



PROYECTO FINAL DE  
INGENIERÍA INDUSTRIAL

REINGENIERIA DE PROCESOS Y  
REESTRUCTURACION DE  
ROLES EN EMPRESA DEL  
RUBRO DE LA  
CONSTRUCCION

---

Grupo 205

Autores:

- Alan Bublath 49267
- Diego Casabe 49116

Docente guía:

- Ing. Federico Carola



## RESUMEN

Se define reingeniería a la recreación y reconfiguración de las actividades o procedimientos dentro de una empresa, con el objetivo de traducir estos cambios en un mejoramiento de la rentabilidad, productividad, calidad, en un corto período de tiempo y perdurable a largo plazo. Por lo tanto el objetivo global de la reingeniería es aumentar la **productividad** disminuyendo los **costos** manteniendo con un nivel óptimo de la **calidad** a lo largo de toda la cadena de valor del producto.

- **El Objetivo del proyecto** es realizar una Reingeniería de Procesos Operativos de una planta industrial del rubro de la construcción, con el objeto de proponer mejoras. Además se evalúa la estructura organizacional actual y como impactarían las mejoras de la reingeniería en la misma. Por último se busca colaborar con el departamento de Ingeniería Industrial del ITBA aportando con la sistematización de la reingeniería de procesos para casos análogos.
- **El Alcance** del mismo abarca la utilización de una metodología a priori, para realizar el relevamiento general de los procesos operativos de las plantas industriales y correspondientes a su estructura organizacional, identificar problemas, analizar distintas soluciones y comparar el impacto y la dificultad de implementación de las mismas. La planta Industrial elegida para realizar la reingeniería pertenece a la empresa constructora HORMETAL S.A.
- **La Motivación personal de los dos autores** para la realización de este proyecto es que el mismo utiliza el contenido aprendido en múltiples materias de la carrera con el fin de lograr un proyecto final de carrera que integre los temas más representativos y troncales de la Ingeniería Industrial. Este proyecto representa el cierre correcto a una ardua carrera de Ingeniería Industrial realizada en el ITBA, ya que abarca las materias que más marcaron o interesaron a los dos autores.

- **Para obtener la información necesaria para el desarrollo del proyecto** se realizaron entre una y dos visitas semanales a la planta industrial de HORMETAL S.A. En dichas visitas, se recorrió la planta industrial observando y registrando todos los puntos que abarca el proyecto. A su vez se consultó a los Gerentes y Jefes responsables de las distintas áreas para obtener información detallada sobre las distintas operaciones, disposiciones y decisiones que se toman a diario en la planta. Además del relevamiento visual , mediciones de longitud, toma de tiempos se tuvieron entrevistas con las siguientes puestos :
- **Presidente de la Empresa**
- **Gerente de Planta**
- **Director de Producción y Compras**
- **Jefe de Planeamiento de la Producción**
- **Jefe de Recursos Humanos**

## Contenido

<b>CAPITULO 1: METODOLOGIA DE TRABAJO.....</b>	<b>7</b>
<b>CAPITULO 2: HORMETAL S.A.: .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1 Breve historia de la empresa .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2 Principales productos y servicios asociados: .....</b>	<b>10</b>
<b>2.3 Análisis del mercado .....</b>	<b>11</b>
Mercado Consumidor: .....	11
Mercado Competidor.....	13
Mercado proveedor .....	15
Sustitutos .....	16
FODA .....	16
Esquema de Porter:.....	20
Estrategia Competitiva.....	22
<b>CAPITULO 3: REINGENIERIA DE LA PLANTA INDUSTRIAL .....</b>	<b>25</b>
<b>3.1 Proceso Productivo .....</b>	<b>25</b>
Planeamiento y Control de la Producción (PCP).....	26
Producción: Equipos y Estaciones de trabajo .....	28
Diagrama de Operaciones.....	39
Cursograma Analítico .....	45
<b>3.2 Lay-Out.....</b>	<b>47</b>
Diagrama de Recorrido .....	51
<b>3.3 Estudio de métodos y tiempos .....</b>	<b>56</b>
<b>3.4 Muestreo .....</b>	<b>64</b>
<b>3.5 Gestión de Stock .....</b>	<b>67</b>
Stock de MP .....	72
Stock de PP.....	74
Stock de PT.....	75
Gestión de Sobrantes.....	75
<b>3.6 Higiene y Seguridad .....</b>	<b>79</b>
Seguridad de Puente Grúa .....	79
Estudio de Carga de Fuego y uso de Matafuegos .....	81
Servicios auxiliares .....	86
<b>3.7 Calidad .....</b>	<b>88</b>

Ensayos no destructivos .....	89
<b>3.8 Mantenimiento .....</b>	<b>90</b>
Curva del costo de mantenimiento mínimo.....	93
Mantenimiento de Puentes Grúa.....	94
<b>CAPITULO 4: ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.....</b>	<b>99</b>
<b>4.1 Fundamentos teóricos: .....</b>	<b>99</b>
<b>4.2 Estructura Actual .....</b>	<b>103</b>
<b>4.3 Propuesta de Cambio Organizacional .....</b>	<b>110</b>
Características a considerar .....	110
Impacto de la Reingeniería de Procesos en la Estructura Organizacional .....	112
<b>CAPITULO 5: CONCLUSIÓN Y PLANTEOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>117</b>
<b>5.1 Resumen y Evaluación de las mejoras (Matriz de Impacto) .....</b>	<b>117</b>
Resumen de las mejoras encontradas .....	117
Preselección de mejoras.....	123
Matriz MDOM.....	123
<b>5.2 Metodología propuesta para Proyectos de Reingeniería Operativa.....</b>	<b>124</b>
<b>5.3 Opiniones personales .....</b>	<b>128</b>
<b>Índice de tablas .....</b>	<b>130</b>
<b>Índice de gráficos .....</b>	<b>131</b>
<b>Índice de ilustraciones .....</b>	<b>132</b>
<b>Glosario .....</b>	<b>133</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>134</b>

## **CAPITULO 1: METODOLOGIA DE TRABAJO**

El proceso de reingeniería de la planta se realizó según un método establecido inicialmente por los dos integrantes del equipo, que luego fue revisado y redefinido, buscando encontrar una metodología apropiada para realizar una reingeniería de procesos para casos análogos como aporte para la materia de Proyecto Final.

**En una primera instancia** se indagó sobre la situación global de la empresa, estudiando su historia, sus productos principales y stakeholders más relevantes. Se analizó la posición estratégica de la compañía en base a Fuerzas de Porter y se estudió la situación interna y externa de la empresa a través de una matriz FODA. En esta etapa fueron aplicados conocimientos adquiridos en las materias de Marketing y Planificación Estratégica.

**En una segunda instancia**, se investigó detalladamente los procesos productivos en planta y se identificaron los distintos puntos de mejora. Se relevaron los aspectos directa e indirectamente relacionados con la reingeniería de procesos de una planta industrial. Este paso se realizó con visitas programadas a planta y entrevistas con el Gerente de Planificación y Control de la Producción (PCP). Basado en los conocimientos adquiridos en las materias Organización de la Producción I y II, Investigación Operativa, Formación General III, Calidad e Higiene y Seguridad, se analizaron los siguientes puntos principales:

- Procesos principales de producción, cuellos de botella, capacidad productiva y mantenimiento de equipos.
- Normas de Calidad
- Gestión de Stocks de Materia Prima y Producto Terminado
- Higiene y Seguridad de la planta: cumplimiento de la ley N° 19587 de Higiene y Seguridad en el trabajo.
- Estructura Organizacional y si esta cambió luego del crecimiento sufrido en los últimos años

- Lay Out de la planta.

**En una tercera etapa** se elaboraron las mejoras y rediseños de los puntos relevados en la etapa anterior. Se evaluó el impacto de las mejoras en base a matrices apropiadas, estudios de indicadores claves y como estos mejoran con las propuestas realizadas. Se plantearon reformas en la estructura organizacional y la disposición actual de la planta.

Seguido a esto se analizó la implementación de estos cambios propuestos, planteando los resultados esperados de las mejoras y la relación de costos de llevar a cabo las mismas, mediante un estudio de factibilidad-Impacto de las propuestas.

Gracias a materias como Materiales y Procesos y Construcciones Industriales, se obtuvo el conocimiento técnico adecuado para un entendimiento claro de los procesos de elaboración, maquinas-herramientas utilizadas y materiales involucrados.

**Finalmente** se llevó a cabo un resumen general del trabajo realizado, redactando las opiniones de los autores y concluyendo con la elaboración de una sistematización de la reingeniería de procesos operativos en empresas del rubro.

Nota: Los problemas que se identificaron a lo largo de la investigación, así como también las posibles mejoras que se encontraron se enfatizaron durante el desarrollo del trabajo para luego ser resumidas y evaluadas en el final del mismo.

## **CAPITULO 2: HORMETAL S.A.:**

### **2.1 Breve historia de la empresa**

HORMETAL S.A. es una empresa constructora nacional dedicada a la ejecución de obras llave en mano. Se especializa en la fabricación de estructuras metálicas y pisos industriales para centros logísticos, industrias y agroindustrias.

El amplio plantel de profesionales especializados en la construcción de obras industriales y agroindustriales, y la alta tecnología aplicada en procesos de ingeniería para la fabricación de estructuras metálicas de alma llena, movimiento de suelos y pisos industriales, le otorgan un gran reconocimiento en el mercado, el cual es avalado por más de 25 años de experiencia que le brinda ser parte del Grupo Ostapovich. También pertenecen al grupo las empresas de Pradecon, CMP comercial y Holding construcciones S.A.

HORMETAL S.A. nació en 2004 de la mano de Pablo Gastón Ostapovich, hijo de Pablo Francisco, el titular del holding, con una inversión inicial de 10 millones de dólares. Desde entonces ha desarrollado un sistema constructivo integral que incluye al programa de diseño, cálculo y fabricación de estructuras metálicas poniendo especial énfasis en la aplicación de tecnología y productos de última generación. En el año 2008, la empresa se convirtió en líder del mercado en la Argentina. A partir de allí se comenzó la realización de obras tanto en Uruguay como en Brasil. En el futuro inmediato Hormetal contempla un ambicioso plan de consolidación. Para los próximos años busca afianzarse como una de las empresas referentes en el mercado local y al mismo tiempo continuar apostando fuertemente a la expansión en Brasil, Paraguay y Uruguay, buscando ser líder en el Mercosur. El gran crecimiento que sufrió en estos últimos años le quitó la condición de PyME, teniendo hoy en día más de 500 empleados. Este incremento de la producción no vino acompañado de una planificación ni de un rediseño de procesos. Por esa razón, el objetivo de este Proyecto Final de Ingeniería Industrial es realizar una reingeniería de procesos total de la empresa HORMETAL S.A., para que los mismos sean acordes al crecimiento de la organización y al posicionamiento que desea obtener.

## 2.2 Principales productos y servicios asociados:

La empresa trabaja principalmente sobre 4 unidades de negocios; movimiento de suelos, pisos industriales, fabricación de estructuras metálicas y construcción integral. El principal valor que ofrece Hormetal es el de diseñar los proyectos junto con el cliente, permitiendo que el proyecto sea tan específico como el cliente lo requiera. El sistema constructivo integral desarrollado por el equipo de ingenieros de Hormetal incluye al programa de diseño, cálculo y fabricación de estructuras de alma llena.

Dentro de los modelos más típicos de estructuras metálicas se encuentran los siguientes:

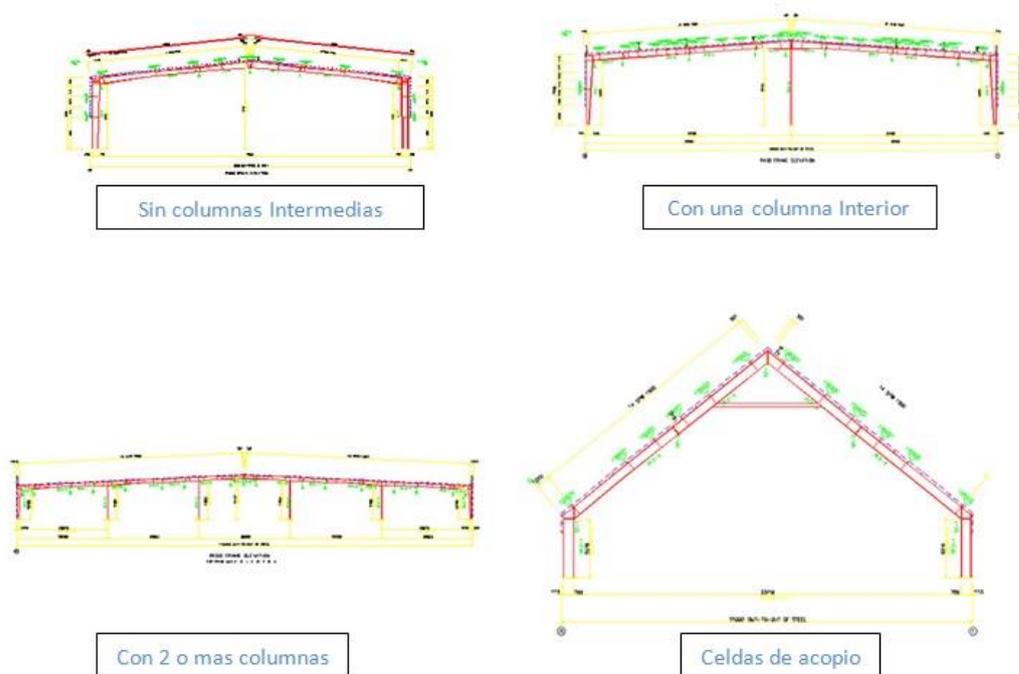


Ilustración 1: Principales productos de la empresa Hormetal

Los componentes necesarios para la fabricación de dichas estructuras son producidos casi en su totalidad dentro de la planta industrial de Hormetal. La principal línea de producción (en cuanto a costo, toneladas de producto y espacio utilizado en planta) es la de fabricación de las vigas y columnas a partir del trabajo de la chapa como materia prima.

Otras líneas de producción son la de fabricación de correas y sistemas de cobertura a partir de bobinas de chapa galvanizada. El resto de los accesorios necesarios para completar las estructuras metálicas son fabricados en el sector herrería.

Para la ejecución de pisos industriales se utiliza la tecnología Láser Screed que permite ejecutar grandes superficies con alta velocidad y precisión milimétrica alcanzando una producción de 4000 m<sup>2</sup> por día de un piso que cumple con todos los requerimientos del tránsito intensivo para uso industrial.



Ilustración 2: Fotos de división de pisos industriales.

## 2.3 Análisis del mercado

### Mercado Consumidor:

Hormetal realiza la ejecución completa de naves industriales para distintos clientes. Entre las obras más importantes se encuentran:

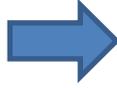


**Empresa:** Coca-Cola

**Superficie:** 22.400 mts

HORMETAL realizó la ejecución completa del nuevo centro de distribución de COCA COLA en el Mercado Central de Buenos Aires.

Ilustración 3: Centro de distribución de Coca Cola. Fuente: Hormetal

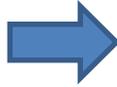


**Empresa:** Disco

**Superficie:** 5.000 mts

HORMETAL realizó en el año 2005 la ejecución completa del supermercado DISCO ubicado en el Centro Comercial Nordelta.

Ilustración 4: Supermercado Disco. Fuente: Hormetal

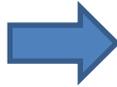


**Empresa:** Wal-mart

**Superficie:** 36.900 mts

HORMETAL lleva realizados aproximadamente 36.900 mts<sup>2</sup> en diferentes provincias de la Argentina como Buenos Aires, La Pampa, Salta y Tucumán, para la cadena internacional de supermercados WAL-MART con su tienda "Chango Mas".

Ilustración 5: Supermercado Chango Más. Fuente: Hormetal



**Empresa:** Unilever

**Superficie:** 4.000 mts

HORMETAL realizó en el 2009 la ampliación del Centro de Distribución de UNILEVER ubicado en la Localidad de Pilar.

Ilustración 6: Centro de Distribución de Unilever. Fuente: Hormetal



**Empresa:** Braswell

**Superficie:** 40.000 mts

HORMETAL BRASIL realizó la ejecución de la planta industrial de BRASWELL en Sao Paulo.

Ilustración 7: Planta Industrial de Braswell. Fuente: Hormetal

### Mercado Competidor

En lo que a obras de estructura metálica se refiere, Hormetal S.A. es uno de los de mayor tamaño en el mercado, tanto en facturación como en cantidad de empleados. Algunos de sus principales competidores son:

#### **Contreras Construcciones S.R.L:**

- Empresa de origen familiar
- Más de 30 años en el rubro
- Oficinas administrativas y en planta en General Pacheco, con alrededor de 400 empleados
- Se especializa en estructuras metálicas para naves industriales, galpones y tinglados.
- Construye estructuras de Hormigón armado, aplicados también en proyectos de carácter arquitectónico.
- Realiza estructuras especiales a medida y pisos industriales de hormigón al igual que Hormetal.
- Tiene en ejecución obras de alrededor de 1000 m2

Si bien tiene un tamaño considerable y realiza obras a medida como Hormetal, Contreras Construcciones no apunta al mismo segmento. Las obras de estructuras metálicas que realiza son de menor tamaño, y construye obras de arquitectura de hormigón.

### **Grandes Techos S.A.:**

- Lleva más de 25 años en el rubro
- Se estima que posee unos 300 empleados
- Cuenta con una fábrica de 2.000 m<sup>2</sup>, ubicada en la zona de Gral. Pacheco.
- Realiza trabajando en la construcción de naves industriales llave en mano
- Se especializa en la construcción de estructuras metálicas mediante sistemas constructivos
- Las obras realizadas son en muchos casos hasta mayores de 5000 m<sup>2</sup>
- A largo plazo desea expandirse por el territorio nacional y países limítrofes

Grandes Techos tienen una visión similar a Hormetal. Sin embargo, la capacidad de su planta industrial es menor, y por lo tanto el segmento en el cual se ubica incluye obras de menor envergadura.

### **STEEL TECH:**

- Desarrolla el diseño, proyecto, fabricación y montaje de estructuras metálicas de grandes luces.
- Cuenta con alrededor de 300 empleados
- Cuenta con sus oficinas administrativas en Belgrano, Capital Federal.
- Se especializa sobre todo en la realización de cubiertas con aislación y/o con ventilación.
- La mayoría de sus operarios son contratados de acuerdo a la magnitud de la obra.

Steel Tech realiza obra de gran tamaño, pero su estrategia competitiva difiere de la de Hormetal. Sus obras son estándares y se focalizan en el precio.

### **Industrias Metalúrgicas Larroque S.A.:**

- Es una empresa joven

- Realiza estructuras metálicas de distintos
- Fabrica también máquinas a medida y especiales con respectivos
- Realiza estudios de lay-out para su ubicación de equipos y reconstrucciones de plantas.
- Cuenta con una oficina orientada al desarrollo y técnica de las obras, y con dos plantas de producción.

Si bien se destaca en otro sector orientado a la maquinaria, no puede dejar de nombrarse ya que ha realizado obras de estructuras metálicas para grandes clientes de consumo masivo.

Se puede concluir que Hormetal S.A. es líder en el rubro de la construcción de Estructuras Metálicas a medida del país. Por un lado, los competidores que realizan grandes obras metálicas, lo hacen de manera estándar. Por el contrario, los que realizan obras a medida, tienen una capacidad de producción menor. Hormetal se diferencia al contar con ambas ventajas, es decir, la realización de estructuras metálicas de gran tamaño y no estandarizadas. Puede realizar esto en base a su gran capacidad productiva.

En cuanto a la competencia a nivel internacional, considerando las últimas obras de Hormetal en Brasil y Uruguay, existen grandes empresas brasileras líderes en su país que ofrecen productos de similar calidad y características. Algunas de las mismas son “MettaConstucoes Tecnologias” y “Abrangea Montagens e Manutencao Industrial”. Sin embargo, dichas empresas cuentan con una estructura de costos muy distinta a Hormetal ya que se dedican principalmente a obras mayores a los 30.000 m<sup>2</sup>. Esto le da a Hormetal una ventaja comparativa a la hora de presentarse en las licitaciones en Uruguay y Brasil por obras menores a 30.000 m<sup>2</sup>.

### **Mercado proveedor**

Los principales proveedores de Hormetal para el abastecimiento de chapas de distintas dimensiones y para el abastecimiento de bobinas de chapa de distintos tipos Ternium-Siderar quienes cuentan con un alto poder de negociación dado su gran tamaño y nula competencia. Sin embargo en la turbulenta actualidad del país contar con un

proveedor robusto puede ser una ventaja ya que el riesgo de que dichos proveedores desaparezcan es bajo, considerando que el grupo Techint es líder a nivel mundial. Para el abastecimiento de perfiles laminados esta Arcelor Mittal Gipuzkoa, S.L.U de quien se importa desde España a través de Sidersa. El actual escenario de atraso cambiario con respecto a la inflación que se presenta en Argentina da un beneficio temporal en cuanto a los costos de la materia prima importada.

### **Sustitutos**

Las estructuras metálicas son hoy en día la única solución económicamente factible y estructuralmente viable para construcciones de naves industriales. Sin embargo el desarrollo tecnológico del Hormigón y la aplicación de la nanotecnología en cerámicos puede generar en un futuro no muy lejano un sustituto a las estructuras metálicas. Podrían considerarse como sustitutos los galpones ya construidos, que un potencial cliente puede alquilar o comprar, sin embargo las posibilidades de que un galpón antiguo compita en requerimientos con una estructura nueva y a medida son muy acotadas.

### **FODA**

Se muestra a continuación un cuadro con los factores internos y externos que se encuentran preponderantes para la empresa. El área de avance es aquella que cruza situaciones comunes entre las fortalezas internas de la empresa y las oportunidades externas a la misma. Son los puntos en donde la empresa podrá aplicar al máximo su ventaja competitiva. El área de defensa, por el contrario, es la que encuentra lazos entre los puntos débiles de la empresa y las amenazas del afuera. En estos puntos la empresa debe tomar una postura de resguardo a través de una estrategia defensiva para evitar verse afectada por las falencias de competitividad en estas áreas.

FODA		Oportunidades			Amenazas		
		Desarrollarse en Brasil y Uruguay	Expandirse a otros países de Latino América	Ingeniería interna	Atraso cambiario, perjudicial para la venta al exterior en moneda internacional.	Riesgo de competencia en base a nuevas tecnologías	Trabas a la importación de maquinarias y repuestos
Fortalezas	Flexibilidad de producción	X	X				
	Tecnología de punta	X	X				
	Líder en el rubro en Argentina	X	X				
	Experiencia	X	X				
	Personal 100 % propio para el montaje	X	X	X			
Debilidades	Asimetría de Estructura Organizacional acorde al tamaño de la organización			X			
	Carencias en el mantenimiento de los equipos			X			X
	Mala comunicación entre sectores			X		X	
	Déficit en el control de calidad			X		X	
	Déficit en la gestión de índices y Control de costos			X	X		

Tabla 1: FODA de la Empresa

## *Factores Internos*

### Fortalezas:

- 1) **Flexibilidad en la producción:** las naves industriales Premium que realiza la empresa son diseñadas junto con el cliente, mientras que la planta está preparada para producir cualquier proyecto que surja de los planos de las obras. Aun si son piezas únicas.
- 2) **Tecnología de punta:** Hormetal ha desarrollado la ejecución de pisos industriales, consiguiendo mediante esta tecnología alcanzar una alta calidad en nivelación y terminación superficial. Cuenta también con avanzados software de diseño y optimización y la sección de pintura trabaja con lo último del mercado.
- 3) **Líder del rubro en el país:** Hormetal es líder en la producción de estructuras metálicas. Según la edición especial de la revista El Cronista, figura entre las 100 empresas de más facturación del país.
- 4) **Experiencia:** el Grupo Ostapovich tiene más de 25 años de experiencia en el mercado de la construcción. Lo que le da una clara ventaja contra los nuevos competidores. A su vez cuenta con el respaldo operativo de las otras empresas pertenecientes al grupo.
- 5) **Personal 100% propio para el área de montaje:** anteriormente se contaba con gran porcentaje de mano de obra contratada para esta etapa. Hoy en día todo el personal para el montaje de las estructuras metálicas es efectivo de la compañía, garantizando la calidad, seguimiento y control en todas sus obras.

### Debilidades:

- 1) **Asimetría de Estructura Organizacional acorde al tamaño de la organización:** La empresa ha crecido a un alto nivel en los últimos años cruzando la barrera de pyme, aumentando tanto su patrimonio como cantidad de personal y operaciones. Este acelerado crecimiento no fue acompañado con una estructura organizacional acorde a la Teoría de la Organización Natural.
- 2) **Carencias en el mantenimiento de los equipos:** Dada la gran cantidad de máquinas y dependencia del funcionamiento de los puentes grúa, el

mantenimiento de los equipos debería ser un área fundamental. El actual sección de mantenimiento no se encuentra a la altura de las necesidades de la planta.

- 3) **Mala comunicación entre sectores:** el flujo de información y producción no es el más eficiente. Los diferentes sectores de la compañía no funcionan como un sistema único.
- 4) **Ausencia de un adecuado control de calidad:** no se cuenta con una unidad especializada en el Control de Calidad, ni con un método predefinido para la realización de las tareas. Tampoco se ha logrado aún certificar ISO 9001.
- 5) **Deficiencias en la gestión de índices y control de costos:** La falta de una efectiva gestión en base a una correcta elección de índices, no permite a la empresa detectar los sectores más y menos productivos de la planta.

### *Factores Externos*

#### Oportunidades:

- 1) **Desarrollarse en Brasil y Uruguay:** en los últimos años la empresa empezó a ganar licitaciones fuera del país, aprovechando la poca oferta en Uruguay y el gran desarrollo y demanda en Brasil. Tiene una gran oportunidad de asentarse en estos mercados.
- 2) **Expandirse a otros países de Latinoamérica:** es uno de los objetivos a mediano y largo plazo ser una empresa de referencia en todo este sector.
- 3) **Ingeniería interna:** una disminución en las inversiones a nivel nacional, producto de la crisis económica, afectará directamente el número de obras que Hormetal realizará en el país. *Esta situación podría generar una capacidad ociosa que podría ser usada para realizar Ingeniería Interna buscando resolver los problemas que fueron omitidos en los tiempos de máxima producción.*

#### Amenazas:

- 1) **Situación de atraso cambiario:** Esto quiere decir que la inflación crece en mayor medida que la tasa de cambio, la cual se mantiene en teoría constante. El atraso cambiario es desfavorable para empresas o proyectos exportadores,

ya que sus costos son sensibles a la inflación en pesos, pero sus ingresos en dólares se mantienen fijos. Esta situación se da para obras en el exterior, las cuales se cotizan en moneda internacional. De mantenerse la medida, podrá afectar el desarrollo y expansión fuera del país.

- 2) **Riesgo de competencia en base a nuevas tecnologías:** el desarrollo de nuevas tecnologías en estructuras de hormigón pretensado, en “nano-cerámicos” y en los nuevos conceptos de estructuras modulares o sistemas constructivos son una de las mayores amenazas que tienen las estructuras metálicas.
- 3) **Trabas a la importación de maquinaria y repuestos:** un problema sobre todo a la hora de diferenciarse de las empresas fuera del país. Las políticas que hoy afectan a la Argentina ponen a cualquier empresa en desventaja cuando tiene que competir en el exterior.

### Esquema de Porter:

En base al análisis de los mercados se realizó la cruz de Porter, donde se estudiaron los poderes de negociación de cada uno de sus actores.

- **Poder de negociación de los Proveedores:** alto, al estar monopolizado el mercado. Esto se refleja también en las **altas barreras de entrada** que tienen los competidores potenciales. En primer lugar, en cuanto a inversión y luego en nivel de experiencia y desarrollo necesario para estar al nivel de integración de la cadena que tiene Hormetal.
- **Poder de negociación de los Clientes:** bajo, ya que Hormetal es líder en la industria, realizando los proyectos más grandes del país en cuanto a estructuras metálicas. El proceso de contratación se realiza mediante la modalidad de licitación. La misma se gana garantizando en primer instancia la calidad de la construcción, y luego la oferta más económica.
- **Amenaza de entrada de sustitutos:** Las naves industriales se realizan mediante estructuras metálicas, teniendo como ventaja la posibilidad de contar con grandes luces. El remplazo que hoy en día podría considerarse serían estructuras de Hormigón pretensado, pero el tamaño de la construcción sería

un limitante. Se están desarrollando mejoras tecnológicas en cerámicos por medio de nanotecnología, las cuales permitirán una mayor resistencia a la tracción de los mismos. Si bien este podría ser un posible sustituto en un futuro, las ventajas de las estructuras metálicas para construcción de naves industriales son muy evidentes como para considerar otro tipo de construcción, por lo que en conclusión se considera una baja amenaza de entrada de sustitutos al menos en el corto plazo.

- **Amenaza de nuevos competidores:** Las barreras de entrada se consideran altas dado que los competidores actuales se encuentran con el respaldo de contar con experiencia de más de 20 años en el rubro, tiempo necesario para desarrollar de forma completa y eficiente la cadena del negocio.
- **Relación con los Competidores Actuales:** Como resultado del análisis del Mercado Competidor y de la matriz FODA se puede concluir que Hormetal posee la mayor fuerza dentro del segmento en el que se encuentra, ya que posee una porción de mercado mayor a la de sus competidores como lo indica su facturación, y su posición de líder nacional.

Dadas las características del negocio y los poderes de todos los actores, se determinó que la Fuerza más grande y por lo tanto la más importante a la hora de analizar la cadena de valor del negocio, es la del Poder de Negociación de los Proveedores. Específicamente el gran poder de negociación que tiene el Grupo Techint sobre toda la industria Metalúrgica.

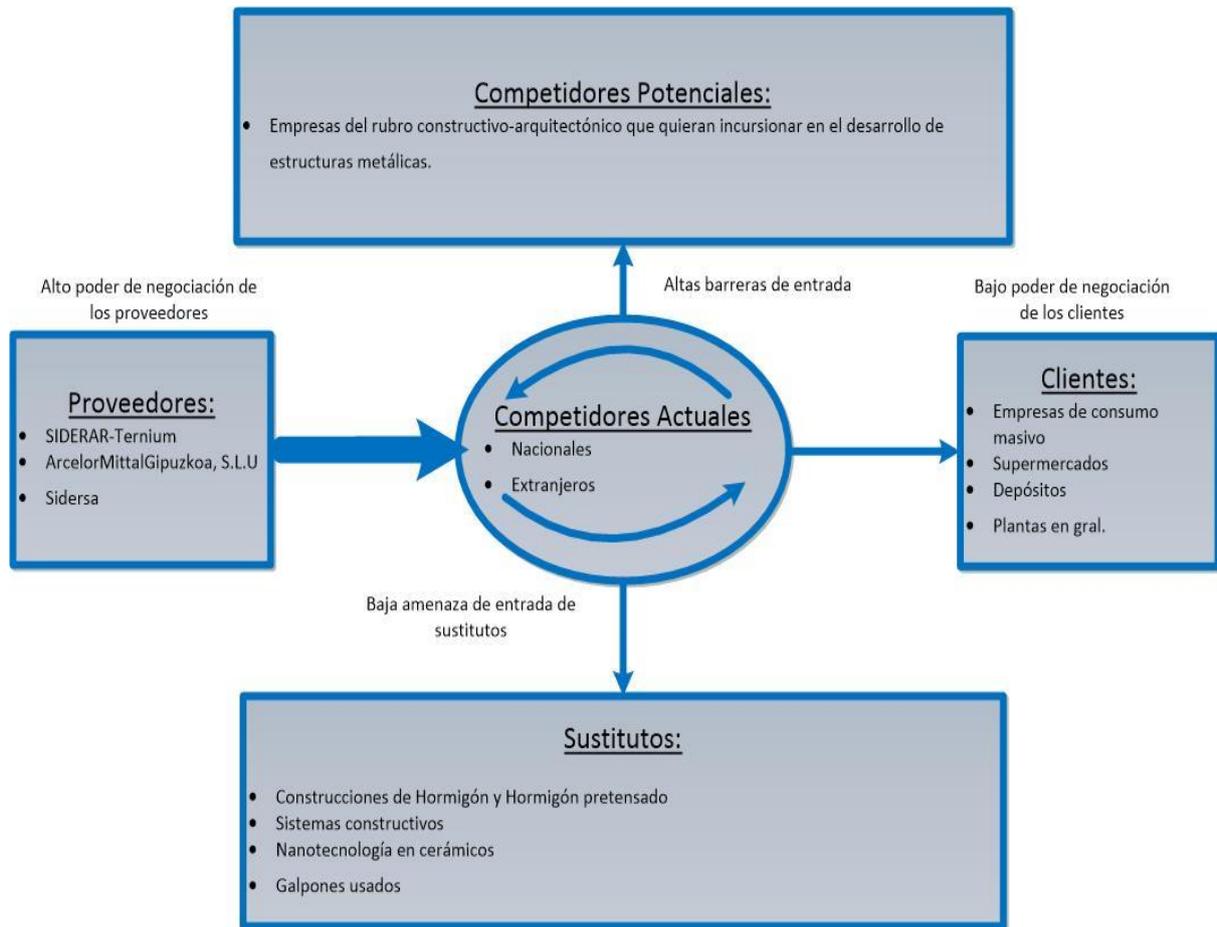


Gráfico 1: Fuerzas de Porter

### Estrategia Competitiva

En base al análisis FODA y Porter, se puede concluir que la estrategia competitiva de Hormetal apuesta por una fuerte Respuesta a los requerimientos de la demanda, proporcionando obras a medida en base a las especificaciones solicitadas por el cliente. Se hace foco en la **Diferenciación** de sus obras, centrándose en la flexibilidad del diseño de estructuras como ventaja competitiva. Hormetal pone un especial énfasis en la aplicación de tecnología de punta y maquinaria de última generación para materializar los diversos requerimientos de cada cliente. Su gran planta de producción y su numeroso equipo de personal capacitado permiten ofrecer plazos de entrega de las obras terminadas menores que el estándar de la industria garantizando una calidad acorde a las exigencias del cliente. A partir de estas políticas Hormetal

busca seguir consolidándose como referente en el mercado local y continuar con el plan de expansión regional en los mercados de Uruguay y Brasil.

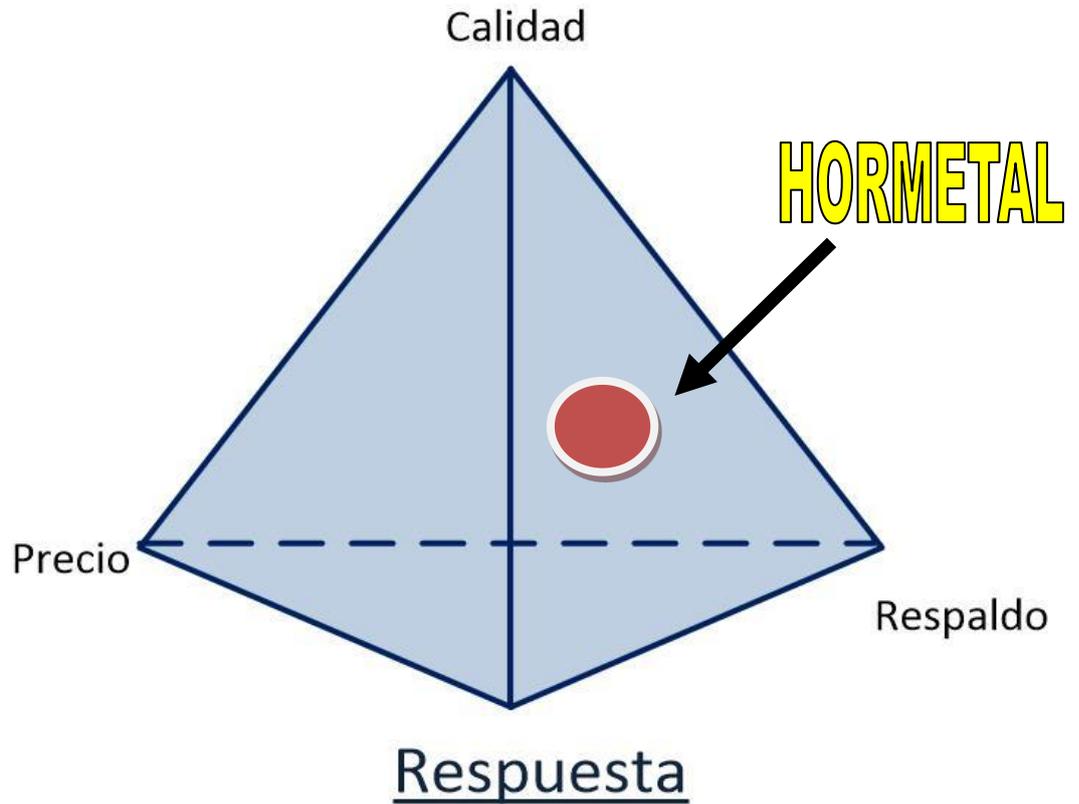


Gráfico 2: Estrategia competitiva



## **CAPITULO 3: REINGENIERIA DE LA PLANTA INDUSTRIAL**

### **3.1 Proceso Productivo**

El Proceso Productivo comienza con la presentación de Hormetal a licitaciones por obras determinadas.

En caso de ganar la licitación el segundo paso es el de diseñar con el cliente la obra a realizar con todas las especificaciones requeridas.

Una vez convenido el presupuesto y diseño de la obra, el Departamento de Técnica es el encargado de realizar todos los cálculos de estructura y de entregar como output a la oficina de Planeamiento y Control de la Producción (PCP) los planos de todas las piezas que serán necesarias para dicha construcción.

El departamento de PCP es el encargado de planificar la producción mensual estableciendo tiempos y prioridades. El plan de producción es recibido por el departamento de Producción quien se encarga de coordinar la producción diaria en toda la planta. Los productos salen de la línea de producción al almacén de producto terminado ([Ilustración 11](#)) con sus respectivos códigos de obra y su administración se transmite desde el departamento de Producción al departamento de Logística quien se encarga de cargar y despachar los camiones de despacho a sus respectivas obras. A su vez PCP recibe de los departamentos de Producción y Logística los códigos de los productos terminados y despachados.

Este flujo de Producción es acompañado por otro flujo de información que delimita responsabilidades entre los departamentos y un reflujo de información que corresponde a los reclamos/faltantes sobre la producción directa entregada por alguno de los otros departamentos.

En el siguiente **flujograma ilustrativo** se puede ver el flujo de la producción directa (rojo) y reflujo de información (verde) entre los distintos sectores.

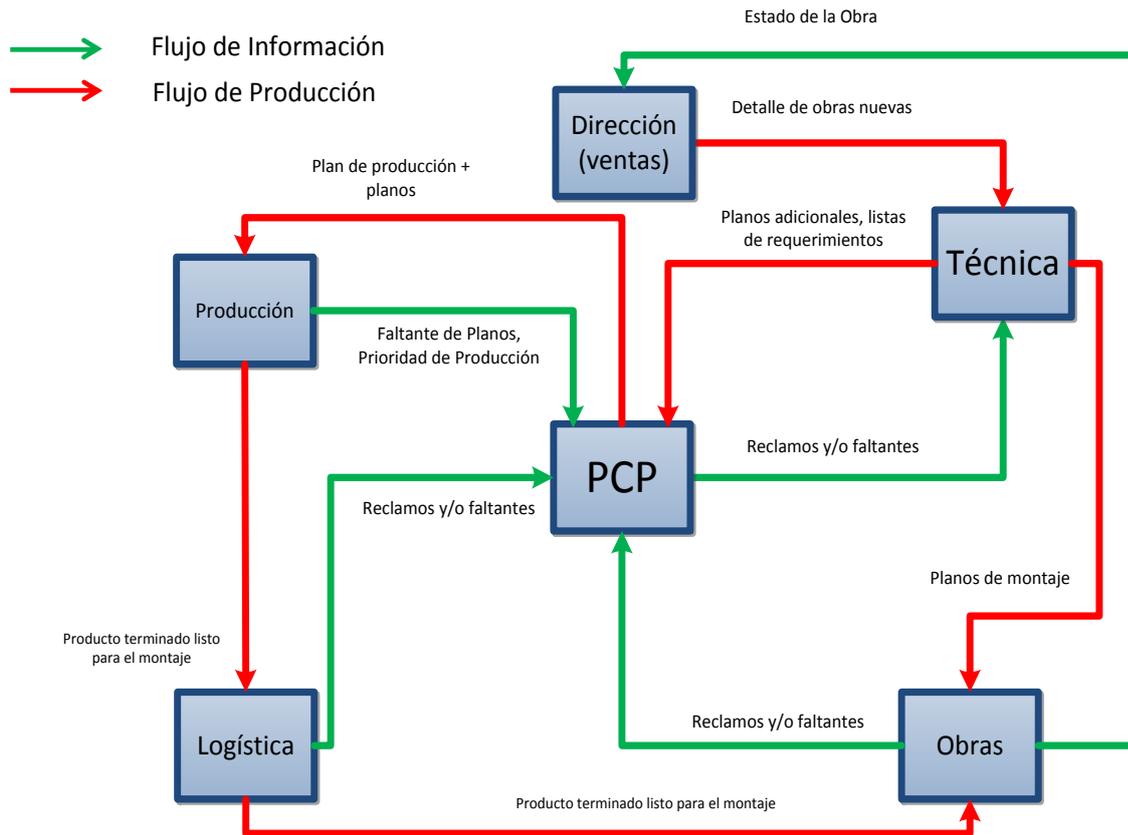


Gráfico 3: Flujograma de Información

Los reflujos pueden generarse en las distintas etapas por diferentes razones. Dentro de la Planta cuando se fabrican piezas defectuosas o cuando hay reclamos/faltantes por errores en el diseño del departamento de Técnica, errores en el planeamiento de PCP, o pérdida de planos en Producción. En las obras se generan reclamos/faltantes cuando existe un mal montaje de las obras, el cliente tiene alguna queja sobre alguna parte de la estructura durante el montaje, los materiales se arruinan por mal manipuleo o condiciones meteorológicas (grandes tormentas pueden tirar abajo estructuras semimontadas teniendo que fabricar nuevamente toda la estructura metálica nuevamente).

### Planeamiento y Control de la Producción (PCP)

Las principales tareas del departamento de Planeamiento y Control de la Producción consisten en armar un plan de producción anual, mensual, semanal y diaria en función de la información de prioridades y obras que obtiene de la Dirección. Planeamiento y Control de la Producción elabora un diagrama de Gantt anual con los todos los

proyectos de Hormetal estimando sus duraciones en base a la Capacidad de Producción de la Planta.

*La Capacidad de la Planta es calculada en base a un índice de toneladas mensuales, la cual actualmente es de 500.000 kg/mes. Dicho índice de gestión no es el más recomendable. Si bien es útil para medir en promedio cuantas toneladas puede producir la planta mensualmente, no se considera que sea un buen indicador para medir la productividad de las estaciones de trabajo ya que el nivel de dificultad y tiempo necesario para la fabricación de las distintas piezas no es proporcional a su peso.*

Como se puede observar en el flujo de información ([Grafico 1](#)), el papel del departamento de Planeamiento y Control de la Producción es principal en cuanto a la administración del flujo de la información ya que todos los departamentos Operativos reportan el producto de sus tareas y elevan sus reclamos al mismo.

*La tarea de coordinar los distintos departamentos de Logística y Producción, atender los reclamos de Obras, recibir las modificaciones de planos por errores en el departamento de Técnica y acatar las órdenes de la directiva que modifican las prioridades sobre la marcha hace que PCP sea una zona donde la aparición de conflictos es inevitable.*

*Los problemas se complican más cuando el flujograma de información deja de cumplirse, generándose PD sin sus correspondientes responsabilidades. Este es el caso de los jefes de Obras que en ocasiones ingresan a la planta con los planos de sus faltantes entregándolos directamente en las estaciones de trabajo sin informar a PCP, imponiendo prioridad máxima, lo que quiebra el plan de producción y desordena toda la línea.*

Se continúa el análisis de los flujos de información y relaciones entre departamentos en el Capítulo 4 ya que se consideraran soluciones que impacten en la estructura organizacional de la empresa.

### **Producción: Equipos y Estaciones de trabajo**

El departamento de Producción se encarga de asignar las tareas de cada uno de los operarios en todas las estaciones de trabajo. Si bien el plan de producción diario es determinado por el departamento de PCP es responsabilidad de Producción la administración de la fuerza de la mano de obra para lograr el eficiente funcionamiento de la líneas.

Siguiendo el orden de la línea de producción principal, las primeras estaciones de trabajo son Guillotina, Pantógrafo y Plasma, donde se realizan los distintos cortes de forma de las chapas. Luego le siguen las estaciones de armado: el Pórtico de soldadura (o Molde), Plantillado, Resoldado; y por último las estaciones de terminación que son Rectificado y Pintura. Existen otras estaciones de trabajo auxiliares en Herrería, Zinguería y Maquina-Multifunción (conocido como GEKA dentro de la planta).

**Dotación y turnos:** La planta contaba cuenta con 3 turnos de 8 horas, con personal rotativo entre semanas, de 6:00 a 14:00, de 14:00 a 22:00 y de 22:00 a 6:00, aunque recientemente paso a trabajar solo los turnos de 6:00 a 14:00 y de 14:00 a 22:00 cerrando la planta durante la noche. La razón de esta reducción a 2 turnos fue el gran costo fijo que supone mantener abierta la planta durante la noche, sumado a que en el turno noche no se encontraba en la planta, ninguno de los responsables principales de los departamentos, quienes trabajan de 8:00 a 18:00. La falta de autoridades durante la noche causaba perdida de eficiencia y faltantes de herramientas y otros objetos de la planta.

A continuación se presenta un flujograma completo de la línea principal de Producción, para comprender las etapas del proceso productivo y las decisiones que involucra.

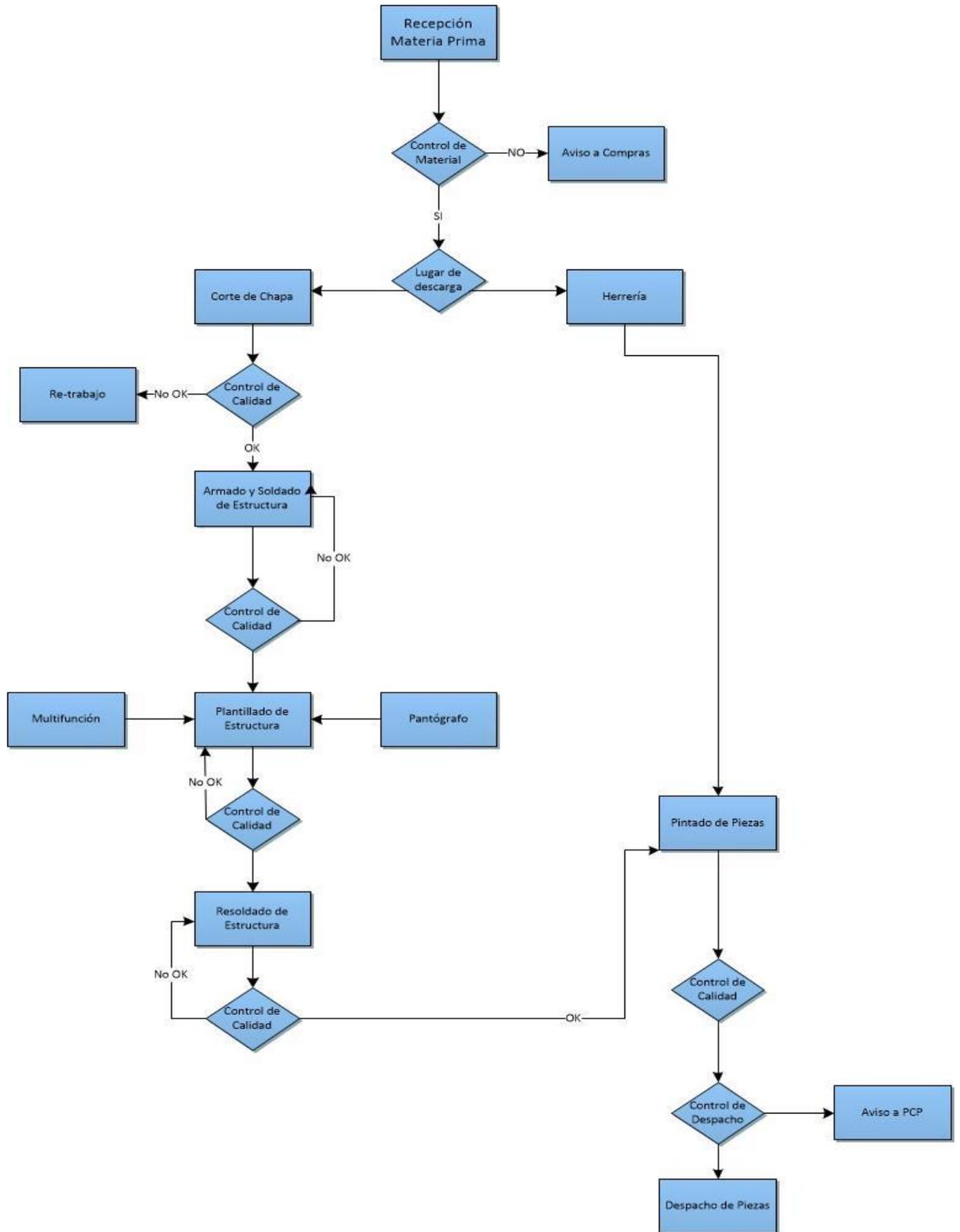


Gráfico 4: Flujograma total de Producción

### **Guillotina**

La estación de trabajo Guillotina consiste en una máquina-guillotina de gran tamaño que es operada por dos personas. Se utiliza principalmente para cortar almas y flejes para la fabricación de vigas a partir de chapas laminadas de 1500mm X 6000mm de espesores 3,2mm; 4,8mm; 6,4mm; 7,9mm; 9,5mm y 12,7mm(materia prima). También se encarga de abastecer a la maquina multifunción (GEKA) con pequeños cortes que permitan su manipulación en dicha estación de trabajo. Según los índices utilizados su capacidad es de 200.000kg mensuales. Se adjunta a continuación el flujograma correspondiente a esta estación de trabajo.

La Guillotina es una de las estaciones de trabajo más críticas, ya que se encuentra en constante operación a pesar de no ser el cuello de botella principal de la planta. Esto se debe a que se complementa con el plasma y pantógrafo para las operaciones de corte, teniendo en total una capacidad mayor a 500.000kg mensuales. Además siempre tiene tareas de corte alternativas si no cuenta con planos de corte; como refilar sobrantes y abastecer a la máquina multifunción.



Ilustración 8: Sector Guillotina

*Se puede decir que la máquina-guillotina se encuentra muy desgastada, debido a la falta de procedimientos en su uso y el pobre mantenimiento que se le realiza. Uno de los principales problemas que presenta es que muchas de las zapatas (que sostienen la chapa durante el corte) se encuentran estropeadas y mueven la chapa unos milímetros durante el corte, quitándole calidad y precisión al mismo. La empresa está en planes de adquirir una nueva guillotina para reemplazar o complementar a la guillotina actual.*

### ***Pantógrafo***

La estación de trabajo Pantógrafo se encarga de realizar los cortes de las chapas de mayor espesor por medio de la máquina de Oxicorte. Fabrica principalmente accesorios de las vigas que son pequeños pero de gran espesor que se almacenan sobre pallets detrás del pantógrafo hasta ser necesitados por el sector de plantillado para luego ser utilizados por la estación de trabajo Plantillado cuando las necesite.

Para operar el Pantógrafo es necesario de una persona, aunque desde que cerró el turno noche, uno de los turnos opera con 2 personas. Se optó por esta opción temporalmente buscando aumentar la producción del pantógrafo. Una segunda razón para mantener al tercer operador del pantógrafo en el puesto a pesar de no ser indispensable es la de contar con un reemplazo en caso de ausencias o riesgo de renuncia de los otros dos, dado que los procedimientos que se llevan a cabo en esta estación de trabajo son bastante complejos. Sin embargo, se observó que la productividad de la estación de trabajo no ha mejorado.

*Esto se debe a las características de la operación y la falta de supervisión en la metodología de trabajo. Se recomienda relevar el actual procedimiento de la estación de trabajo y luego buscar optimizar los tiempos de la misma mediante un diagrama Hombre-Máquina.*

### ***Plasma***

Esta estación de trabajo cumple básicamente la misma función de la guillotina de cortar almas y flejes para la fabricación de vigas sumado a otros cortes más complejos que incluyen punzonados y figuras no simétricas. Cuenta con un software de optimización del espacio, permite obtener por medio de una sola corrida una gran cantidad de piezas que a su vez se ubican en la chapa materia prima de manera que el scrap y los sobrantes generados sean la menor cantidad posible.



Ilustración 9: Plasma (izquierda) - Pantógrafo(Derecha)

*Para operar el Plasma (ilustración 9) es necesaria una persona, aunque cuando las chapas a cortar son de 12 metros de largo, generalmente recibe ayuda de algún otro sector para el manipuleo de la misma hasta la máquina.*

*Un problema que se ha detectado es que en algunas ocasiones el plasma se detiene. Según la opinión del Jefe en Sistemas esto se debe a que el ordenador, donde se encuentra el sistema operativo para realizar los cortes que realizará la máquina, se encuentra fijo a la parte móvil del mismo y cuenta con un disco duro que se deteriora por los movimientos y vibraciones en cada operación, ocasionando desajustes y cortocircuitos en el mismo. Se recomienda evaluar la posibilidad de desvincular físicamente al sistema operativo de la máquina en sí, o bien cambiar el disco giratorio por una memoria fija.*

Se adjunta a continuación el flujograma correspondiente al sector de corte:

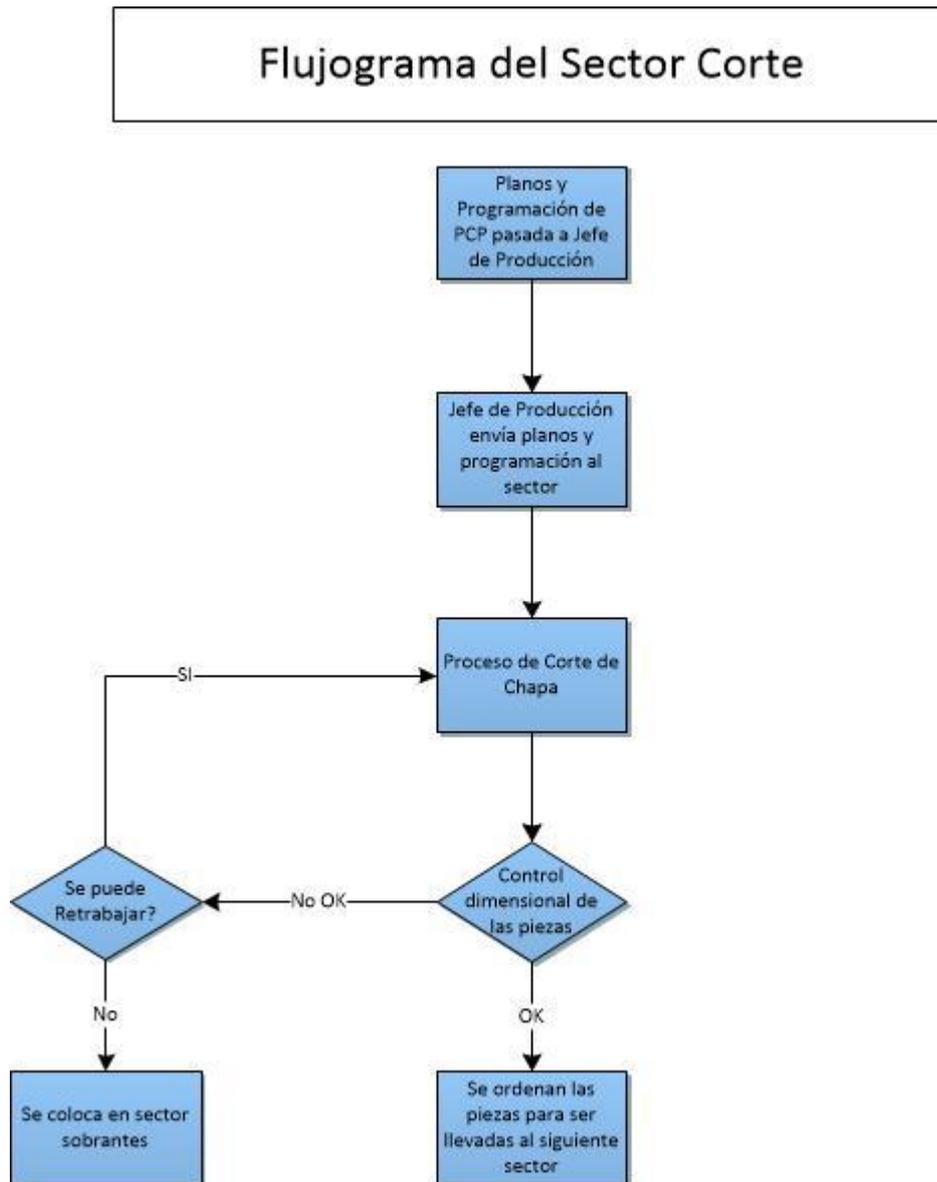


Gráfico 5: Flujograma sector Corte

### ***Pórtico de soldadura***

El Pórtico de soldadura, (también llamado molde), recibe de las estaciones de corte, las almas y flejes para armar las vigas.

El armado de las vigas se realiza en dos etapas; primero el alma dentro del molde, con los flejes a los costados, se lo prensa y luego se lo fija mediante el punteado de soldadura a lo largo de la pieza. Luego se lleva la pieza al comienzo del molde donde se encuentra el pórtico de soldadura, el cual completa el cordón de soldadura a lo largo de toda la pieza afirmando completamente los flejes al alma, constituyendo así la viga.

Estas operaciones así como también la carga y descarga de las vigas/columnas al molde son realizadas de forma combinada por 8 personas por turno.



Ilustración 10: Pórtico de Soldadura

Se muestra a continuación el Flujograma correspondiente al pórtico de soldadura:

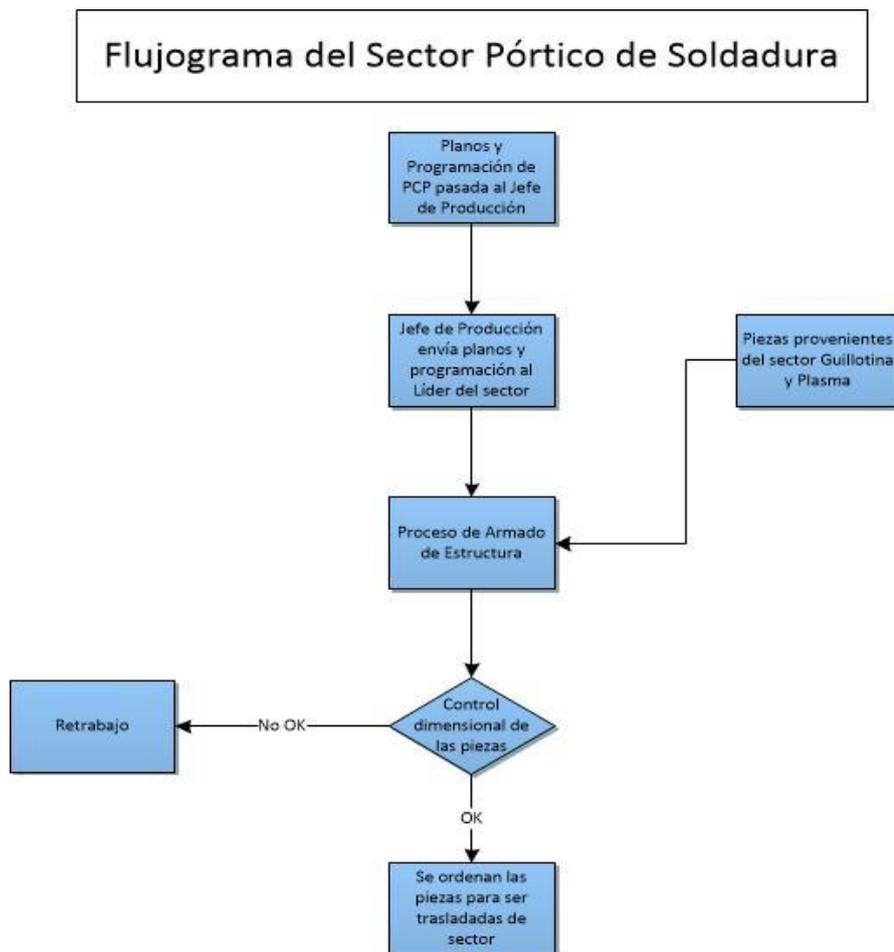


Gráfico 6: Flujograma sector Pórtico de Soldadura

*El Pórtico de Soldadura es el “cuello de botella de la planta”, considerando la definición técnica de cuello de botella; ya que si la planta está funcionando a máxima capacidad, es el proceso más lento y que limita la producción. Se justificará dicha aseveración en la sección de Estudio de Métodos y Tiempos.*

**Plantillado**

En la estación de trabajo plantillado, se toman las vigas/columnas que salen del pórtico de soldadura, y se le agregan todos los accesorios que debe tener según los planos. Los accesorios que se agregan a las vigas ya armadas son, bridas, planchuelas, apoya correas. Durante el plantillado las piezas se unen a la viga por medio del punteado de soldadura manual. En la estación de plantillado trabajan 6 personas por turno.

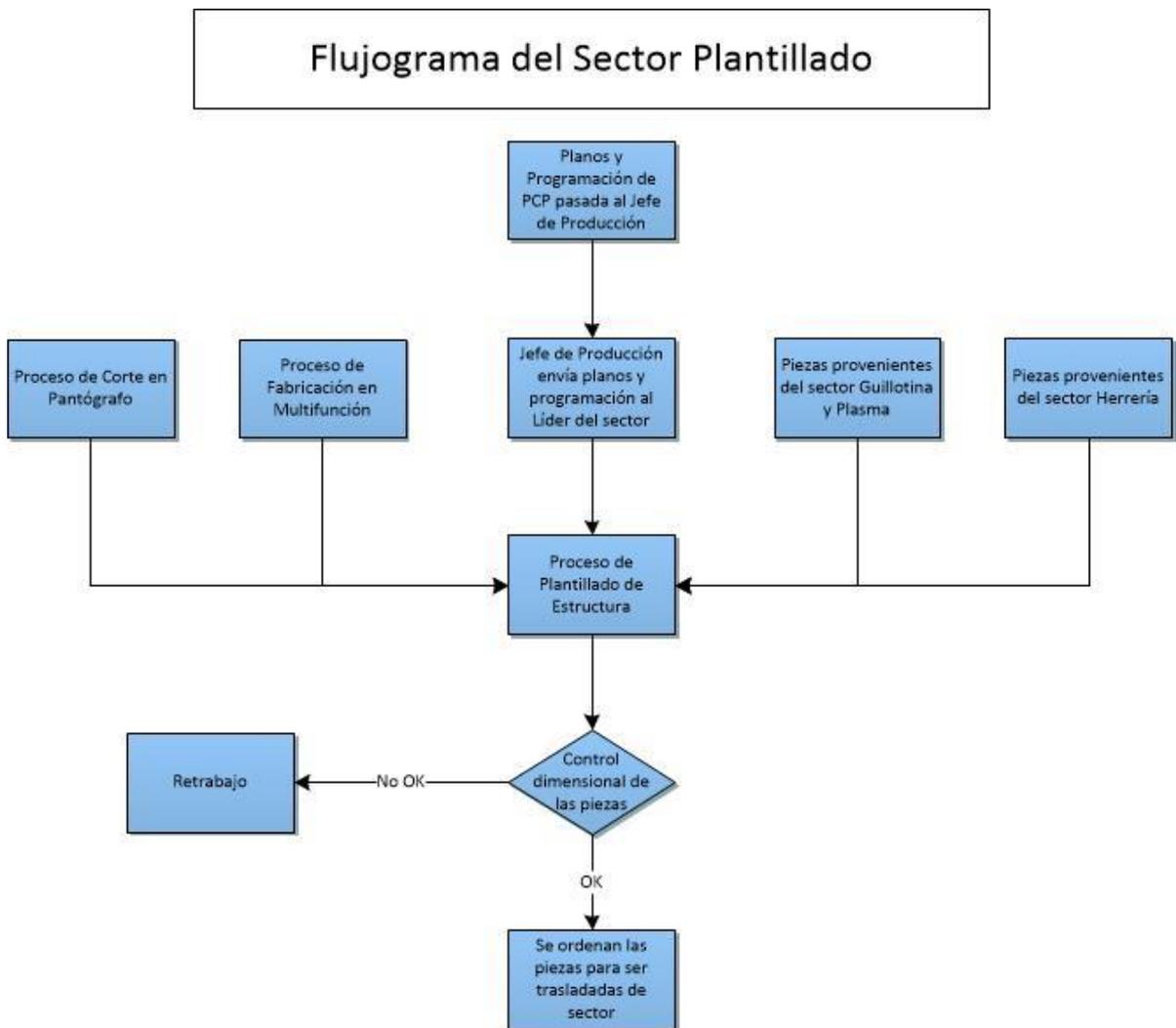


Gráfico 7: Flujograma Sector Plantillado

### Resoldado

En la estación de trabajo Resoldado, se reciben las vigas/columnas plantilladas para terminar de fijar los accesorios a las mismas completando manualmente los cordones de soldadura por medio del sistema de soldadura MIG. En esta estación trabajan 6 personas por turno. Anteriormente el personal de esta estación se encargaba de las operaciones de rectificadas, pero esto afectaba su pulso y por lo tanto la calidad de su soldadura.

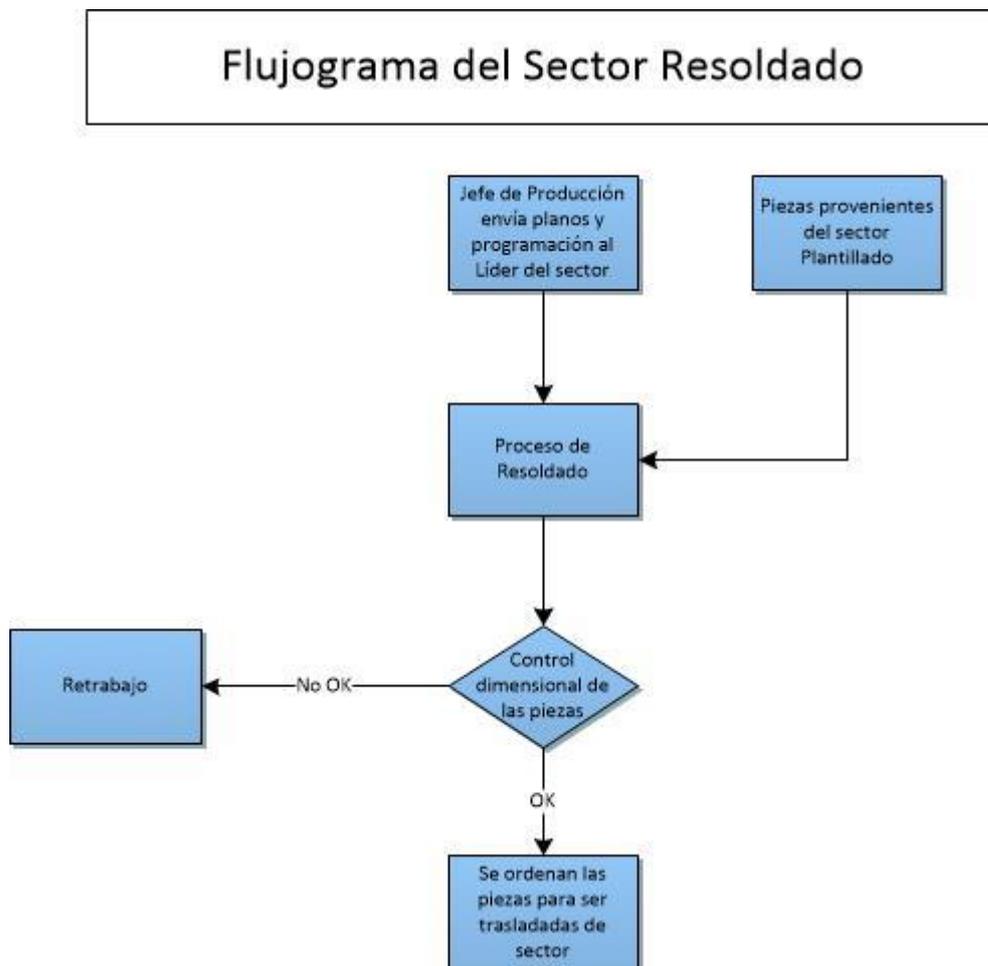


Gráfico 8: Flujograma Sector Resoldado

### Rectificado y Pintura

En la estación de rectificadas todas las vigas/columnas en su versión completa son inspeccionadas y corregidas todas las terminaciones mediante el uso de amoladoras y

otras herramientas de rectificado. Estas operaciones están a cargo del personal de la estación de trabajo Pintura. Esta estación es la última estación de trabajo de la línea principal de producción. Las vigas son transportadas mediante un puente grúa dentro de una cabina de pintura donde se le aplica un baño de pintura sintética a la totalidad de la pieza.

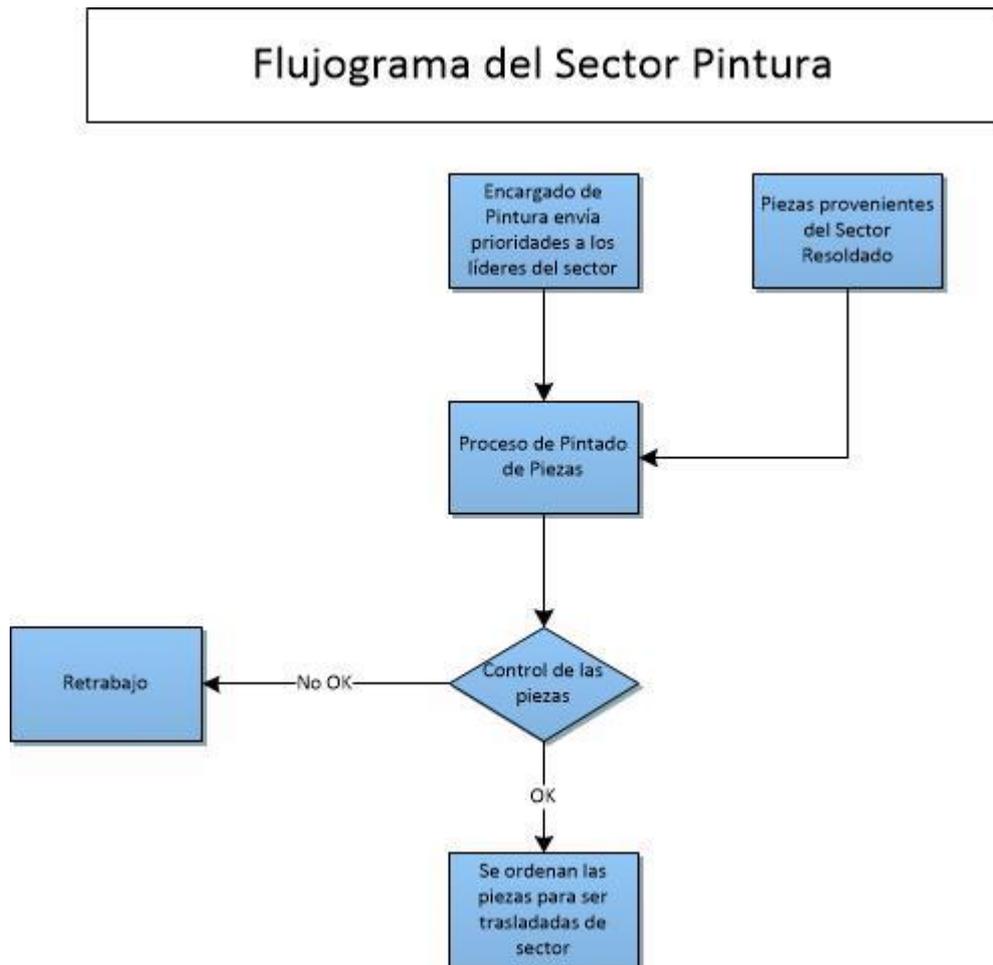


Gráfico 9: Flujograma Sector Pintura

### *Herrería*

El sector de herrería esta fuera de la línea de producción y cuenta con múltiples maquinas como roscadoras y multifunción, que se utilizan para fabricar distintas piezas necesarias para el montaje de las estructuras metálicas. Algunas piezas abastecen al

sector plantillado y otras van directamente a las obras. El personal de herrería es de 10 operarios por turno.

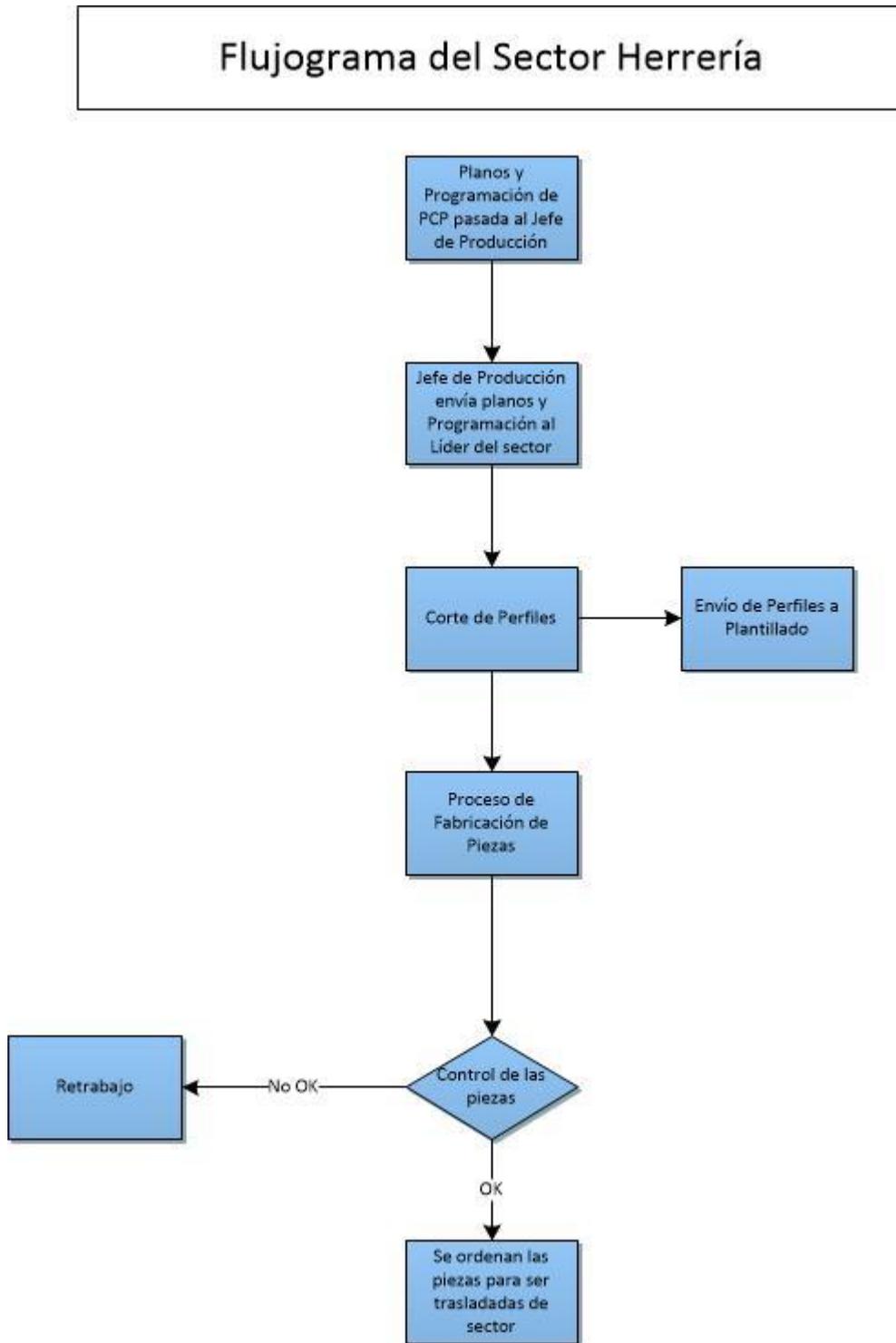


Gráfico 10: Flujograma Sector Herrería

### *Zinguería*

El sector de zinguería, es una línea de producción paralela, la cual utiliza las bobinas de chapa para conformar los techos de las estructuras metálicas. Para ello se utiliza principalmente una maquina conformadora, y otras herramientas de corte, doblado y engrapado. El personal del sector es de 6 personas por turno.



Ilustración 11: Sector Zinguería

El ritmo de producción de este sector es mucho mayor al de la línea principal por lo que no representa un proceso crítico por sí solo, y ya que se trata de un proceso independiente, se está considerando trasladarlo por completo a otra planta en caso de necesitar mayor espacio para la línea principal.

*Un problema que se observó en este sector es cuando se realiza el cambio de bobina en la maquina conformadora. Dado el gran peso de las bobinas, dicho movimiento debe realizarse mediante el Puente Grúa 1 colocando el soporte dentro de la bobina. Esta operación es llevada a cabo por un solo operario lo que la hace muy lenta; reteniendo el Puente Grúa por gran cantidad de tiempo. En varias ocasiones esta situación termina en que los operarios que están en espera para la utilización del Puente Grúa 1 ayudan al operario de de zinguería a terminar de cambiar la bobina para poder llevarse el puente grúa.*

### **Diagrama de Operaciones**

Considerando que existen múltiples productos fabricados en la planta; y que la mayoría no responden a un modelo estandarizado, sino que dependen de los planos de cada obra, se hará hincapié en la principal línea de producción (vigas y columnas) que es donde se encuentran los procesos más críticos de la planta. Por lo explicado

anteriormente y para simplificar el estudio del proceso productivo se modelará el proceso productivo de una viga/columna tipo. Tener en cuenta que cada obra presentara distintos diseños incluso para piezas que cumplen igual función, por lo que los procesos de fabricación y detalles serán distintos para cada una de ellas.

La materia prima principal utilizada en este diagrama de operaciones son chapas laminadas de 1500mm X 6000mm de espesores 4,8mm(alma) y 6,4mm(flejes).El proceso comienza con el corte de la chapa en las formas de alma y flejes que serán las piezas principales en el armado de la viga/columna. Dicho corte se realiza en la Guillotina, Pantógrafo o Plasma según espesor y tamaño de la pieza a cortar.

Luego los distintos cortes pasan al sector de armado donde se realiza un punteado de soldadura para unir en primera instancia las partes que conformaran la viga (Se une un fleje a cada lado del alma).

A continuación se coloca la viga armada en el Robot Soldador que termina de completar el cordón de soldadura dejando una unión solida entre las piezas.

Después la viga soldada pasa al Sector de Plantillado donde la viga recibe un primer rectificado y se colocan planchuelas, bridas y otros accesorios. Los accesorios colocados se sueldan manualmente por soldadura MIG.

Luego pasan a un sector de Inspección y rectificado final.

Por último pasan por el sector de pintura y posteriormente por el horno de secado. El secado termina en el área de expedición en el exterior de la planta.

En algunas ocasiones en que se detecta alguna irregularidad en la pieza, generalmente antes o después del proceso de pintura, contrata un servicio de inspección externa de radiografía industrial.

Existen otros procesos que varían según las especificaciones de obra, como es el proceso de Granallado, el cual permite dar un baño de limpieza a las vigas antes de aplicarle la pintura, permitiendo mejor adherencia a la misma. Dicho proceso solo es requerido por el 3% de las obras. Otros clientes prefieren reemplazar la pintura estándar que aplica Hormetal a sus estructura por un baño de galvanizado, el cual se

terceriza enviando la pieza terminada a la planta de Druetta Hnos. S.A. en La Tablada, GBA zona oeste.

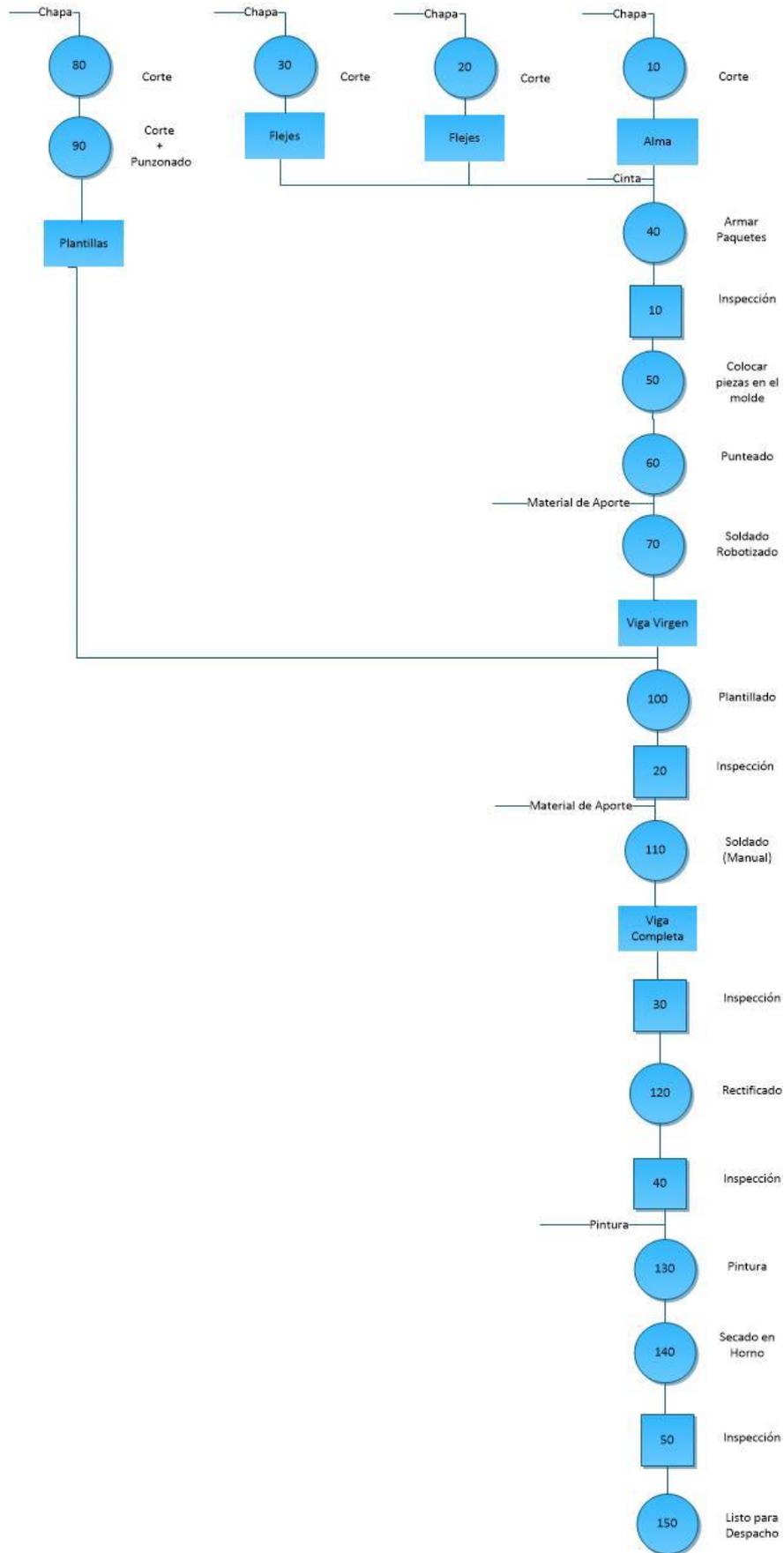


Gráfico 11: Diagrama de Operaciones. Fuente: elaboración propia

Con el fin de realizar un examen crítico del diagrama se realizó una evaluación del **propósito** de cada operación, el **lugar** y **momento** en donde se ejecuta y **por quien** y **con qué elementos/maquinaria** es realizada cada una de ellas.

- Operaciones de corte (10, 20 y 30): necesarias para transformar las chapas materia prima en almas y flejes. Se realiza por los dos operarios en la estación de trabajo Guillotina al principio de la línea. Las almas y flejes corresponden a los cortes más grandes que se realizan en la planta. Es por ello que la Guillotina es la maquina óptima para realizar estos cortes dada su simpleza y bajo costo en comparación con las otras dos estaciones de corte (plasma y pantógrafo).
- Armar paquetes (40): llevada a cabo también por el personal de Guillotina ya que marca la finalización de su producción. El armado del paquete de varias almas y flejes respectivos permite manipular más fácilmente y eficientemente el producto en proceso a la siguiente estación de trabajo. **Es fundamental para evitar errores y faltantes dado que el funcionamiento de la línea de producción no es completamente continuo.**
- Colocar piezas en el molde (50) y punteado (60): consiste en el armado de las vigas por el personal del pórtico de soldadura. Dicho armado consiste en la colocación de las almas y flejes en su posición correcta, prensarlo y puntearlo mediante soldadura. **Se investigó la necesidad del punteado previo al soldado y la posibilidad de combinar las 3 operaciones (50, 60 y 70). La razón por la que estas operaciones se realizan por separado es para aprovechar al máximo la capacidad del robot soldador, que es el cuello de botella de la línea. Es decir hacen la función de pulmón de producción para el robot soldador.**
- Soldado robotizado (70): Esta operación es fundamental en el armado de vigas/columnas de alma llena ya que la calidad y continuidad que permite el soldado robotizado no puede alcanzarse mediante soldadura manual. La única observación a esta operación es **el lugar donde se encuentra el pórtico de soldadura**, la misma se analizara cuando se presente el Diagrama de recorrido.

- Plantillado (100) y Soldado manual (110): en esta operación se le agregan a la viga virgen todos los accesorios necesarios como apoya correas, plantillas, bases, etc que son fabricados por el pantógrafo o la maquina multifunción (operaciones 80 y 90) dadas sus dimensiones y características especiales. Los mismos se adhieren a la viga/columna mediante el punteado manual para la luego ser completado su cordón de soldadura en la siguiente estación de trabajo de resoldado. *Se investigó la posibilidad de combinar ambas operaciones ya que ambas operaciones están relacionadas, y que de esa manera se evitaría el traslado de la viga a otra estación de trabajo. Se descubrió que dicha opción no es posible dadas las distintas características del personal necesario para cada una de las operaciones. Se perdería mucho tiempo y sería desorganizado soldar cada pieza, sumado a que el encargado de soldar perdería el pulso si alternara estas operaciones. Como una segunda opción se propone analizar la opción de rotar al personal en vez de mover la pieza de estación de trabajo. Deberá evaluarse el costo de ahorrar un movimiento de puente grúa vs las complicaciones que generaría las rotaciones de puestos de trabajo.*
- Rectificado (120): esta operación junto con la Inspecciones (30 y 40) no tienen asignada una estación de trabajo con personal específico. *Son realizadas por personal de resoldado o pintura mediante la utilización de moladoras según quien esté disponible. Esta situación no es conveniente ya que no hay un responsable principal por la misma, y en el caso de los soldadores pierden pulso para soldar. Se recomienda “Agregar” una nueva estación de trabajo que se encargue de la operación de rectificado y de las inspecciones previas a la operación de pintura. Este cambio podría combinarse con la incorporación de un centro de mecanizado, ya que en ocasiones los diseños que envía a producción el departamento de técnica requieren un nivel de mecanizado muy fino que no puede reproducirse con los equipos presentes en la planta.*
- Pintura (130), Secado en Horno (140), Listo para despacho (150): Operación necesaria ya que permite dejar las vigas/columnas terminadas con una capa de

pintura que las protege de la corrosión, permitiendo su almacenamiento al aire libre.

- Inspecciones: todas las inspecciones que figuran en el diagrama son realizadas al ingresar a las distintas estaciones de trabajo por los operarios presentes en las mismas quienes corroboran que las piezas recibidas coincidan en detalle y calidad con las que indica el plano de tareas propio de su estación de trabajo. En caso de no cumplir con las especificaciones, y si no es posible ajustarla mediante un rectificado con amoladora, la pieza es enviada directamente a la pila de sobrantes. Dichas inspecciones son supervisadas por un encargado de calidad en cada turno. *Se recomienda evaluar la posibilidad de desarrollar el departamento de calidad, dándole mayor importancia a este sector, para que las inspecciones del producto en los puntos clave de la línea productiva sean más exigentes y sigan una metodología establecida.*

### **Cursograma Analítico**

A continuación se presentará un cursograma analítico sobre la rama principal del diagrama de operaciones con el fin de identificar los transportes, demoras y almacenajes entre las operaciones, y analizarlos críticamente. Para la elaboración de este diagrama se tomó la guillotina como única estación de corte siendo esta la estación de corte principal de almas y flejes. Cabe aclarar que las estaciones de Pantógrafo y Plasma también pueden realizar estos cortes, pero generalmente se utilizan para cortes que la guillotina no puede realizar (piezas con agujeros, cortes irregulares o grandes espesores)

CURSOGRAMA ANALITICO		LUGAR: Planta Garín	
DIAGRAMA n°	HOJA n°	RESUMEN	
OBJETO: Viga Metálica		ACTIVIDAD	ACTUAL
		OPERACIÓN	10
		TRANSPORTE	12
		ESPERA	2
		INSPECCIÓN	4
		ALMACENAMIENTO	5

Nro	○	□	⇒	D	▽	Descripción
10						Transporte a Guillotina
10						Corte
20						Armar Paquete
20						Transporte a Almacen
10						Almacen
30						Transporte a Molde
10						Inspección
30						Armado
40						Punteado
40						Transporte a Almacen
20						Almacen
50						Transporte a Soldadura
50						Soldado
60						Transporte a Almacen
30						Almacen
70						Transporte a Plantillado
60						Plantillado
80						Transporte a Almacen
40						Almacen
90						Transporte a Resoldado
20						Inspección
70						Soldado
100						Transporte a Rectificado
10						Demora
30						Inspección
80						Rectificado
40						Inspección
110						Traslado a Pintura
20						Demora
90						Pintura
100						Secado
120						Traslado a Almacen
50						Almacen de PT (listo para despacho)

Tabla 2: Cursograma Analítico. Fuente: elaboración propia

Como conclusión de este diagrama se ve una gran cantidad de demoras y almacenaje entre medio de los procesos productivos. Esto demuestra que la línea de producción no es continua por completo. En segundo lugar es importante tener en cuenta que para cada uno de los transportes se requiere la utilización de un puente grúa dado el gran peso de los productos. Los transportes 20, 30, 40, 50 y 60 son realizados mediante la utilización del Puente Grúa 3; retrasándose entre sí cuando se lo requiere simultáneamente.

Para analizar las razones de la gran cantidad de transportes, demoras y almacenajes y encontrar soluciones a los mismos se analizará el Diagrama de Recorrido asociado al Cursograma analítico sobre el Lay Out relevado a continuación.

### 3.2 Lay-Out

La planta de Hormetal ubicada en un predio de de 30.000 m<sup>2</sup> en la localidad de Garín, consta de 2 Naves Industriales interconectadas. Es importante esta aclaración, ya que la orientación de los techos es distinta en ambos casos. Esto determina el movimiento transversal que los puentes grúa realizan y condiciona el recorrido en planta del producto en proceso.

En la primera Nave se ubica toda la materia prima adquirida, tanto en bobinas como en chapas de distintas medidas. Dicha materia prima ingresa por el Portón 1 y es descargada de los camiones al almacén. A su vez, las estaciones de corte principales, como la Guillotina, el Pantógrafo y el Plasma, se ubican en esta zona. Consta de dos Puentes Grúa (1 y 8), cuya función además de la descarga de camiones, es tomar materia prima del depósito para enviarla a las estaciones de corte. En este sector se encuentra también el cuarto de gases destinado a suministrar combustible para el pantógrafo y la soldadura.

En la Segunda Nave, de mayor tamaño, se encuentra el resto de la línea principal de producción, y la línea secundaria de conformado de chapas. Este sector de la planta cuenta con 8 puentes grúas ya que es el único modo de traslado que tienen hoy en día los productos en proceso realizadas en la planta.

Los centros de Mantenimiento, Producción, Logística y PCP se ubican en este sector de la planta, y en lugares estratégicos. Mantenimiento se ubican en el centro de la planta, estando a igual distancia de todos los sectores que pueden requerir algún sustento. PCP, donde se ubica el gerente de planta, tiene una buena visión de todo el proceso productivo y del depósito del producto final, ubicado afuera de la nave industrial.

La oficina de Logística se encuentra cerca a la boca de salida principal y del depósito de despacho de PT. En la zona inferior de la segunda nave, se encuentra el sector de zinguería, en el cual se realiza la conformación de cubiertas de chapa para las estructuras metálicas a partir de las bobinas de chapa tomadas del depósito de la Nave 1, para el conformado de cubiertas. En este último caso, el producto terminado es despachado por el Portón 2 dado su corto proceso de elaboración en comparación a

las vigas. El Portón 3 se utiliza principalmente para cargar los camiones con productos provenientes del sector Herrería y distintos elementos que se encuentran almacenados en el Pañol.

En cuanto a los puente grúa, como se puede observar en la figura, la Primera cuenta con un puente grúa 1 principal, con las vigas testeras (donde corren los rieles del puente grúa) recorriendo todo el largo de la planta. Dado el gran movimiento de chapa que requiere la guillotina, se instaló una grúa de menor tamaño especialmente para este sector. En la segunda nave, las vigas testeras recorren nuevamente todo el largo de la construcción, pero al ser el techo a dos aguas con columna intermedia, las vigas puente llegan hasta la mitad de la nave, dividiendo a esta en dos sectores.

Anexada a ambas naves, se encuentra el área de Administración y Servicios. Allí se encuentran las oficinas administrativas, recepción, Oficinas de Técnica y comedor para empleados de oficina y puestos gerenciales. El comedor para el personal de planta se ubica en una estructura fuera la planta, por lo tanto no figura en el Layout presentado.

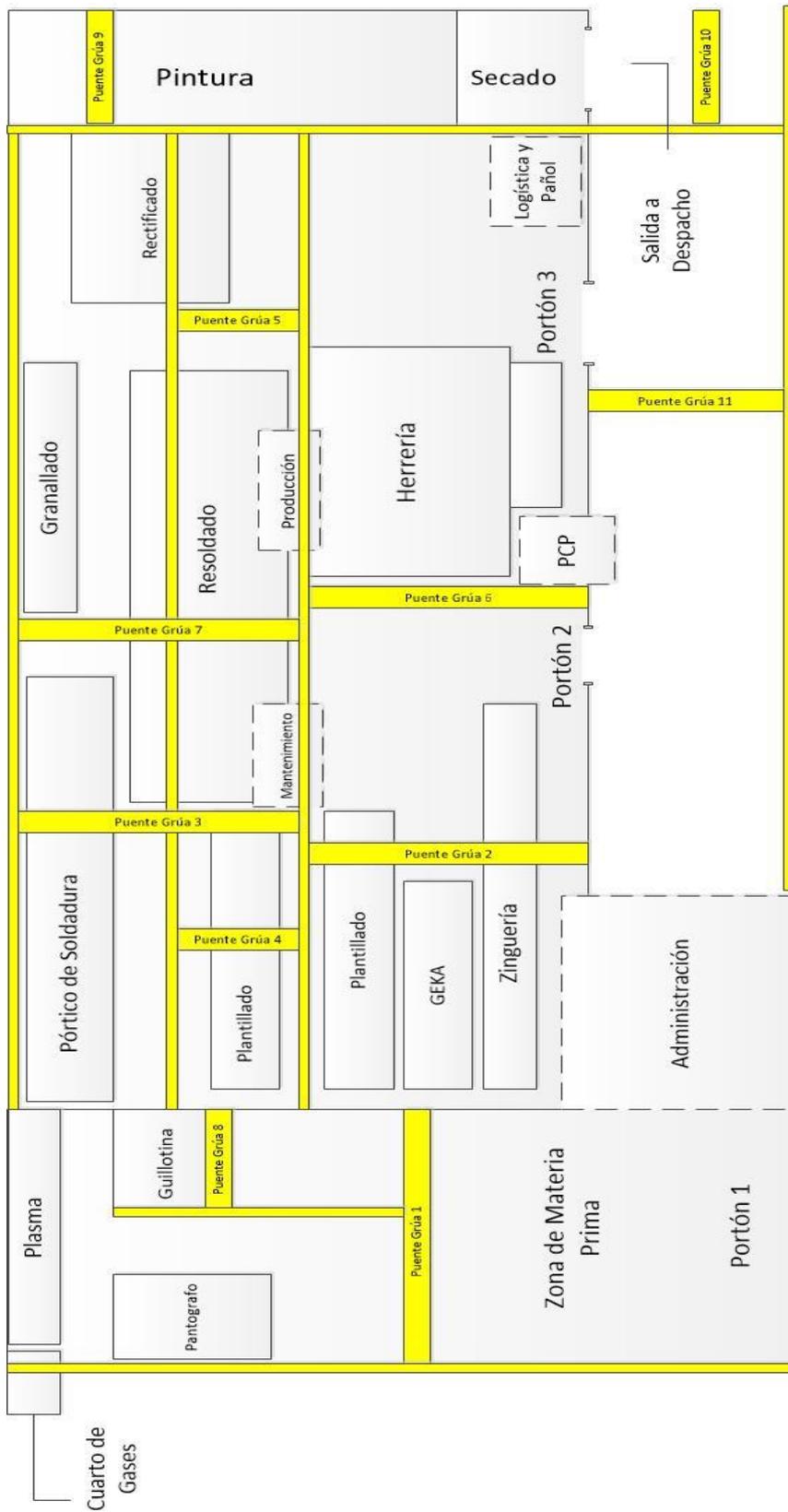


Ilustración 12: Diagrama de Layout. Fuente: elaboración propia

Se plantean los objetivos básicos a cumplir al analizar la distribución de una planta industrial. En el caso del presente proyecto, la planta ya está definida y hay puntos que no podrán optimizarse al 100% o desarrollarse completamente como si la planta se construyera desde cero. Los objetivos son los siguientes:

- **Principio de la integración de conjunto:** se define como integración a la formación de una gran unidad operativa de los empleados, las máquinas y los materiales. Una distribución adecuada se traducirá en un funcionamiento de la instalación como un todo, en un sistema único. En cuanto a este punto, la disposición actual es más que aceptable. Los puentes grúas y los almacenes tienen una ubicación adecuada. Los puestos de PCP, Logística, Producción y Mantenimiento se encuentran en lugares claves según su función. *Por otro lado, si analizamos la importancia relativa de los sectores, se pudo identificar en una primera instancia que los sectores de Calidad y Mantenimiento carecen de un desarrollo acorde al de los otros sectores. A razón de esto se profundizará sobre los mismos más adelante en este capítulo.*
- **Principio de la mínima distancia recorrida:** siempre es mejor una planta en la que su distribución optimice el recorrido de operarios y material. Las vigas producidas son de difícil maniobrabilidad y muy pesadas. Por lo tanto si la disposición de la planta no es la adecuada, el traslado ineficiente de las chapas representará una merma considerable en los tiempos de producción. El transporte, sobre todo en el caso de estudio, genera costos pero no añade valor. Esto se analizará en el diagrama de recorrido presentado en este capítulo.
- **Principios de la circulación o flujo de materiales:** esto implica que es mejor una disposición que esté en concordancia con la secuencia de transformación. Se deberán disminuir o anular cualquier movimiento que genere un retroceso del material respecto a la orden de trabajo. La distribución que se encuentra es en “U”, dada la característica del producto. Esto se debe a la necesidad de entrada de grandes camiones tanto por la entrada de materia prima como por la salida del producto terminado. Se complementa igualmente con el punto anterior y se desarrollará al analizar el diagrama de recorrido.

- **Principio de utilización de las 3 dimensiones:** implica el uso efectivo de todo el espacio disponible tanto a lo largo como a lo ancho. Por medio de los puentes grúas se aprovecha el alto para el traslado de los materiales, y dado el gran peso y tamaños de los mismos se descarta totalmente la colocación de una estación de trabajo o almacén fuera de Planta Baja. El almacenaje se realiza apilando chapas hasta 2 metros de altura como máximo ya que luego se pierde estabilidad. En principio los equipos están bien distribuidos, y no se encuentra una mejora concreta a aplicar sobre este aspecto.
- **Principio de la satisfacción y de la seguridad:** la distribución deberá garantizar un trabajo satisfactorio para el operario y mantenerlo seguro de accidentes. En lo que respecta a esto último, los matafuegos están bien distribuidos y en la cantidad adecuada. El único detalle a mejorar es la ubicación del depósito de matafuegos, detrás de los gases inflamables que se usan en soldadura y pantógrafo. Si bien es importante que se ubique cerca de este último, es peligroso que estén tan cerca de productos inflamables. Se definirá en la etapa de mejoras una ubicación más correcta de estos equipos.
- **Principio de la flexibilidad:** una distribución flexible es aquella que permita un reajuste o reordenamiento con el costo más bajo posible. En este aspecto, se trabaja con máquinas y materiales muy pesados, y los puentes grúas son inamovibles. La posibilidad de reposicionamiento es baja, ya que el costo del mismo sumado al lucro cesante por tiempo de parada de la planta no justificaría tal medida. Sin embargo, ante un cambio en la demanda, se puede modificar la dotación de personal en las estaciones de trabajo más flexibles para aumentar la producción, ya que la planta cuenta con espacio extra para estos casos.

### Diagrama de Recorrido

En el caso de la planta de Hormetal, al manejar materiales tan pesados, el movimiento de los materiales que confeccionan las vigas implican un costo alto, traducido en utilización de los puentes grúa y tiempo invertido por los operarios que lo manipulan. Por lo tanto se buscará plantear una mejora que optimice al mínimo el movimiento

innecesario, ya que esta ventaja generará una mejora global en toda la compañía. Para ello se elaboró un diagrama de recorrido sobre el Lay Out construido considerando el cursograma analítico de la sección anterior. Observando el recorrido que realizan los materiales a lo largo del proceso productivo, es fácil notar el movimiento en exceso que realizan. Se deduce del mismo que las mejoras más importantes se harán en los puntos de la distancia recorrida y necesidad de utilización de los puentes grúa.

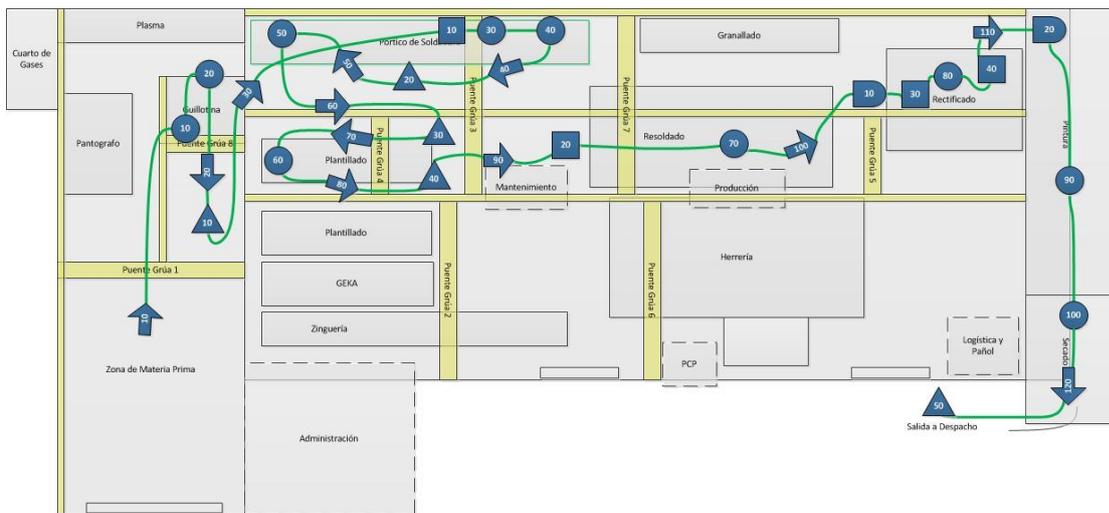


Ilustración 13: Diagrama de Recorrido. Fuente: elaboración propia.

A simple vista, se puede ver que luego de las **operaciones 10 y 20 existe un transporte que va en sentido opuesto al avance de la línea de producción**. Esto se debe a que una vez finalizado el corte en la Guillotina no hay espacio para almacenar los paquetes de almas y flejes detrás de la Guillotina por lo que se terminan almacenando en un espacio delante de la guillotina hasta que el personal del molde lo necesite (almacenaje número 10). Al enviar el material al pórtico de soldadura, el puente grúa deberá repetir el mismo traslado que realizó anteriormente. Dado que para mover la guillotina es necesario traer una grúa externa de alto costo, no se considera la opción de desplazarla hacia atrás, por lo ya comentado anteriormente en el principio de flexibilidad.

**La segunda irregularidad que se detecta en el recorrido es entre las operaciones 40 y 50 ambas realizadas sobre el molde**. El recorrido por el pórtico de soldadura debe

realizarse dos veces, primero para el armado y punteado el cual se hace sobre el **final del molde** y luego para la soldadura propiamente dicha, en la cual el robot soldador recorre la estructura desde el **principio del molde** hacia el final de la pieza constituyendo el cordón de soldadura. Por este motivo, el Puente Grúa 3 será utilizado varias veces durante el proceso para llevar la viga armada de un lado al otro del molde, generando un tiempo muerto y en las ocasiones que se lo está utilizando una parada total del puesto de trabajo.

Se analizaron varias mejoras posibles para este caso. Sería positivo que la máquina soldadora pudiera utilizarse en ambos sentidos, pero esta opción es muy costosa y descartada por el mismo personal al comentar el inconveniente.

*Dado el alto tránsito de chapa en la zona (luego del soldado el producto en proceso debe volver nuevamente atrás para la zona de plantillado) se evaluó la posibilidad de reemplazar parte de los traslados por puente grúa por carros a empujar manualmente apoyados sobre rieles correctamente ubicados. Esta opción permitiría a la Guillotina colocar su PD sobre un carro detrás de la misma permitiendo que siga el flujo de producción, evitando el retroceso del producto. Es necesario combinar esta medida con la utilización del pórtico de soldadura sobre el otro lado del molde, dejando la parte inicial para realizar el punteado previo. De esta manera se permitiría eliminar los transportes en retroceso, disminuyendo la cantidad de veces que es requerida la utilización del puente grúa, así como también la distancia de desplazamiento de los productos.*

Para el dimensionamiento del circuito de rieles se tuvo en cuenta la falta de distancia para realizar una vuelta semicircular; por lo que se planteó el siguiente diseño con dos cambios de carril; teniendo que utilizar un controlador del cambio de carril según la dirección que corresponda. En la siguiente ilustración se puede ver la parte superior de los rieles en donde se moverán los carros llevando los flejes y almas cortados en guillotina hacia la zona de plantillado, mientras que los carros de la parte inferior retornan para ser cargados nuevamente en guillotina.

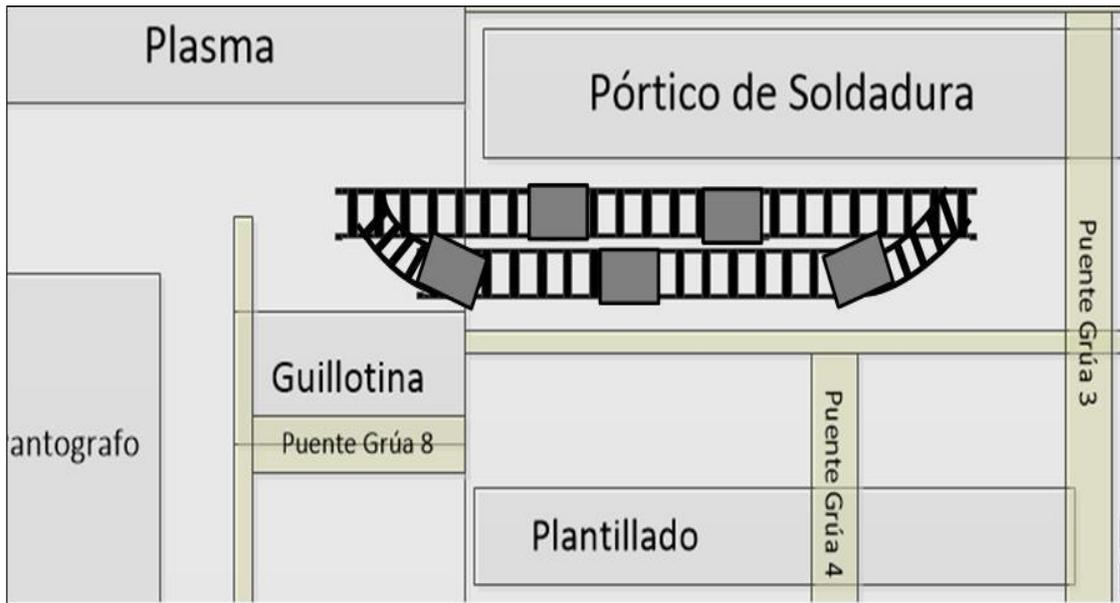


Ilustración 14: Diagrama de Layout con rieles transportadores. Fuente: elaboración propia

*También se puede tener en cuenta que los carros en retorno podrían transportar las vigas/columnas ya soldadas al sector de plantillado, el cual se encuentra próximo a la guillotina; o bien la colocación de un sistema de rodillos en el suelo para ubicado paralelo al sistema de rieles para transportar todas las vigas ya soldadas hasta el sector de plantillado.*

A continuación se presentara un nuevo diagrama de recorrido con su correspondiente cursograma analítico asociado considerando la implementación de las mejoras propuestas en esta sección.



### 3.3 Estudio de métodos y tiempos

Con el fin de mejorar la productividad y determinar el **cuello de botella o eslabón más débil** de la cadena productiva, es importante contar con los tiempos de las operaciones en la misma.

*Como no se encontró información sobre los tiempos estándares de las operaciones se recomienda elaborar tiempos de las mismas. Es importante contar con tiempos estándares para poder llevar una correcta gestión de las operaciones. Para realizarlo, es necesario contar con un método preestablecido a desarrollarse por un operario calificado. Al intentar realizar este estudio, se encontró que no hay un procedimiento de trabajo planteado, por lo cual el estudio de tiempos no tendría validez sin antes definir el método. Sin embargo, cabe destacar que para lograr el objetivo de determinar el cuello de botella, bastaría en un principio con una aproximación cronometrando los tiempos en cada estación de trabajo.*

Actualmente la planta no se encuentra a máxima capacidad por lo que la determinación del cuello de botella en base a un cronometraje estimado no es fiable. Sumado a esto la infinidad de productos distintos, modifican la velocidad de producción de cada estación de trabajo constantemente. Es por esta razón que para obtener un resultado confiable para determinar el cuello de botella, a través de la toma de tiempos se requiere un análisis muy fino y extenso que supera los alcances de este estudio.

Sin embargo se cuenta con la información experimental brindada por el Gerente de la Planta y el Jefe de Producción, quienes coinciden **que el cuello de botella principal y por lo tanto el que delimita la capacidad total de la planta Hormetal es el Pórtico de Soldadura. Las siguientes operaciones en orden de criticidad son las estaciones de trabajo encargadas del corte; Guillotina, Plasma y Pantógrafo, las cuales en su conjunto abastecen al Pórtico de Soldadura.**

Las capacidades de producción del resto de las estaciones de trabajo pueden ser reguladas por cambios en la dotación de personal, mientras que en las ya nombradas la capacidad máxima viene dada por la velocidad de la máquina. Es por esta razón que se concluye que de encontrarse produciendo a máxima capacidad, la velocidad de

producción de todas las estaciones de trabajo se adaptará a la velocidad del Pórtico de Soldadura.

Entonces la Capacidad Máxima del Pórtico de Soldadura, por ende de la planta es de 500.000 Kg/mensuales, traducido luego en una capacidad de construcción de 6.000 toneladas anuales. La capacidad fue calculada en base al análisis exhaustivo de la velocidad de soldadura del pórtico promediando los tonelajes de cada una de las piezas correspondiente a una obra completa. De forma práctica (es solo una aproximación) se puede estimar como un promedio de 12 minutos para soldar una viga promedio de 400Kg, sin considerar los 3 minutos necesarios para el retroceso del pórtico. A razón de 400Kg en 15 minutos, se obtendrían 1600kg, en 60 minutos; 12.800kg en un turno de 8 horas, 25.600kg en un día, y 512.000kg en 20 días laborables completos.

El índice en base al tonelaje es el más utilizado en el rubro de la construcción y es inevitable que para calcular la capacidad de la planta, se calcule un equivalente en tonelaje de cada estación de trabajo. Sin embargo, dicha medida no es conveniente a la hora de evaluar la velocidad de producción de cada estación de trabajo dada la gran variedad de distintos pesos y formas de las piezas.

*Para una mejor gestión de la producción se recomienda contar con un índice apropiado para cada estación de trabajo, con el objetivo de poder controlar correctamente los niveles de producción, evaluar la eficiencia de los operarios y utilizarlo como herramienta para planificar la producción. Por ejemplo, para el Pórtico de soldadura un correcto índice que se recomienda utilizar son la cantidad de metros de soldadura realizados. De esta manera se obtendría un valor que si está relacionado directamente con la velocidad de la máquina.*

En una segunda instancia, se buscó entonces relevar un método de trabajo para las estaciones de trabajo de corte que se consideran entre las más críticas en la línea productiva. A su vez, dichos procedimientos son necesarios para una certificación ISO 9001, como se verá más adelante en la sección de calidad. Un método bien establecido y avalado por una supervisión efectiva no solo aumentará la eficiencia productiva, sino que reducirá la probabilidad de accidentes por el correcto empleo de las máquinas

herramientas, aumentando la vida útil de las mismas. Además, esto permitirá tomar tiempos y poder generar posteriormente índices para gestionar la productividad de cada estación de trabajo.

*Se relevaron detalladamente los procedimientos de las estaciones de trabajo Guillotina, Pantógrafo y Plasma para confeccionar un método eficiente en base a la observación de la metodología utilizada por los operarios actualmente y consultas a supervisores y gerentes. Se detallan a continuación las propuestas de procedimiento de cada estación de trabajo. Se recomienda que en el corto plazo todos los equipos tengan su procedimiento de trabajo, aprobado por el gerente de planta y certificado por ISO 9001.*

<h2>Procedimiento de estación de trabajo: GUILLOTINA</h2>	
Turnos: 2  Operarios por estación de trabajo: 2	OPERADOR  MANUAL  VISUAL  HERRAMIENTA 
	
<b>Paso 0</b> 	Instrumentos necesarios para ejercer la actividad: <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">       </div> Asegurar que se ha finalizado por completo la operación del turno anterior
<b>Paso 1</b>  	Recibir del departamento de Producción una planilla correspondiente a la programación diaria. Identificar las piezas a cortar, y el orden de Prioridad. Identificar código de pieza, posición, cantidad a cortar, espesor, ancho y largo
<b>Paso 2</b>   	Buscar una chapa que cumpla con el espesor indicado, y las especificaciones. Priorizar las piezas que se encuentren en el almacén de sobrantes. De no poder cumplir lo dicho anteriormente, utilizar chapa nueva. Buscarla por medio del Puente Grúa 8.
<b>Paso 3</b>   	Poner en contacto la guillotina y luego presionar el botón verde de encendido.
<b>Paso 4</b>   	Asegurar que la chapa se encuentre en escuadra. Para ello, colocar la chapa contra la escuadra (o tope) de la guillotina y medir con cinta métrica cuanto sobresale de cada lado. Cortar un ancho que sea igual a la diferencia que se midió para que la chapa quede en escuadra. Realizar esto con cada lado de la chapa y comprobar que cuenta con ángulos rectos.
<b>Paso 5</b>   	Regular el aire que se le da a la cuchilla, dependiendo este del espesor de la chapa. Las indicaciones se encuentran tabuladas sobre el regulador. Regular el aire que se le da a la cuchilla, el mismo se encuentra tabulado sobre el regulador. Regular el ángulo de inclinación de la cuchilla tratando que tenga la máxima inclinación. Colocar la chapa sobre la línea de corte. Verificar medida con cinta métrica. Asegurar que los zapatos agarren a la chapa correctamente. Presionar pedal y realizar corte.
<b>Paso 6</b>   	Buscar la pieza cortada del otro lado de la guillotina y armar paquetes con las piezas que corresponden a la misma obra y mismo tipo de ensamble. Indicar nombre de la obra y tipo de ensamble. Guardar sobrantes grandes de corte en depósito y reducir los pequeños en volquete.
<b>Paso 7</b>   	Anotar en la planilla la fecha del corte, el nombre del operario que lo cortó y si la chapa utilizada como materia prima era nueva o un sobrante. Apagar guillotina de ser el último turno de la jornada o el último previo a un descanso. Oprimir el botón rojo para detener la máquina en caso de encontrarse en la última situación
Firma Gerencial	

<h2 style="text-align: center;">Procedimiento de estación de trabajo: PANTOGRAFO hoja 1</h2>	
Turnos: 2  Operarios por estación de trabajo: 1	OPERADOR  MANUAL  VISUAL  HERRAMIENTA 
	
<b>Paso 0</b> 	Instrumentos necesarios para ejercer la actividad: <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">       </div> Asegurar que se ha finalizado por completo la operación del turno anterior
<b>Paso 1</b>  	Al comenzar el turno se debe asegurar que se ha finalizado por completo la operación del turno anterior (si no es el caso, se debe terminar la operación con la información que brinde el personal del turno anterior) y que la plantilla del pantógrafo se encuentre limpia de de sobrantes y en condiciones para la siguiente operación.
<b>Paso 2</b>   	Recibir del departamento Producción una carpeta completa de planos correspondiente a la programación de producción diaria. Si no está especificado el orden, elegir cualquiera de los que correspondan a la producción programada para ese día.
<b>Paso 3</b>   	Una vez elegido el/los planos, utilizar la PC del sector para dibujar las piezas que muestran los planos en el programa AUTOCAD 2000. Una vez se dibujaron las piezas se guardará el archivo con nombre de la obra a la que pertenecen y espesor requerido.
<b>Paso 4</b>   	En base al tamaño y espesor de la/las piezas a cortar se debe buscar una chapa que cumpla con las mínimas características necesarias para obtener dicha pieza/s. Siempre priorizando los sobrantes de menor medida; y en última instancia las chapas de primera. Las medidas de largo y ancho serán medidas con una cinta métrica y el espesor por un calibre. Los espesores que pueden utilizarse en el pantógrafo son (en mm): 25.6; 19.1; 15.5; 12.7; 9.5; 7.8; 6.4.
<b>Paso 5</b>   	Llevar la chapa que se va a utilizar hasta el pantógrafo mediante el puente grúa utilizando el imán, cadenas o perros según el peso de la misma. La misma debe colocarse bien pegada al tope para facilitar la posterior programación.
<b>Paso 6</b>   	El siguiente paso es volver a la PC del sector y abrir el programa "Lantek Expert". Una vez abierto teclear F3 y F12 para que se marquen los ejes en el programa; luego seleccionar el icono llamado Generales de Inicialización, que abrirá una nueva ventana en donde se debe introducir las medidas (Longitud, Anchura, Espesor) de la chapa que se encuentra en el pantógrafo. Luego apretar OK y tomar nota del código que aparece a continuación.
<b>Paso 7</b>   	Importar el archivo que se dibujo antes en el AUTOCAD seleccionando Importar geometría de un fichero DWG.
<b>Paso 8</b>   	Seleccionar de entre las figuras importadas las que permitan el corte más eficiente de la chapa. Para hacer esto se debe elegir la opción "edición", luego "copiar" y se marca una de las piezas elegidas; luego aparecerá una nueva pestaña con ocho opciones. Elegir la indicada.
Firma Gerencial	

<h2>Procedimiento de estación de trabajo: PANTOGRAFO hoja 2</h2>	
<p>Turnos: 2</p> <p>Operarios por estación de trabajo: 1</p>	<p>OPERADOR  MANUAL </p> <p>VISUAL  HERRAMIENTA </p> 
<p>Paso 9</p>  	<p>Se marca el contorno de las piezas a cortar y los agujeros dentro de las mismas; seleccionando Ataque 10 para los cortes (el programa marca en amarillo solo la mitad de la pieza) y Ataque 9 para los agujeros.</p>
<p>Paso 10</p>  	<p>Al confirmar el programa selecciona por default la cantidad de picos del pantógrafo que cortaran las piezas. Esto puede modificarse, eligiendo el camino que realizara cada pico y la distancia que habrá entre ellos al comenzar el corte (solo se mide la distancia al primer borde); también puede hacer todo un solo pico.</p>
<p>Paso 11</p>   	<p>Seleccionar ahora Postprocesar / vista preliminar para ver un resumen de lo que será el corte, y de donde se debe anotar el código del corte que luego tendrá que ser cargado al pantógrafo.</p>
<p>Paso 12</p>   	<p>El paso a seguir es programar el pantógrafo para el corte desde el control de mando del mismo siguiendo la siguiente secuencia de comandos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>RECYCLE, 3, ENTER</li> <li>Cargar el código (que se copio en la vista preliminar), ENTER</li> <li>RECYCLE, 1, ENTER (esperar algunos segundos hasta que se configura para el corte cargado)</li> <li>USO DE PRUBA los picos recorren la chapa para medirla y definir donde comenzaran los cortes.</li> <li>SHIFT STOP, luego presionar 1 para marcar donde comienza la chapa, ENTER</li> <li>Al llegar a la segunda esquina marcar 2, ENTER. Cuando los picos pasen por las esquinas al apretar 2 la pantalla indicara el ángulo que tiene la chapa (si la chapa es de ángulo recto marcará 0.0000). En caso de no ser ángulos rectos el programa guardara esa información para tenerla en cuenta cuando realice el corte.</li> <li>Una vez terminado el recorrido del corte, vuelve solo al inicio.</li> <li>Seleccionar CORTE AUTOMATICO, CARGAS RECALENTAMIENTO. ( 20 seg para 12,7 mm; 34 seg para 15,5 mm; 38/40 para 25,6 mm)</li> <li>Luego para los agujeros seleccionar TALADRO ( 1 seg para 12,7 mm; 3 seg para 19,1 mm y 25,6 mm)</li> <li>NUMERO DE PIEZAS = 1</li> <li>VELOCIDAD (dentro del rango 416-600, depende del espesor y forma de la chapa).</li> </ol>
<p>Paso 13</p>   	<p>Medir con el metro que la distancia entre picos que se programo previamente sea la correcta</p>
<p>Paso 14</p>   	<p>Apretar Start para comenzar a cortar. Durante el corte controlar los picos no se queden trabados al hacer los agujeros (especialmente en las chapas de menor espesor) y regular de forma analógica el gas, el oxígeno en alta para precalentamiento, el oxígeno en baja para cuando esta cortando la presión de oxígeno para que todo funcione correctamente.</p>
<p>Paso 15</p>   	<p>Una vez finalizado, los picos vuelven a su lugar de inicio y se debe apagar el gas y el oxígeno presionando el botón encendido.</p>
<p>Paso 16</p>   	<p>De ser la finalización del turno, limpiar la estación de trabajo con el pantógrafo libre de chapas y apagado. Considerando que la larga duración de cada corte del pantógrafo puede darse el cambio de turno durante dicho corte. En tal caso, se debe poner a corriente de lo que se está haciendo al personal del turno posterior. En caso de</p>
<p>Firma Gerencial</p>	

## Procedimiento de estación de trabajo: PLASMA hoja 1

Turnos: 2

OPERADOR



MANUAL



Operarios por estación de trabajo: 1

VISUAL



HERRAMIENTA



<p>Paso 0</p>	<p>Instrumentos necesarios para ejercer la actividad:</p> <p>Asegurar que se ha finalizado por completo la operación del turno anterior</p>
<p>Paso 1</p>	<p>Asegurar que se ha finalizado por completo la operación del turno anterior (si no es el caso, se terminará la operación con la información que brinde el personal del turno anterior). La plantilla del plasma debe encontrarse libre de cualquier material que no corresponda a la programación. Verificar que las rejillas se encuentren en condiciones; en caso de estar muy tapadas de scrap, reportar para su cambio y mantenimiento</p>
<p>Paso 2</p>	<p>Recibir del departamento de Producción una planilla con la información de las piezas a cortar código y cantidad de piezas; y espesor, dimensiones y cantidad de la chapa que se debe utilizar. Correspondiente a esa información se recibe un mail de PCP conteniendo los dibujos programados para el corte. Abrir dicho mail en la computadora del Plasma.</p>
<p>Paso 3</p>	<p>Abrir el correo y guardar el archivo adjunto en la carpeta corte. Luego presionar B (abrir) y seleccionar dicho archivo. Aparecerá en la pantalla el dibujo listo para el corte</p>
<p>Paso 4</p>	<p>Según lo que indique la planilla que se recibió de producción, buscar la chapa correspondiente y colocarla sobre las rejillas del plasma median el puente grúa. Corroborar siempre que corresponda a los dibujos.</p>
<p>Paso 5</p>	<p>Medir con un metro la distancia desde la guía hasta el pico para corroborar que se encuentra derecha</p>
<p>Paso 6</p>	<p>Utilizar las flechas en el mando controlador para mover el sensor hasta colocarlo donde se encuentra el 0 correspondiente al dibujo.</p>
<p>Paso 7</p>	<p>Con el mando en manual, utilizar la palanca para subir o bajar el sensor para que quede a 3 centímetros de la chapa.</p>
<p>Paso 8</p>	<p>Presionar F7 para cargar el dibujo</p>
<p>Paso 9</p>	<p>Para guardar donde se encuentra el 0 correspondiente al dibujo, presionar Z. Siempre es conveniente que quede un margen un poco afuera de la chapa.</p>
<p>Firma Gerencial</p>	

## Procedimiento de estación de trabajo: PLASMA hoja 2

Turnos: 2

OPERADOR

MANUAL



Operarios por estación de trabajo: 1

Paso 10



Poner en automático.

Paso 11



En PLS, desactivar el plasma y presionar F8 para que empiece a cortar en falso, de esa forma puedo corroborar que no arranque afuera de la chapa

Paso 12



Antes de comenzar el corte se deben regular los siguientes parámetros que están tabulados según el espesor en la tabla de regulación:

- Velocidad
- Distancia de la antorcha
- Voltaje
- Presión de los gases

También es importante ver el controlador de pinchazos en el corte para calcular el consumible que va quedando.

Paso 13



Una vez definidos los parámetros se activa el plasma, presionar F8 para que comience el corte.

Firma Gerencial

### 3.4 Muestreo

Con el fin de estudiar el porcentaje de tiempo no productivo de cada una de las estaciones de trabajo y encontrar las causas se realizó un muestreo estadístico. El mismo se realizó tomando 150 muestras aleatorias distribuidas en 3 meses de estudio. Los criterios para evaluar las causas de inactividad que se definieron a priori son las siguientes:

1. **Estación de trabajo detenida por falta de planos:** muchas veces se cuenta con los materiales necesarios pero no se puede continuar con la operación porque faltan los planos correspondientes a dicha operación. Con este indicador se podrá evaluar las rupturas de producción a causa de un no cumplimiento en la entrega de planos.
2. **Estación de trabajo detenida porque no cuenta con los productos en procesos necesarios para continuar:** cuando se genera descoordinación o atraso en la línea, algunas estaciones de trabajo se quedan sin el material necesario para continuar con la operación.
3. **Estación de trabajo detenida porque la máquina se encuentra averiada:** dado que no se realiza mantenimiento preventivo, es común que las maquinas dejen de funcionar por alguna falla. La misma queda detenida hasta ser reparada por Mantenimiento.
4. **Estación de trabajo detenida porque se encuentra en reparación (solo mantenimiento correctivo):** se estableció esta diferencia con la causa anterior para determinar la reacción del equipo de mantenimiento ante una falla, y la velocidad de reparación.
5. **Estación de trabajo detenida porque se está utilizando el puente grúa para traer la MP o PP necesario:** este criterio solo contabiliza cuando el mando del puente grúa lo tiene el operario de la estación correspondiente y lo está utilizando para cargar o descargar producto de su estación de trabajo. Este contador dará una idea del tiempo que se utiliza el puente grúa y de la

proporción del tiempo que la máquina no se encuentra operando por dicha razón.

- Estación de trabajo detenida porque se está esperando el Puente Grúa:** siempre que el Puente Grúa está siendo utilizado los operarios se ponen en cola esperando que el mismo esté disponible. Este indicador mostrará el tiempo que se pierde por dicha razón y por lo tanto dará una idea de la criticidad del puente grúa. Según la estación de trabajo se deberá tener en cuenta a que puente grúa se refiere.

Para cada estación de trabajo se calcularon los porcentajes de inactividad y la confiabilidad del muestreo ( $S$ =error/desvío) considerando un nivel de confianza NC del 95% ( $m=2$ ) a partir de la fórmula.

$$n = \frac{m^2 (1 - p)}{S^2 \cdot p}$$

	Inactivo								total	p	s	n ideal
	Activo	1	2	3	4	5	6					
Guillotina	135	7	0	3	2	1	2	15	11,11%	0,46	12800	
Plasma	113	6	0	6	4	8	13	37	32,89%	0,23	3265	
Pantógrafo	105	20	0	2	2	11	10	45	42,86%	0,19	2133	
Molde/punteado	108	10	5	5	0	12	10	42	38,89%	0,20	2514	
Molde/pórtico de soldadura	128	2	1	2	1	5	10	22	17,25%	0,36	7673	
Plantillado	136	4	4	1	0	2	3	14	10,29%	0,48	13943	
Resoldado	147	0	2	2	0	0	0	3	2,04%	1,13	76800	
Rectificado y Pintura	142	0	6	0	0	2	0	8	5,63%	0,67	26800	

Tabla 4: Muestreo estadístico

*Como la confiabilidad de cada estudio resultó relativamente baja; es decir con desvíos muy altos debido a la baja cantidad de observaciones de la muestra; se calculó para cada una de las estaciones de trabajo la cantidad de observaciones que corresponden a una alta confiabilidad de estudio ( $S=0,05$ ) el cual se recomienda realizar en el corto plazo, especialmente para las estaciones de trabajo más críticas y de menor n ideal.*

Del muestreo anterior se obtuvo el siguiente cuadro de los porcentajes relacionados a las causas de inactividad. Si bien se tiene en cuenta la baja confiabilidad del muestreo, el mismo sirve como disparador de varios problemas a resolver.

		1	2	3	4	5	6	
1	Faltan planos	Guillotina	47%	0%	20%	13%	7%	13%
2	Falta material	Plasma	16%	0%	16%	11%	22%	35%
3	Máquina averiada	Pantógrafo	44%	0%	4%	4%	24%	22%
4	Máquina en reparación	Molde/punteado	24%	12%	12%	0%	29%	24%
5	Buscando Puente Grúa	Molde/pórtico de soldadura	9%	5%	9%	9%	23%	45%
6	Esperando Puente Grúa	Plantillado	29%	29%	7%	0%	14%	21%
		Resoldado	0%	67%	33%	0%	0%	0%
		Rectificado y Pintura	0%	75%	0%	0%	25%	0%

Tabla 5: Muestreo. Causas de inactividad según estaciones de trabajo

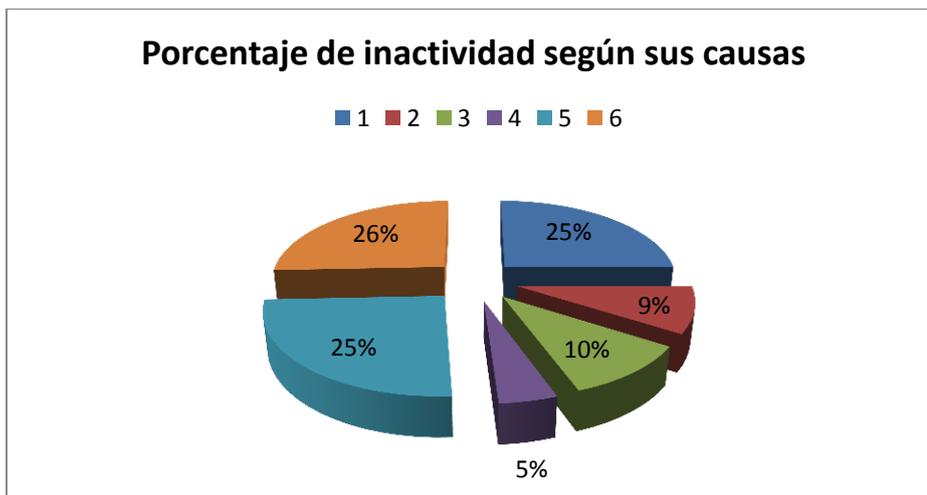


Gráfico 12: Porcentaje de inactividad según sus causas

Haciendo hincapié en las primeras 5 estaciones de trabajo, siendo estas las más críticas en la línea y las de mayor porcentaje de inactividad (**al contrario de lo que se esperaba**), se puede ver la alta incidencia del uso del puente grúa en el porcentaje de inactividad, así como también un considerable porcentaje debido a las paradas de las máquinas por fallas, las cuales se atribuyen a la falta de mantenimiento, preventivo programado y periódico. Se debe tener en cuenta que los puentes grúa a los que hacen referencia los altos porcentajes utilización y espera son, el Puente Grúa 1 para

Guillotina, Plasma y Pantógrafo y el Puente Grúa 3 para las actividades en el Molde. Estos dos Puentes Grúa son los de mayor utilización entre los once (11) Puentes Grúa que tiene Hormetal. A partir de esta problemática se consideran las siguientes recomendaciones:

*Evaluar los costos de adquirir Puentes Grúa que corran sobre las mismas vigas testeras que el Puente Grúa 1 y el Puente Grúa 3 con el fin de disminuir el tiempo de inactividad a causa de la espera de los mismos. Esta medida evitará las largas esperas para la utilización de los mismos en los puntos más críticos. Actualmente se está evaluando la incorporación de un puente grúa en la primera nave industrial.*

*Evaluar la opción de designar un operario para la exclusiva utilización de los Puentes Grúa más críticos, teniendo la tarea de coordinar los transportes de lo que necesite cada estación de trabajo. De esta manera se podría utilizar estos Puentes Grúa a su máxima capacidad, disminuyendo los tiempos de espera de los mismos.*

**Cabe destacar que del reciente estudio también se reconoce la gran dependencia de los Puentes Grúa de toda la línea productiva, por lo que la falla en el funcionamiento de los mismos por falta de mantenimiento impacta directamente en la producción total de la planta, es por ello que se dará una gran importancia en la sección de Mantenimiento, dentro de este capítulo. Allí también se indagará con mayor profundidad sobre las causas de paradas en las estaciones de trabajo por fallas en el funcionamiento de las máquinas, las cuales carecen de mantenimiento periódico y preventivo.**

### **3.5 Gestión de Stock**

Al analizar la gestión del stock es importante recordar que la relación de la demanda con este tipo de industria responde a un sistema PULL, en el que la producción viene estimulada por la demanda. Sumado a esto, los productos a fabricar son a medida según el cliente, por lo que tampoco se puede saber con seguridad ni la cantidad ni el tipo de material a utilizar (en referencia al espesor de chapa) hasta no contar con el diseño de las estructuras metálicas a construir.

*Esta incertidumbre sobre cuánto y qué se va a demandar dificultan la utilización de los sistemas clásicos de gestión de stocks. Por otro lado se debe tener en cuenta que no es posible adelantar producción, ya que es condición necesaria contar con las especificaciones del cliente captado. No existen productos finales estandarizados. La opción de vender estructuras metálicas estandarizadas permitiría solucionar muchos problemas; pero dicha opción fue analizada y no se alineaba con el posicionamiento de la empresa.*

Todo lo mencionado anteriormente cobra una importancia central cuando se considera que la materia prima necesaria para la producción debe ser pedida con 60 días de antelación, marcada por el alto poder de negociación del Grupo Techint, a quien pertenecen las principales empresas proveedoras.

Si bien se podría llegar a desarrollar un **modelo de pedidos** que permita reducir la superficie ocupada por el stock dentro de la planta así como el alto costo de oportunidad del capital inmovilizado; **no se realizará en este análisis** ya que la política **de abastecimiento y stock provienen de decisiones estratégicas de la dirección que se alinean con la estrategia competitiva de la empresa.** El estudio se centrará entonces en la **evaluación de disposición y manipuleo actual de los Stocks de cada tipo presentes en la planta.**

Se realizó un análisis de los distintos tipos de chapa con el fin de clasificar los tipos de chapa en A, B y C según la curva de Pareto, en la que coincide que el 80% de los costos corresponden al 20% de los tipos de producto. Para ello se evaluaron los ingresos de materia prima de los últimos 4 meses (Agosto, Septiembre, Octubre y Noviembre) teniendo en cuenta que los costos son proporcionales a los pesos de las mismas.

Compras					
Espesor	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Total
3,2	0	117	0	0	117
4,8	129	356	81	40	606
6,4	215	64	354	140	773
7,9	47	144	101	0	292
9,5	0	126	20	20	166
12,7	27	0	0	16	43
15,5	8	0	0	0	8

Tabla 6: Compras por Espesor

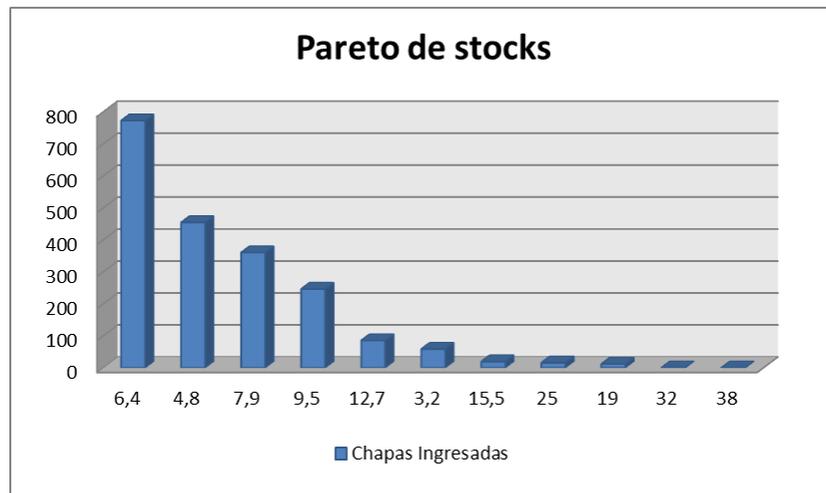


Gráfico 13: Pareto de Stocks. Fuente: elaboración propia

*Del estudio de Grafico de Pareto se deduce que los ítems A son las chapas de espesor 6,4mm y 4,8mm para los cuales se recomienda realizar un estudio de la gestión de stocks para encontrar un óptimo control de inventario. Los Ítems B están compuestos por las chapas de espesor 7,9mm; 9,5mm; 3,2mm; y 12,7mm mientras que los ítems C están compuestos por las chapas de espesor 25, 19, 32 y 38. Para los Ítems C se corroboró que se realizaba poca frecuencia de pedidos, los cuales eran pedidos en gran cantidad para guardar en stock.*

**Determinar una política adecuada de gestión de Stocks:** La búsqueda de una adecuada política de pedidos buscando un alto nivel de confianza para evitar una Ruptura y al mismo tiempo minimizando el Stock, representa siempre un ahorro en capital inmovilizado y ahorro de espacio. En el presente estudio, las políticas de Stock se encuentran alineadas con las características propias del negocio, y con la estrategia competitiva de la empresa.

Esto se determinó luego de las entrevistas con el Gerente de Compras quien revelo los métodos de cálculo de Pedidos. Los mismos se basaban en realizar cada pedido con 60 días de anticipación teniendo en cuenta las existencias, y las obras programadas que ya tenían calculadas las toneladas de cada materia prima. Para las obras programadas que aún no estaban diseñadas y no contaban con la información de las toneladas necesarias de cada materia prima se utilizaba una aproximación en base al porcentaje promedio de utilización de cada materia prima en los históricos de obra.

Para dimensionar el stock se utiliza las toneladas de chapa de cada tipo que necesitaría una obra de las más grandes. De esta manera la empresa se ha cubierto en situaciones donde aparecieron obras nuevas con grandes exigencias respecto a las fechas de entrega. Es necesario considerar además que los riesgos de adquirir más materia prima de la necesaria se encuentran mitigados ya que la materia prima puede ser utilizada por otra de las empresas del Grupo Ostapovich. Esto resalta que las decisiones y políticas de stock consideran factores que sobrepasan a la empresa en sí.

A continuación se presenta un Lay Out con la ubicación actual de los stocks.

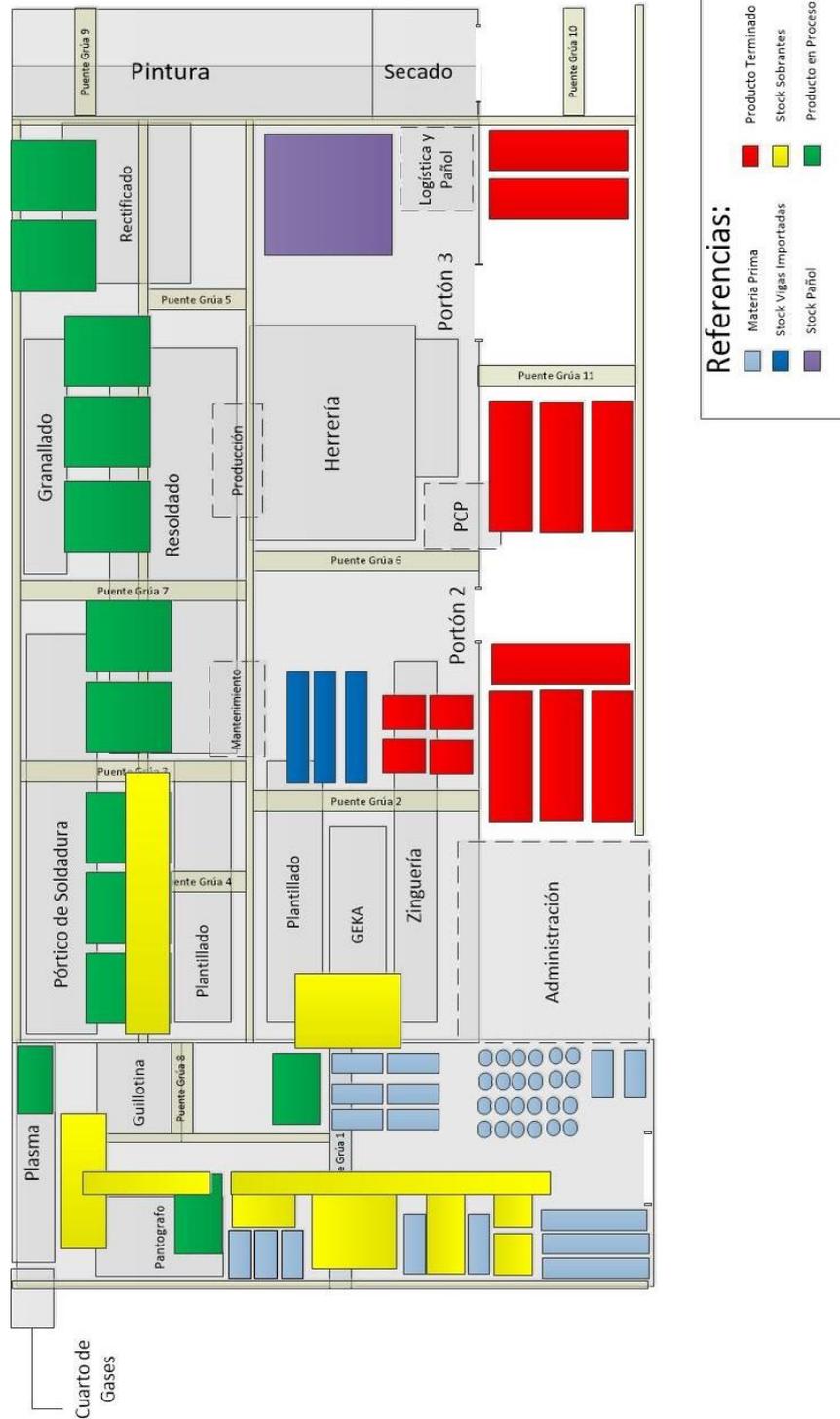


Ilustración 16: Diagrama de Layout con Stock actual. Fuente: elaboración propia

### Stock de MP

Las principales materias primas que utiliza la planta son las planchas de chapa compradas a Siderar, los perfiles laminados provenientes de ArcelorMittalGipuzkoa, S.L.U, importados de España y las bobinas de chapa de Ternium. El resto de los materiales de construcción que no necesitan pasar por ninguna operación en la planta son entregados directamente en la obra, y son adquiridos generalmente del corralón más cercano. Solo existen algunos productos muy específicos que son adquiridos y almacenados temporalmente en planta en la zona del pañol.

### *Bobinas*

Las bobinas de chapa de distintos tipos son adquiridas periódicamente siempre tratando de mantener un cierto nivel de stock el cual se va ajustando en función a la cantidad de obras y los tiempos de las mismas. Con cada bobina se pueden producir, por medio de la maquina conformadora alrededor de 700m<sup>2</sup> de cerramientos para techos y paredes de las estructuras metálicas. Los mismos se van produciendo a medida que son requeridos por las obras ya que la velocidad de producción del sector zinguería es superior a la línea de producción de vigas/columnas.

Se cuenta con un stock constante de unas 50 bobinas que ocupan una superficie aproximada de 100 m<sup>2</sup> de la planta. Dado que las bobinas son de gran peso y no es recomendable que sean almacenadas por sobre el nivel del suelo; por lo que se descarta la posibilidad de estudiar otro tipo de almacenaje por el momento. Para descarga de camiones y carga y descarga de la maquina conformadora se utiliza el Puente Grúa 1.

*La ubicación actual del stock de bobinas se considera optima dadas sus características y ubicación de la máquina conformadora. Pero si se tiene en cuenta la utilización del Puente Grúa 1 que es uno de los más comprometidos, se recomienda evaluar la posibilidad de trasladar parte del stock al sector de zinguería en donde se utilizaría el Puente Grúa 2 para cargar y descargar la máquina.(Nota: esto sin tener en cuenta la incorporación de un nuevo puente grúa e la Nave 1)*

### *Perfiles doble T*

Algunas obras son diseñadas utilizando las medidas estándar de perfiles doble T que son importados de España. Algunos de ellos deben ingresar a la planta, por el Portón 2 para integrarse en la línea de producción en las operaciones del Molde o Plantillado. La ubicación y manipuleo del stock de perfiles importados son acordes a sus características y cercanía a las estaciones de trabajo a donde corresponden.

### *Chapas*

El principal Insumo de la planta corresponde a planchas de chapa, que son utilizados para fabricar todas las estructuras metálicas con sus respectivos accesorios. Las dimensiones de las chapas compradas son las siguientes:

Espesor(mm)	Ancho (mm)	Longitud (mm)
3,2	1245	6000
4,8	1500	6000
4,8	1500	12000
6,4	1500	6000
6,4	1500	12000
7,9	1245	6000
7,9	1245	12000
9,5	1245	6000
9,5	1245	12000
12,7	1245	6000
12,7	1245	12000
15,5	2500	6000
19	2500	6000
25	2500	6000
32	2500	6000
38	2500	6000

Tabla 7: Chapa F-36 (materia prima)

Las chapas de espesores de 12,7 milímetros y menores son adquiridas de Siderar a 60 días mientras que el resto (de menor uso) son adquiridas de distintos proveedores según oportunidades y descuentos por cantidad.

Cada tipo distinto de chapa se ocupan al menos un espacio en la planta correspondiente a sus dimensiones. Las chapas son apiladas en paquetes de 4 o 5 los

cuales son separados entre sí por tacos de madera. La cantidad máxima de paquetes que se puede apilar depende de la estabilidad de la pila, las cuales no deben superar los 2 metros de altura.

Dadas las características de tamaño y peso de las chapas, la actual modalidad de almacenamiento y manipuleo son las adecuadas. Sin embargo, se han registrado problemas en cuanto a la falta de herramientas para su manipuleo mediante puente grúa. Se debe tener en cuenta que dependiendo de las dimensiones de la chapa se utilizan distintas herramientas para enganchar la misma, siendo estos elementos cadenas, “perros”, imanes, y perchas. Los reclamos de los operarios surgen de tener que rastrear por toda la planta dichos objetos ya que según se necesiten son utilizados por los once puentes grúa.

*En varias ocasiones estos elementos se encuentran en uso por carga y descarga de camiones u otro sector, impidiendo que la estación de trabajo que lo necesita para buscar la materia prima no tenga que esperar, deteniendo su producción. Así también la percha grande, la cual es la herramienta con la que se puede manipular varia chapas de 12 metros a la vez, es llevada a una obra, dejando a la planta sin posibilidad de realizar un manipuleo con esas características. Se recomienda entonces la adquisición de mayor cantidad de estas herramientas de manipuleo dado que no representarían un alto costo para la empresa e impactaría positivamente en la productividad de la planta así como también en la motivación de los operarios.*

#### Stock de PP

Los productos en procesos van desde las almas y flejes cortados, hasta las vigas terminadas esperando entrar a la cabina de pintura. La presencia de los múltiples stocks de PP, es el resultado de los cambios de prioridades, faltantes de planos y piezas, impidiendo que la línea sea completamente continua. Estos stocks intermedios se ubican entre cada estación de trabajo a la espera de ser requeridos por la siguiente operación.

*Se recomienda reducir la cantidad de stock de PP indirectamente, trabajando sobre la coordinación general de la planta para aumentar la continuidad de la línea de producción. Para una coordinación efectiva se debe mejorar organización de la*

*producción. Esto será posible con una previa reestructuración de los roles que se analizará en el Capítulo 4.*

### Stock de PT

Las vigas se almacenan en un depósito fuera de la planta, al aire libre protegidos de la intemperie por la pintura aislante que se le aplica en la última operación. Este stock si bien tiene un tamaño considerable, no representa un problema ya que el costo de oportunidad actual del espacio que ocupan es nulo.



Ilustración 17: Stock de chapa (izquierda)-Stock de bobinas (centro)-Stock de PT (derecha)

### Gestión de Sobrantes

Los sobrantes presentes en la planta son generados en su mayoría por las estaciones de corte, cuando no es posible utilizar la chapa material prima de forma completa. También los sobrantes provienen de los productos en procesos que son descartados por no cumplir con las especificaciones. Hasta el momento estos sobrantes son apilados en forma desordenada en distintos sectores de la planta, en espacios libres que se encontraban en el momento. El inconveniente de esta política es que se genera un desorden general en la planta y dificulta la tarea de localizar los sobrantes que pueden ser reutilizados cuando cumplen con las características mínimas de las nuevas piezas requeridas.

**Esta dificultad para hallar dichos sobrantes se traduce en una pérdida de la eficiencia de los operarios que deben levantar otros sobrantes para localizar el adecuado, dado que se encuentran mezclados los espesores y tamaños. O de lo contrario se presenta una situación en que el operario opte por utilizar una chapa nueva, generando más sobrantes y un mayor consumo de materia prima. A su vez esta situación de reforzador negativo, acumula cada vez más sobrantes en la planta**

utilizando una gran superficie en la planta, no pudiendo la misma ser utilizada para otras operaciones.

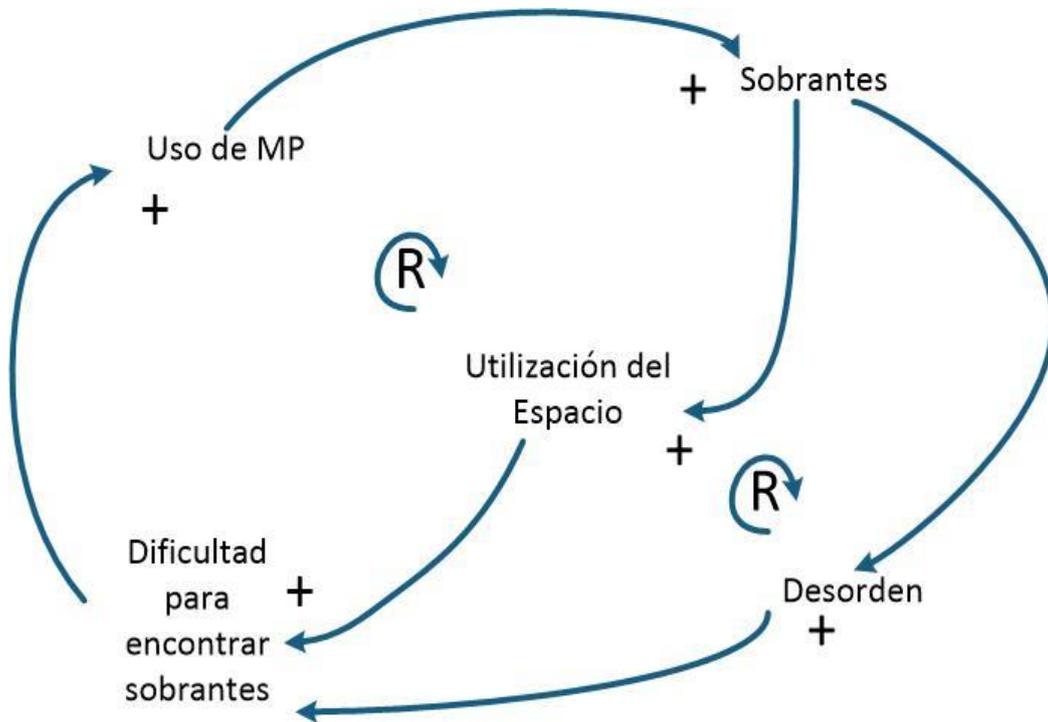


Ilustración 18: Diagrama Reforzador sobrantes. Fuente: elaboración propia

*Para resolver esta dificultad se recomienda la instalación de un almacén para sobrantes con el fin de concentrar todos los sobrantes de forma en un mismo espacio de la planta ordenándolos según sus distintas características. De esta manera se permitirá que los sobrantes sean localizados con facilidad para su reutilización en la línea de producción, reduciendo el consumo de materia prima y mejorando los tiempos de producción (de las estaciones de trabajo obligadas a buscar la chapa a utilizar entre el desorden de sobrantes).*

Para el diseño del almacén pueden utilizarse estanterías en forma de “arbolitos” para almacenar flejes (de gran longitud y poco ancho) sobrantes, separándolos por espesor y ancho; separadores (“peines”) para los sobrantes cuadrados de cada espesor. Para las almas sobrantes se considera almacenarlas en pilas, separadas por tacos de madera, diferenciando por espesor y según distintos

rangos de ancho. A continuación se presenta un lay out teniendo en cuenta las recomendaciones en base a los stocks:



Ilustración 19: Diagrama de Layout con Stock mejorado. Fuente: elaboración propia

### 3.6 Higiene y Seguridad

A partir de la ley 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo, se analizaron 3 ítems considerados críticos en cuanto su importancia para la producción y/o riesgo definidos a priori después de una primera observación general de la planta. Estos Ítems son:

- Seguridad de Puente Grúa
- Estudio de carga de Fuego y uso de matafuegos
- Servicios auxiliares

#### Seguridad de Puente Grúa

Se verificaron los cumplimientos de la normativa en la ley 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo. Se hizo hincapié en apartado “Aparatos para izar”, ya que como se pudo ver anteriormente, el proceso productivo está afectado en su mayoría por el transporte a lo largo de toda la planta por medio de ocho Puentes Grúas. Los métodos establecidos para el encendido, utilización, apagado, mantenimiento preventivo y correctivo deberán estar en concordancia con esta legislación. Los puntos de mejora más importantes que se detectaron son los siguientes:

- la elevación y el descenso de las cargas deben hacerse lentamente. Se debe evitar todo arranque brusco, minimizando el balanceo de la carga.
- el personal encargado de la operación del puente deberá verificar el estado de todos los elementos que estén sometidos a esfuerzos. Una vez cada tres meses, personal especializado deberá realizar una inspección general de todos los elementos de los puentes grúas, desde cables, cadenas, poleas, frenos, alarmas, etc...
- debe existir un mínimo de medio metro entre los cuerpos giratorios y los armazones de las grúas. De este modo se disminuye el riesgo de aprisionamiento del operario entre ambas partes.

Otros puntos no se tuvieron en cuenta porque o no concuerdan con los puentes grúas que se ubican en planta, o corresponden a etapas de colocación de los puentes en la nave industrial.

Se encontró que el personal **no cuenta con capacitación** previa al uso de los puentes grúa lo que genera un alto riesgo de accidentes. Este riesgo aumenta aún más considerando que los puentes grúa **no cuentan con mantenimiento periódico** algunos de ellos cuentan con el botón de freno defectuoso o roto.

*En base a lo dicho, según la legislación, se recomienda capacitar al operario para la correcta utilización de los puentes grúas, tanto en su etapa operativa como pre-operativa. A su vez se debe hacer foco en el mantenimiento, el cual por ley debe ser preventivo cada tres meses.*

### Estudio de Carga de Fuego y uso de Matafuegos

Se define carga de fuego a la cantidad que equivale al peso en madera necesario para producir un **poder calorífico** equivalente a la generada por todos los materiales combustibles de una planta, por unidad de superficie. Es un indicador de la magnitud del riesgo de incendio que posee una planta industrial.

A partir de un estudio realizado en 2010, el cual contenía errores de cálculo, se realizó una actualización del estudio de la carga de fuego según el sector de la planta, los materiales que la componen y el riesgo que generarían si estos combustionan.

Sector de Incendio	Uso del Local o Recinto	Tipo de Riesgo
Sector 1	Producción	Riesgo 4
Sector 2	Oficinas Planta Baja	Riesgo 4
Sector 3	Oficinas 1er Piso	Riesgo 4
Sector 4	Depósito de Tubos	Riesgo 1
Sector 5	Cabina de Pintura	Riesgo 3

Tabla 8: Riesgo según Sectores

R1: Explosivo

R2: Flamable

R3: Muy Combustible

R4: Combustible

R5: Poco Combustible

R6: Incombustible

R7: Refractarios

#### Peso equivalente en Madera:

$$P_m = \frac{Kcal\ totales}{Kcal\ de\ la\ madera\ (4.400\ \frac{Kcal}{Kg})}$$

#### Carga de Fuego:

$$Q_f = \frac{P_m}{Superficie\ del\ sector}$$

#### Cantidad de Matafuegos:

$$Num.\ Mat. = \frac{Superficie\ del\ sector}{200\ m^2}$$

**Sector 1: Producción**

Tiene una superficie total de 2738 m<sup>2</sup>.

Materiales Depositados	Peso Total (Kg)	Poder Calorífico (Kcal/Kg)	Calor Desarrollado (Kcal)
PLASTICO	2670	11000	29.370.000
POLIURETANO	140	6000	840.000
GOMA EN CABLE ELECT.	150	10000	1.500.000
ROPA DE TRABAJO	380	5000	1.900.000
ACEITE LUBRICANTE	400	9400	3.760.000
MEMBRANA	950	5000	4.750.000
FIBRA DE VIDRIO	650	580	377.000
POLIETILENO	2800	11000	30.800.000
PINTURA	940	800	75.2000
SOLVENTE	600	7500	4.500.000
CUBIERTAS	570	10000	5.700.000
CARTON	450	4000	1.800.000
PAPEL	180	4000	720.000
MADERA	1200	4400	5.280.000

Tabla 9: análisis carga de fuego sector 1

Total de Kcalorias del sector: 92.049.000

Qf= 7,64 Kg/m2

Cantidad de Matafuegos en planta: 36 (este sobredimensionamiento de matafuegos se debe a la gran extensión de la planta y a que cada máquina, incluyendo los puentes grúa debe tener su propio matafuego asignado)

**Sector 2: Oficinas Planta Baja**

Tiene una superficie total de 219 m<sup>2</sup>.

Materiales Depositados	Peso Total (Kg)	Poder Calorífico (Kcal/Kg)	Calor Desarrollado (Kcal)
PAPEL	2500	4000	10.000.000
CARTON	410	4000	1.640.000
MADERA	300	4000	13.200.000

Tabla 10: análisis carga de fuego sector 2

Total de Kcalorias del sector: 24.840.000

Qf= 25,77 Kg/m<sup>2</sup>

Cantidad de Matafuegos: 2

**Sector 3: Oficinas 1er Piso**

Tiene una superficie total de 175 m<sup>2</sup>.

Materiales Depositados	Peso Total (Kg)	Poder Calorífico (Kcal/Kg)	Calor Desarrollado (Kcal)
PAPEL	2400	4000	9.600.000
CARTON	270	4000	1.080.000
MADERA	1900	4000	7.600.000

Tabla 11: análisis carga de fuego sector 3

Total de Kcalorias del sector: 18.280.000

Qf= 23,74 Kg/m<sup>2</sup>

Cantidad de Matafuegos: 1

**Sector 4: Depósito de Tubos**

Este sector no se considera como área de análisis para la carga de fuego ya que el tipo de riesgo que presenta es explosivo. Los sectores que presenten riesgos explosivos se

tratan de forma particular, buscando tomar las precauciones y medidas de seguridad necesarias para disminuir al máximo posible el riesgo de explosión. Por otro lado, carece de sentido analizar la cantidad de matafuegos a ubicarse en la zona, ya que de producirse un incendio en la misma, se deberá evacuar inmediatamente el lugar.

**Sector 5: Cabina Pintura**

Tiene una superficie total de 422 m<sup>2</sup>.

Materiales Depositados	Peso Total (Kg)	Poder Calorífico (Kcal/Kg)	Calor Desarrollado (Kcal)
PINTURA	800	800	6400000
THINNER	1200	7500	90000000
TRAPOS	20	800	16000

Tabla 12: análisis carga de fuego sector 5

Total de Kcalorias del sector: 96.416.000

Qf= 51,92 Kg/m<sup>2</sup>

Cantidad de Matafuegos: 3

**Distribución de los matafuegos:** otro punto importante que se investigó es el de la cantidad y distribución de los matafuegos. En todos los casos, se deberá instalar como mínimo un matafuego cada 200 metros cuadrados de superficie a ser protegida (calculado en el análisis previo). A su vez, la máxima distancia a recorrer hasta el matafuego será de 20 metros.

**Diagnóstico:** Estas disposiciones se respetan a la perfección, adicionando matafuegos para equipos electrónicos y para los puentes grúa. La zona más inflamable y de mayor carga de fuego de la planta es el depósito de tanques de gases. La mayoría de estos gases son inflamables/explosivos ya que son los consumibles utilizados para el funcionamiento del plasma y pantógrafo.

*Existen dos matafuegos ubicados sobre la pared del depósito los cuales corresponden a la emergencia de principio de incendio del pantógrafo o plasma. Esta situación, por más que no sale fuera de las normas de Higiene y Seguridad, no se considera correcta, ya que en caso de un incendio cercano, será muy riesgoso retirar los extintores de esa zona. El jefe de Higiene y Seguridad comentó que de producirse un incendio de gravedad, la planta deberá ser evacuada de inmediato, por lo tanto no tiene suma importancia la ubicación del depósito de los matafuegos. Esta declaración no cambia la consideración de que es riesgosa la actual disposición de dichos matafuegos.*

Otro detalle a considerar es que las estaciones de trabajo pantógrafo y plasma, que despiden muchas chispas, se encuentran pegados al depósito de gases. Las consideraciones que recomienda la ley ante situaciones de estas características son las siguientes, en orden de preferencia:

- Eliminar riesgo
- Aislar el riesgo
- Aislar al trabajador
- Proteger al trabajador

*Como no se pueden eliminar los gases explosivos, la solución más coherente es la de trasladar el cuarto de gases a otro lugar de la planta. Se sugiere ubicar el mismo en la zona de materias primas de la nave industrial 1. Este lugar se reordenará según lo dicho en la etapa de gestión de stocks, reduciendo considerablemente su espacio, por lo tanto se contará con un área considerable para una nueva reubicación. Una segunda opción sería la de aislar la cabina de gases y mitigar el riesgo de los chispazos generados por el pantógrafo y el plasma, montando paredes alrededor.*

Otro peligro de inflamabilidad es que se realiza el rectificado de piezas justo al lado del gabinete de pintura. El riesgo está dado por la inflamabilidad del solvente y las chispas producidas en la zona de rectificado, por las amoladoras trabajando sobre la chapa de acero.

*Aplicando un análisis análogo, se recomienda alejar lo más posible de la zona de pintura al rectificado. Es la única opción en este caso, ya que la cabina de pintura ya se encuentra establecida y con sus respectivos puentes grúas fijos.*

Un riesgo de incendio menor en comparación con los anteriores se ha detectado durante la hora de descanso, en donde los operarios, buscando calentar agua para el mate, cargan agua en sus cascots, y lo calientan en un recipiente metálico utilizando el soplete del plasma. Si bien esta situación no genera un riesgo muy alto, si genera un costo extra para la empresa que podría evitarse fácilmente, facilitando una pava eléctrica al personal.

### Servicios auxiliares

#### *Salud*

**Diagnóstico de situación:** En cuanto a los médicos en planta, las horas médico se respetan de acuerdo al número de operarios y empleados de oficina. Tomando el concepto de trabajador equivalente (cantidad que resulte de sumar el número de trabajadores dedicados a las tareas de producción más el 50% del número de trabajadores asignados a tareas administrativas), a la empresa le corresponden 15 horas médico por semana. Hormetal cumple con esta reglamentación, teniendo las horas médico asignadas fuera de la planta.

*Igualmente, dadas las características de la planta, lo más recomendable sería que cuente con una enfermería propia, sobre todo por los cortes que se producen ocasionalmente en los operarios al manipular las chapas. Como complemento, es esencial la formación de los operarios en reglas básicas de salud y seguridad, mediante cursos de capacitación y manuales básicos de reanimación.*

Cantidad de trabajadores equivalentes	Horas médico Semanales
151-300	5
301-500	10
501-700	15
701-1000	20
1001-1500	25

Tabla 13: Horas médico semanales por trabajadores equivalentes. Fuente: Ley 19.587

Otra medida relacionada a la salud del personal es que diariamente se entrega un litro de leche a cada operario, al igual que todos los establecimientos de la industria metalúrgica que realizan tareas insalubres. Esto se hace como prevención a la llamada “fiebre de los metales”. Esta situación se genera por las partículas de metal que se encuentran en el aire debido a los procesos a los que se somete la chapa.

*Recientemente la incorporación de la cabina de granallado ha generado un aumento de la concentración de metal en el aire, contribuyendo a este riesgo de intoxicación. Para prevenir esto se recomienda una mayor ventilación de la planta y un cerramiento más hermético a la cabina de granallado.*

#### *Seguridad/Vigilancia*

**Diagnóstico de la situación:** La desaparición de herramientas de trabajo, como el robo puntual de tres amoladoras, es una situación que se da especialmente sobre el final del turno tarde y cuando había turno noche. Actualmente sin el turno noche se ha ganado un mayor control sobre la situación.

*Sin embargo, se considera una medida razonable la incorporación de un sistema de cámaras de seguridad en cada una de las entradas de la planta.*

### 3.7 Calidad

La política de calidad definida y establecida por la Dirección de Hormetal S.A. está dirigida a todos los sectores de la Empresa, englobando a todos los procesos que se verifican en la organización y requiere la participación y el compromiso de todos los miembros de la Compañía. La gestión de calidad adopta como modelo de funcionamiento la Norma ISO 9001:2008 procurando permanentemente la búsqueda de mayor eficiencia y competitividad. **Sin embargo, los procesos no están certificados aún bajo esta normativa. No es errada la decisión estratégica de adoptar un sistema de gestión de la calidad en esta etapa de claro crecimiento que está atravesando la empresa.**

*Se recomienda que a fin de lograr la implementación y certificación de la norma ISO 9001:2008 dentro de Hormetal se apliquen los siguientes pasos a seguir:*

- 1. Capacitación:** Formación global de la empresa, integrando todos los niveles. Conocimientos generales sobre la norma ISO.
- 2. Creación de equipo/unidad de negocio:** Definida la estrategia de calidad de la empresa, la alta dirección deberá designar a un responsable en el rubro.
- 3. Diagnóstico del Sistema de Gestión de la Calidad (SGC):** El responsable de calidad junto a sus asesores o empleados deberá evaluar a la empresa desde el criterio de la norma ISO 9001:2008.
- 4. Planificación:** Decisión del sector de calidad en conjunto con la alta dirección para definir los recursos a emplear y las Políticas de Calidad de la empresa.
- 5. Documentación del Sistema de Gestión de la Calidad:** Realización de un Manual de Calidad. En este queda plasmada la intención de la empresa de operar bajo una serie de normas. Explica y define quién hace cada cosa, en qué orden y según qué condiciones. Se describen todos los pasos del proceso a certificar. Este paso debe ir en simultáneo con la correcta **formación** de los operarios y el suministro de **información** a los mismos.

6. **Implementación y Definición de objetivos:** Se desarrollan las actividades según los procedimientos desarrollados. Se definen luego de obtenidos los resultados y en conjunto con la Dirección de la empresa, un plan de acción y seguimiento de los procesos.
7. **Auditoría Interna:** A realizarse por la propia empresa o subcontratada.
8. **Auditoría de certificación:** A realizarse por una entidad de certificación. Se debe haber implementado el sistema con al menos tres meses de antigüedad. El ente certificador estudiará el SGC y verificará el otorgamiento del certificado. Luego de este paso, Hormetal podrá publicitar su sistema de calidad y promocionar la empresa. Se realizarán auditorías de mantenimiento periódicamente para garantizar que la empresa siga cumpliendo los pasos establecidos y documentados anteriormente.

En planta existe un departamento de Calidad el cual está compuesto por dos personas de estrato uno (1) que se encargan de realizar inspecciones en distintos puntos de la línea para verificar que las piezas cumplan con la calidad requerida. Como podrá observarse en el Capítulo 4, este departamento no cuenta con una gerencia encargada de desarrollar políticas de calidad en la planta. **Es esencial la creación de este puesto gerencial como puntapié inicial hacia una certificación ISO.**

*Se recomienda empezar lo antes posible con el reclutamiento del puesto gerencial a cubrir, simultáneamente con la capacitación del personal. Él deberá ser el responsable de aplicar estos pasos al proceso productivo, con un horizonte temporal de (definir estrato del responsable de calidad).*

### **Ensayos no destructivos**

Actualmente se contrata una empresa que, mediante una auditoría externa, realiza ensayos no destructivos de tintas penetrantes y radiografías industriales a las piezas que según el departamento de inspección de Calidad se encuentran comprometidas. Hormetal está en condiciones de prescindir de este servicio, si enfocara recursos en la capacitación del personal de inspección en estas especialidades y adquiriese un equipo propio. Se pudo determinar a través del benchmarking que empresas de similar

tamaño mantienen una constante capacitación de su personal de calidad en este tipo de técnicas.

*Se recomienda que el puesto gerencial encargado de Calidad planifique una capacitación efectiva y constante en el desarrollo de ensayos no destructivos. Contar con un equipo de ensayos no destructivos propio de la empresa disminuirá los costos por la tercerización de los mismos y aumentará la confiabilidad del cliente, ya que Hormetal podrá garantizar una mayor calidad en todas sus estructuras.*

### 3.8 Mantenimiento

Dado que el valor agregado en el proceso de producción se genera en su gran mayoría con la ayuda de máquinas especializadas, tanto de transporte como de corte y conformado, es de gran importancia que estas estén en perfecto estado. Se analizará en esta etapa como funciona el equipo de mantenimiento dentro de la planta y las posibles mejoras que pueden plantearse observando los puntos más débiles.

**Ubicación en planta:** el puesto de mantenimiento tiene una ubicación física estratégica, en el centro de la planta y equidistante de casi todos los equipos que pueden solicitar sus servicios.

**Estructura:** cuenta con tres operarios calificados, pero sin un supervisor o jefe especializado en mantenimiento que los supervise. Responden directamente al Jefe de Planta. Están especializados, o sea no realizan operaciones de producción (no son multifunción).

**Tipo de mantenimiento en planta:** ningún tipo de mantenimiento Preventivo o Predictivo, por lo tanto no realizan mantenimiento hasta que algún incidente suceda. El mantenimiento es Correctivo.

**Gestión del servicio:** La relación entre los empleados de mantenimiento y los operarios de producción no siempre es la ideal. Muchas veces los empleados solicitan reparación de ciertos equipos sin obtener una respuesta positiva o inmediata. Muchas herramientas y maquinas no se encuentran en el mejor estado al no tener una revisión programada de su funcionamiento y puesta a punto.

Los encargados de mantenimiento, por otro lado, tienen un conocimiento más elevado del funcionamiento y puesta en marcha de los equipos, lo que hace que **el actual personal sea indispensable independientemente del gran tiempo ocioso que tienen actualmente.**

A partir del Muestreo realizado anteriormente en este capítulo se deduce que parte de la inactividad de los estaciones de trabajo se debía a fallas en el funcionamiento de las máquinas y al tiempo en que se tardaba en repararlas. Para estudiar en profundidad dichas causas se desarrolló un relevamiento a las máquinas de las principales estaciones de trabajo de la planta para conocer el estado de las mismas y sus fallas específicas. Se interrogó al operario de cada máquina sobre el estado actual de la misma y los mantenimientos realizados hasta el momento.

- 1) **Guillotina:** No tiene mantenimiento preventivo. Sufre pérdidas de aceite, y se cambia el mismo solamente cuando las pérdidas son considerables o se rompe el equipo. El sistema de parada de emergencia está averiado desde hace varios meses, y no hay indicios de que esta situación vaya a cambiar en el corto plazo. La guillotina, con solamente dos años de uso, se encuentra en muy malas condiciones para una máquina de su edad y nivel de funcionamiento.
- 2) **Pantógrafo:** Unas de las cosas que se localizó es que los picos del oxicorte no regulan de forma pareja, encontrando asimetrías en muchas piezas. Las mangueras son las originales con las que viene el equipo, adquirido hace seis años, es decir que no se repusieron a lo largo de su vida útil. Esto es un ejemplo de que el mantenimiento de la planta es puramente correctivo, ya se las mangueras se cambiarán una vez que estas cedan, y la producción se pare. Falta una guía, haciendo más tedioso el trabajo del operario, ya que se le complica la ubicación de las chapas. Se cambiaron hace un mes unos rodamientos, posterior a la rotura. Estos últimos nunca fueron controlados antes del incidente.
- 3) **Plasma:** Las mangueras se arruinan por fricción pero no se colocan mangueras reforzadas. Se cambió el compresor del plasma, pero luego de romperse. Este compresor de aire, externo a la máquina, es necesario para el funcionamiento

de la máquina. Como todo compresor, necesita un control y periódico cambio de aceite periódico para su óptimo funcionamiento.

- 4) **Zinguería:** La máquina se encontraba parada y siendo reparada por el personal de mantenimiento, por estar los rodillos gastados. El mantenimiento realizado fue correctivo.
- 5) **Pórtico de soldadura:** Uno de los operarios de este equipo estaba buscando a los encargados de mantenimiento, ya que no podría continuar con su trabajo al estar trabados ciertos engranajes. Al consultar a otros operarios, comentaron que los aprietes no están en las mejores condiciones. Se deberían cambiar los diafragmas de los pistones. Se fue informado que jamás hubo un mantenimiento preventivo, e hicieron hincapié en la falta de material de repuesto para el equipo, sobre todo en las mangueras y la falta de cadenas.
- 6) **Máquina multifunción (GEKA):** La hoja de corte esta floja y la base se desplaza. Por consecuencia el operario tarda más del tiempo estándar de corte del equipo, y la pieza final sale con mucha rebaba. Se confirmó que no se hace mantenimiento preventivo.

**Soluciones Propuestas:** Las soluciones presentadas ayudarían a corregir la problemática de la situación actual y son complementarias entre sí.

- Se deberá por sobre todo concientizar a todo empleado en planta que el mantenimiento es un trabajo del “día a día”, y no solamente una respuesta inmediata a una falla.
- Armar un programa de supervisión y mantenimiento periódico de los equipos.

*El concepto de mantenimiento dentro de la planta no está del todo desarrollado. Esto se nota a simple vista al no tener un jefe encargado de esta área. Se recomienda una persona a cargo para realizar el plan de mantenimiento preventivo, programar planes de control de equipos, armar hojas de registro y hacer cumplir a sus subordinados los planes de reparaciones. A su vez deberá coordinar un correcto control en la frecuencia de inspecciones.*

- El concepto de operario “multifunción” es muy importante hoy en día en las organizaciones. Saca al operario de la monotonía del trabajo diario, teniendo conocimientos básicos del mantenimiento de los equipos pudiendo reparar una falla simple y puntual. Se ocuparían de realizar una breve inspección de las condiciones de funcionamiento de la máquina al comenzar el turno, verificando distintos parámetros (como por ejemplo niveles de aceite, etc.) y en caso de presentarse una falla simple y puntual de la misma deberán contar con los conocimientos para repararla solicitando las herramientas al área de mantenimiento según se necesiten.

*Incorporar el concepto de operario multifunción no es una tarea sencilla, pero el valor que podría producir dicha política podría impactar muy positivamente en el mantenimiento y los costos de la compañía. Las dificultades que se pueden presentar para su implementación son la falta de capacitación en mantenimiento de los operarios de producción y las barreras que los gremios puedan imponer. Este mismo concepto se recomienda aplicarlo con los operarios de mantenimiento, pudiendo ayudar en el proceso productivo si hay alguna o más ausencias.*

### **Curva del costo de mantenimiento mínimo**

Una óptima frecuencia se determina observando la evolución de los costos dependiendo de la periodicidad con la que se realizan las inspecciones. **En caso de tener una frecuencia de inspecciones casi nula, la empresa sufriría grandes costos por lucro cesante debido al excesivo mantenimiento correctivo que debería realizarle a los equipos. . Por otro lado, si las frecuencias superan a las necesarias el costo aumenta ya que hay más gasto en la mano de obra de mantenimiento preventivo.** Por último con una frecuencia excesivamente alta de inspecciones, el mantenimiento preventivo empieza a interferir con la producción, apareciendo de nuevo lucro cesante.

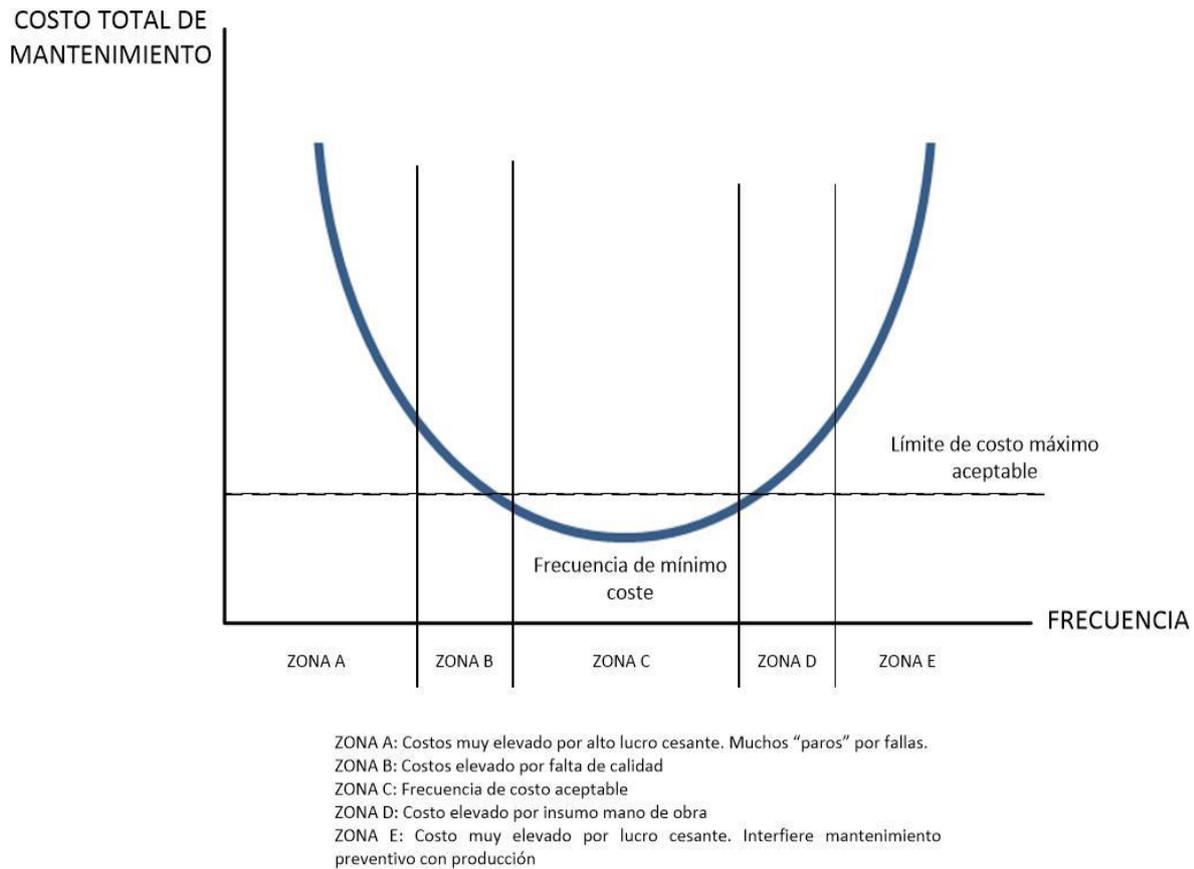


Gráfico 14: Curva de Costo de Mantenimiento mínimo. Elaboración propia en base a *filosofía y técnica del mantenimiento preventivo*

*Por lo tanto un correcto análisis de los costos sobre el mantenimiento permitirá a la empresa encontrar la frecuencia justa de inspecciones a realizar y podrá saber el tiempo justo en el que deberá realizar el mantenimiento para el correcto funcionamiento de los equipos. Para lograr esto se debe ir ajustando de forma iterativa registrando supervisiones, fallas y costo por detención de la producción por equipo en mantenimiento. Es una tarea que requiere un continuo seguimiento por lo que deberá ser responsabilidad del nuevo Jefe de Mantenimiento que se recomienda incorporar.*

### **Mantenimiento de Puentes Grúa**

Como resultado del muestreo se había determinado la gran importancia de los puentes grúas para el funcionamiento de toda la línea productiva. Es por ello que el asegurar el funcionamiento continuo de los puentes Grúa mediante un adecuado y periódico mantenimiento, es vital para la productividad de todas las estaciones de trabajo. Sumado a esto los puentes grúa representan una gran inversión en equipo

para una empresa, y de no contar con un correcto mantenimiento su vida útil se ve reducida enormemente sin mencionar que también aumenta el riesgo de accidente.

Se realizó a modo de propuesta a evaluar, y como un ejemplo de lo que se debería hacer con el resto de las máquinas; un plan de mantenimiento para los puentes grúas con el fin de evitar paradas y aumentar la vida útil del mismo. Las tareas recomendadas para asegurar una correcta operación, mantenimiento e inspección de los puentes grúa son las siguientes:

***Condiciones para operar:***

- 1) Revisar todos los movimientos del puente grúa, traslación de carro y puente, subir y bajar del sistema de elevación, todos en alta y baja si existieran por posibles errores en la conexión eléctrica
- 2) Revisar ajuste y operación de todos los frenos
- 3) Revisar funcionamiento y ajustar límites superior e inferior del sistema de izaje, esto se debería realizar con el gancho sin carga
- 4) Revisar otros límites y paradas de emergencia, sistemas anti- choque en los casos en los que hay dos puentes para una misma viga.
- 5) Operar el puente grúa en forma lenta a lo largo todos sus recorridos, puente, carro y sistema de elevación, revisando ruidos y posibles cruces.

***Inspección de los puentes grúa:***

Es recomendable realizar inspecciones periódicas (diarias) que incluyan los siguientes puntos, los cuales se deberían hacer antes de usar el puente grúa por el operador del mismo (concepto de operario multifunción) en cada turno o jornada correspondiente.

- 1) Inspección visual del cable por posibles roturas o daños en los alambres del mismo
- 2) Inspección visual del gancho por posibles deformaciones, roturas o desgaste excesivo
- 3) Comprobar los límites de izaje (superior e inferior) y de desplazamiento
- 4) Detección de cualquier ruido o vibración anormal

Con frecuencia semanal o mensual a cargo del equipo de mantenimiento se recomiendan inspeccionar:

- 1) Conexiones flojas, apriete de bulones, tuercas etc.
- 2) Rotura, desgaste, deformación o corrosión en bridas de vigas, rieles, ruedas etc.
- 3) Rotura, desgaste o deformación mecánica en ejes, cojinetes, piñones, cadenas etc.
- 4) Desgaste en los frenos
- 5) Tambor de arrollamiento, poleas, verificar desgaste
- 6) Verificar correcto funcionamiento de motores
- 7) Verificación del gancho y sus accesorios por fisuras mediante partículas magnetizables o tintas penetrantes
- 8) Límites de seguridad, límites de carga
- 9) Sistema eléctrico

Para realizar las inspecciones y correspondiente reparación o cambios de material, se diseñaron hojas de registro, en las cuales el encargado de mantenimiento preventivo dejará corroborado la aptitud del puente para su funcionamiento hasta el próximo control. Esta hoja facilita la recopilación de datos y es una herramienta básica para el control de costos. Datos necesarios para una correcta determinación de la frecuencia de inspección óptima como se puede observar en el gráfico anterior.

	<p>Modelo de Revisión previo a la jornada laboral</p> <p>Puente Grúa N°:</p>		
<p>Día: DD/MM/AAAA</p>	<p>Correcto</p>	<p>Incorrecto</p>	<p>Comentarios</p>
<p><b>Mecanismos de Seguridad</b></p>			
<p>Limitadores de Carrera</p>			
<p>Frenos</p>			
<p>Dispositivos de emergencia</p>			
<p><b>Elementos sometidos a esfuerzos</b></p>			
<p>Cables y Cadenas</p>			
<p>Gancho y pestillos de seguridad</p>			
<p>Otros</p>			
<p>Hora:</p> <p>Operario:</p>		<p>Firma del operario:</p> <p>Firma del supervisor:</p>	

	<p style="text-align: center;">Modelo de Mantenimiento Correctivo</p> <p>Puente Grúa N°</p>		
<p>Día: DD/MM/AAAA</p>	<p>Correcto</p>	<p>Incorrecto</p>	<p>Comentarios</p>
<p>Orden de mantenimiento:</p>			
<p>Repuestos utilizados</p>	<p>HH involucrados</p>		
<p>Costos:</p> <p>Costos HH:</p>			
<p>Se interrumpió la producción?</p>	<p>SI</p>	<p>NO</p>	
<p>Se produjeron accidentes?</p>	<p>SI</p>	<p>NO</p>	
<p>Descripciones:</p>			
<p>Hora:</p> <p>Operario:</p>	<p>Firma del operario:</p> <p>Firma del supervisor:</p>		

## **CAPITULO 4: ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL**

En esta etapa se analizará el organigrama de la empresa actual, realizando un estudio de la estructura, las tareas y responsabilidades gerenciales según la Teoría de la Organización Natural (TON) de Elliot Jacques. Se estudiarán también los distintos departamentos o unidades de negocio que una empresa de la categoría de Hormetal debería tener, y si lo cumplen o no. En caso contrario, se propondrán mejoras y puestos de trabajo a cubrir, teniendo en cuenta las consideraciones surgidas del análisis de los capítulos anteriores. Cabe aclarar que como el enfoque de este estudio corresponde al funcionamiento de la planta, se focalizará el análisis de estructura organizacional en la parte del organigrama que corresponde a la función de producción de Hormetal.

### **4.1 Fundamentos teóricos:**

Se definen en la teoría tres tipos de organigramas diferentes.

- El Organigrama Manifiesto, es el público de una organización y generalmente elaborado por el departamento de RRHH.
- El Organigrama Asumido, es el percibido por cada operario o gerente de la organización. Esto implica que hay probablemente tantas versiones de organigramas asumidos como de personal en la organización.
- El Organigrama Estante o Natural. Es el que se aplica a la teoría y define las relaciones óptimas entre roles.

Los sistemas burocráticos están divididos en categorías jerárquicas. Estas categorías definen el estatus del rol, su complejidad y su nivel salarial. La TON define cortes específicos según el alcance temporal de las tareas de los distintos roles de una empresa a lo largo de la vertical. Estos cortes son llamados Estratos, y forman una estructura universal.



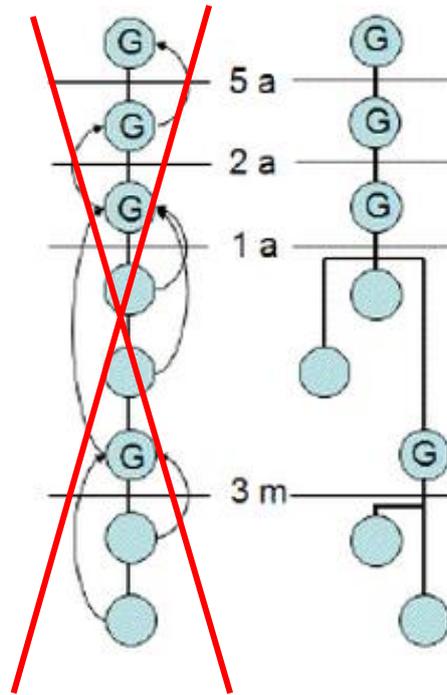


Ilustración 21: Reglas de la TON. Fuente: La Organización Requerida

La TON relaciona estos estratos con el concepto de capacidad de la persona. Dos personas, en estratos contiguos, procesan la realidad que los rodea de modos diferentes, de tal manera que la que se encuentra en el estrato superior, podrá hacerlo de manera más rica y con más profundidad al explorar el futuro que la del estrato inferior. En cada estrato superior, el individuo muestra un cuadro de la realidad más complejo y abarcativo, y es capaz de analizar problemáticas laborales de mayor envergadura.

El Horizonte Temporal de una persona no es estático, sino que este evoluciona a lo largo de la vida laboral. Por medio de un estudio estadístico, Jacques encontró curvas de progreso de la capacidad de un individuo a través de su vida. Definió el “Modo” como el nivel más alto de procesamiento mental al que madurará finalmente un individuo. Mediante estas curvas, sabiendo la edad de la persona y la capacidad de procesamiento mental que ejerce en plenitud, se puede saber la proyección que tendrá durante su vida laboral.

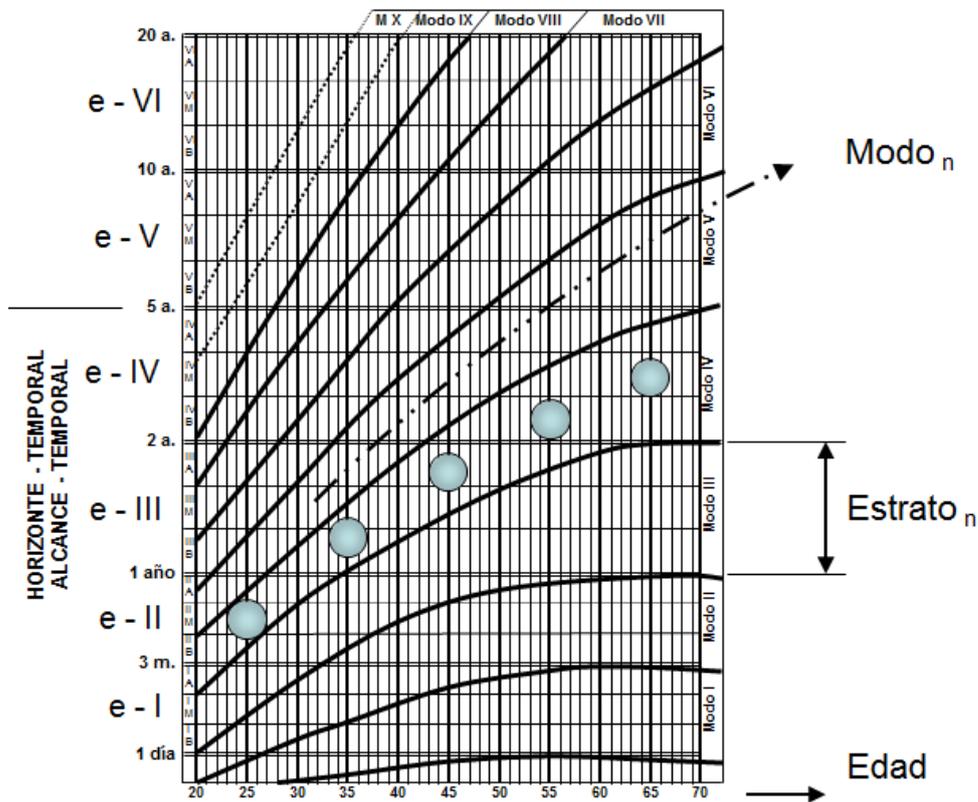


Gráfico 15: Curva de Modos. Fuente: La Organización Requerida

Se define al Estrato de la Organización como el estrato del rol más alto, siendo este el del Primer Responsable Ejecutivo (PRE o CEO). Este estrato es de suma importancia para la organización, ya que representa el horizonte temporal total de la empresa, y es un dato relevante para conocer el desarrollo a futuro de una organización. Hay dos problemáticas posibles o situaciones de desequilibrio que pueden producirse bajo esta afirmación:

1. Que el CEO de la empresa atravesase un estrato estando al frente de la organización. El plan estratégico a largo plazo de la empresa evolucionará, ya que la capacidad de trabajo del ejecutivo más alto determina el crecimiento, contracción, o estabilidad de la organización.
2. La empresa crezca por situaciones externas, como por ejemplo factores económicos o de mercado. En este caso cambia el horizonte de acción en el cual trabajará la empresa, pero muchas veces no se transfiere ese cambio al organigrama, preferentemente al CEO.

El segundo caso es el más acorde a Hormetal. El gran crecimiento que sufrió en estos últimos años le quitó la condición de PyME, teniendo hoy en día más de 500 empleados. Este incremento de la producción no vino acompañado de una reestructuración de las funciones de la compañía. Por lo tanto al final de este capítulo se planteará un organigrama que siga las reglas de la TON y se ajuste en la mejor medida posible a las funciones que necesita Hormetal para llevar adelante su actividad.

## 4.2 Estructura Actual

Como se mencionó al principio de este capítulo se focalizará el análisis en los roles del organigrama que corresponden a la función de producción. A continuación se presenta la parte del Organigrama Manifiesto de la rama de producción.

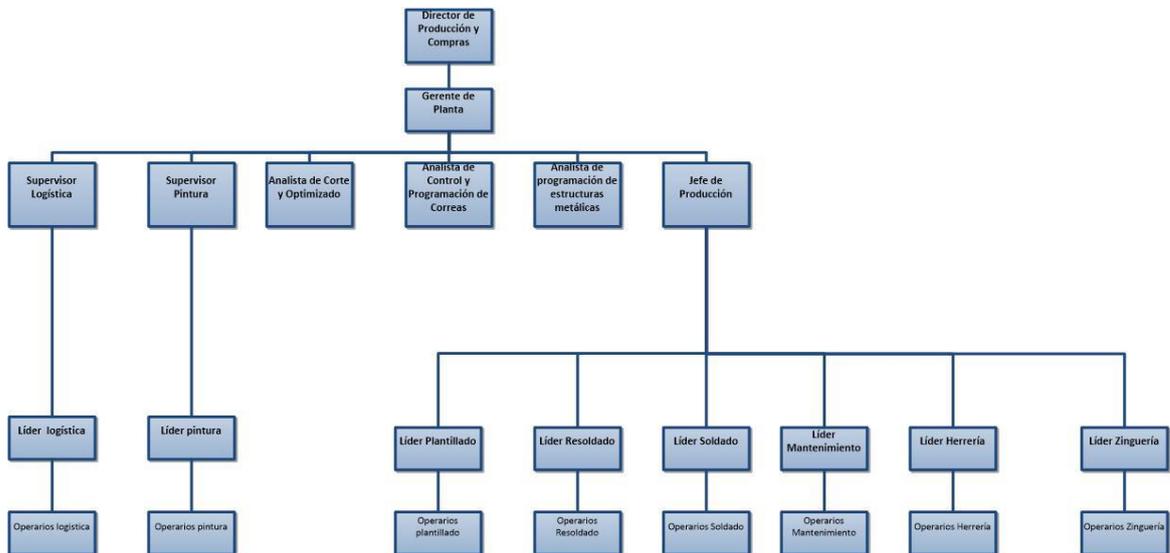


Ilustración 22: Organigrama Actual de la empresa (sector planta). Fuente: Recursos Humanos de la Empresa

Se analizan a continuación las responsabilidades y tareas de los distintos roles dentro de este organigrama manifiesto para determinar el alcance temporal de cada rol para así identificar a que estrato pertenecen.

### *Líder de Producción y Pintura*

#### **Responsabilidades:**

- Control de la producción del sector
- Verificar las prioridades de producción diaria de su Jefe y los demás líderes del sector

- Guardar el orden y la limpieza del sector
- Cuidar las herramientas y las maquinas del sector
- Coordinar al personal a cargo para el cumplimiento del programa de producción diario

**Tareas:**

- Llevar el control de la producción, anotando todo lo realizado en las
- Tomar asistencia al comienzo del turno e informar las inasistencias al Jefe de Producción/Encargado
- Producir según los estándares de producción dados por el Departamento de Calidad
- Informar y registrar cualquier anomalía ocurrida en el sector
- Verificar que todo el personal a cargo en el horario de almuerzo se encuentre en el comedor de planta
- Mantener limpio y ordenado el sector
- Verificar y mantener el correcto funcionamiento de las maquinas del sector

*Líder de Logística*

**Responsabilidades:**

- Coordinar a su grupo de trabajo a cargo para el despacho y recepción de materiales
- Controlar y registrar el correcto despacho y recepción de materiales
- Guardar el orden y la limpieza del sector

**Tareas:**

- Despachar y recepcionar los transportes en tiempo y forma
- Controlar los remitos de despacho y recepción
- Coordinar la preparación y pesaje de los materiales a despachar
- Controlar las piezas terminadas salidas del sector de producción
- Verificar el correcto funcionamiento de los dispositivos utilizados en el sector
- Informar y registrar las anomalías del sector al Supervisor de Logística

*Las actividades de los líderes tienen un alcance temporal de 1 o 2 días como máximo, por lo tanto estos son operarios de línea sin gente a cargo. Tienen autoridades extraordinarias respecto a los operarios comunes, pero responden ante el mismo rol gerencial.*

*Supervisor de Pintura*

**Responsabilidades:**

- Coordinar el pintado de piezas según el programa de producción diario

- Coordinar al personal a cargo para el cumplimiento de los objetivos y del programa de producción
- Cuidar las herramientas y maquinas del sector
- Guardar el orden y la limpieza
- Controlar la producción del sector
- Verificar las prioridades diarias con el Gerente de Planta

**Tareas:**

- Producir según los estándares de producción dados por el Departamento de Calidad
- Informar y registrar cualquier anomalía del sector al Gerente de Planta
- Mantener la limpieza y el orden del sector
- Tomar asistencia e informar las inasistencias al Asistente de Producción
- Registrar cada pieza producida en las planillas de producción
- Llevar el control del stock de pintura e insumos del sector
- Pasar el pedido de insumos para el sector al Gerente de Planta

***Supervisor de Logística***

**Responsabilidades:**

- Controlar la recepción y despacho de materiales
- Llevar el stock de insumos de obra en informarlo al departamento de compras
- Coordinar al personal a cargo para la recepción y despacho de materiales
- Tomar asistencia al personal a cargo al comienzo del turno
- Guardar el orden y la limpieza del sector
- Controlar y registrar todas las piezas producidas por el departamento de producción
- Verificar las prioridades de despacho con el Gerente de Planta

**Tareas:**

- Relevamiento de todas las piezas terminadas
- Informar diferencias entre lo producido y lo escrito en las listas de despacho a PCP
- Informar las inasistencias de personal al Asistente de Producción
- Mantener el sector limpio y ordenado
- Optimizar el despacho de las piezas
- Mantener las piezas en condiciones para ser despachadas
- Coordinación y seguimiento de los transportes despachados a las obras
- Informar y registrar cualquier anomalía del sector al Gerente de Planta

*Los roles del Supervisor de Pintura y del Supervisor de Logística tienen un alcance temporal de una semana como máximo, ubicándose también en el primer estrato. Aquí ya se rompe una de las leyes principales de la TON ya que según el Organigrama*

*Manifiesto hay dos dependencias sucesivas dentro del mismo estrato. En el nuevo organigrama se planteará la eliminación de uno de estos roles transformando el otro en un AGPL para así cumplir con las principales leyes de la TON.*

### *Asistente de Producción*

#### **Responsabilidades:**

- Recibir los planos del departamento de planificación y control de la producción
- Pedir los insumos para el personal de mantenimiento y los insumos no prod. del sector
- Control de asistencia de personal de producción
- Distribuir los planos a los líderes de producción según la programación dada por PCP
- Controlas el cumplimiento del programa de producción

#### **Tareas:**

- Llevar el control de planos recibidos y entregados
- Registrar el cumplimiento o no del programa de producción
- Registrar e informar al Jefe de Producción cualquier anomalía observada o encontrada
- Identificación y control de todas las máquinas y herramientas utilizadas por el personal de producción
- Llevar el control diario de asistencia del personal y realizar un informe diario a RRHH

El Asistente de Producción no aparece en el Organigrama Manifiesto. El alcance temporal de este rol es de una semana como máximo. Su función es la de asistir al jefe de Producción en las tareas básicas. La función de asistente (o secretaria) tienen un trato especial dentro de la TON por lo que se dejará de lado en este análisis inicial.

### *Jefe de Producción*

#### **Responsabilidades:**

- Control y administración de las tareas y recursos de Producción
- Verificar el cumplimiento de las normas de trabajo, de calidad, seguridad e higiene del personal a cargo
- Proponer y realizar cambios en los procedimientos con el fin de mejorar la productividad
- Generar acciones que motiven y procuren el crecimiento de los equipos de trabajo
- Seguimiento y control del proceso productivo en su totalidad

- Asegurar un óptimo aprovechamiento de las materias primas y recursos disponibles
- Garantizar un correcto funcionamiento de las maquinarias.
- Controlar de que la producción realizada ingrese en los plazos requeridos por el programa de producción

**Tareas:**

- Llevar el control de planos recibidos y entregados
- Registrar el cumplimiento o no del programa de producción
- Registrar e informar al Gerente de Planta cualquier anomalía observada o encontrada
- Seguimiento integral de las obras en producción
- Llevar los indicadores de producción actualizados

*El rol del Jefe de Producción tiene un alcance temporal de 2 a 3 meses por lo que se encontraría en un estrato uno (1) alto. Deberá evaluarse su Modo para predecir su evolución en el tiempo hacia el segundo estrato.*

*Analista de Control y Programación de Correas*

**Responsabilidades:**

- Programar la producción y entrega de correas
- Controlar las piezas realizadas en los distintos sectores del Departamento de Producción

**Tareas:**

- Control diario de las piezas realizadas en los distintos sectores del Departamento de Producción
- Mantener actualizados los indicadores de producción
- Compras no productivas del Departamento de Programación y Control de Producción
- Emisión de los programas de producción de correas
- Seguimiento de los faltantes de producción
- Recepción, control y registro de los planos de parte del Departamento de Técnica
- Control de stock de materia prima

*Analista de Corte y Optimizado*

**Responsabilidades:**

- Optimización del uso de materia prima
- Control y registro de todos los cortes realizados en el Departamento de Producción

**Tareas:**

- Recepción, control y registro de los planos enviados por el Departamento de Técnica
- Emisión del programa de producción de corte interno y externo
- Reutilización de los sobrantes de materia prima

*Analista de Programación de Estructura Metálicas*

**Responsabilidades:**

- Programación macro y micro de todas las obras
- Control y registro del avance de cada obra
- Control y registro de los planos revisados por el Departamento de Técnica

**Tareas:**

- Distribución de planos al Departamento de Producción
- Emisión de los programas de producción
- Recepción, control y registro de los planos recibidos por el Departamento de Técnica
- Recibir reclamos de obra
- Actualización del programa de producción macro
- Actualización de los planes de producción
- Distribución de requerimientos de obra y listas de despacho

*Los Analistas tienen un alcance temporal de 1 a 2 meses dependiendo de sus tareas. Trabajan directamente con el Gerente de Planta. No rompen las reglas de la TON ya que no tienen personal a cargo y reconocen como jefe al rol inmediato del estrato superior.*

*Gerente de Planta*

**Responsabilidades:**

- Responsable de prever, organizar, integrar, dirigir, controlar y retroalimentar las operaciones de las áreas productivas garantizando el cumplimiento de los planes de producción, con un eficiente manejo de recursos y dentro de los estándares de productividad y calidad establecidos.
- Responsable del mantenimiento del clima laboral adecuado
- Responsable directo del análisis, planeación y ejecución de planes que implican nuevos proyectos de producción.
- Garantizar el cumplimiento de los requisitos de calidad y seguridad industrial en la manufactura y acondicionamiento de los productos.
- Mantener una comunicación interdepartamental fluida, con el fin de informar sobre el desarrollo de la producción, productos y cantidades

- fabricadas, plantear las mejoras que tengan lugar; mejorando así la calidad de los productos, los tiempos de producción y la disminución de los costos.
- Optimizar el uso y aprovechamiento de los recursos tanto humanos como materiales y financieros acorde a las políticas, normas y tecnología de la empresa.
  - Velar por la aplicación periódica de la evaluación de desempeño de su personal operario, garantizando así la adecuada aplicación del adiestramiento suministrado en relación a las Normas de Buenas Prácticas de Manufactura, Higiene y Seguridad Industrial y cualquier otra información impartida a través de los programas de capacitación, y necesaria para alcanzar los niveles de calidad y productividad esperados.
  - Coordinar y revisar la elaboración, actualización y cumplimiento de los procedimientos básicos de operación y técnicas de fabricación.

*Las actividades del Gerente de Producción tienen un alcance temporal de alrededor de un año. Se deduce que este es un Gerente de Primera Línea de estrato II teniendo en cuenta que se trabaja con un diagrama de Gantt que tiene una duración de un año. Dado el tamaño de la empresa y las características de su negocio se recomienda trabajar con una planificación que sea de entre 2 y 3 años como mínimo. Se considerará la necesidad de un Gerente de Producción que pertenezca al Estrato tres (3) diseñar un organigrama acorde a la empresa, al final de este capítulo.*

#### *Director de Producción y Compras*

##### **Responsabilidades:**

- Dirigir, vigilar, controlar, coordinar y evaluar las diferentes áreas de la planta.
- Determinar los niveles, cargos y funciones que desempeñan los responsables de áreas, así también como el personal en general
- Mantener una buena línea de comunicación entre sus colaboradores.
- Planificar los objetivos generales y específicos de la planta a corto y largo plazo y desarrollar estrategias generales para alcanzarlos.
- Crear un ambiente en el que las personas puedan lograr las metas de grupo.

*El Director de Producción y Compras funciona informalmente como el Gerente General de la Planta. Su Horizonte-temporal está entre 1 y 2 años perteneciendo al Estrato III (3). Otra razón que avala la ubicación de este rol en el estrato III es el reconocimiento mutuo con el personal del primer estrato. Este rol ha dado un salto del Estrato II (2) a Estrato III (3) con el crecimiento de la compañía.*

***El CEO es el único que se encuentra sobre el Director de Producción y Compras, lo que indicaría que Hormetal es una empresa de Estrato IV (4).***

Con esta suposición se procederá a realizar una Propuesta de Cambio Organizacional que ajuste la estructura de la empresa a los ideales de menor roce y mayor eficiencia que indica la TON.

### **4.3 Propuesta de Cambio Organizacional**

La propuesta de Cambio Organizacional se llevará a cabo teniendo en cuenta las conclusiones y recomendaciones realizadas en los capítulos anteriores en base al funcionamiento de las relaciones entre sectores, el inconveniente la falta de liderazgo en algunos sectores y la búsqueda de la integración general de toda la empresa.

#### **Características a considerar**

Los puntos más importantes a evaluar a la hora de realizar una propuesta en un cambio de estructura son los siguientes:

- Verificación de la cantidad de niveles o estratos, y si estos difieren por defecto o exceso al que debe establecerse por la Teoría de la Organización Natural.
- Cumplimiento de las funciones para el desarrollo de la estrategia. Se diseñan los puestos a cubrir en caso que están funciones no estén especificadas.
- Ubicación de las funciones en el nivel de trabajo que corresponde. Este análisis permitirá la correcta delegación de tareas.
- Análisis de la Responsabilidad Gerencial. Es común que los empleados no perciban a su verdadero jefe, sobre todo en trabajos por turnos.

A su vez, la teoría sugiere que en toda empresa deben existir funciones operativas principales:

- Identificación de una necesidad (i)
- Desarrollo de bienes y servicios (D)
- Provisión de esos bienes y servicios (M)
- Comercialización (I)

Las actividades de las funciones i - D - M - I son establecidas por el CEO de acuerdo a los objetivos de la asociación. En todos los estratos aparecen la tareas operativas, pero en la medida que se delegan las tareas en los siguientes estratos, las funciones se despliegan en roles crecientemente más especializados.

Las funciones operativas están acompañadas por tareas de apoyo, las cuales están destinadas a facilitar el cumplimiento de las mismas. Estas, están compuestas por:

- Los recursos humanos a emplear en cada etapa (RRHH)
- Las tecnologías pertinentes (T)
- El planeamiento de la secuencia lógica de su ordenamiento (PI)

Existen funciones de Resguardo, Servicio y Sostenimiento de recursos. Tienen como finalidad mantener a la empresa en condiciones para su correcto funcionamiento. Dado que el análisis de reingeniería es meramente operativo, se resumen las mismas en una función general llamada Administración. Entre las funciones administrativas más importantes se encuentran:

- Contabilidad
- Liquidación de Salarios
- Informática
- Legales

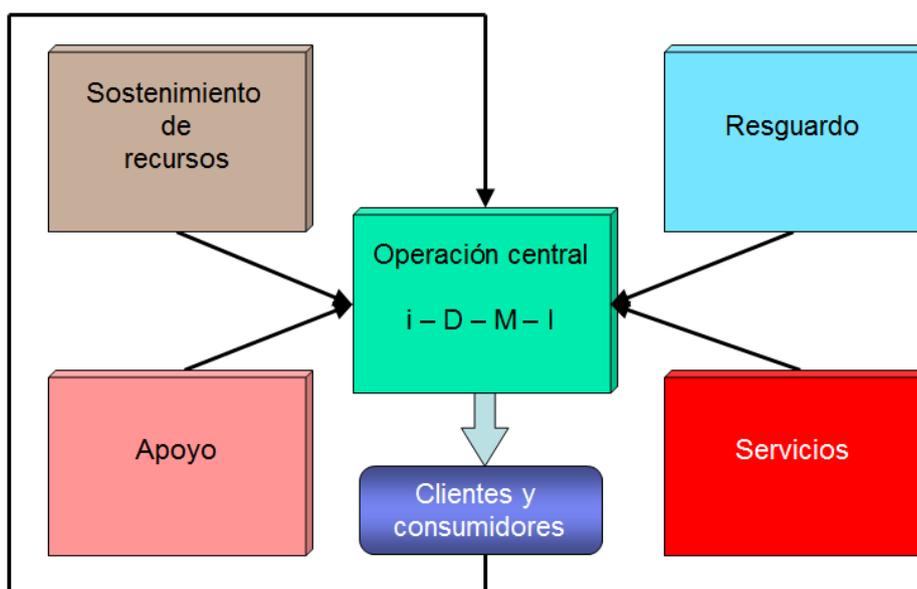


Ilustración 23: Funciones principales en una empresa. Fuente: La Organización Requerida

## **Impacto de la Reingeniería de Procesos en la Estructura Organizacional**

Al comienzo del capítulo anterior, cuando se analizaron los flujos de productos y reflujos de información se mencionó que se continuaría el análisis dada la necesidad de conocer previamente el funcionamiento de la empresa y considerando que las mejoras a dichas problemáticas impactarán en la estructura de la organización.

Un problema que se detectó en los flujos de información, es la falta de eficiencia del traspaso de planos del Departamento de Técnica al Departamento de PCP. Los planos son diseñados en Técnica e imprimidos y entregados a PCP en papel donde ambas partes deben firmar para corroborar el traspaso. Luego de recibir los planos en papel, el personal de PCP debe **volver a dibujar** en Autocad los planos para luego utilizar el programa de optimizado Lantek y enviarlo por mail o pendrive al Plasma y Pantógrafo.

**La ineficiencia es clara:** se pierden una enorme cantidad de horas de trabajo del personal de PCP volviendo a dibujar las piezas en digital que ya se encontraban dibujadas previamente por el departamento de técnica. El problema es que el Departamento de Técnica se niega pasar los planos en digital ya que no considera seguro el traspaso por este medio ya que el Gerente de Técnica considera que solo puede aprobar planos en papel y que solo permitiría pasarlo por ambos medios si un tercero tomara la responsabilidad de garantizar que los planos en papel coinciden con los digitales.

Este problema, si bien puede tener una solución puntual, como la contratación de un nuevo personal para la realización de esta tarea; muestra al igual que las otras situaciones presentadas en el capítulo anterior que existe una falta de integración general de los distintos sectores de la empresa bajo una misma visión estratégica con objetivos compartidos.

*Se encontró entonces la necesidad de cubrir un rol de Gerente General, con una persona que cuente con un Horizonte-Temporal entre 2 y 5 años, que cumpla las funciones de integrar las visiones y objetivos de cada uno de los Departamentos Principales, organizando un plan maestro a seguir por todos ellos, y estableciendo las correspondientes autoridades y responsabilidades de las Relaciones entre Roles.*

El **Gerente General** de la compañía será de estrato IV, con un alcance temporal de sus tareas de 3 a 5 años. La visión de la empresa a largo plazo, queriendo desarrollarse y ser referente en Uruguay y Brasil como también expandirse en los demás países de Latino América, hace que sea necesario un primer responsable ejecutivo de esas características. De este modo estará alineada la estrategia de la empresa a largo plazo con la capacidad del gerente general. Al ser una empresa de estrato IV (definida así por ser el estrato del PRE), esta debe ser de Mando General. El PRE no puede figurarse mentalmente toda la organización, alejado del mando directo y el reconocimiento mutuo de todos los operarios. Empresas de este nivel ya no tienen a sus dueños participando en funciones operativas, siendo estos miembros del Directorio. Por lo tanto se recomienda cubrir este puesto mediante una búsqueda externa, ya que no se encuentran personas con las características necesarias hoy en día en la planta.

Cuando se analizó el funcionamiento de los departamentos de Mantenimiento y Calidad, ambos fundamentales para el área productiva. Se encontró que ambos carecen de un líder que planifique y desarrolle las actividades del sector, razón por la cual se recomendó incorporar un Gerente para cada una de las áreas.

**El Jefe de Calidad** debe ser un Gerente de Primera Línea responsable del sector de Gestión y Control de calidad. Deberá planificar y supervisar las actividades del control de calidad de todos los procesos y productos. Estará encargado de un plan a largo plazo para resolución de las exigencias de los principales clientes en lo que respecta a la Calidad. También coordinará el desarrollo de indicadores de Calidad.

**El Jefe de Mantenimiento** será un Gerente de Primera Línea responsable del sector de Mantenimiento. Entre sus principales tareas estarán; diseñar y gestionar un plan de mantenimiento preventivo, programar planes de control de equipos, armar hojas de registro y coordinar a sus subordinados. A su vez deberá desarrollar un correcto control en la frecuencia de inspecciones.

Ambas jefaturas dependerán de un **Gerente de Producción**, de estrato III, con un alcance temporal de 1 a 2 años, tiempo correcto para una posición de sus características, ya que debe integrar y controlar todos los planes anuales de trabajo de cada una de las áreas. Esta Gerencia, así como todas los otros puestos de Gerente de

Unidad de Estrato tres (3) podrán cubrirse con personal interno una vez estudiado el modo de los candidatos. En caso de no hallar un candidato que cumpla con las capacidades mínimas del puesto se procederá a una búsqueda externa.

El resto de las jefaturas deberán alinearse con el Estrato dos (2) ya que dependerán del Gerente de Producción. Se deberá estudiar el Modo del personal de la empresa con posibilidades de cubrir dichos puestos, en caso de no hallar un candidato que cumpla con las capacidades mínimas del rol se procederá a una búsqueda externa.

A continuación se presenta el organigrama propuesto según la Teoría de la Organización Natural considerando las funciones principales y de apoyo que debería tener la empresa para su funcionamiento eficiente.

*Cumpliendo con este Organigrama Propuesto se podrá implementar de forma eficiente y sin roces las mejoras recomendadas en los capítulos anteriores. Los roles claves propuestos llevarán delante de forma continua y controlada las mejoras planteadas y permitirán que las mismas se mantengan a lo largo del tiempo. Una reingeniería de procesos que no venga acompañada de un cambio organizacional no podrá sostenerse a largo plazo.*

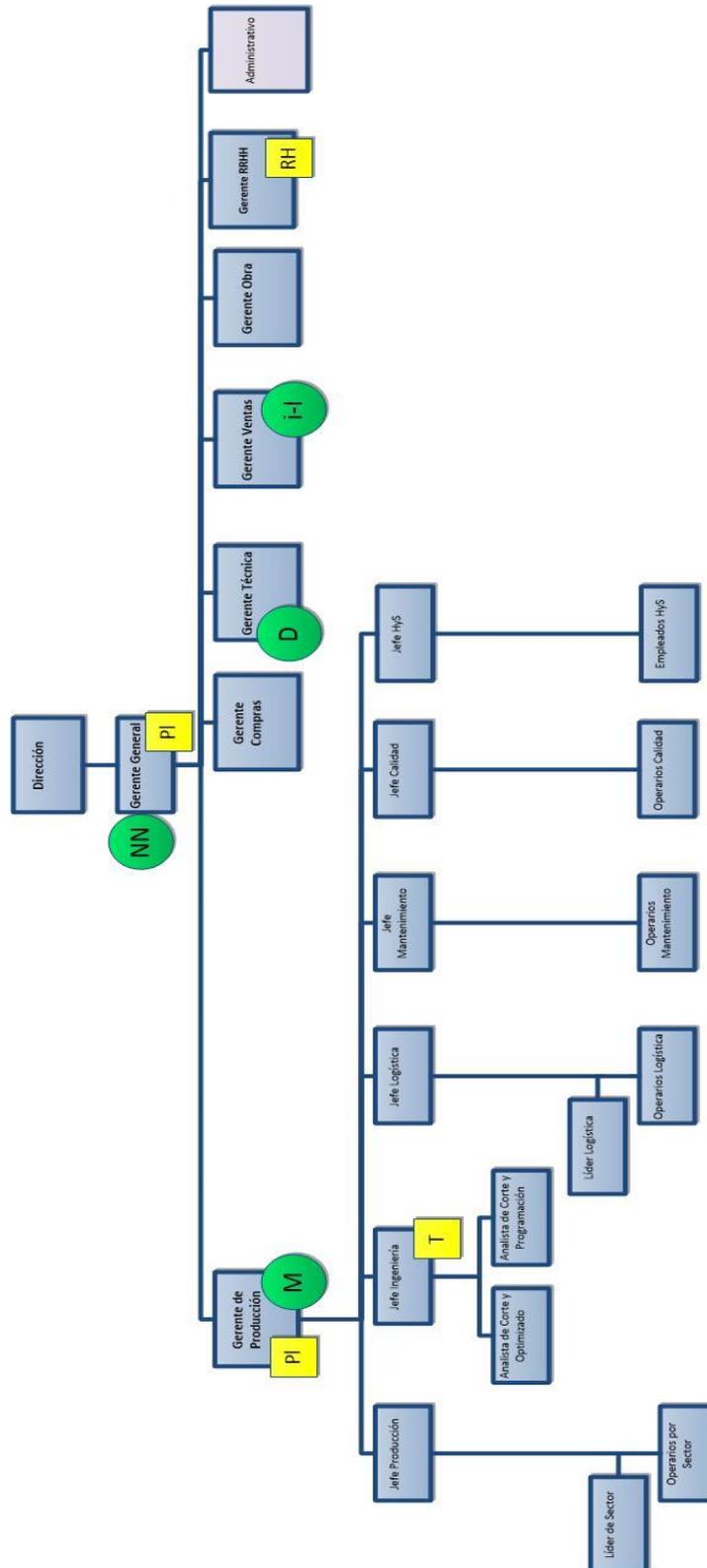


Ilustración 24: Organigrama propuesto. Elaboración propia



## **CAPITULO 5: CONCLUSIÓN Y PLANTEOS METODOLÓGICOS**

### **5.1 Resumen y Evaluación de las mejoras (Matriz de Impacto)**

En esta sección se resumen las mejoras planteadas a lo largo de todo el trabajo. En un segundo paso, se hará una preselección, en base al criterio de los autores, teniendo en cuenta la factibilidad real de la implementación de cada mejora. Finalmente se ponderarán según tres aspectos principales:

- 1. Inversión estimada que se deberá realizar para llevar a cabo la mejora**
- 2. Tiempo de ejecución y esfuerzo para llevar a cabo la recomendación**
- 3. Impacto que tendrá en la compañía realizar los cambios propuestos**

### **Resumen de las mejoras encontradas**

- **Establecer nuevos índices propios de cada estación de trabajo:** Se plantea la implementación de nuevos índices para medir la productividad de cada estación de trabajo. Actualmente se mide en base a toneladas mensuales, ya que este es un índice propio del rubro; pero el mismo no es muy útil cuando se quiere calcular la capacidad máxima de cada estación de trabajo ya que los tiempos de fabricación no son proporcionales a su peso en muchos casos, sino que depende de la complejidad de la pieza. Por ejemplo, para el Pórtico de soldadura un correcto índice que se recomienda utilizar son la cantidad de metros de soldadura realizados. De esta manera se obtendría un valor que si está relacionado directamente con la velocidad de la máquina.
- **Cambiar el Ordenador del Plasma:** Para evitar las frecuentes paradas del plasma dado que su disco duro se encuentra picado por las vibraciones del funcionamiento, se recomienda cambiar el disco actual por una memoria no giratoria, que no se deteriore con el traslado, o desvincular a la computadora del instrumento de corte, evitando que esta deba moverse con el equipo.
- **Instalar Rieles para el transporte de PP:** Dada la gran cantidad de movimiento extra que no agrega valor, existente en el recorrido de la línea de producción, se recomienda la reducción de estos traslados innecesarios de producto a partir de un diseño de rieles que ayudará a facilitar el flujo de material entre en la zona, reduciendo la demanda que sufre el Puente Grúa 3 el cual es uno de los más críticos.

- **Rotar el personal en vez de mover la pieza en operaciones de punteado y soldado:** Se plantea la opción de disminuir la utilización de los puentes grúa evitando los traslados de PP entre las operaciones de Punteado y Resoldado. Para ello se sugiere evaluar la opción de que el personal de Plantillado y Resoldado trabaje rotando a la siguiente mesa de trabajo al terminar su operación. Para lograr esto se debe contar con una gran coordinación.
- **Incorporar un centro de mecanizado de rectificado:** La incorporación de un centro de mecanizado con personal propio, permitiría desvincular a los operarios de las estaciones de trabajo de Pintura y Resoldado de las operaciones de rectificado que realizan actualmente. A su vez, esto solucionaría la materialización de algunos diseños entregados por el departamento de técnica que requieren un fino nivel de mecanizado, que se terminan realizando con menor calidad ya que no se cuenta con los equipos de mecanizado adecuado.
- **Mover el Pórtico de Soldadura e incorporar rodillos para traslado:** Con el fin de conseguir reducir la distancia de traslado del material, que se ve reflejado en los reflujos sobre el molde en el diagrama de recorrido, se recomienda desplazar el Pórtico de Soldadura hacia la zona final del molde; dejando la parte inicial para las operaciones de punteado. Teniendo en cuenta que luego de la operación de soldado, el PP debe terminar en plantillados, recomienda también la instalación de rodillos para trasladar los PP hacia la zona de plantillado minimizando la utilización del Puente Grúa 3. Esta recomendación se complementa con la utilización de rieles para el movimiento de PP; pero tiene peso por sí sola.
- **Establecer métodos para cada estación de trabajo:** Es necesaria la incorporación de un método preestablecido de trabajo para lograr un mayor desarrollo del control de la producción. Se recomienda relevar los métodos de trabajo actuales buscando la manera más efectiva de realizarlos, como muestran a modo de ejemplo los diseños a presentados en su capítulo correspondiente. Esto permitirá tomar tiempos y determinar el tiempo estándar de cada operación, herramienta fundamental para un efectivo control de la producción. Por otro lado esta medida es un paso necesario hacia la certificación de la Norma de Calidad ISO 9001.

- **Adquirir un nuevo puente grúa:** Del resultado del Muestreo realizado se identificó que gran porcentaje de inactividad de los puestos de trabajo se deben a la espera para la utilización de los puentes grúa, siendo los más críticos el Puente Grúa 1 en la Nave 1 y el Puente Grúa 3 en la Nave 2. A partir de esta información se recomienda la incorporación de un puente grúa adicional en cada nave.
- **Incorporar un segundo operario en zinguería para el montaje y desmontaje de bobinas:** Para reducir el tiempo de utilización del Puente Grúa 1 en los cambios de bobina de la máquina conformadora se recomienda incorporar o designar a otro operario a que colabore en el manipuleo.
- **Designar un operario para el manejo exclusivo de los puentes grúa más críticos:** En algunas estaciones de trabajo donde se encuentra un solo operario se observó que al manipular material mediante puente grúa lo hace muy lentamente y con mucha dificultad hasta conseguir ayuda de algún otro operario que se encuentre ocioso. Con la designación de un operario exclusivo para el manejo de un puente grúa en particular se lograría contar con una asistencia constatare para estas estaciones de trabajo. Asimismo será su función la de administrar los movimientos de forma eficiente, disminuyendo los tiempos de espera e inactividad de las estaciones de trabajos a las que involucra la utilización de dicho puente grúa.
- **Trasladar bobinas al sector Zinguería:** Con el fin de disminuir la utilización del Puente Grúa 1 por el personal de zinguería (que es el sector que más tiempo tarda cuando se cambia la bobina de la máquina conformadora), se recomienda trasladar parte del stock de bobinas que se encuentra en la Nave 1 a la Nave 2, desplazando algunos metros a la máquina conformadora. De esta manera se reemplazará tiempo de utilización del Puente Grúa 1 por tiempo de utilización del Puente Grúa 2 que cuenta con mayor capacidad ociosa.
- **Adquirir de mayor cantidad de Herramientas de manipuleo:** Durante los relevamientos se observó que la escasa cantidad de herramientas para manipular chapa y otros elementos mediante la utilización de puente grúa. En algunas ocasiones los operarios deben recorrer toda la planta en busca de cadenas, perros o perchas. El caso más problemático observado fue la ausencia

de la percha grande para chapas de doce metros, la cual había sido llevada a una obra, dejando a la planta sin poder manipular este material. Se recomienda entonces la compra de una mayor cantidad de estas herramientas para evitar entorpecer la producción.

- **Diseñar y gestionar un Almacén para los sobrantes:** La correcta gestión de los sobrantes producidos en la planta, mediante un el diseño de un Almacén apropiado que permita, guardar los sobrantes ordenados y separados según sus características permitirá aumentar la eficiencia de las estaciones de trabajo que los necesitan, mantener ordenada la planta y disminuir el porcentaje de utilización de MP nueva.
- **Incorporar enfermería en planta:** Si bien la empresa cumple con las horas médico que dicta la ley, se recomienda la incorporación de una enfermería en la planta para los accidentes menores y contar con primeros auxilios RPS para casos de emergencia. Esto aumentará la confianza del personal y mejorará la imagen de la empresa.
- **Capacitar operarios en temas de H y S y reanimación:** Se recomienda capacitar al personal continuamente en temas relacionados con la Higiene y Seguridad de la planta, así como también en técnicas de reanimación con el fin de reducir los riesgos de accidentes.
- **Tomar medidas en cuanto a los riesgos explosivos e inflamables:** Existe un riesgo de explosión del depósito de gases ya que se encuentra muy próximo a las chispas que despiden el plasma y el pantógrafo. Esto se debe solucionar considerando la reubicación del depósito de gases en otra área, o instalando una protección intermedia entre el depósito y las máquinas. Un caso análogo a resolver, es el riesgo de inflamabilidad de los solventes del sector de pintura por las chispas producidas por la operación de rectificado.
- **Mejorar la ventilación:** Desde la reciente incorporación de la operación de granallado el aire de la planta se ha vuelto más denso y peligroso considerando la gran concentración de partículas de metal. Se considera vital mejorar la ventilación de la planta y mejorar el cerramiento de la cabina de granallado para garantizar la salud del personal.

- **Incorporar cámaras de seguridad:** Como medida de seguridad para evitar faltantes de herramientas o máquinas de seguridad se recomienda la instalación de cámaras de seguridad en todas las entradas de la planta.
- **Desarrollar el sector de Calidad:** Con el fin de cumplir las metas de calidad planteadas por Hormetal como la certificación de ISO 9001 y ser una referencia de calidad en el mercado de la construcción de estructuras metálicas es necesario darle una mayor importancia al Departamento de Calidad. Se recomienda contratar un Jefe de Calidad con una capacidad propia del estrato dos para que lleve adelante un plan de calidad en el que se incluyan los pasos para certificar ISO 9001 y se capacite todo el personal responsable de las inspecciones.
- **Capacitar a los inspectores de calidad en ensayos no destructivos:** Invertir en la capacitación del personal de calidad en cursos sobre distintas técnicas de inspección, especialmente en ensayos no destructivos, permitirá a la empresa elevar sus estándares de calidad y en un mediano plazo lograr reemplazar la tercerización de ensayos no destructivos lo que impactará positivamente en la calidad y la imagen de la compañía.
- **Desarrollar el sector de Mantenimiento:** De cada etapa del relevamiento se observó que el sector y punto más débil de la planta es el Mantenimiento. Este punto de análisis cobra aun mayor importancia si se considera la gran cantidad de máquinas y puentes grúa que existen en la planta. Para lograr un desarrollo del Mantenimiento acorde a los requerimientos de la empresa se recomienda la contratación de un Jefe de Mantenimiento con una capacidad propia del Estrato dos para que organice el departamento de mantenimiento, estableciendo un plan periódico de mantenimiento preventivo, una metodología de trabajo para el personal y controle los costos de mantenimiento, con el objetivo de encontrar una frecuencia óptima de inspecciones y cambios de repuestos en las máquinas.
- **Utilizar el concepto de operarios multifunción para mantenimiento y producción:** Incorporar el concepto de operario multifunción no es una tarea sencilla, pero el valor que podría producir dicha política podría impactar muy positivamente en el mantenimiento y los costos de la compañía. Las dificultades que se pueden presentar para su implementación son la falta de

capacitación en mantenimiento de los operarios de producción y las barreras que los gremios puedan imponer. Este mismo concepto se recomienda aplicarlo con los operarios de mantenimiento, pudiendo ayudar en el proceso productivo si hay alguna o más ausencias.

- **Realizar los Cambios Organizacionales planteados:** A partir del análisis general de la reingeniería de procesos de la planta, se identificaron falencias de relaciones entre roles dado que la estructura de la organización rompe muchas reglas de lo que una organización debe cumplir para que su funcionamiento eficiente. Es por eso que se plantea el reclutamiento de nuevos puestos gerenciales y reordenamiento de las funciones según las necesidades de la empresa. De todas las mejoras esta es la de mayor costo en el corto plazo pero la de mayor impacto en el largo plazo considerando la línea de crecimiento de la empresa.

### Preselección de mejoras

#	Oportunidad de Mejora	Inversión	T. de ejecución	Impacto
1	Establecer nuevos índices propios de cada estación de trabajo	bajo	bajo medio	medio
2	Cambiar Ordenador del Plasma	bajo	bajo	bajo
3	Colocar rieles para el transporte de PP	medio	medio	alto
4	Incorporar un centro de mecanizado de rectificado	medio alto	medio alto	medio
5	Mover el Pórtico de Soldadura e incorporar rodillos	bajo medio	medio	alto
6	Establecer métodos para cada estación de trabajo	bajo	bajo medio	medio alto
7	Adquirir un nuevo puente grúa	alto	alto	alto
8	Trasladar las bobinas al sector Zinguería	bajo	bajo	bajo
9	Adquirir mayor cantidad de Herramientas de manipuleo	bajo medio	bajo medio	medio alto
10	Diseñar y gestionar un Almacén para los sobrantes	bajo medio	medio alto	medio alto
11	Desarrollar el sector de Calidad	medio	medio alto	alto
12	Desarrollar el sector de Mantenimiento	medio	medio	alto
13	Utilizar el concepto de operarios multifunción	bajo medio	alto	medio alto
14	Realizar los Cambios Organizacionales planteados	alto	alto	alto

Tabla 14: Preselección de mejoras

### Matriz MDOM

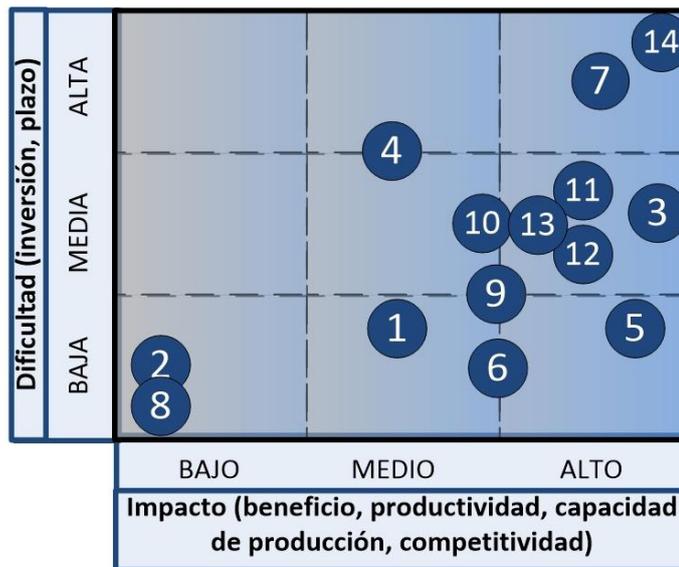


Gráfico 16: Matriz MDOM

## 5.2 Metodología propuesta para Proyectos de Reingeniería Operativa

Habiendo usado una metodología a priori y luego de haber realizado el trabajo de Reingeniería de Procesos de Hormetal, se define según la experiencia adquirida, una metodología que la sistematiza para casos análogos.

Se desarrollaron diez pasos para poder llevar a cabo una reingeniería efectiva. A continuación se comenta el proceso general del método propuesto, para luego definir cada paso, en conjunto con las herramientas y análisis que se efectuarán en cada uno.

Una reingeniería de procesos comienza con un estudio detallado de la empresa. El análisis FODA, las Fuerzas de Porter y la estrategia competitiva son importantes para llevar a cabo el planteo de la situación. La organización es un sistema, y todos los procesos deberán estar alineados con la planificación a largo plazo que esta empresa tenga. Se deberá tener bien en claro cuál es el plan de la empresa a corto y mediano plazo, como también la visión de la empresa a largo plazo. Luego se analiza si tiene los recursos humanos y productivos para llevarla a cabo.

Posteriormente, se realiza un análisis de los procesos operativos, relevando y estudiando la estructura organizacional y el proceso global de la empresa junto con el Lay Out. Teniendo una visión global de la producción de la empresa, se estudia cada puesto en particular analizando críticamente todas las actividades de la planta y se buscan las mejoras pertinentes. También se realiza un estudio y posterior análisis de los inventarios.

Se hace luego foco en todas las funciones de apoyo al proceso productivo y de sostenimiento de las operaciones. Se verifica el cumplimiento de un correcto control de calidad y un mantenimiento efectivo de las máquinas utilizadas. A su vez se estudia el cumplimiento de todas las normativas legales y reglamentaciones que la empresa debe cumplir.

Luego de un correcto relevamiento de las etapas operativas, las funciones de apoyo y el cumplimiento de las reglamentaciones, se plantean las mejoras en la distribución del Lay Out y de los procesos productivos. Se verifica que las mismas estén alineadas entre

sí, de modo que todas juntas conlleven a la empresa a lograr sus objetivos estratégicos de la mejor manera.

Por último, al haber planteado todas las mejoras tanto en los procesos productivos como las áreas de apoyo al mismo, se busca reestructurar la organización. Esta debe estar alineada con la visión y estrategia de la empresa. Se sugiere estudiar los puestos de trabajo según la Teoría de la Organización Requerida o Natural, ya que relaciona roles gerenciales con sus respectivos alcances temporales necesarios para un buen funcionamiento de la empresa. Es fácil aplicando esta teoría encontrar puestos gerenciales importantes faltantes o mal ubicados, así como mano de obra en exceso.

Se concluye el análisis validando las mejoras planteadas, viendo su viabilidad y seleccionando las más significativas.

Se plantean por lo tanto los 10 puntos y con qué elementos deben ser abordados. Cada uno de los elementos representa un relevamiento, análisis, identificación de problemáticas y búsqueda de posibles mejoras.

### **1) Analizar estrategia competitiva a partir de matriz FODA**

- ✓ Estudio preliminar de la empresa
- ✓ Análisis del Mercado Consumidor, Mercado Competidor y Mercado Proveedor
- ✓ Análisis y elaboración de matriz FODA, definiendo área de avance y de defensa
- ✓ Elaboración del esquema de Porter
- ✓ Verificación de planes de corto y mediano plazo y estrategia a largo plazo
- ✓ Definición de la estrategia competitiva

### **2) Relevar estructura organizacional actual**

- ✓ Estudio del Organigrama actual
- ✓ Análisis de las tareas y responsabilidades de cada rol
- ✓ Verificar coherencia con estrategia corporativa

**3) Estudio del Proceso Productivo y Lay Out de la planta**

- ✓ Flujogramas de la información Operativa (de producción, de cada equipo y de las estaciones de trabajo).
- ✓ Diagrama de operaciones
- ✓ Uso de herramientas de registración de métodos, como cursograma analítico aplicado al sector donde más se adecue, diagrama hombre máquina, Diagrama de Recorrido, Diagrama Bimanual, Diagrama multicolumnar y cualquier otro que aplicara.
- ✓ Análisis del Lay Out actual

**4) Identificar el cuello de botella a través del estudio de cada estación de trabajo**

- ✓ Estudio de tiempos con la profundidad que amerite el caso
- ✓ Determinación del cuello de botella
- ✓ Elaboración de procedimientos de cada estación de trabajo, con el nivel de detalle que amerite la situación.
- ✓ Aplicación de Estudio de Muestreo para evaluar actividad y no actividad de cada estación
- ✓ Evaluación de actividad y no actividad de cada estación
- ✓ Estudiar actividades que no agreguen valor

**5) Analizar y gestionar inventarios**

- ✓ Estudio de la distribución actual de almacenaje
- ✓ Estudio del stock de MP, PP y PT
- ✓ Gestión de sobrantes
- ✓ Planteo de una distribución del stock mejorada

**6) HyS: Comprobar el cumplimiento de todas las reglamentaciones, equipamientos e instalaciones necesarias**

- ✓ Estudio de la Ley de HyS laboral
- ✓ Ver aplicabilidad de la misma en la planta

- ✓ Estudio de carga de fuego y distribución de matafuegos
- ✓ Cumplimiento de servicios auxiliares

**7) Verificar y optimizar sostenimiento de las operaciones en base a mejoras en Calidad y Mantenimiento**

- ✓ Verificación del sistema de gestión de la calidad actual
- ✓ Análisis del sector de calidad de la planta,
- ✓ Estudiar brecha existente para una posible certificación ISO
- ✓ Análisis del sector de mantenimiento
- ✓ Estudio del estado de los equipos y programa de mantenimiento en la empresa

**8) Planteo de Mejoras en la distribución del Lay Out y en los procesos productivos**

- ✓ Recapitulación de las soluciones planteadas en el estudio operativo
- ✓ Integración de las mejoras sugeridas en funciones de apoyo dentro del análisis de procesos
- ✓ Definición de un conjunto de mejoras alineadas con la estrategia de la organización
- ✓ Propuesta de Lay Out

**9) Restructurar organización en base a Teoría de la Organización Natural**

- ✓ Verificación del cumplimiento de la TON dentro de la empresa
- ✓ Definir estrato del Primer Responsable Ejecutivo
- ✓ Propuesta de puestos faltantes de acuerdo a las mejoras obtenidas
- ✓ Planteo de un organigrama según la teoría

**10) Analizar viabilidad de las mejoras y seleccionar las más significativas**

- ✓ Resumen y recapitulación de las mejoras en función con lo visto en el punto 8 y 9
- ✓ Analizar inversión estimada para llevar a cabo cada mejora

- ✓ Tiempo de ejecución y esfuerzo para llevar a cabo propuestas
- ✓ Preselección de las propuestas
- ✓ Evaluación de las propuestas mediante matriz de impacto
- ✓ Elección de las mejoras que se llevarán a cabo

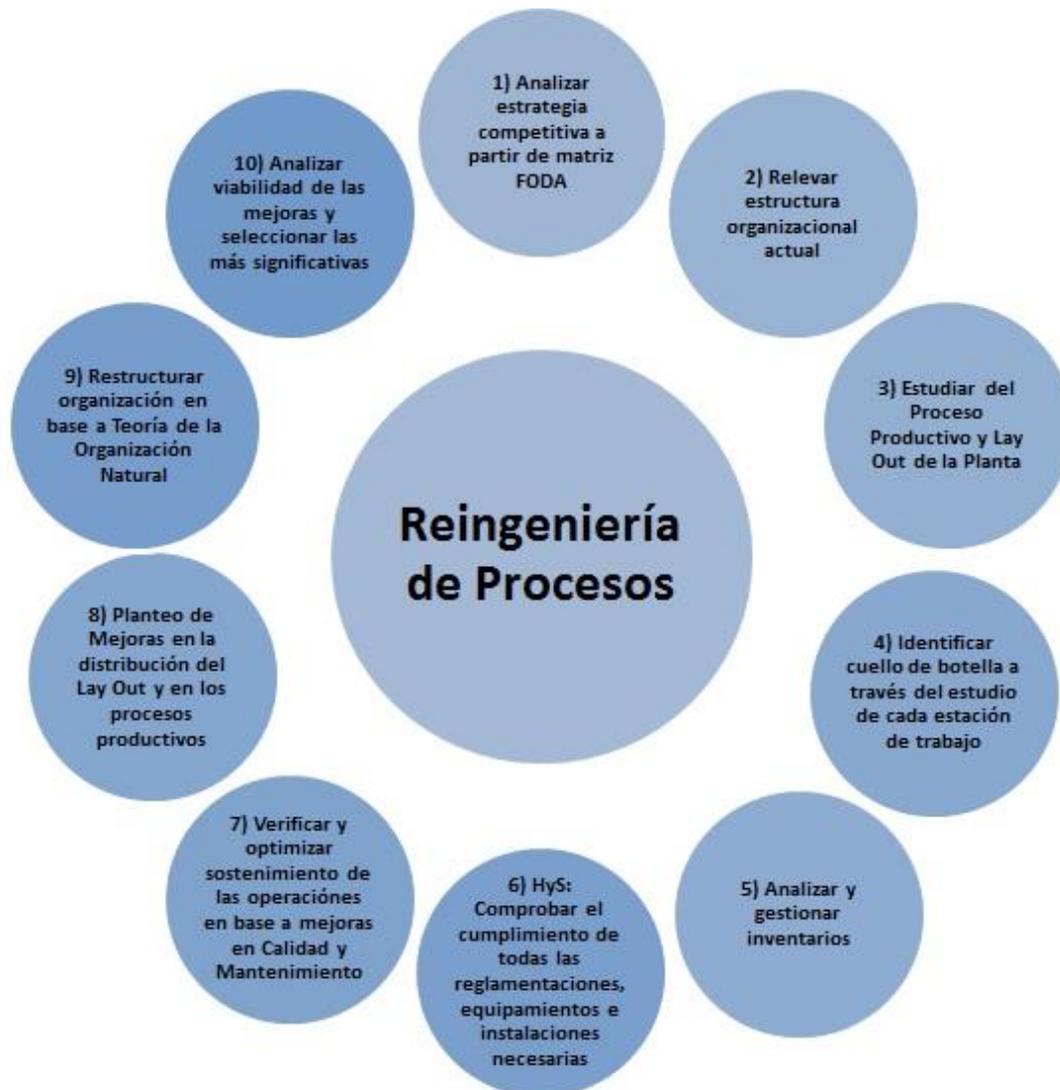


Ilustración 25: Procedimiento de Reingeniería de Procesos. Fuente: elaboración propia

### 5.3 Opiniones personales

Se puede concluir en base al estudio y trabajo realizado que es de suma importancia que una reingeniería de procesos en una planta de gran tamaño venga acompañada con una reestructuración desde el punto de vista organizativo. La reingeniería interna es

un motor de marcha hacia un proceso de mejora continua y alineamiento de los objetivos planteados desde la directiva con las etapas productivas. De no producirse un cambio organizacional que acompañe dicho movimiento, existen probabilidades que las problemáticas halladas resurjan en un futuro.

La elaboración de este Proyecto de Ingeniería Industrial representa la consumación de una ardua y laboriosa carrera. Se cumplió el objetivo de integrar materias troncales de la carrera de Ingeniería Industrial en el I.T.B.A. para llevar a cabo un análisis profundo y bien elaborado de todas las etapas de la empresa que debían corregirse. Ambos miembros del equipo estamos satisfechos con el trabajo realizado, habiendo podido cumplir con el objetivo de proponer un modo de resolución para casos similares.

## Índice de tablas

<i>Tabla 1: FODA de la Empresa</i> .....	17
<i>Tabla 2: Cursograma Analítico. Fuente: elaboración propia</i> .....	46
<i>Tabla 3: Cursograma Analítico con mejoras implementadas. Fuente: elaboración propia</i> .....	55
<i>Tabla 4: Muestreo estadístico</i> .....	65
<i>Tabla 5: Muestreo. Causas de inactividad según estaciones de trabajo</i> .....	66
<i>Tabla 6: Compras por Espesor</i> .....	69
<i>Tabla 7: Chapa F-36 (materia prima)</i> .....	73
<i>Tabla 8: Riesgo según Sectores</i> .....	81
<i>Tabla 9: análisis carga de fuego sector 1</i> .....	82
<i>Tabla 10: análisis carga de fuego sector 2</i> .....	83
<i>Tabla 11: análisis carga de fuego sector 3</i> .....	83
<i>Tabla 12: análisis carga de fuego sector 5</i> .....	84
<i>Tabla 13: Horas médico semanales por trabajadores equivalentes. Fuente: Ley 19.587</i> .....	87
<i>Tabla 14: Preselección de mejoras</i> .....	123

## Índice de gráficos

Gráfico 1: Fuerzas de Porter.....	22
Gráfico 2: Estrategia competitiva .....	23
Gráfico 3: Flujograma de Información .....	26
Gráfico 4: Flujograma total de Producción .....	29
Gráfico 5: Flujograma sector Corte.....	33
Gráfico 6: Flujograma sector Pórtico de Soldadura .....	34
Gráfico 7: Flujograma Sector Plantillado .....	35
Gráfico 8: Flujograma Sector Resoldado.....	36
Gráfico 9: Flujograma Sector Pintura.....	37
Gráfico 10: Flujograma Sector Herrería .....	38
Gráfico 11: Diagrama de Operaciones. Fuente: elaboración propia.....	42
Gráfico 12: Porcentaje de inactividad según sus causas.....	66
Gráfico 13: Pareto de Stocks. Fuente: elaboración propia.....	69
Gráfico 14: Curva de Costo de Mantenimiento mínimo. Elaboración propia en base a filosofía y técnica del mantenimiento preventivo .....	94
Gráfico 15: Curva de Modos. Fuente: La Organización Requerida .....	102
Gráfico 16: Matriz MDOM .....	123

## Índice de ilustraciones

<i>Ilustración 1: Principales productos de la empresa Hormetal.....</i>	<i>10</i>
<i>Ilustración 2: Fotos de división de pisos industriales.....</i>	<i>11</i>
<i>Ilustración 3: Centro de distribución de Coca Cola. Fuente: Hormetal.....</i>	<i>11</i>
<i>Ilustración 4: Supermercado Disco. Fuente: Hormetal.....</i>	<i>12</i>
<i>Ilustración 5: Supermercado Chango Más. Fuente: Hormetal.....</i>	<i>12</i>
<i>Ilustración 6: Centro de Distribución de Unilever. Fuente: Hormetal.....</i>	<i>12</i>
<i>Ilustración 7: Planta Industrial de Braswell. Fuente: Hormetal.....</i>	<i>13</i>
<i>Ilustración 8: Sector Guillotina.....</i>	<i>30</i>
<i>Ilustración 9: Plasma (izquierda) - Pantógrafo(Derecha).....</i>	<i>32</i>
<i>Ilustración 10: Pórtico de Soldadura.....</i>	<i>34</i>
<i>Ilustración 11: Sector Zinguería.....</i>	<i>39</i>
<i>Ilustración 12: Diagrama de Layout. Fuente: elaboración propia.....</i>	<i>49</i>
<i>Ilustración 13: Diagrama de Recorrido. Fuente: elaboración propia.....</i>	<i>52</i>
<i>Ilustración 14: Diagrama de Layout con rieles transportadores. Fuente: elaboración propia....</i>	<i>54</i>
<i>Ilustración 15: Diagrama de Recorrido Mejorado. Fuente: elaboración propia.....</i>	<i>55</i>
<i>Ilustración 16: Diagrama de Layout con Stock actual. Fuente: elaboración propia.....</i>	<i>71</i>
<i>Ilustración 17: Stock de chapa (izquierda)-Stock de bobinas (centro)-Stock de PT (derecha).....</i>	<i>75</i>
<i>Ilustración 18: Diagrama Reforzador sobrantes. Fuente: elaboración propia.....</i>	<i>76</i>
<i>Ilustración 19: Diagrama de Layout con Stock mejorado. Fuente: elaboración propia.....</i>	<i>78</i>
<i>Ilustración 20: Estratos y Roles según Alcance Temporal. Fuente: La Organización Requerida</i>	<i>100</i>
<i>Ilustración 21: Reglas de la TON. Fuente: La Organización Requerida.....</i>	<i>101</i>
<i>Ilustración 22: Organigrama Actual de la empresa (sector planta). Fuente: Recursos Humanos de la Empresa.....</i>	<i>103</i>
<i>Ilustración 23: Funciones principales en una empresa. Fuente: La Organización Requerida....</i>	<i>111</i>
<i>Ilustración 24: Organigrama propuesto. Elaboración propia.....</i>	<i>115</i>
<i>Ilustración 25: Procedimiento de Reingeniería de Procesos. Fuente: elaboración propia.....</i>	<i>128</i>

## Glosario

**TON:** Teoría de la Organización Natural

**PD:** Producción Directa. *Terminología utilizada en la TON*

**PCP:** Planeamiento y Control de la producción.

**MP:** Materia Prima.

**PP:** Producto en Proceso

**PT:** Producto Terminado

**Viga testera:** es la viga en la cual descarga el esfuerzo el puente grúa y a lo largo de la cual se desplaza el mismo.

**GEKA:** denominación en planta para la maquina multifunción.

**Molde:** denominación en planta a la estación de trabajo del Pórtico de Soldadura.

**N:** cantidad de observaciones de la muestra.

**S:** representa la confiabilidad del muestreo. El valor numérico corresponde al error/desvío del mismo.

**Mantenimiento Correctivo:** solo se realizan reparaciones cuando se produce una falla en la máquina

**Mantenimiento Preventivo:** se realizan inspecciones y ajustes periódicos para que la máquina cuente con las condiciones óptimas para su funcionamiento y disminuir así la probabilidad de falla.

**Mantenimiento Predictivo:** por medios estadísticos se predice cuando la maquina esta próxima a romperse y se planean cambios de piezas y reajustes previos a la rotura en base a esa predicción.

**GPL:** Gerente de Primera Línea. Nombre genérico de un rol de Estrato dos (2) según la TON.

**Modo:** Curva obtenida estadísticamente por Elliot Jacques sobre la cual una persona evoluciona a través de los estratos a lo largo de su vida. *Terminología utilizada en la TON.*

**AGPL:** Ayudante de Gerente de Primera Línea. *Terminología utilizada en la TON*

## Bibliografía

- Render. Heizer. Principios de Administración y Operaciones. Quinta edición.
- Chase. Jacobs. Aquilano. Administracion de la Produccion y Operaciones
- Wayne L. Winston. Investigacion de operaciones
- Hormetal S.A. <http://www.hormetal.com.ar>
- Elliot Jaques. La Organización Requerida
- Ley 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo.
- Manual de ISO 9001
- Tizio, Raúl Eduardo. Filosofía y Técnica del Mantenimiento Preventivo.