerpo Tipo 2) –53102 - (Rosca Interna M10X1.25)</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>• Banda transportadora - 002</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Banda transportadora - 002
	PREPARACIÓN	-	-
	OPERACIÓN		
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma el producto ya maquinado y lo posiciona en un carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 504 Almacenar Aluminio Rosca (Cuerpo Tipo 2) – 53102 - (Rosca Interna M10X1.25)</b>			
<b>TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacén AS-RS - 001</li> </ul>		
		Almacén AS-RS - 001	
		-	
	OPERACIÓN		
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Producto terminado		
<b>INSTRUCCIONES</b>	almacén		

**9. PRODUCTO No. 53103 (Cuerpo Tipo 3) – BRONCE - Rosca Interna M10X1.25**

<b>OPERACIÓN 601 Recoger materia prima Bronce (Cuerpo Tipo 3) –53103 - (Rosca Interna M10X1.25)</b>			
<b>TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacén AS-RS - 001</li> <li>• Banda transportadora - 002</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS - 001	Banda transportadora - 002
		3 minutos	2.5 minutos

	OPERACIÓN		
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot cartesiano toma un pallet del almacén con materia prima y la posiciona en el carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 602 (A. Posicionar torno, Desbastar, Perfilar) Bronce (Cuerpo Tipo 3) –53103 - (Rosca Interna M10X1.25)</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>• Torno de control numérico - 004</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Torno de control numérico - 004
	PREPARACIÓN	3 minutos	3 minutos
	OPERACIÓN		
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma la materia prima del carro de la banda transportadora y la posiciona en el torno para realizar el perfil del cuerpo 1, que corresponde al programa del torno 613		

<b>OPERACIÓN 603 Llevar a banda transportadora Bronce (Cuerpo Tipo 3) –53103 - (Rosca Interna M10X1.25)</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>• Banda transportadora - 002</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		003	Banda transportadora - 002
	PREPARACIÓN	-	-
	OPERACIÓN		
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma el producto ya maquinado y lo posiciona en un carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 604 Almacenar</b> <b>Bronce Rosca (Cuerpo Tipo 3) – 53103 - (Rosca Interna M10X1.25)</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacén AS-RS - 001</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS - 001	
	PREPARACIÓN	-	
	OPERACIÓN		
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	<b>DEL</b>	Producto terminado	
<b>INSTRUCCIONES</b>	El Robot cartesiano toma el producto terminado y lo ubica en el almacén		

10. PRODUCTO No. 52201 (Cuerpo Tipo 1) – ALUMINIO - Rosca Interna M8X1.25

<b>OPERACIÓN 701 Recoger materia prima</b> <b>Aluminio (Cuerpo Tipo 1) –52201 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacén AS-RS - 001</li> <li>Banda transportadora - 002</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS - 001	Banda transportadora - 002
	PREPARACIÓN	3 minutos	2.5 minutos
	OPERACIÓN		
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	<b>DEL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100	
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot cartesiano toma un pallet del almacén con materia prima y la posiciona en el carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 702 (A. Posicionar torno, Desbastar, Perfilar)</b> <b>Aluminio (Cuerpo Tipo 1) –52201 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>Torno de control numérico - 004</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Torno de control numérico - 004
	PREPARACIÓN	3 minutos	3 minutos
	OPERACIÓN		

<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma la materia prima del carro de la banda transportadora y la posiciona en el torno para realizar el perfil del cuerpo 1, que corresponde al programa del torno No 611

<b>OPERACIÓN 703 Llevar a banda transportadora Aluminio (Cuerpo Tipo 1) –52201 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>• Banda transportadora - 002</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Banda transportadora - 002
	PREPARACIÓN	-	
	OPERACIÓN		
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma el producto ya maquinado y lo posiciona en un carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 704 Almacenar Aluminio Rosca (Cuerpo Tipo 1) – 52201 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacén AS-RS - 001</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS - 001	
	PREPARACIÓN	-	
	OPERACIÓN		
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Producto terminado		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El Robot cartesiano toma el producto terminado y lo ubica en el almacén		

11. PRODUCTO No. 52202 (Cuerpo Tipo 2) – ALUMINIO - Rosca Interna M8X1.25

<b>OPERACIÓN 801 Recoger materia prima Aluminio (Cuerpo Tipo 2) –52202 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacén AS-RS - 001</li> <li>Banda transportadora - 002</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS - 001	Banda transportadora - 002
	PREPARACIÓN	3 minutos	2.5 minutos
	OPERACIÓN		
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot cartesiano toma un pallet del almacén con materia prima y la posiciona en el carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 802 (A. Posicionar torno, Desbastar, Perfilar) Aluminio (Cuerpo Tipo 2) –52202 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>Torno de control numérico - 004</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Torno de control numérico - 004
		3 minutos	3 minutos
	OPERACIÓN		
<b>MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	transportadora y la posiciona en el torno para realizar el perfil del cuerpo 1, que corresponde al programa del torno No 612		

<b>OPERACIÓN 803 Llevar a banda transportadora Aluminio (Cuerpo Tipo 2) –52202 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>Banda transportadora - 002</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Banda transportadora - 002

	PREPARACIÓN	-	-
	OPERACIÓN		
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma el producto ya maquinado y lo posiciona en un carro de la banda transportadora		
<b>OPERACIÓN 804 Almacenar</b> <b>Aluminio Rosca (Cuerpo Tipo 2) – 52202 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacén AS-RS - 001</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>			
	PREPARACIÓN		-
	OPERACIÓN		
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>			
<b>INSTRUCCIONES</b>	El Robot cartesiano toma el producto terminado y lo ubica en el almacén		

12. PRODUCTO No. 52203 (Cuerpo Tipo 3) – ALUMINIO - Rosca Interna M8X1.25

<b>OPERACIÓN 901 Recoger materia prima</b> <b>Aluminio (Cuerpo Tipo 3) –52203 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacén AS-RS - 001</li> <li>Banda transportadora - 002</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS - 001	- 002
	PREPARACIÓN		2.5 minutos
	OPERACIÓN		
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>			
<b>INSTRUCCIONES</b>	posiciona en el carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 902 (A. Posicionar torno, Desbastar, Perfilar) Aluminio (Cuerpo Tipo 3) –52203 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>• Torno de control numérico - 004</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	numérico - 004
	PREPARACIÓN	3 minutos	
	OPERACIÓN		
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma la materia prima del carro de la banda transportadora y la posiciona en el torno para realizar el perfil del cuerpo 1, que corresponde al programa del torno No 613		

<b>OPERACIÓN 903 Llevar a banda transportadora Aluminio (Cuerpo Tipo 3) –52203 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>• Banda transportadora - 002</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Banda transportadora - 002
		-	-
<b>MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma el producto ya maquinado y lo posiciona en un carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 904 Almacenar Aluminio Rosca (Cuerpo Tipo 3) – 52203 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacén AS-RS - 001</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS - 001	
	PREPARACIÓN	-	
	OPERACIÓN		
<b>MATERIAL</b>	Producto terminado		

<b>INSTRUCCIONES</b>	El Robot cartesiano toma el producto terminado y lo ubica en el almacén
----------------------	---

**13. PRODUCTO No. 53201 (Cuerpo Tipo 1) – BRONCE - Rosca Interna M8X1.25**

<b>OPERACIÓN 1001 Recoger materia prima Bronce (Cuerpo Tipo 1) –53201 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacén AS-RS - 001</li> <li>Banda transportadora - 002</li> </ul>		
			Banda transportadora - 002
	PREPARACIÓN		2.5 minutos
	OPERACIÓN		
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	posiciona en el carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 1002 (A. Posicionar torno, Desbastar, Perfilar) Bronce (Cuerpo Tipo 1) –53201 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>Torno de control numérico - 004</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	numérico - 004
	PREPARACIÓN	3 minutos	3 minutos
	OPERACIÓN		
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>			
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma la materia prima del carro de la banda transportadora y la posiciona en el torno para realizar el perfil del cuerpo 1, que corresponde al programa del torno No 611		

<b>OPERACIÓN 1003 Llevar a banda transportadora Bronce (Cuerpo Tipo 1) –53201 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>• Banda transportadora - 002</li> </ul>		
		Robot Melfa Basic IV - 003	Banda transportadora - 002
		-	-
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 1004 Almacenar Bronce Rosca (Cuerpo Tipo 1) – 53201 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacén AS-RS - 001</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS - 001	
	PREPARACIÓN	-	
	OPERACIÓN		
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Producto terminado		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El Robot cartesiano toma el producto terminado y lo ubica en el almacén		

#### 14. PRODUCTO No. 53202 (Cuerpo Tipo 2) – BRONCE - Rosca Interna M8X1.25

<b>OPERACIÓN 1101 Recoger materia prima Bronce (Cuerpo Tipo 2) –53202 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacén AS-RS - 001</li> <li>• Banda transportadora - 002</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS - 001	- 002
	PREPARACIÓN	3 minutos	

<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot cartesiano toma un pallet del almacén con materia prima y la posiciona en el carro de la banda transportadora

<b>OPERACIÓN 1102 (A. Posicionar torno, Desbastar, Perfilar) Bronce (Cuerpo Tipo 2) –53202 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>• Torno de control numérico - 004</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Torno de control numérico - 004
		3 minutos	3 minutos
	OPERACIÓN		
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma la materia prima del carro de la banda transportadora y la posiciona en el torno para realizar el perfil del cuerpo 1, que corresponde al programa del torno No612		

<b>OPERACIÓN 1103 Llevar a banda transportadora Bronce (Cuerpo Tipo 2) –53202 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>• Banda transportadora - 002</li> </ul>		
		Robot Melfa Basic IV - 003	- 002
	PREPARACIÓN	-	-
	OPERACIÓN		
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
	El robot Melfa toma el producto ya maquinado y lo posiciona en un carro de la banda transportadora		
<b>Bronce (Cuerpo Tipo 2) – 53202 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacén AS-RS - 001</li> </ul>		
		Almacén AS-RS - 001	
	PREPARACIÓN		

	OPERACIÓN	
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Producto terminado	
	El Robot cartesiano toma el producto terminado y lo ubica en el almacén	

**15. PRODUCTO No. 53203 (Cuerpo Tipo 3) – BRONCE - Rosca Interna M8X1.25**

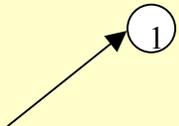
<b>OPERACIÓN 1201 Recoger materia prima Bronce (Cuerpo Tipo 3) –53203 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacén AS-RS - 001</li> <li>Banda transportadora - 002</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>			Banda transportadora - 002
	PREPARACIÓN	3 minutos	
	OPERACIÓN		
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>			
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot cartesiano toma un pallet del almacén con materia prima y la posiciona en el carro de la banda transportadora		

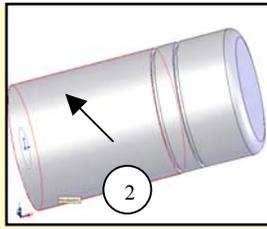
<b>OPERACIÓN 1202 (A. Posicionar torno, Desbastar, Perfilar) Bronce (Cuerpo Tipo 3) –53203 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>Torno de control numérico - 004</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Torno de control numérico - 004
	PREPARACIÓN		3 minutos
	OPERACIÓN		
<b>MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma la materia prima del carro de la banda transportadora y la posiciona en el torno para realizar el perfil del cuerpo 1, que corresponde al programa del torno No 613		

<b>OPERACIÓN 1203 Llevar a banda transportadora Bronce (Cuerpo Tipo 3) –53203 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>• Banda transportadora - 002</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Banda transportadora - 002
	PREPARACIÓN		-
	OPERACIÓN		
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma el producto ya maquinado y lo posiciona en un carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 1204 Almacenar Bronce (Cuerpo Tipo 3) – 53203 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacén AS-RS - 001</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS - 001	
		-	
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Producto terminado		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El Robot cartesiano toma el producto terminado y lo ubica en el almacén		

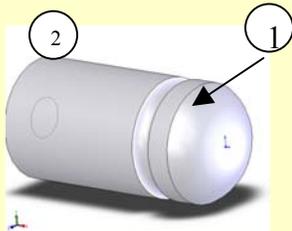
### Anexo 6.1 Estructura lista de materiales

Botón Sujetador 15212 Ensamble Tipo 2, aluminio (Cuerpo Tipo 2, rosca M(10X125)	Nivel en la lista de materia l		Denomina ción	Componente		Unidad de Medida
	1	1	Cuerpo del sujetador	52102		
			1	aluminio	42100	1



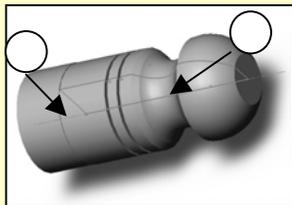
1	2				1	Un
2	2	Barra de aluminio	42000		1	Un

Botón Sujetador 15213 Ensamble Tipo 1, aluminio (Cuerpo Tipo 1, rosca M10X125)	Nivel en la lista de mater ial	# Pos	Denomina ción	# de Componen te	Canti dad	Unidad de Medida
---	---	-------	------------------	------------------------	--------------	---------------------

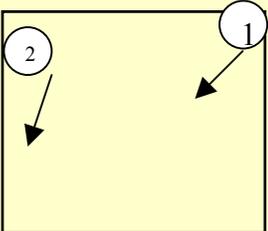


1	1	Cuerpo del sujetador	52103	1	Un
2	1	Barra de aluminio	42100	1	Un
1	2	Rosca	52100		Un
2	2	aluminio	42000	1	

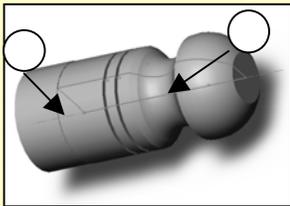
Botón Sujetador 15311 Ensamble Tipo 1, bronce (Cuerpo Tipo 1, rosca M10X125)	# Pos	Denomina ción	# de Componen te	Material	Cantidad	Unidad de Medida
---	-------	------------------	------------------------	----------	----------	---------------------

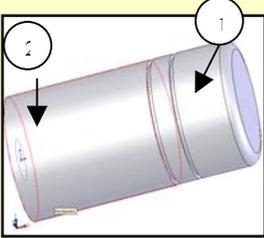


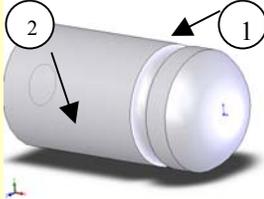
1		sujetador	53101		1	Un
2		Rosca		43000		Un

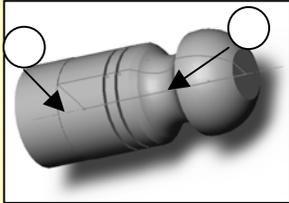
<b>Botón Sujetador 15312 Ensamble Tipo 2, bronce (Cuerpo Tipo 2, rosca M(10X125))</b>	<b># Pos</b>	<b>Denomina ción</b>	<b># de Componente</b>	<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad de Medida</b>
	1	Cuerpo del sujetador	53102	43100	1	Un
	2	Rosca	53100	43000	1	Un

<b>Botón Sujetador 15313 Ensamble Tipo 3, bronce (Cuerpo Tipo 3, rosca M10X125)</b>	<b># Pos</b>	<b>Denomina ción</b>	<b># de Componente</b>	<b># de Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad de Medida</b>
	1	Cuerpo del sujetador	53103	43100	1	Un
	2	Rosca	53100	43000	1	Un

<b>Botón Sujetador 15221 Ensamble Tipo 1, aluminio (Cuerpo Tipo 1, rosca M8X125)</b>	<b># Pos</b>	<b>Denomina ción</b>	<b># de Componente</b>	<b># de Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad de Medida</b>
	1	Cuerpo del sujetador	52201	42200	1	Un
	2	Rosca	52200	42000	1	Un

<b>Botón Sujetador 15222 Ensamble Tipo 2, aluminio (Cuerpo Tipo 2, rosca M(8X125)</b>	<b># Pos</b>	<b>Denomina ción</b>	<b># de Componente</b>	<b># de Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad de Medida</b>
	1	Cuerpo del sujetador	52202	42200	1	Un
	2	Rosca	52200	42000	1	Un

<b>Botón Sujetador 15223 Ensamble Tipo3, aluminio (Cuerpo Tipo 3, rosca M8X125)</b>	<b># Pos</b>	<b>Denomina ción</b>	<b># de Componente</b>	<b># de Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad de Medida</b>
	1	Cuerpo del sujetador	52203	42200	1	Un
	2	Rosca	52200	42000	1	Un

<b>Botón Sujetador 15321 Ensamble Tipo 1, bronce (Cuerpo Tipo 1, rosca M10X125)</b>	<b># Pos</b>	<b>Denomina ción</b>	<b># de Componente</b>	<b># de Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad de Medida</b>
	1	Cuerpo del sujetador	53201	43200	1	Un
	2	Rosca	53200	43000	1	Un

<b>Botón Sujetador 15322 Ensamble Tipo 2, bronce (Cuerpo Tipo 2, rosca M(8X125)</b>	<b># Pos</b>	<b>Denomina ción</b>	<b>Componente</b>	<b># de Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad de Medida</b>
		Cuerpo del sujetador	53202	43200	1	Un
	2	Rosca	53200	43000	1	Un

<b>Botón Sujetador 15323 Ensamble Tipo 3, bronce (Cuerpo Tipo 3, rosca M8X125)</b>	<b># Pos</b>	<b>Denomina ción</b>	<b># de Componente</b>	<b># de Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad de Medida</b>
	1	Cuerpo del sujetador	53203	43200	1	Un
	2	Rosca		43000	1	Un

Anexo 5.2 Secuencia de operaciones hojas de ruta

16. PRODUCTO No. 52200 (ROSCA M8X1.25) – ALUMINIO

<b>OPERACIÓN 2101</b> Recoger materia prima <i>Aluminio Rosca M8X1.25 - 52200</i>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacén AS-RS - 001</li> <li>Banda transportadora - 002</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS	Banda transportadora
	PREPARACIÓN	3 minutos	2.5 minutos
	OPERACIÓN	2.331 minutos	
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Pallet vacío.		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot cartesiano toma un pallet vacío del almacén y la posiciona en el carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 2102</b> (Tomar materia prima del almacén, posicionar torno, Tronzar, Desbastar, Chaflán, Roscar) <i>Aluminio Rosca M8X1.25 - 52200</i>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>Torno de control numérico - 004</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Torno de control numérico - 004
	PREPARACIÓN	3 minutos	3 minutos
	OPERACIÓN	0.650 minutos	1.347 minutos
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma la materia prima del almacén del CNC y la posiciona en el torno para realizar el perfil del de la rosca M8x1.25 que corresponde al programa del torno No 615		

<b>OPERACIÓN 2103 Llevar a banda transportadora Aluminio Rosca M8X1.25 - 52200</b>			
<b>TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>• Banda transportadora - 002</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Banda transportadora - 002
		-	-
	OPERACIÓN	0.65 minutos	
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Producto terminado - 52200		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma el producto ya maquinado y lo posiciona en un pallet vacío, después de esto toma el pallet y lo coloca en el carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 2104 Almacenar Aluminio Rosca M8X1.25 - 52200</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacén AS-RS – 001</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS	
	PREPARACIÓN	-	
	OPERACIÓN	0.29 minutos	
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Producto terminado		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El Robot cartesiano toma el producto terminado y lo ubica en el almacén		

### 17. PRODUCTO No. 52100 (ROSCA M10X1.25) – ALUMINIO

<b>OPERACIÓN 2201 Recoger materia prima Aluminio Rosca M10X1.25 - 52100</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacén AS-RS - 001</li> <li>• Banda transportadora - 002</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS	Banda transportadora

	PREPARACIÓN	3 minutos	2.5 minutos
		2.803 minutos	
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Pallet vacío.		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot cartesiano toma un pallet vacío del almacén y la posiciona en el carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 2202</b> (Tomar materia prima del almacén, posicionar torno, Tronzar, Desbastar, Chaflán, Roscar) <b>Aluminio Rosca M210X1.25 - 52100</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>• Torno de control numérico - 004</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Torno de control numérico - 004
	PREPARACIÓN	3 minutos	3 minutos
	OPERACIÓN	1.309 minutos	1.306 minutos
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma la materia prima del almacén del CNC y la posiciona en el torno para realizar el perfil del de la rosca M10x1.25 que corresponde al programa del torno No 614		

<b>OPERACIÓN 2203</b> Llevar a banda transportadora <b>Aluminio Rosca M10X1.25 - 52100</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>• Banda transportadora - 002</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Banda transportadora - 002
	PREPARACIÓN	-	-
	OPERACIÓN	0.65 minutos	0.878 minutos
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Producto terminado - 52200		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma el producto ya maquinado y lo posiciona en un pallet vacío, después de esto toma el pallet y lo coloca en el carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 2204 Almacenar Aluminio Rosca M10X1.25 - 52100</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacén AS-RS – 001</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS	
	PREPARACIÓN	-	
	OPERACIÓN	0.29 minutos	
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Producto terminado		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El Robot cartesiano toma el producto terminado y lo ubica en el almacén		

**18. PRODUCTO No. 53200 (ROSCA M8X1.25) – BRONCE**

<b>OPERACIÓN 2301 Recoger materia prima Bronce Rosca M8X1.25 - 53200</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacén AS-RS - 001</li> <li>Banda transportadora - 002</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS	Banda transportadora
	PREPARACIÓN	3 minutos	2.5 minutos
	OPERACIÓN	2.331 minutos	
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Pallet vacío.		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot cartesiano toma un pallet vacío del almacén y la posiciona en el carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 2302 (Tomar materia prima del almacén, posicionar torno, Tronzar, Desbastar, Chaflán, Roscar) Bronce Rosca M8X1.25 - 53200</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>Torno de control numérico - 004</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		003	Torno de control numérico - 004
		3 minutos	3 minutos

	OPERACIÓN	0.650 minutos	1.347 minutos
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo		
	El robot Melfa toma la materia prima del almacén del CNC y la posiciona en el torno para realizar el perfil del de la rosca M8x1.25 que corresponde al programa del torno No 615		

<b>OPERACIÓN 2303 Llevar a banda transportadora Bronce Rosca M8X1.25 - 53200</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>• Banda transportadora - 002</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Banda transportadora - 002
	PREPARACIÓN	-	-
	OPERACIÓN		0.878 minutos
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Producto terminado - 52200		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma el producto ya maquinado y lo posiciona en un pallet vacío, después de esto toma el pallet y lo coloca en el carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 2304 Almacenar Bronce Rosca M8X1.25 - 53200</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacén AS-RS – 001</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS	
		-	
	OPERACIÓN	0.29 minutos	
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Producto terminado		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El Robot cartesiano toma el producto terminado y lo ubica en el almacén		

19. PRODUCTO No. 53100 (ROSCA M10X1.25) – BRONCE

<b>OPERACIÓN 2401</b> Recoger materia prima <b>Bronce Rosca M10X1.25 - 53100</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacén AS-RS - 001</li> <li>Banda transportadora - 002</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS	Banda transportadora
	PREPARACIÓN	3 minutos	2.5 minutos
	OPERACIÓN	2.803 minutos	
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Pallet vacío.		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot cartesiano toma un pallet vacío del almacén y la posiciona en el carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 2402</b> (Tomar materia prima del almacén, posicionar torno, Tronzar, Desbastar, Chaflán, Roscar) <b>Bronce Rosca M10X1.25 - 53100</b>			
<b>TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>Torno de control numérico - 004</li> </ul>		
		Robot Melfa Basic IV - 003	Torno de control numérico - 004
	PREPARACIÓN		3 minutos
	OPERACIÓN	1.309 minutos	1.306 minutos
<b>MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo		
<b>INSTRUCCIONES</b>	en el torno para realizar el perfil del de la rosca M10x1.25 que corresponde al programa del torno No 614		

<b>OPERACIÓN 2403</b> Llevar a banda transportadora <b>Bronce Rosca M10X1.25 - 53100</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>Banda transportadora - 002</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Banda transportadora - 002

	PREPARACIÓN	-	-
	OPERACIÓN	0.65 minutos	0.878 minutos
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Producto terminado - 52200		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma el producto ya maquinado y lo posiciona en un pallet vacío, después de esto toma el pallet y lo coloca en el carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 2404 Almacenar Bronce Rosca M10X1.25 - 53100</b>			
<b>TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacén AS-RS – 001</li> </ul>		
		Almacén AS-RS	
	PREPARACIÓN	-	
	OPERACIÓN	0.29 minutos	
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Producto terminado		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El Robot cartesiano toma el producto terminado y lo ubica en el almacén		

## 20. PRODUCTO No. 52102 (Cuerpo Tipo 2) – ALUMINIO – Rosca Interna M10X1.25

<b>OPERACIÓN 201 Recoger materia prima Aluminio (Cuerpo Tipo 2) –52102 (Rosca Interna M10X1.25)</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacén AS-RS - 001</li> <li>Banda transportadora - 002</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS - 001	Banda transportadora - 002
	PREPARACIÓN	3 minutos	2.5 minutos
	OPERACIÓN	2,116 minutos	
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot cartesiano toma un pallet del almacén con materia prima y la posiciona en el carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 202 (A. Posicionar torno, Desbastar, Perfilar) Aluminio (Cuerpo Tipo 2) –52102 - (Rosca Interna M10X1.25)</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>• Torno de control numérico - 004</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV – 003	Torno de control numérico - 004
	PREPARACIÓN	3 minutos	3 minutos
	OPERACIÓN	2,159 minutos	4,076 minutos
<b>MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma la materia prima del carro de la banda transportadora y la posiciona en el torno para realizar el perfil del cuerpo 1, que corresponde al programa del torno No 612		

<b>OPERACIÓN 203 Llevar a banda transportadora Aluminio (Cuerpo Tipo 2) –52102 - (Rosca Interna M10X1.25)</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robot Melfa Basic IV – 003</li> <li>• Banda transportadora - 002</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		– 003	Banda transportadora - 002
	PREPARACIÓN	-	
	OPERACIÓN	0.65 minutos	0.878 minutos
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>			
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma el producto ya maquinado y lo posiciona en un carro de la banda transportadora		
<b>OPERACIÓN 204 Almacenar Aluminio Rosca (Cuerpo Tipo 2) – 52102 - (Rosca Interna M10X1.25)</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacén AS-RS – 001</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS - 001	
	PREPARACIÓN	-	
	OPERACIÓN	0.29 minutos	
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Producto terminado		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El Robot cartesiano toma el producto terminado y lo ubica en el almacén		

21. PRODUCTO No. 52103 (Cuerpo Tipo 3) – ALUMINIO

<b>OPERACIÓN 301 Recoger materia prima</b> <b>Aluminio (Cuerpo Tipo 3) –52103 - (Rosca Interna M10X1.25)</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacén AS-RS - 001</li> <li>Banda transportadora - 002</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>			Banda transportadora - 002
	PREPARACIÓN	3 minutos	2.5 minutos
	OPERACIÓN	2,284 minutos	
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot cartesiano toma un pallet del almacén con materia prima y la posiciona en el carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 302 (A. Posicionar torno, Desbastar, Perfilar)</b> <b>Aluminio (Cuerpo Tipo 3) –52103 - (Rosca Interna M10X1.25)</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>Torno de control numérico - 004</li> </ul>	
		Robot Melfa Basic IV - 003	Torno de control numérico - 004
	PREPARACIÓN	3 minutos	3 minutos
	OPERACIÓN	1,843 minutos	1,876 minutos
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma la materia prima del carro de la banda transportadora y la posiciona en el torno para realizar el perfil del cuerpo 1, que corresponde al programa del torno No 613		

<b>OPERACIÓN 303 Llevar a banda transportadora Aluminio</b> <b>(Cuerpo Tipo 3) –52103 - (Rosca Interna M10X1.25)</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>Banda transportadora - 002</li> </ul>	

<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Banda transportadora - 002
	PREPARACIÓN	-	-
	OPERACIÓN	0.65 minutos	0.878 minutos
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 304 Almacenar</b> <b>Aluminio Rosca (Cuerpo Tipo 3) – 52103 - (Rosca Interna M10X1.25)</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacén AS-RS – 001</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS - 001	
	PREPARACIÓN		
	OPERACIÓN	0.29 minutos	
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Producto terminado		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El Robot cartesiano toma el producto terminado y lo ubica en el almacén		

## 22. PRODUCTO No. 53101 (Cuerpo Tipo 1) – BRONCE – Rosca Interna M10X1.25

<b>OPERACIÓN 401 Recoger materia prima</b> <b>Bronce (Cuerpo Tipo 1) –53101 - (Rosca Interna M10X1.25)</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacén AS-RS - 001</li> <li>Banda transportadora - 002</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS - 001	Banda transportadora - 002
	PREPARACIÓN		2.5 minutos
	OPERACIÓN		
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot cartesiano toma un pallet del almacén con materia prima y la posiciona en el carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 402 (A. Posicionar torno, Desbastar, Perfilar) Bronce (Cuerpo Tipo 1) –53101 - (Rosca Interna M10X1.25)</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>• Torno de control numérico - 004</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Torno de control numérico - 004
	PREPARACIÓN	3 minutos	3 minutos
	OPERACIÓN	5.739 minutos	12.078 minutos
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma la materia prima del carro de la banda transportadora y la posiciona en el torno para realizar el perfil del cuerpo 1, que corresponde al programa del torno 611		

<b>OPERACIÓN 403 Llevar a banda transportadora Aluminio (Cuerpo Tipo 1) –53101 - (Rosca Interna M10X1.25)</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>• Banda transportadora - 002</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Banda transportadora - 002
	PREPARACIÓN	-	-
	OPERACIÓN	0.65 minutos	0.878 minutos
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma el producto ya maquinado y lo posiciona en un carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 404 Almacenar Aluminio Rosca (Cuerpo Tipo 1) – 53101 - (Rosca Interna M10X1.25)</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacén AS-RS - 001</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS - 001	
	PREPARACIÓN	-	
		0.29 minutos	

<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Producto terminado
<b>INSTRUCCIONES</b>	El Robot cartesiano toma el producto terminado y lo ubica en el almacén

### 23. PRODUCTO No. 53102 (Cuerpo Tipo 2) – BRONCE

<b>OPERACIÓN 501 Recoger materia prima Bronce (Cuerpo Tipo 2) –53102 - (Rosca Interna M10X1.25)</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacén AS-RS - 001</li> <li>Banda transportadora - 002</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>			Banda transportadora - 002
	PREPARACIÓN	3 minutos	2.5 minutos
	OPERACIÓN	2,116 minutos	
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot cartesiano toma un pallet del almacén con materia prima y la posiciona en el carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 502 (A. Posicionar torno, Desbastar, Perfilar) Aluminio (Cuerpo Tipo 2) –53102 - (Rosca Interna M10X1.25)</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>Torno de control numérico - 004</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Torno de control numérico - 004
	PREPARACIÓN	3 minutos	3 minutos
		2.159 minutos	4.076 minutos
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	transportadora y la posiciona en el torno para realizar el perfil del cuerpo 1, que corresponde al programa del torno 612		

### **OPERACIÓN 503 Llevar a banda transportadora Aluminio (Cuerpo Tipo 2) –53102 - (Rosca Interna M10X1.25)**

<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>Banda transportadora - 002</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Banda transportadora - 002
	PREPARACIÓN	-	-
	OPERACIÓN	0.65 minutos	0.878 minutos
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma el producto ya maquinado y lo posiciona en un carro de la banda transportadora		
<b>OPERACIÓN 504 Almacenar</b> <b>Aluminio Rosca (Cuerpo Tipo 2) – 53102 - (Rosca Interna M10X1.25)</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacén AS-RS - 001</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS - 001	
	PREPARACIÓN	-	
	OPERACIÓN	0.29 minutos	
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Producto terminado		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El Robot cartesiano toma el producto terminado y lo ubica en el almacén		

**24. PRODUCTO No. 53103 (Cuerpo Tipo 3) – BRONCE - Rosca Interna M10X1.25**

<b>OPERACIÓN 601 Recoger materia prima</b> <b>Bronce (Cuerpo Tipo 3) –53103 - (Rosca Interna M10X1.25)</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacén AS-RS - 001</li> <li>Banda transportadora - 002</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS - 001	Banda transportadora - 002
	PREPARACIÓN	3 minutos	2.5 minutos
	OPERACIÓN	2.284 minutos	
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot cartesiano toma un pallet del almacén con materia prima y la posiciona en el carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 602 (A. Posicionar torno, Desbastar, Perfilar) Bronce (Cuerpo Tipo 3) –53103 - (Rosca Interna M10X1.25)</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>• Torno de control numérico - 004</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Torno de control numérico - 004
	PREPARACIÓN	3 minutos	3 minutos
	OPERACIÓN	1.843 minutos	1.876 minutos
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma la materia prima del carro de la banda transportadora y la posiciona en el torno para realizar el perfil del cuerpo 1, que corresponde al programa del torno 613		

<b>OPERACIÓN 603 Llevar a banda transportadora Bronce (Cuerpo Tipo 3) –53103 - (Rosca Interna M10X1.25)</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>• Banda transportadora - 002</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Banda transportadora - 002
	PREPARACIÓN	-	-
	OPERACIÓN	0.65 minutos	0.878 minutos
<b>MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma el producto ya maquinado y lo posiciona en un carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 604 Almacenar Bronce Rosca (Cuerpo Tipo 3) – 53103 - (Rosca Interna M10X1.25)</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacén AS-RS - 001</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS - 001	
	PREPARACIÓN	-	
	OPERACIÓN	0.29 minutos	

<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Producto terminado
<b>INSTRUCCIONES</b>	El Robot cartesiano toma el producto terminado y lo ubica en el almacén

**25. PRODUCTO No. 52201 (Cuerpo Tipo 1) – ALUMINIO - Rosca Interna M8X1.25**

<b>OPERACIÓN 701 Recoger materia prima Aluminio (Cuerpo Tipo 1) –52201 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacén AS-RS - 001</li> <li>Banda transportadora - 002</li> </ul>		
		Almacén AS-RS - 001	Banda transportadora - 002
	PREPARACIÓN	3 minutos	2.5 minutos
	OPERACIÓN	4.563 minutos	
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot cartesiano toma un pallet del almacén con materia prima y la posiciona en el carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 702 (A. Posicionar torno, Desbastar, Perfilar) Aluminio (Cuerpo Tipo 1) –52201 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>Torno de control numérico - 004</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Torno de control numérico - 004
	PREPARACIÓN	3 minutos	3 minutos
	OPERACIÓN	5.739 minutos	12.078 minutos
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma la materia prima del carro de la banda transportadora y la posiciona en el torno para realizar el perfil del cuerpo 1, que corresponde al programa del torno No 611		

<b>OPERACIÓN 703 Llevar a banda transportadora Aluminio (Cuerpo Tipo 1) –52201 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>• Banda transportadora - 002</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Banda transportadora - 002
	PREPARACIÓN	-	-
	OPERACIÓN	0.65 minutos	0.878 minutos
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma el producto ya maquinado y lo posiciona en un carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 704 Almacenar Aluminio Rosca (Cuerpo Tipo 1) – 52201 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacén AS-RS - 001</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS - 001	
	PREPARACIÓN		
	OPERACIÓN	0.29 minutos	
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>			
<b>INSTRUCCIONES</b>	El Robot cartesiano toma el producto terminado y lo ubica en el almacén		

**26. PRODUCTO No. 52202 (Cuerpo Tipo 2) – ALUMINIO - Rosca Interna M8X1.25**

<b>OPERACIÓN 801 Recoger materia prima Aluminio (Cuerpo Tipo 2) –52202 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacén AS-RS - 001</li> <li>• Banda transportadora - 002</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>			Banda transportadora - 002
	PREPARACIÓN		2.5 minutos
	OPERACIÓN	2.116 minutos	

<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot cartesiano toma un pallet del almacén con materia prima y la posiciona en el carro de la banda transportadora

<b>OPERACIÓN 802 (A. Posicionar torno, Desbastar, Perfilar) Aluminio (Cuerpo Tipo 2) –52202 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>• Torno de control numérico - 004</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	numérico - 004
	PREPARACIÓN	3 minutos	
	OPERACIÓN		4.076 minutos
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma la materia prima del carro de la banda transportadora y la posiciona en el torno para realizar el perfil del cuerpo 1, que corresponde al programa del torno No 612		

<b>OPERACIÓN 803 Llevar a banda transportadora Aluminio (Cuerpo Tipo 2) –52202 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>• Banda transportadora - 002</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Banda transportadora - 002
	PREPARACIÓN		-
		0.65 minutos	0.878 minutos
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>			
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma el producto ya maquinado y lo posiciona en un carro de la banda transportadora		
<b>OPERACIÓN 804 Almacenar Aluminio Rosca (Cuerpo Tipo 2) – 52202 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacén AS-RS - 001</li> </ul>		
		Almacén AS-RS - 001	
	PREPARACIÓN		

	OPERACIÓN	0.29 minutos
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El Robot cartesiano toma el producto terminado y lo ubica en el almacén	

**27. PRODUCTO No. 52203 (Cuerpo Tipo 3) – ALUMINIO - Rosca Interna M8X1.25**

<b>OPERACIÓN 901 Recoger materia prima Aluminio (Cuerpo Tipo 3) –52203 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacén AS-RS - 001</li> <li>Banda transportadora - 002</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS - 001	Banda transportadora - 002
	PREPARACIÓN	3 minutos	2.5 minutos
	OPERACIÓN	2.284 minutos	
<b>MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot cartesiano toma un pallet del almacén con materia prima y la posiciona en el carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 902 (A. Posicionar torno, Desbastar, Perfilar) Aluminio (Cuerpo Tipo 3) –52203 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>Torno de control numérico - 004</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		003	Torno de control numérico - 004
	PREPARACIÓN	3 minutos	3 minutos
	OPERACIÓN	1.843 minutos	1.876 minutos
<b>MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma la materia prima del carro de la banda transportadora y la posiciona en el torno para realizar el perfil del cuerpo 1, que corresponde al programa del torno No 613		

<b>OPERACIÓN 903 Llevar a banda transportadora Aluminio (Cuerpo Tipo 3) –52203 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>• Banda transportadora - 002</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Banda transportadora - 002
		-	-
		0.65 minutos	0.878 minutos
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>			
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot Melfa toma el producto ya maquinado y lo posiciona en un carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 904 Almacenar Aluminio Rosca (Cuerpo Tipo 3) – 52203 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacén AS-RS - 001</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS - 001	
	PREPARACIÓN		
	OPERACIÓN		
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Producto terminado		
<b>INSTRUCCIONES</b>			

**28. PRODUCTO No. 53201 (Cuerpo Tipo 1) – BRONCE - Rosca Interna M8X1.25**

<b>OPERACIÓN 1001 Recoger materia prima Bronce (Cuerpo Tipo 1) –53201 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacén AS-RS - 001</li> <li>• Banda transportadora - 002</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS - 001	- 002
	PREPARACIÓN		2.5 minutos
	OPERACIÓN		

<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot cartesiano toma un pallet del almacén con materia prima y la posiciona en el carro de la banda transportadora

<b>OPERACIÓN 1002 (A. Posicionar torno, Desbastar, Perfilar) Bronce (Cuerpo Tipo 1) –53201 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>• Torno de control numérico - 004</li> </ul>		
		003	Torno de control numérico - 004
	PREPARACIÓN		3 minutos
		5.739 minutos	12.078 minutos
<b>MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	transportadora y la posiciona en el torno para realizar el perfil del cuerpo 1, que corresponde al programa del torno No 611		

<b>OPERACIÓN 1003 Llevar a banda transportadora Bronce (Cuerpo Tipo 1) –53201 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>• Banda transportadora - 002</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Banda transportadora - 002
	PREPARACIÓN	-	-
	OPERACIÓN	0.65 minutos	
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 1004 Almacenar Bronce Rosca (Cuerpo Tipo 1) – 53201 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>	
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacén AS-RS - 001</li> </ul>

<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS - 001
	PREPARACIÓN	-
	OPERACIÓN	
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Producto terminado	
<b>INSTRUCCIONES</b>		

29. PRODUCTO No. 53202 (Cuerpo Tipo 2) – BRONCE - Rosca Interna M8X1.25

<b>OPERACIÓN 1101 Recoger materia prima Bronce (Cuerpo Tipo 2) –53202 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacén AS-RS - 001</li> <li>Banda transportadora - 002</li> </ul>		
		Almacén AS-RS - 001	Banda transportadora - 002
	PREPARACIÓN		2.5 minutos
		2.116 minutos	
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot cartesiano toma un pallet del almacén con materia prima y la posiciona en el carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 1102 (A. Posicionar torno, Desbastar, Perfilar) Bronce (Cuerpo Tipo 2) –53202 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>Torno de control numérico - 004</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Torno de control numérico - 004
		3 minutos	
		2.159 minutos	4.076 minutos
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	transportadora y la posiciona en el torno para realizar el perfil del cuerpo 1, que corresponde al programa del torno No612		

<b>OPERACIÓN 1103 Llevar a banda transportadora Bronce (Cuerpo Tipo 2) –53202 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>Banda transportadora - 002</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Banda transportadora - 002
	PREPARACIÓN	-	
		0.65 minutos	
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	carro de la banda transportadora		
<b>OPERACIÓN 1104 Almacenar Bronce (Cuerpo Tipo 2) – 53202 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacén AS-RS - 001</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS - 001	
	PREPARACIÓN	-	
	OPERACIÓN	0.29 minutos	
<b>MATERIAL</b>	Producto terminado		
<b>INSTRUCCIONES</b>	El Robot cartesiano toma el producto terminado y lo ubica en el almacén		

### 30. PRODUCTO No. 53203 (Cuerpo Tipo 3) – BRONCE - Rosca Interna M8X1.25

<b>OPERACIÓN 1201 Recoger materia prima Bronce (Cuerpo Tipo 3) –53203 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>PUESTO TRABAJO</b>	<b>DE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacén AS-RS - 001</li> <li>Banda transportadora - 002</li> </ul>	
<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS - 001	Banda transportadora - 002
	PREPARACIÓN	3 minutos	2.5 minutos
		2.284 minutos	

<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100
<b>INSTRUCCIONES</b>	El robot cartesiano toma un pallet del almacén con materia prima y la posiciona en el carro de la banda transportadora

<b>OPERACIÓN 1202 (A. Posicionar torno, Desbastar, Perfilar) Bronce (Cuerpo Tipo 3) –53203 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>• Torno de control numérico - 004</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	numérico - 004
	PREPARACIÓN		3 minutos
	OPERACIÓN	1.843 minutos	
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	transportadora y la posiciona en el torno para realizar el perfil del cuerpo 1, que corresponde al programa del torno No 613		

<b>OPERACIÓN 1203 Llevar a banda transportadora Bronce (Cuerpo Tipo 3) –53203 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>			
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robot Melfa Basic IV - 003</li> <li>• Banda transportadora - 002</li> </ul>		
<b>TIEMPO</b>		Robot Melfa Basic IV - 003	Banda transportadora - 002
	PREPARACIÓN	-	
	OPERACIÓN		0.878 minutos
<b>MATERIAL</b>	Barra de aluminio de 30 mm de diámetro por 58.3 mm de largo - 42100		
<b>INSTRUCCIONES</b>	carro de la banda transportadora		

<b>OPERACIÓN 1204 Almacenar Bronce (Cuerpo Tipo 3) – 53203 - (Rosca Interna M8X1.25)</b>	
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacén AS-RS - 001</li> </ul>

<b>TIEMPO</b>		Almacén AS-RS - 001
		-
	OPERACIÓN	
<b>COMPONENTES DEL MATERIAL</b>	Producto terminado	
<b>INSTRUCCIONES</b>	El Robot cartesiano toma el producto terminado y lo ubica en el almacén	

\*Las pruebas para hallar los tiempos citados anteriormente fueron se realizadas en parafina industrial.

#### Anexo 7.1 Tablas para el calculo de la hora - hombre

Cargo	Función	Sueldo base	
Auxiliar de Laboratorio	Auxiliar CAD/CAM	400.000	3.900
Técnico de laboratorio	Controlador ICIM	700.000	6.825
Auxiliar de Laboratorio	Mantenimiento de Equipos	400.000	3.900

Valor hora hombre por orden de producción

Mano de obra directa				
Orden No	Producto	Tiempo total (min.)	Valor h-h	Valor total h-h
1	52201	74,87	14625,00	18250,43919
2	52202	33,01	14625,00	8045,425105
3	52203	27,55	14625,00	6715,045274
4	52100	26,40	14625,00	6434,617157
5	52200	19,12	14625,00	4661,236122
			Total	44106,76

### Anexo 7.2 Tabla tiempos por orden de producción

Tiempos Por orden de producción				
Orden No	Producto	cantidad		Tiempo total
1	52201	3	24,958	74,87
2	52202	3	11,002	33,01
3	52203	3	9,183	27,55
4	52100	3	8,799	26,40
5	52200	3	6,374	19,12
			total	180,95

### Anexo 7.4 Datos técnicos de conexiones eléctricos equipo ICIM

Red de Voltaje	
Sistema CIM	230 V
Torno	380 V
Fresa	220 V
aire	6 Bar
Max. Corriente	24 A
Pontencia Kw /h	5,52

Torno EMCO	
Pontencia al 100% / 60%	2,2 / 2,8 Kw./h
Voltaje	230 / 400
Valor conexión	3,5 Kva.
Fusible	20 A

Compresor	
Potencia	299 (Kw./H)
Voltaje	24 VDC
Conexión en red	230 a 110 V
Corriente	1,3 A
Presión	6 bar.

Servicio luz			
	Potencia Kw./h	Valor Kw./h (\$)	Valor consumo (\$)
Equipo ICIM	5,52	235,61	1300,57
Torno	2,8	235,61	659,71
Compresor	0,299	235,61	70,45
	<b>Total (hora)</b>		2030,72
	<b>Total (Ordenes)</b>		6124,349

### Anexo 7.5 Tabla de depreciación de equipos

Equipo	Justificación	Valor Depreciación	NOTA
Computadores personales investigadores	Documentación y procesamiento	\$183.534	
Equipos CIM del CTAI (brazo manipulador, banda, robot cartesiano, almacenamiento)	Pruebas técnicas, desarrollo de los productos, aplicación de los resultados.	\$22.652.000	Los equipos tienen un valor de U\$323.600.oo Depreciación anual de 10% y 20% de uso en el la Fábrica Modelo (1U\$ @ \$3500)
Equipos de torno y fresadora CNC	Pruebas técnicas, desarrollo de los productos, aplicación de los resultados.	\$4.200.000	Los equipos tienen un valor de 210 millones de pesos. Depreciación anual de 10% y 20% de uso en el la Fábrica Modelo
<b>TOTAL</b>		\$27.035.534	

FUENTE: Presupuesto proyecto departamento de procesos productivos

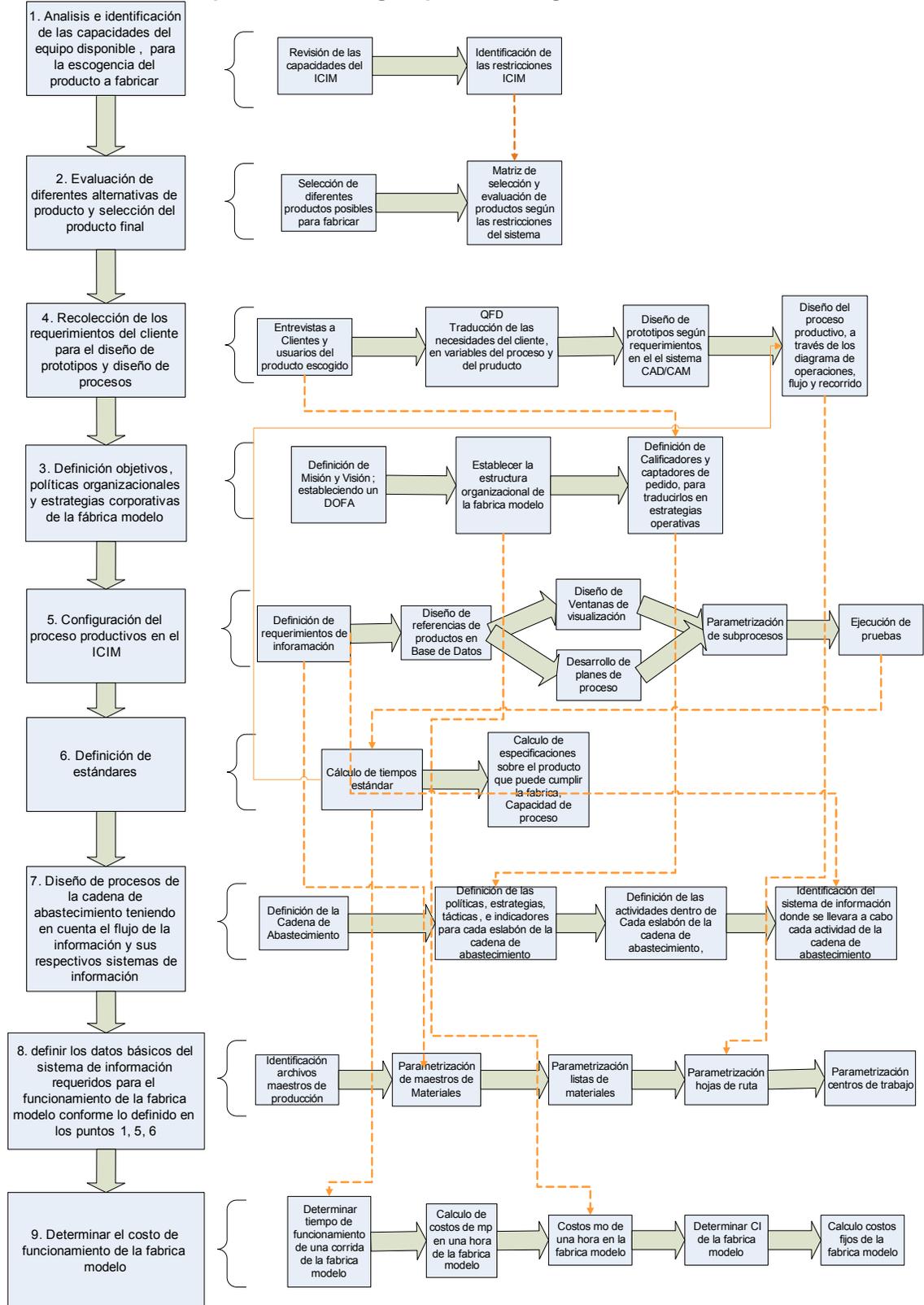
### Anexo 7.5 Costo de licencias de software.

Software	Justificación	Valor	Nota
SAP R/3	Modelación, configuración y pruebas de fábrica modelo. SAP incluye herramientas de desarrollo para la	\$8.750.000	La licencia tiene un valor anual de U\$5.000.oo. 20 % de uso en la Fábrica Modelo (1U\$ @ \$3500)

	integración.		
COSIMIR Control y Configuración del CIM Cosimir Profesional		\$20.322.400	Software con valor de U\$76.400.00 por 5 años y 20% de uso en la Fábrica Modelo (1U\$ @ \$3500)
<b>TOTAL</b>		<b>\$29.072.400</b>	

**FUENTE : Presupuesto proyecto departamento de procesos productivos**

## Anexo A. Esquema metodológico para la configuración de la Fábrica Modelo



**Anexo Reglamento de la Pontificia Universidad Javeriana Artículo 23 de la resolución No. 13  
de 1964**

“La universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus Trabajos de Grado, solo velará porque no se publique nada contrario al dogma y moral católicos y porque el trabajo no contenga ataques y polémicas puramente personales, antes bien, se vea en ellas el anhelo de buscar la verdad y la justicia”

## ANEXO CARTAS