



Universidad Nacional de Córdoba

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas
y Naturales
Escuela de Ingeniería Industrial



Reestructuración en Metalúrgica MTR Argentina SRL

Autor:

MOURATOGLOU, Andrés

Matricula: 34130647

Tutor:

ANTÓN, Fernando

CÓRDOBA, Febrero 2016

Contenido

1. Reestructuración en MTR Argentina SRL

1.1 Presentación del Proyecto Integrador

- 1.1.1 Introducción
- 1.1.2 Objetivos del Proyecto Integrador
- 1.1.3 Descripción de la Empresa
- 1.1.4 Principales Productos y Servicios que ofrece MTR Argentina
- 1.1.5 Estructura de la Empresa

1.2 Reestructuración en Metalúrgica MTR Argentina SRL

2. Lay Out

2.1 Concepto de Lay Out o Distribución en Planta

- 2.1.1 Introducción
- 2.1.2 Concepto y Objetivos del Lay Out
- 2.1.3 Objetivos Específicos del Lay Out
- 2.1.4 Tipos de Lay Out

2.2 Lay Out en MTR Argentina

- 2.2.1 Objetivos
- 2.2.2 Lay Out Actual
- 2.2.3 Lay Out Modificado
- 2.2.4 Formalización de Procesos relacionados con el Lay Out

3. Sistema de Planificación de la Producción

3.1 Concepto de Planificación de la Producción

- 3.1.1 Introducción
- 3.1.2 Planificación Estratégica, Táctica y Operativa

- 3.1.3 Planificación y Control de Materiales
- 3.1.4 Planificación de la Capacidad Disponible
- 3.1.5 El control de la Capacidad Disponible
- 3.1.6 Decisiones para modificar la capacidad Disponible
- 3.1.7 Concepto de Programación a Corto Plazo
- 3.1.8 Programación de una empresa con Lay Out orientado al
Proceso
- 3.1.9 Teoría de las Limitaciones (Cuello de Botella)
- 3.1.10 Planificación y Control a muy Corto Plazo (Gestión de
Talleres)

3.2 Sistema de Planificación y Control de la Producción en MTR Argentina SRL

- 3.2.1 Objetivos
- 3.2.2 Herramientas del Sistema de Planificación y Control
- 3.2.3 Proceso de Planificación y Control de la Producción

4. **Área de Ingeniería _CAD/CAM/CAE y Control de Costos**

4.1 Conceptos Importantes

- 4.1.1 Introducción
- 4.1.2 Maquinas Herramientas de Control Numérico Computarizado
- 4.1.3 CAD/CAM/CAE
- 4.1.4 Calidad
- 4.1.5 Control de Costos

4.2 Área de Ingeniería de MTR Argentina SRL

- 4.2.1 Calidad en MTR Argentina SRL
- 4.2.2 Control de Costos en MTR Argentina SRL
- 4.2.3 Ficha de Fabricación
- 4.2.4 Seguimiento y Control de la Producción
- 4.2.5 Gestión del Cuello de Botella en MTR Argentina SRL

5. Conclusión

5.1 Conclusiones

Índice de Figuras y Tablas

Figuras

Figura 1.1: Área de Mecanizado de MTR Argentina SRL

Figura 1.2: Clientes de MTR Argentina SRL

Figura 1.3: Matriz de Corte de Blank Proyecto Toyota Hilux

Figura 1.4: Matriz Multipuesto Proyecto Toyota Hilux

Figura 1.5: Matriz Progresiva Doble Proyecto Mercedes Benz

Figura 1.6: Piezas Especiales

Figura 1.7: Dispositivos de montaje para la soldadura de piezas de la Agroindustria

Figura 1.8: Corte por hilo de partes metálicas

Figura 1.9: Mecanizado de superficies 3D

Figura 1.10: Estructura metálica soldada mediante soldadura MIG

Figura 1.11: Organigrama de la empresa

Figura 1.12: Situación actual de MTR Argentina SRL

Figura 1.13: Mapa de Proceso Actual

Figura 2.1: Lay Out Actual de MTR Argentina SRL

Figura 2.2: Lay Out Modificado para MTR Argentina SRL

Figura 2.3: Comparación de la disposición de las maquinas con ángulo y sin ángulo con respecto a la planta

Figura 2.4: Espacios requeridos para el manejo de los medios de izaje

Figura 2.5: Pórtico de Izaje

Figura 2.6: Plumita de Izaje

Figura 2.7: Carritos para traslado de piezas pequeñas

Figura 2.8: Cadenas de sujeción

Figura 2.9: Eslinga de tela

Figura 2.10: Gancho para la sujeción de piezas

Figura 2.11: Pinzas para la sujeción de piezas

Figura 2.12: Cáncamos para la sujeción de piezas

Figura 2.13: Comparación entre materia prima no identificada y materia prima identificada y ordenada

Figura 2.14: Ejemplo del uso de tarjetas indicadoras del proceso correspondiente y la prioridad del mismo

Figura 2.15: Indicador del estado de Insumos

Figura 2.16: Inventario de Insumos de Uso Común

Figura 2.17: Proceso de Recepción de Materiales

Figura 2.18: Proceso de Flujo de Materiales

Figura 2.19: Proceso de Manejo de Planos

Figura 3.1: Proceso de Planificación y Control

Figura 3.2: Calculo del Factor de Utilización de la empresa

Figura 3.3: Calculo del Factor de Eficiencia del proceso de mecanizado CNC

Figura 3.4: Diagrama de Carga de las Estaciones de Trabajo de MTR

Figura 3.5: Diagrama de Planning de MTR

Figura 3.6: Diagrama de Planning de Comparación de MTR

Figura 3.7: Planilla de Control de Avances de MTR

Figura 3.8: Lista de Materiales de MTR

Figura 3.9: Lista de Precedencia de Materiales de MTR

Figura 3.10: Mapa de Procesos de MTR

Figura 3.11: Proceso de Fabricación de Matrices de MTR

Figura 3.12: Proceso de Ajuste de Matrices de MTR

Figura 3.12: Proceso de Planificación y Control de la Producción de MTR

Figura 4.1: Información de la base de datos de un sistema CAD/CAM

Figura 4.2: Composición del Precio de Venta

Figura 4.3: Planilla de Síntomas y Diagnóstico de una Maquinaria

Figura 4.4: Planilla de Descomposición de Maquinaria para el Mantenimiento

Figura 4.5: Planilla de Proceso de Mantenimiento

Figura 4.6: Planilla de Control de un Instrumento de Medición

Figura 4.7: Planilla de Trabajo de Corte por Hilo

Figura 4.8: Planilla de Cotización de MTR

Figura 4.9: Plano pieza de MTR

Figura 4.10: Plano del conjunto de MTR

Figura 4.11: Plano de mecanizado de MTR

Figura 4.12: Simulación del software CAD/CAM (arriba) y el mecanizado real (abajo)

Figura 4.13: Planilla de Control de Avances de MTR

Figura 4.14: Planilla de Seguimiento de Piezas Especiales de MTR

Figura 4.15: Cuello de Botella según la etapa de fabricación de una matriz

Tablas

Tabla 2.1: Cuadro comparativo de los tres tipos principales de Lay Out

Tabla 2.2: Ventajas y desventajas de la distribución orientada al proceso

Tabla 4.1: Costos mensuales de MTR

Tabla 4.2: Horas de trabajo por mes de MTR

Tabla 4.3: Costo por hora de MTR

Tabla 4.4: Costos mensuales de centro de trabajo Corte por Hilo

Tabla 4.5: Proceso de fabricación de una pieza ejemplo

Tabla 4.6: Horas de trabajo por mes de Corte por Hilo (arriba) y costo por hora de este centro de trabajo (abajo)

Tabla 4.7: Costo del corte por hilo para una pieza ejemplo

Tabla 4.8: Costo del trabajo de una pieza ejemplo

Reestructuración en MTR Argentina SRL

1.1 Presentación del Proyecto Integrador

1.1.1 Introducción

El presente Proyecto Integrador propone la reestructuración de una empresa metalmeccánica. En este trabajo se describirá la empresa MTR Argentina SRL y se analizará y estudiará la misma descubriendo distintos aspectos que se consideran relevantes para obtener mejores resultados en materia de producción.

La idea de este proyecto surgió de la necesidad de ser más eficientes en la producción a los fines de suplir la disminución en la rentabilidad del negocio. Ello, en razón de que la misma ha disminuido en los últimos tiempos, la competencia es cada vez mayor y los costos aumentan constantemente.

A tal fin, se hará especial hincapié en el área de Ingeniería y Producción dado a que se consideran las áreas clave para el éxito de la empresa.

Para lograr una mayor eficiencia y una planta productiva más organizada se formalizarán los procesos productivos clave de la empresa y se mejorarán las actividades y tareas que se llevan a cabo en el día a día.

Esto se conseguirá haciendo un repaso sobre la empresa en cuestión, conociendo sus productos, los servicios que ofrece, las tecnologías intervinientes y los procesos que se llevan a cabo, el recurso humano necesario, la distribución en planta y otros factores que se consideren importantes y que se verán más adelante.

En primer lugar se estudiará y analizará el Lay Out actual relevando el mismo. Luego, éste se mejorará diseñando un Lay Out Modificado y formalizando los procesos clave relacionados al mismo.

Por otro lado, se considera que la mejor manera de mantener a los clientes y asegurarse la venta de importantes proyectos es brindando un buen servicio para los

clientes. Es decir, lograr la satisfacción de estos, un principio básico de la **Gestión de la Calidad**.

Ser una empresa de Calidad constituye una oportunidad de **diferenciación**. Principalmente en MTR Argentina SRL donde se estima muy importante lograr que el producto se entregue al cliente en tiempo y forma. Entonces, se creará un **Sistema de Planificación de la Producción** que posibilite que la entrega del producto satisfaga tales requisitos. Además, este sistema generará mayor organización en cuanto a la secuencia de los trabajos lo que aumentará la eficiencia de la producción.

Por ello, a través de un **Área de Ingeniería**, se mejorará y controlará la producción con el objeto de asegurar la calidad requerida por los clientes de manera eficiente y rentable. Se pretende que este departamento asegure la calidad de los productos desde el comienzo del proyecto, es decir, en lo que respecta a su diseño (verificando si el mismo es un proceso subcontratado) y a la ficha de fabricación (la información que se le provee al operario para ejecutar). Además, se desea determinar y delimitar las responsabilidades de cada sujeto interviniente en los procesos a través de la formalización de los mismos.

También, se cree que manejar los **Costos** de la empresa es clave para conocer el negocio. Luego, la intención es conocer profundamente los Costos de Fabricación lo que permitirá saber los números de la empresa y de este modo, tomar decisiones más acertadas y eficaces.

Se propondrán cambios y mejoras para la empresa MTR Argentina SRL. El propósito es identificar las ineficiencias y las debilidades que existen en la actualidad ya que las mismas, junto a las fortalezas, describen el funcionamiento de la empresa.

1.1.2 Objetivos del Proyecto Integrador

El **Objetivo Principal** de este Proyecto Integrador es diseñar herramientas y generar conocimientos útiles para la empresa MTR Argentina SRL mediante un trabajo de **Reingeniería**. Ello a los fines de que la empresa sea más **Eficiente** en su unidad

productiva y un proveedor de **Calidad** para sus clientes. Es decir, que se busca que la empresa en cuestión sea más rentable aumentando la eficiencia y calidad de todos sus procesos de producción clave.

Los **Objetivos Específicos** se pueden resumir de la siguiente manera:

- Rediseñar el Lay Out para obtener uno más formalizado y con el propósito de lograr mayor organización de la mano de obra, herramientas, los materiales, y un mejor flujo y ubicación de los últimos.
- Obtener un Lay Out digitalizado para poder trabajar sobre el mismo en caso de ampliaciones, modificaciones futuras y agregado de nuevas máquinas.
- Crear un Sistema de Planificación y Control de la Producción que permita ser una empresa más proactiva.
- Crear un Sistema de Planificación y Control de la Producción que permita estimar la capacidad disponible para poder tomar decisiones de aumento de capacidad, como la subcontratación de procesos, en su justo tiempo.
- Contar con un Sistema de Planificación que permita organizar y secuenciar los trabajos del taller de la manera más eficiente, controlar el desarrollo de cada trabajo y tomar decisiones en cuanto a la capacidad de producción disponible y los plazos de entrega.
- Formalizar el Área de Ingeniería y sus Responsabilidades para que todo proceso sea pensado y planificado en este departamento y luego, se ejecute, de conformidad a los requisitos especificados por los clientes.
- Lograr que el Área de Ingeniería sea el cerebro de la planta que identifique los mejores procesos y la mejor forma de aprovechamiento de los recursos.
- Realizar un estudio de los costos de la empresa para determinar de forma precisa los Costos de Fabricación.

1.1.3 Descripción de la Empresa

MTR Argentina SRL es una empresa metalmeccánica ubicada en la provincia de Córdoba, Argentina, la cual lleva aproximadamente 20 años operando en el mercado. Esta Pyme se dedica principalmente a la fabricación de matrices, dispositivos, calibres de control y piezas especiales para la industria automotriz. Los medios productivos fabricados en la empresa son utilizados por los clientes para la producción en serie y control de calidad de autopartes y/o partes de otros tipos de productos comerciales, como cocinas, lavarropas, etc. Por lo general, Las piezas especiales son repuestos de líneas de producción de grandes empresas autopartistas o petroleras.

La empresa fue fundada por 2 ingenieros mecánicos electricistas, quienes en la actualidad son los gerentes de la misma. La misma está conformada por una pequeña área de ingeniería, encargada de la normalización de las tareas operativas y elección de los mejores procesos y un área administrativa interna. La contabilidad y los aspectos legales de la misma son servicios subcontratados y que integran lo que se conoce como el staff de apoyo de la empresa. La planta cuenta con operarios en su mayoría calificados y el resto en proceso de capacitación.

Las tareas productivas consisten en mecanizados de aceros que se llevan a cabo en las diferentes máquinas dispuestas en el Lay Out. Así, se construyen los diferentes componentes que luego se ensamblan conformando una matriz, dispositivo o calibre según el diseño correspondiente.

El ensamble o armado de cualquier medio productivo consiste en colocar, criteriosamente y conforme al diseño concreto, los diversos componentes o detalles que fueron construidos por medio de los diferentes mecanizados y aquellos que son estándar y se compran a proveedores. Es una tarea que es realizada por los operarios de matriceria con la ayuda de herramientas manuales o de ser necesario con re mecanizados. Al ajuste final se lo realiza en la prensa hidráulica o mecánica en la que se fabrican las piezas correspondientes. Así, los componentes se ajustan y calibran logrando la funcionalidad del producto final.

También, el procesamiento de una pieza puede consistir en obtener directamente el producto final y no un componente del mismo. Este es el supuesto de la mayoría de los

casos con las piezas especiales las cuales se venden como producto final pese a que, eventualmente, el cliente las utilice después en algún conjunto.



Figura 1.1: Área de Mecanizado de MTR Argentina SRL

La **Misión** y **Visión** de la empresa constituyen dos aspectos clave para saber hacia dónde apuntan los objetivos de la misma:

La **Misión** de MTR Argentina es alcanzar un nivel de conocimiento y tecnología que le permita un crecimiento sostenido. También que lo producido por la misma tenga la calidad que posibilite que sus clientes sean competitivos.

La **Visión** de la empresa es ser reconocida y valorada como una empresa de **Calidad** en la fabricación de medios productivos por toda la industria.

Nuestros Clientes

El funcionamiento de la empresa se enfoca exclusivamente en satisfacer a nuestros clientes ya que, la satisfacción del cliente constituye el objetivo primordial y la mejor manera de mantener el nivel de ventas deseado. En consecuencia, el presente Proyecto

Integrador tiene como propósito idear mejoras y herramientas para brindar un servicio superior y ser un mejor proveedor para nuestros clientes.

Nuestra cartera de clientes se encuentra integrada por las siguientes empresas:



Figura 1.2: Clientes de MTR Argentina SRL

1.1.4 Principales Productos y Servicios que ofrece MTR Argentina

- **Fabricación de Matrices**

Las matrices son herramientas que se utilizan para la fabricación, a gran escala, de piezas de chapa. Las operaciones que estas herramientas pueden realizar sobre la chapa, son las de corte y punzonado, plegado y doblado, entre otras.

Las matrices pueden ser matrices de una o varias operaciones y se pueden obtener en cada golpe una o más piezas. Ello, da cuenta de la complejidad de una matriz. Atento a ello, existen distintos tipos de matrices:

- Matrices de una operación como por ejemplo las matrices de corte de blank mediante las cuales se obtiene el desarrollo de la pieza, que luego se forma y/o punzona en otra matriz.



Figura 1.3: Matriz de Corte de Blank Proyecto Toyota Hilux

- Matrices Multipuesto de 2 o más operaciones como lo es una matriz que en una primera operación logra el embutido de la pieza y en la siguiente operación los punzonados correspondientes de la pieza ya embutida.

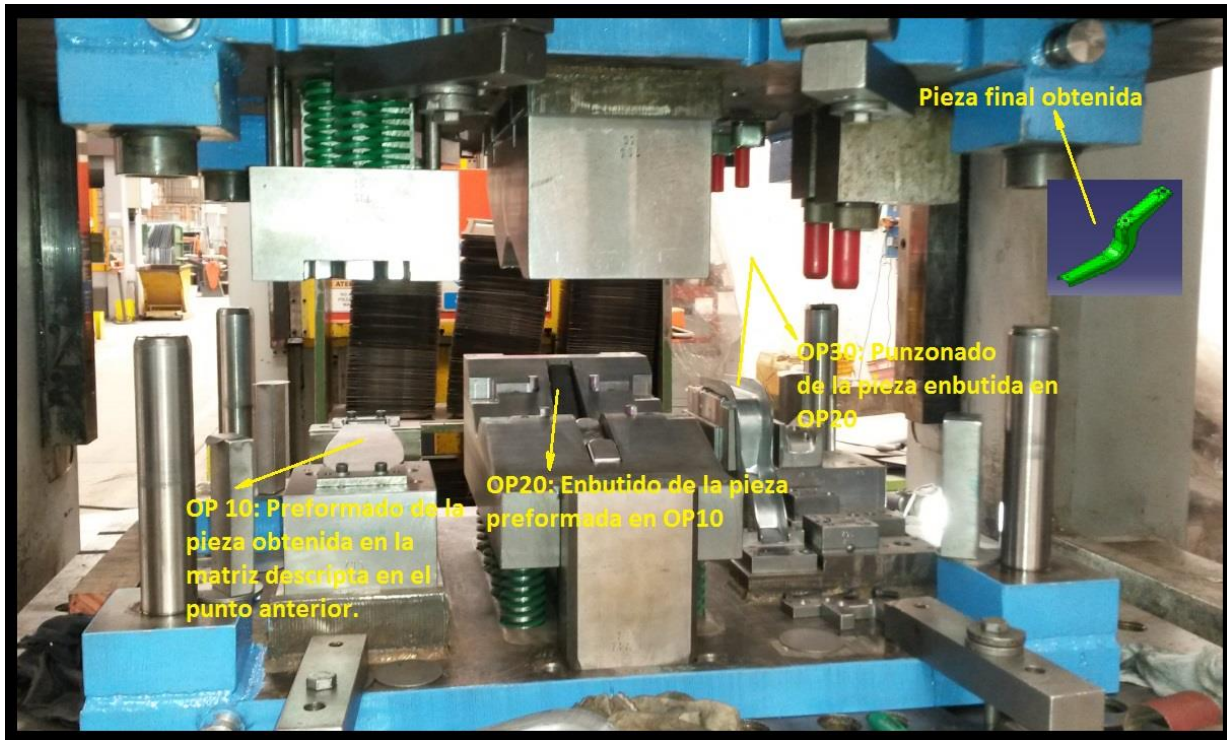


Figura 1.4: Matriz Multipuesto Proyecto Toyota Hilux

- Matrices Progresivas, esto es, que realizan más de una operación y mediante la cual se logra la pieza final completa, es decir, se obtienen los cortes de desarrollo, punzonados y su forma final. Estas matrices son las más complejas y hasta pueden producir más de una pieza a la vez, como una matriz progresiva doble.

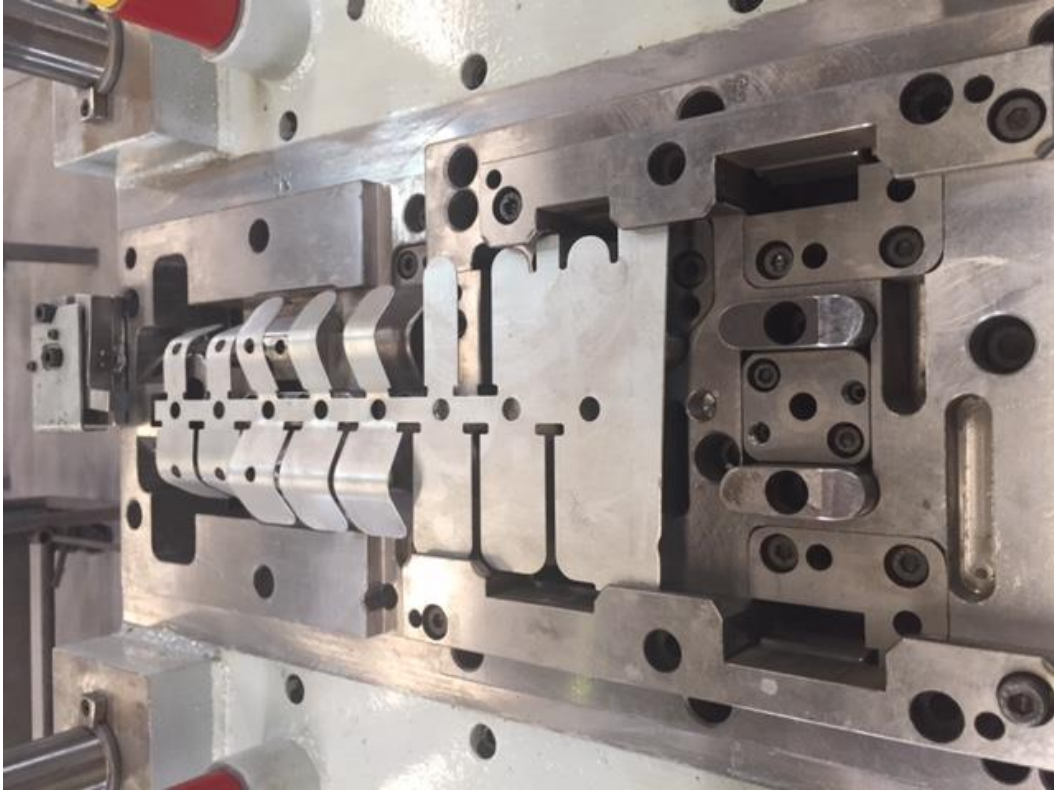


Figura 1.5: Matriz Progresiva Doble Proyecto Mercedes Benz

- **Fabricación de Piezas Especiales**

Las piezas especiales se utilizan para diversos propósitos principalmente como repuestos de líneas de producción. Normalmente, su fabricación corresponde a pequeños lotes de piezas que requieran un gran número de operaciones. Por lo general, son piezas complejas y caras.



Figura 1.6: Piezas Especiales

- **Construcción de Dispositivos y Calibres de Control**

Los dispositivos que se realizan son utilizados para fabricar piezas de baja producción en las cuales no se justifica o no es posible la utilización de matrices. Se trata de dispositivos para soldar partes, dispositivos para perforar, y dispositivos de montaje entre otros.

Los Calibres de Control tienen como finalidad controlar la pieza obtenida mediante la matriz. Dependiendo de la pieza, pueden controlar posición de agujeros y/o tolerancias de los diámetros de los mismos y/o forma y desarrollo de la pieza.



Figura 1.7: Dispositivos de montaje para la soldadura de piezas de la Agroindustria

- **Corte por hilo (Electroerosión)**

El Corte por Hilo consiste en el mecanizado de piezas metálicas mediante la electroerosión. Es un proceso de gran precisión que permite cortar metales con la utilización de un hilo de molibdeno que puede ser de un diámetro de 0.2mm o menor. Por lo general, se utiliza en la parte final del proceso de fabricación de matrices o para la obtención de piezas especiales.

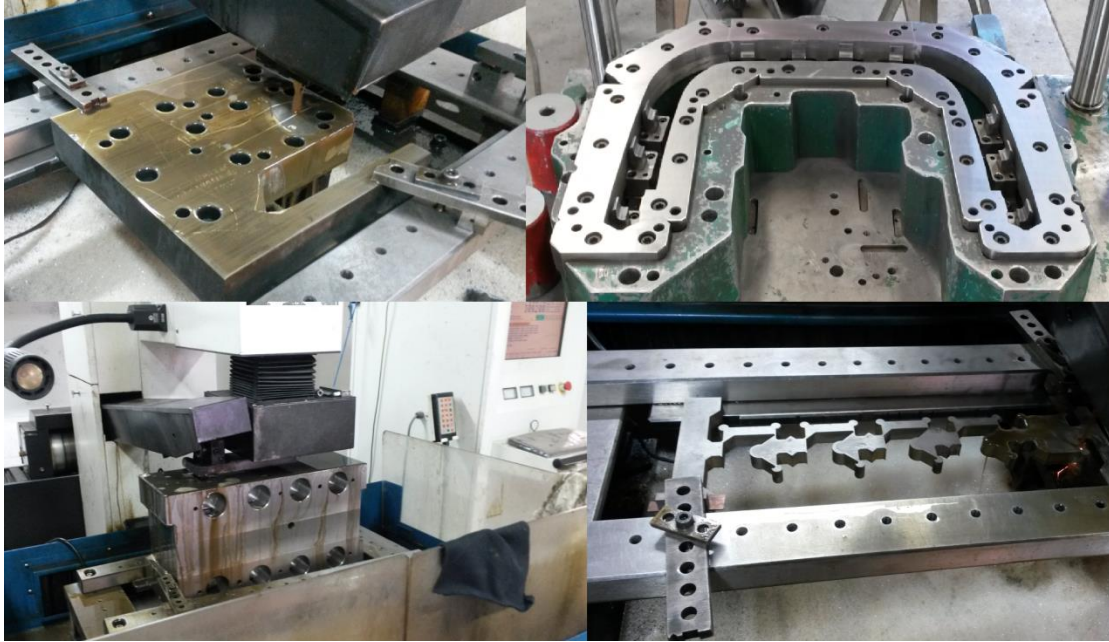


Figura 1.8: Corte por hilo de partes metálicas

- **CNC, Mecanizado y Copiado de Superficies**

A través de la utilización de sistemas CAD/CAM se logra la obtención de componentes de los herramientas los cuales poseen formas complejas. El CAD/CAM es una herramienta que aumenta la eficiencia y calidad de nuestros mecanizados.



Figura 1.9: Mecanizado de superficies 3D

A más, se llevan a cabo fresados con máquinas fresadoras convencionales, torno paralelo y rectificadas de superficies planas a través de una rectificadora tangencial, entre otros.

- **Soldaduras**

Se realizan soldaduras de estructuras metálicas obteniendo así las partes estructurales de las matrices y dispositivos a fabricar. En los dispositivos se sueldan los bastidores y los componentes que lo requieren por diseño, logrando la construcción de la estructura final. Luego, en la misma se colocan los componentes procesados en las diferentes máquinas de mecanizado. En las matrices se sueldan las bases de las mismas, con los tacos y detalles que requieren ser soldados, también logrando la estructura donde se colocan los diferentes componentes procesados. Se cuenta con equipos de soldar con electrodo revestido el cual se utiliza como material de aporte o relleno. Entre este electrodo y las piezas a soldar se genera un arco eléctrico que junto al calor del interior del electrodo,

se funde logrando la soldadura. También, hay equipos de soldar con alambre (MIG), material de relleno en este caso, donde se genera un arco eléctrico entre el alambre y la pieza. Ello genera calor y funde el alambre logrando así, la unión requerida.



Figura 1.10: Estructura metálica soldada mediante soldadura MIG

1.1.5 Estructura de la Empresa.

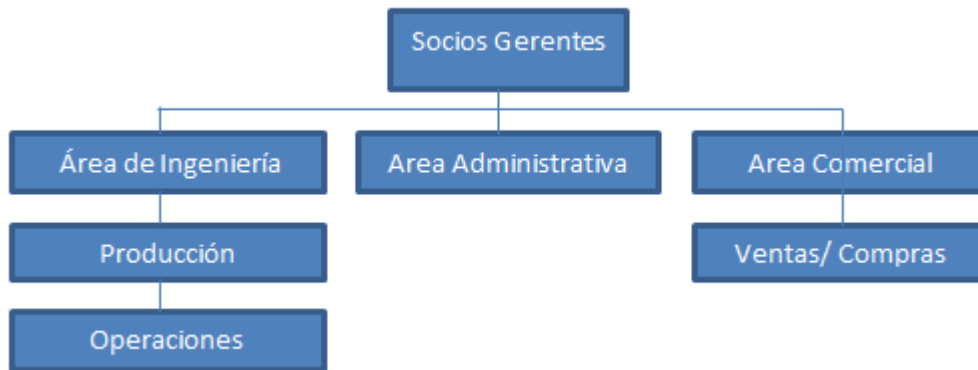


Figura 1.11: Organigrama de la empresa MTR Argentina SRL

La empresa tiene una estructura simple donde los superiores jerárquicos son los socios gerentes. Básicamente la empresa se divide en producción y comercial como sus dos áreas más importantes. Luego, tenemos el área Administrativa que se encarga de la contabilidad y tareas diversas, No obstante, el grueso de la contabilidad y cuestiones legales se derivan a un staff externo.

1.1.6 Análisis FODA

Para realizar un análisis certero de la empresa es de importancia superlativa realizar un análisis **FODA** de la misma ya que el mismo da un pantallazo de cómo es y cómo funciona.

Fortalezas:

- Mano de Obra de mucha experiencia altamente calificada
- Profesionales Ingenieros idóneos dirigiendo la empresa

- Cartera de Clientes importante

Oportunidades:

- Lograr una empresa más organizada, con mayor planificación y orientada a la satisfacción del cliente, para diferenciarse de la competencia
- Aprovechar los grandes proyectos de medios productivos para la fabricación nacional

Debilidades:

- Tecnología de mecanizado desactualizada
- Desorganización e Ineficiencias en la producción
- Escasa formalización de sus procesos productivos
- Escasa planificación Estratégica, Táctica y Operativa

Amenazas

- Situación económica fluctuante del País
- Incertidumbre para la toma de decisiones
- Disminución de la rentabilidad del negocio

Mediante este análisis **FODA**, se exhibe la situación de la empresa y el entorno donde se encuentra inmersa. Opera en un mercado emergente, en un país económicamente inestable y con reglas de juego poco claras. No obstante, presente un escenario con buenas expectativas y oportunidades interesantes para la industria automotriz.

También, se destaca la oportunidad de diferenciarse de la competencia enfocándose vehementemente en los clientes. Ello, logrando ser una empresa que brinde un servicio que satisfaga al cliente en todos sus aspectos, principalmente, en la funcionalidad del bien fabricado y en el cumplimiento de los plazos de entrega.

La disminución de la rentabilidad del negocio en los últimos años, constituye la causa principal que motiva la necesidad de ser más más eficiente. Esta baja rentabilidad

se ha comprobado con el correr de los años dado a que cada vez se realizan trabajos de mayor envergadura y de mejor forma (siendo más eficiente, disminuyendo costos, etc.) pero las ganancias no se adecuan a ello. Luego de haber realizado análisis de costos y precios y se puede confirmar, los precios de venta de los productos de la empresa no son los óptimos ya que se ven disminuidos por la presión que ejerce el cliente a la hora de solicitar descuentos. Más allá de que exista un proceso de cotización, al precio lo termina fijando el cliente. Ello debido a que, en una industria donde volumen total de trabajo es bajo, hay demasiada competencia dispuesta a realizar lo mismo a menor precio, para tan solo cubrir costos fijos.

Por demás de ello, el costo de la mano de obra, de los insumos para la producción y la tecnología, comparado a otros países, es alto. En definitiva, los costos han aumentado y no de manera proporcional los precios.

La Argentina dejó de ser competitiva en el mundo y en consecuencia, disminuyó el volumen de fabricación de medios productivos para la exportación. Sin embargo, se ha aumentado la fabricación de los mismos para la producción interna. Se cree, que es un momento de transición, donde se apuesta al crecimiento de la industria nacional.

1.2. Propuesta de Reestructuración

En el presente trabajo propone reestructurar una empresa que se dedica, principalmente, a la fabricación de medios productivos y también busca introducir la reingeniería en procesos clave de la producción.

El mismo ha sido enfocado en la parte productiva de la empresa y se tratan puntualmente los siguientes conceptos: a) **Lay Out**, a los fines de ser más organizados en el funcionamiento de la planta y todos los procesos que este aspecto conlleva b) **Sistema de Planificación de la Producción**, para aumentar la capacidad de reacción y sobretodo garantizar el debido cumplimiento para con los clientes c) **Área de Ingeniería**, encargada de generar y controlar los procesos de producción.

En primer lugar, se identificarán expresamente las ineficiencias y debilidades de la empresa. También se considerarán las fortalezas a los fines de brindar un análisis completo y eficaz. A continuación, se estudiará la situación particular para plantear herramientas simples, claras, útiles e idóneas para combatir los aspectos negativos referidos.

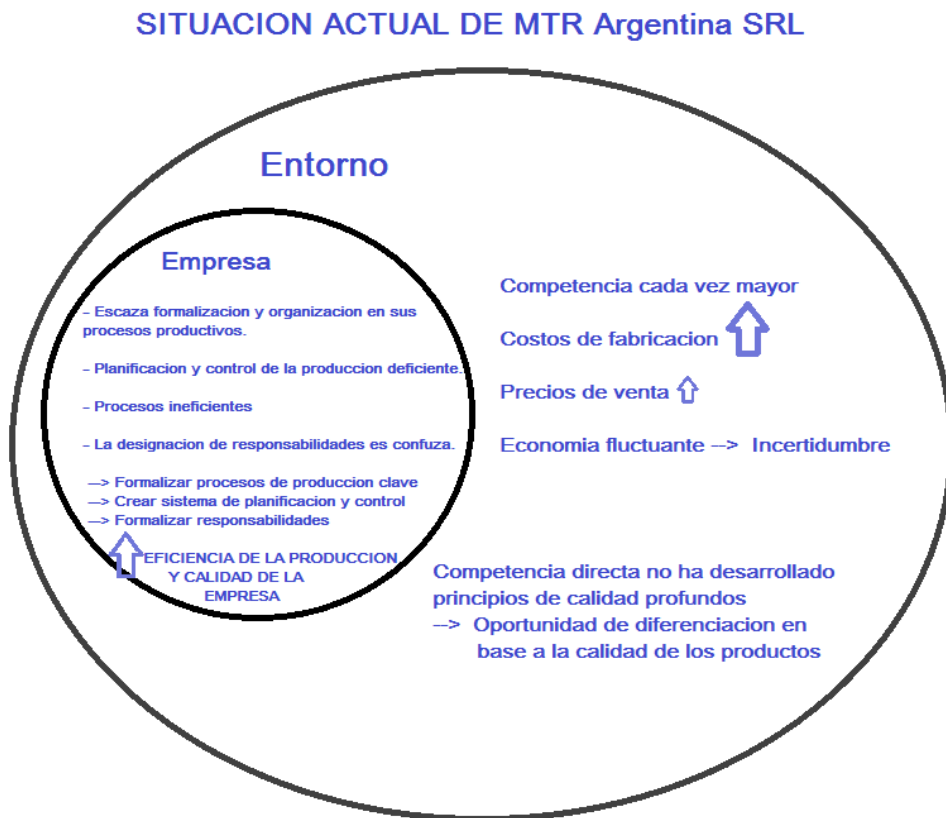


Figura 1.12: Situación actual de MTR Argentina SRL

En el Mapa de Procesos actual de la empresa, se expone como se está llevando a cabo el proceso general de la misma. Se destaca, en color rojo, los problemas reinantes en la actualidad.

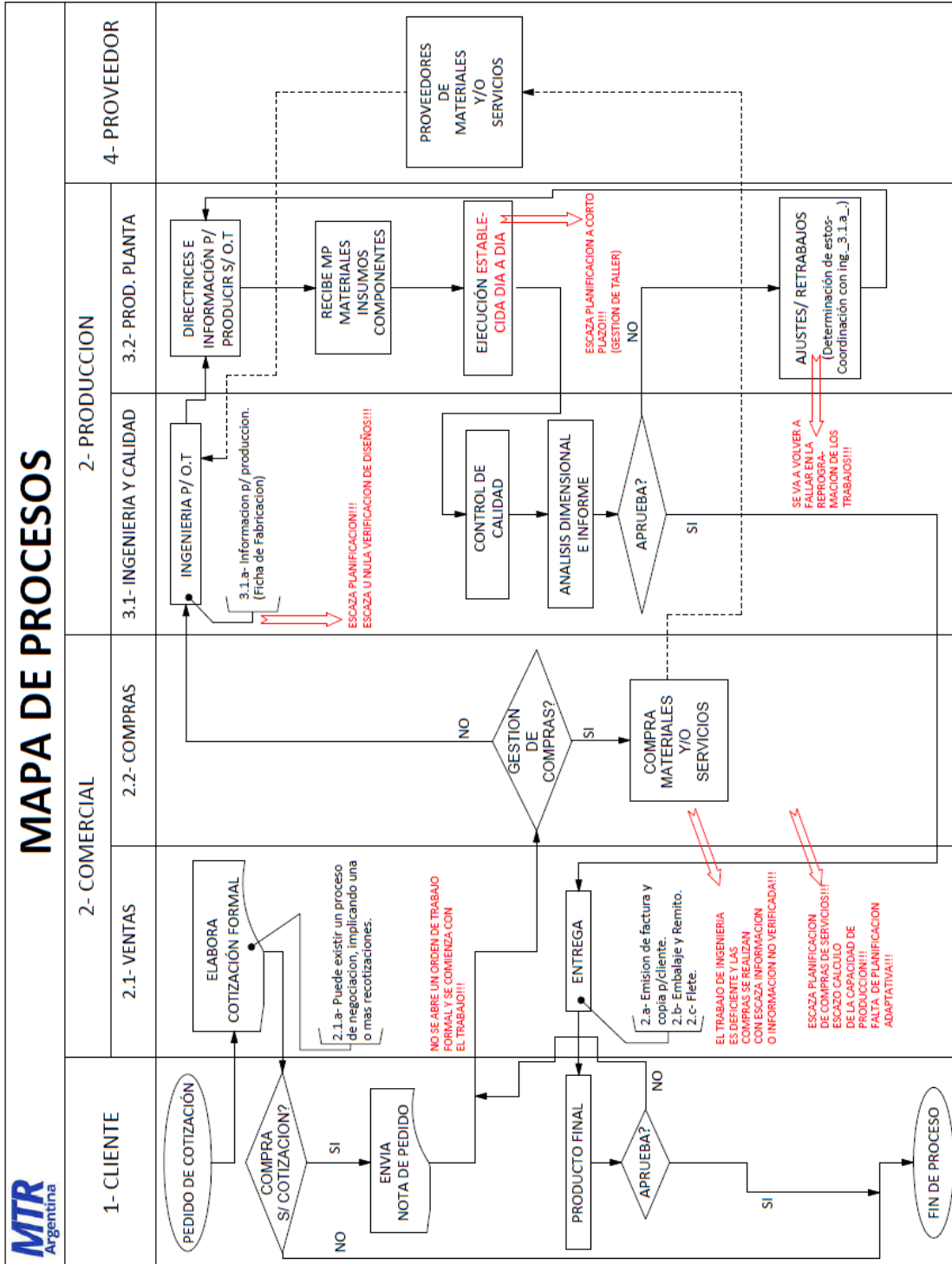


Figura 1.13: Mapa de Proceso Actual de MTR Argentina SRL

En el Capítulo 2 se presentará todo lo relacionado con el Lay Out. El objeto es conseguir que funcione sistemáticamente y comunicarlo a todos los miembros de la empresa.

En otras palabras, la intención es que “todos hablen el mismo idioma” a la hora de actuar en diferentes sectores y con los recursos de la planta.

A continuación, en el Capítulo 3, se tratará el Sistema de Planificación de la Producción. Se analizarán los procesos clave de la empresa con miras de crear un sistema adecuado y útil para la misma.

En último término, el Capítulo 4 consiste en una propuesta de formalización de un Área de Ingeniería y sus Responsabilidades, la cual se considera clave para lograr la eficiencia y la calidad pretendida. Este Área, llevara a cabo actividades tales, como las que se mostrarán en los capítulos 2 y 3, como las de generar la información necesaria para producir y controlar la producción.

Lay Out

2.1 Concepto de Lay Out o Distribución en Planta

2.1.1 Introducción

En este capítulo se estudiará el Lay Out de la empresa, fundamental para el desempeño de la misma y clave en la organización de la planta.

Se hará un repaso de la teoría de Lay Out o Distribución en Planta, basándose en los libros *Dirección de Operaciones (Aspectos Estratégicos en la Producción y los Servicios)* de José A. Domínguez Machuca y *Principios de Administración de Operaciones* de Heizer y Render.

Para comenzar, es importante describir la situación actual de la empresa en relación a la Distribución en Planta y las razones que hacen imperioso introducir mejoras.

MTR Argentina SRL funciona con el sistema de Distribución Orientada al Proceso lo cual es adecuado a los procesos y productos. Empero, sería saludable lograr un sistema más fluido y eficiente con mayor organización de los materiales y procesos.

Por otro lado, la gerencia ha solicitado un relevamiento y planos del Lay Out actual, ya que considera útil tener esta información para futuras ampliaciones, cambios de maquinarias, etc. La misma desea adquirir nuevas tecnologías, las cuales tienen que ser dispuestas criteriosamente en el nuevo LO. Por estas razones, resulta útil estudiar el Lay Out de la empresa.

2.1.2 Concepto y Objetivos del Lay Out

El concepto de Distribución en Planta o Lay Out se puede definir como el proceso de elección y disposición de equipos, factores y cualquier tipo de recurso necesario que permita conseguir un sistema productivo capaz de alcanzar los objetivos de la forma más adecuada, segura y eficiente posible y satisfactoria para el personal operativo.

Para crear un Lay Out correcto hay que tener en cuenta los **Objetivos Estratégicos, Tácticos y Operativos** de la empresa, además de su sistema productivo, los procesos y los productos que se llevan a cabo dentro de la misma.

Los objetivos estratégicos son aquellos a largo plazo. Contar con objetivos claros desde un principio permite idear un Lay Out que sirva para alcanzar dichos objetivos de una manera eficiente, ya que el proceso de determinación del Lay Out se piensa especialmente para los cambios que puedan surgir.

Por ejemplo, una fábrica proveedora de pañales que se inicia con el deseo inmediato de fabricar su producto para abastecer comercios de la ciudad donde reside pero que, a su vez, tiene como objetivo a largo plazo abastecer de pañales a comercios en todo el país, no debería instalar su planta en un predio que implique un obstáculo a su posterior ampliación y agregado de más líneas de producción. Ello, debido a que a la hora de aumentar su volumen de producción tendrán inconvenientes para mudar las instalaciones actuales o abrir otra planta en otro lugar por mayores costos fijos, pérdida de control a nivel dirección, etc.

Luego tenemos los objetivos tácticos, es decir, aquellos de mediano plazo. En relación a éstos, hay menor tiempo de reacción que frente a los estratégicos por ende, si Lay Out no está diseñado para cumplir con dichos objetivos la empresa tendrá que incurrir en altos costos para subsanar esa falta de previsión o sufrirá la pérdida de oportunidades. Esta situación se puede ejemplificar con un Lay Out que no permita un aumento normal de la producción por falta de espacio para almacenamiento. En este caso, a pesar de que se pueda trabajar más horas o extendiendo turnos, la empresa perderá la oportunidad de obtener mayores ventas y su cliente seguramente busque otro proveedor.

Por último, los objetivos operativos son los de todos los días. Si se analiza un LO de manera estática, este está diseñado principalmente para satisfacer estos de la manera más fácil, simple y económica posible. En este supuesto, se puede destacar la distribución de las máquinas, de los trabajadores, la seguridad del sistema productivo, etc. Generalmente las empresas pequeñas piensan solo a corto o mediano plazo, lo que no significa que sea correcto.

Existen importantes factores que deben ser tenidos en cuenta en el diseño de un Lay Out:

- El Volumen de Producción: determina el espacio requerido, cantidad de equipos y otros recursos necesarios como la mano de obra.
- El Proceso de Producción: determina la tecnología empleada y ordenamiento de esta y otros recursos intervinientes. También determina el funcionamiento del Lay Out.
- El Producto: determina también la tecnología y recursos empleados y disposición de estos.
- Los Materiales: determinan espacios y recursos (medios de izaje) requeridos por su tamaño, volumen y peso.
- La Mano de Obra: esta es parte del Lay Out y el funcionamiento de este. También de ésta surge la necesidad de un ambiente seguro, iluminado y no contaminado.
- La Maquinaria: se ordenara de acuerdo al proceso o producto. También el espacio requerido dependerá de la maquinaria a utilizar.
- El Movimiento: es una actividad no productiva por ende hay que tratar de disminuirla.
- Las Esperas: es preciso tratar de disminuir las demoras.
- Los Cambios: es clave procurar estar listos para los cambios, obtener flexibilidad.

2.1.3 Objetivos Específicos del Lay Out

Aparte de la definición expuesta anteriormente, se puede exponer los siguientes factores que producen ventajas conforme señala José A. Domínguez Machuca (1995):

- Permitir el uso más eficiente de las instalaciones y lograr que los trabajadores puedan ejecutar más eficientemente.
- Disminuir espacios ocupados innecesariamente.
- Lograr un ambiente organizado y ordenado.
- Crear un sistema simple, claro y eficiente. Lo más fluido posible.
- Lograr un ambiente seguro y satisfactorio para el personal.
- Mejorar la supervisión y control.
- Obtener flexibilidad en sus procesos.
- Disminución del riesgo para el material y su calidad.
- Supresión de congestiones.

Claramente, no es fácil lograr en su máxima expresión todos estos factores y hay veces que las situaciones no permiten que se alcancen simultáneamente pero si es importante lograr un **equilibrio** entre ellos.

2.1.4 Tipos de Lay Out.

Existen 5 tipos principales de Lay Out, de acuerdo al capítulo 9 del libro de José A. Domínguez Machuca, que son relevantes para este Proyecto Integrador:

- Lay Out orientado al Producto
- Lay Out orientado al Proceso
- Lay Out por Posición Fija
- Lay Out del enfoque JIT (Just in Time)
- Lay Out por Células de Fabricación

Se analizará más detalladamente el Lay Out orientados al proceso ya que es el tipo de distribución adecuada y actual de la empresa elegida para este Proyecto Integrador.

Esto se debe a que MTR Argentina SRL fabrica productos bajo pedido del cliente, los cuales son siempre diferentes y son requeridos en cantidades bajas o no muy significativas. En razón de ello, un Lay Out con una línea de producción para realizar eficientemente un gran número de productos sería ajeno a lo que se necesita en MTR, pues atentaría contra la flexibilidad que se necesita cuando se reciben pedidos siempre diferentes. Por ende, el Lay Out orientado al proceso es el más flexible y adecuado para esta empresa.

En la actualidad, la distribución en planta es correcta pero la intención es mejorar el mismo y crear herramientas para lograr un sistema más fluido y eficiente que sirva como herramienta para la producción,.. Asimismo, es necesario agregar nuevas maquinarias.

Lay Out orientado al Producto.

En este tipo de LO es el producto en sí el determinante de la disposición de los puestos de trabajo, logrando un movimiento fluido del producto a lo largo de la línea de producción. Se procura diseñar la distribución más eficiente y conveniente para la fabricación del producto en cuestión. A su vez, son distribuciones que carecen de flexibilidad y que son eficientes solo para ese producto o grupo de productos.

Por ejemplo, una línea de fabricación de tres tipos de galletitas, las cuales guardan similitudes entre sí.

Lay Out por Posición Fija.

Consiste en la distribución apropiada cuando no es posible mover el producto debido a sus características físicas como tamaño, peso, forma, volumen u otra característica particular que lo impida. Esto implica que el producto permanecerá fijo y los factores que se desplazarán hacia este serán los hombres, maquinarias y cualquier otro recurso que se necesite.

Un ejemplo de Lay Out por Posición Fija sería el adecuado para fabricar un barco.

Lay Out del enfoque JIT.

Es un tipo de distribución por Producto muy utilizada en las fábricas japonesas. Es altamente eficiente y compacta permitiendo la menor utilización posible de espacio. Se caracteriza por eliminar el Stock en proceso gracias a una buena planificación y programación de la producción. Esto es algo muy difícil de lograr si clientes y sobretodo, proveedores no están comprometidos a trabajar de la misma manera.

Cualquier Lay Out por producto que siga las directrices del JIT, como máxima eficiencia, cero desperdicio, cero stock, cero espera, etc., forma parte de esta distribución.

Lay Out por Células de Fabricación.

Se puede definir como una distribución híbrida, muchas veces como una combinación entre un Lay Out por proceso y por producto, beneficiándose de la flexibilidad de la primera distribución y la eficiencia de la segunda. Esto se debe a que, en la mayoría de los casos, se agrupan las tecnologías que cumplen una misma función o funciones parecidas generando una célula de trabajo en forma de "U" donde se procesan una variedad de productos similares, es decir, se fabrica un volumen de cada producto que justifica un diseño más eficiente pero ese volumen no justifica una línea de producción hecha a medida para cada tipo de ese producto.

Una célula de trabajo podría ser compuesta por un Torno CNC, dos Fresadora CNC, y una Rectificadora Universal CNC, en forma de "U" y en el orden mencionado. En la cual se fabrique distintos tipos de ejes de metal por lotes.

Lay Out orientado al Proceso.

En este tipo de distribución las maquinarias, equipos, operaciones y personal que realizan una misma función se agrupan en un mismo sector, conformando un “taller” o un área particular. Este tipo, es ideal en fábricas donde los productos son variables y siempre diferentes y entonces se necesita flexibilidad para la fabricación de estos.

A una fábrica de medios productivos como matrices, moldes y dispositivos y piezas especiales le favorece este tipo de Lay Out.

A continuación se presenta un cuadro comparativo de los tres tipos de Lay Out principales:

	Lay Out por Producto	Lay Out por Proceso	Lay Out por Posición Fija
Producto	<ul style="list-style-type: none"> • Estandarizado • Alto volumen de producción • Tasa de producción constante 	<ul style="list-style-type: none"> • Diversificados • Volúmenes de producción variables (bajos) • Tasas variables • Bajo pedido 	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo pedido • Volumen de producción muy bajo (cant.: Uno)
Flujo de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> • Línea continua o cadena de producción • Unidades siguen la misma secuencia de producción 	<ul style="list-style-type: none"> • Flujo variable • Cada ítem puede requerir secuencia de operaciones distinta 	<ul style="list-style-type: none"> • Mínimo o inexistente • Personal, maquinaria y materiales van hacia el producto
Mano de Obra	<ul style="list-style-type: none"> • Altamente especializada y poco cualificada • Capacitada para realizar tareas repetitivas 	<ul style="list-style-type: none"> • Altamente cualificada y generalmente polifuncional. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alta flexibilidad de la mano de obra (la asignación de las tareas es variable)
Personal Staff	<ul style="list-style-type: none"> • Numeroso personal en supervisión, control, mantenimiento, administración 	<ul style="list-style-type: none"> • Fundamental en la programación y coordinación de las actividades 	<ul style="list-style-type: none"> • Fundamental en la programación y coordinación de las actividades
Manejo de materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Sistematizado y a menudo automatizado 	<ul style="list-style-type: none"> • Variable, a menudo hay duplicaciones y retrocesos • Se requieren equipos de tipo universal para cargas 	<ul style="list-style-type: none"> • Variable y a menudo escaso • Se requieren equipos de tipo universal para cargas
Inventarios	<ul style="list-style-type: none"> • Alto inventario de productos terminados (salvo JIT) 	<ul style="list-style-type: none"> • Escaso inventario de productos terminados • Alto inventario de producto en proceso 	<ul style="list-style-type: none"> • Inventarios variables y frecuentes inmovilizaciones
Utilización del espacio	<ul style="list-style-type: none"> • Eficiente 	<ul style="list-style-type: none"> • Ineficiente • Necesidad de espacio para producto en proceso 	<ul style="list-style-type: none"> • Toda la superficie es requerida por un único producto
Necesidad de capital	<ul style="list-style-type: none"> • Elevada inversión en procesos y equipos altamente especializados 	<ul style="list-style-type: none"> • Inversiones más bajas en proceso y equipos de carácter general (universales) 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipos y procesos móviles de carácter general
Coste del producto	<ul style="list-style-type: none"> • Costes fijos bajos (gran aprovechamiento de las instalaciones) • Bajos costes de MO y materiales por unidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Costes fijos relativamente bajos • Altos costes de MO y materiales por unidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Costes fijos relativamente bajos • Altos costes de MO y materiales por unidad

Tabla 2.1: Cuadro comparativo de los tres tipos principales de Lay Out

El cuadro anterior, extraído de la obra *Dirección de Operaciones* de José A. Domínguez Machuca (pág. 283), se muestra claramente las características de cada tipo de distribución, lo cual facilita identificar claramente las ventajas y desventajas de cada uno. Se expondrán aquellas de la **distribución por proceso**:

Distribución Orientada al Proceso	
Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Flexibilidad dado a equipos universales y personal cualificado • Inversiones bajas dado a equipos universales • El fallo de una maquinaria no implica la parada total del proceso • Diversidad de tareas reduce la insatisfacción y desmotivación del personal 	<ul style="list-style-type: none"> • Baja eficiencia en manejo de materiales • Elevados tiempos de ejecución y altos tiempos de espera del material entre estaciones • Dificultad de planificar y controlar la producción • Coste por unidad elevado • Baja productividad, dado que cada trabajo es diferente requiere una nueva organización, una nueva ficha de fabricación

Tabla 2.2: Ventajas y desventajas de la distribución orientada al proceso

2.2 Lay Out en MTR Argentina SRL

2.2.1 Objetivos

Luego del repaso teórico se estudiará profundamente el Lay Out de la empresa elegida para este Proyecto Integrador.

El **Objetivo Principal** de este análisis es crear un Lay Out mejorado, sistematizando el flujo de materiales y los procesos de fabricación que tengan que ver con el Lay Out para aumentar la eficiencia.

A tal fin, primero se obtendrá el plano completo y real de la planta incluyendo todos los equipos y recursos de la fábrica. Se relevará el Lay Out actual, luego se realizará por medio de Software CAD la vista en planta del mismo para analizarlo.

Después, a partir de este plano se incluirán, criteriosamente, nuevos equipos que la gerencia desea adquirir y hacer las modificaciones que ayuden a la organización de la planta y que esta consiga mayor eficiencia.

También, se identificarán los problemas del Lay Out Actual y se propondrán soluciones. Principalmente, se formalizarán los procesos necesarios que involucran el Lay Out para una sistematización de la planta.

Como se vio en la sección 2.1, el Lay Out por proceso lleva consigo mismo la característica de flexibilidad, pero son muchas las ineficiencias que acarrea. Las mismas se pueden mejorar, pero no eliminar, ya que son una característica inherente de este tipo de orientación. Entonces, se pretende reducir al mínimo las ineficiencias y crear las herramientas adecuadas que permitan una mayor organización y sistematización de la planta.

Como se vio en la sección 2.1.1, existen **Objetivos Estratégicos** (largo plazo), **Tácticos** (mediano plazo) y **Operativos** (corto plazo). En este caso, se identificaron los mismos para el diseño de un Lay Out nuevo para la empresa MTR Argentina SRL.

Desde el punto de vista estratégico, el relevamiento y diseño virtual del Lay Out a escala permitirá realizar ampliaciones o modificaciones en un futuro, pudiendo primero simular las mismas mediante el software CAD. Es decir, se establece una herramienta útil para la toma de decisiones en relación con la ampliación de la planta o cualquier modificación de la misma. Por ejemplo, se ha mencionado como debilidad de la empresa en la sección 1.2 la tecnología de mecanizado. Entonces, si se desea renovar el área de mecanizado con nuevas máquinas, se pueden relevar estos nuevos equipos y decidir la ubicación más adecuada de las mismas en la planta y la reubicación o eliminación de las anteriores.

El objetivo táctico consiste en lograr que a través de un Lay Out mejorado, se pueda planificar el desarrollo de proyectos de fabricación de un cierto producto dentro de la planta. También implica establecer las estrategias para encarar cada proyecto. Por otro lado, es útil como herramienta tener el Lay Out que permita identificar los problemas existentes y poder establecer soluciones y mejoras.

Operativamente, se puede decir que formalizando los procesos clave relacionados con el Lay Out, se pretende lograr un mejor desempeño de todos los recursos de la planta en el día a día ya sean tecnológicos, humanos, el flujo de materiales, entre otros.

2.2.2 Lay Out Actual

MTR Argentina SRL tiene un Lay Out orientado al proceso, en el cual se agrupan las tecnologías de acuerdo a los procesos, obteniendo la flexibilidad inherente de este tipo de disposiciones. Poseer flexibilidad, es decir, capacidad de reacción a los cambios es muy importante en esta empresa, ya que hay que recordar que todos los trabajos son diferentes a los anteriores y los requerimientos de los clientes, pueden cambiar en el transcurso del trabajo.

La planta se divide en sectores, el área de mecanizados, el área de matriceria, el área taller/ dispositivos, el sector de pavonado y la oficina de corte por hilo. Por otro lado, están las oficinas donde se llevan a cabo las tareas administrativas, de ingeniería, etc.

A continuación el plano del Lay Out Actual relevado:

LAY OUT ACTUAL

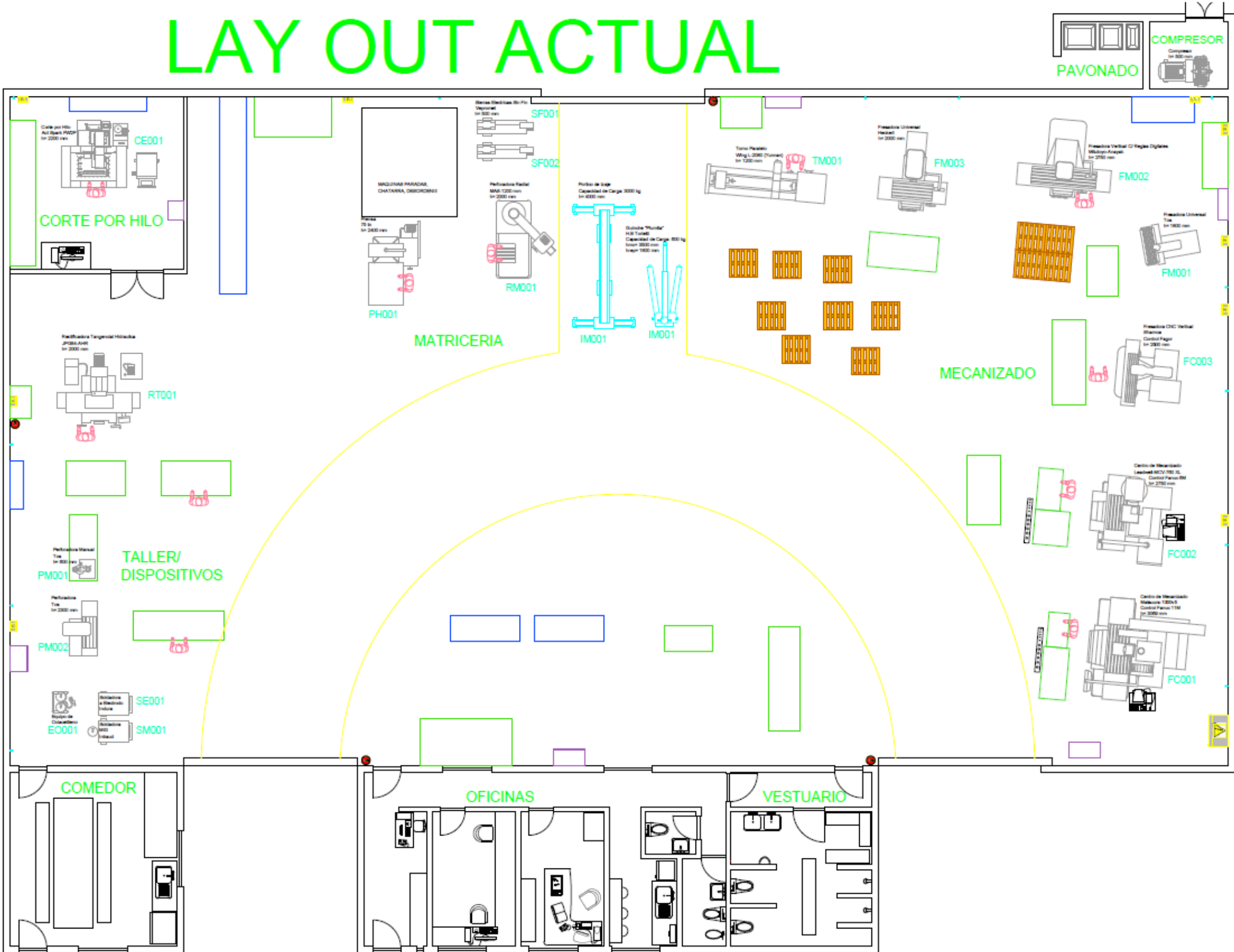


Figura 2.1: Lay Out Actual de MTR Argentina SRL

2.2.2.1 Áreas del Lay Out Actual

A continuación veremos las distintas áreas o sectores del Lay Out actual. Esta división será mejorada y formalizada.

Área de Mecanizados.

En este sector se agrupan las máquinas de mecanizados y estas mismas se agrupan por tipo. Como se aprecia en el Lay Out, tenemos las Fresadoras CNC, Fresadoras Convencionales y Torno.

- Centro de Mecanizado y Alesadora Matsuura 1000-V5 CNC FANUC (FC001)
- Centro de Mecanizado Leadwell-MCV-760 XL CNC FANUC (FC002)
- Fresadora Vertical CNC Sharnoa CNC FAGOR (FC003)
- Fresadora Universal TOS (FM001)
- Fresadora Vertical Convencional Anayak c/ Reglas Digitales Mitutoyo (FM002)
- Fresadora Horizontal Heckert (FM003)
- Torno Paralelo Wing L-2080 (Yunnan) (TM001)
- Sierra sin Fin (SF001 y SF002)

Área de Matriceria.

Aquí se realizan los trabajos de armado, ajuste y prueba de matrices. El sector posee caballetes para apoyar las matrices y trabajar en ellas, posee una perforadora radial para realizar agujeros y una prensa para probar y ajustar las matrices.

- Perforadora radial MAS 1200 mm (RM001)
- Prensa Hidráulica (PH001)
- Herramientas manuales de ajuste

Área Taller/ Dispositivos.

Esta área se utiliza para diversas tareas, tales como perforados, roscados, rectificados, soldadura y pintura y lo más importante que es el armado y ajuste de dispositivos.

- Rectificadora Tangencial Hidráulica JPG84-AHR (RT001)
- Perforadoras Manuales Tos (PM001 y PM002)
- Equipo de Soldadura con electrodo (SE001)
- Equipo de Soldadura con alambre (SM001)
- Equipo de Oxiacetilénico (EO001)
- Equipo de pintura

Corte por hilo.

En una oficina de cerrada (debido a las condiciones de temperatura óptimas para la maquina) se encuentra la máquina de corte por hilo. La misma se utiliza para cortar metales y, especialmente, para cortes de precisión en la última etapa del proceso de fabricación de matrices.

- Máquina Corte por Hilo Act Spark FW 2P (CE001)

Sector de Pavonado

El Pavonado es un tratamiento térmico superficial que se le hace a las piezas metálicas que lo requieren, con el objetivo de evitar su oxidación. En este sector, hay dos cubas (depósitos) de aproximadamente 1m³ para pavonar piezas pequeñas.

2.2.2.2 Problemas del Lay Out Actual

El problema principal del Lay Out Actual es la falta de formalización de los procesos relacionados con aquel.

También se pueden enumerar algunos problemas puntuales que merecen solución:

- Desorganización y desorden general:

- Existen inconvenientes con la ubicación de la materia prima. No existe un proceso formal que indique el lugar determinado para la materia prima.
- Problemas para la ubicación, identificación y actualización de planos (manejo de planos). No existe un proceso formal que indique cómo debe ser el manejo de los planos en la planta.
- No existe un proceso formal que indique la operación necesaria a un material en proceso encontrándose éste en un cierto lugar/ mesa/ estantería.
- Difícil ubicación de las herramientas manuales y elementos de medición. No está determinado el lugar de guardado para cada elemento.

- Gestión de los insumos:

- No es claro el lugar correspondiente para cada insumo.

- Se carece de un sistema para determinar el estado (nivel de stock, condiciones para su uso, etc.) de los insumos y su disponibilidad.

- Definición de cada sector y mesa/estantería:

- La división de las distintas áreas en la planta es precaria. Falta formalización.

Estos inconvenientes se deben a un problema de gestión y serán mejorados con diferentes herramientas a través del Lay Out y a través de procedimientos formalizados que se plantean en la siguiente sección. . En otras palabras, no es que los problemas señalados se deban al Lay Out Actual, sino que a través del nuevo Lay Out se crearán herramientas que combinadas con procedimientos formalizados, integrarán un sistema idóneo para combatir modificar defectos.

2.2.2.3 Soluciones a los problemas del Lay Out Actual

Ya expuestos los problemas, vamos a enumerar las soluciones que luego se verán ejecutadas en la sección de Lay Out Modificado. Estas soluciones corresponden sólo a los inconvenientes puntuales nombrados en la sección anterior:

- Desorganización y desorden general

Tal vez la desorganización y el desorden no son factores que estén directamente relacionados con el Lay Out, pero la idea es que ayude a superar estos problemas. Ello mediante la determinación de la distribución y finalidad de los elementos y sectores de almacenaje de la materia prima, material en proceso, producto final, componentes, herramientas, etc.

La falta de claridad en el destino o el lugar natural de algunos factores o elementos en una planta y multiplicidad de personas que intervienen en el manipuleo de los

mismos, genera desorganización. Esta situación da lugar a desorden y extraviós. Por eso, resulta interesante, determinar estrictamente el lugar correspondiente a cada elemento y cómo gestionarlos. Resulta pertinente de llevar a acabo las siguientes:

Crear proceso adecuado para la ubicación de la materia prima al momento de su recepción.

- Crear un proceso adecuado para el manejo y actualización de planos dentro de la planta de producción.
- Crear un proceso que indique la operación que le corresponde a un material que está en un cierto lugar (mesa, estantería, etc.) como así también, indique el flujo de los materiales según su proceso de fabricación.
- Establecer un lugar determinado para guardar herramientas manuales y elementos/ instrumentos de medición comunes de toda la planta.

- Gestión de los insumos

- Establecer un lugar determinado para guardar cada insumo, ya sean consumibles o herramientas de corte y de taller, con el objetivo de resguardar los mismos y tenerlos más ordenados para su fácil ubicación.
- Crear un sistema de indicadores que denote el estado de los insumos

- División por sectores

- Diseñar un Lay Out con una clara y mejor división de los sectores.

2.2.3 Lay Out Modificado

Por un lado, la gerencia de la empresa desea realizar algunas adquisiciones de nuevas tecnologías, considerando que son necesarias para tener mayor capacidad de producción y para ser más eficientes. Esto requiere cambios en el Lay Out para ordenar de la mejor manera estos nuevos equipos.

Pero también se desea realizar mejoras en el Lay Out para tener una empresa más organizada y eficiente. Por tanto, se hizo un análisis del Lay Out actual, relevando el mismo y utilizando este como punto de partida para realizar los cambios requeridos.

En la sección 2.2.2 se ha presentado el Lay Out Actual, sus problemas puntuales y sus posibles soluciones, las cuales se aplicarán junto con el Lay Out Modificado.

A continuación se presenta el Lay Out Modificado y se explicarán los cambios propuestos.

LAY OUT MODIFICADO

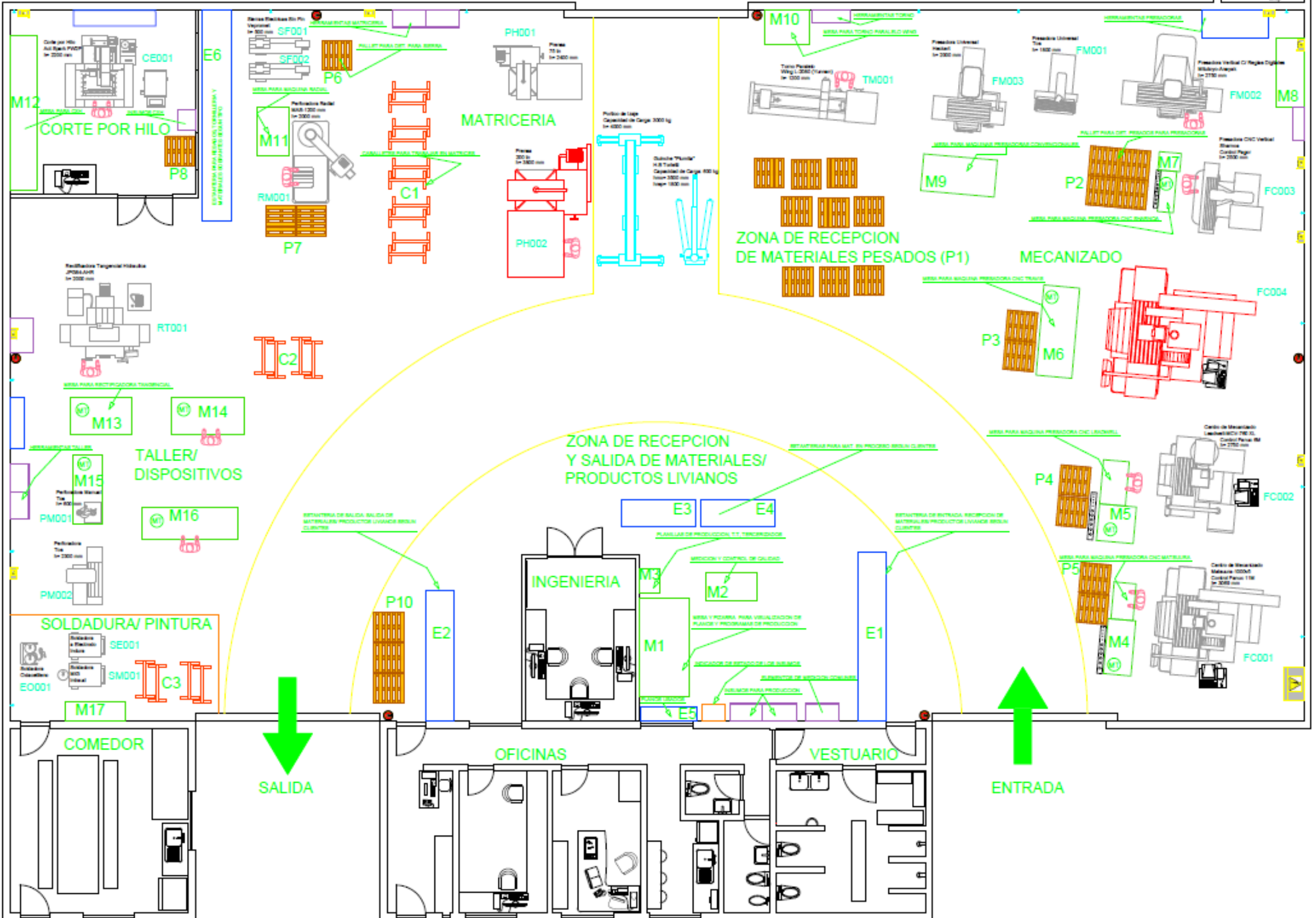


Figura 2.2: Lay Out Actual de MTR Argentina SRL

2.2.3.1 Máquinas y Equipos

En esta sección se verá cuáles son los criterios que se tuvieron en cuenta en la disposición las máquinas y equipos de la planta.

La gerencia manifestó su necesidad de obtener un Lay Out real para poder realizar eficientemente y correctamente la instalación de nuevos equipos. Los equipos en cuestión son:

- Fresadora Vertical CNC Travis M8
- Prensa 200 tn

Ambos se representan con color rojo en el Lay Out Modificado.

Entonces, teniendo relevado la disposición real de los equipos actuales y teniendo en cuenta las carreras en sus ejes transversales de cada máquina (sería crítico que las maquinas se interceptaran al funcionar) se decide ubicar la nueva maquinaria como muestra el plano. Luego, se presentarán los aspectos a tener en cuenta al ubicar máquinas de este tipo:

- Ángulo de disposición de las maquinas (mayor aprovechamiento del espacio y Eliminación de las obstrucciones)

Se puede apreciar en la imagen como se aprovecha el espacio colocando las maquinarias con un cierto ángulo (5 grados aprox.), logrando que estén más cerca pero sin intersectarse. Esto posibilita el libre movimiento de las bancadas y un mejor aprovechamiento del espacio de la planta. También, en la imagen se puso como ejemplo una situación excepcional pero que ha ocurrido, que es la de mecanizar una pieza que sobresale de la mesa de una máquina. Entonces, se puede observar que al disponer las maquinas con cierta inclinación, se puede procesar excepcionalmente (no es lo ideal), materiales que sobresalen a la bancada.

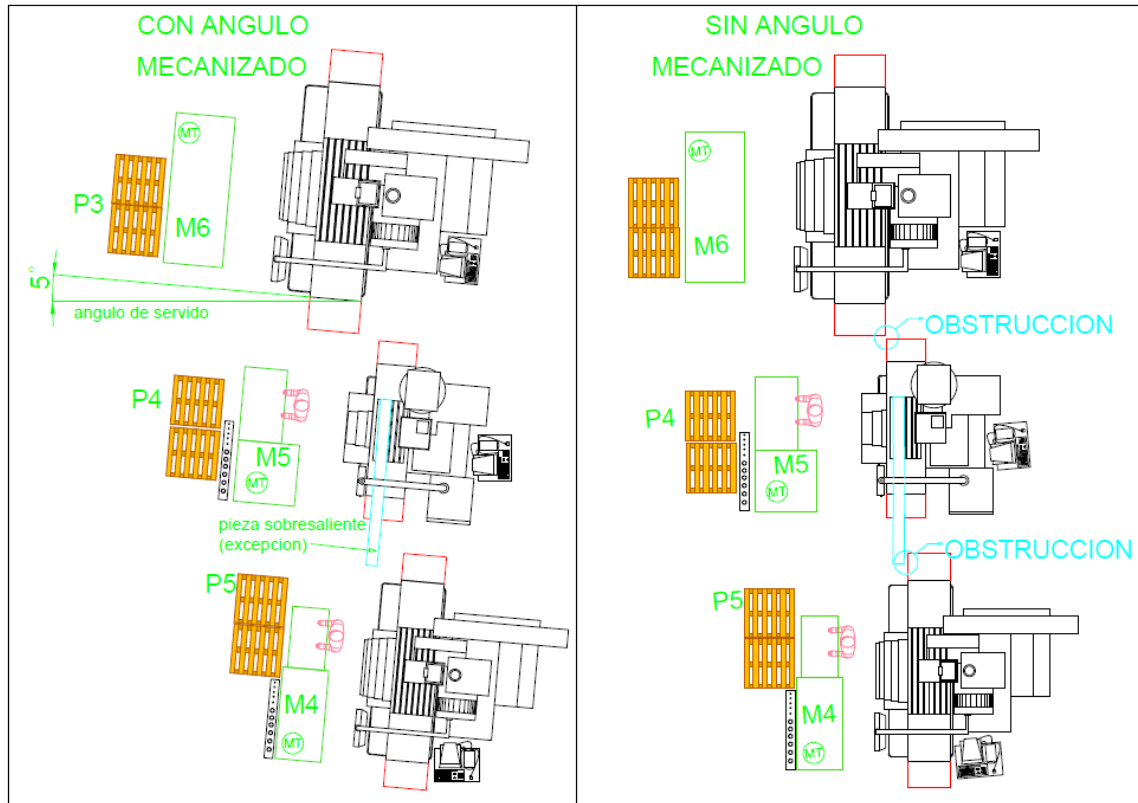


Figura 2.3: Comparación de la disposición de las máquinas con ángulo y sin ángulo con respecto a la planta

- Espacio para ubicar material en proceso correspondiente a cada máquina y mesa de trabajo

A la hora de ubicar una máquina también se tiene en cuenta el puesto de trabajo del operador y el espacio requerido para el material en proceso de esa máquina. Por ello, se diseña teniendo en cuenta una mesa para el material y una mesa de trabajo, ya que la idea es que el operador de la máquina CNC pueda realizar tareas como roscar, rebabar, ajustar piezas mientras supervisa el funcionamiento de su máquina automatizada. Esto se logrará mediante una buena programación CAD/CAM para automatizar al máximo la utilización de las máquinas CNC, aspecto que se verá en el Capítulo 3.

- Espacio para medios de izaje que sirven las maquinas

Es de crucial importancia asegurarse que los medios de izaje actuales (Guinche de izaje y Pórtico de izaje) y otros medios que puedan ser sumados en un futuro tengan lugar para trabajar eficientemente. Ello se debe a que el proceso de carga y descarga es uno de los que más tiempo lleva cuando se trabaja con matrices, ya que sus componentes como las bases estructurales son pesados y grandes. También, es de alta relevancia que cada medio de izaje tenga un lugar determinado para ser guardado. En la siguiente imagen se aprecia cómo se tuvo en cuenta el funcionamiento de los medios de izaje:

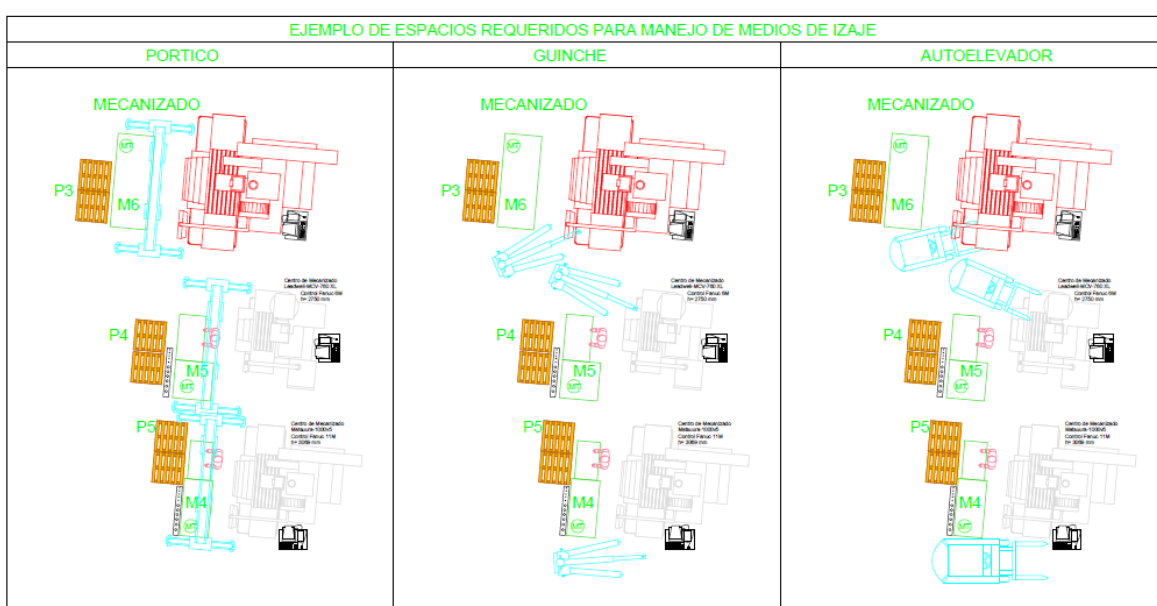


Figura 2.4: Espacios requeridos para el manejo de los medios de izaje

- Ergonomía para el personal

Es fundamental que el puesto de trabajo sea ergonómico. Esto quiere decir que el operario debe trabajar en un puesto adecuado para su desempeño. Debe ser cómodo, en el que no tenga que recurrir a posiciones nocivas para la salud y seguro, un puesto que tenga en cuenta las medidas de seguridad pertinentes para el caso y que no tenga que hacer esfuerzos superiores a los normales. Para esto, se ponen a disposición los medios de izaje correspondientes.

Las máquinas de la zona de mecanizado originalmente se colocaron con un ángulo aproximado de 5 °, lo cual permite aprovechar más el espacio sin que las maquinas se intercepten. Igualmente, hoy en día se puede comprobar que en este sector el espacio sobra, y acomodando aún mejor las maquinas se puede incluir la nueva fresadora aun siendo esta la más grande de todas. Esto se muestra en el plano del Lay Out modificado. Por otro lado, también se puede observar, en la zona de matriceria, como se ordenaron los equipos de dicho sector, agregando la prensa para probar matrices a adquirir.

Es por demás útil tener un Lay Out actual y real para poder crear uno nuevo sin cometer errores que luego generen ineficiencias en el día a día. La intención es lograr un ordenamiento que permita que todas las actividades, como levantar un producto con el pórtico de Izaje y colocarlo en una máquina o trasladarlo de un área a otra, sean los más eficientes posible.

2.2.3.2 Mesas, Estanterías, Palletes y Caballetes.

Como se puede advertir en el nuevo Lay Out, las mesas, estanterías, palletes y caballetes han sido identificados con una letra y un número. Estas estructuras son elementos de apoyo y almacenaje de materiales.

Por su parte a las mesas se les designo la letra “**M**” y un número diferente a cada una.

Criterio similar se usó para las estanterías, palletes y caballetes, usando la letra “**E**”, “**P**” y “**C**” para cada uno, respectivamente. Los números las diferencian entre sí.

Esto se hizo con un propósito, ya que más adelante se verán los procesos de recepción de materiales, de flujo de materiales y de manejo de planos. Y estos elementos intervienen en los tres.

2.2.3.3 Medios de Izaje

Cuando se habla de medios de Izaje, se hace referencia simplemente a los equipos utilizados para el movimiento de materiales dentro de una fábrica.

Primero, se hará un repaso de los equipos de Izaje existentes en MTR Argentina SRL, fundamentales a la hora de confeccionar un Lay Out.

- Pórtico de Izaje



Figura 2.5: Pórtico de Izaje

Consiste en una estructura metálica, la cual tiene dos mecanismos con cadenas para el levantamiento de piezas. En el caso de la empresa de estudio, uno es automático y se maneja con un control y el otro es manual.

Capacidad de Carga: 1500 Kg / 2500 Kg

- Plumita de Izaje



Figura 2.6: Plumita de Izaje

Es parecido a una pequeña grúa neumática, que se maneja manualmente.

Capacidad de Carga: 400 Kg

- Carritos para traslado

Son carros para trasladar piezas de un sector a otro. Generalmente se utilizan para transportar varias piezas.



Figura 2.7: Carritos para traslado de piezas pequeñas

También se aprovechará para hacer una breve descripción de los elementos complementarios a los equipos de Izaje:

- Cadenas

Cadenas que se usan para sujetar de diferentes maneras piezas pesadas, uniendo las cadenas con un tornillo y tuerca y combinándolas con los ganchos propios del pórtico y plumita.



Figura 2.8: Cadenas de sujeción

- Eslingas de tela

Muchas veces es más conveniente la utilización de eslingas en lugar de cadenas. Por ejemplo para trasladar piezas pintadas y evitar que se rayen.



Figura 2.9: Eslinga de tela

- Ganchos

Simples ganchos de acero que se combinan con las cadenas para sujetar piezas que quieren ser movidas con el pórtico o plumita.



Figura 2.10: Gancho para la sujeción de piezas

- Pinzas

Sujetan las piezas que por su geometría conviene levantarlas con estas pinzas.

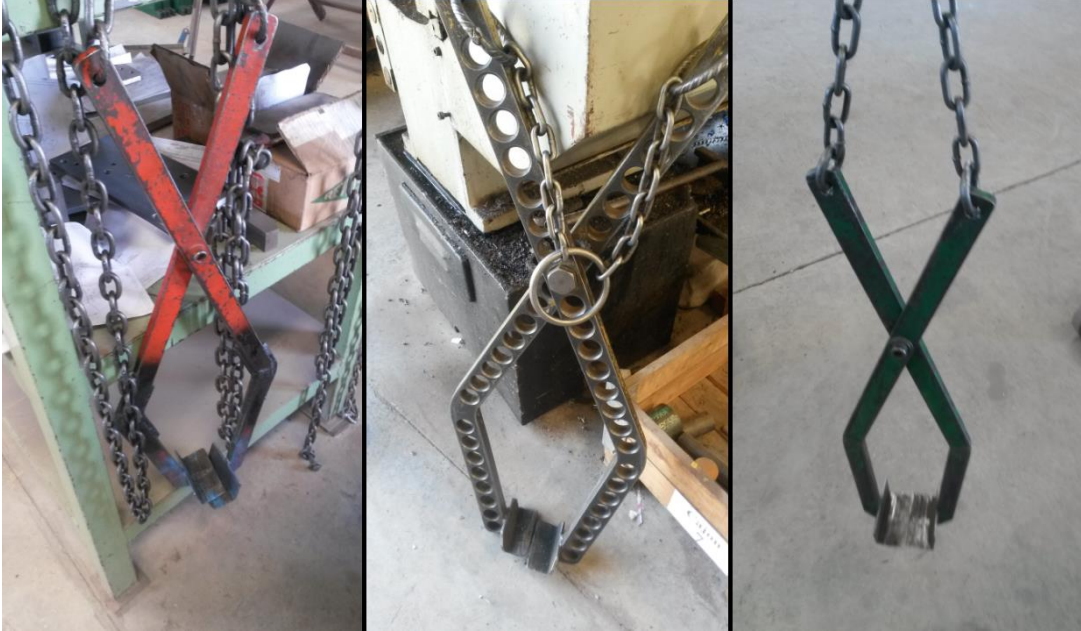


Figura 2.11: Pinzas para la sujeción de piezas

- Cáncamos

Consisten en un tornillo con un aro soldado el cual se rosca en piezas con agujeros para ese tipo de tornillo y con el complemento de las cadenas y algún medio de izaje se puede levantar la pieza.



Figura 2.12: Cáncamos para la sujeción de piezas

Aunque a priori parezca simple, se necesita de experiencia para la correcta y segura utilización de estos elementos. Debido a ello hay que tener cuidado al sujetar piezas, en

especial las más pesadas. También, es importante destacar que todos estos elementos de sujeción deben tener un lugar determinado en el Lay Out para ser guardados.

Finalmente, cabe mencionar que al realizar el Lay Out Modificado se tuvo en cuenta posibles medios que se puedan agregar a la empresa en un futuro, aunque, hoy por hoy, no sean prioritarios. Tal es el caso de un autoelevador o comúnmente llamado “mulita” que se tuvo en cuenta al dejar espacios para el manejo de la misma.

2.2.3.4 Ubicación de Materiales

Cuando se habla de Materiales nos referimos a la gestión de la materia prima, material en proceso y producto final. Se considera muy importante lograr una gestión eficiente para agilizar todos los procesos de la fábrica. Por medio de LO es posible mejorar una parte de esta actividad y esto se pretende conseguir con herramientas simples y de fácil implementación.

Se puede apreciar en el Lay Out Modificado que se dispusieron mesas, estanterías, palletes indicativos para cada proceso en las diferentes estaciones de los distintos sectores del Lay Out.

Por otro lado, se establecerán formalmente procesos relacionados con la recepción y movimiento de materiales. Entonces, combinando los cambios en el Lay Out con los procesos normalizados se busca lograr una sistematización del movimiento interno de materiales. Los procesos que se formalizarán serán los siguientes:

- Proceso de Recepción de Materiales

- Proceso de Flujo de Materiales

Es muy importante, la identificación de la materia prima, sobre todo cuando ésta es receptada, ya que puede suceder que al no ser identificada, se produzcan extravíos. Es preciso considerar que los productos que se fabrican, tanto matrices como dispositivos,

tienen un gran número de componentes, de diversos tamaños y formas. A continuación, una ilustración representativa de la identificación y no identificación de materiales:



Figura 2.13: Comparación entre materia prima no identificada y materia prima identificada y ordenada

2.2.3.5 Tarjetas de Prioridad

Otra buena idea, obtenida de la experiencia de la parte operativa, es la aplicación de tarjetas que indican la prioridad de cada trabajo (pieza) en cada estación y/o sector. A continuación se explica paso a paso como debería funcionar ésta propuesta:

- Establecer una estación/ máquina y Proceso
- En dicha estación identificar materiales para procesar: respectivo Cliente y Orden de Trabajo de c/u
- Con datos de Cliente y Orden de Trabajo analizar Planning (Ver capítulo Planificación)
- Establecer según el Planning o urgencia del cliente la Prioridades
- Colocar carteles con números 1, 2, 3,..., a los materiales de interés, siendo el nro. 1 el de mayor prioridad

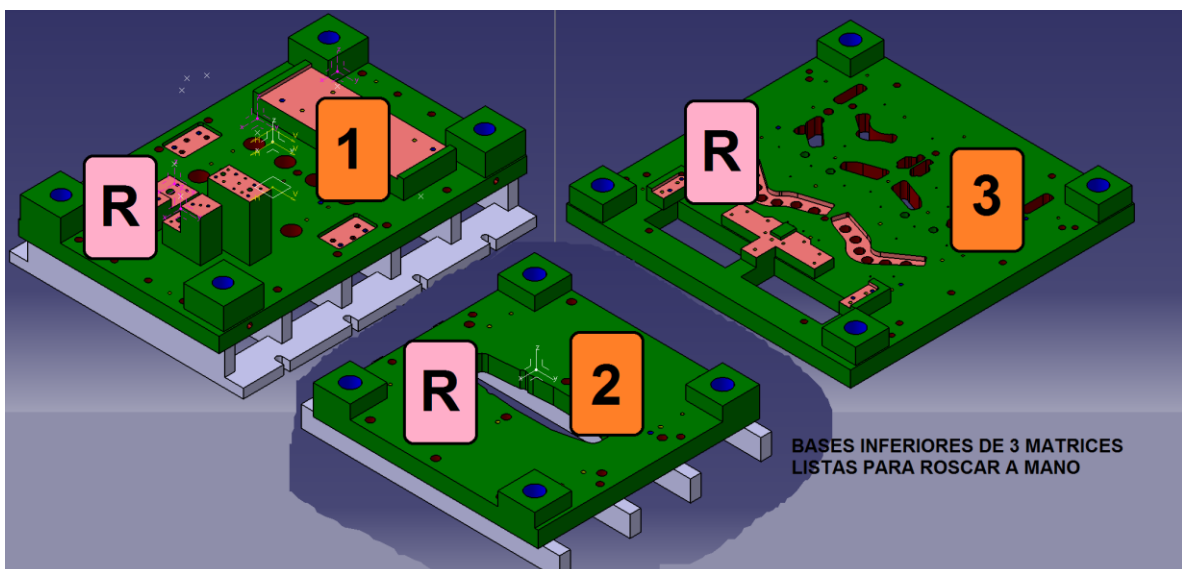


Figura 2.14: Ejemplo del uso de tarjetas indicadoras del proceso correspondiente y la prioridad del mismo

El ejemplo de la ilustración sería en el sector matriceria, el proceso de Roscar (como indica cartel de color rosa). Luego, se observa las prioridades, ya sea por fecha de entrega,

pedido especial del cliente u otra razón, la cual se refleja en el planning o es indicación del departamento de ingeniería.

2.2.3.6 Control de Insumos

La gestión de insumos es necesaria para controlar los mismos con el fin de disminuir costos, pérdidas de tiempo por faltas de insumos, planificación según la disponibilidad de insumos, etc.

No se profundizará en detalle en esta actividad, solo explicaremos la herramienta creada para controlar la disponibilidad de Insumos, la cual es la que más le interesa a la empresa. La misma se llama “**Indicador de Insumos**” y se muestra a continuación:

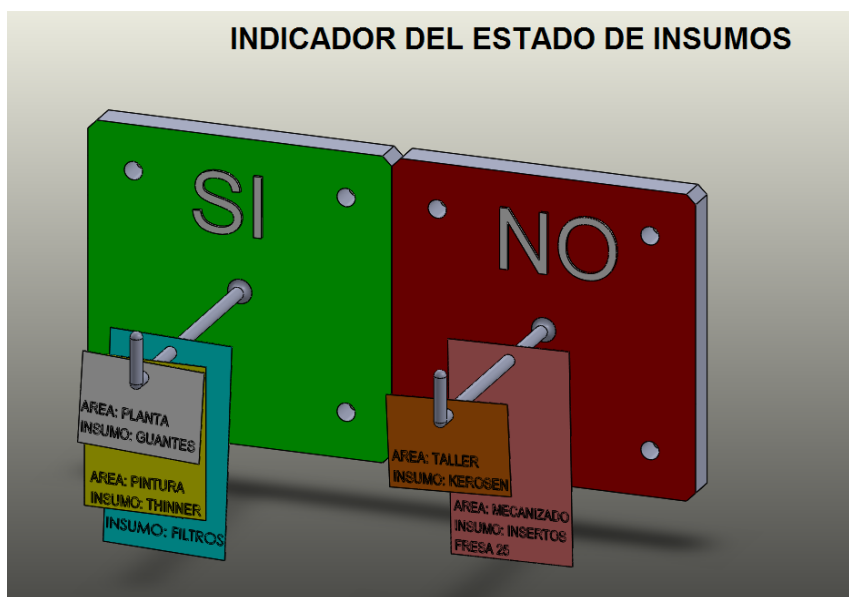


Figura 2.15: Indicador del estado de Insumos

Como se muestra en la figura, el indicador consiste de dos ganchos, uno que indica que si hay disponibilidad y otro que hay falta. Las tarjetas corresponden a cada insumo en particular y su correspondiente área. Con esta herramienta, el encargado de comprar insumos deberá controlar el estado y realizar la compra, asegurándose que no falte. Claro

está, por ejemplo, que si kerosén llega a un mínimo establecido, la tarjeta de kerosén tiene que ponerse en “NO”.

La **responsabilidad** de colocar las tarjetas en su correspondiente estado será del **área de ingeniería**.

Y la **responsabilidad** de las compras según el indicador de estado de insumos será del **área de compras**.

La pregunta es ¿cuándo el responsable de poner las tarjetas en el lugar correspondiente lo debe hacer?

Para responder a este interrogante se confeccionó un inventario de insumos de uso común por área, ya que hay insumos que se usan en excepcionales ocasiones los cuales no poseen una tarjeta con su denominación y la gestión de los mismos consiste en el simple hecho de ser comprados cuando se los necesita. Un ejemplo de esto último, sería la adquisición de insertos de corte para materiales especiales. En definitiva, esta herramienta será útil para aquellos consumibles de uso común y cotidiano.

A continuación se describen los Insumos de uso común que requieren las referidas tarjetas y luego se mostrará un ejemplo del inventario para un área determinada:

Planta en general:

- Guantes moleteados
- Gafas de protección
- Protectores auditivos
- Kerosén
- Trapos
- Aceite
- Lijas de diferentes tramados
- Mechas de perforado
- Escariadores para uso manual

- Artículos de librería necesarios (Marcadores, marcadores para metales, lapiceras, cuadernos, carpetas, etc.)

Área de Mecanizado:

- Aceite para las maquinas
- Insertos de corte para fresadoras CNC
- Insertos de corte para fresadoras convencionales
- Insertos de corte para torno
- Mechas de perforado
- Escariadores
- Líquido refrigerante
- Grasa para las bancadas

Área Corte por hilo:

- Emulsión
- Agua destilada
- Filtros de papel
- Grasa para las bancadas

Área Taller y Matriceria:

- Piedra de asentar
- Piedra para la rectificadora
- Discos de corte para amoladora
- Discos de desbaste para amoladora
- Electrodo revestidos para soldar
- Electrodo de alambre para soldar
- Mascara para soldar
- Mechas para el taladro
- Sierra

- Sierra para Sierra sin fin
- Piedra de ajuste para la neumática
- Escariadores
- Herramientas para realizar roscas

Pintura:

- Tinner
- Guantes de látex
- Pintura comúnmente usada
- Cinta de papel
- Filtros
- Mascarilla con filtro para polvo

Pavonado:

- Guantes para pavonado
- Mascarilla con filtro para gases
- Mascara de protección para pavonado
- Sales

A continuación se presenta el **Inventario para Insumos de Uso Común** para el Área “Planta en general”. Cada área o sector tendrá su lista y donde no haya tantos insumos podrán combinarse áreas en una misma lista. Como se verá en la lista, primero lo que se hace es una revisión 1, para registrar el estado de cada insumo. Luego, se registra una primera compra según la revisión 1 y la cantidad de cada uno. Al tiempo, se hará una revisión 2, con el mismo objetivo de la primera. Finalmente, una segunda compra y aquí se archivará la lista. Después de esto, se abre una lista nueva. Cada lista puede durar aproximadamente 2 meses.

Inventario de Insumos de Uso Común										
Nro	Responsable:	Revision 1			Revision 2			Fecha de lista		Compra 2 Cant.
		Fecha	Cant.	Fecha	Cant.	Fecha	Estado	Fecha		
Area	Tipo de Insumo	Fecha	Cant.	Fecha	Cant.	Fecha	Estado	Fecha	Estado	Compra 2 Cant.
Planta en gral	Guantes Moleteados									
	Gafas de Proteccion									
	Protector Auditivos									
	Trapos									
	Kerosen									
	Lija tramo fino									
	Lija tramo medio									
	Lija tramo grueso									
	Mecha diam 4 a 6									
	Mecha diam 6 a 8									
	Mecha diam 8 a 10									
	Mecha diam 10 a 12									
	Mecha diam 12 a 14									
	Mecha diam 14 a 16									
	Mecha diam 16 o +									
	Escariadores diam 4									
	Escariadores diam 6									
Escariadores diam 8										
Escariadores diam 10										
Escariadores diam 12										
Escariadores diam 14										
Escariadores diam 16										
Marcadores para metales										
Articulos de libreria										
* La cantidad o estado de cada insumo se pone en las unidades usuales que se manejan para cada tipo de insumo. Por ejemplo, los liquidos en litros y las herramientas en unidades										
Comentarios:										

Figura 2.16: Inventario de Insumos de Uso Común

2.2.4 Formalización de Procesos relacionados con el Lay Out

El objetivo principal de formalizar procesos determinantes del Lay Out es lograr mayores niveles de eficiencia. La normalización de los procesos y su regularidad en la forma de ejecución sumado a la experiencia y conocimiento específico del ejecutante, permite obtener un sistema más fluido y eficiente. El propósito es lograr que todas las actividades llevadas a cabo dentro de la planta compartan un mismo “idioma” a los fines de que todos los trabajadores conozcan cómo actuar en cada situación concreta y se trabaje conforme a pautas previamente establecidas y conocidas por todos los operarios de la empresa.

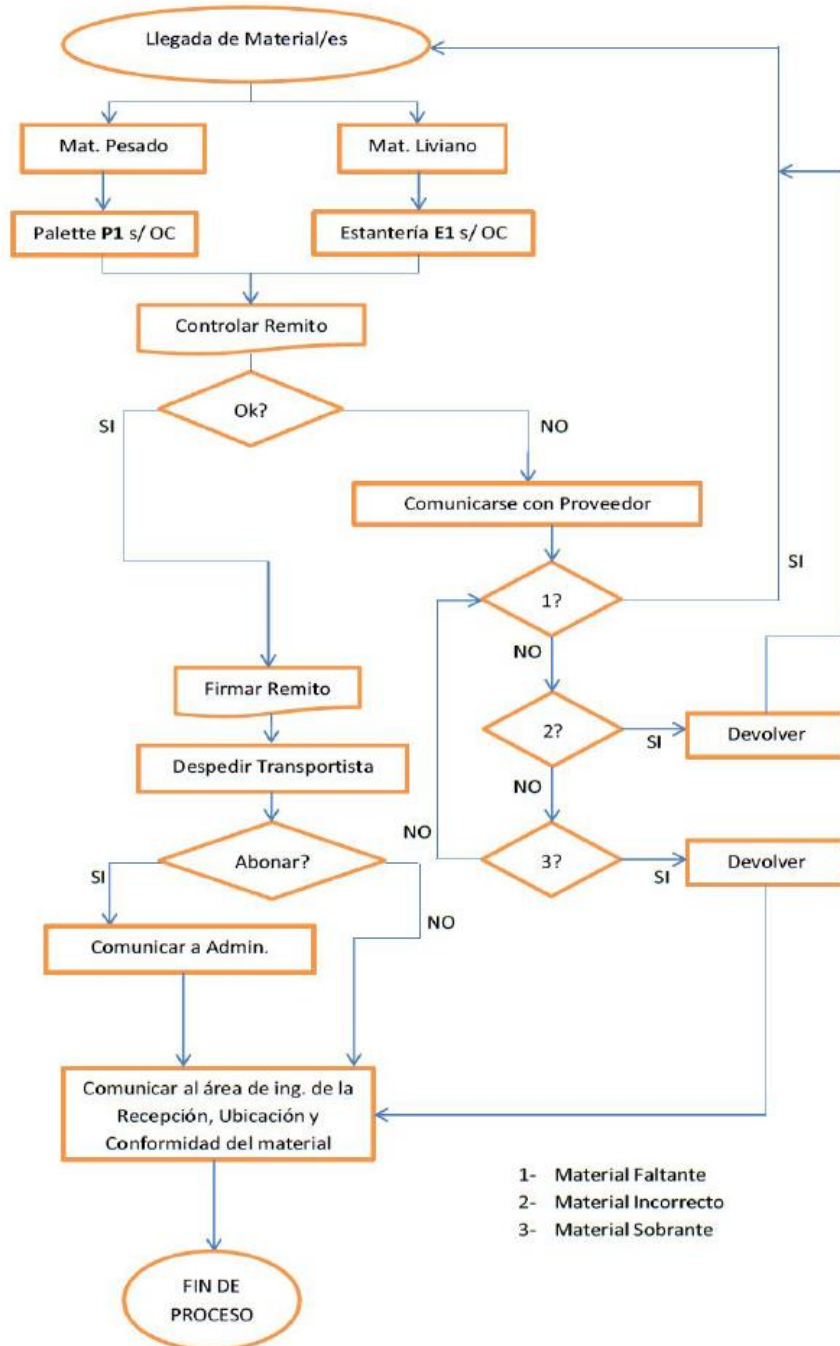
Primero, se verá el **Proceso de Recepción de Materiales** que consistirá en determinar la ubicación de un material que llega a la fábrica según las características físicas de este y también, su parte documental.

Luego, se analizará el **Proceso de Flujo de Materiales** que consistirá en determinar la ubicación del material en la planta, según las operaciones que le corresponden en ese momento a ese material. Este diagrama es más complejo ya que el mismo consiste en dividir a los materiales (ya sea materia prima o en material en proceso) por su condición física, es decir, si es pesado y/o de gran tamaño o liviano y/o pequeño. Este primer paso es a los fines de determinar la ubicación de un material dependiendo de su peso, ya que una pieza muy pesada no puede ir arriba de una estantería sino de caballetes o tarimas (palletes). Luego, en el diagrama se presentan todos los procesos que se llevan a cabo en MTR o que se tercerizan normalmente. Entonces, dependiendo del proceso que le corresponde a una pieza en un debido momento, se determina la ubicación de la misma en el Lay Out Modificado.

Y por último, se verá el Proceso de Manejo de Planos para determinar la vigencia de los mismos como así también, el lugar donde se archivarán estos para ser re-consultados en caso de ser necesario.



PROCESO DE RECEPCION DE MATERIALES



Responsables:
Responsable del Area de Ingenieria
Responsable del Area Comercial

Nota:
Ver Lay Out para Ubicacion del Material

Aclaracion:
Proceso hace referencia a materia prima o componentes que nunca han sido procesados internamente con anterioridad

Figura 2.17: Proceso de Recepción de Materiales

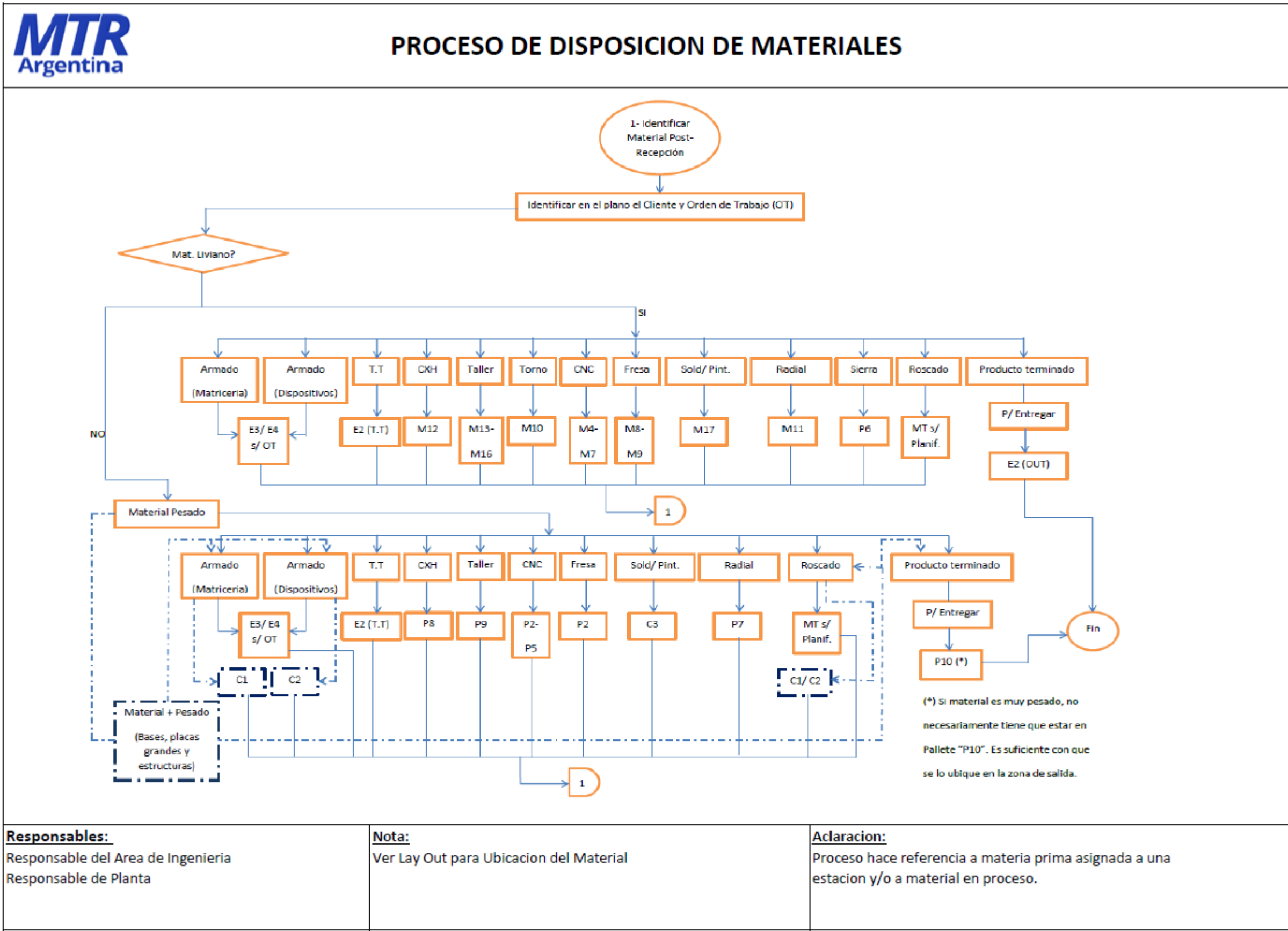


Figura 2.18: Proceso de Flujo de materiales

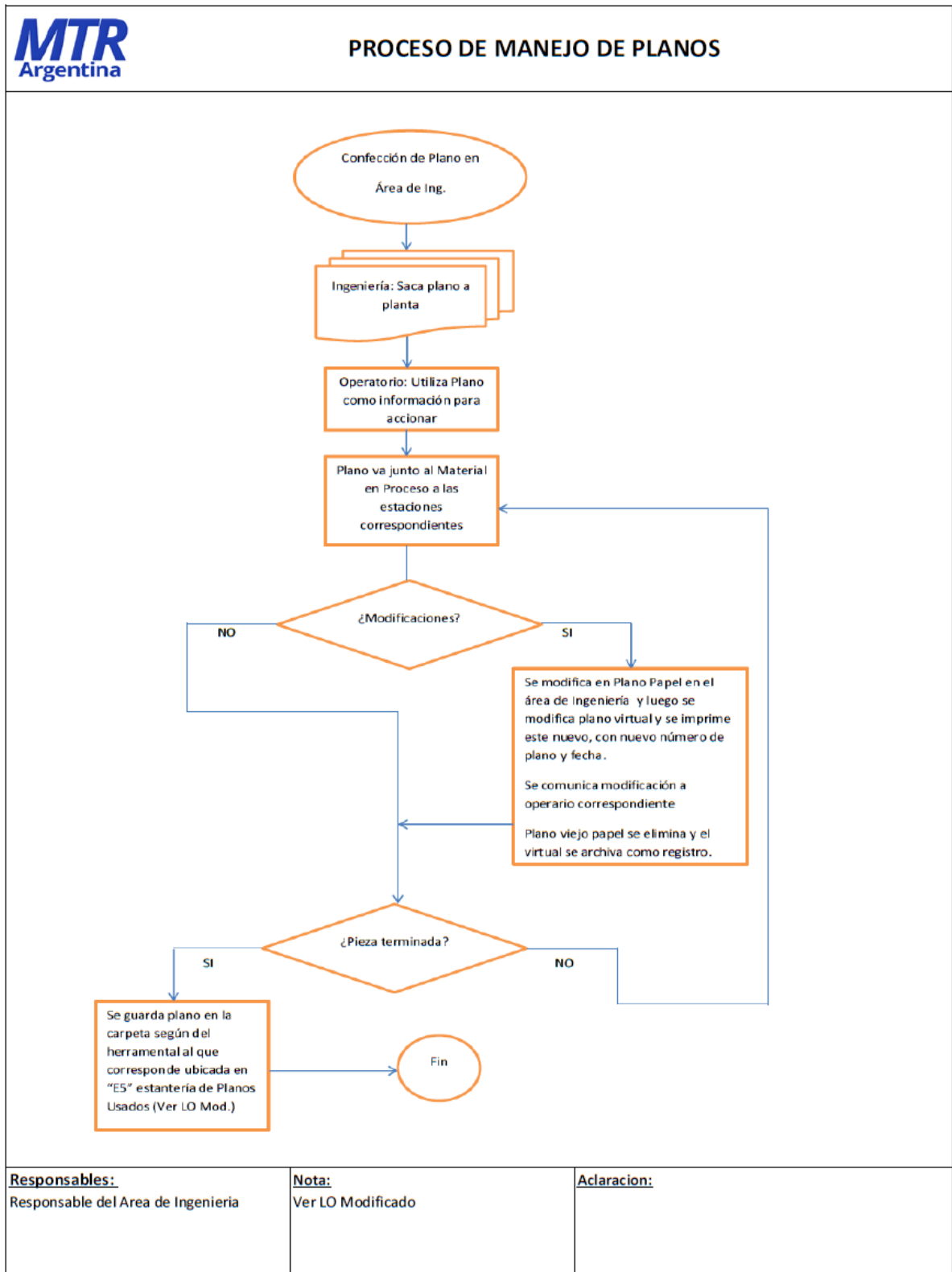


Figura 2.19: Proceso de Manejo de Planos

Ambos procesos de materiales están relacionados directamente con el movimiento y ubicación de los mismos sean éstos materia prima, materiales en proceso y/o un producto final. La idea es que el movimiento de materiales en general sea una actividad clara, conocida y normalizada para todos los sujetos intervinientes para lograr mayor fluidez. Esto se pretende conseguir, ubicando los materiales en lugares específicos y que esa ubicación signifique que a cierto material le corresponde una determinada operación siguiente. De esta forma, se logra evitar materiales que descansan en lugares y quedan en el “olvido”, agilizando todos los procesos de la parte productiva de la empresa.

Por otro lado, se creó un procedimiento de Manejo de los Planos, documentos que forman parte de la ficha de fabricación. La intención es identificar los planos que se encuentran están vigentes y su ubicación, para poder utilizar los mismos como registros y ser re-consultados en caso de ser necesario. Esta herramienta de registro es muy útil porque permite conocer el plano que se utilizó para cada operación y por ende, porqué se realizó una operación de manera específica.

En definitiva, se diseñó un Lay Out con lugares específicos para cada proceso u operación, agregando herramientas simples como mesas, palletes, estanterías, pero justamente con el objetivo de disminuir el almacenamiento de materiales en proceso y agilizar el movimiento. Todo ello permite lograr que el lugar donde se encuentra un material denote el proceso que a este le corresponde a continuación. Asimismo, se documentaron los procesos clave con respecto al Lay Out para asegurar que siempre se accione conforme el mismo criterio.

Sistema de Planificación de la Producción

3.1 Concepto de Planificación de la Producción

3.1.1 Introducción

La Planificación y Programación de la producción es uno de los aspectos más importantes y críticos en una empresa. Es una herramienta que ayuda a organizarse, a aumentar la eficiencia, a tener conciencia de la situación en la que uno se encuentra con respecto a posibilidades de incumplimientos, demoras, toma de decisiones, etc. La planificación constituye uno de los elementos clave para lograr la satisfacción de los clientes.

Dado a que la empresa trabaja bajo pedidos ósea, que cada trabajo nuevo es diferente al anterior y que la demanda cambia en cantidad y procesos, se necesita una programación específica para cada nuevo proyecto. Aquella debe considerar, necesariamente, la capacidad disponible interna para no incurrir en incumplimientos para con los clientes.

Aparte de la problemática expuesta una planificación deficiente puede ocasionar también, inconvenientes en la calidad de los productos y procesos, decisiones deficientes, etc. Sin embargo, se rescata una ventaja. La demanda es conocida ya que la venta se produce antes de comenzar el trabajo entonces, la Nivelación de la Producción no es relevante en este tipo de empresas.

La Planificación aporta mayor eficiencia en la organización ya que ayuda a tener conciencia de todo lo que hay para hacer y en qué términos. Aparte de tener conocimiento de la realidad de la parte productiva de la empresa, una buena planificación permite anticiparse a cambios y reaccionar ante los imprevistos. Ello, permite bajar costos ya que cuando se planifica se determinan los mejores procesos y se maximiza la utilización de los

activos. Por todo lo expuesto, la gerencia desea crear un **Sistema de Planificación y Control de la Producción** simple, real y adaptado a las características de la empresa. El objetivo es tener en claro lo que se ha vendido, las fechas de entrega previstas y que hay que hacer para satisfacer al cliente en tiempo y forma.

La Planificación y Programación de la producción no es indiferente al Lay Out, ya que una buena programación significa un rápido movimiento de los bienes dentro de la planta. Ello, disminuye el stock de materiales en proceso y maximiza el uso de los activos disminuyendo costos. La idea es combinar el nuevo Lay Out con un sistema de Planificación de la Producción para lograr la **máxima eficiencia** posible para suplir la baja rentabilidad del negocio en la actualidad.

Se confecciono una definición de la Planificación, basándose en las obras, *Dirección de Operaciones* de José A. Domínguez Machuca y *Principios de Administración de Operaciones* de Heizer y Render.

Se puede definir a la Planificación como una actividad de largo, mediano y corto plazo que consiste en decidir en qué cantidades y momentos de tiempo corresponde fabricar productos y/o brindar servicios de forma tal que se alcancen los objetivos preestablecidos.

A corto plazo, La Programación consiste en una tarea diaria o semanal que permite determinar qué ítems hay que producir o adquirir y en qué momentos de tiempo para conseguir satisfacer lo establecido para los productos/ servicios finales.

3.1.2 Planificación Estratégica, Táctica y Operativa

Según Machuca existen los siguientes niveles de planificación:

La **Planificación Estratégica** en la cual se establecen los objetivos, estrategias, políticas globales y plan de la empresa a largo plazo (3 a 5 años). Es una actividad desarrollada por la gerencia.

En la Táctica, se determinan objetivos a medio plazo (1 año o más) y se llama **Planificación Agregada**. Por ejemplo, planificar las cantidades a producir de un tipo de producto para el segundo semestre del año, sin describir detalladamente los recursos necesarios para eso.

Luego, la Planificación Operativa es en la cual se concretan objetivos globales y planes estratégicos de la empresa para c/u de las áreas funcionales, llegándose a un elevado grado de detalle. Se establecen las tareas a desarrollar cotidianamente, con objetivos y planes a corto plazo (semanas a días). Se llama **Programación Maestra o Programación a Corto Plazo**. Por ejemplo, el plan de actividades a realizar para cada semana, determinando prioridades y sectores de ejecución para las diferentes tareas.

Por último, también existe la **Planificación o Programación Adaptativa**, que significa tomar medidas para corregir lo planificado con relación a lo que realmente sucede, ya sea por cambios repentinos, por imprevistos o por diferencias entre la realidad y lo predicho.

Proceso Planificación y Control de la Producción:

El siguiente cuadro sobre el Proceso de Planificación y Control pertenece al libro Dirección de Operaciones de José A. Domínguez Machuca (Cap. 1, Pag.7).

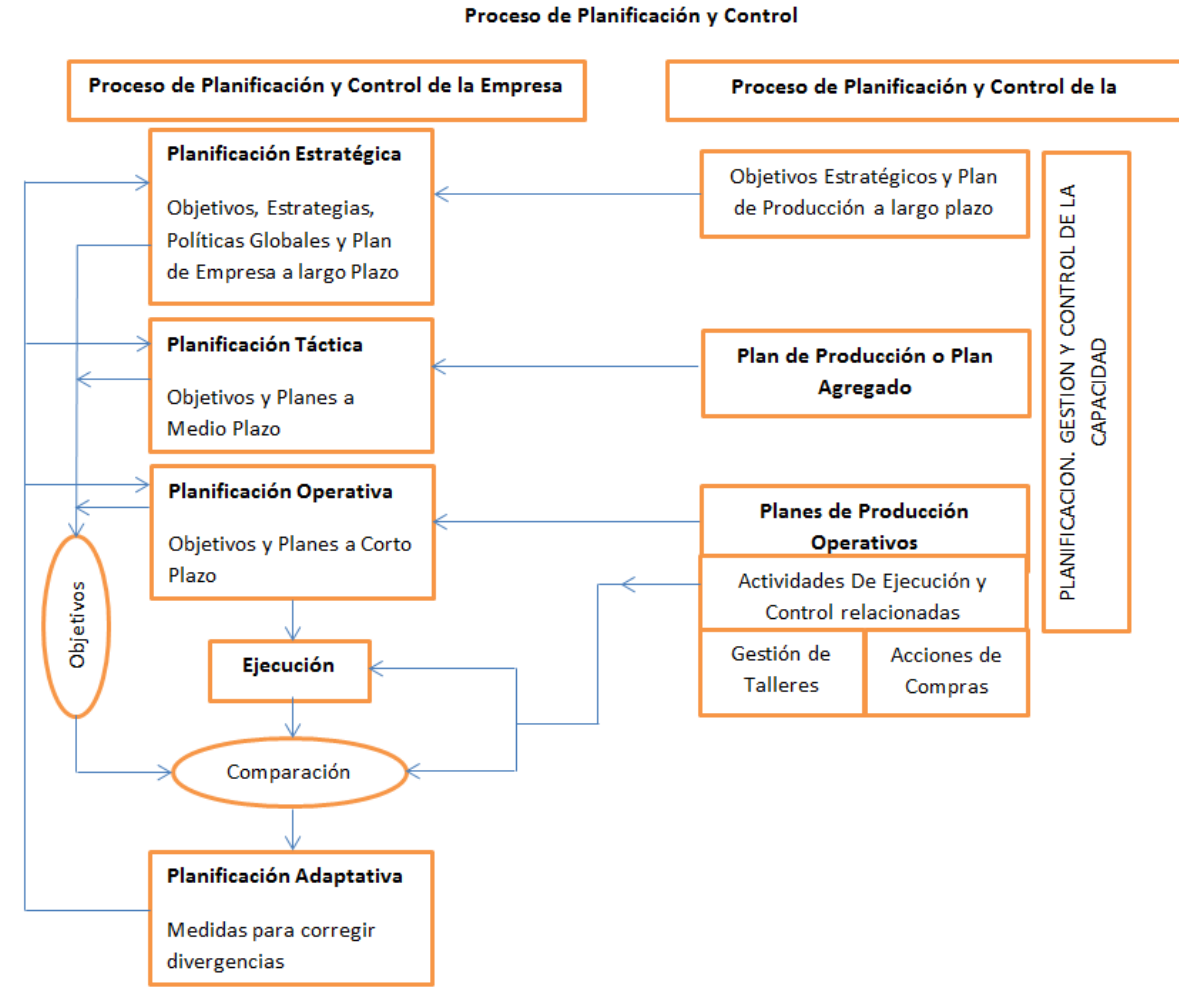


Figura 3.1: Proceso de Planificación y Control

3.1.3 Planificación y Control de Materiales

En todas las empresas, ya sean de producción o de servicios existe el inventario de materiales, como materia prima, materiales en proceso, producto final, insumos para la producción, etc. El análisis y estudio de los inventarios depende básicamente de la naturaleza de los procesos y tipos de productos de cada empresa. Este Proyecto Integrador se

concentrará en empresas que con Lay Out orientado al proceso que trabajan por órdenes, como la empresa bajo estudio.

Razones que justifican la existencia de inventarios según Machuca:

- Hacer frente a la demanda de productos finales

Consiste en almacenar productos finales para poder satisfacer la demanda en un determinado momento. Esto es útil y necesario cuando la demanda no es conocida. En el caso de MTR Argentina SRL se trabaja bajo pedido, por ende la demanda es conocida, no se necesita hacer stock de producto final y no se necesita de un sistema de nivelación de la producción.

- Evitar interrupciones en el proceso productivo

Cuando en un momento determinado existe la falta de un artículo concreto y este no se encuentra disponible, se dice que se ha producido una ruptura de stock que frena el proceso. Esto tampoco es algo crítico en una empresa como MTR Argentina SRL ya que debido a su tipo de distribución, su tecnología y sus procesos flexibles, siempre se puede hacer modificaciones para seguir produciendo sin interrupciones.

- La propia naturaleza del proceso de producción

Dado que cualquier etapa del proceso productivo requiere un determinado tiempo para su realización existirá en permanencia una cierta cantidad de productos en curso. Esto si ocurre constantemente en MTR Argentina SRL debido a que el producto final, ya sea una matriz o un dispositivo, es un producto que tiene varios componentes cuyos procesos son relativamente largos. En consecuencia, el producto final suele tardar un tiempo considerable hasta estar totalmente finalizado. Este tiempo de procesamiento depende del componente y puede incluir operaciones tales como soldadura, fresado o torneado, perforaciones, copiados, tratamientos térmicos, corte por hilo, entre otros, por lo tanto, el componente puede estar finalizado en un día o en semanas.

- Obtener ventajas económicas

A veces, es una buena estrategia decidir almacenar insumos para la producción con el objetivo de obtener rebajas por aumentar el tamaño de los pedidos.

En conclusión, en una empresa con Lay Out orientado al proceso que trabaja bajo pedido es decir, la demanda es conocida y la venta se produce antes de comenzar la fabricación, la planificación de los materiales no es algo sumamente complicado. No obstante, si hay que tener en cuenta ciertos puntos para ser más eficientes y obtener un proceso fluido:

1. Cuándo comprar los distintos materiales para no frenar el proceso y para no generar stock de materia prima o productos en proceso en exceso.
2. Qué artículos comprar primero que otros según el orden de secuencia de la producción.
3. Tener en cuenta el beneficio de obtener rebajas por aumentar el tamaño de pedido.

Para cumplir con lo anterior, se debe confeccionar una Lista de Materiales de Precedencia de los mismos para los productos de varios componentes como las matrices y los dispositivos. La misma denotará cuando será procesado cada componente, dependiendo del Proceso de Fabricación de tal producto final.

Actualmente en MTR Argentina SRL, se utiliza solo la Lista de Materiales que describe el número, nombre, material, medidas entre otras características de la totalidad de los detalles que integran el producto final. La lista de precedencias de los mismos no se realiza formalmente por tanto, las compras se realizan por experiencia. La intención es establecer un procedimiento formal de confección de la Lista de Precedencias de Materiales para facilitar la tarea de compras y asegurarse que esta tarea sea lo más eficiente posible.

3.1.4 Planificación de la Capacidad Disponible

En toda empresa es crucial conocer la capacidad productiva de la misma, lo que no es sencillo. Al afrontar nuevos trabajos hay que reconocer la falta o exceso de capacidad y tomar decisiones acertadas.

La Capacidad se define como la cantidad de producto que puede ser obtenido por una determinada unidad o por el conjunto de las unidades productivas durante un cierto periodo de tiempo.

La capacidad debe adecuarse a la demanda que la empresa desee satisfacer en un futuro. Cuando se habla de futuro se hace referencia a un momento muy lejano del presente, y la decisiones sobre capacidad serian decisiones a largo plazo, por ende, decisiones Estratégicas. Pero también, nos enfrentamos con la tarea difícil de determinar la capacidad disponible para la demanda inmediata y las posibles ventas.

Nuevamente, los conceptos teóricos de esta sección han sido extraídos de *Dirección de Operaciones* de José A. Domínguez Machuca.

La Capacidad Disponible

Antes que todo, hay que determinar la unidad de medida a utilizar. En este caso la unidad para medir la capacidad de una unidad productiva es la hora de mano de obra o de un centro o estación de trabajo por unidad de tiempo.

Las horas disponibles durante una jornada de trabajo no se dedican todas a producir (mantenimiento, descansos, ausentismo laboral, ineficiencias, etc.). Se define el **factor de utilización (U)** como el cociente entre el número de horas productivas desarrolladas (NHP) y el de horas reales (NHR) de jornada por periodo:

$$U = NHP / NHR \rightarrow NHP = U * NHR$$

Entonces en una jornada de 8 horas de un día, suponiendo que se pierde 1 hora por las razones mencionadas, luego el factor de utilización sería igual a $(8-1) / 8 = 0.875$. Es decir, el 87.5 % de las horas reales de la jornada son productivas.

Este factor es importante a la hora de determinar la capacidad, ya que a pesar de disponer de tantas horas teóricas disponibles para producir es mejor saber a qué porcentaje de esas horas uno suele trabajar, para poder realizar una planificación factible para la empresa como para el cliente.

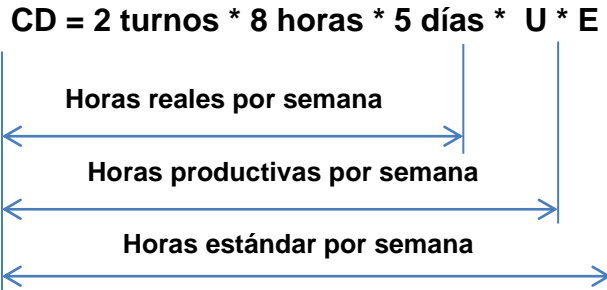
Por otro lado, está la **Eficiencia (E)** que depende de la rapidez y calidad con la que un trabajador o centro de trabajo realiza una tarea. Para poder relacionar los dos factores, el factor de utilización y la eficiencia, se determina **la hora estándar (h.e)** como unidad y supone un valor 1 para ambos factores. Entonces, se puede convertir la capacidad en horas productivas en capacidad en h.e. Es decir:

$$E = NHE / NHP \rightarrow NHE = E * NHP = E * U * NHR$$

Aquí lo importante es determinar E. Ello se puede hacer en base a la experiencia, registros, estadísticas, o una combinación de todos estos.

Por demás de todo, es preciso determinar la capacidad disponible para el horizonte de planificación considerado, el cual puede ser entre 1 y 3 meses, que es el tiempo normal de duración de los proyectos de matriceria. En MTR Argentina SRL es fundamental para poder determinar la factibilidad de cumplimiento de plazos de entrega propuestos o impuestos por los clientes en cada proyecto. Por ello, determinar la capacidad disponible en el medio y corto plazo a los fines de programar la producción y establecer los procesos a subcontratar es algo crucial. La ventaja que encontramos en MTR Argentina es la flexibilidad con la que se cuenta en sus procesos, lo que ayuda a aumentar o disminuir la capacidad rápidamente.

La Capacidad Disponible deberá reflejar el volumen de output que podría ser logrado por periodo de tiempo en circunstancias normales de producción (en horas reales), para la eficiencia (E) y la utilización (U), obteniéndose el resultado en horas estándar. Por ejemplo, un centro de trabajo activo 2 turnos por día, 5 días a la semana, la capacidad disponible sería:



Esta definición de Capacidad Disponible en horas estándar permite una comparación más real y conveniente a la hora de realizar cotizaciones y planificaciones.

3.1.5 El control de la Capacidad Disponible

Una vez determinada la Capacidad Disponible para un cierto horizonte de tiempo con una unidad de medida adecuada, como se vio en la sección anterior, es evidente que este será un valor estimativo y constituye la Capacidad Disponible Planificada. En la realidad pueden existir diferencias, contratiempos, ineficiencias, retrasos, errores de ingeniería y planificación o al contrario, mayor rapidez y mayor eficiencia, lo que ocasiona una divergencia entre la Capacidad Disponible estimada y la real. Por eso, hay que intentar que estas diferencias sean mínimas y llevar un control para poder realizar una Planificación Adaptativa o tomar decisiones de subcontratación o no, en caso de que sea necesario. Este concepto se refleja a través de la siguiente fórmula, extraída de *Dirección de Operaciones* de José A. Domínguez Machuca:

$$\text{Capacidad Planificada} = \text{Horas reales Planificadas} * \text{E planificada} * \text{U planificada}$$

Capacidad Real Horas reales desarrolladas E real U real

Así, el control es útil para tomar conciencia de la eficiencia con la que se trabaja comparando lo estimado y lo real. También, sirve para hacer Planificaciones Adaptativas durante el progreso de los trabajos y para estimar Planificaciones más reales en el futuro.

3.1.6 Decisiones para modificar la capacidad Disponible

Subcontratación

Consiste en contratar procesos a proveedores en razón de que la empresa no cuenta con capacidad tecnológica o con el conocimiento técnico para realizarlos o porque la Capacidad Disponible no permite alcanzar objetivos en los tiempos determinados. Es decir, se aumenta la capacidad de la empresa contratando esos procesos a otra empresa.

Es una estrategia muy útil a la hora de mantener toda la cartera de clientes satisfecha, pero no es fácil de hacer. Para tener éxito se debe contar con proveedores conocidos, de confianza, de calidad, y dispuestos a cumplir con los tiempos establecidos.

En MTR Argentina SRL, los procesos que no se pueden hacer adentro, por no contar con la tecnología adecuada o el conocimiento, muchas veces se subcontratan para realizar ciertos trabajos. No obstante, hay que destacar que es preferible hacer todos los procesos respecto de los cuales si se puede brindar un buen servicio, en la misma empresa agregando horas extras en caso de ser necesario. Ello debido a que el tamaño y envergadura de la empresa no es el óptimo para conseguir proveedores rentables y de confianza.

Horas extras

Consiste en trabajar más horas que las horas normales por día, lo que aumenta la capacidad de mano de obra disponible. Es una decisión táctica que permite lograr beneficios

como el aumento de la capacidad, y en consecuencia el cumplimiento en tiempo y forma con un determinado cliente. No obstante, claramente aumenta los costos en este rubro.

3.1.7 Concepto de Programación a Corto Plazo

En la siguiente sección se describe el concepto de Programación a Corto Plazo, en base al capítulo 5 del libro *Dirección de la Producción* de Jay Heizer y Barry Render.

La Programación se ocupa de definir cuándo realizar las operaciones. Las decisiones de programación comienzan con la planificación de la capacidad que implica a los recursos totales disponibles de equipos e instalaciones y recursos humanos, factores que determinan las horas disponibles para producir. En la fase de Planificación Agregada (PA) se toman decisiones sobre la utilización de las instalaciones, inventario, personas y servicios subcontratados. Normalmente, la PA se realiza mensualmente y se asignan recursos en función de una medida agregada como unidades, toneladas o **número de horas en el taller totales**. El Programa Maestro desagrega al anterior y desarrolla un programa para productos, componentes, piezas específicos.

El objetivo de la Programación es optimizar la utilización de los recursos de forma tal que se cumplan los objetivos de la producción.

Programación hacia adelante (forward) y hacia atrás (backward)

La programación implica asignar fechas de entrega para cada trabajo pero, en la mayoría de los casos, estos trabajos compiten simultáneamente por los mismos recursos y se generan problemas. Por eso existen dos técnicas para ayudar a resolver estos inconvenientes:

1- **La Programación hacia adelante (forward)** se inicia apenas se conocen los requisitos y requerimientos del trabajo. Este método se utiliza en clínicas, restaurantes y fábricas de máquinas y herramienta donde los trabajos son a pedido y generalmente se deben entregar lo antes posible. El objetivo es lograr un programa que sea factible. En este caso, se suele generar un aumento de inventario en curso.

2- **La Programación hacia atrás (backward)** se inicia a partir de la fecha de entrega, programando primero la última operación a realizar en el trabajo. Restando el plazo de producción de cada artículo se obtiene la fecha de inicio. Un ejemplo, es la preparación de un servicio de catering.

Criterios de la Programación

La técnica adecuada depende de la situación, de la naturaleza de las operaciones, tipos de trabajos, complejidad de los trabajos y también de la importancia que se le dé a los siguientes factores:

- Minimizar el tiempo de finalización
- Maximizar la utilización de las instalaciones
- Minimizar el inventario de trabajo
- Minimizar el tiempo de espera de los clientes (retrasos)

Estos 4 criterios se utilizan para evaluar la eficacia de la programación. Los métodos para planificar/ programar depende del tipo de instalaciones, el tipo de Lay Out. Se repasó los diferentes tipos de Lay Out en el capítulo anterior, y a continuación se profundizara la programación de instalaciones orientadas al proceso, la cual corresponde a la empresa de estudio.

3.1.8 Programación de una empresa con Lay Out orientado al Proceso

En este tipo de Lay Out la producción suele ser de gran variedad, bajo volumen y a pedido. Los factores que varían pueden ser los materiales, formas y tamaños, funcionalidad, cantidades, requisitos del proceso, entre otros. A razón de esto, la programación es compleja y es necesario un Sistema de Planificación y Control de la Producción que debería:

- 1- Programar las órdenes entrantes sin violar las restricciones de capacidad de cada centro de trabajo individual.
- 2- Comprobar la disponibilidad de herramientas, equipos y materiales antes de lanzar una orden a un departamento.
- 3- Fijar fechas de finalización para cada trabajo y controlar su progreso.
- 4- Controlar el trabajo en curso a medida que los trabajos avanzan por el taller.
- 5- Controlar los tiempos de los operarios para obtener estadísticas e indicadores para futuras programaciones y cotizaciones.

3.1.9 Teoría de las Limitaciones (Cuello de Botella)

El físico Israelí Eliyahu Goldratt creó un nuevo sistema de Programación de la Producción al que denominó **Tecnología de Producción Optimizada (OPT)**. Este enfoque se basa principalmente en el equilibrado del flujo de la producción y en la gestión del **Cuello de Botella**. Luego, Goldratt conformó la **Teoría de las Limitaciones (TOC)**, enfocándose en descubrir las limitaciones del sistema y hacer girar todo el proceso de gestión en base a ellas. El Cuello de Botella es aquel recurso o centro de trabajo que limita la capacidad del sistema,

ya que, por más que otros recursos o centros de trabajo con exceso de capacidad sean explotados al máximo, el cuello de botella limita el sistema total, generando inventario en proceso en este centro de trabajo. El cuello de botella es un aspecto que nunca se elimina ya que si se mejora un centro de trabajo incrementando su capacidad y convirtiéndolo en recurso no limitado, aparecerá otro recurso limitante. Según el TOC, todo sistema que desea conseguir un proceso de mejora continua debería seguir los pasos siguientes:

- Identificar las limitaciones del sistema

Los recursos que debido a su escasa disponibilidad limitan el rendimiento global del sistema, deben ser explotados al máximo.

- Decidir cómo explotar las limitaciones

Si las limitaciones se encuentran en un determinado centro de trabajo, habría que explotar al máximo los recursos de este.

- Subordinar todas las decisiones adoptadas en el paso anterior

Hay que equilibrar los recursos no limitados con el recurso considerado “**Cuello de Botella**” ya que si los recursos no limitados, con exceso de capacidad, no están bien gestionados pueden suministrar menos componentes de los que el recurso limitado necesita disminuyendo así, el rendimiento máximo de este último. O por el contrario, el recurso no limitado puede suministrar componentes en exceso al Cuello de Botella, aumentando el inventario de material en proceso.

- Elevar la limitación

Mejorar el recurso limitante, por medio de análisis y mejoras o simplemente agregado de capacidad. En este caso la limitación puede desaparecer pero, como dijimos al describir el concepto de cuello de botella, al desaparecer una limitación aparecerá una nueva y habría que volver al primer paso y comenzar el análisis para esta nueva limitación.

- Si en los pasos previos se ha roto una limitación hay que volver al primer paso

Siempre va a existir una limitación y todas las actividades se deben subordinar a esta. Entonces, considerando la nueva limitación hay que volver al primer paso para explotarla al máximo. Sin embargo, es muy importante que el hecho de analizar detenidamente la gestión del cuello de botella, no se vuelva una limitación en sí mismo.

A continuación, se presentan las siguientes reglas, consideradas de importancia:

- 1- No se debe equilibrar la capacidad productiva, sino el flujo de producción
- 2- Una hora perdida en un cuello de botella es una hora perdida por todo el sistema
- 3- Una hora ganada en un recurso no cuello de botella es un espejismo
- 4- Los cuellos de botella rigen tanto el inventario como la facturación

3.1.10 Planificación y Control a muy Corto Plazo (Gestión de Talleres)

El concepto de Planificación y Programación de la Producción fue analizado en sus diferentes horizontes de tiempo y haciendo un estudio de lo que un sistema de planificación total de la producción integra. Pero, en este proyecto Integrador, se hará hincapié en la Planificación o Programación y Control de la Producción a muy Corto Plazo, llamada Gestión de Talleres. Su desarrollo también funda en el texto *Dirección de Operaciones* de José A. Domínguez Machuca.

La realización de una Planificación Agregada y un Plan Maestro de Producción no es suficiente para que cada centro de trabajo o estación sepa qué debe hacer y en qué momento. Asimismo, no se puede comenzar la fabricación de un producto sin haber obtenido

antes los componentes y/o materias primas que precisa. Por otro lado, las rutas de los diferentes productos pueden pasar por diferentes centros de trabajo, con el agravante de que los componentes de distintos productos pueden requerir en su ruta de operaciones que han de realizarse, las mismas instalaciones. Incluso, puede ocurrir que una operación determinada de un ítem concreto pueda ejecutarse en una única instalación o en varias diferentes.

Teniendo en cuenta lo anterior surgen interrogantes ¿Qué tarea deberá llevar a cabo cada estación?, ¿en qué orden?, ¿Cuál es el cronograma? entre otras. La asignación de los trabajos a las máquinas y su posterior secuenciación en las mismas están condicionadas por la capacidad disponible de cada una y por la disponibilidad de materiales en el momento de ejecución. Por otro lado, la forma en que se hagan los trabajos tendrá influencia en el tiempo, eficiencia, coste y calidad de cada trabajo.

Atento lo expuesto, surge la necesidad de una **Planificación a Muy Corto Plazo**, llamada **Gestión de Talleres**.

Al igual que en toda planificación, en la elaboración del Programa de Operaciones también existirán divergencias entre la práctica y lo estimado. Por eso, es necesario controlar correctamente esta actividad para poder comparar y reprogramar.

En definitiva, la **Gestión de Talleres** consiste en programar, controlar y evaluar las operaciones de producción **a muy corto plazo** para lograr el cumplimiento del Programa Maestro con la capacidad disponible y con la mayor eficiencia posible.

Un ejemplo de Gestión de Talleres es la determinación de las tareas a realizar por cada estación, los recursos necesarios para realizarlas, como las herramientas, equipos, materiales y toda información necesaria para llevarlas a cabo. Esta determinación de tareas puede definirse para el mismo día en que se ejecuta este tipo de planificación o para toda la semana. En este último caso, se tiene en cuenta la disponibilidad de las máquinas, equipos, herramientas y la prioridad de las diferentes órdenes de trabajo. Más precisamente, en MTR Argentina sería realizar un esquema que determine las tareas a realizar diariamente por el sector de mecanizado, de matriceria y todos los sectores y personas existentes, dando a conocer cuáles son los materiales a procesar y en qué orden.

Existen 8 funciones básicas para este tipo de planificación:

1- Evaluación y control de los pedidos a fabricar del Programa Maestro estableciendo los que han de emitirse en cada momento y elaborando la información necesaria para su emisión (La Ficha de Fabricación- capítulo 4), tras comprobar la disponibilidad de materiales.

2- Establecer las prioridades entre los pedidos o trabajos a ejecutar ordenándolos por centro de trabajo o estaciones y asignándolos previamente a cada uno de ellos para obtener así, el **Programa de Operaciones**.

3- Rastrear la evolución de los pedidos o trabajos en curso a través de los centro de trabajo estableciendo la situación de cada uno de ellos al final de cada jornada.

4- Controlar el desarrollo de las Operaciones en los centro de trabajo estableciendo los tiempos empleados y desperdiciados.

5- Controlar la capacidad de cada centro de trabajo mediante la comparación de la capacidad teórica y el desempeño del mismo.

6- Proporcionar realimentación al Sistema de Planificación y Control para lograr así, la mejora continua.

7- Mantener el menor volumen de inventarios posible ya sea producto final, materia prima o trabajo en curso.

8- Emplear la menor cantidad de recursos posible minimizando tiempos ociosos, tiempos de puestas a punto y preparación, etc.

El Proceso de Revisión y Autorización de Pedidos

Este proceso pretende comprobar si el comienzo de un determinado trabajo es adecuado.

A tal fin, es preciso analizar los siguientes elementos:

- Disponibilidad de los materiales necesarios
- Disponibilidad de la capacidad en el correspondiente centro de trabajo
- Disponibilidad de la información necesaria para que el operario pueda ejecutar

Si algunos de los aspectos anteriores no se encuentra disponible el pedido no será autorizado. En el caso contrario, se autorizará y llevará a cabo siendo controlado a medida que progresa.

Programación de las Operaciones

Esta función tiene por objeto determinar qué operaciones se van a realizar sobre los distintos pedidos durante cada momento del horizonte de planificación y en cada centro de trabajo de forma tal que con la capacidad disponible en cada uno de ellos, se cumplan las fechas de entrega planificadas y se emplee el menor volumen de recursos e inventarios posible.

Esta actividad es diferente para cada tipo de configuración productiva, se estudiará la que más interesa para este análisis que es la configuración por lotes bajo pedido, mediante la cual se obtienen lotes pequeños de gran variedad de productos y componentes. De esta forma, las máquinas se agrupan en los centro de trabajo en base a la función que desarrollan, como se vio en el capítulo 2(pág. 34). Los lotes de los distintos artículos van de un centro a otro para realizar las diferentes operaciones pudiendo ser distintas las secuencias de paso de

cada uno de ellos por los centros de trabajo. Es decir, existe una gran flexibilidad. A esta configuración se la suele llamar **Job-Shop**.

Entonces, existen 3 actividades importantes a realizar para obtener el Programa de Operaciones:

- 1- **Carga de Talleres o Máquinas:** asignación de los pedidos a los centros de trabajo indicando qué operaciones se realizarán en cada uno de ellos.
- 2- **Secuenciación:** determinación de la prioridad de paso de cada pedido por los diferentes centros de trabajo para cumplir con los plazos de entrega generando el menor volumen de inventario posible y utilizando la menor cantidad de recursos.
- 3- **Programación Detallada:** determinación de los momentos de comienzo y fin de las actividades de cada centro de trabajo así como de las operaciones de cada pedido para la secuenciación realizada.

3.2 Sistema de Planificación y Control de la Producción en MTR Argentina SRL

3.2.1 Objetivos

En el capítulo 2 se expuso que MTR Argentina SRL tiene un Lay Out orientado al Proceso que ha sido mejorado obteniendo el Lay Out Modificado. Como ya se mencionó, el Lay Out y la Planificación de la producción no son independientes entre sí sino que, más bien, tienen mucho que ver uno con el otro.

En este capítulo se analizará y creará el Sistema de Planificación más adecuado para la empresa siempre con el objetivo de obtener mayores niveles de eficiencia.

Actualmente, en MTR Argentina SRL existe una Planificación a corto plazo de las actividades a realizar discriminada por Proyectos vendidos. Pero, se carece de un sistema contundente que se aplique en todos los casos. En los Proyectos de fabricación de herramientas donde se ha hecho Planificación, Planificación adaptativa a medida que avanzaban, toma de decisiones según las planificaciones, etc., se ha logrado satisfacer a los clientes con respecto a los plazos de entrega.

Entonces, la idea es lograr un sistema simple y claro, fácil de usar y entender, que sirva para obtener cronogramas y líneas de trabajo reales y que sirva para conocer expresamente en qué situación se encuentra uno cuando lo programado ya se empezó a realizar. Es decir, que sea útil como herramienta de control y comparación, De este modo, se podrán realizar reajustes de lo programado y tomar decisiones para poder acelerar o no el ritmo de la producción. Por otro lado, la intención es planificar con tiempo y criterio para elegir los mejores procesos y en consecuencia, disminuir costos.

En definitiva, el **Objetivo Principal** es ser más productivo y eficiente y alcanzar los mejores niveles de calidad. Ello, se estima puede lograrse, en parte, con un buen Sistema de Planificación de la Producción.

3.2.2 Herramientas del Sistema de Planificación y Control

En primer lugar, se presentarán las herramientas que se proponen para llevar a cabo un Sistema de Planificación. Las mismas han sido confeccionadas de acuerdo al tipo de empresa es decir, al tipo de producto que se fabrica y de acuerdo a los procesos que se llevan a cabo.

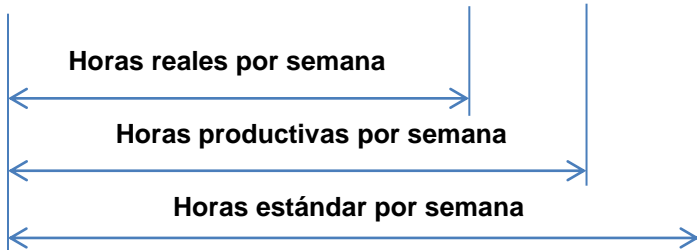
- Control de capacidad

El control de capacidad tiene como objeto principal saber si en el futuro próximo va a existir capacidad excedente y se necesitará reforzar las ventas o si, por el contrario, van a faltar h.e para poder cumplir con los plazos establecidos. Ello, para decidir cómo aumentar la capacidad en el caso necesario. Hay 2 maneras viables de aumentar la capacidad al corto plazo: agregando horas extras y subcontratando procesos.

En primer lugar, se calcularán las horas estándar reales de la empresa, con los conocimientos vistos en la sección 3.1.4.

Por ejemplo, un centro de trabajo activo 2 turnos por día, 5 días a la semana, con un U igual a 0.81 y un E igual a 0.78, la capacidad disponible en horas estándar de ese centro sería:

$$CD = 2 \text{ turnos} * 8 \text{ horas} * 5 \text{ días} * 0.89 * 0.81 = 57.7 \text{ h.e por semana}$$



- El Factor de Utilización (U) se calculó, conforme indica la teoría, realizando el cociente entre las horas productivas y las horas reales de una jornada laboral. El valor del Factor de Eficiencia (E) fue determinado en base a mediciones realizadas in situ. Las mismas compararon los valores teóricos (extraídos del software CAD/CAM) con los valores reales registrados en las mediciones. A continuación, se presentan los datos y el cálculo de ambos índices:

Horas de una jornada laboral [hs/jor]	Utilizacion [U]
8.8	88.64%
Recreo 1 [hs/jor]	
0.25	
Recreo 2 [hs/jor]	
0.5	
Tiempo perdido normal [hs/jor]	
0.25	
Comentario: Valores son sobre un operario	

Figura 3.2: Calculo del Factor de Utilización de la empresa

Mecanizado en CNC de Acero de Formar Superior			
Medicion	0001	Fecha	__/__/__
Estacion	Matsuura	Operario	Luis
Operaciones	Tpo teorico [hs]	Tpo Real [hs]	Eficiencia [E]
Puesta a punto	0.5	0.75	80.63%
Perforados	1.2	1.5	
Copiado	6	7.3	
Total	7.7	9.55	
Comentario: Pieza llega a la estacion fresada (Escuadrada) por fresadora manual			

Mecanizado en CNC de Cajon Inferior			
Medicion	0003	Fecha	__/__/__
Estacion	Matsuura	Operario	Luis
Operaciones	Tpo teorico [hs]	Tpo Real [hs]	Eficiencia [E]
Puesta a punto	0.75	0.75	77.78%
Perforados	4.5	6	
Fresados	7	9	
Total	12.25	15.75	
Comentario: Pieza llega a la estacion fresada (Escuadrada) por fresadora manual			

Mecanizado en CNC de Acero de Formar Inferior			
Medicion	0002	Fecha	__/__/__
Estacion	Matsuura	Operario	Luis
Operaciones	Tpo teorico [hs]	Tpo Real [hs]	Eficiencia [E]
Puesta a punto	0.5	0.75	83.77%
Perforados	1.5	1.8	
Copiado	6	7	
Total	8	9.55	
Comentario: Pieza llega a la estacion fresada (Escuadrada) por fresadora manual			

Valor de Eficiencia Promedio [E]			
Medicion	Estacion	Operario	E
0001	Matsuura	Luis	80.63%
0002	Matsuura	Luis	83.77%
0003	Matsuura	Luis	77.78%
Promedio			80.73%

Figura 3.3: Calculo del Factor de Eficiencia del proceso de mecanizado CNC

A continuación se describe la herramienta confeccionada en la Hoja de Cálculo propuesta para medir y controlar la capacidad mensual. La misma se designa como Diagrama de Carga de las Estaciones de Trabajo. Tiene a su derecha las diferentes áreas de la planta productiva y muestra de cada área la cantidad de turnos (1 turno= 8 hs) mensuales

disponibles. Los turnos disponibles por mes dependen de la cantidad de horas que se trabaje en esa área y la cantidad de operarios de la misma. Por ejemplo, el área Corte por hilo (CXH) tiene 40 turnos disponibles por mes, lo que significa que tiene un turno por la mañana con 1 operario y otro por la tarde con otro operario. El conteo consiste en restarle al total de turnos mensuales de cierta área la suma de las horas destinadas para ciertos trabajos. Por ejemplo, se puede observar que el conteo del área de Matriceria dice 63 turnos y el área tiene 80 turnos disponibles por mes (4 turnos diarios- 4 operarios: 2 por la mañana y 2 por la tarde.-), lo que significa que hay 17 turnos destinados a actividades establecidas.

Es más fácil y rápido trabajar en turnos como unidad de medida ya que ésta es una herramienta de estimación y el objetivo es poder determinar rápidamente la capacidad disponible para tomar las mejores decisiones en relación a capacidad.

Al cargar los tiempos de cada tarea, se deberá tener en cuenta lo analizado previamente sobre el cálculo de horas estándar y los factores U y E para cada centro de trabajo.

- Planning (Cronograma)

Un Planning consiste en un Cronograma técnico en el que se establecen los procesos fundamentales de la fabricación de un herramental, se los coloca secuenciados y se señalan sus interdependencias. En otras palabras, es un Diagrama de Gantt común para este tipo de productos por eso, la escala temporal es semanalmente. Para su confección es adecuado utilizar software Project.

Diagramas de Gantt para confeccionar Cronogramas Estimados

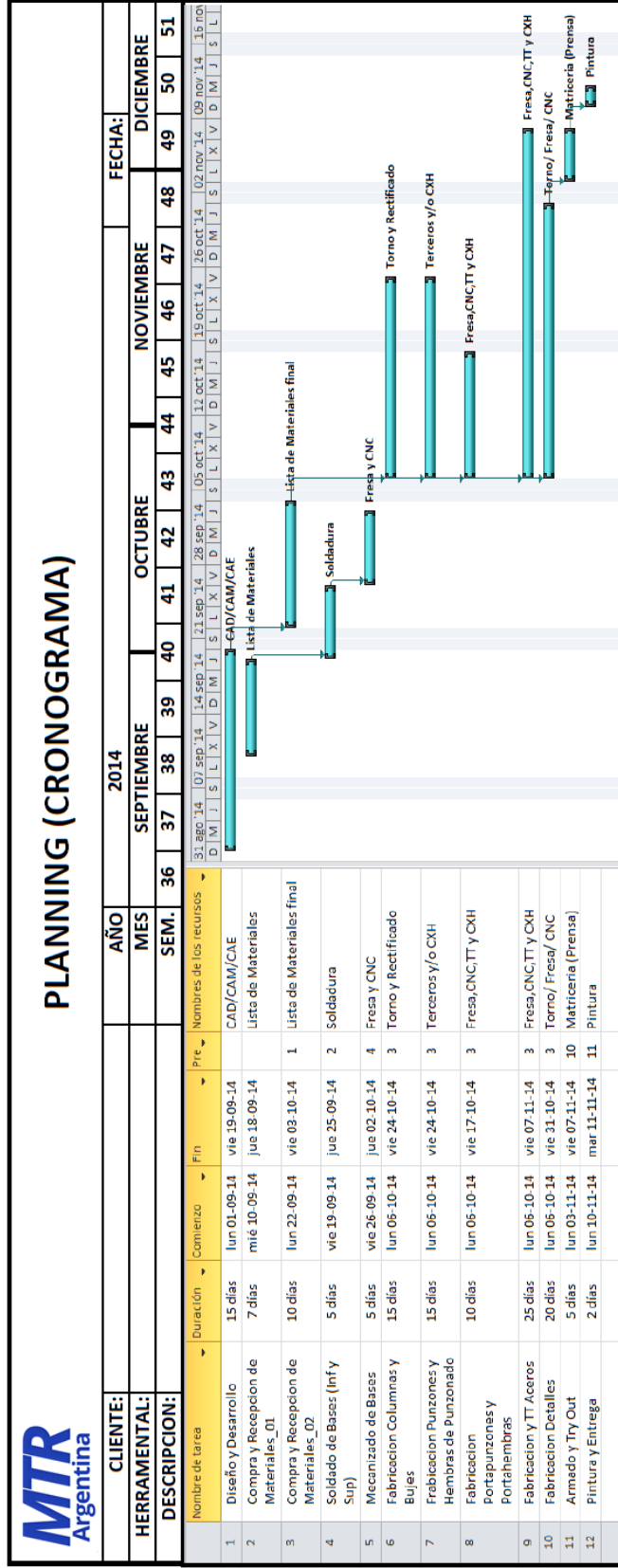


Figura 3.5: Diagrama de Planning de MTR

En la ilustración se puede apreciar en qué consiste en un Diagrama de Gantt en el que se ponen secuencialmente los distintos procesos que corresponden a ese herramental. En este caso, es una matriz de estampado y punzonado de una pieza de chapa metálica y en la parte del cronograma se muestra la duración de cada proceso y las interdependencias entre sí. Esta duración e interdependencias las determina el responsable de Planificación en base a sus conocimientos.

- Diagrama de Gantt de comparación de lo estimado y el progreso real

Este diagrama no es más que un diagrama parecido al anterior, pero en este se van generando los tiempos reales que lleva cada proceso y sirve para comparar si existen retrasos, coincidencias o si existe un adelanto lo cual sería lo ideal. Este Diagrama se utiliza como herramienta para generar planillas de Planning Adaptativos.

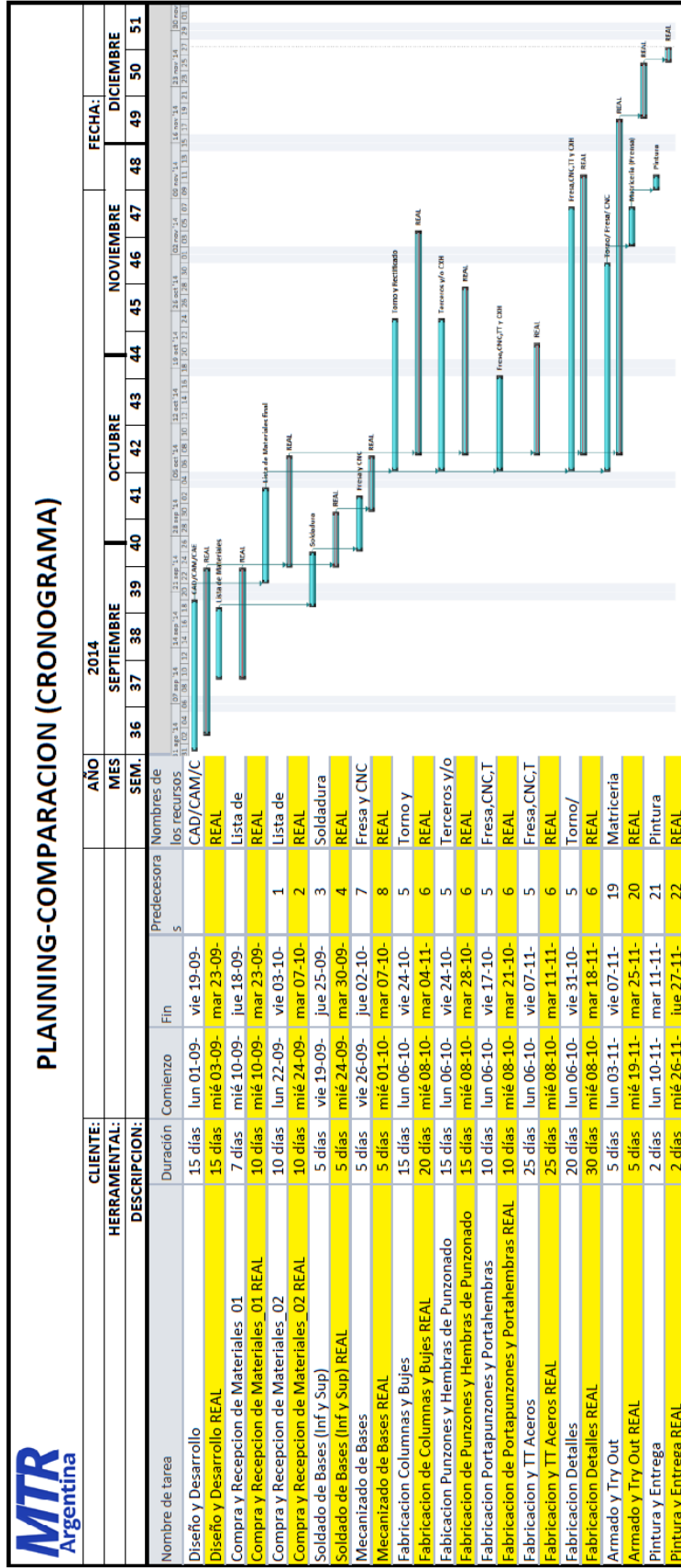


Figura 3.6: Diagrama de Planning de Comparación de MTR

En la imagen se puede observar la planificación estimada y teórica y en amarillo la realidad de los hechos. En este caso existió un retraso. Esta herramienta es útil para tomar decisiones correctivas y adaptativas a medida que avanza el proyecto, como lo es tercerizar procesos para poder cumplir los plazos previstos.

Por otro lado, al final de un proceso se puede comparar lo estimado con lo ocurrido, obteniendo conclusiones sobre los tiempos reales de cada proceso y los imprevistos ocurridos. Analizar esta información permite desarrollar mayor conocimiento para futuras planificaciones.

- Avances de herramientas

Un herramental, ya sea una matriz o un dispositivo, un conjunto de matrices o dispositivos, es un trabajo que puede durar entre 1 mes y 1 año. Ello genera que mientras se va progresando, la empresa tenga que demostrar al cliente los avances parciales. Esto se realiza mediante auditorías del cliente que controlan el estado del trabajo. Atento a que de esta manera es muy subjetiva la determinación del estado, se creó una lista de Avances, a partir de la lista de Materiales, la cual es útil para controlar el estado de cada ítem/ detalle de cada herramental y que además, tiene como objeto establecer el avance exacto del mismo.

Esta lista de Avances, consiste en la lista de Materiales para la construcción de un producto. En el caso de la imagen, es la lista de Materiales de una Matriz, y se enumeran sus correspondientes detalles. Luego, está se ve una fila donde se exponen las distintas operaciones posibles que pueden llegar a sufrir los componentes de este herramental. Entonces, colocando un "1" en las casillas de las operaciones que ya fueron realizadas, un "*" en las operaciones que no corresponden a ese detalle y un "0" en las operaciones que le faltan a ese componente, se genera el porcentaje de progreso de cada detalle y más abajo el porcentaje de progreso del herramental en su conjunto. Esta lista, se hizo utilizando Software de Hoja de Cálculo y las fórmulas adecuadas.

A continuación, una imagen como ejemplo de la Lista de Avances:


 PLANILLA DE CONTROL DE AVANCES														
CUENTE:							FECHA:							
HERRAMENTAL: 55183-KK010-OP10														
PARTE INFERIOR														
ITEM	DENOMINACION	MATERIAL	Cant.	T.T	Torno	Escuad.	Perf.	Rosca	Mec.	T.T	Rect.	CXH	n	Terminado
1	BASE INFERIOR	GG 25	1	No	*	1	1	1	1	*	*	*	4	100%
2	TOPE DE ALTURA	SAE 1045	4	No									8	0%
3	TOPE DE ALMACENAJE	SAE 1020	4	No									8	0%
4	CHAVETA HEMBRA	SAE 1020	2	No									8	0%
5	HEMBRA DE CORTE PATRON	T2379	1	Si	*	1	0	0	0	0	*	0	6	17%
6	HEMBRA DE CORTE*5	T2379	1	Si	*	1	0	*	0	0	*	0	5	20%
7	HEMBRA DE CORTE*6	T2379	1	Si									8	0%
8	GATILLO SENSOR	SAE 1045	1	Si									8	0%
9	SOPORTE SENSOR	SAE 1020	1	No									8	0%
10	GUIA DE BANDA REGULABLE*01	SAE 1045	1	Si	*	1	1	1	1	0	*	*	5	80%
11	CHAVETA GUIA	SAE 1045	4	Si	*	1	0	*	*	0	0	*	4	25%
12	GUIA DE CHAPA FIJA*01	SAE 1045	1	Si	*	1	1	1	0	0	*	*	5	60%
13	COMPENSADOR*01	SAE 4140	12	Si									8	0%
14	PLACA PORTA HEMBRAS	SAE 1045	1	No	*	1	0	0	0	*	0	*	5	20%
15	HEMBRA DE CORTE*7	T2379	2	Si	*	1	1	*	1	0	1	*	5	80%
16	BANDEJA*1	SAE 1020	1	No	*	1	1	*	*	*	*	*	2	100%
17	BANDEJA*2	SAE 1020	1	No	*	1	1	*	*	*	*	*	2	100%
18	BANDEJA*3	SAE 1020	1	No	*	1	1	*	*	*	*	*	2	100%
19	BANDEJA*4	SAE 1020	1	No	*	1	1	*	*	*	*	*	2	100%
20	BANDEJA*5	SAE 1020	1	No	*	1	1	*	*	*	*	*	2	100%
21	CUERPO ALOJ. GATILLO	SAE 1020	1	No	*	1	0	0	0	*	0	*	5	20%
22	TAPA GATILLO	SAE 1020	1	No	*	1	0	*	0	*	*	*	3	33%
23	GATILLO INICIO	SAE 1045	1	Si									8	0%
24	EJE GATILLO INICIO	SAE 1045	1	Si									8	0%
26	GUIA DE BANDA REGULABLE	SAE 1045	1	Si	*	1	1	1	1	0	*	*	5	80%
34	GUIA DE CHAPA FIJA	SAE 1045	1	Si	*	1	1	1	1	0	*	*	5	80%
PARTE SUPERIOR														
ITEM	DENOMINACION	MATERIAL	Cant.	T.T	Torno	Escuad.	Perf.	Rosca	Mec.	T.T	Rect.	CXH	n	Terminado
35	PRENSACHAPA *1	SAE 1045	1	No	*	1	0	0	0	*	*	*	4	25%
36	PUERTA DE VISITA*1	SAE 1045	1	No	*	1	0	0	0	0	0	*	6	17%
37	POSTIZO PRENSACHAPA*1	SAE 1045	1	No	*	1	0	0	0	0	0	0	7	14%
38	PILOTO	SAE 4140	4	Si									8	0%
39	TAPA PILOTO	SAE 1045	1	No	*	1	0	*	0	*	*	*	3	33%
40	TAPA PILOTO*1	SAE 1045	1	No	*	1	0	*	0	*	*	*	3	33%
41	PLACA DE CHOQUE	SAE 4140	8	Si	*	1	1	*	1	*	*	*	3	100%
47	BASE SUPERIOR	GG 25	1	No		1	1	1	*	*	*	*	4	75%
48	PUNZON DE CORTE*1	T2379	1	Si									8	0%
49	SUFRIDERA PUNZ CORTE*1	SAE O1	1	Si		1	0	*	*	0	*	*	4	25%
50	PUNZON DE CORTE*2	T2379	1	Si		1	*	0	0	0	*	0	6	17%
51	PORTA PUNZ CORTE*2	SAE 1045	1	No									8	0%
52	SUFRIDERA PUNZ*2	SAE O1	1	Si		1	0	*	*	0	0	*	5	20%
53	PUNZON DE CORTE*3	T2379	1	Si		1	*	1	*	0	0	0	6	33%
54	PORTA PUNZ CORTE*3	SAE 1045	1	No									8	0%
55	SUFRIDERA PUNZ*3	SAE O1	1	Si		1	0	*	*	0	0	*	5	20%
56	PUNZON DE CORTE*5	T2379	1	Si		1	*	1	*	0	*	0	4	50%
57	PORTA PUNZON*5	SAE 1045	1	No									8	0%
58	PLATINA*5	SAE O1	1	Si		1	0	*	*	0	0	*	5	20%
59	PUNZON DE CORTE*6	T2379	2	Si		1	1	*	*	0	1	*	5	60%
60	RETENCION PRENSACHAPA	SAE 1020	4	No		1	1	*	*	*	*	*	3	67%
61	PROTECCION PANEL	SAE 1020	2	No									8	0%
62	PLACA PORTA CILINDROS	SAE 1020	1	No	*	1	0	0	0	*	*	*	4	25%
63	SOPORTE PANEL	SAE 1020	1	No									8	0%
													TOTAL	41%

Figura 3.7: Planilla de Control de Avances de MTR

- Secuenciación de pedidos


La secuenciación de los pedidos se refiere a en qué momento cada centro de trabajo debe ejecutar una determinada tarea. La misma forma parte de la Programación de las Operaciones. Cuando se trabaja bajo pedido, con lotes pequeños y gran variedad la secuenciación es una de las tareas más difíciles debido a la gran cantidad de alternativas. En razón de esta dificultad, se prefiere simplificar la secuenciación con la siguiente herramienta, logrando la secuencia a través de las prioridades del día a día. Esto genera mucha flexibilidad y dinamismo, dos aspectos muy requeridos en la fabricación de medios productivos.

Entonces, la secuenciación se determinará a partir de la prioridad de fabricación y esto se muestra en el Proceso de Fabricación de Matrices (Ver Proceso de Fabricación de Matrices). La manera en que los operarios sabrán cual es el orden de prioridad será con la herramienta de Carteles de Prioridades vista en el capítulo 2.

- Lista de Precedencias de Materiales

Como se mencionó en la sección 3.1.3, es necesaria una Lista de Precedencias de Materiales para lograr la gestión de compras y disponibilidad de aquellos de forma más eficiente. Esta herramienta está muy relacionada con el Proceso de Fabricación del producto correspondiente. Se presenta esta herramienta y más adelante en este capítulo se introduce el Proceso de Fabricación de Matrices que constituye el producto más importante de la empresa.

La lista de precedencias describe en que momento será necesario contar con un determinado material para poder construir tal componente y la misma nace de la Lista de Materiales de diseño que se muestra a continuación:

 Lista de Materiales											
CLIENTE:						FECHA:					
HERRAMENTAL: 55183-KK010-OP10											
PARTE INFERIOR											
ITEM	DENOMINACION	MATERIAL	DIMENSIONES(LxAE)			CANTIDAD	PESO	TRATAMIENTO	CODIGO	CHEQUEO	MODIF.
1	BASE INFERIOR	GG 25	730	500	315	1	919.80	No		No	
2	TOPE DE ALTURA	SAE 1045	Ø50	55	-	4	0.10	No		No	
3	TOPE DE ALMACENAJE	SAE 1020	Ø60	90	±3.5	4	0.15	No		No	
4	CHAVETA HEMBRA	SAE 1020	25	20	12.7	2	0.10	No		No	
5	HEMBRA DE CORTE PATRON	T2379	180	165	50	1	11.88	SI		SI	
6	HEMBRA DE CORTE_5	T2379	75	60	35	1	1.26	SI		SI	
7	HEMBRA DE CORTE_6	T2379	100	75	35	1	2.10	SI		SI	
8	GATILLO SENSOR	SAE 1045	80	20	30	1	0.38	SI		No	
9	SOPORTE SENSOR	SAE 1020	120	35	6.35	1	0.21	No		No	
10	GUIA DE BANDA REGULABLE_01	SAE 1045	250	60	35	1	4.20	SI		No	
11	CHAVETA GUIA	SAE 1045	50	25	25	4	1.00	SI		No	
12	GUIA DE CHAPA FLUA_01	SAE 1045	210	60	35	1	3.53	SI		No	
13	COMPENSADOR_01	SAE 4140	Ø40		25	12	0.05	SI		No	
14	PLACA PORTA HEMBRAS	SAE 1045	270	215	50	1	23.22	No		No	
15	HEMBRA DE CORTE_7	T2379	50	55	50	2	2.20	SI		No	
16	BANDEJA_1	SAE 1020	330	250	2	1	1.32	No		No	
17	BANDEJA_2	SAE 1020	410	250	2	1	1.64	No		No	
18	BANDEJA_3	SAE 1020	230	250	2	1	0.92	No		No	
19	BANDEJA_4	SAE 1020	420	300	2	1	2.02	No		No	
20	BANDEJA_5	SAE 1020	230	300	2	1	1.10	No		No	
21	CUERPO ALOJ. GATILLO	SAE 1020	65	55	50	1	1.43	No		No	
22	TAPA GATILLO	SAE 1020	55	50	6.35	1	0.14	No		No	
23	GATILLO INICIO	SAE 1045	50	20	25	1	0.20	SI		No	
24	EJE GATILLO INICIO	SAE 1045	Ø25		60	1	0.02	SI		No	
25	GUIA DE BANDA REGULABLE	SAE 1045	155	60	65	1	4.84	SI		No	
34	GUIA DE CHAPA FLUA	SAE 1045	155	70	65	1	5.64	SI		No	
PARTE SUPERIOR											
ITEM	DENOMINACION	MATERIAL	DIMENSIONES(LxAE)			CANTIDAD	PESO	TRATAMIENTO	CODIGO	CHEQUEO	PRE-ORDEN
35	PRENSACHAPA_1	SAE 1045	460	260	50	1	47.84	No		No	
36	PUERTA DE VISITA_1	SAE 1045	225	135	30	1	7.29	No		SI	
37	POSTIZO PRENSACHAPA_1	SAE 1045	215	160	30	1	8.26	No		SI	
38	PILOTO	SAE 4140	Ø15		50	4	0.02	SI		No	
39	TAPA PILOTO	SAE 1045	65	45	6.35	1	0.15	No		No	
40	TAPA PILOTO_1	SAE 1045	65	50	6.35	1	0.17	No		No	
41	PLACA DE CHOQUE	SAE 4140	50	55	45	8	7.92	SI		No	
47	BASE SUPERIOR	GG 25	730	500	230	1	671.60	No		No	
48	PUNZON DE CORTE_1	T2379	110	110	45	1	4.36	SI		SI	
49	SUFRIDERA PUNZ CORTE_1	SAE 01	110	110	20	1	1.94	SI		No	
50	PUNZON DE CORTE_2	T2379	30	30	85	1	0.61	SI		SI	
51	PORTA PUNZ CORTE_2	SAE 1045	60	90	35	1	0.84	No		SI	
52	SUFRIDERA PUNZ_2	SAE 01	60	50	20	1	0.48	SI		No	
53	PUNZON DE CORTE_3	T2379	60	25	85	1	1.02	SI		SI	
54	PORTA PUNZ CORTE_3	SAE 1045	75	60	35	1	1.26	No		SI	
55	SUFRIDERA PUNZ_3	SAE 01	75	60	20	1	0.72	SI		No	
56	PUNZON DE CORTE_5	T2379	40	30	95	1	0.91	SI		SI	
57	PORTA PUNZON_5	SAE 1045	75	60	35	1	1.26	No		SI	
58	PLATINA_5	SAE 01	75	60	20	1	0.72	SI		No	
59	PUNZON DE CORTE_6	T2379	55	55	50	2	2.42	SI		No	
60	RETENCION PRENSACHAPA	SAE 1020	80	65	80	4	13.31	No		No	
61	PROTECCION PANEL	SAE 1020	120	90	6.35	2	1.10	No		No	
62	PLACA PORTA CILINDROS	SAE 1020	420	250	25.4	1	21.34	No		No	
63	SOPORTE PANEL	SAE 1020	220	130	6.35	1	1.45	No		No	
TORNERIA											
ITEM	DENOMINACION	MATERIAL	DIMENSIONES(LxAE)			CANTIDAD	PESO	TRATAMIENTO	CODIGO	CHEQUEO	PRE-ORDEN
81	ESPINA		Ø6x20			8					
82	ESPINA		Ø6x40			6					
83	ESPINA		Ø8x40			20					
84	ESPINA		Ø10x40			8					
85	ESPINA		Ø12x35			2					
86	TORNILLO CAB FREZADA		M5x16			1					
87	TORNILLO CAB FREZADA		M6x16			6					
88	TORNILLO ALLEN		M6x12			16					
89	TORNILLO ALLEN		M6x16			28					
90	TORNILLO ALLEN		M6x40			4					
91	TORNILLO ALLEN		M8x20			16					
92	TORNILLO ALLEN		M8x25			27					
93	TORNILLO ALLEN		M8x40			14					
94	TORNILLO ALLEN		M8x50			18					
95	TORNILLO ALLEN		M10x30			8					
96	TORNILLO ALLEN		M10x40			12					
97	TORNILLO ALLEN		M12x30			9					
98	TORNILLO ALLEN		M12x50			4					
99	TORNILLO ALLEN		M16x70			12					
100	TORNILLO ALLEN		M12x60			4					
101											

* NOTA: TODAS LAS DIMENSIONES CORRESPONDEN A MATERIALES EN BRUTO

Figura 3.8: Lista de Materiales de MTR

En la imagen anterior se puede observar la Lista de Materiales de diseño de una matriz de bases de fundición como por ejemplo, aquella que describe el número de cada detalle, la denominación del mismo, el tipo de material, sus dimensiones en bruto (para la compra), la cantidad de cada uno, el peso y si le corresponde o no tratamiento térmico y corte por hilo. Estos dos últimos, procesos clave a la hora de determinar cuándo procesar cada detalle por el tiempo que estos requieren. Entonces, de esta lista se extrae la información necesaria que, combinada con el conocimiento del proceso de fabricación y la experiencia del responsable, permiten realizar una Lista de Precedencias correspondiente a la matriz.

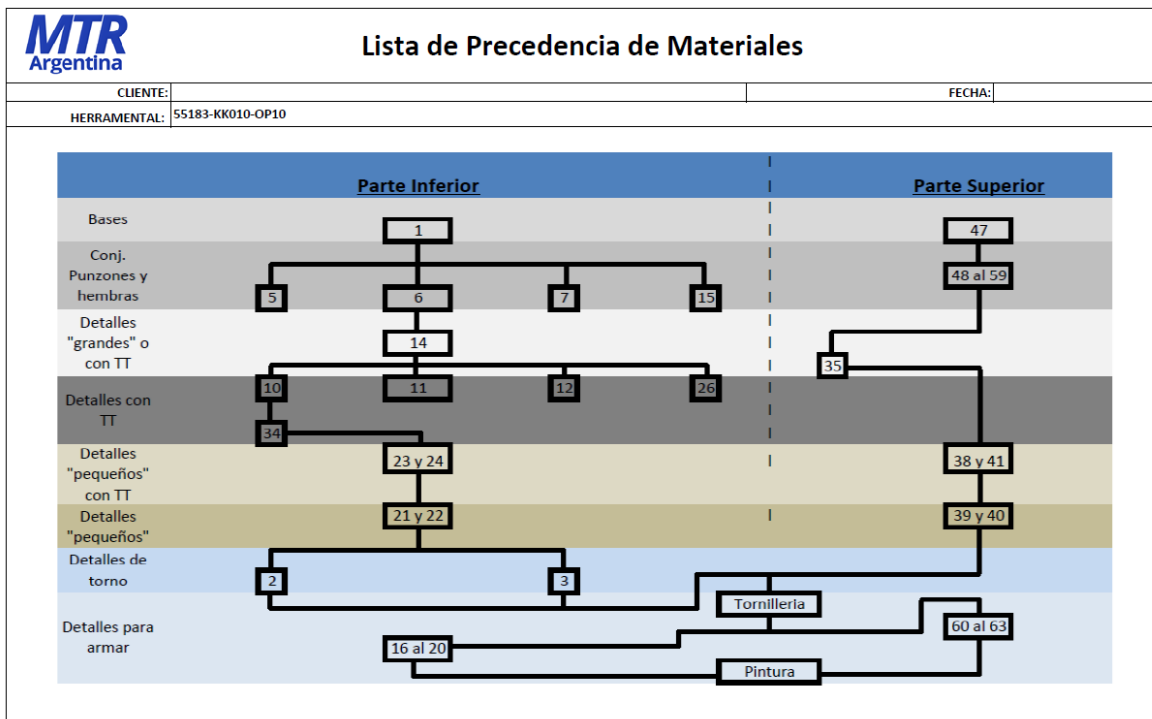


Figura 3.9: Lista de Precedencia de Materiales de MTR

Como se puede observar en la imagen anterior, la lista se divide en las dos partes más representativas de una matriz, que son su base inferior y superior. La matriz en cuestión, es una pequeña y simple, de pocos detalles, que se utilizó a modo de ejemplo. Se puede

observar que se prioriza el procesamiento de detalles por su tamaño, por la cantidad de operaciones y procesos que les corresponden y por el momento en que se los necesita.

3.2.3 Proceso de Planificación y Control de la Producción

En esta sección se considerará el proceso de Planificación y Control de la Producción que muestra el procedimiento a seguir y las herramientas a utilizar. Las herramientas serán las expuestas en la sección anterior. No obstante, ahora se mostrarán también, todos los procesos clave de la empresa y muy necesarios para entender el Sistema de Planificación.

Primero, veremos el Mapa de Procesos mejorado para MTR Argentina SRL.

Después se verá el proceso de fabricación más importante de la empresa que es el de Fabricación de Matrices. Y finalmente, se tratará el de Ajuste de Matrices, el cual sirve de apoyo al anterior.

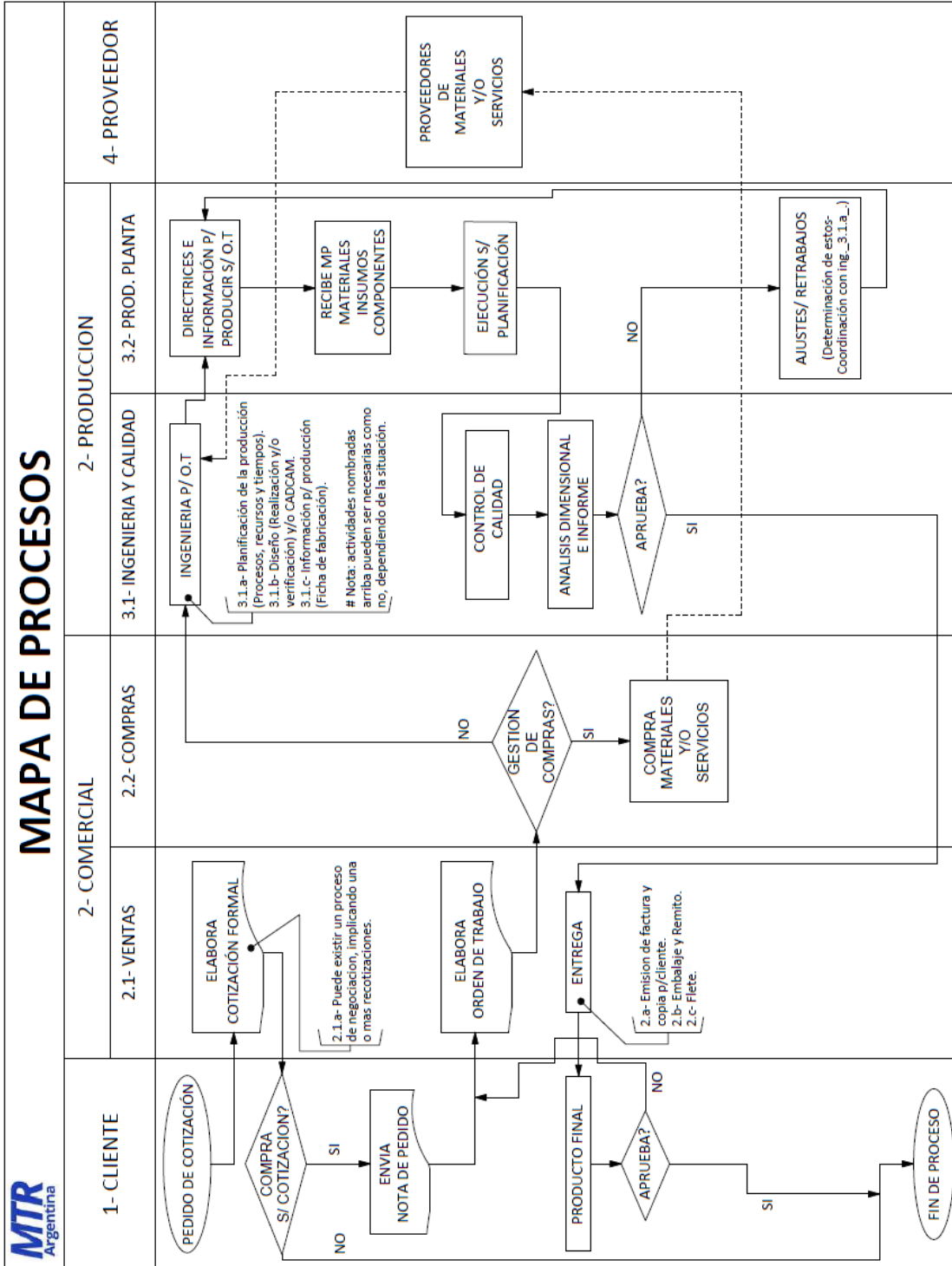


Figura 3.10: Mapa de Procesos de MTR

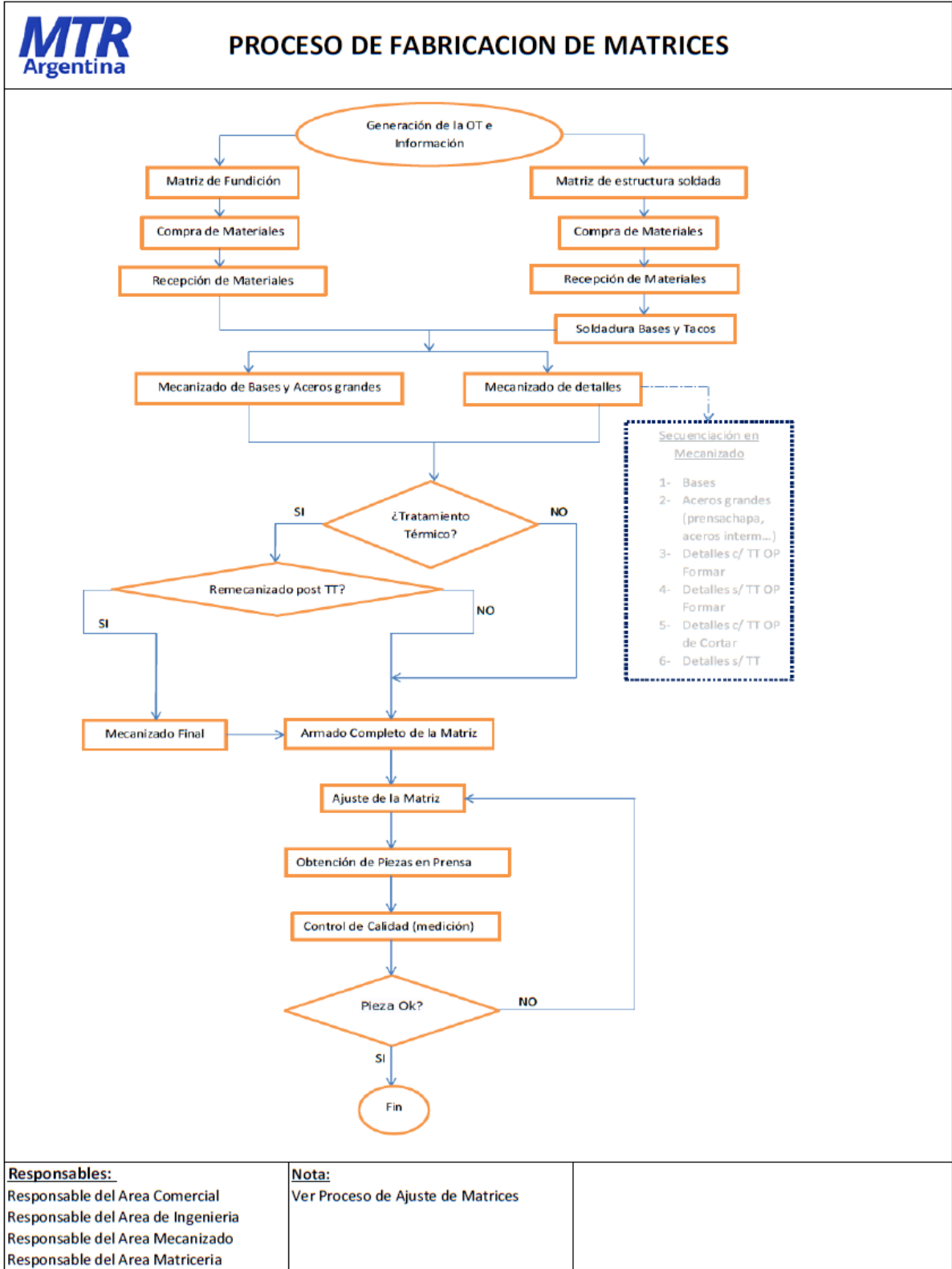


Figura 3.11: Proceso de Fabricación de Matrices

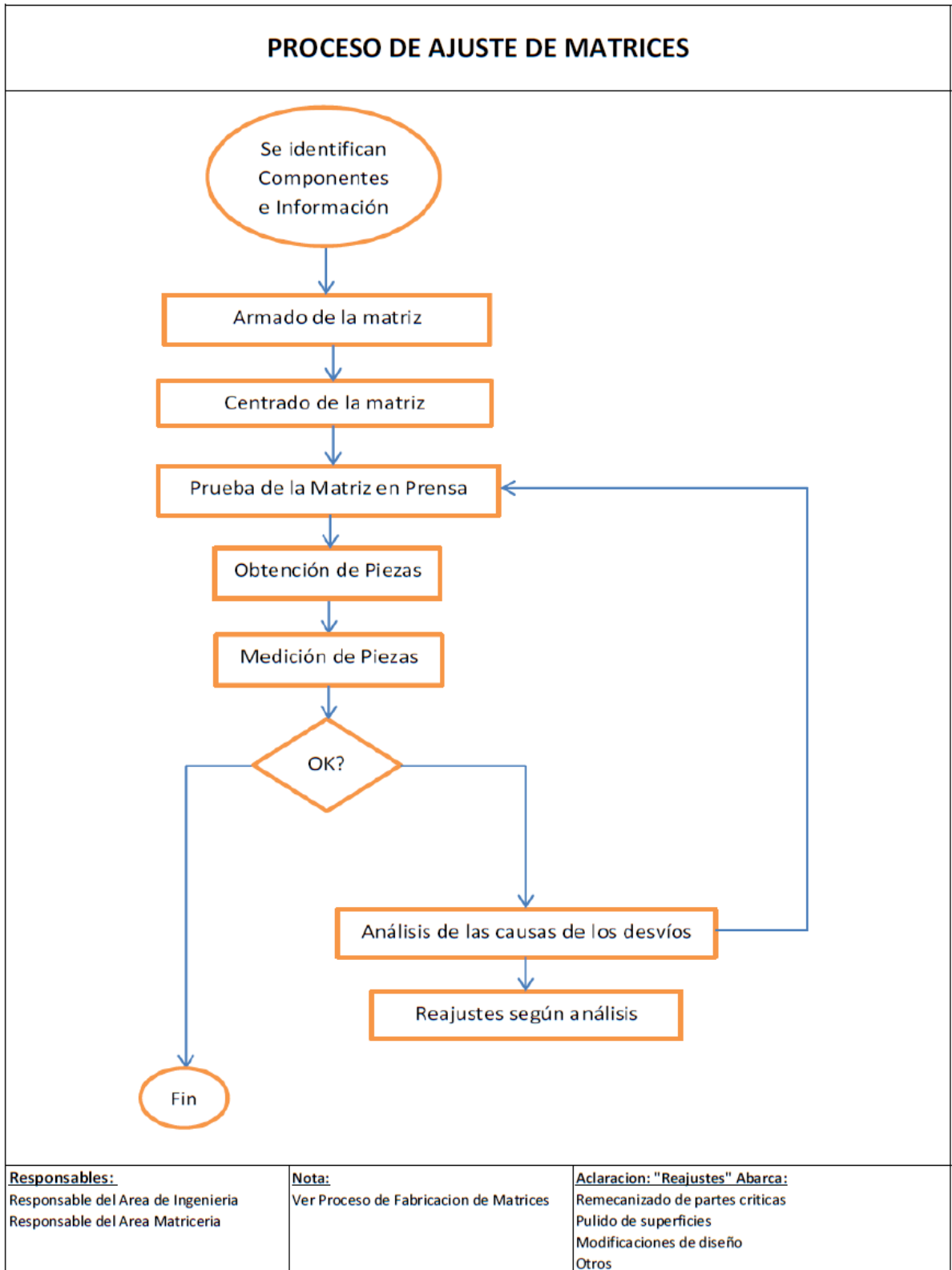


Figura 3.12: Proceso de Ajuste de Matrices de MTR

Previamente se vio el Mapa de Procesos mejorado de la empresa, el cual denota cómo funciona la empresa y cómo se interrelacionan los procesos de cada área de la misma. Luego, se analizaron los Procesos que estos involucran y la secuencia de los mismos. Ahora, corresponde determinar el Sistema de Planificación y Control de la Producción:

Primero, vamos a generar un Planning o Cronograma donde básicamente se colocan en el tiempo, teniendo en cuenta las interdependencias, los subprocesos del proceso de Fabricación de Matrices.

Simultáneamente, se utilizará el Diagrama de Capacidad de la planta para ver si el Planning es factible.

Luego, se autorizará el Planning y se comenzará con la fabricación. Entonces, se utilizará el Planning de Comparación en conjunto con la lista de Avances para poder comparar la realidad con lo estimado.

Si el resultado de lo anterior denota un retraso se deben tomar decisiones de aumento de capacidad. Si sucede lo contrario, se deben reforzar las ventas o comenzar a realizar la ingeniería para otros trabajos.

A continuación, se expone el Proceso de Planificación y Control de la Producción:

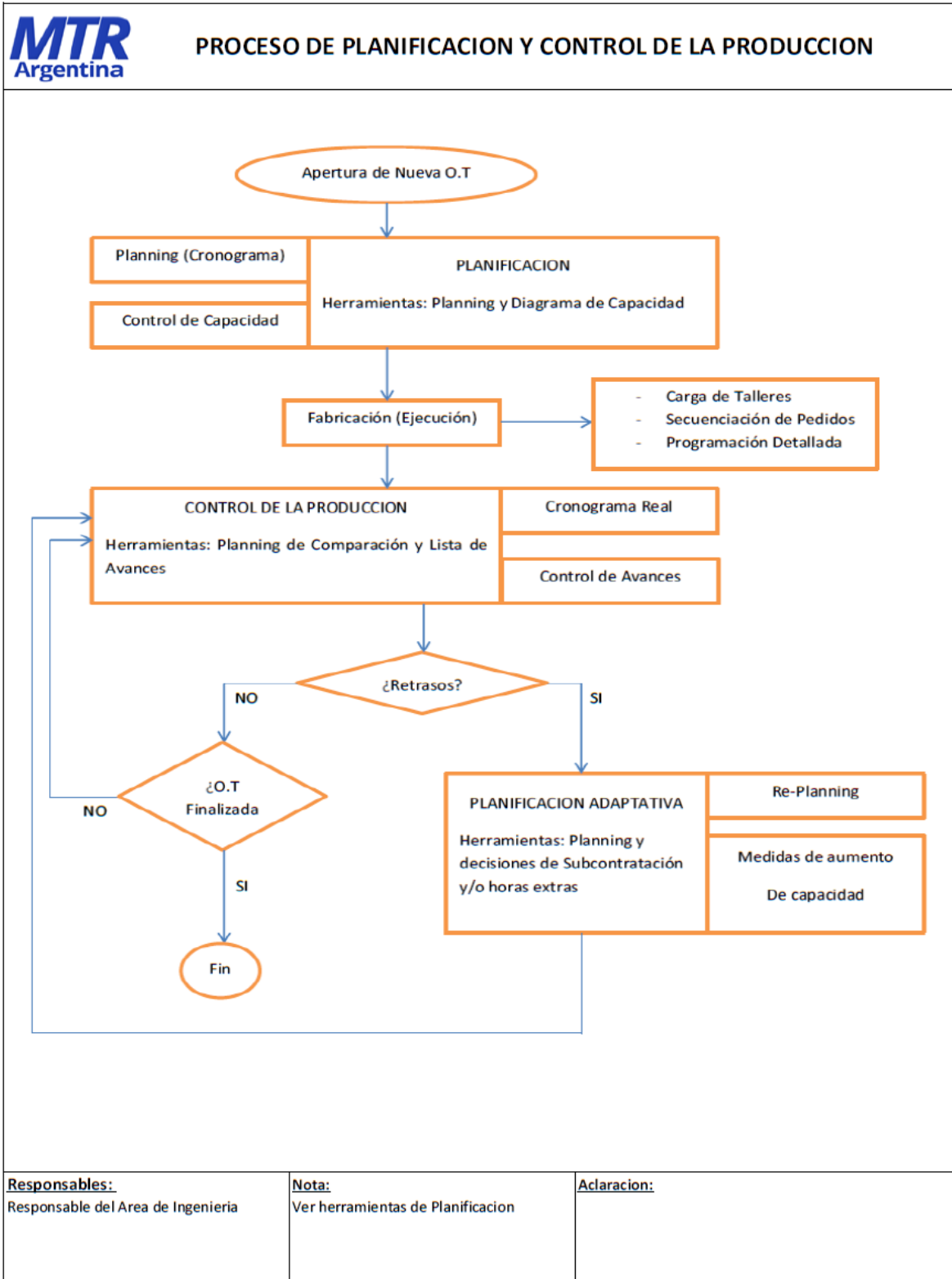


Figura 3.13: Proceso de Planificación y Control de la Producción

De esta manera, queda finalizado el Sistema de Planificación y Control de la Producción, ya que se crearon y se expusieron las herramientas necesarias para el sistema. Después, se estudió y analizó el funcionamiento de la empresa, estableciendo los procesos necesarios para crear un Sistema adecuado. Con las herramientas y los procesos clave establecidos se determinó el Proceso de Planificación y Control de la Producción. Se requiere que el mismo sea utilizado en conjunto con al Lay Out-Modificado, logrando un sistema integrado.

Área de Ingeniería _CAD/CAM/CAE, Calidad y Control de Costos

4.1 Conceptos Importantes

4.1.1 Introducción

El Área de Ingeniería es en un departamento que la gerencia desea crear formalmente para que lleve a cabo las funciones de reingeniería y todas actividades que tengan que ver con la organización y mejoramiento de la producción.

Se considera que es un área idónea en el tema cuya función es elegir los mejores procesos, al asegurar la calidad, determinar y gestionar las mejoras, planificar y controlar la producción y otras tareas relacionadas. Ello, puede traer ventajas substanciales en el corto plazo, como conseguir una mayor organización y eficiencia. A partir de las experiencias vividas se cree que, a través de la ingeniería, es la mejor manera de conseguir la máxima calidad de los productos y la máxima eficiencia de la parte operatoria.

Muchas veces, se pretende aumentar la capacidad con mayor número de trabajadores o tecnología lo que puede ser acertado pero, se desestima la capacidad de la ingeniería para lograr mejores resultados, mayor organización, efectividad y eficiencia y sobre todo para contribuir a la satisfacción de los clientes. La tarea de un Área de Ingeniería es el primer paso de un proyecto vendido. Si esta es deficiente existen muchas posibilidades de que se tenga desempeño irregular a lo largo de todo el proyecto.

Al ser una empresa pequeña ingeniería será también el área que analizará y controlará los costos de producción con el objetivo de conocerlos apropiadamente y poder adjudicarlos

de manera precisa a cada actividad que se lleve a cabo en la planta. Mediante el correcto conocimiento y discriminación de los costos se logrará realizar mejores cotizaciones ya que se tendrá noción de lo que le cuesta a la empresa fabricar un producto. Así, se podrá saber si conviene realizar cierto trabajo o no, cuanto se ganará o perderá en términos monetarios en un trabajo específico y a nivel general, se podrá evaluar cuánto gana pierde la empresa o cuanto se está perdiendo de ganar.

Por otro lado, se cree que el Área de Ingeniería constituye una forma de reinventarse hacia nuevos servicios y productos como la fabricación de moldes para aluminio o plástico.

Este departamento de la empresa consiste físicamente en una oficina con las computadoras adecuadas y el recurso humano idóneo para poder utilizar adecuadamente la tecnología en software que existe en la actualidad. Hoy en día, ya se utilizan estos software de CAD/CAM dentro de la empresa MTR Argentina SRL pero es tan amplio el uso que se les puede dar, que todavía se pueden aprovechar más profundamente y obtener de esta herramientas mayores beneficios. Por ejemplo, MTR Argentina SRL terceriza los diseños de sus productos, salvo cuando estos sean simples o se entiende que se pueden realizar en la empresa. Por eso, se identifica una ventaja inminente si los diseños se hiciesen dentro de la empresa, obteniendo mayor flexibilidad, mayor control de los costos y un mejor servicio para nuestros clientes. Con mayor flexibilidad, se hace referencia a la mayor velocidad de respuestas para los clientes y la mayor dinámica para realizar cambios. Mientras que cuando se habla de mayor control de costos, se está haciendo hincapié en la posibilidad de realizar diseños más ajustados y apropiados a la tecnología de la empresa y en las situaciones que sea posible, realizar diseños más económicos, con materiales más económicos o aprovechando materiales existentes. Por la experiencia, se puede decir con total seguridad que diseñar los productos fabricados es uno de los aspectos más importantes para operar exitosamente ya que en numerosos casos diseños deficientes han ocasionado el incumplimientos en los tiempos de entrega con los clientes. De modo contrario, buenos diseños generan adelantos. Es decir, si el diseño no es bueno se comienza, desde un primer momento, defectuosamente el proyecto.

Básicamente, en esta sección se verá la importancia de un Área de Ingeniería, como las herramientas que se diseñaron a partir del conocimiento de los procesos y la ayuda de los software disponibles para lograr una mayor eficiencia y organización.

4.1.2 Máquinas Herramientas de Control Numérico Computarizado (CNC)

Las máquinas de control numérico, numerical control en Ingles (NC) constituyen la modalidad de automatización flexible más utilizada. Son máquinas preparadas para fabricar pequeños o medianos lotes de piezas. Los programas abarcan diferentes variables, tales como, las operaciones, sus velocidades y giros de husillo, así como algunas variables de control adaptativo para comprobar aspectos tales como temperatura, vibración, condición del material, desgaste de las herramientas de corte, etc., que permiten determinar las velocidades, operaciones, revoluciones de giro, etc.

Este tipos de máquinas puede encontrarse de forma aislada - modulo - o bien interconectadas entre sí por medio de algún tipo de mecanismo automático para la carga y descarga del trabajo en curso - célula de fabricación -.

Cuando una máquina NC actúa de forma independiente necesita de un operario quien se ocupa de realizar la carga y descarga de las piezas a procesar. Este también se encarga de la puesta a punto de la pieza, de la herramientas de corte a utilizar y del monitoreo de la actividad. El programa NC puede ser realizado por el operario o por el Área de Ingeniería. En la empresa MTR, la mayoría de los mismos los realiza el Área de Ingeniería con excepción de los que son muy simples.

Algunas máquinas NC incluyen lo que se denomina cambio de herramientas. Ello consiste en una cambiador rotatorio donde se colocan diferentes herramientas a utilizar y el programa de mecanizado "llama" a estas herramientas en el momento indicado para su

utilización. De esta manera, la máquina sola se encarga de realizar diferentes operaciones en una pieza.

Lo que nos interesa realmente en la actualidad son las maquinas CNC. Lo dicho anteriormente es válido también para estas máquinas empero, a éstas se les agrega un microordenador que permite que los programas puedan ser almacenados y desarrollados localmente. Ello permite eliminar o reducir un buen número de los problemas operativos de las maquinas NC.

Las maquinas CNC ofrecen una mayor flexibilidad porque están dotadas de control digital en lugar de circuitos cableados lo cual posibilita que se puedan incorporar con facilidad nuevas opciones y se puedan resolver los problemas de hardware de forma más sencilla. Además, el ordenador puede analizar la precisión con que están programadas las piezas a fabricar y si han de reprogramarse antes de poner la máquina en marcha. Cuando varias máquinas NC o CNC están controladas por un mismo ordenador central, que distribuye entre estas los programas de control numérico, se dice que estamos ante maquinas herramientas de control numérico computarizado distribuido (DNC). Estos sistemas son necesarios para conseguir la integración última de las piezas a procesar con los planes y programas de producción.

4.1.3 CAD/CAE/CAM

Según el libro *Dirección de Operaciones* de José Domínguez Machuca, desde el análisis del diseño inicial de los productos hasta la concepción de los procesos de producción, las funciones de ingeniería que preceden y apoyan a la fabricación están siendo automatizadas de forma creciente. En muchos sentidos esta automatización es muy similar a la de la planta y la realidad en cuanto a los efectos posibles pues ambos factores contribuyen significativamente a las mejoras en la productividad.

Los procesos de diseño han sido tradicionalmente iterativos, mejorándose y refinándose las especificaciones de acuerdo a la práctica y experiencia del diseñador. Sin embargo, en la actualidad con el uso de software **CAD** (Diseño asistido por ordenador), **CAM** (Sistema de Fabricación asistida por ordenador) y **CAE** (Ingeniería asistida por ordenador), se logran simulaciones que representan la realidad y los efectos que pueden llegar a suceder en el funcionamiento de un producto.

4.1.3.1 Diseño asistido por ordenador (CAD)

Se trata de un proceso de diseño informatizado para la creación de nuevas piezas y para la modificación de las ya existentes. El puesto de trabajo consiste en una computadora con un software de diseño que permite al diseñador la manipulación de formas geométricas.

El CAD proporciona gráficos interactivos de apoyo al diseño de productos y componentes, herramientas y especificaciones. Un diseñador, con una pantalla de gráficos de alta resolución, puede generar diferentes visiones de los ensamblajes y componentes, obtener gráficos en tres dimensiones, gráficos de corte por secciones, ampliar zonas concretas, rotarla, etc., con el objetivo de realizar un mejor análisis a la pieza. Estos diseños permiten a los ingenieros de fabricación, proveedores y clientes, formarse una idea de cómo va a ser el producto y facilitan a la formulación de sugerencias de algunas de las partes, antes que el producto sea fabricado. También, ayudan a que salgan a luz problemas que, de otro modo, no aparecerían hasta que el producto ya estuviera fabricado. Asimismo, es posible simular la reacción de una pieza ante diferentes fuerzas y tensiones.

Por otro lado, los ingenieros de fabricación y otros usuarios pueden obtener con bastante rapidez planos de componentes y listados de materiales y especificaciones de cualquier producto en cualquier momento, lo cual resulta muy útil para la gestión de compras y la fabricación de un producto. También, se reducen las pérdidas de tiempo cuando se quiere

diseñar algo que ya está hecho, porque se puede recurrir al diseño antiguo y hacer modificaciones sin ningún problema. La base de datos generada puede ser utilizada en la fabricación asistida por ordenador (CAM).

Las principales ventajas se ven en el diseño de tres dimensiones ya que permite el pasaje a planos en dos dimensiones con facilidad.

Concretamente, se identifican las siguientes ventajas:

- Mejora el tiempo de respuesta a las necesidades y modificaciones de los clientes
- Disminuye el tiempo y coste de creación
- Elimina las tareas más pesadas del dibujo 2D
- Proporciona una visualización más clara de las piezas

4.1.3.2 Ingeniería asistida por ordenador (CAE)

La modelización de elementos finitos es otra tecnología que puede acelerar el ciclo de desarrollo de los productos. Se trata de una técnica de simulación que permite a los ingenieros comprobar ciertas características físicas de un objeto en el ordenador, evitando, de este modo, incurrir en los costos y retrasos de la construcción y pruebas. El objeto se describe mediante una colección de pequeños elementos finitos que han de unirse. La presión y deformación que caracterizan cada elemento se describen mediante ecuaciones cuya solución simultánea sirve para determinar el comportamiento de la estructura conjunta. El diseño puede ser revisado siendo posible recalcular el rendimiento de las distintas modificaciones. Mediante el uso del CAE se puede realizar:

- Análisis mecánico y estructural
- Análisis térmicos y magnéticos
- Estudios fluido dinámicos
- Evaluación de mecanismos
- Análisis cinéticos y dinámicos
- Simulaciones eléctricas y electrónicas
- Estudios de llenado de moldes para plásticos
- Análisis balísticos y estudios de penetración de proyectiles

Históricamente, el diseño de un producto ha sido una fase lenta y cara en la que los ingenieros trabajaban con mucha incertidumbre y se requería la construcción de prototipos para la realización de pruebas. El empleo de CAE ha permitido alcanzar importantes reducciones en los costes y tiempos del proceso de diseño y realizar simulaciones bastantes acertadas. Dada a la creciente necesidad de responder con rapidez a los cambios en la demanda, las ventajas más importantes del uso de CAD y CAE están relacionadas con una reducción en costos y tiempos de respuesta a las necesidades del mercado.

A continuación se exponen las ventajas del CAE:

- Incremento en la flexibilidad del producto: los nuevos productos pueden ser diseñados e introducidos en el mercado rápidamente.
- Incremento en la flexibilidad de la modificación: los diseños de productos ya existentes se pueden modificar fácilmente.
- Mejora en el acceso a diseños: en lugar de ser almacenados en papel se preservan en la computadora.
- Mejora de la calidad: el rendimiento y comportamiento de un producto pueden ser evaluados antes de su fabricación.

--Mejora de la productividad: se logra una producción más eficaz y precisa.

Actualmente, MTR Argentina SRL terceriza este servicio cuando es necesario, ya sea porque el producto es complejo o el cliente lo pide. Por ejemplo, hay situaciones donde conviene comprar la simulación y el cálculo de la pieza final obtenida con dicha matriz que realiza el CAE en lugar de realizar numerosas pruebas hasta obtener la pieza final según las especificaciones. Entonces, en la empresa de estudio el principal uso que se le daría al CAE, sería el de comprobar si con el diseño de cierto herramental se obtiene la pieza en condiciones o no. Ello, con el objetivo de mejorar el diseño que permita disminuir las horas de prueba en prensa.

4.1.3.3 Sistema de Fabricación asistida por ordenador (CAM)

Se trata básicamente de sistemas que controlan las operaciones de las máquinas y herramientas en el taller. Como ya se ha dicho, aquellas pueden realizar varias operaciones con una misma herramienta o con el cambio de herramientas automático, por lo que se les suministran instrucciones desde un ordenador en relación a las operaciones que deberán llevar a cabo y las herramientas a utilizar, para obtener la pieza deseada. Entre los beneficios del CAM se encuentran la posibilidad de utilizar casi por completo la mayor fiabilidad de las máquinas frente a la variabilidad humana, la mayor consistencia entre los distintos ítems fabricados y los ahorros de tiempo provocados por la menor necesidad de tiempo de operarios. Sin embargo, estos beneficios no son fáciles de conseguir. Para ello es necesario que los ingenieros de fabricación creen un entorno adecuado con los equipos y software que gobernarán las operaciones de las máquinas. Su trabajo ha de estar estrechamente unido al desarrollado por los ingenieros de diseño. Además, desde el punto de vista de la fabricación, los equipos y software deben permitir la posibilidad de llevar a cabo series flexibles de producción con un rendimiento fiable, que permita cumplir los planes y programas de

producción de los diferentes ítems. Los programas de control numérico pueden ser almacenados en la computadora y sus variables pueden ser modificadas fácil y rápidamente.

La información que un sistema CAM necesita para ejecutar su cometido ha de ser geométrica y tecnológica. La información geométrica ha de referirse a las dimensiones de la herramienta, sus desplazamientos, etc. La información tecnológica ha de indicar las velocidades características, el material de la pieza, los refrigerantes a emplear, el proceso de selección de la herramienta, etc.

Uno de los tipos de CAM que nos concierne es el de CAD/CAM integrados: el rendimiento de la fabricación puede ser mejorado si, cuando se diseña un determinado producto, se tienen en cuenta al mismo tiempo las características de correspondiente proceso de producción o sus fases, las capacidades de las máquinas, los cambios de herramientas, las necesidades de ajuste de soporte, etc. Es importante destacar que los productos de éxito son aquellos que tienen diseños que puedan ser fabricados de manera económica.

Cuando hablamos de CAD/CAM integrado, hablamos de una base de datos común que contiene planos, listas de materiales, hojas de ruta y cualesquiera otros datos necesarios. La siguiente figura representa la información que debería contener la base de datos de un sistema CAD/CAM.

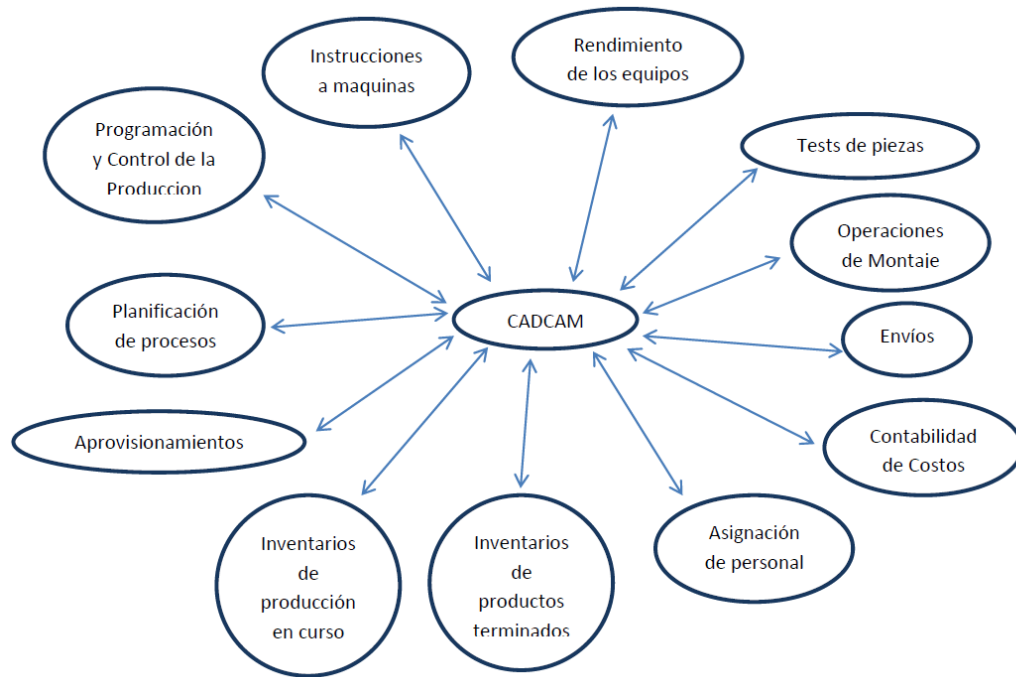


Figura 4.1: Información de la base de datos de un sistema CAD/CAM

Luego, tenemos el CAM directo el cual conecta de forma directa una computadora y una o varias máquinas, de forma que las señales enviadas por la primera se conviertan en instrucciones para las segundas y sea posible, además, efectuar el seguimiento y control de las actividades desarrolladas. En esta situación, el operario deberá controlar y monitorear la actividad pero, también podrá realizar alguna tarea en las proximidades de la máquina donde esté trabajando o para preparar las tareas siguientes.

A continuación se repasan las ventajas de CAM:

- Mayor fiabilidad de las maquinas frente a la variabilidad humana
- Mayor consistencia entre los distintos ítems fabricados y los ahorros de tiempo provocados por la menor necesidad de tiempo de operarios
- Visualización de las operaciones a realizar mediante el software CAM antes de la ejecución real

- Flexibilidad para cambiar las variables tales como herramientas, velocidades, tecnologías, etc.

4.1.4 Calidad

En esta sección se hará un breve repaso del concepto de La Calidad, basándose en el libro *Gestión de la Calidad* de la Prof. Ing. Claudina Beale y la Norma Internacional ISO 9001:2008.

En los últimos años la gestión de la calidad se ha convertido en un área de estudio imprescindible. La Calidad ha experimentado un profundo cambio hasta llegar a lo que hoy conocemos como Calidad Total.

Existen muchas definiciones de Calidad y se puede decir que dependen del lugar desde el cual se estudie. Por ello, a continuación se definirá el término calidad desde diferentes puntos de vista:

Definición basada en la fabricación: La idea de calidad en este análisis puede ser entendida como el empeño de producir, **desde el principio**, un producto que atienda las especificaciones técnicas establecidas al mismo tiempo que los procesos de producción sean eficientes.

Definición basada en el usuario: Aquí, la calidad de un producto queda condicionada al grado de satisfacción del cliente. Es decir, si el producto satisface al cliente, es de calidad.

El concepto de calidad tiene como objetivo conseguir el compromiso de todos los miembros de la organización y buscar el máximo desempeño de cada individuo, el mayor aprovechamiento de los recursos y el mayor nivel posible de calidad en la ejecución de cada tarea dentro de la organización.

Se busca, entonces, calidad en los procesos, hacer las cosas bien desde el principio, eliminar los desperdicios, retrabajos y pérdidas, Es decir, producir eficientemente conforme señala la primera definición.

Existen 4 conceptos importantes en este análisis:

La Inspección, esto es, la acción de medir, examinar, ensayar, comparar con calibres una o más características de un producto y comparación con los requisitos especificados para establecer su conformidad. Por ejemplo, la medición de una pieza metálica con calibre.

Luego está el concepto de **Control de la Calidad**. Es el conjunto de técnicas y actividades de carácter operativo, utilizadas para verificar las características relativas a la calidad del producto. Por ejemplo, el control estadístico de piezas, es decir una muestra de las mismas, en lugar de controlar el 100% de las mismas.

El Aseguramiento de la Calidad, es el conjunto de acciones, planificadas y sistemáticas, que son necesarias para proporcionar la confianza adecuada de que un producto va a satisfacer los requisitos dados sobre la calidad.

Por último, encontramos **La Calidad Total**. Es una sistemática de gestión a través de la cual la empresa satisface las necesidades y expectativas de sus clientes, de sus empleados, de los accionistas y de toda la sociedad en general, utilizando los recursos con los que dispone: personas, materiales, tecnología, sistema productivo, etc.

4.1.5 Control de Costos

En esta sección se tratarán los costos de la empresa, basándose en la bibliografía *Costos Industriales* de Fernando E. Antón y Oscar F. Giovannini.

Toda empresa, ya sea de manufactura o de servicios, tiene la necesidad de conocer sus costos ya que ello constituye la base para definir un precio de venta, compararse con la competencia y saber cuánto se gana, se pierde o se pierde de ganar. Desde un punto de vista teórico y de acuerdo a la bibliografía mencionada, así se compone el precio de venta de un producto:

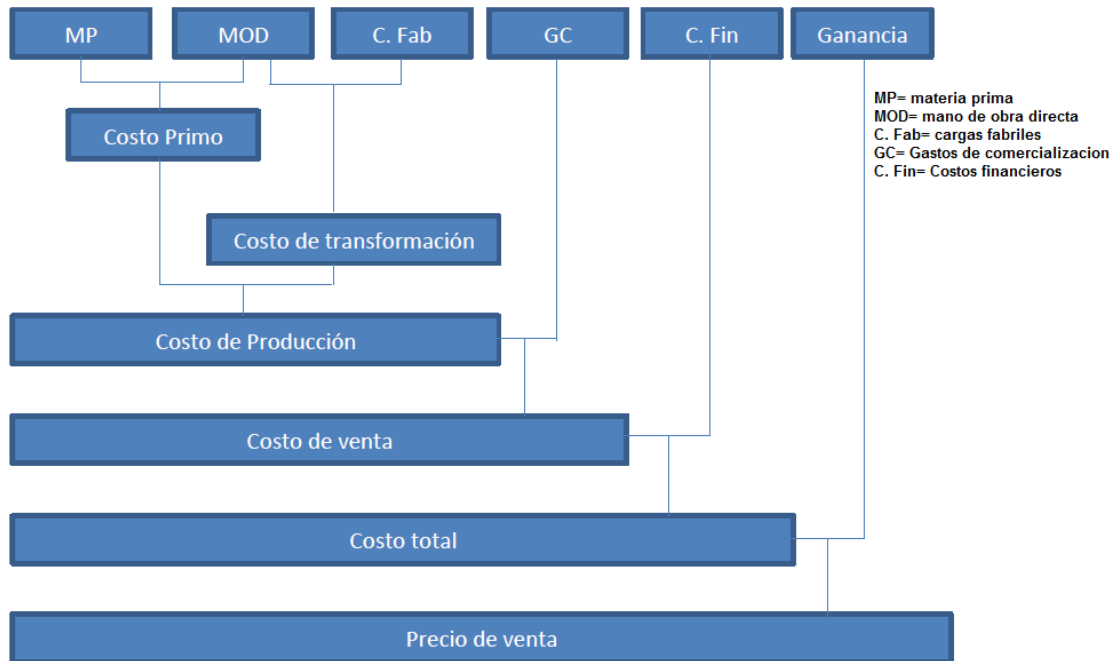


Figura 4.2: Composición del Precio de Venta

El sistema de costos más importante para este proyecto integrador es el de **“Costos por Órdenes”** debido a la situación particular de la empresa estudiada. Este es el sistema que se utiliza en empresas que operan sobre pedidos especiales de clientes, los costos se acumulan por lotes de pedido, en donde se conoce el destinatario de los bienes o servicios y por lo general, es éste quien define las características del producto. Normalmente, la demanda antecede a la oferta, y por lo tanto a su elaboración.

En una empresa que tiene un Lay Out orientado al proceso y fabrica pequeños lotes de diversos productos que rara vez se repiten, saber con suficiente certeza los costos que implica

cada trabajo es bastante complicado. También, en este tipo de empresas es difícil determinar el precio de los productos y para ello se necesita de mucha experiencia y de la ayuda de la tecnología disponible. Ello, porque al ser siempre productos diferentes se trabaja con valores estimados y no se dispone del tiempo suficiente para poder determinar costos con mayor exactitud. Por ende, se trabaja con “**Costos Estimados**”. Estos se calculan sobre una base experimental antes de producirse el artículo o prestarse el servicio y tienen como finalidad pronosticar, en forma aproximada, el costo de productos a los fines de cotizar. Estos costos carecen de base científica y por lo tanto, al finalizar la producción pueden existir diferencias que muestran la disparidad entre el costo real aproximado y el costo estimado. Ello debe ser corregido en cotizaciones posteriores para ajustarlo a la realidad. Mientras más veces se calculan los costos de productos parecidos, más se aproximará al costo real. Los costos de un artículo o servicio se conocen al final del período.

4.2 Área de Ingeniería de MTR Argentina SRL

4.2.1 Calidad en MTR Argentina SRL

La calidad es fundamental en todas las empresas y MTR Argentina SRL no es la excepción. Básicamente, la calidad de un producto es conseguir la satisfacción del cliente. Básicamente, en este rubro, el producto tiene que cumplir con los siguientes requisitos para ser considerado de calidad:

- Cumplir con **fecha de entrega** preestablecida (planificación de la producción)
- Cumplir con las **especificaciones técnicas requeridas** (materiales, tolerancias, tratamientos térmicos, etc.)

- Lograr **procesos eficientes** y mejorarlos continuamente

Atento a su importancia, los ítems anteriores son considerados los objetivos primordiales de gestión de calidad en MTR Argentina SRL.

No es coincidencia haber dedicado un capítulo a un **Sistema de Planificación y Control de la Producción**. Ello se planteó así porque la fecha de entrega es un asunto muy importante en cuanto a la calidad del producto. Se puede aseverar que si se entregan productos dentro de los plazos previstos, con una buena funcionalidad, buenos materiales y un buen diseño, la empresa será considerada para futuros proyectos atento su buena reputación.

Por otro lado, en MTR Argentina SRL la calidad se concibe desde el diseño y la confección de la ficha de fabricación. Es decir, se busca contar con el mejor diseño posible, para asegurar una buena funcionalidad del producto a la hora de la prueba. También, se pretende dar al operario la información más completa y pertinente posible para que una correcta ejecución y para no recaer en retrabajos o desperdicios y/o tiempos muertos. Entonces, el objetivo es producir piezas conformes a las especificaciones desde el principio, sin tener la necesidad de controlar cada ítem, para desechar los no con. Para lograr esto, se necesita de:

- **Mantenimiento** de los equipos y elementos de medición para garantizar que operen dentro de las tolerancias
- Una **Ficha de Fabricación** simple, clara y precisa para ayudar al operario a realizar su tarea según las especificaciones del cliente (ver sección 4.2.3)
- Un buen **Diseño** del herramental/ pieza (CAD/CAM/CAE) para comenzar una fabricación exitosa → Verificación del Diseño
- **Planificaciones** factibles (capítulo 3)
- **Procesos** establecidos, formalizados y eficientes

- **Personal capacitado**

- **Control de la Calidad** (ver Proceso de Fabricación de Matrices; Medición y Proceso de Ajuste de Matrices; Medición y Análisis)

- Un **ambiente de trabajo** agradable

Los puntos expuestos son responsabilidad de la Gerencia y del Área de Ingeniería. La Gerencia por su parte, debe proveer los recursos necesarios para que las personas de la empresa se desempeñen adecuadamente. El Área de Ingeniería es la indicada para realizar todas las actividades relacionadas con los procesos y tareas de los operarios/ máquinas y las tareas para mantener la calidad, controlar las misma y mejorarla.

En relación al **CAD/CAM** se puede decir que la información obtenida a través de esta tecnología para ser utilizada en la fabricación, brinda mayor profesionalidad al trabajo en comparación a lo que podría obtenerse de la labor “artesanal” de un operario o de programador. En otras palabras, los diseños y programas de mecanizado que resultan del uso del CAD/CAM rara vez fallan si quien los realiza es idóneo en el tema. La principal razón de esto, es la gran visualización que aporta el software sobre lo que va a suceder (como se denota en la imagen de esta sección) y la mayor fiabilidad de las máquinas frente a la variabilidad de la persona.

4.2.1.1 Planillas de Mantenimiento y Control de un Equipo/ Maquina

A continuación se presentan la Planillas de Mantenimiento y Control de un Equipo con el objetivo de identificar los síntomas de fallos si los tuviera y realizar el mantenimiento correspondiente y registrar el mismo. Las 3 planillas que se muestran corresponden al mismo mantenimiento, al de la máquina Corte por hilo.

Primero se presenta la Planilla de Síntomas y Diagnósticos de una máquina. En ésta, se registran los síntomas identificados y el diagnóstico final para el mantenimiento.


 PLANILLA DE SINTOMAS Y DIAGNOSTICO DE MAQUINARIA						
FICHA TECNICA DE LA MAQUINA						
Maquina:	Corte por hilo	Marca:	Act Spark	Fecha:	___/___/___	
Descripcion:	Act Spark FW 2P					
Operario/s:		Objetivos:	Corte de precision y formas complejas de piezas metalicas.			
ESPECIFICACIONES TECNICAS						
Peso	1900 [kg]	Diametro del hilo	0.2 [mm]	DIMENSIONES		
X Travel axis	400 [mm]		0.18 [mm]			
Y Travel axis	510 [mm]	Tipo de hilo	Molibdeno	X	2200 [mm]	
Z Travel axis	300 [mm]		Recirculante	Y	1800 [mm]	
Peso max de carga	600 [KG]	Control numerico	Fice	Z	2000 [mm]	
SINTOMAS IDENTIFICADOS						
Cortes fuera de tolerancia en ambos ejes y terminacion superficial rugosa						
DIAGNOSTICO						
Desgaste de las poleas ceramicas y rodamientos delanteros						
Reviso:						

Figura 4.3: Planilla de Síntomas y Diagnostico de Maquina

Luego, la Planilla de Descomposición de la máquina, que consiste en la descripción de la descomposición del conjunto a intervenir de la máquina. La finalidad de la misma, es registrar o tener como información las distintas partes del conjunto.


 PLANILLA DE DESCOMPOSICION DE MAQUINARIA PARA EL MANTENIMIENTO										
Area		Electroerosion				Descripcion	Corte de precision(0.001) y formas complejas de piezas varias		Nro:	
Maquina		Corte por hilo								
Proceso		Corte preciso o formas complejas					Fecha:		_ / _ / _	
Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3		Nivel 4				
Nombre	Descripcion de equipo	Cod	Descripcion de conjunto	Cod	Descripcion de sub conjunto	Cod	Descripcion de componente	Cant	Cod. Descomp	Cod. Repuesto
Corte por hilo	Electroerosionadora por hilo recirculante de molibdeno	C-GDyT	Conjunto de guias por donde circula hilo	C-GD	Conjunto de guias ceramicas delanteras	335.005.900	Tambor porta guias	2	D-335.005.900	R-335.005.900
						335.005.800	Tapa tambor	2	D-335.005.800	R-335.005.800
						335.005.237	Poleas ceramicas Ø30	2	D-335.005.237	R-335.005.237
						321.004.104	Rodamiento pequeños	2	D-321.004.104	R-321.004.104
						321.004.103	Rodamiento grandes	2	D-321.004.103	R-321.004.103
						std	Tuerca	2	std	std
						std	Arandela A	2	std	std
						std	Arandela B	2	std	std
						335.005.111	Suplemento	2	D-335.005.111	R-335.005.111
						335.005.101	Buje	2	D-335.005.101	R-335.005.101
						335.005.250	Resorte	2	D-335.005.250	R-335.005.250
						std	Tornillos	8	std	std
Reviso:										

Figura 4.4: Planilla de Descomposición de Maquinaria para el Mantenimiento

Y por último, la Planilla del Proceso de Mantenimiento. La cual describe el procedimiento de un determinado mantenimiento y registra los tiempos:

Proyecto Integrador: Reestructuración en Metalúrgica MTR Argentina SRL


 HOJA DE PROCESO MANTENIMIENTO							
Area	Electroerosion		Conjunto			Nro:	
Maquina	Corte por hilo		Sub conjunto			D-335.005.900	
Proceso	Cambio de conjunto de poleas delanteras		Componente			-	
						Fecha:	__/__/__
Op.	Descripcion	Cod. Desc.	Tiempo [min]	Cant. Oper.	T. Tot [min]	Espec.	Planos Repuestos
10	Buscar herramientas		2	1	2		
20	Extraer conjunto guia delantera superior: desajustar tornillo alem (traba) y empujar guia hacia afuera.	D-335.005.900	1	1	1		
30	Desajustar tornillos de tapa de tambor de guia y tuerca trasera.		1	1	1		
40	Desarmar componentes "flojos" dejando a la guia ceramica, rodamiento grande, suplemento y tambor.	D-321.004.104 (Rod. Pequeño)	1	1	1		
50	Golpear con elemento de cobre la guia ceramica, extrayendo esta con cuidado.	D-335.005.237	3.5	1	3.5		
60	Limpiar todos los componentes		3	1	3		
70	Colocar nuevamente rodamiento grande y respectivo suplemento en el tambor.	D-321.004.103	0.5	1	0.5		
80	Colocar guia ceramica nueva, con ayuda de elementos de cobre y morsa.	R-335.005.237	5	1	5		
90	Girar tambor y colocar resorte y luego buje.		1.5	1	1.5		
100	Despues del buje poner rodamiento pequeño, suplemento, arandela y tornillo, en ese orden.		2	1	2		
110	Ajustar tornillo, sujetando eje de la polea ceramica.		3	1	3		
120	Colocar conjunto de guia delantera superior en su respectivo alojamiento.	D-335.005.900	1	1	1		
130	Ajustar con traba.		0.5	1	0.5		
Tiempo Operacion			25		25	Tiempo M.O	
Observaciones							
Manipular guias ceramicas con mucho cuidado por su fragilidad. Manipular rodamientos con cuidado y mantenerlos libres de polvos y contaminaciones.							
Documentacion de referencia				Hojas registro datos			
Manual en español de Act Spark							
provisto por proveedor.							
Imágenes paso a paso.							
Elementos							
Medidas de seguridad				Herramientas			
Usar guantes en acciones que lo requieran.				Llave allen M3			
Usar gafas protectoras al sopletar c/ aire				Pinza para sujetar			
Usar herramientas en condiciones.				Martillitos de bronce			
				Morsa			
				Destornillador philip			
Realizo:							

Figura 4.5: Planilla de Proceso de Mantenimiento

4.2.1.2 Planilla de Mantenimiento y Control de un Instrumento de Medición

A continuación se presenta la Planilla de Mantenimiento y Control de un Instrumento de medición con el objetivo de controlar el desempeño del elemento y realizar el mantenimiento correspondiente en caso de ser necesario. En este supuesto, se usa como ejemplo el control de un calibre de medir.

MTR Argentina		PLANILLA DE CONTROL DE UN INSTRUMENTO DE MEDICION			
FICHA TECNICA DEL INSTRUMENTO					
Area	Corte por hilo	Marca:	Mitutoyo	Nro:	
Descripcion:	Calibre de medicion con Reloj			Fecha:	__/__/__
Operario/s:		Objetivos:	Medicion de longitudes exteriores e interiores		
ESPECIFICACIONES TECNICAS					
Precision	0.01 [mm]	Unidades de medida			
Longitud maxima a medir	200 [mm]	milímetros		pulgadas	
REVISION Y CONTROL					
REGISTRO DE MEDICIONES CON PATRON DE 100^{+0.01} mm (LONGITUD EXTERIOR)					
1-		3-			
2-		4-			
REGISTRO DE MEDICIONES CON PATRON DE 50^{+0.01} mm (LONGITUD EXTERIOR)					
1-		3-			
2-		4-			
REGISTRO DE MEDICIONES CON PATRON DE Ø100^{+0.01} mm (LONGITUD INTERIOR)					
1-		3-			
2-		4-			
REGISTRO DE MEDICIONES CON PATRON DE Ø20^{+0.01} mm (LONGITUD INTERIOR)					
1-		3-			
2-		4-			
DIAGNOSTICO					
Reviso:					

Figura 4.6: Planilla de Control de un Instrumento de Medición

Si el instrumento en cuestión debe ser calibrado, esta circunstancia se registra en la planilla y se lleva a calibrar ya que es un proceso que se subcontrata. Después de la calibración, se archiva el certificado de la misma.

4.2.2 Control de Costos en MTR Argentina SRL

Como se dijo en la sección 1.1.4 es prioritario conocer los costos de fabricación de la empresa, es decir los números del negocio. Ello es el punto de partida para ordenarlos y determinar con exactitud los márgenes propios para luego conocer si hay pérdida o ganancia. También, la creación de las herramientas propuestas servirá para realizar cotizaciones más acertadas que contemplen los costos de los diversos y complejos procesos que involucran las matrices y los dispositivos.

4.2.2.1 Planilla de Costos Mensuales

Atento a lo manifestado anteriormente, se considera indispensable la confección de una planilla donde se registren los costos promedios mensuales que sufre la empresa, para conocer sus costos totales y la discriminación de los mismos. Aparte de los costos directos, se aspira a reconocer los costos indirectos. Esto es, aquellos que no se pueden imputar directamente al producto, tales como las cargas fabriles, que no por ello no dejan de ser gastos inevitables para llegar al producto final. A continuación, la planilla de Costos Mensuales:


 PLANILLA DE COSTOS MENSUALES		
Fecha: __/__/__	Descripcion	Costo Mensual Promedio
Costos Fijos	Alquiler	\$18,500.00
	Salarios y sueldos	\$352,166.67
Cargas Fabriles	Luz	\$6,500.00
	Gas	\$1,000.00
	Agua y agua potable	\$500.00
	Impuestos	\$12,500.00
	Herramientas de corte	\$5,800.00
	Herramientas de perforado	\$850.00
	Insumos generales de taller	\$2,850.00
	Insumos propios de cada centro	\$2,500.00
	Aceites varios	\$1,500.00
	Liquidos refrigerantes	\$750.00
	Mantenimiento/ repuestos	\$5,500.00
	Mantenimiento del Galpon	\$840.00
	Insumos de proteccion personal	\$1,500.00
	Insumos de libreria	\$450.00
	Insumos de limpieza	\$1,500.00
	Servicio de limpieza	\$550.00
	Costos de logistica	\$3,500.00
	Gastos de telefono e internet	\$550.00
	Seguros	\$3,150.00
	Uniformes	\$1,250.00
Otros	Pagina Web	\$350.00
	Staff de Contabilidad	\$4,500.00
	Staff Juridico	\$1,500.00
TOTAL		\$430,556.67

Tabla 4.1: Costos mensuales de MTR

Esta planilla fue confeccionada considerando un periodo de un mes donde la Mano de Obra directa trabaja las 44 horas normales a la semana (sin horas extras).

En la misma, se registraron los costos denominados Fijos, ósea, aquellos no son sensibles a pequeños cambios en los niveles de actividad de una empresa, sino que permanecen inalterados. Los mismos hacen al funcionamiento de la empresa y son fácilmente

identificables. Este es el caso del pago del Alquiler de la locación y los sueldos de los empleados. Los costos de Staff raramente varían, pero puede ocurrir que esto suceda en ocasiones especiales por ello se ha calculado un promedio de los mismos. Por otro lado contamos con los costos indirectos donde dominan las cargas fabriles. La mayoría de éstos son variables por ello se considera también un promedio de los mismos. La planilla referida es una herramienta para usar de referencia acerca de los costos mensuales de la empresa y determinar cuál es el mínimo a facturar. Igualmente, al hablar de facturación, a estos costos hay que sumarle los costos incurridos en materia prima, componentes y servicios subcontratados. Estos son costos directos y se pueden adjudicar fácilmente a cada trabajo.

El **método de costeo** consiste en registrar el costo real de la materia prima a utilizar para dicho trabajo mientras que se utiliza un costo normal compuesto por el costo de la mano de obra, costos indirectos y cargas fabriles para ese mismo trabajo. Entonces, en un valor de hora “normal” se involucra el costo de mano de obra más los costos indirectos de la empresa. Desde un punto de vista teórico y de acuerdo a la bibliografía mencionada, así se compone el costo aproximado de un trabajo:

Costo Materiales + Valor hora normal* cant. de horas = Costo del trabajo

Valor (Costo) de hora normal= Costo Total por mes/ Horas de trabajo reales por mes

Este Valor de hora normal, se determina una vez y se mantiene en el tiempo, para todas las cotizaciones. Igualmente, podría aumentar dependiendo las estaciones que se involucran en cada trabajo (por ej., el costo de hora normal de Corte por Hilo es deferente al costo de hora normal del torno) y también en el caso de una suba de precios por parte de los proveedores y/o encarecimiento de la mano de obra. No obstante, se supone que es un valor de referencia para realizar todas las cotizaciones de aquellos productos que involucran varios centros de trabajos.

A continuación, se calculara el valor de hora normal del taller completo, basándose en la planilla anterior. Este valor será de referencia para saber el precio de venta mínimo de un producto que involucra varios centros de trabajo:

Se cuenta con los siguientes datos:

Horas de Trabajo "Reales" por mes			
a	b	c	d
Horas de trabajo [hr/mes*MOD]	cant. MOD	Factor de utilizacion [η]	Horas de trab. Tot [hr/mes]
176	13	0.7	1601.6
$a*b*c= d$			

Tabla 4.2: Horas de trabajo por mes de MTR

De la Tabla anterior se tiene que las horas reales que se utilizan en esta planta, teniendo en cuenta todo el personal que interviene directamente en el producto son **1601.6** horas al mes.

Luego, se utiliza la siguiente tabla donde se ha calculado el costo por hora en cuestión:

Costo porHora		
e	f	g
Costo Total por mes [\$/mes]	Cantidad de hs utiles [hr/mes]	Costo por hr [\$/hr]
\$430,556.67	1601.6	\$268.83
$e/f= g$		

Tabla 4.3: Costo por hora de MTR

Entonces, el costo por hora es de **\$268.83**. Esto significa que un trabajo que lleva 1000 horas en la planta tiene un costo de \$268830,00 aproximadamente. A este número, hay que sumarle el costo de la materia prima, materiales y servicios subcontratados que se usen para ese trabajo.

En definitiva, lo importante de este análisis es reconocer los diferentes costos de la empresa en una situación normal. Una vez concretado ello, es más fácil saber qué porcentaje del costo total significa cada tipo de costo y en consecuencia, encontrarse en condiciones

para analizar si ese costo es necesario o buscar la forma de disminuir costos que se estiman altos en demasía. También, con esta discriminación de costos, se puede realizar una Planilla de Costos mensuales para cada Centro de Costos. A continuación se expone como ejemplo el área de Corte por hilo (CXH):


 PLANILLA DE COSTOS MENSUALES CXH		
Fecha: __/__/__	Descripcion	Costo Mensual Promedio
Costos Fijos	Costos Fijos	
	Alquiler (por superficie)	\$726.79
	Salarios y sueldos (por maquina)	\$35,011.11
Cargas Fabriles	Luz (por superficie)	\$232.14
	Gas (por superficie)	\$35.71
	Agua y agua potable (por superficie)	\$17.86
	Impuestos (por superficie)	\$416.67
	Herramientas de corte (por centro de trabajo)	\$1,666.67
	Filtros (por maquina)	\$850.00
	Liquido refrigerante (por maquina)	\$433.33
	Mantenimiento/ Repuestos (por maquina)	\$450.00
	Insumos propios del centro de trabajo	\$250.00
	Insumos de proteccion personal (por personal)	\$115.38
	Insumos de libreria (por personal)	\$34.62
	Insumos de limpieza (por superficie)	\$53.57
	Gastos de telefono e internet (por superficie)	\$19.64
	Seguros (por personal)	\$242.31
	Uniformes (por personal)	\$192.31
Otros	Pagina Web (por centros)	\$35.00
	Staff de Contabilidad (por superficie)	\$160.71
	Staff Juridico (por superficie)	\$53.57
	TOTAL	\$40,997.39

Tabla 4.4: Costos mensuales de centro de trabajo Corte por Hilo

La planilla de Costos mensuales de corte por hilo denota los costos indirectos que se pueden imputar a este centro de trabajo. En este caso, los costos indirectos fueron repartidos criteriosamente para este centro de costos. Se puede observar, entre paréntesis, como se determinó por ejemplo, la cantidad de luz que gasta este centro y de acuerdo a la superficie

que ocupa el mismo con respecto a la superficie total. Estos valores no son exactos pero sirven como referencia altamente valorable.

A continuación se expone un ejemplo numérico del cálculo del costo de un determinado trabajo a realizar:

Consideremos el supuesto en el que un cliente solicite una cotización para fabricar una pieza que abarca varios procesos de mecanizado de los cuales la mayoría van a ser tercerizados salvo el de corte por hilo. El proceso de fabricación de la misma y los costos correspondientes serían los que se muestran en la siguiente tabla:

Proceso de Fabricacion de una pieza ejemplo			
Operaciones	Subcontratado	Propio	Costo
Compra y Recepcion de Materiales	SI	-	\$450.00
Fresado y Perforado del detalle	SI	-	\$900.00
Tratamiento Termico	SI	-	\$150.00
Rectificado	SI	-	\$150.00
Corte por Hilo	-	Si	?

Tabla 4.5: Proceso de fabricación de una pieza ejemplo

En este ejemplo, se ha considerado que salvo el corte por hilo, todas las otras operaciones son tercerizadas con el objetivo de simplificar el caso. Entonces, es preciso analizar más detalladamente cómo va a ser la operación de corte por hilo en esta ocasión para determinar tiempos y valores:

- Tiempo de puesta a punto= 1hr hombre

- Tiempo de corte= 8hs maquina

→ Son 9hs totales de este centro de trabajo

* Se tuvo en cuenta las ineficiencias normales de la actividad al dividir los tiempos teóricos por el factor de utilización $\eta = 0.7$.

Luego, antes de calcular el costo del trabajo es necesario calcular el costo normal por hora de este centro de trabajo y se hace de manera análoga al caso anterior:

Horas de Trabajo "Reales" por mes			
a	b	c	d
Horas de trabajo [hr/mes*MOD]	cant. MOD	Factor de utilización [η]	Horas de trab. Tot [hr/mes]
176	2	0.7	246.4
a*b*c= d			

Costo porHora		
e	f	g
Costo Total por mes [\$ /mes]	Cantidad de hs utiles [hr/mes]	Costo por hr [\$ /hr]
\$40,997.39	246.4	\$166.39
e/f= g		

Tabla 4.6: Horas de trabajo por mes de Corte por Hilo (arriba) y costo por hora de este centro de trabajo (abajo)

Entonces, \$166.39 es el costo por hora que se tiene en esta estación incluyendo tanto los costos fijos como los variables y los indirectos y directos en ambos casos. En este caso, tenemos 9hs de uso en esta estación, lo que equivale a:

Costo del corte por hilo		
Horas de uso	Costo por hora	Costo interno del trabajo
9	167	\$1,503.00

Tabla 4.7: Costo del corte por hilo para una pieza ejemplo

El corte por hilo tendrá un costo de \$1500 aproximadamente. El costo total estará conformado por los siguientes elementos:

Costos del trabajo	
Operaciones	Costo
Compra y Recepcion de Materiales	\$450.00
Fresado y Perforado del detalle	\$900.00
Tratamiento Termico	\$150.00
Rectificado	\$150.00
Corte por Hilo	\$1,503.00
Fletes	\$350.00
Σ	\$3,503.00

Tabla 4.8: Costo del trabajo de una pieza ejemplo

Finalmente, se obtuvo el costo total del trabajo. Este valor sería el mínimo que se debería cobrar por esta pieza para no perder dinero.

Se puede afirmar que con estas herramientas MTR Argentina tiene mayor capacidad de controlar sus costos y para tomar decisiones más acertadas con respecto a estos.

4.2.2.2 Planilla de Trabajos

Se trata de una planilla realizada en software de hoja de cálculo que sirve para registrar todas las tareas que se realizan en cada máquina o estación y los tiempos que las mismas consumen. Por un lado, es útil para la organización de la producción ya que permiten conocer qué artículo fue procesado, cuándo y dónde, la ubicación actual del mismo y la operación le corresponde seguidamente. Por otro lado, sirve como registro de tiempos. Ello ayuda a calcular costos de cada trabajo y cotizar trabajos futuros. A continuación se incluye una imagen de la Planilla de Trabajo de la máquina Corte por Hilo.

Como se ve en la imagen la planilla debe ser completada con datos que permitan adjudicar a cada tarea una cierta Orden de Trabajo para un determinado Cliente. Por ende, si la totalidad de tareas de todas las estaciones de la planta correspondientes a una determinada OT fueran registradas, sería posible, al finalizar el trabajo, saber cuánto tiempo fue dedicado. Esto es fundamental para verificar si el Área Comercial está realizando cotizaciones reales y si el negocio es rentable o es aconsejable hacer ajustes.

Otra herramienta útil para determinar tiempos estimados proviene de la base de datos CAD/CAM. Los programas donde se realizan los programas de mecanizado aparte de generar las instrucciones para las máquinas CNC también generan los tiempos de mecanizados a una determinada velocidad de avance. Estos tiempos son exactos pero no tienen en cuenta las puestas a punto ni los imprevistos que suelen ocurrir como sería el desgaste de la herramienta de corte y su correspondiente cambio, pero son muy útiles para cotizar y programar.

La Planilla de Trabajo, también incentiva a que el operario sea más ordenado en su forma de trabajar y que tenga noción de qué orden de trabajo corresponde cada tarea. Todo ello ayuda a la concientización general de la planta sobre qué es lo que se está haciendo y el para qué.

La comparación de los tiempos estimados con los reales permite determinar la eficiencia de las máquinas y de los operarios. De aquí surgen los valores de eficiencia utilizados en el capítulo 3 para determinar la carga horaria de cada estación.

4.2.2.3 Planilla de Cotización

En el Área Comercial se realizan las cotizaciones que se entregan a los clientes. Como ya se mencionó, la realización de las cotizaciones depende principalmente de la experiencia y subjetividad del responsable a cargo. Sin embargo, la Planilla de Trabajo y la base de datos

de CAD/CAM ayudan a determinar los tiempos de ciertas tareas. También, hay una parte de las cotizaciones que no tiene en cuenta tiempos, esta es la parte de los materiales e insumos necesarios para realizar el producto que se está cotizando. Para analizar esto, se confeccionó la siguiente Planilla de hoja de cálculo donde se ingresan los datos de cada material - geometría, tipo, cantidades, etc. - y automáticamente la planilla devuelve los valores en pesos argentinos. Además, la planilla permite ingresar los tiempos establecidos de cada operación y los utiliza en conjunto con el valor de la hora estándar para determinar el costo de la pieza. Entonces, se cargan los valores actualizados de los diferentes materiales, el valor actualizado de la hora estándar, las geometrías de cada detalle/ componente y los tiempos de las diferentes operaciones. Así, se obtienen los costos individuales, totales y totales de la suma de todos los ítems.

 PLANILLA DE COTIZACION																									TOTAL		0							
VALOR hr		\$405.00		TABLA STD PARA COTIZAR																														
DENOMINACIONES			VARIABLES							PESOS		PRECIOS		OPERACIONES										VALORES					TABLA PRECIOS MATERIAES					
DETALLE	DESCRIPCION	MATERIAL	CANTIDAD	Ø	L	a	b	c	p	REDONDO	PLANCHA	kg s/ m	\$/hr	TORNO	ESCUAD.	PERF.	ROSCA	SOLD	MEC	CXH	RECT.	T.T	\$ T.T	\$ MAT UNIT	\$ MAT TOT	HS TOTAL	\$ HS	\$ TOT	COD	MATERIAL	PRECIO [\$/kg]	p [kg/m³]		
		I	1	0	0	0	0	0	1	0.0000027	0	0	1 50	405	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
													405																A	SAE 1020	11	0.0000078		
													405																B	SAE 1045	21	0.0000078		
													405																C	SAE 4140	30	0.0000078		
													405																D	SAE D1	35	0.0000078		
													405																E	SAE D2	40	0.0000078		
													405																F	SAE D3	45	0.0000078		
													405																G	SAE 8620	65	0.0000078		
													405																H	SAE 01	10	0.0000078		
													405																I	ALUMINIO	50	0.0000027		
													405																J	BRONCE	75	0.0000088		
													405																K	POLIURETANO	11			
													405																L	ACERO INOX.	12			
													405																M		13			
													405																N		14			
													405																O		15			
													405																P		16			
													405																Q		17			
													405																R		18			
													405																S		19			
													405																T		20			
													405																V		21			
													405																W		22			
													405																X		23			
													405																Y		24			

Figura 4.8: Planilla de Cotización de MTR Argentina SRL

4.2.3 Ficha de Fabricación

La Ficha de Fabricación es la información que necesita el operario para poder ejecutar sus tareas conforme a las especificaciones del producto y surge de la base de datos del CAD/CAM. La confección de la misma, es una de las tareas que más tiempo demanda en el área de ingeniería ya que en MTR Argentina SRL todos los productos/ componentes son diferentes a los anteriores y se requiere una ficha de fabricación específica para cada uno de ellos.

Mientras más clara y completa sea la ficha, mayor seguridad existe de que la operación o proceso se concrete con éxito. No obstante, tampoco es óptimo que se insuma tiempo en exceso en la confección de fichas por cuestiones de eficiencia.

Ergo, es aconsejable preparar fichas con la información justa, necesaria y precisa, de forma tal que no se tengan que rehacer. Simplemente se pretende que la oficina de ingeniería emita fichas de fabricación para la planta que estén correctamente hechas y que hayan tenido en cuenta todas las variables de cada trabajo y de cada puesto de trabajo a los fines de que no deban ser modificadas.

Vale aclarar que la Ficha de Fabricación varía con la necesidad de información que un producto, pieza o componente requiere para poder ser fabricado adecuadamente. Por tanto, se deben precisar cuáles son las herramientas o información que deben integrar a la ficha. Seguramente, serán utilizadas combinadas según la circunstancia.

La información útil y los documentos que deberían integrar la Ficha de Fabricación son los siguientes:

- Plano de Pieza

El Plano de la Pieza, es el croquis que proviene del diseño y contiene información tal como:

- * Croquis (vistas de la pieza)
- * Cotas, medidas y tolerancias
- * Vistas Auxiliares
- * Vista Isométrica o 3D
- * Cantidades
- * Material y tratamiento térmico
- * Cliente y Orden de Trabajo

Es importante destacar que el Plano Pieza debe ser verificado antes de salir a la planta, asegurándose su aprobación para la producción.

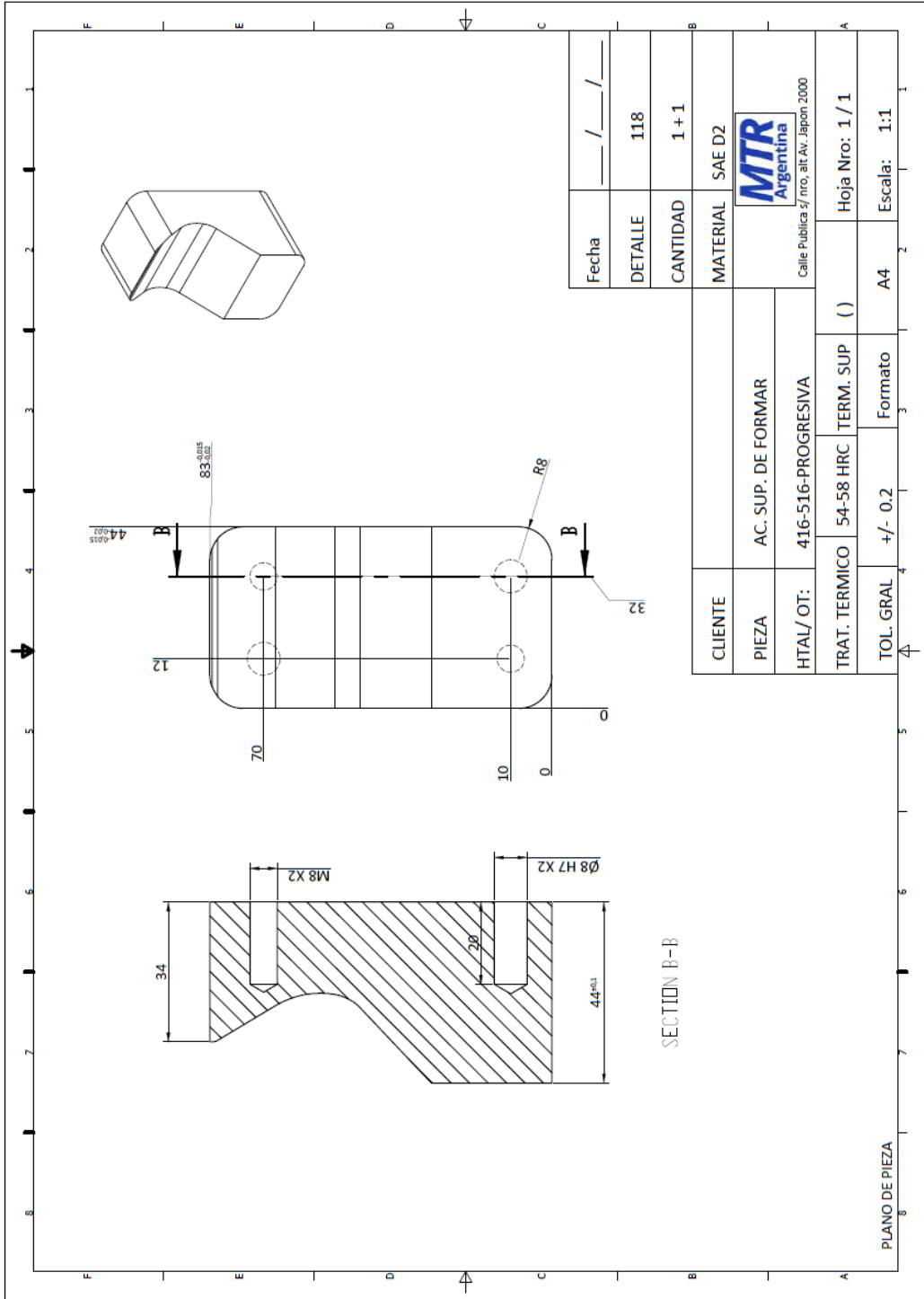


Figura 4.9: Plano pieza de MTR

- **Plano de Conjunto**

El Plano de Conjunto es una vista tridimensional, ya sea isométrica, dimétrica u en otros formatos, del producto armado. El mismo tiene enumerado los diferentes detalles y es fundamental para darse una idea de cómo elegir los procesos de cada uno de los diferentes detalles o componentes observando la función de cada uno.

También, puede ser un plano donde se muestra el conjunto pero “explotado” de manera tal que sea vea el despiece o el número de detalle de cada componente, como se aprecia en la siguiente ilustración.

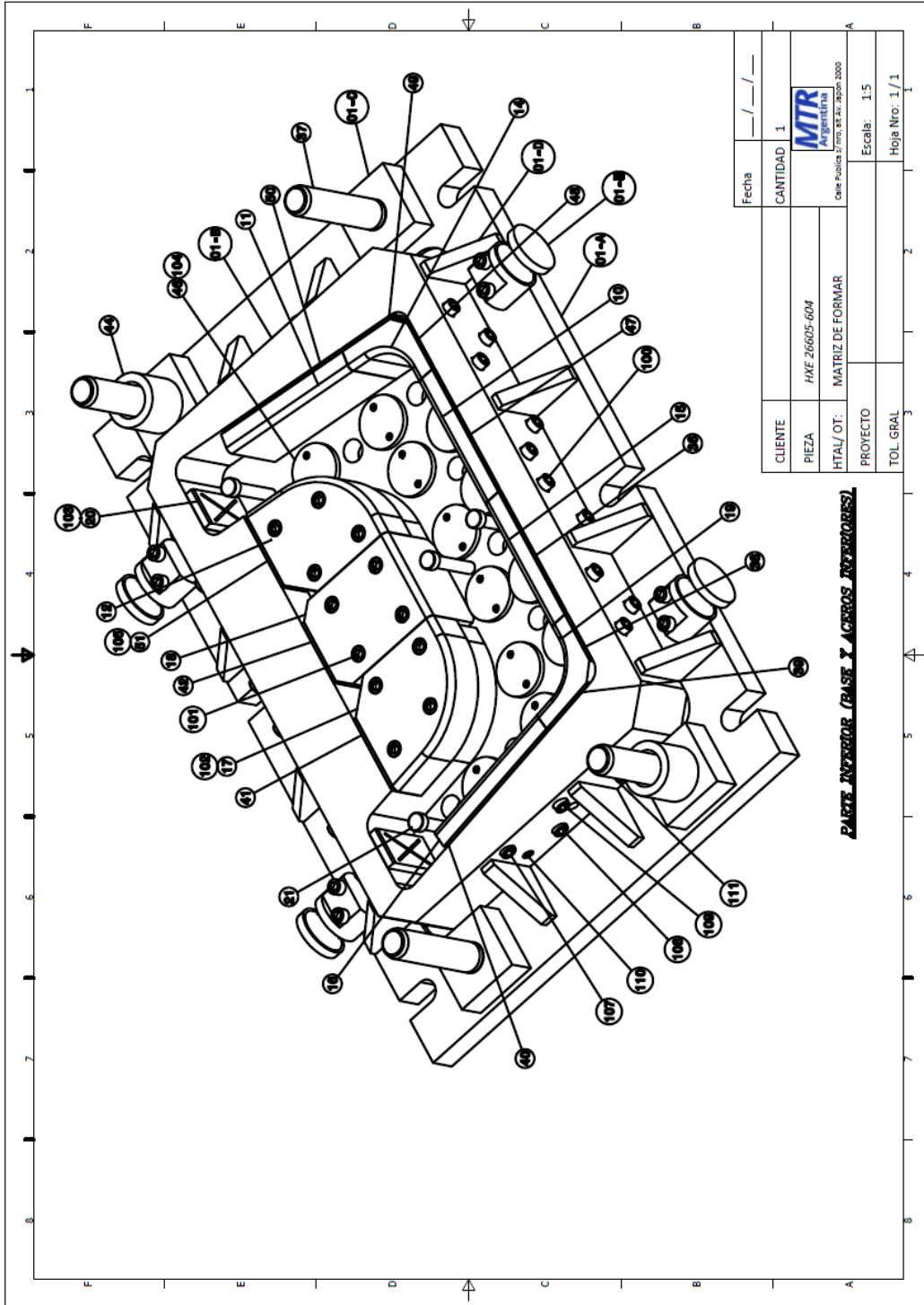


Figura 4.10: Plano del conjunto de MTR

- Plano de Mecanizado

El plano de Mecanizado, es el que contempla las vistas necesarias para hacer una correcta puesta de punto de la pieza en la máquina correspondiente. Entonces, sirve exclusivamente para realizar la puesta a punto a la hora de mecanizar una pieza. Es un documento creado por el Área de Ingeniería, el cual debe poseer la fecha de creación y el número de plano según el detalle. Es decir, si se realiza un primer Plano de Mecanizado para el detalle 005, en la casilla “Detalle” debe decir “005-1”, luego si este se modifica por cualquier razón justificada, el segundo plano deberá decir “005-2” y así sucesivamente. En éste, se expone lo siguiente:

- * Numero de detalle y plano
- * Fecha de creación
- * Posición/es de la pieza para la puesta a punto
- * El cero de la pieza y el cero del programa
- * Herramientas de corte
- * Estación de trabajo, Cliente y Orden de Trabajo
- * Operaciones a realizar en la pieza
- * Cualquier otra información relevante para construir la pieza con éxito

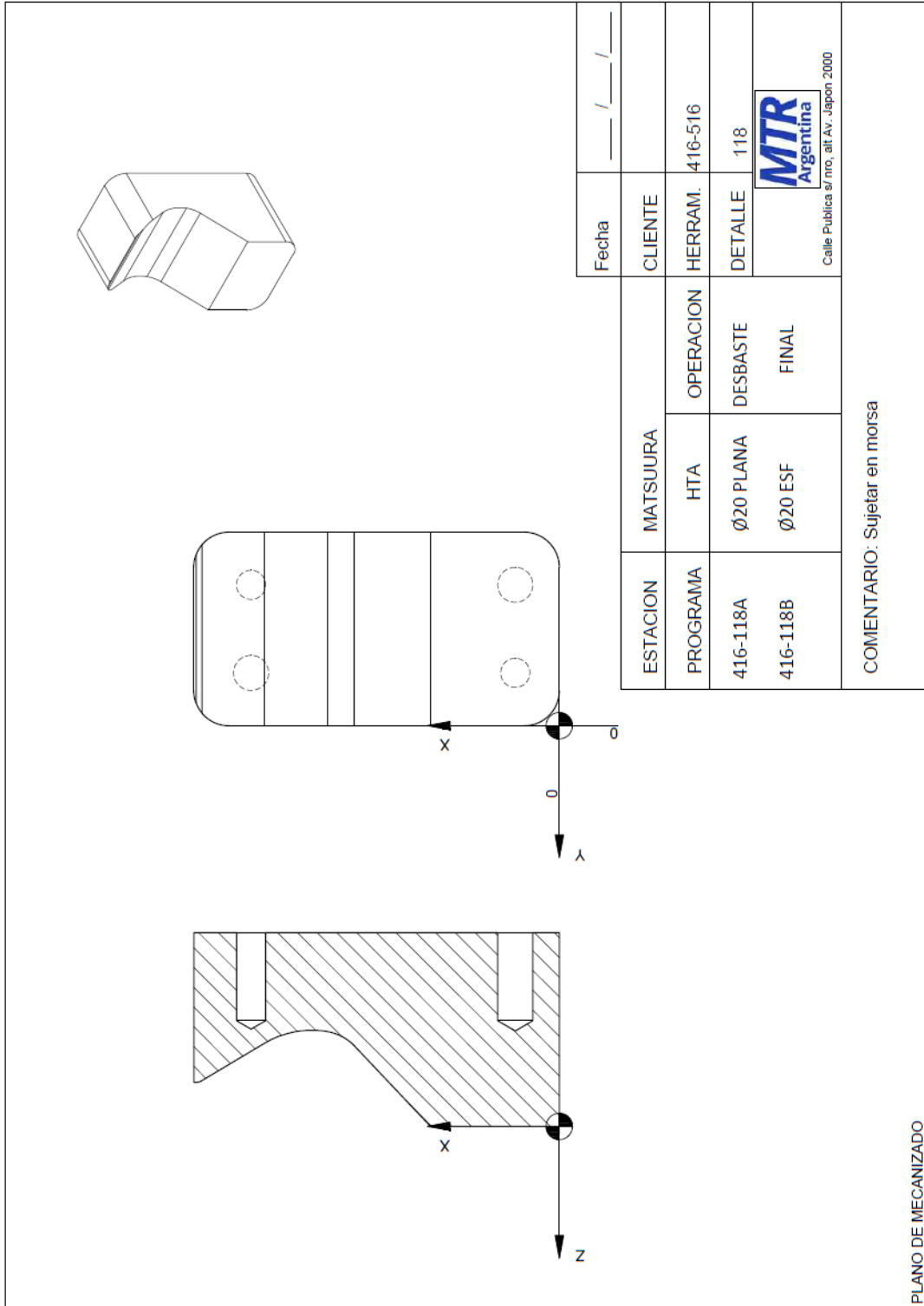


Figura 4.11: Plano de mecanizado de MTR

- **Programa de Mecanizado**

Son los programas que se realizan a través de software CAD/CAM y se cargan en el Control Numérico de las máquinas.

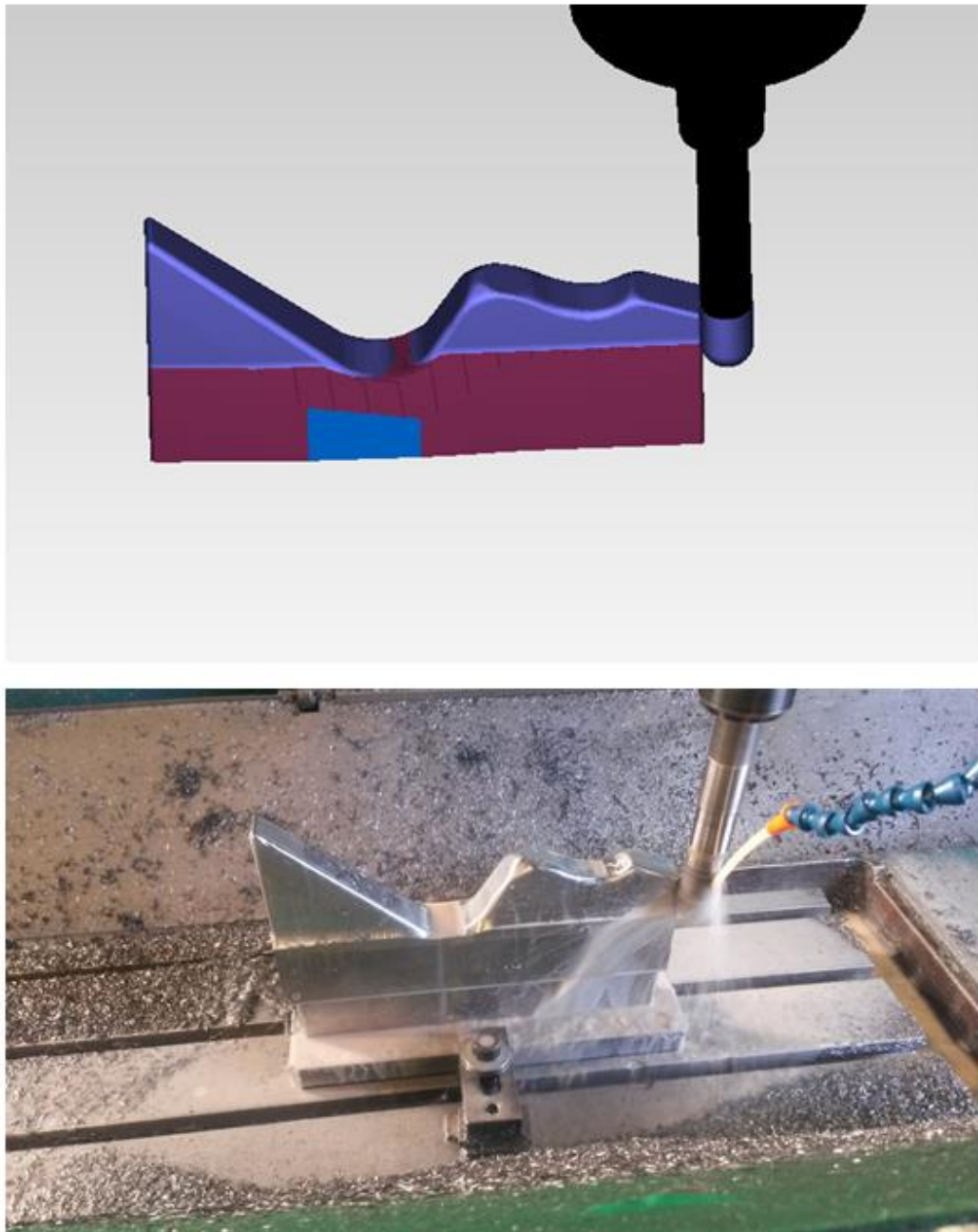


Figura 4.12: Simulación del software CAD/CAM (arriba) y el mecanizado real (abajo)

La tarea de los integrantes del Área de Ingeniería con respecto a la Ficha de Fabricación es lograr que no existan “baches” por falta de información. Esto significa que es crucial entregar a los operarios toda la información necesaria para poder ejecutar las operaciones correspondientes. ,

Con fundamentos en la práctica, se puede afirmar que sólo en muy pocos casos es necesario el documento comúnmente llamado Hoja de Ruta o de Procesos ya que su confección requiere muchísimo tiempo que no se justifica. La Hoja de Ruta es una herramienta que suele integrar la ficha de fabricación de muchas piezas en fábricas. Básicamente la misma refleja “el camino” es decir, los procesos y/u operaciones por los que una pieza va a pasar hasta estar finalizada. Aunque es una herramienta muy común y conocida por su uso, no siempre es conveniente. Especialmente cuando se maneja gran variedad de piezas, como sucede en MTR Argentina SRL, la Hoja de Ruta resulta una pérdida de tiempo ya que, en la mayoría de los casos, sería necesario confeccionar una Hoja de Ruta para un solo detalle del cual se necesita una baja cantidad y no una Hoja de Ruta para una pieza de la cual se fabrican gran cantidad de unidades. Por lo tanto, se deberían realizar muchas Hojas de Ruta todos los días, dado a que todos los días ingresan nuevas piezas diferentes a las anteriores. Es interesante destacar esta experiencia para acercarse a Ficha de Fabricación más adecuada y eficiente.

4.2.4 Seguimiento y Control de la Producción

Son muchos los productos que se llevan a cabo en la fábrica y si no se tiene un seguimiento diario de los diferentes componentes y sus rutas seguramente se generan ineficiencias. Por esta razón, se utilizan herramientas para hacer un seguimiento y control de la producción. Primero, tenemos la lista de materiales y operaciones, donde se marca en qué estado se encuentra cada pieza el día de control. Luego, para las piezas especiales de un determinado cliente, se utiliza la Planilla de Seguimiento de Piezas Especiales, donde también

se anota el estado de la pieza en cierta fecha y se van ocultando las piezas que ya fueron entregadas. En ambos casos se utiliza Hoja de Cálculo.

4.2.4.1 Lista de Materiales/ Operaciones

Se utiliza la Planilla de Control de Avances que se vio en el capítulo 3, como herramienta de control de la producción. Esta tarea de seguimiento y control es exclusiva del Área de Ingeniería y es aquí donde se formulan las diferentes herramientas para controlar la producción de la empresa, como planillas, hojas de registros, etc. Entonces, la siguiente planilla, además de ser útil para controlar los avances y exhibirlos al cliente, es útil para saber el estado de cada componente o producto en sí.

Su utilización es muy simple y consiste en poner en un principio el dígito “*” en las operaciones que no se realizan según el detalle. Luego, a medida que se va progresando en la fabricación de los componentes del herramental, se debe ir llenando los casilleros de las operaciones que si corresponden a cada detalle con el dígito “1” y cuándo todos los casilleros libres se llenan, significa que el detalle está finalizado y por formula de la Hoja de Cálculo se verá en la columna “Terminado” como el 100%.

Por ejemplo, se puede ver en la planilla siguiente, el detalle 6, Hembra de Corte 5, el cual tiene un 20% de completado. Esto se debe a que es un componente al cual le corresponden 5 operaciones diferentes y tiene finalizada solo 1 de ellas.


 PLANILLA DE CONTROL DE AVANCES														
CUENTE:							FECHA:							
HERRAMENTAL: 55183-KK010-OP10														
PARTE INFERIOR														
ITEM	DENOMINACION	MATERIAL	Cant.	T.T	Torno	Escuad.	Perf.	Rosca	Mec.	T.T	Rect.	CXH	n	Terminado
1	BASE INFERIOR	GG 25	1	No	*	1	1	1	1	*	*	*	4	100%
2	TOPE DE ALTURA	SAE 1045	4	No									8	0%
3	TOPE DE ALMACENAJE	SAE 1020	4	No									8	0%
4	CHAVETA HEMBRA	SAE 1020	2	No									8	0%
5	HEMBRA DE CORTE PATRON	T2379	1	Si	*	1	0	0	0	0	*	0	6	17%
6	HEMBRA DE CORTE*5	T2379	1	Si	*	1	0	*	0	0	*	0	5	20%
7	HEMBRA DE CORTE*6	T2379	1	Si									8	0%
8	GATILLO SENSOR	SAE 1045	1	Si									8	0%
9	SOPORTE SENSOR	SAE 1020	1	No									8	0%
10	GUIA DE BANDA REGULABLE*01	SAE 1045	1	Si	*	1	1	1	1	0	*	*	5	80%
11	CHAVETA GUIA	SAE 1045	4	Si	*	1	0	*	*	0	0	*	4	25%
12	GUIA DE CHAPA FIJA*01	SAE 1045	1	Si	*	1	1	1	0	0	*	*	5	60%
13	COMPENSADOR*01	SAE 4140	12	Si									8	0%
14	PLACA PORTA HEMBRAS	SAE 1045	1	No	*	1	0	0	0	*	0	*	5	20%
15	HEMBRA DE CORTE*7	T2379	2	Si	*	1	1	*	1	0	1	*	5	80%
16	BANDEJA*1	SAE 1020	1	No	*	1	1	*	*	*	*	*	2	100%
17	BANDEJA*2	SAE 1020	1	No	*	1	1	*	*	*	*	*	2	100%
18	BANDEJA*3	SAE 1020	1	No	*	1	1	*	*	*	*	*	2	100%
19	BANDEJA*4	SAE 1020	1	No	*	1	1	*	*	*	*	*	2	100%
20	BANDEJA*5	SAE 1020	1	No	*	1	1	*	*	*	*	*	2	100%
21	CUERPO ALOJ. GATILLO	SAE 1020	1	No	*	1	0	0	0	*	0	*	5	20%
22	TAPA GATILLO	SAE 1020	1	No	*	1	0	*	0	*	*	*	3	33%
23	GATILLO INICIO	SAE 1045	1	Si									8	0%
24	EJE GATILLO INICIO	SAE 1045	1	Si									8	0%
26	GUIA DE BANDA REGULABLE	SAE 1045	1	Si	*	1	1	1	1	0	*	*	5	80%
34	GUIA DE CHAPA FIJA	SAE 1045	1	Si	*	1	1	1	1	0	*	*	5	80%
PARTE SUPERIOR														
ITEM	DENOMINACION	MATERIAL	Cant.	T.T	Torno	Escuad.	Perf.	Rosca	Mec.	T.T	Rect.	CXH	n	Terminado
35	PRENSACHAPA *1	SAE 1045	1	No	*	1	0	0	0	*	*	*	4	25%
36	PUERTA DE VISITA*1	SAE 1045	1	No	*	1	0	0	0	0	0	*	6	17%
37	POSTIZO PRENSACHAPA*1	SAE 1045	1	No	*	1	0	0	0	0	0	0	7	14%
38	PILOTO	SAE 4140	4	Si									8	0%
39	TAPA PILOTO	SAE 1045	1	No	*	1	0	*	0	*	*	*	3	33%
40	TAPA PILOTO*1	SAE 1045	1	No	*	1	0	*	0	*	*	*	3	33%
41	PLACA DE CHOQUE	SAE 4140	8	Si	*	1	1	*	1	*	*	*	3	100%
47	BASE SUPERIOR	GG 25	1	No		1	1	1	*	*	*	*	4	75%
48	PUNZON DE CORTE*1	T2379	1	Si									8	0%
49	SUFRIDERA PUNZ CORTE*1	SAE O1	1	Si		1	0	*	*	0	*	*	4	25%
50	PUNZON DE CORTE*2	T2379	1	Si		1	*	0	0	0	*	0	6	17%
51	PORTA PUNZ CORTE*2	SAE 1045	1	No									8	0%
52	SUFRIDERA PUNZ*2	SAE O1	1	Si		1	0	*	*	0	0	*	5	20%
53	PUNZON DE CORTE*3	T2379	1	Si		1	*	1	*	0	0	0	6	33%
54	PORTA PUNZ CORTE*3	SAE 1045	1	No									8	0%
55	SUFRIDERA PUNZ*3	SAE O1	1	Si		1	0	*	*	0	0	*	5	20%
56	PUNZON DE CORTE*5	T2379	1	Si		1	*	1	*	0	*	0	4	50%
57	PORTA PUNZON*5	SAE 1045	1	No									8	0%
58	PLATINA*5	SAE O1	1	Si		1	0	*	*	0	0	*	5	20%
59	PUNZON DE CORTE*6	T2379	2	Si		1	1	*	*	0	1	*	5	60%
60	RETENCION PRENSACHAPA	SAE 1020	4	No		1	1	*	*	*	*	*	3	67%
61	PROTECCION PANEL	SAE 1020	2	No									8	0%
62	PLACA PORTA CILINDROS	SAE 1020	1	No	*	1	0	0	0	*	*	*	4	25%
63	SOPORTE PANEL	SAE 1020	1	No									8	0%
TOTAL													41%	

Figura 4.13: Planilla de Control de Avances de MTR

4.2.4.2 Planilla de Seguimiento de Piezas Especiales

Se denomina Piezas Especiales a aquellas piezas que no pertenecen a ningún conjunto armado y se fabrican en pequeños lotes. Por lo general, este tipo de piezas pertenecen a los pedidos de un determinado cliente y revisten complejidad ya que requieren de bastante ingeniería. En la planilla de seguimiento de las mismas, se carga el nombre de cada pieza, un código de identificación de las mismas y datos como cantidades, fechas de entrega, etc. El documento de hoja de cálculo, está diseñado para resaltar con color rojo la fecha de entrega que ya pasó. Básicamente en este documento de hoja de cálculo se carga el estado de cada pieza y cuando una de éstas es entregada, la fila de dicha pieza se oculta automáticamente, dejando solo las piezas que faltan de entregar. A continuación, una imagen de la planilla en cuestión:

PLANILLA DE SEGUIMIENTO PIEZAS ESPECIALES										
CLIENTE	NOTA DE PEDIDO	DESCRIPCION	Req	Comprat	Cant	P.U.	P.TOT.	ESTADO	FECHA	04-11-14
CLIENTE	MUT 11958907	BOQUILLA ELASTICA 32 Y 42 VEL PL 602305	100397219	2	2090	4180			12-07-13	31-07-14
CLIENTE	MUT11946734	BOQUILLA ELASTICA DISEÑO 150P-0025-06 PARA CORONA CILINDRICA PSA	100291725	1	1800	1800			11-01-12	05-08-14
CLIENTE	MUT 11956268	APRETADOR PL 150P-0680-017	100377072	1	900	900			10-05-13	10-09-14
CLIENTE	MUT 11956268	TIRANTE CORONA SINCRONIZADORA PLANO 3899.22.004	100377563	3	480	1440			10-05-13	10-09-14
CLIENTE	MUT 11956268	TIRADOR CONTRAPUNTA PL 601067 12	100377569	5	800	4000			10-05-13	10-09-14
CLIENTE	MUT 11957158	CONJUNTO ENGRANAJE RECIPROCADOR EJE Z	100386824	1	1520	1520			31-05-13	10-09-14
CLIENTE	MUT 11959758	TORNILLO ESPECIAL GLEASON PL 150P-0612	100401613	10	560.5	5605			24-07-13	22-09-14
CLIENTE	MUT 11960338	BUJE CENTRAL P/ NAGUEL PL 0000-1239-013 PARA NAGUEL 1239 DE STA CDA PSA	100407799	2	400	800			23-08-13	29-09-14
CLIENTE	MUT 11960338	BUJE INFERIOR P/ NAGUEL PL 0000-1239-016 PARA NAGUEL 1239	100407830	2	375	750			23-08-13	29-09-14
CLIENTE	MUT 11960338	BUJE SUPERIOR P/ NAGUEL PL 0000-1239-015 PARA NAGUEL 1239	100407831	2	700	1400			23-08-13	29-09-14
CLIENTE	MUT 11960338	BASCULANTE MOVIL P/ NAGUEL 0000-1239-019 PARA NAGUEL 1239 DE STA CDA PSA	100407835	2	410	820			23-08-13	29-09-14
CLIENTE	MUT 11960338	APOYO D-64.54 NAGUEL PL 0000-1239-010 PARA NAGUEL 1239	100407836	2	690	1380			23-08-13	29-09-14
CLIENTE	MUT 11960338	BASCULANTE FIJO P/ NAGUEL 0000-1239-018 PARA NAGUEL 1239	100407837	2	480	960			23-08-13	29-09-14
CLIENTE	MUT 11960338	MORDAZA ELASTICA PLANO 150P-0425 PARA CALIBRE CONTROL COTA INESTO 1RA Y 2DA VEL	100411244	2	1185	2370			23-08-13	29-09-14
CLIENTE	MUT 11960338	MANOPLA PL 150P-0680-001	100411247	1	1000	1000			23-08-13	29-09-14
CLIENTE	MUT 11960580	PALPADOR Ø5 P/ CALIBRE 150P 0425 030 OP 30 1RA Y 2DA CDA PSA	100415765	1	800	800			23-08-13	05-10-14
CLIENTE	MUT 11960580	150P-0168/1 PATRON DE MIN. OP 180 - PSA	100447395	3	660	1980			23-08-13	05-10-14
CLIENTE	MUT 11960580	150P-0064-007 TIRADOR TORNO 3902-PSA	100414812	4	3700	14800			23-08-13	05-10-14
CLIENTE	MUT 11960580	150P-0760 PALPADOR ESPECIAL PRENSA 3930	100414813	4	490	1960			23-08-13	05-10-14
CLIENTE	MUT 11960580	PUNTA 150P-0610/1 - PRENSA 3929 - PSA	100415063	4	520	2080			23-08-13	05-10-14
CLIENTE	MUT 11960580	150P-0610/6 CONTRAPUNTA - 0610/6	100415064	4	590	2360			23-08-13	05-10-14
CLIENTE	MUT 11961330	GUÍA DE APOYO 150P-0006-010 PARA PRENSA 18929	10041427	2	451.25	902.5			04-09-13	05-11-14
CLIENTE	MUT 11961330	CUNA PL 150P-0680-014	10041451	2	712.5	1425			04-09-13	05-11-14
CLIENTE	MUT 11961330	APOLLO DE PIEZA PL 150P-0027-011 DE ATA PARA DISP. BLOCAJE	10041451	2	712.5	1425			04-09-13	05-11-14
CLIENTE	MUT 11961330	TIRADOR BOQUILLA PL 150P-0027-002 PARA ENGRANAJE 3"-4"	10041501	2	437	874			04-09-13	05-11-14
CLIENTE	MUT 11961330	COMO PARA BRIDA (MORDAZA) DE PPR EN OP. 10 DE CARTER EMBRAGUE PLANO 150P-0196/6	100412348	10	152	1520			04-09-13	05-11-14
CLIENTE	MUT 11961330	JUEGO DE 3 MORDAZAS PLANO 150P-0715/1	100413493	2	3277.5	6555			04-09-13	05-11-14
CLIENTE	MUT 11961330	TORNILLO DE BLOQUEO PLANO N°150P-0717-05 DE DISPOSITIVO PARA RECTIFICADORA FAMIR	100413561	2	418	836			04-09-13	05-11-14
CLIENTE	MUT 11961330	PUNTO FIJO PARA ENGRANAJE DE STA CONDUCCIDA PSA SEGUN PLANO 150P-0730	100413631	1	712.5	712.5			04-09-13	15-11-14
CLIENTE	MUT 11961330	EJE MANDRIL PORTA HERRAMIENTA 603771 3 - EJE DE TAPA CUCHILLA AFETADORA	100418707	2	380	760			04-09-13	15-11-14
CLIENTE	MUT 11961330	PALPADOR Ø3.5 P/ CALIBRE 150P 0427 012 OP 70 1RA 2DA.	100418708	2	475	950			04-09-13	15-11-14
CLIENTE	MUT 11961330	PALPADOR Ø4.5 P/ CALIBRE 150P 0449 05 OP 10 3RA CDA PSA	100418761	2	807.5	1615			04-09-13	15-11-14
CLIENTE	MUT 11961330	PALPADOR P/ CALIBRE 150P 0449 010 OP 10 3RA CDA PSA	100418762	2	807.5	1615			04-09-13	15-11-14
CLIENTE	MUT 11961330	PALPADOR P/ CALIBRE 150P 0456 05 OP 20 3RA CDA PSA	100418763	1	921.5	921.5			04-09-13	30-11-14
CLIENTE	MUT 11961330	PALPADOR P/ CALIBRE 150P 0457 05 OP 20 3RA CDA PSA	100418764	1	921.5	921.5			04-09-13	30-11-14
CLIENTE	MUT 11961330	CONTRAPUNTA SEGUN DISEÑO 150P-0782 PARA CHAFLAN.SAMPUNTEUSILLI 3773/2	100419566	2	845.5	1691			04-09-13	30-11-14
CLIENTE	MUT11962710	EJE BUJE GRUPO 47	100437770	2	812.25	1624.5			07-10-13	30-11-14
CLIENTE	MUT 11963126	PUNTO FIJO PLANO N° A 74828 PSA PARA TORNO WEISSER	100407512	3	931	2793			16-10-13	30-11-14
CLIENTE	MUT 11963126	TAPA DESMONTABLE PLANO 150P-0067-001	100407511	1	1372	1372			16-10-13	30-11-14
CLIENTE	MUT 11963126	PUNTO CENTRADO PLANO 150P-0056-004	100407510	2	612.5	1225			16-10-13	30-11-14
CLIENTE	MUT 11963126	JUEGO DE 3 MORDAZAS PLANO 150P-0541-040	100407491	2	2352	4704			16-10-13	30-11-14
CLIENTE	MUT11963919	BUJE GUIA MECHA ME0034H103 PERFORADORA RADIAL	100446035	10	266.75	2667.5			04-11-13	30-11-14
CLIENTE	MUT 11957900	COLUMNA PARA GRILLA DE ARBOL PRIMARIO Y SECUNDARIO PARA CARGAR LOS HORNO DE T	100370306	30	275	8250			12-07-13	30-11-14
CLIENTE	MUT11968209	LEVA DISPOSITIVO PORTA PIEZA PLANO 150P00002/10	100461036	1	686.00	686			20-02-14	30-11-14
CLIENTE	MUT11968209	SOPORTE DISPOSITIVO PORTA PIEZA CABALLETE LINEA	100461034	1	588.00	588			20-02-14	30-11-14
CLIENTE	MUT11978057	DISCO FRENO MOTOR FIMET 160	100534266	8	2,150.00	17200			03-10-14	30-11-14

Figura 4.14: Planilla de Seguimiento de Piezas Especiales de MTR

4.2.5 Gestión del Cuello de Botella en MTR Argentina SRL

En el capítulo 3, se hizo un repaso de la teoría de las restricciones y el Cuello de Botella. Se definió a este como:

“El Cuello de Botella es aquel recurso o centro de trabajo que limita la capacidad del sistema, ya que por más que otros recursos o centros de trabajo con exceso de capacidad sean explotados al máximo, el cuello de botella limitará el sistema total, generando inventario en proceso en este centro de trabajo.”

En MTR Argentina SRL el cuello de botella es dinámico .Ello implica que no es siempre el mismo y depende de en qué parte del proceso de fabricación se presente. Por eso, es muy importante una adecuada gestión del mismo y tomar decisiones de producción acertadas a los fines de alivianar en la mayor medida el proceso que en ese determinado momento es el cuello de botella.

Atento a ello, en esta sección se plantearán decisiones viables para minimizar el cuello de botella según la etapa de producción en la que se encuentre la fábrica.

Para entenderlo mejor se propone el siguiente ejemplo. Supongamos, que la empresa no tiene ningún trabajo y de repente comienza desde cero la fabricación de matrices y dispositivos, todos al mismo tiempo y con fechas de entrega similares. En un primer momento, el cuello de botella será el área de Soldadura pues tendrá que construir las estructuras principales de todas las herramientas, es decir, las bases de las matrices y las estructuras de los dispositivos. Mientras tanto, el área de matriceria y armado de las herramientas prácticamente no tendrá mucho más trabajo que el de analizar y evaluar las mismas. Luego, terminado la parte de soldar, todos los componentes se estarán mecanizando y esta será el área que demande alivio. Por eso, en este momento lo indicado será que las áreas más aliviadas sirvan de apoyo a la que es cuello de botella. Posteriormente, el cuello de botella será el área de Matriceria y armado de dispositivos y en ese momento el área de mecanizado servirá de apoyo para aquellas realizando todas las operaciones que en otro momento harían los matriceros manualmente en las máquinas.

A continuación se presenta una imagen que muestra cómo se va modificando el cuello de botella según la etapa de fabricación de una matriz. Depende de la cantidad de matrices que se estén fabricando simultáneamente y/o de la envergadura de cada una, la duración de cada etapa.

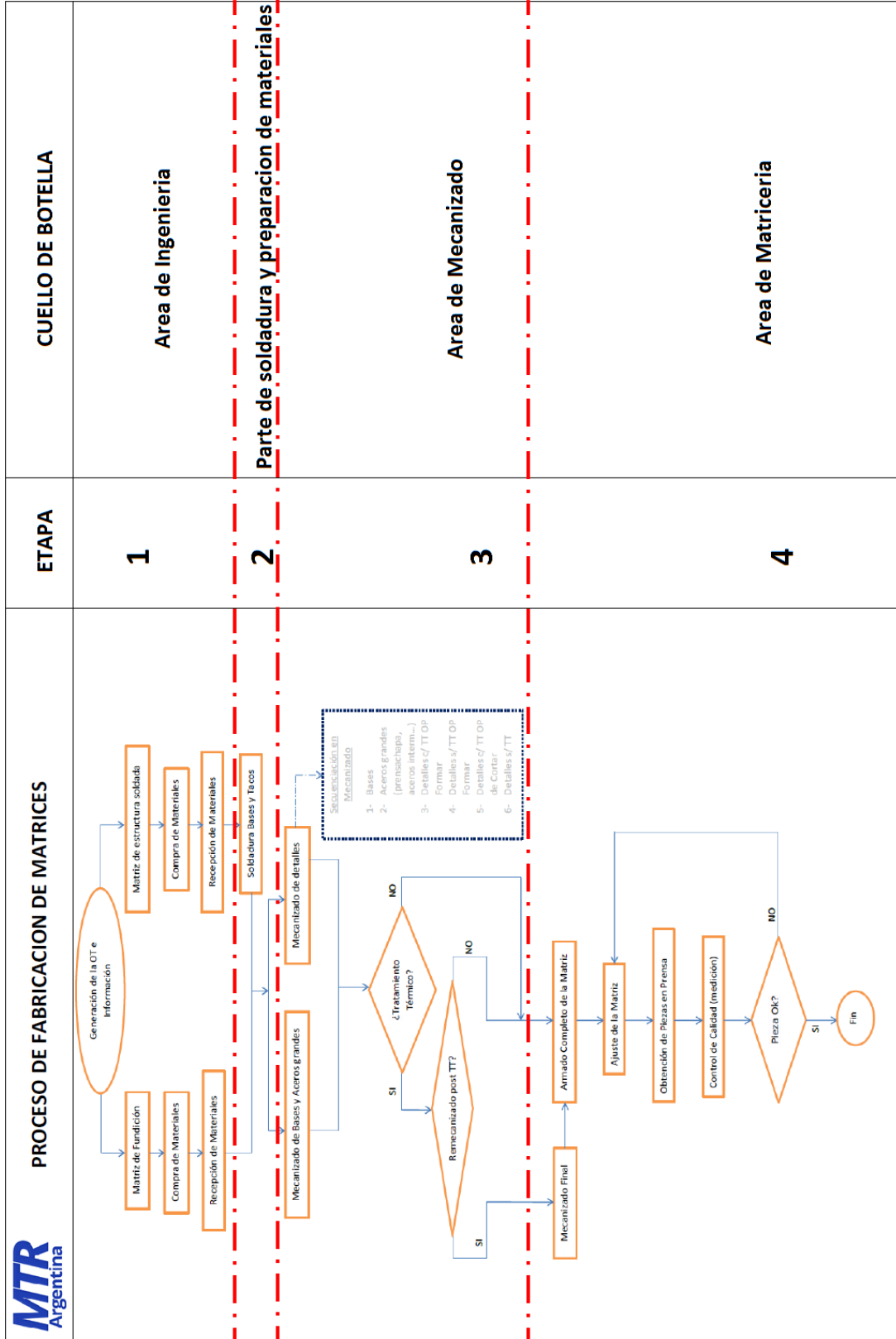


Figura 4.15: Cuello de Botella según la etapa de fabricación de una matriz

Entonces, se puede afirmar que el cuello de botella no es siempre el mismo sino que va variando según la etapa en que se presente.

Cabe señalar que en la fabricación de matrices y dispositivos, productos más importantes de la empresa, los procesos críticos con respecto al concepto de cuello de botella son el de Mecanizado y de Matriceria.

En el caso de mecanizado, no es muy complicado aumentar la capacidad de producción de este proceso, ya que hay 2 soluciones rápidas:

- 1- **Subcontratación del proceso:** consiste en comprar los mecanizados a un proveedor.
- 2- **Horas extras:** consiste en trabajar más horas con un costo más alto.

Con respecto a la matriceria, la subcontratación no es imposible pero no se suele hacer en la práctica. A diferencia, se suele recurrir a las horas extras o a la contratación de más personal. Evidentemente, la última es una opción más complicada y habría que analizar los riesgos de contratar mano de obra temporariamente.

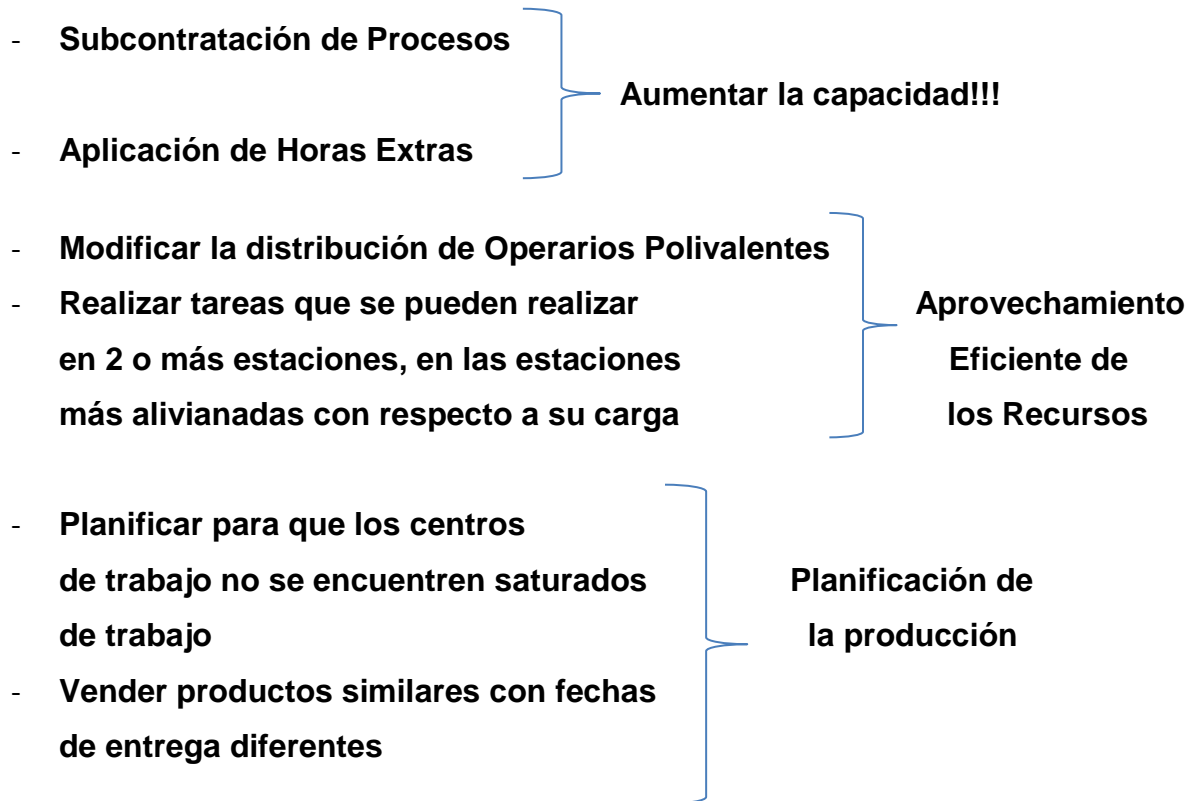
Una correcta e inteligente gestión del cuello de botella, aumenta la eficiencia y permite cumplir los plazos de entrega. Por eso, en lugar de considerar que la flexibilidad de los procesos y del Lay Out pueden ser una desventaja, hay que aprovechar la misma para saber cuáles son las diferentes posibilidades que se tienen a la hora de elegir dónde y cuándo realizar una determinada tarea.

Saber y tener en cuenta el cuello de botella es muy importante a la hora de planificar, en razón de ello en la sección de Planificación se hizo un repaso teórico del mismo (Cap. 3, Pág. 13). Igualmente, es responsabilidad del Área de Ingeniería gestionar el Cuello de Botella, ya que es la encargada de decidir los procesos óptimos.

El objetivo es tener la capacidad de predecir e identificar el cuello de botella para poder tomar decisiones eficientes sobre los procesos a llevar a cabo, en qué tiempo y de acuerdo a qué formas. De aquí también se derivan las decisiones sobre tercerización o aumento de la capacidad de un centro de trabajo. La primera opción, la de tercerizar procesos, es tarea del

área Comercial, la segunda, la de aumentar la capacidad de un centro, se puede realizar agregando un operario polivalente al centro en cuestión o agregando horas extras.

A continuación, las posibles decisiones sobre la Gestión del Cuello de Botella a nivel general:



En la sección 3.2.2: “Herramientas del Sistema de Planificación de la Producción” se presentaron herramientas para poder planificar la producción. Específicamente se vio el “Diagrama de carga de las estaciones de trabajo para determinar disponibilidad de horas”. El mismo resulta útil para predecir, según los trabajos que hay para hacer, cuál sería el cuello de botella, y de aquí, tomar las decisiones expuestas.

Conclusión

5.1 Conclusiones

A modo de conclusión, se puede aseverar que se logró realizar un análisis de Reingeniería para la parte productiva de la empresa. Se estudió la situación actual identificando los problemas existentes y se propusieron soluciones para los mismos. Para posibilitar las soluciones se diseñaron herramientas y se formalizaron los procesos de producción clave.

Lo expuesto, se realizó sin perder en vista el Objetivo Principal de este proyecto, el cual consiste en que la empresa MTR Argentina SRL sea más eficiente en sus procesos de producción y ofrezca mayor calidad a sus clientes.

Se considera que el nuevo Lay Out que se diseñó, las herramientas para su mejoramiento y la formalización de los procesos relacionados con este, cumplen con los objetivos de este análisis: crear un Lay Out mejorado sistematizando el flujo de materiales, disminuyendo las pérdidas y diseñando los procesos de fabricación que tengan que ver con el Lay Out para aumentar la eficiencia. A más, se estableció formalmente cada área de trabajo y el flujo y ubicación de los materiales según el proceso que les corresponde.

Luego, se creó un Sistema de Planificación de la Producción formal. En este aspecto, se considera que el sistema es fundamental para lograr los objetivos de la reestructuración, como el aumento de la eficiencia y, principalmente, la satisfacción de los clientes. Se formalizó el Proceso de Planificación de la Producción para el cual fue necesario formalizar los Procesos de Fabricación de Matrices y Ajustes de Matrices. También, se mostraron herramientas de seguimiento y control que deben ser usadas como apoyo del Sistema de Planificación a los fines de monitorear y controlar el desempeño de cada trabajo y para ser conscientes de donde se está parado.

En consecuencia, se considera que el presente análisis cumplió con el objetivo de establecer un sistema de planificación que permita cumplir con los plazos de entrega y el aumento de la eficiencia en la producción.

Después, se formalizó el Área de Ingeniería direccionada a generar calidad de los procesos y productos desde el principio. Enfocada en lograr el mejor aprovechamiento de los recursos, ya sea mano de obra directa, maquinas, materiales, etc. Esto se logró diseñando herramientas útiles para asegurar la calidad de los productos. Tal es el caso de la Ficha de Fabricación, respecto de la cual se subrayó la importancia de su correcta confección ya que la misma es el conjunto de especificaciones y requisitos para lograr un producto conforme desde el comienzo.

Por otro lado, se hizo un breve análisis de los costos de la empresa, en razón de su importancia para conocer y manejar el negocio. El objetivo, en este caso, fue saber los números de la empresa para toma de decisiones acertadas y determinar el costo mínimo por producto para poder definir precios de venta correctos. Esto es, que brinden una idea aproximada de cuál es el margen de ganancia y así evitar pérdidas de dinero.

En definitiva, todas las herramientas fueron ideadas para mejorar el desempeño de la empresa. Todo ello para ser mejor proveedor para los clientes, para ser una empresa más rentable, para contar con una mejor organización en la planta productiva, con una filosofía de calidad y con procesos más eficientes.

Bibliografía

José A. Domínguez Machuca y otros, “Dirección de Operaciones, Aspectos Estratégicos en la Producción y los Servicios” – McGraw-Hill, 1995.

Heizer y Render, “Principios de Administración de Operaciones” – Séptima Edición, 1996.

Fernando E. Antón y Oscar F. Giovannini, “Costos Industriales” – Universitas, Marzo, 2007.

Prof. Ing. Claudina Beale, “Gestión de la Calidad” – Imprenta Cooperativa Ceicin, 2012.

Secretaria Central de ISO, “Norma Internacional ISO 9001: 2008, Sistemas de Gestión de Calidad – Requisitos” – Cuarta Edición, Noviembre 15, 2008.

Slideshare [Online], “Diagramas de Procesos” – Octubre, 02, 2009 – <http://es.slideshare.net/julietas/diagramas-de-proceso>