

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTA MARÍA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y FORMALES**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**TEMA:**

**“PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS EN LA LÍNEA PRODUCTIVA  
DE FILTROS PRENSA PARA CONCENTRADOS Y RELAVES DE UNA EMPRESA  
INDUSTRIAL, 2013”**

**TESIS PRESENTADA POR:**  
**RENDÓN BEGAZO RINA LUCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**INGENIERO INDUSTRIAL**

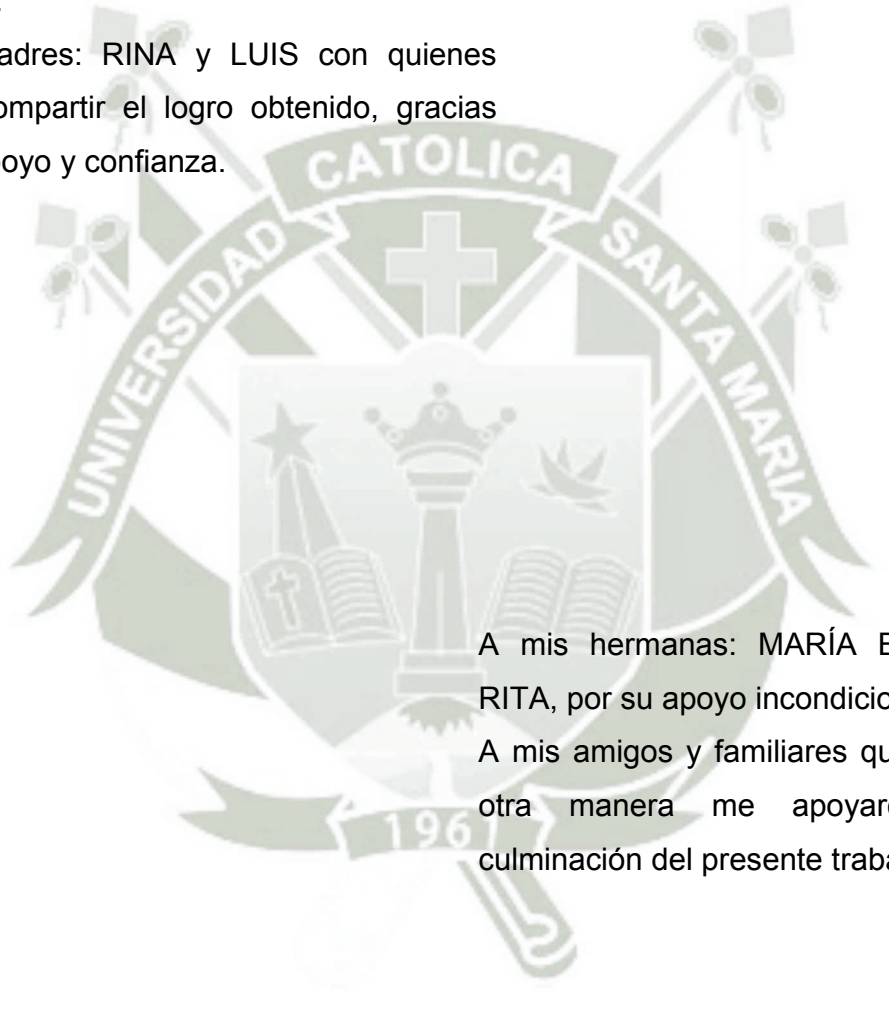
**AREQUIPA - PERÚ**

**2013**

## DEDICATORIA

A DIOS por acompañarme en cada momento y darme fuerzas para luchar por mis objetivos.

A mis padres: RINA y LUIS con quienes quiero compartir el logro obtenido, gracias por su apoyo y confianza.



A mis hermanas: MARÍA EUGENIA y RITA, por su apoyo incondicional.

A mis amigos y familiares que de una u otra manera me apoyaron en la culminación del presente trabajo.

## AGRADECIMIENTO

Al Ingeniero Wilbert Zevallos Gonzales, al Ingeniero Walter Deza Loyaga, por el asesoramiento brindado en el presente trabajo.



A todos los señores catedráticos de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, que durante mi formación académica supieron impartirme valiosas enseñanzas y experiencias.

## INDICE GENERAL

### RESUMEN

### ABSTRACT

### INTRODUCCIÓN

### CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1.	El Problema	1
1.1.1.	Enunciado	2
1.1.2.	Identificación del Problema	2
1.1.3.	Descripción del Problema	2
1.1.4.	Campo, Área y Línea	3
1.1.5.	Variables e Indicadores	3
1.1.6.	Interrogantes	4
1.2.	Justificación	4
1.3.	Objetivos	5
1.3.1.	Objetivo General	5
1.3.2.	Objetivos Específicos	5
1.4.	Hipótesis	6
1.5.	Antecedentes del Problema	6

### CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1.	Industria	7
2.2.	Proceso	8
2.2.1.	Información Sobre el Comportamiento	10
2.2.2.	Actuación Sobre el Proceso	10
2.3.	Optimización de Procesos	12
2.4.	Producción	15
2.4.1.	Capacidad de Producción	15

2.4.1.	Línea de Producción	16
2.5.	Diagnóstico de la producción	16
2.5.1.	Metodología de Diagnostico	17
2.6.	Auditoria del proceso de producción	20
2.7.	Calidad	22
2.7.1.	Diagrama de Ishikawa	22
2.7.2.	Hoja de Control	23
2.7.3.	Gráfico de Control	24
2.7.4.	Histograma	24
2.7.5.	Diagrama de Pareto	25
2.7.6.	Diagrama de Dispersión	26
2.7.6.	Muestreo Estratificado	27
2.8.	Filtro Prensa	28
2.8.1.	Partes de Filtro Prensa	29
2.8.2.	Operación de Filtro Prensa	31
2.8.3.	Secuencia de Filtrado	32
2.8.4.	Elementos Filtrantes	32
<b>CAPITULO III: DIAGNOSTICO SITUACIONAL</b>		<b>35</b>
3.1.	La Empresa	36
3.1.1.	Reseña Histórica	36
3.1.2.	Visión	37
3.1.3.	Misión	37
3.1.4.	Valores	37
3.1.5.	Organización	39
3.2.	Procesos	47
3.2.1.	Fabricación de Filtros Prensa	47
3.2.2.	Fabricación de Partes de Filtros Prensa	47
3.2.3.	Procesos que intervienen en la fabricación	79
3.3.	Clientes y Proveedores	86
3.3.1.	Clientes	86

3.3.2.	Proveedores	87
3.4.	Evolución de la Producción	89
3.5.	Diagnóstico de la producción de Filtros Prensa	91
3.6.	Diagnóstico del Problema de la Producción	127
3.6.1.	Diagrama de Ishikawa	127
3.6.2.	Diagrama de Afinidad	129
3.6.3.	Diagrama de Relaciones	131
3.6.4.	Árbol de Problemas	133
3.6.5	Diagrama de Pareto	134
3.6.6	Resultado de Diagnostico	138
<b>CAPITULO IV: PROPUESTA</b>		140
4.1.	Propósito	141
4.2.	Metodología	141
4.3.	Objetivos	142
4.4.	Indicadores	142
4.5.	Equipo De Gestión	143
4.6.	Actividades	144
4.6.1.	Procedimiento para determinar maquinaria y equipos	144
4.6.2.	Tiempo de producción por actividad	152
4.6.3.	Reparación de equipos	167
4.6.4.	Cantidad de personal contratado	177
4.7.	Comparativo de Utilidades	181
4.8.	Cronograma de Implementación	182
4.9.	Presupuesto	184
4.10.	Control	185
<b>CONCLUSIONES</b>		
<b>RECOMENDACIONES</b>		
<b>BIBLIOGRAFIA</b>		
<b>ANEXOS</b>		

## INDICE DE CUADROS

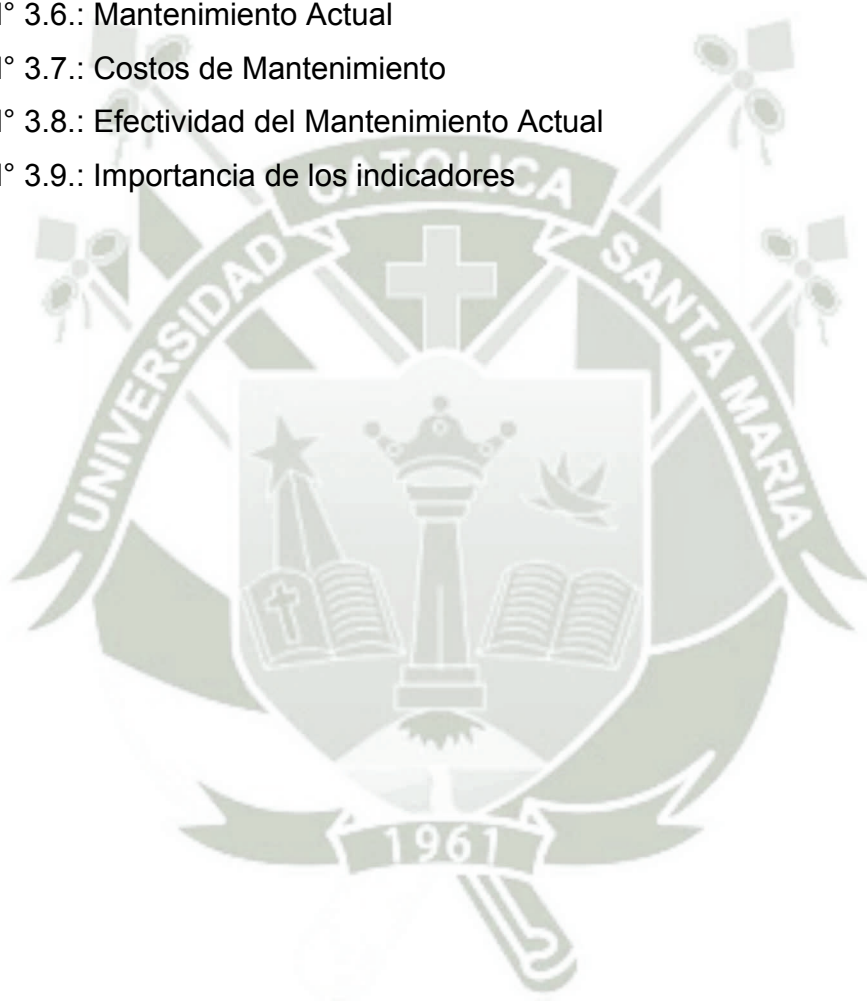
Cuadro N° 3.1.: Instrumentos de Diagnostico	91
Cuadro N° 3.2.: Ficha de evaluación de puntos críticos de éxito	93
Cuadro N° 3.3.: Auditoria del Proceso de Producción	97
Cuadro N° 3.4.: Check List de Auditoria Interna	102
Cuadro N° 3.5.: Evaluación de criterios del modelo de Gestión de Calidad	110
Cuadro N° 3.6.: Identificación y Caracterización de la Empresa	112
Cuadro N° 3.7.: Criticidad de las Rutas de Inspección	113
Cuadro N° 3.8.: Manejo de la información sobre equipos	114
Cuadro N° 3.9.: Estado del mantenimiento actual	115
Cuadro N° 3.10.: Antecedentes del costo de Mantenimiento	116
Cuadro N° 3.11.: Efectividad del Mantenimiento Actual	117
Cuadro N° 3.12.: Resultado Resumen de Auditoria	118
Cuadro N° 3.13.: Resultado Criticidad de las Rutas de Inspección	119
Cuadro N° 3.14.: Resultado Manejo de Información	120
Cuadro N° 3.15.: Resultado Mantenimiento Actual	121
Cuadro N° 3.16.: Resultado Costos de Mantenimiento	122
Cuadro N° 3.17.: Resultado Efectividad del Mantenimiento Actual	123
Cuadro N° 3.18.: Cuestionario – Personal de Producción	125
Cuadro N° 3.19.: Determinación de los pesos de los indicadores de la problemática encontrada	135
Cuadro N° 3.20.: Indicadores de la problemática	136
Cuadro N° 4.1.: Indicadores de la problemática	142
Cuadro N° 4.2.: Equipo de Gestión	143
Cuadro N° 4.3.: Equipos Críticos	150
Cuadro N° 4.4.: Propuesta de Adquisición de equipos	151
Cuadro N° 4.5.: Tiempo de duración de tareas	156
Cuadro N° 4.6.: Tiempo de Mantenimiento de Equipos	174
Cuadro N° 4.7.: Necesidades de Personal	179
Cuadro N° 4.8.: Incremento de Unidades Vendidas	181

Cuadro N° 4.9.: Incremento de Utilidades	181
Cuadro N° 4.10.A: Cronograma Propuesto de Implementación (Anual)	182
Cuadro N° 4.10.B: Cronograma Propuesto de Implementación (Anual)	183
Cuadro N° 4.11: Presupuesto Anual	184



## INDICE DE GRÁFICOS

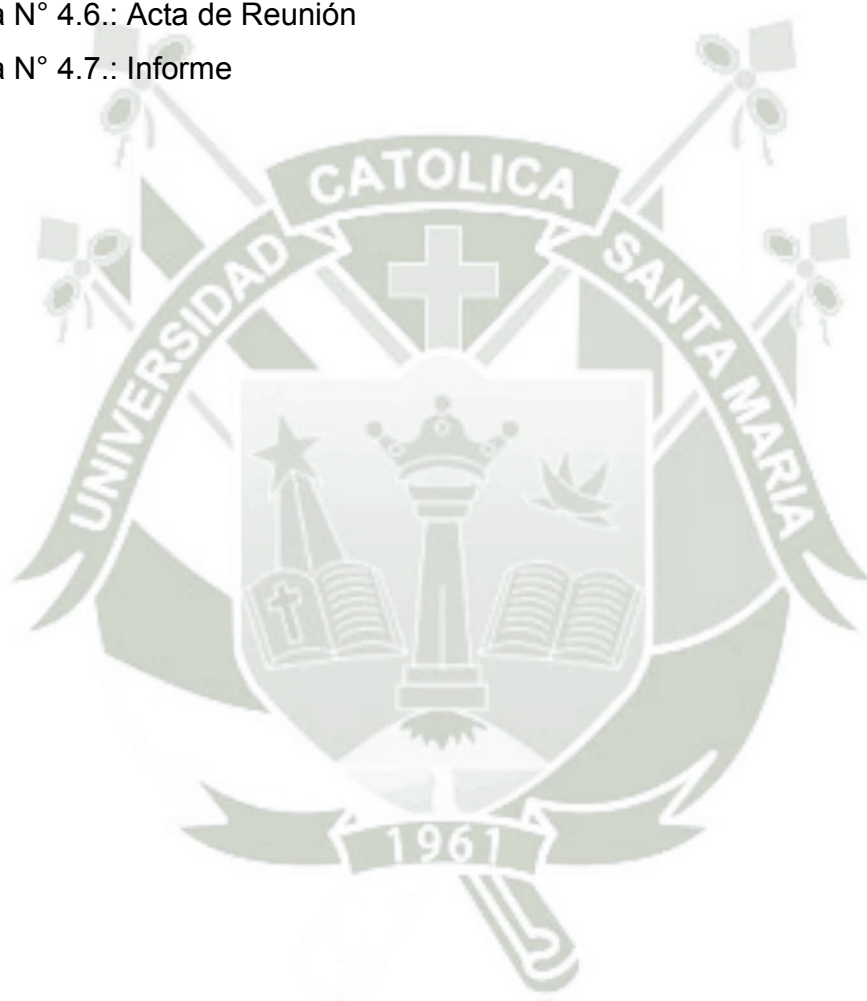
Grafico N° 3.1.: Filtros Prensa fabricados por año	89
Gráfico N° 3.2.: Ventas (S/.) - Año 2012	90
Gráfico N° 3.3.: Resumen de la Auditoria	118
Gráfico N° 3.4.: Criticidad de las Rutas de Inspección	119
Gráfico N° 3.5.: Manejo de Información	120
Gráfico N° 3.6.: Mantenimiento Actual	121
Gráfico N° 3.7.: Costos de Mantenimiento	122
Gráfico N° 3.8.: Efectividad del Mantenimiento Actual	123
Gráfico N° 3.9.: Importancia de los indicadores	137



## INDICE DE ESQUEMAS

Esquema N° 2.1. : Actuación sobre la Producción	11
Esquema N° 2.2. : Optimización de Procesos	13
Esquema N° 2.3. : Partes de Filtro Prensa	30
Esquema N° 2.4. : Vista de Panel de Operador	31
Esquema N° 2.5. : Placa Rígida	33
Esquema N° 2.6. : Placa Membrana	33
Esquema N° 2.7. : Funcionamiento de Lonas Filtrante	34
Esquema N° 3.1. : Organigrama de la Empresa	40
Esquema N° 3.2. : DAP – Base del Filtro	48
Esquema N° 3.3. : DAP – Placa Válvula	50
Esquema N° 3.4. : DAP – Sistema de Alimentación	52
Esquema N° 3.5. : DAP – Sistema de Drenaje y Secado	54
Esquema N° 3.6. : DAP – Brazos	56
Esquema N° 3.7. : DAP – Placa Soporte	58
Esquema N° 3.8. : DAP – Placa Móvil	60
Esquema N° 3.9. : DAP – Pistón Hidráulico	62
Esquema N° 3.10. : DAP – Pistón de Compuerta	64
Esquema N° 3.11. : DAP – Unidad Hidráulica	66
Esquema N° 3.12. : DAP – Sistema de Lavado	68
Esquema N° 3.13. : DAP – Canaleta de Sistema de Limpieza	70
Esquema N° 3.14. : DAP – Canaleta	72
Esquema N° 3.15. : DAP – Compuerta	74
Esquema N° 3.16. : DAP – Otras fabricaciones	76
Esquema N° 3.17.A: DAP – Ensamble de Filtro Prensa	77
Esquema N° 3.17.B: DAP – Ensamble de Filtro Prensa	78
Esquema N° 3.18.: Diagrama de Ishikawa	127
Esquema N° 3.19.: Diagrama de Afinidad	129
Esquema N° 3.20.: Diagrama de Relaciones	131
Esquema N° 3.21.: Árbol de Problemas	133

Esquema N° 4.1.: Metodología	141
Esquema N° 4.2.: Proceso para determinar disponibilidad de maquinaria y equipos	148
Esquema N° 4.3.: Proceso para determinar tiempo de producción por Actividad	154
Esquema N° 4.4.: Proceso de reparación de equipos	172
Esquema N° 4.5.: Proceso de contratación de personal	178
Esquema N° 4.6.: Acta de Reunión	186
Esquema N° 4.7.: Informe	187



## RESUMEN

La empresa no es una realidad estática, sino que evoluciona de forma permanente, como resultado de cambios en la oferta de productos y mercados atendidos, la distribución geográfica de sus actividades e, incluso, el tipo de actividades que realiza por sí misma, por tanto para permanecer y posicionarse en el mercado requiere de una intervención organizada, por etapas.

Entre las acciones más importantes se ha de decidir qué es necesario hacer, qué priorizar, cómo crear equipos de trabajo según los objetivos y los cambios que se desean conseguir, los recursos necesarios y con qué medidas se evaluarán los resultados.

Para el presente trabajo, se realizó el diagnóstico de la empresa seleccionada para determinar los puntos críticos que afectan la línea productiva de filtros prensa, teniendo como indicadores críticos los siguientes:

Cantidad de maquinaria y equipos disponibles, tiempo de producción por actividad, tiempo de reparación de equipos y cantidad de personal contratado.

En base a estos indicadores se realizó la propuesta de optimización de la línea productiva con el objetivo de cumplir con los tiempos de entrega y por tanto generar mayores utilidades a la empresa.

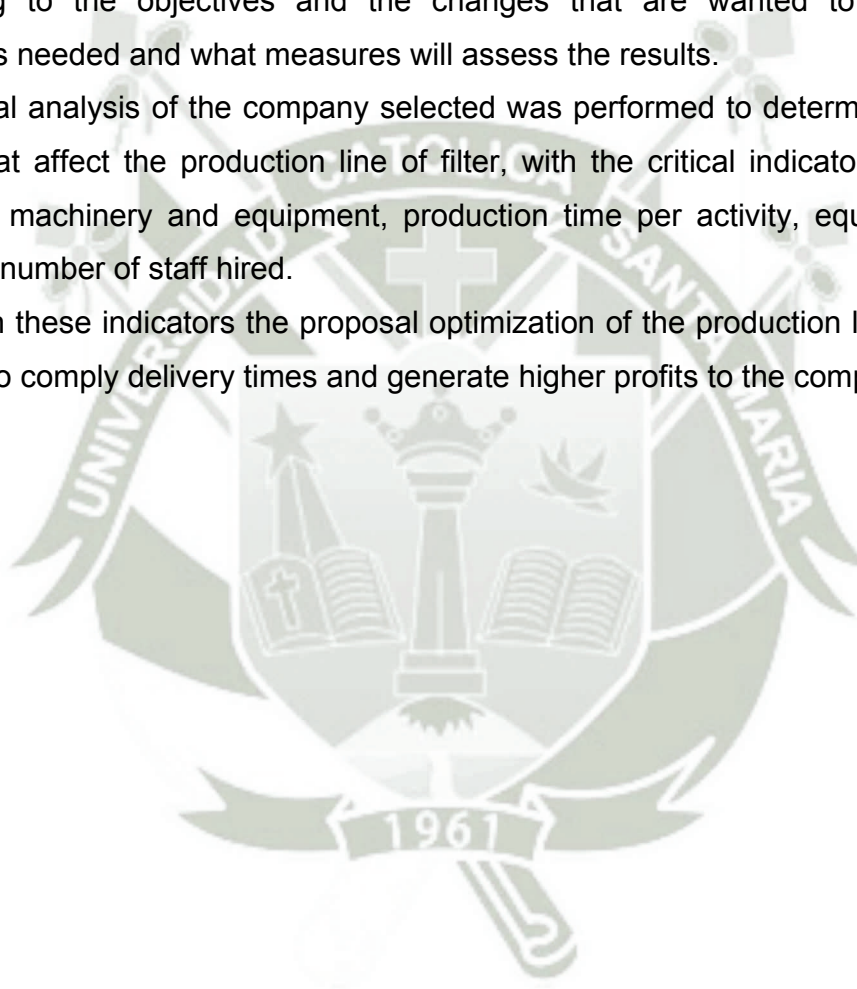
## ABSTRACT

The company is not a static reality, it's permanently evolving as a result of changes in the supply of products and markets, the geographical distribution of activities and even the type of activities carried, so to stay in the market requires an intervention organized by stages.

The most important is to decide what it's necessary to do, prioritize, create teams according to the objectives and the changes that are wanted to achieve, the resources needed and what measures will assess the results.

Situational analysis of the company selected was performed to determine the critical points that affect the production line of filter, with the critical indicators: Number of available machinery and equipment, production time per activity, equipment repair time and number of staff hired.

Based on these indicators the proposal optimization of the production line was made in order to comply delivery times and generate higher profits to the company.



## INTRODUCCIÓN

Las propuestas de planificación incluyen entre sus objetivos mejorar la toma de decisiones con la meta de concretar un fin buscado. Por consiguiente, una estrategia de planificación debe tener en consideración la situación presente y todos aquellos factores ajenos y propios que pueden generar repercusiones para lograr ese fin.

Por lo tanto, se admite que sólo es posible diseñar una planificación tras la identificación precisa del problema que se ha de abordar. Una vez conocida e interpretada esa problemática, se postula el desarrollo de las alternativas para su abordaje o solución. Después de definir las ventajas y las desventajas de esos posibles enfoques, se opta por la planificación más conveniente y se decide su puesta en práctica.

En los tiempos modernos, la planificación incluye también elementos relacionados con la rentabilidad, esto es, con el equilibrio entre los riesgos y los beneficios, o bien entre los costos necesarios y las potenciales ganancias. La racionalización de recursos para lograr su máximo rendimiento sólo es posible en el enfoque de una planificación sobria y definida.

El presente trabajo de investigación denominado “PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS EN LA LÍNEA PRODUCTIVA DE FILTROS PRENSA PARA CONCENTRADOS Y RELAVES DE UNA EMPRESA INDUSTRIAL, 2013” contempla cuatro capítulos, los cuales preciso a continuación:

- En el primer capítulo denominado generalidades, se describen los principales aspectos metodológicos de la investigación.
- En el segundo capítulo denominado marco teórico, se describen los principales conceptos relacionados con la investigación.
- En el tercer capítulo denominado diagnóstico situacional, se describe información de la empresa y se realiza el análisis de la línea productiva de filtros prensa.
- En el cuarto capítulo denominado propuesta, se presenta una propuesta de mejora para la optimización de procesos en la línea productiva de filtros prensa.

# CAPITULO 1: GENERALIDADES

---



## 1.1. EL PROBLEMA

### 1.1.1. Enunciado

“PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS EN LA LÍNEA PRODUCTIVA DE FILTROS PRENSA PARA CONCENTRADOS Y RELAVES DE UNA EMPRESA INDUSTRIAL, 2013”

### 1.1.2. Identificación del Problema

¿De qué manera se va beneficiar una empresa industrial con la optimización de la línea productiva de filtros prensa para concentrados y relaves?

### 1.1.3. Descripción del Problema

Hoy en día el principal objetivo de las empresas, es encontrar y aplicar estrategias que ofrezcan mayor calidad a sus procesos, evitando reproceso o re-trabajo, los cuales incrementan los tiempos de producción y generan aumento en los costos, convirtiéndolas en empresas no rentables y por tanto no competitivas.

Actualmente, la problemática de la empresa, es el incumplimiento de entrega de los filtros prensa en los plazos establecidos con el cliente para su fabricación; ya que el nivel de ventas en los últimos años se incrementó en 30% y no se cuenta con la capacidad de planta necesaria para satisfacer la demanda creciente.

Entre las principales causas de los retrasos, se tiene la falta de planificación, retraso en las compras de materiales e insumos, ausencia de mantenimiento preventivo y cuellos de botella generados por falta de disponibilidad de equipos y maquinaria,

trayendo como consecuencia la insatisfacción de los clientes y a largo plazo una reducción en las utilidades anuales de la empresa.

#### 1.1.4. Campo, Área y Línea

Campo : Ingeniería Industrial

Área : Optimización de Procesos

Línea : Producción de Filtros Prensa

#### 1.1.5. Variables e Indicadores

VARIABLES	INDICADORES
Variable Independiente "Optimización de Procesos"	Rendimiento
	Productividad
	Capacidad Producción
	Tiempo de vida
Variable Dependiente "Producción Filtros Prensa"	Procesos
	Cantidad de Filtros
	Elementos defectuosos
	Costos
	Operaciones

### 1.1.6. Interrogantes

- ¿Cuál es la situación actual de la línea de producción filtros prensa?
- ¿Cuáles son los principales factores que influyen en el desarrollo productivo de la línea operativa?
- ¿De qué manera se puede proponer la optimización de procesos en la línea de producción de filtros prensa?

## 1.2. JUSTIFICACIÓN

La minería juega un rol importante en la economía peruana a través de la generación de valor agregado, divisas, impuestos, inversión y empleo; en un contexto de altos precios internacionales de los minerales, se ha experimentado un importante dinamismo y en los últimos años se ha apreciado el ingreso de grandes proyectos mineros que incrementaran el valor agregado del sector teniendo impactos beneficiosos en la economía.

El incremento de las actividades mineras, debe verse reflejado en el crecimiento y desarrollo de las empresas proveedoras de equipos, maquinaria, materiales y servicios, que cada vez deben ofrecer productos de mayor calidad que se ajusten a los requerimientos de los clientes, es por ello que la empresa, de la cual se realizará la investigación, debe buscar la mejora en sus procesos, identificando los principales problemas que se presentan y cuáles son las causas que lo generan para solucionarlos, de esta manera se garantiza un buen desempeño de las actividades y se crea confianza con el cliente.

Con base en esta necesidad se han diseñado una gran cantidad de herramientas que permiten el control y análisis de los procesos, con el fin único de optimizarlos y asegurar la satisfacción del cliente.

Entre las técnicas de control de procesos tenemos: Diagramas de Flujo de Proceso, Diagrama Causa - Efecto, Diagrama de Pareto, Diagrama de

Correlación o Dispersión, Histogramas, Cuestionario Critico y Hoja de Seguimiento.

Al optimizar los procesos de la línea productiva de filtros prensa, siendo estos el principal producto, la empresa se consolidará en el mercado nacional e internacional, ya que actualmente es la única empresa peruana que fabrica filtros prensa y la competencia responde a empresas internacionales que brindan productos de alta calidad.

La presente propuesta, al ser aplicada, traerá beneficios económicos, por la reducción de costos en re-procesos, mejoramiento de tiempos de fabricación y satisfacción de clientes, mejorando la imagen actual de la empresa.

La optimización de procesos también traerá como consecuencia la mejora en los servicios brindados que contemplan visitas técnicas a las unidades mineras o industriales, mantenimiento de los filtros y asesoría en sistemas de filtración.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Realizar una propuesta de optimización de procesos en la línea productiva de filtros prensa para concentrados y relaves de una empresa industrial.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Realizar un diagnóstico situacional de la línea de producción filtros prensa.
- Identificar los principales factores que influyen en el desarrollo productivo de la línea operativa.
- Proponer la metodología para la optimización de procesos en la línea de producción de filtros prensa.

#### 1.4. HIPÓTESIS

Dado que se lleve a cabo la propuesta para la optimización de la línea productiva de los filtros prensa para concentrados y relaves en una empresa industrial, es probable que se alcance una mejora de la gestión de la producción en la línea productiva.

#### 1.5. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

No se ha encontrado antecedentes investigativos para el presente problema de investigación, teniendo en cuenta que es una empresa industrial que no cuenta con documentos de gestión (memorias descriptivas, planes integrales de desarrollo, desarrollo de metodología en herramientas de gestión) y además no cuenta con la facilidad de gestión presupuestal para la toma de decisiones en la ejecución de metodologías de investigación.

Se considera el presente trabajo de investigación como original por ser la primera vez que se va a realizar el presente estudio.

## CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO

---

## 2.1. INDUSTRIA

La industria es el conjunto de procesos y actividades que tienen como finalidad transformar las materias primas en productos elaborados; además de materias primas, para su desarrollo la industria necesita maquinaria y recursos humanos organizados habitualmente en empresas.

Desde el origen del ser humano, este ha tenido la necesidad de transformar los elementos de la naturaleza para poder aprovecharse de ellos, en sentido estricto ya existía la industria, pero es hacia finales del siglo XVIII, y durante el siglo XIX, cuando el proceso de transformación de los recursos de la naturaleza sufre un cambio radical, que se conoce como revolución industrial.

Este cambio se basa, básicamente, en la disminución del tiempo de trabajo necesario para transformar un recurso en un producto útil, gracias a la utilización de en modo de producción capitalista, que pretende la consecución de un beneficio aumentando los ingresos y disminuyendo los gastos. Con la revolución industrial el capitalismo adquiere una nueva dimensión, y la transformación de la naturaleza alcanza límites insospechados hasta entonces.

Gracias a la revolución industrial las regiones se pueden especializar, sobre todo, debido a la creación de medios de transporte eficaces, en un mercado nacional y otro mercado internacional, lo más libre posible de trabas arancelarias y burocráticas.

Una nueva estructura económica, y la destrucción de la sociedad tradicional, garantizaron la disponibilidad de suficiente fuerza de trabajo asalariada y voluntaria.

La industria fue el sector motor de la economía desde el siglo XIX y, hasta la Segunda Guerra Mundial, la industria era el sector económico que más aportaba al Producto Interior Bruto (PIB), y el que más mano de obra ocupaba.

## Tipos de industrias

- Industria pesada: Grandes fábricas en las que se trabaja con grandes cantidades de materia prima y de energía.
  - Siderúrgicas: transforman el hierro en acero.
  - Metalúrgicas: trabajan con otros metales diferentes al hierro ya sea cobre, aluminio, etc.
  - Cementeras: fabrican cemento y hormigón a partir de las llamadas rocas industriales.
  - Químicas: producen ácidos, fertilizantes, explosivos, pinturas, etc.
  - Petroquímicas: elabora plásticos y combustibles.
  - Automovilística: se encarga del diseño, desarrollo, fabricación, ensamblaje, comercialización, reparación y venta de automóviles.
- Industria ligera: Transforma materias primas en bruto o semielaboradas en productos que se destinan directamente al consumo de las personas y de las empresas de servicios.
  - Alimentación: utiliza productos agrícolas, pesqueros y ganaderos para fabricar bebidas, conservas, etc.
  - Textil: fabrica tejidos y confecciona ropa a partir de fibras vegetales, como el lino y el algodón, y fibras animales como la lana y sintéticas como el nailon y el poliéster.
  - Farmacéutica: dedicado a la fabricación, preparación y comercialización de productos químicos medicinales para el tratamiento y también la prevención de las enfermedades.
  - Agroindustria: comprende la producción, industrialización y comercialización de productos agrarios pecuarios, forestales y biológicos.
  - Armamentística: comprende agencias comerciales y gubernamentales dedicadas a la investigación, desarrollo, producción, servicios e instalaciones militares y de defensa.
- Industria punta: Son aquellas que utilizan las tecnologías más avanzadas y recientes.

## 2.2. PROCESO<sup>1</sup>

Por proceso entendemos la combinación global de personas, equipo, materiales utilizados, métodos y medio ambiente, que colaboran en la producción.

El comportamiento real del proceso -la calidad de la producción y su eficacia productiva- dependen de la forma en que se diseñó y construyó, y de la forma en que es administrado. El sistema de control del proceso sólo es útil si contribuye a mejorar dicho comportamiento.

### 2.2.1. Información Sobre el Comportamiento

El proceso de producción incluye no solo los productos producidos, sino también los “estados” intermedios que definen el estado operativo del proceso tales como temperaturas, duración de los ciclos, etc. Si esta información se recopila e interpreta correctamente, podrá indicar si son necesarias medidas para corregir el proceso o la producción que se acaba de obtener.

### 2.2.2. Actuación Sobre el Proceso

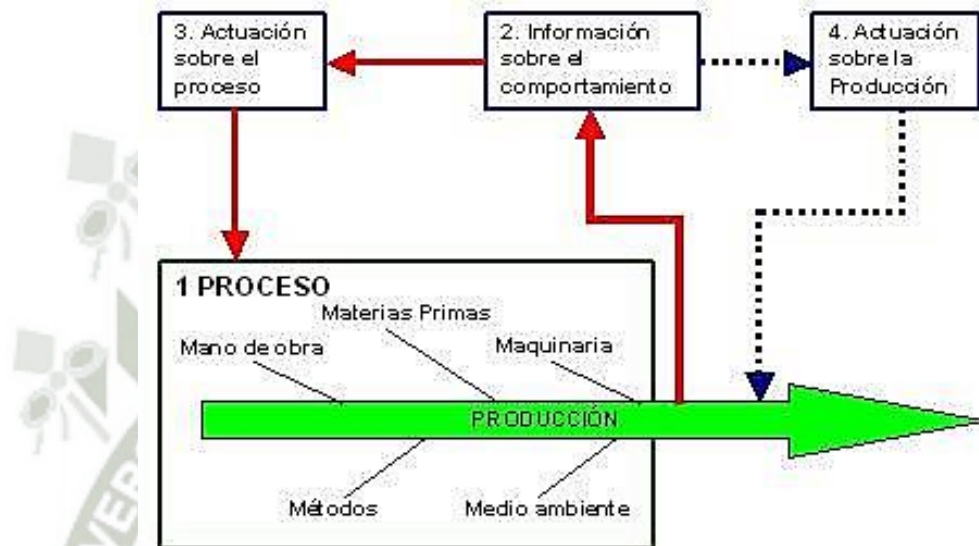
Las actuaciones sobre el proceso están orientadas al futuro, ya que se toman en caso necesario para impedir que éste se deteriore. Estas medidas pueden consistir en la modificación de las operaciones (por ejemplo, instrucciones de operarios, cambios en los materiales de entrada) o en los elementos básicos del proceso mismo (por ejemplo, el equipo -que puede necesitar mantenimiento, o el diseño del proceso en su conjunto- que puede ser sensible a los cambios de temperatura o de humedad del taller). Debe llevarse un control sobre el efecto de estas medidas,

---

<sup>1</sup>Portal Electrónico de Matemática. Manual del Control Estadístico de Procesos. España. 2005. Extraído el 30 de Octubre del 2010 de <http://www.matematicasyposia.com.es/Estadist/ManualCPE06.htm>

realizándose ulteriores análisis y tomando las medidas que se estimen necesarias.

### Esquema N° 2.1. : Actuación sobre la Producción



Fuente: Manual del Control Estadístico de Procesos. España. 2005

Las actuaciones sobre la producción están orientadas al pasado, porque la misma implica la detección de productos ya producidos que no se ajustan a las especificaciones.

Si los productos fabricados no satisfacen las especificaciones, será necesario clasificarlos y retirar o reprocesar aquellos no conformes con las especificaciones.

Este procedimiento deberá continuar hasta haberse tomado las medidas correctoras necesarias sobre el proceso y haberse verificado las mismas, o hasta que se modifiquen las especificaciones del producto.

Es obvio que la inspección seguida por la actuación únicamente sobre la producción es un pobre sustituto de un rendimiento eficaz del proceso desde el comienzo.

El Control del Proceso centra la atención en la recogida y análisis de información sobre el proceso, a fin de que puedan tomarse medidas para perfeccionar el mismo.

Hay dos formas diferentes de diseño y análisis de sistemas de control que utilizan herramientas estadísticas:

- Control Estadístico de Proceso (CEP)
- Control adaptativo, que utiliza lazos de retroalimentación para predecir futuros valores de las variables de proceso. Este control dice cuando hay que corregir para mantener a las variables con oscilaciones mínimas alrededor de los valores objetivos y está basado en el Análisis de series Temporales (Box-Jenkins).

Este tipo de control puede implementarse mediante sistemas de control automático digital (caso más habitual) o mediante gráficos de control.

### 2.3. OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS<sup>2</sup>

La Optimización de Procesos tiene varios matices, seguidores y detractores, pero lo cierto es que el término "optimización" en si es demasiado *ambicioso* para la dinámica de las empresas de hoy las cuales se ven obligadas a "*ajustarse*" al entorno, nuevos estándares y normativas legales. Por esta razón y en el sentido estricto, optimizar procesos es un desafío muy *costoso* e incluso *doloroso* para la industria.

- ¿Cómo podemos abordar el desafío de optimizar procesos?
- ¿Qué es lo que está haciendo la industria hoy?

Para responder la primera pregunta debemos entender qué significa el término en conflicto. *Optimizar* es encontrar el *mínimo* o el *máximo* de una función respecto a ciertas *restricciones*. Sin duda, alcanzar el mínimo o máximo es obtener la "*mejor*" solución entre otras soluciones factibles. Ahora

---

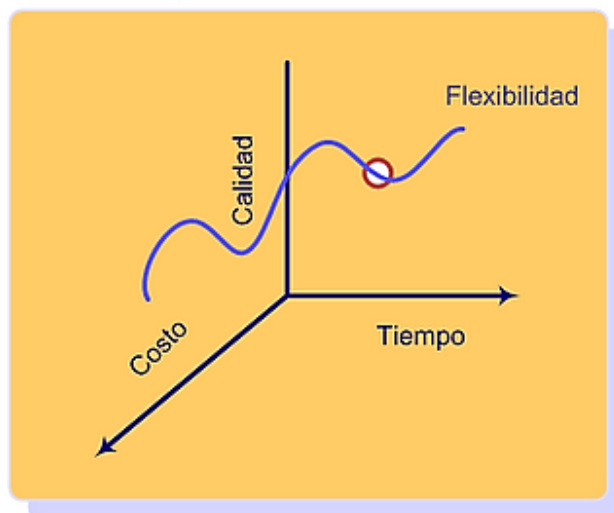
<sup>2</sup>Jimenez, R. Optimización de Procesos. Primera Edición. LATAM. Barcelona, España. 2007.

bien, *el mejor proceso* debe ajustar el flujo de tareas, entradas y salidas de manera que entregue la mejor calidad al menor costo y en el menor tiempo. Sin embargo, si queremos *aumentar la calidad* de un producto o servicio (*core process*) siempre se incurre en inversión de tecnología y personas (costos aumentan) pero a la vez podemos reducir los tiempos (de producción, soporte, time-to-market, etc.) y en el peor caso aumentarlos lo cual depende de otros factores tales como: correcta elección de la tecnología, capacitación de las personas, estrategias de gestión (gestión del cambio y gestión del conocimiento).

Alternativamente, si queremos *reducir los costos* asociados al producto o servicio (*core process*) muchas veces las empresas disminuyen los tiempos pero a la vez disminuye la calidad. De este modo, si queremos *reducir los tiempos* asociados al producto o servicio (*core process*) una vez más incurrimos en costos y reducción de la calidad.

Finalmente, la flexibilidad de un proceso está asociada a cuán rápido se ajusta a los cambios y dinamismo de la empresa y del entorno los cuales podemos dividir en factores internos y externos.

### Esquema N° 2.2. : Optimización de Procesos



Fuente: Jiménez, R. *Optimización de Procesos*. Primera Edición. LATAM. Barcelona, España. 2007.

Los *factores internos* son aquellas medidas e iniciativas de la empresa para realizar cambios a un proceso para mejorar su desempeño tomando en cuenta las variables de costo, tiempo, calidad y flexibilidad. Los *factores externos* son todos aquellos factores que provienen desde el entorno de la empresa y que son identificados por medio de *Inteligencia de Negocios* (o Business Intelligence, BI), área de márketing, área de finanzas (principalmente, factores de desempeño económico), como también desde nuevos estándares y/o normativas legales. De esta manera, los factores externos *influyen directamente* en los internos.

Por lo tanto, la optimización de procesos debe considerar los factores internos y externos de una organización para luego llevarla a cabo.

La siguiente *no* es una receta, pero sirve como un primer *approach* para optimizar procesos dentro de una organización:

1. Cuando utilice el término "*Optimización*" debe dejar en claro las limitaciones de encontrar *el mejor proceso* y que en la práctica sólo encuentra *el que mejor se ajuste* a la realidad de cada empresa que se ve afectada por factores internos y externos.
2. Identifique el *core process* que quiere optimizar. El *core processes* aquel identificado a partir de la estrategia de negocios de la empresa. Si no recuerda qué es un *core process* puede ver las siguientes referencias:
3. Identifique los factores internos y externos que afectan la decisión de optimizar un proceso, con el dueño del proceso y dueños de tareas y áreas específicas dentro de la empresa. No olvide que muchos procesos son transversales a la organización.
4. Identifique la variable que quiere "mejorar" dentro de un proceso: tiempo, costo o calidad.
5. Aplique reingeniería, buenas prácticas o rediseño del proceso.
6. Simule su nuevo proceso iterativamente hasta encontrar el que mejor se ajuste a sus requerimientos.
7. Defina medidas de rendimiento de su nuevo proceso (KPIs) y monitoréelos.

8. Gestione el cambio del proceso con el dueño del proceso y áreas transversales afectadas.
9. Gestione el conocimiento generado y actualizado en la organización a partir de los cambios realizados al proceso optimizado (o mejorado)
10. Monitoree el nuevo proceso e identifique si la ejecución del mismo corresponde al definido y publicado a las partes involucradas

## 2.4. **PRODUCCIÓN**

La producción es la actividad económica que aporta valor agregado por creación y suministro de bienes y servicios, es decir, consiste en la creación de productos o servicios y al mismo tiempo la creación de valor.

### 2.4.1. **Capacidad de Producción**

La capacidad de producción es el nivel de actividad máximo que puede alcanzarse con una estructura productiva dada. El estudio de la capacidad es fundamental para la gestión empresarial en cuanto permite conocer y analizar el grado de uso de cada uno de ellos en la organización y así tener oportunidad de optimizarlos.

Los incrementos y disminuciones de la capacidad productiva provienen de decisiones de inversión o desinversión (adquisición de una máquina adicional)

Cuando una línea de producción está formada por varias máquinas o estaciones de trabajo, la capacidad de producción de la planta está determinada por la máquina o la estación más lenta (la que tenga una menor capacidad de producción). Se llama balance de línea al proceso mediante el cual se determina la cantidad de máquinas y herramientas por estación de trabajo, para lograr que todas ellas estén bastante equilibradas, evitando desperdicios.

#### 2.4.2. Línea de Producción

Se utiliza una línea de producción en la fabricación repetitiva como puesto de trabajo, y se trata de una clasificación de varias estaciones de tratamiento, o de un tratamiento individual.

#### 2.5. DIAGNÓSTICO DE LA PRODUCCIÓN

Es una herramienta de gestión que permite el análisis de la situación de la producción para determinar las causas de un problema o situación, plantear propuestas de solución y así mejorar el rendimiento de la empresa; el objetivo principal es evaluar los resultados de la empresa, sus conocimientos técnicos, medios humanos, medios materiales y su organización para definir lo que se debe hacer a corto y mediano plazo para mantener e incrementar su competitividad.

Se debe dar respuesta a:

- ¿Son nuestros resultados técnicos satisfactorios?
- ¿Se adaptan nuestra técnicas y conocimientos a la demanda del mercado?
- ¿Resultan eficaces nuestros medios humanos y materiales?

Se debe definir buenos referentes como fundamentos de evaluación y es necesario definir el tipo, sector y las particularidades de la empresa; para la obtención de resultados cuantitativos se recurre a indicadores que miden producción, productividad, consumo, calidad, gestión y costos.

Las principales fuentes de información para el análisis interno son:

- Resultados: Volumen de producción, calidad obtenida, rendimiento y costo.
- Políticas: Investigación y desarrollo, productividad.
- Medios y organización: Instalaciones, materiales, equipos, personal y organización.
- Métodos de gestión: Estudios y métodos, planificación y control de trabajo, mantenimiento y seguridad.

Las principales fuentes de información para el análisis externo son:

-Mercado de materiales: Evolución tecnológica, calidad y rendimiento, precios, etc.

-Competencia: Estrategias, sustitución.

-Marco general: Normas y reglamentaciones, apoyo a la investigación o a la inversión.

Los elementos que principalmente se evalúan son:

Política industrial: Políticas de investigación y desarrollo, políticas de producción o industrial, políticas de inversión y políticas de calidad.

Medios humanos: Calificación de personal, entorno de puestos de trabajo y condiciones de trabajo.

Medios de producción: Terreno, edificios, instalaciones, disposición del local, costos de mantenimiento, aire acondicionado, alumbrado, etc.

Medios materiales: Capacidad de producción, estado del material, evaluación técnica del material, seguridad industrial.

Medios de mantenimiento: Políticas de mantenimiento, reposición de equipos, estado de conservación de los equipos, personal de mantenimiento, especialización y/o tercerización.

Planeamiento y lanzamiento: Preparación del programa de producción, plazos de fabricación, entrega de producción en calidad y costo establecido.

Gestión de la producción: Control de fabricación, estudios y métodos, planes y programas, seguridad e higiene, gestión de presupuesto, registro de indicadores técnicos.

### 2.5.1. **METODOLOGIA DE DIAGNOSTICO**

Mediante el diagnostico se requiere conocer la situación real y actual de la empresa para descubrir problemas y oportunidades de mejora; las herramientas o diagramas de diagnóstico ayudan a asegurar la calidad de un determinado proceso.

### **A) Diagrama de Relaciones:**

Es una representación gráfica de las posibles relaciones cualitativas causa-efecto entre diversos factores y un fenómeno determinado y de dichos factores entre sí.

Entre sus características principales:

- Creatividad: Permite exponer opiniones libremente y fomenta el desarrollo de nuevas ideas.
- Impacto visual: Presenta problemas o situaciones complejas de forma clara, concisa y ordenada, facilitando una visión global del conjunto de elementos implicados y sus interrelaciones.
- Facilita consenso: El carácter participativo del proceso ayuda a la eliminación de prejuicios y a la obtención del consenso.

### **B) Diagrama de Afinidad:**

Está diseñado para reunir hechos, opiniones e ideas sobre áreas que se encuentran en un estado de desorganización y ayuda a agrupar aquellos elementos que están relacionados de forma natural.

Es un proceso creativo que produce en consenso por medio de la clasificación que hace el equipo en vez de una discusión.

Se utiliza cuando el problema es complejo, esta desorganizado, requiere la participación y soporte del equipo y se quiere determinar los temas claves de un gran número de ideas y problemas.

Se debe armar el equipo, asignando un responsable, que establecerá el problema, deben realizar una lluvia de ideas para reunir los datos que quedaran registrados en diferentes notas; una vez que los datos estén registrados, los miembros del grupo reunirán las ideas en grupos similares que se consideran de

“afinidad mutua”, se creará una tarjeta de título para cada agrupación. Las notas deberán leerse y revisarse una vez más con el fin de verificar si han sido agrupados de forma apropiada, este proceso se repite hasta que todos los grupos tengan un nombre. Luego se procederá a dibujar el diagrama de afinidad terminado y el equipo o grupo deberá discutir la relación de los grupos y sus elementos correspondientes con el problema.

### **C) Árbol de Problemas:**

Es una de las herramientas fundamentales en la planificación, especialmente en proyectos, llamado también análisis situacional o simplemente análisis de problemas, ayuda a encontrar soluciones a través del mapeo del problema. Identifica en la vertiente superior, las causas o determinantes y en la vertiente inferior las consecuencias o efectos.

Este método tiene las siguientes ventajas:

- Está relacionado e identifica problemas reales y presentes.
- El problema se puede desglosar en proporciones más manejables y definibles que permite, priorizar más claramente en relación a que problema o tema es más importante y esto a su vez, permite enfocar los objetivos haciendo más efectiva su influencia;
- Hay un mayor entendimiento del problema y por lo general, nos interconecta con las causas más contradictorias;
- Identifica los argumentos constitutivos y ayuda a establecer quienes son los actores y procesos en cada etapa;
- Ayuda a establecer que información adicional, evidencia o recurso se necesita para fundamentar el caso o construir una propuesta de solución convincente;

- Los problemas de desarrollo identificados en el árbol de problemas se convierten, como soluciones, en objetivos como parte de la etapa inicial de diseñar una respuesta; y
- Los objetivos identificados como componentes o productos se convierten en los medios para encarar el problema de desarrollo identificado y proporcionar un instrumento para determinar su impacto de desarrollo.

## 2.6. AUDITORIA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

La auditoría del proceso productivo permite a la empresa, en base a evidencias objetivas, tener una idea precisa del nivel de desempeño de su sistema de producción.

Durante el proceso de auditoría el auditor revisará el proceso de manera independiente observando las actividades realizadas por el departamento de producción en cada una de las etapas de proceso, controlando recursos, eficiencia del personal, rendimientos, costos, etc.

Este enfoque se centra en observar los recursos disponibles (equipamientos y mano de obra) y la manera en que son manejados incluyendo el aprovechamiento de los recursos y el manejo de los costos de producción.

La auditoría comprende:

- Diseño e infraestructura
  - Observación del diseño de la planta y el flujo de producción
  - Observación e inspección de los equipos y materiales al interior del área de proceso
- Estudio de los procesos productivos
  - Observación de las actividades de producción;
  - Observación del manejo de los recursos disponibles;
- Revisión de la planificación de la producción
  - Confirmación de la existencia de programas de producción;
  - Confirmación de la idoneidad de los programas de producción;

Confirmación de la planificación adecuada de recursos humanos y logísticos;

Confirmación de coordinación con otros departamentos (mantenimiento, calidad, etc.)

- Verificación de la logística aplicada al proceso productivo

Verificación de la existencia de controles aplicados a la logística del proceso productivo

Confirmación del manejo óptimo de la logística del proceso productivo

Confirmación de la dotación adecuada de personal para cada etapa del proceso

- Revisión del flujo de proceso

Control de los tiempos aplicados vs flujo de producto que ingresa

Verificación de los controles de eficiencia en el proceso productivo

Comprobación de la efectividad del diseño de la producción

Verificación del control de tiempo de proceso

- Análisis Personal operativo

Evaluación de la capacidad del personal operativo para ejecución de actividades encomendadas

Confirmación de los programas de entrenamiento para el personal operacional

Comprobación de la capacidad del personal operativo, para detectar desviaciones de calidad durante el proceso

- Verificación del control de rendimientos

Análisis del producto ingresado vs los rendimientos de producto terminado

Análisis del rendimiento por hora y por turno

Análisis de rendimientos por tipo de producto procesado

Posterior al proceso de auditoría se entrega un reporte completo con todos los hallazgos generados en el proceso de auditoría y las recomendaciones pertinentes.

## 2.7. CALIDAD

La calidad es una herramienta básica para una propiedad inherente de cualquier cosa que permite que esta sea comparada con cualquier otra de su misma especie. La palabra calidad tiene múltiples significados. De forma básica, se refiere al conjunto de propiedades inherentes a un objeto que le confieren capacidad para satisfacer necesidades implícitas o explícitas. Por otro lado, la calidad de un producto o servicio es la percepción que el cliente tiene del mismo, es una fijación mental del consumidor que asume conformidad con dicho producto o servicio y la capacidad del mismo para satisfacer sus necesidades.

Herramientas de Calidad: Las siete herramientas básicas de calidad es una denominación dada a un conjunto fijo de técnicas gráficas identificadas como las más útiles en la solución de problemas relacionados con la calidad. Se llaman básicas porque son adecuadas para personas con poca formación en materia de estadísticas, también pueden ser utilizados para resolver la gran mayoría de las cuestiones relacionadas con la calidad.

Las siete herramientas básicas son: Diagrama de Ishikawa, hoja de verificación o comprobación, gráfico de control, histograma, diagrama de Pareto, diagrama de dispersión y el muestreo estratificado.

### 2.7.1. Diagrama de Ishikawa

También llamado diagrama de espina de pescado, diagrama de causa-efecto o diagrama causal, consiste en una representación gráfica en la que puede verse de manera relacional una especie de espina central, que es una línea en el plano horizontal, representando el problema a analizar, que se escribe a su derecha. Facilita el análisis de problemas y sus soluciones en esferas como lo son; calidad de los procesos, los productos y servicios.

Este diagrama causal es la representación gráfica de las relaciones múltiples de causa - efecto entre las diversas variables que intervienen en un proceso. En teoría general de sistemas, un diagrama causal es un tipo de diagrama que muestra gráficamente las entradas o inputs, el proceso, y las salidas u outputs de un sistema (causa-efecto), con su respectiva retroalimentación (feedback) para el subsistema de control.

### 2.7.2. Hoja de Control

También llamada de registro, sirve para reunir y clasificar las informaciones según determinadas categorías, mediante la anotación y registro de sus frecuencias bajo la forma de datos.

Una vez que se ha establecido el fenómeno que se requiere estudiar e identificadas las categorías que los caracterizan, se registran estas en una hoja, indicando la frecuencia de observación. Lo esencial de los datos es que el propósito este claro y que los datos reflejen la verdad.

Estas hojas de recopilación tienen muchas funciones, pero la principal es hacer fácil la recopilación de datos y realizarla de forma que puedan ser usadas fácilmente y analizarlos automáticamente.

Tienen las siguientes funciones:

- De distribución de variaciones de variables de los artículos producidos (peso, volumen, longitud, talla, clase, calidad, etc.)
- De clasificación de artículos defectuosos
- De localización de defectos en las piezas
- De causas de los defectos
- De verificación de chequeo o tareas de mantenimiento.

Una vez que se ha fijado las razones para recopilar los datos, es importante que se analice las siguientes cuestiones: si la

información es cualitativa o cuantitativa, como se recogerán los datos y en qué tipo de documento, como se utiliza la información recopilada, como de analizará, quién se encargará de la recogida de datos y con qué frecuencia se va a analizar

Se debe diseñar el formato de la hoja de recogida de datos, de acuerdo con la cantidad de información a recoger, dejando un espacio para totalizar los datos, que permita conocer: las fechas de inicio y término, las probables interrupciones, la persona que recoge la información, fuente, etc.

### 2.7.3. **Gráfico de Control**

Sirven para poder analizar el comportamiento de los diferentes procesos y poder prever posibles fallos de producción mediante métodos estadísticos, estas se utilizan en la mayoría de los procesos industriales.

Permite de manera objetiva determinar si un proceso se encuentra “en control” o “fuera de control” y es una herramienta útil para establecer fronteras de variación dentro de un proceso. Muestra cuando estas fronteras se sobrepasan y entonces buscar las claves que lleven a las causas para resolverlas.

### 2.7.4. **Histograma**

Representación gráfica de una variable en forma de barras, donde la superficie de cada barra es proporcional a la frecuencia de los valores representados. Sirven para obtener una "primera vista" general de la distribución de la población, o la muestra, respecto a una característica, cuantitativa y continua, de la misma y que es de interés para el observador.

De esta manera ofrece una visión en grupo permitiendo observar una preferencia, o tendencia, por parte de la muestra o población por ubicarse hacia una determinada región de valores dentro del espectro de valores posibles (sean infinitos o no) que pueda adquirir la característica. Así pues, podemos evidenciar comportamientos, observar el grado de homogeneidad, acuerdo o concisión entre los valores de todas las partes que componen la población o la muestra, o, en contraposición, poder observar el grado de variabilidad, y por ende, la dispersión de todos los valores que toman las partes, también es posible no evidenciar ninguna tendencia y obtener que cada miembro de la población toma por su lado y adquiere un valor de la característica aleatoriamente sin mostrar ninguna preferencia o tendencia, entre otras cosas.

En el eje vertical se representan las frecuencias, es decir, la cantidad de población o la muestra, según sea el caso, que se ubica en un determinado valor o subrango de valores de la característica conocido como intervalo de clase. En el eje horizontal se representa el espectro de valores posibles que toma la característica de interés, evidentemente, cuando éste espectro de valores es infinito o muy grande el mismo es reducido a sólo una parte que muestre la tendencia o comportamiento de la población.

#### 2.7.5. **Diagrama de Pareto**

Es una herramienta que se utiliza para priorizar los problemas o las causas que los genera. Según este concepto, si se tiene un problema con muchas causas, podemos decir que el 20% de las causas resuelven el 80 % del problema y el 80 % de las causas solo resuelven el 20 % del problema.

Procedimientos para elaborar el diagrama de Pareto:

- Decidir el problema a analizar.
  - Diseñar una tabla para conteo o verificación de datos, en el que se registren los totales.
  - Recoger los datos y efectuar el cálculo de totales.
  - Elaborar una tabla de datos para el diagrama de Pareto con la lista de ítems, los totales individuales, los totales acumulados, la composición porcentual y los porcentajes acumulados.
  - Jerarquizar los ítems por orden de cantidad llenando la tabla respectiva.
  - Dibujar dos ejes verticales y un eje horizontal.
  - Construya un gráfico de barras en base a las cantidades y porcentajes de cada ítem.
  - Dibuje la curva acumulada, para lo cual se marcan los valores acumulados en la parte superior, al lado derecho de los intervalos de cada ítem, y finalmente una los puntos con una línea continua.
- Para determinar las causas de mayor incidencia en un problema se traza una línea horizontal a partir del eje vertical derecho, desde el punto donde se indica el 80% hasta su intersección con la curva acumulada. De ese punto trazar una línea vertical hacia el eje horizontal. Los ítems comprendidos entre esta línea vertical y el eje izquierdo constituyen las causas cuya eliminación resuelve el 80 % del problema.

#### 2.7.6. **Diagrama de Dispersión**

Es una herramienta gráfica que ayuda a identificar la posible relación entre dos variables, representa la relación entre dos de forma gráfica, lo que hace más fácil visualizar e interpretar los datos.

De otro lado, calculando el coeficiente de correlación entre dos variables, permite cuantificar el grado de relación entre ambas, así como su signo. El valor de este coeficiente puede estar comprendido entre  $-1$  y  $1$ .

Cuando toma un valor próximo a  $-1$ , la correlación es fuerte y negativa. Si el valor es cercano a  $+1$ , la correlación es fuerte y positiva.

Si el coeficiente de correlación lineal presenta un valor próximo a  $0$ , la correlación es débil.

Un coeficiente de  $0$  indicaría independencia total entre ambas variables. A su vez, un coeficiente de correlación lineal de  $1$  ó de  $-1$  señalaría que entre ambas variables hay dependencia funcional, positiva o negativa según el signo del coeficiente.

Esta correlación puede señalar, pero no por ello probar, una relación causal, es decir, no predice relaciones causa – efecto, sino que muestra la intensidad de la relación entre dos variables.

#### 2.7.7. **Muestreo Estratificado**

Es un método que permite hallar el origen de un problema estudiando por separado cada uno de los componentes de una situación a analizar, la estratificación es la división de datos en categorías o clases.

Su utilización más común, se da durante la etapa de diagnóstico, para identificar qué clases o tipos contribuyen al problema que hay que resolver. Podemos clasificar o separar una masa de datos, referentes a una situación particular, en diferentes clases o categorías; los datos observados en un grupo dado comparten unas características comunes que definen la categoría. A este proceso de clasificación se le denomina con el nombre de estratificación.

La estratificación es la base para otras herramientas, como el Análisis de Pareto, y se utiliza conjuntamente con otras herramientas, como los Diagramas de dispersión.

Para la elaboración de estratificación:

- Seleccionar las variables de estratificación.
- Establecer las categorías que se utilizarán en cada variable de estratificación.
- Clasificar las observaciones dentro de las categorías de la variable de estratificación.
- Calcular el fenómeno que se está midiendo en cada categoría.
- Mostrar los resultados en gráficos de barras, los cuales suelen ser los más eficaces.
- Preparar y exponer los resultados para otras variables de estratificación.
- Planificar una estratificación adicional.

## 2.8. **FILTROS PRENSA**

Es un equipo automatizado, eficiente en el proceso de separación sólido-líquido a través de la filtración por presión; sirve para secar concentrados, relaves de flotación, lodos de aguas acidas y proceso de cianuración.

Utiliza un método simple y confiable para lograr una alta compactación, es capaz de comprimir y deshidratar sólidos hasta obtener valores de humedad de 7.5%, obteniendo costos operativos reducidos (US\$ 0.15/tn filtrada)

Los filtros prensa, totalmente automatizados viene siendo empleados con éxito en la industria minera en las siguientes aplicaciones:

- Filtración de concentrados: Cu, Pb, Zn, óxido de Pb, Au, Sn, etc.
- Relaves: Cianuración y flotación

El sistema de filtración se diseña de acuerdo al producto que se desea filtrar, para garantizar resultados óptimos en la humedad de la torta y en la turbidez de la solución filtrada.

Para el diseño y operación del filtro prensa se deben tener en cuenta los siguientes parámetros:

- Tamaño de las placas filtrantes
- Espesor de la torta
- Densidad de la torta y la pulpa
- Producción por día
- Humedad máxima de la torta
- Horas de operación del filtro
- Duración de un ciclo
- Gravedad específica del sólido
- Volumen de cada cámara
- Volumen útil de cada cámara
- Factor de inflado de las membranas
- Número de ciclos por día
- Número de cámaras requeridas
- Producción estimada por ciclo
- Producción de sólidos a tratar.
- Temperatura de trabajo
- Porcentaje de sólidos en la pulpa
- Periodo de operación diario

#### 2.8.1. Partes del Filtro Prensa

Armazón: Es una construcción de fierro estructural y reforzado con chapas macizas de alto espesor en acero, con los siguientes elementos:

- Placa Soporte: Soporta el sistema de cierre con el conjunto hidráulico.
- Placa Válvula: Contiene las conexiones del manifold de tuberías inoxidable para el proceso de alimentación y secado del producto a filtrar.

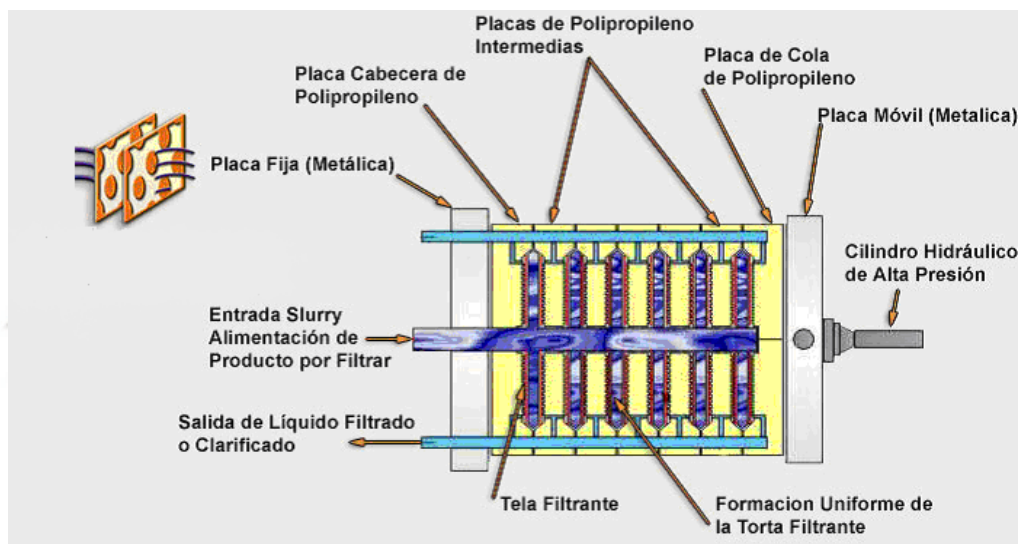
-Placa Móvil: Ubicada sobre los bastidores y se desliza a lo largo de ellos por accionamiento hidráulico.

-Bastidores: Brazos longitudinales que sostienen el paquete de placas de filtración y sirve de guía para el deslizamiento longitudinal de la placa móvil.

Paquete de Placas: Formado por placas de filtración mixtas: placas membrana y placas rígidas; con sus elementos filtrantes.

Elementos Filtrantes: Deberán ser montados en las placas de filtración cuando el equipo esté listo para operar y según el tipo de placa.

### Esquema N° 2.3. : Partes de Filtro Prensa

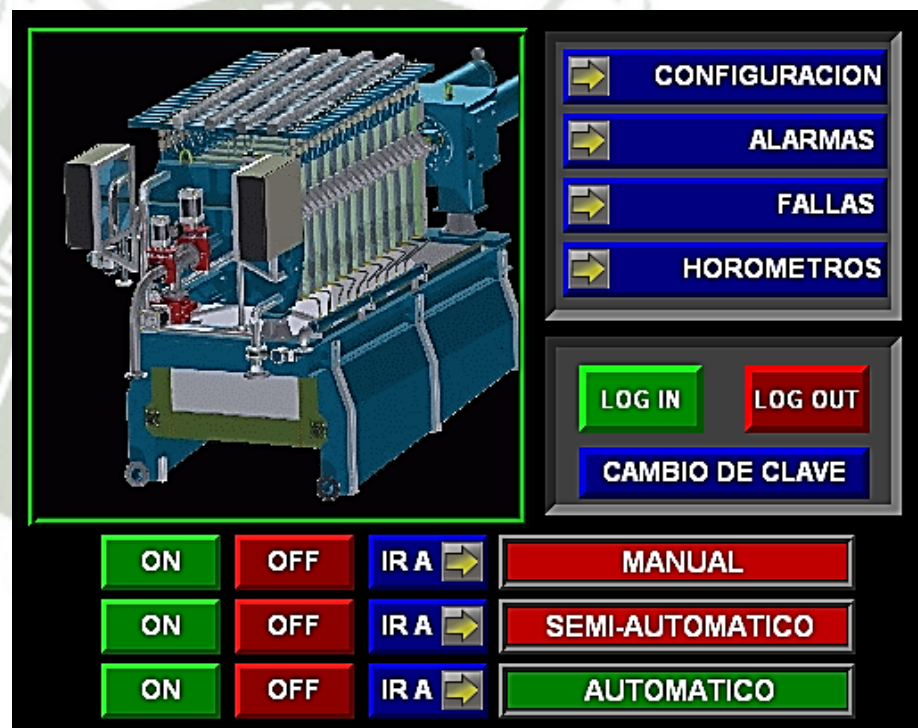


Fuente: La Empresa

## 2.8.2. Operación del Filtro Prensa

El procedimiento de operación del Filtro está dado en su totalidad desde el Panel de Operador, por tal motivo es necesario considerar todas sus funciones para poder resolver cualquier problema durante el ciclo de filtrado.

Esquema N° 2.4. : Vista de Panel de Operador



Fuente: La empresa

En la pantalla se puede apreciar los modos de control con los que cuenta el Filtro: Control Manual, Control Semiautomático y Control Automático; a la vez, se puede observar en la misma pantalla que existen accesos para la configuración de trabajo, visualización de alarmas, visualización de fallas y el historial de Balanza.

### 2.8.3. **Secuencia de Filtrado**

La secuencia de filtrado consta de 16 etapas en sus modos de Control Semiautomático y Control Automático estas se ejecutan de forma secuencial y son las siguientes:

Etapa 1 – Cierre de filtro

Etapa 2 – Presurizado de filtro

Etapa 3 – Alimentación de filtro

Etapa 4 – Lavado de tubería

Etapa 5 – Presuriza membranas.

Etapa 6 – Secado 1

Etapa 7 – Limpieza del canal de alimentación.

Etapa 8 – Secado 4

Etapa 10 – Despresurizado de membranas.

Etapa 11 – Despresurización de filtro.

Etapa 12 – Apertura de compuerta.

Etapa 13 – Apertura de filtro.

Etapa 14 – Descarga de filtro

Etapa 15 – Cierre de compuerta.

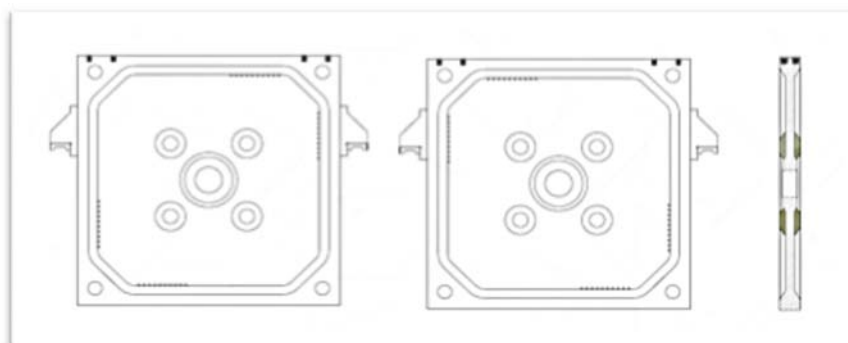
Etapa 16 – Lavado de lonas.

### 2.8.4. **Elementos Filtrantes**

#### Placas Filtrantes:

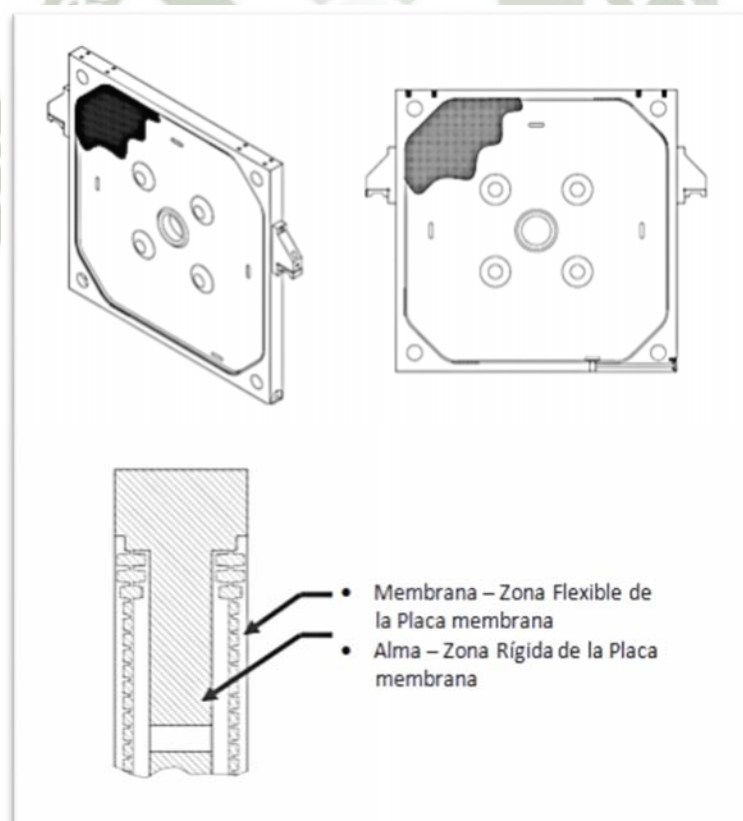
El Filtro consta de 2 tipos de placas; placas rígidas y membranas; las de tipo membrana tienen una superficie filtrante flexible a la cual se le denomina membrana.

**Esquema N° 2.5. : Placa Rígida**



Fuente: La Empresa

**Esquema N° 2.6. : Placa Membrana**

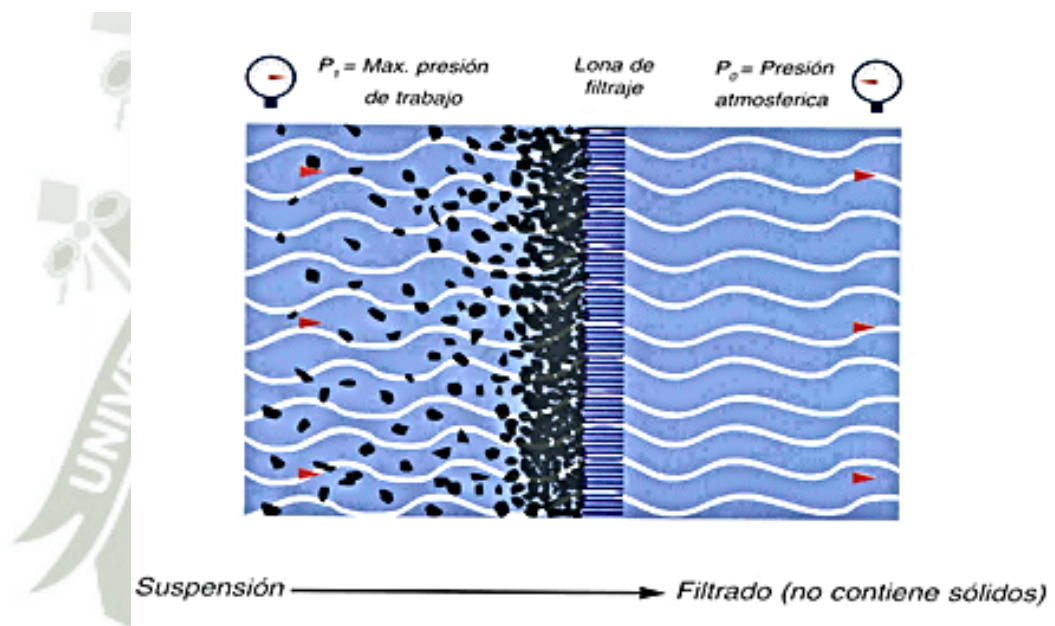


Fuente: La Empresa

### Lonas Filtrantes:

La Tela Filtrante, o también llamada Lona, tiene la función de capturar los sólidos en suspensión de la solución a ser filtrada, y dejar pasar el líquido contenido en esta.

### Esquema N° 2.7. : Funcionamiento de Lonas Filtrante



Fuente: La Empresa



## **CAPITULO 3: DIAGNOSTICO SITUACIONAL**

---

### 3.1. LA EMPRESA

#### 3.1.1. Reseña Histórica

La empresa fue constituida legalmente el 04 de Enero de 1994 en la ciudad de Lima – Perú.

Se inicia como una empresa de servicios, dedicada a optimizar procesos de filtración en empresas del sector minero-metalúrgico, luego pasa a ser representante de una prestigiosa empresa alemana, la cual representó por un periodo de cuatro años en el Perú.

Con más de 15 años de experiencia en el sector minero nacional e internacional ofrece productos tales como Válvulas Pinch, Placas Filtrantes, Medios Filtrantes, Filtros Tambor, Filtros de Disco y Filtros Prensa totalmente automatizados, repuestos y otros; además de ofrecer servicios de análisis de filtración y granulométricos en laboratorio de pruebas, diseño e implementación de sistemas y plantas de filtración y mantenimiento de equipos de filtración.

La empresa se encuentra ubicada en el distrito de Chorillos - Lima y cuenta con una planta de 2500m<sup>2</sup> destinados al desarrollo de proyectos encargados por los clientes, en su mayoría unidades mineras del Perú y Sudamérica.

Las áreas que conforman la empresa son las siguientes:

Gerencia General, Gerencia Administrativa y Financiera, Gerencia de Proyectos, Gerencia de Medios Filtrantes, Gerencia de Procesos Metalúrgicos, Contabilidad, Logística, Recursos Humanos, Comercial, Diseño e Ingeniería, Automatización y Producción.

La planta de producción se divide en: Hidráulica, Maestranza, Soldadura, Pintura, Lonas, Automatización, Corte, Armado y Calderería y Zona de ensamble de Filtros.

### 3.1.2. **Visión**

Ser líderes en la Optimización de Procesos de Filtración Industrial y Minería en el Perú, proyectando la ampliación de nuestro mercado a nivel Sudamericano, generando la confianza en nuestros clientes mediante la óptima calidad de los equipos suministrados y la excelencia de nuestro servicio post-venta.

**Fuente:** La Empresa, información extraída de documentación de gestión interna.

### 3.1.3. **Misión**

Ser socio estratégico de la industria minera, esforzándonos continuamente para proporcionar productos confiables, innovadores y servicios que reduzcan los costos de nuestros clientes.

**Fuente:** La Empresa, información extraída de documentación de gestión interna.

### 3.1.4. **Valores**

#### A. Ser parte del equipo:

Respetamos a nuestros colegas y aquellos con los que interactuamos fuera de la organización.

Escuchamos a los demás en busca de entendimiento y solicitamos ayuda.

B. Mejorar continuamente:

Siempre estamos comprometidos a mejorar, por ello avanzamos sobre el desarrollo de buenas ideas.

C. Innovación:

Proceso orientado a organizar y dirigir los recursos disponibles tanto humanos como técnicos, con el objetivo de crear nuevos conocimientos o ideas que permitan obtener nuevos productos o servicios.

D. Honestidad:

La honestidad es una forma de vivir congruente entre lo que se piensa y la conducta que se observa hacia el prójimo, que junto a la justicia, exige en dar a cada quien lo que es debido.

E. Respeto:

Hablar de respeto es hablar de los demás. Es establecer hasta donde llegan mis posibilidades de hacer o no hacer, y dónde comienzan las posibilidades de los demás. El respeto es la base de toda convivencia en sociedad. Las leyes y reglamentos establecen las reglas básicas de los que debemos respetar.

**Fuente:** La Empresa, información extraída de documentación de gestión interna.

### 3.1.5. Organización

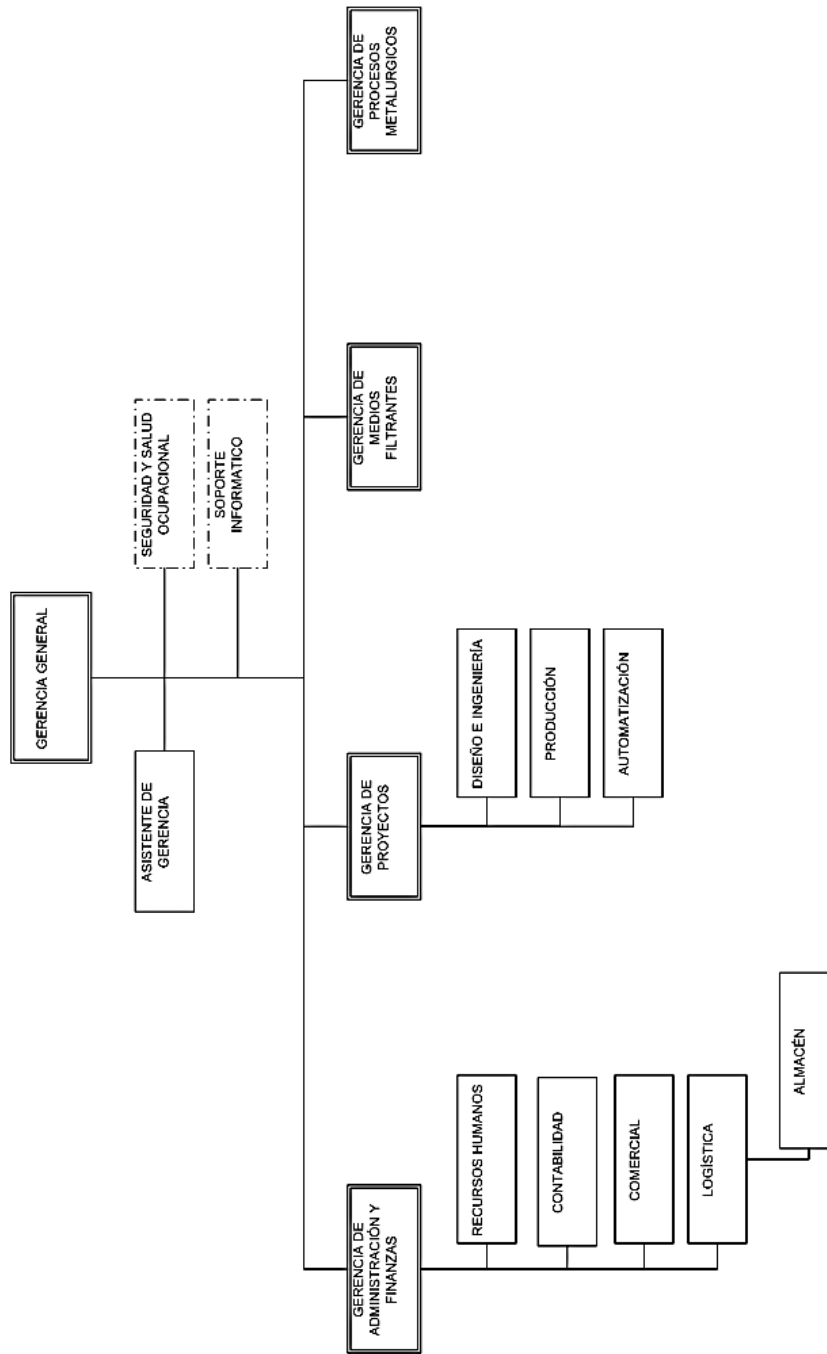
Actualmente la empresa cuenta con 55 trabajadores:

- Gerencias: 05 trabajadores.
- Asesores: 04 trabajadores.
- Jefatura y Supervisión: 08 trabajadores.
- Auxiliar / Apoyo: 13 trabajadores.
- Operativo: 25 trabajadores.



### A) Organigrama

Esquema N° 3.1. : Organigrama de la Empresa



Fuente: La empresa

## B) Descripción de áreas funcionales

- Gerencia General:

Es el área responsable de organizar, dirigir y controlar el funcionamiento y desarrollo de la empresa, así como las actividades comerciales de la misma.

Lidera el proceso de planeación estratégica estableciendo los objetivos y metas generales, convocando a reunión mensual a todas las áreas para recibir informes operativos, los mismos que servirán de evaluación para la toma de decisiones y replanteamiento del trabajo.

Crea y mantiene buenas relaciones con los clientes, gerentes corporativos y proveedores para lograr el buen funcionamiento de la empresa. Tiene a su cargo las áreas de Gerencia de Administración y Finanzas, Gerencia de Proyectos, Gerencia de Medios Filtrantes y Gerencia de Procesos Metalúrgicos.

- Gerencia de Administración y Finanzas:

Es el área encargada de administrar de manera eficiente los recursos humanos, materiales, económicos y financieros.

Programa, organiza, coordina y controla las actividades para determinar y registrar los costos operacionales, comerciales, administrativos y costos de los servicios.

Planea y supervisa la contratación de servicios además de dirigir, controlar y evaluar el proceso de planeamiento de stock de repuestos, materiales y servicios que se requieren.

Tiene a su cargo las áreas de Contabilidad, Recursos Humanos, Logística y Comercial.

- Contabilidad:

Es el área encargada de garantizar el registro y contabilización de todas las operaciones bancarias, elaborar Estados Financieros, analizarlos y preparar informes contables de gestión necesarios para la toma de decisiones, revisa que los desembolsos de dinero por adquisición de bienes y servicios sean de conformidad con lo comprado y comprometido, y que los documentos o comprobantes de pago que se presenten estén de acuerdo con las normas legales y administrativas vigentes.

Dicha área maneja caja chica y asigna los viáticos para el personal que realiza viajes a las unidades mineras.

- Recursos Humanos:

Es el área encargada de asegurar el número suficiente de personal con calificación, en los puestos adecuados y en el momento oportuno así como administración de sueldos, prestaciones y beneficios.

Según los requerimientos de las áreas, se encargan de la capacitación del personal y control y evaluación de desempeño, además de garantizar que las condiciones de trabajo y clima laboral sean los adecuados para todos los trabajadores.

Es el área responsable del cumplimiento del Reglamento Interno de Trabajo aprobado por Gerencia General y revisado anualmente.

Se encarga también de realizar las coordinaciones con los clientes para las visitas técnicas y se responsabiliza de la actualización oportuna de pólizas.

- Logística:

Es el área encargada de la administración de los recursos materiales y de abastecimiento de bienes y servicios, cumpliendo con los estándares de calidad y tiempos de entrega requeridos.

Coordinan y evalúan las cotizaciones y órdenes de compra de los materiales que se van a adquirir, verificando que las órdenes de compra tengan concordancia con las guías de remisión.

Realizan una selección y evaluación de proveedores.

Tiene a su cargo el área de almacén, donde se realiza inspecciones periódicas y se verifica el stock existente.

El área de almacén se encarga de recepcionar, verificar y realizar el control de calidad, registrar el ingreso materiales y suministros.

- Comercial:

Es el área responsable de establecer una óptima relación con los clientes y de la consecución de objetivos de venta, que son la principal fuente de ingresos de la empresa.

Dicha área se encarga de la recepción, proceso y seguimiento de cotizaciones y órdenes de compra, para que en conjunto, con las áreas involucradas se dé una respuesta oportuna a los clientes.

Ofrecen equipos, repuestos y servicios, además de apoyo a la promoción y publicidad en diferentes eventos relacionados a la minería.

- Gerencia de Proyectos:

Es el área encargada de la dirección de proyectos, es decir, planificación, programación, organización de actividades, emisión de informes, administración de licitaciones y contratos, fiscalización de servicios, supervisión de control documentario, revisiones del proyecto, realización de manuales de operación, de mantenimiento, de montaje y otros.

Tiene a su cargo el área de Diseño e Ingeniería, Producción y Automatización.

- Diseño e Ingeniería:

Es el área encargada del diseño, revisión y emisión de planos para dar respuesta a licitaciones de clientes así como para la fabricación y ensamble en planta de producción; debe entregar los planos con su respectiva lista de partes y metrado de materiales para que el área de producción proceda a la realización de requerimientos según las ordenes de trabajo.

También se encarga de investigación, diseño y desarrollo de nuevos proyectos y/o prototipos.

- Producción:

Es el área encargada de la planificación, supervisión, control de tareas de fabricación y personal de planta conformada por las áreas de Hidráulica, Maestranza, Calderería, Soldadura, Corte, Pintura y Ensamble.

Se encarga también de la realización de requerimientos según planos entregados por área de diseño e ingeniería y realización de programa de mantenimiento preventivo a los equipos y herramientas.

El área de producción también asume la realización de las pruebas finales de funcionamiento del equipo.

Adicional a ello los principales controles realizados durante el proceso de fabricación son los siguientes: Inspección dimensional, inspección de soldadura, inspección de pintura, líquidos penetrantes, ultrasonido, pruebas de dureza, entre otros.

- Automatización:

Es el área encargada de la instalación de los sistemas de control para programar el funcionamiento de los filtros prensa según los parámetros requeridos por el cliente (según propiedades del concentrado a filtrar, porcentaje de humedad y otras especificaciones que el cliente requiera).

Entre sus principales funciones, se encuentran las siguientes: controlar la densidad de la pulpa a filtrar, controlar el peso de la producción en cada ciclo, enlazar la operación del filtro prensa al proceso de la planta concentradora, emitir reportes diarios, semanales y mensuales.

- Gerencia de Medios Filtrantes:

Es el área encargada de la producción de lonas filtrantes (telas filtrantes que recubren placas filtrantes de filtros).

Es un área de producción independiente a planta, debido al proceso especial de fabricación y por la continua producción, ya que son repuestos que se deben reemplazar como máximo cada dos meses en cada filtro producido.

Está conformada por costureros y personal de apoyo cuyo trabajo es el diseño, trazado de molde o patrón, corte térmico, pegado y costura de cuellos de jebe y embalaje de las lonas, con características especiales para cada filtro producido.

- Gerencia de Procesos Metalúrgicos y Servicios Post-Venta:

Es el área encargada de programar y realizar inspecciones técnicas a las unidades mineras para la instalación de equipos y prestación de servicios.

Entre las principales funciones se encuentra la realización de pruebas de filtración con vacío y de filtro prensa a presión, para el posterior dimensionamiento de los equipos de acuerdo a su producción y el tipo de producto, posterior a ello se emiten los resultados del análisis al cliente para determinar el equipo y el medio filtrante más adecuado en función a las partículas a retener, menor colmatación, mejor desprendimiento y mayor sequedad en la torta, etc.

Dicha área cuenta con un filtro prensa piloto, que se lleva a unidades mineras, si se requiere realizar las pruebas de filtración en campo.

## 3.2. PROCESOS

### 3.2.1. Fabricación de Filtros Prensa

Para la obtención de un Filtro Prensa se realizan de forma secuencial, las siguientes actividades:

- Diseño y Desarrollo de Ingeniería.
- Listado de materia prima, materiales, dispositivos y otros
- Adquisición de materia prima y servicios según cronograma de fabricación.
- Corte y habilitado de piezas y estructuras.
- Mecanizado y rectificado de piezas.
- Ensamble y acabado de piezas y estructuras.
- Montaje de dispositivos electrónicos, neumáticos, óleo hidráulicos y de automatización.
- Pruebas de funcionamiento.
- Embalaje y despacho.
- Montaje y Puesta en Marcha.

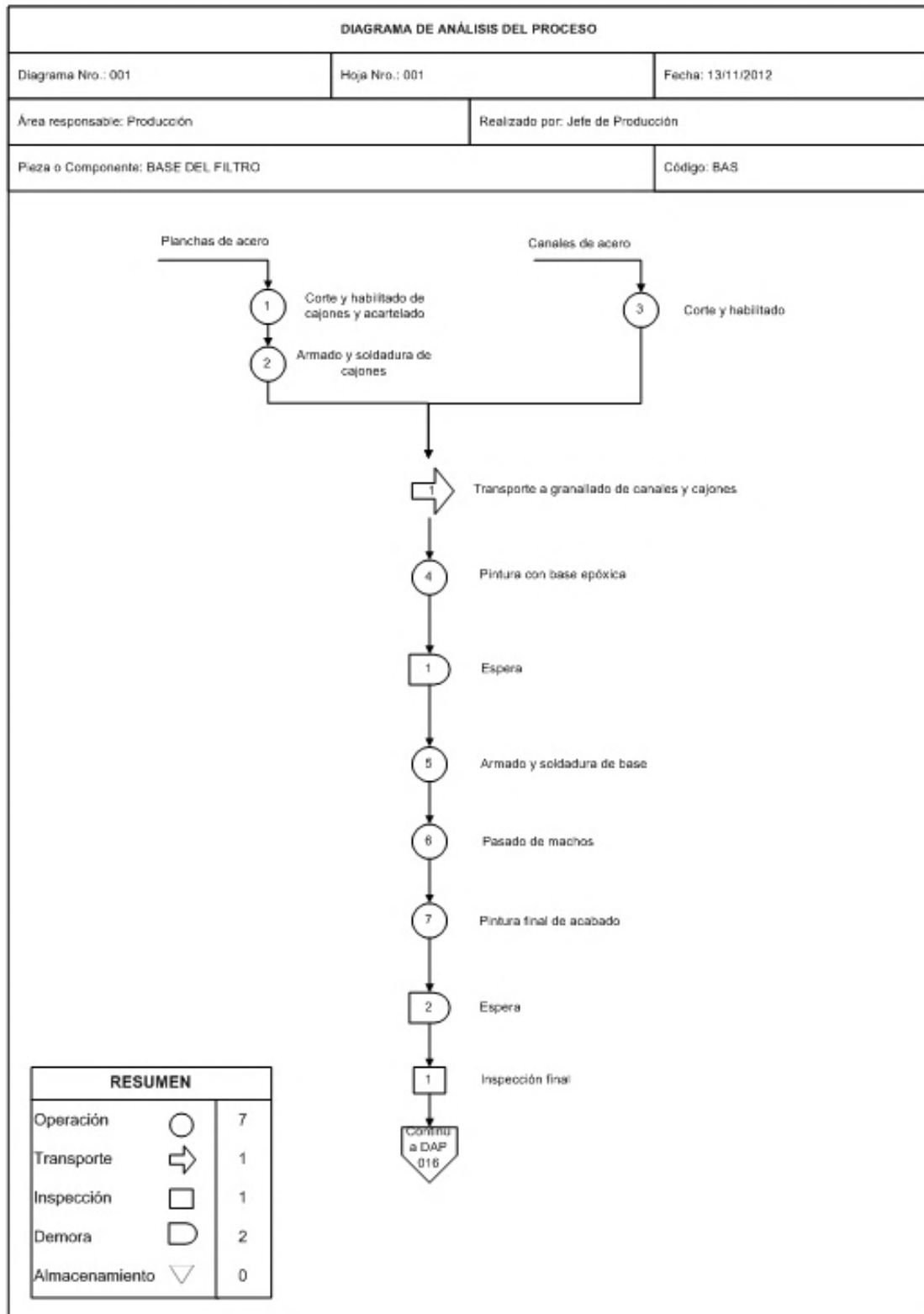
### 3.2.2. Fabricación de Partes de Filtros Prensa

Las partes que componen un Filtro Prensa estándar, son las siguientes:

- Base del Filtro: Es la estructura metálica donde se ensambla el filtro prensa.

Para la fabricación de la base, se requieren planchas y canales de acero estructural ASTM A-36. (Ver esquema 3.2.: DAP-Base del Filtro)

**Esquema N° 3.2. : DAP – Base del Filtro**



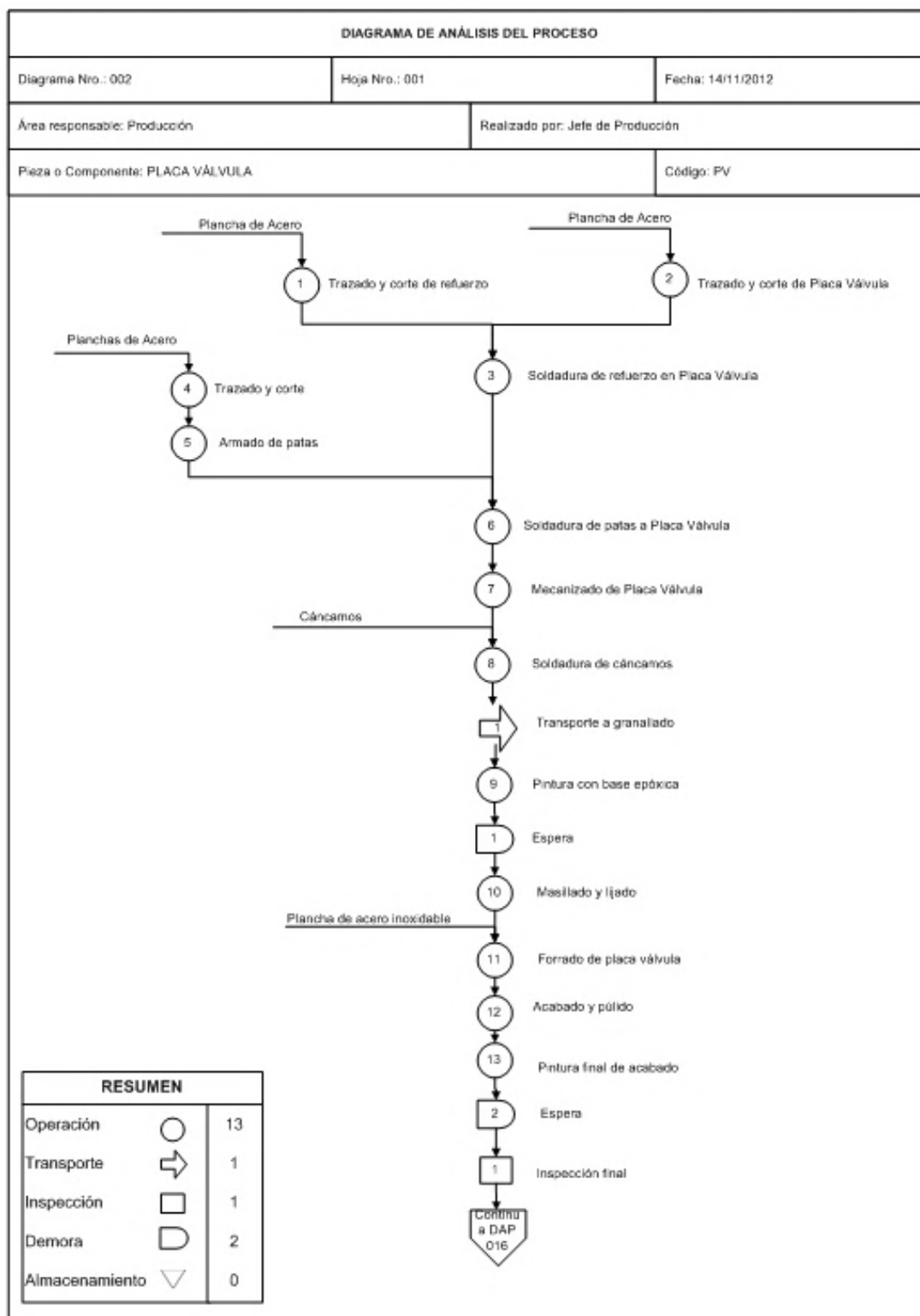
Fuente: La Empresa, elaboración propia.

- Placa Válvula: Es una de las placas principales que conforman el filtro, contiene las conexiones de manifold de tuberías inoxidables del sistema de alimentación y sistema de secado del producto a filtrar.

Para su fabricación se requieren planchas de acero estructural ASTM A-36 para la placa principal y el refuerzo, además de cáncamos soldables para poder realizar las maniobras de izaje. (Ver esquema 3.3.: DAP-Placa Válvula)



### Esquema N° 3.3. : DAP – Placa Válvula



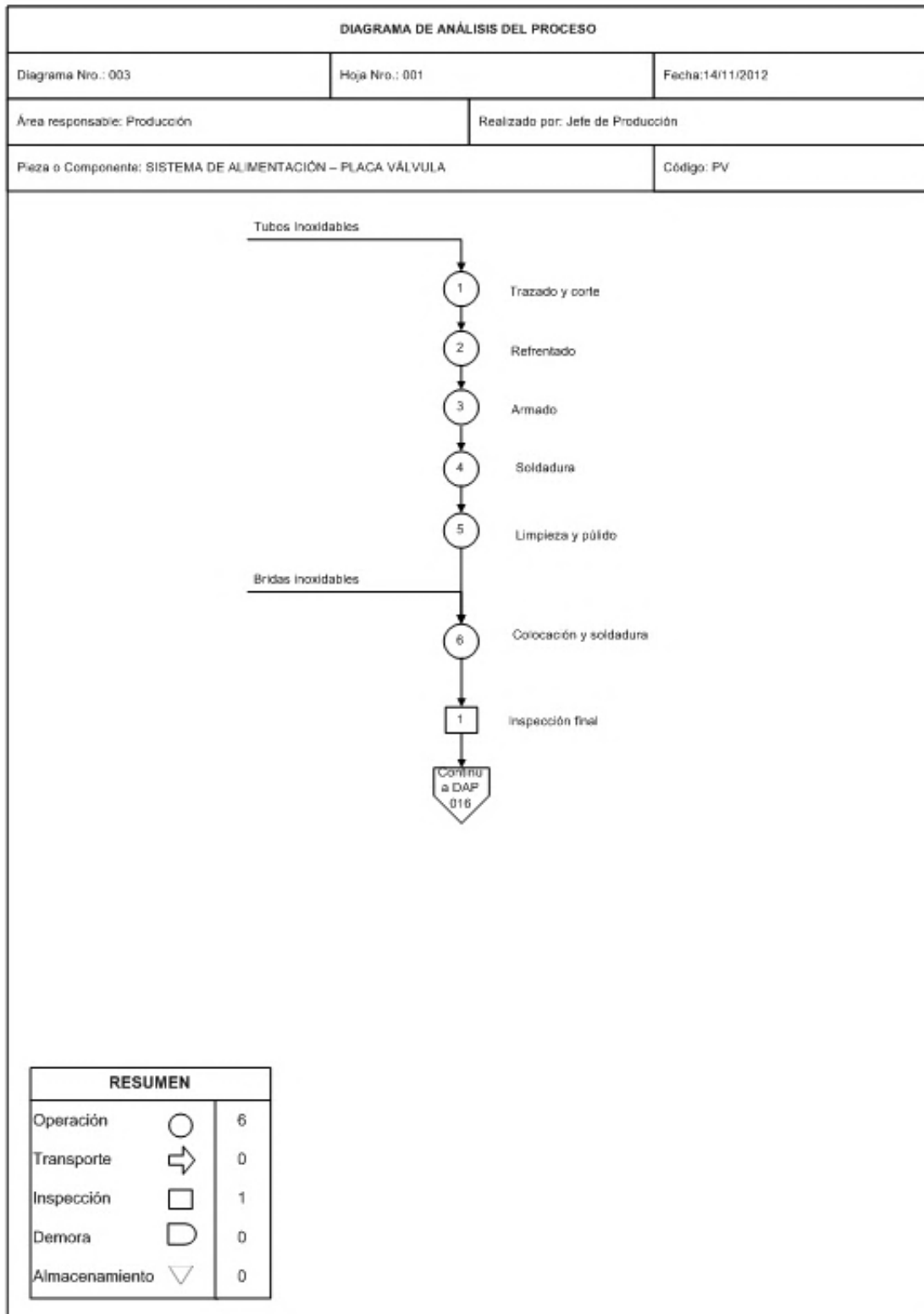
Fuente: La Empresa, elaboración propia.

- Sistema de Alimentación: Sistema que va montado en la placa válvula, está conformado por tuberías y bridas de acero inoxidable, por las cuales ingresará la pulpa o concentrado a filtrar.

El Filtro prensa cuenta con todas las válvulas automáticas necesarias para la operación. (Ver esquema 3.4.: DAP- Sistema de Alimentación)



### Esquema N° 3.4. : DAP – Sistema de Alimentación



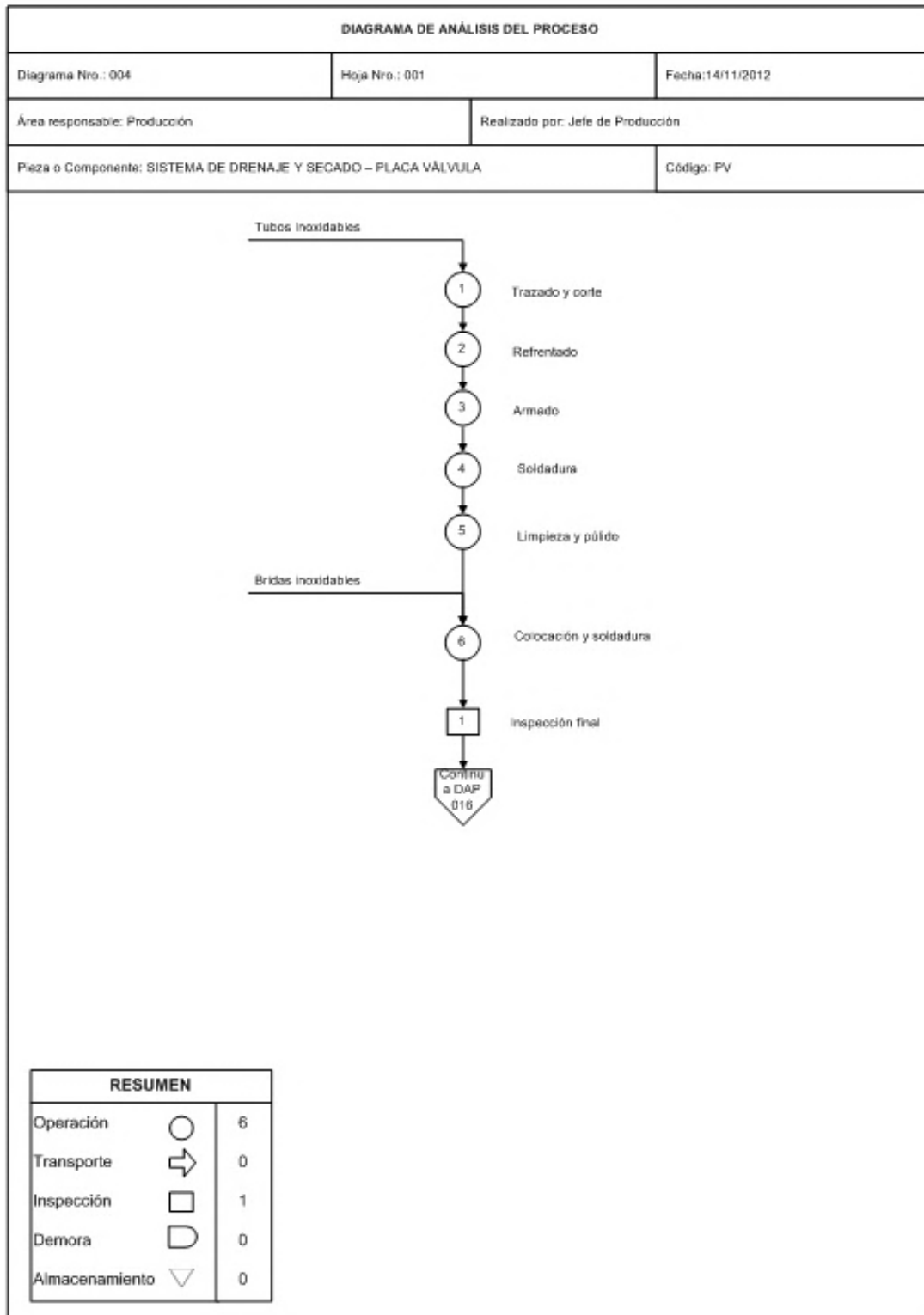
Fuente: La Empresa, elaboración propia.

- Sistema de Drenaje y Secado: Sistema que va montado también en la placa válvula, está conformado por tuberías y bridas de acero inoxidable.

El proceso de fabricación es similar al del sistema de alimentación y sirve para la salida del filtrado y direccionado del aire para el secado de las tortas (producto filtrado). (Ver esquema 3.5.: *DAP-Sistema de Drenaje y Secado*)



**Esquema N° 3.5. : DAP –Sistema de Drenaje y Secado**

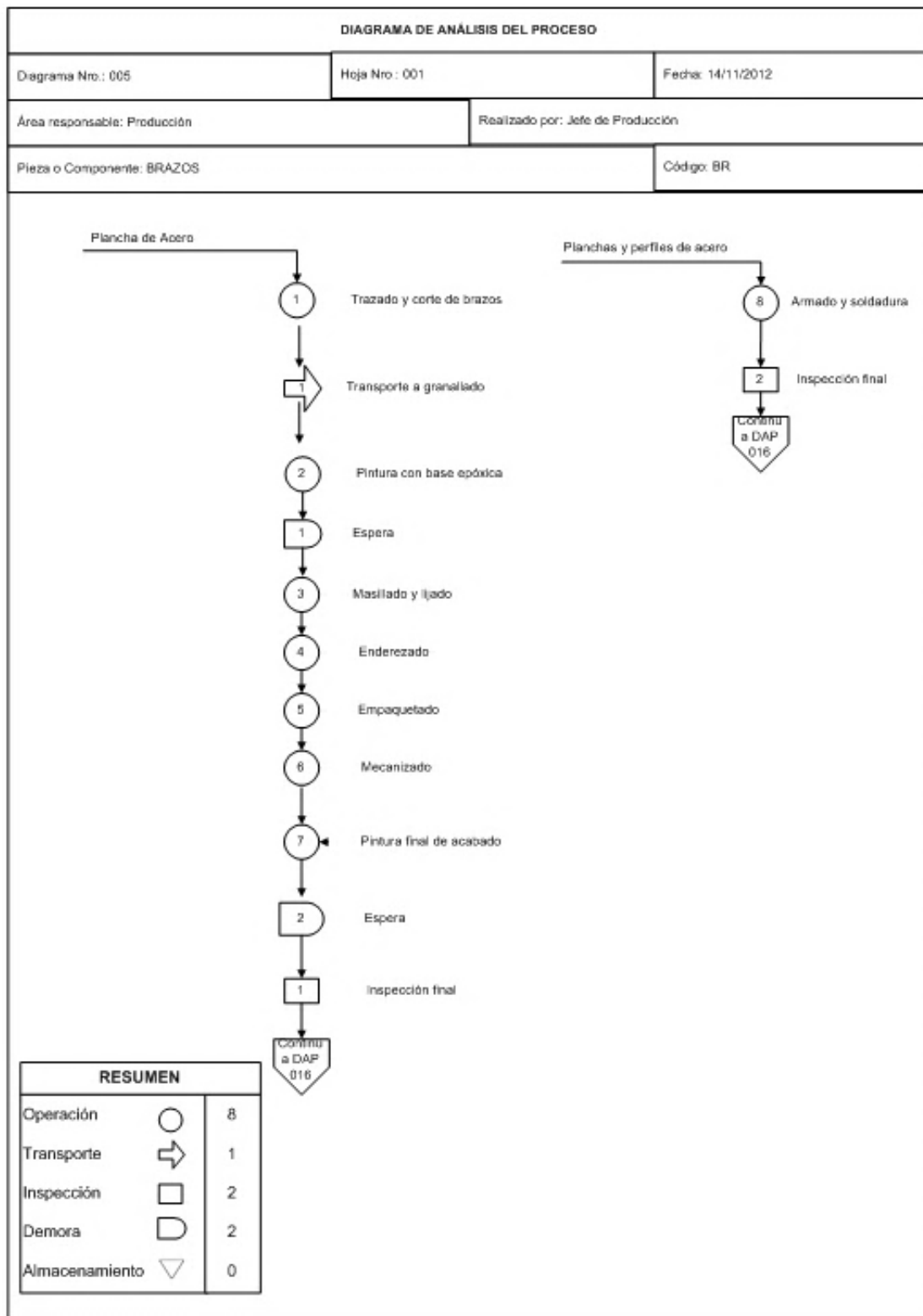


Fuente: La Empresa, elaboración propia.

- Brazos del Filtros: Estructuras metálicas que sostienen el paquete de placas filtrantes y sirve de guía para el deslizamiento longitudinal de la placa móvil.  
Para su fabricación se requiere planchas de acero estructural ASTM A-36. (Ver esquema 3.6.: DAP-Brazos)



**Esquema N° 3.6. : DAP – Brazos**



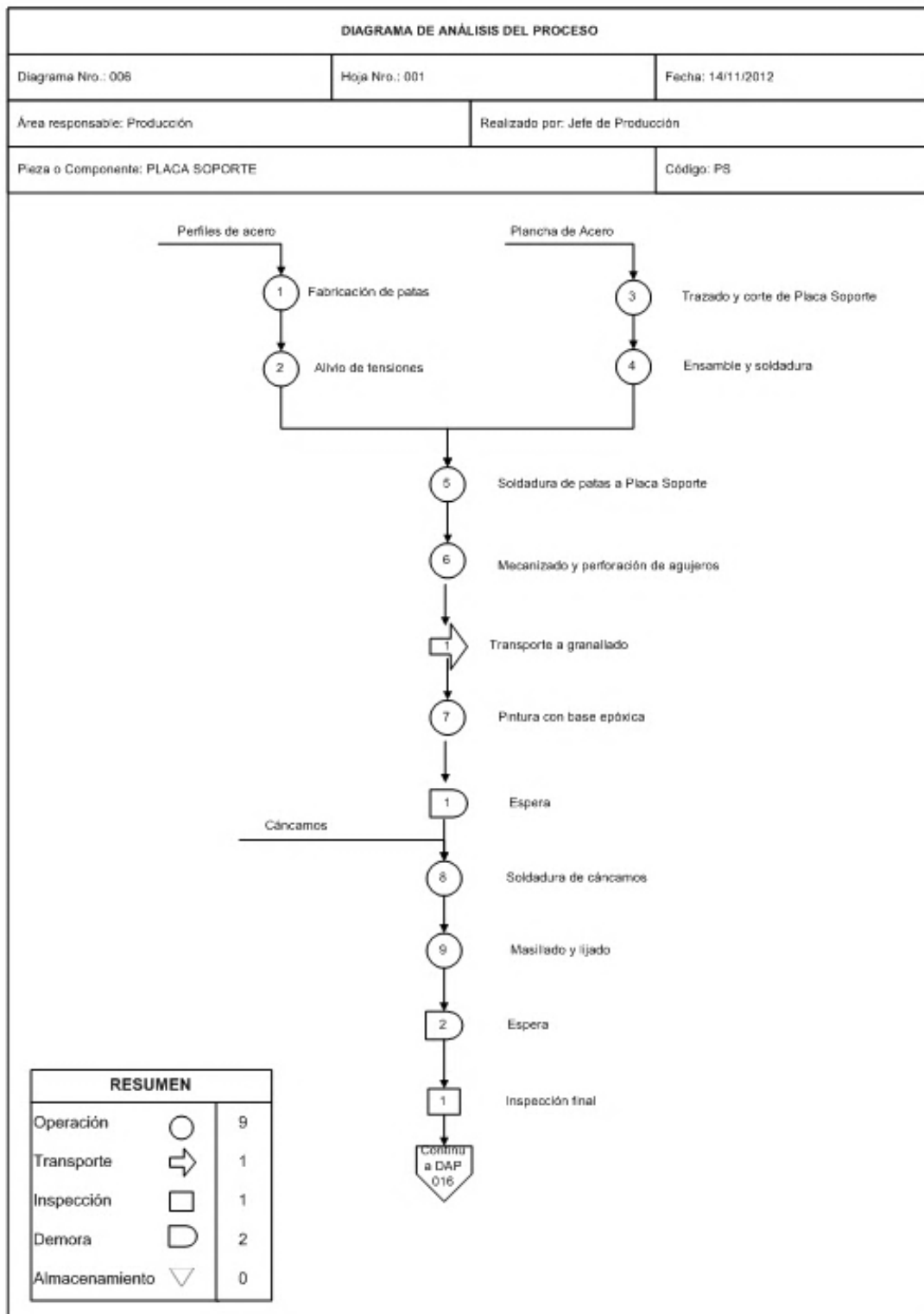
Fuente: La Empresa, elaboración propia.

- Placa Soporte: Es una de las placas principales que conforman el filtro, soporta el sistema de cierre de los pistones hidráulicos.

Para su fabricación se requiere plancha de acero estructural ASTM A-36. (Ver esquema 3.7.: DAP-Placa Soporte)



**Esquema N° 3.7. : DAP – Placa Soporte**



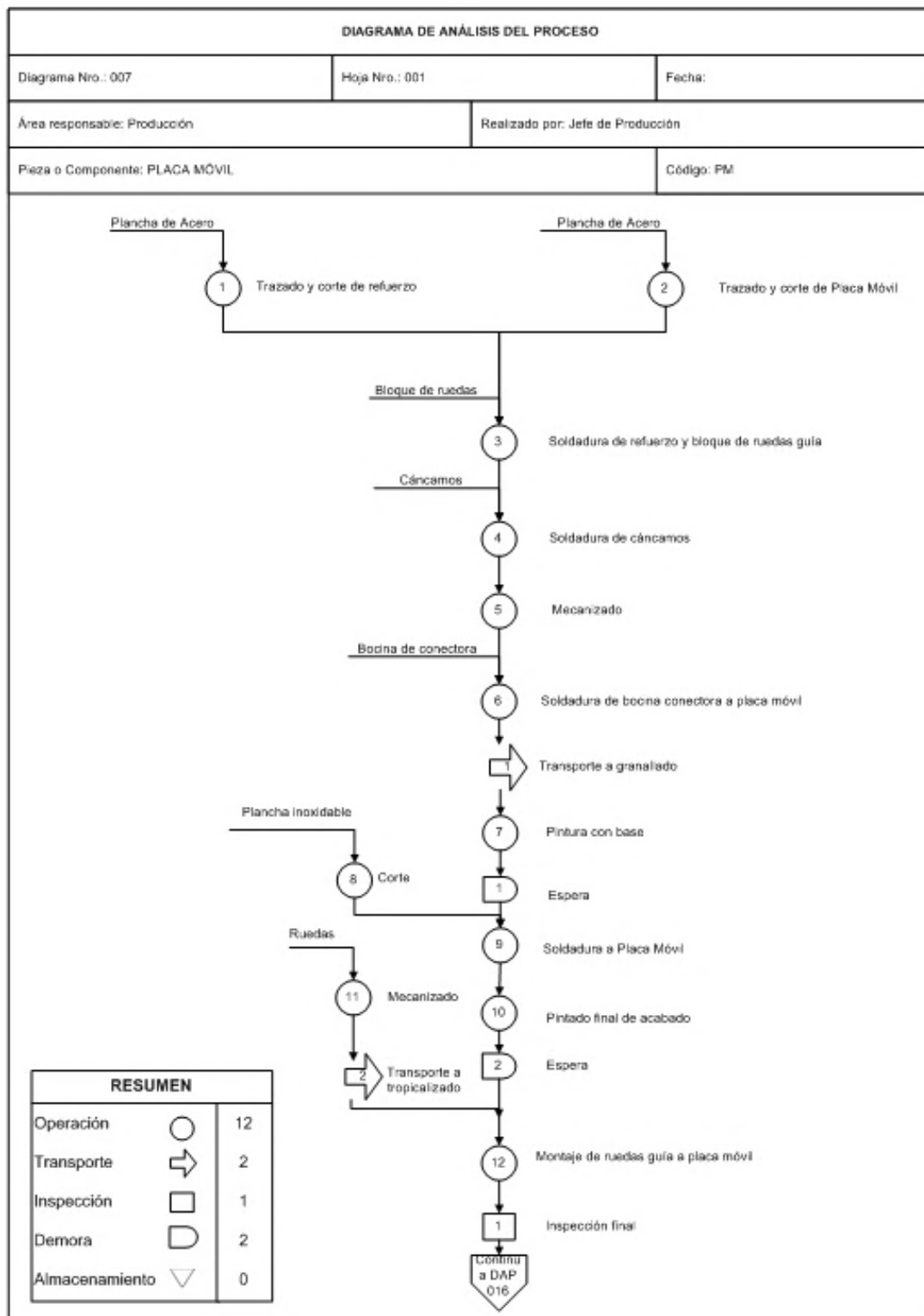
Fuente: La Empresa, elaboración propia.

- Placa Móvil: Es una de las placas principales, ubicada sobre los brazos y se desplaza a lo largo de ellos por accionamiento hidráulico.

Para la fabricación de la placa móvil, se requiere plancha de acero estructural ASTM A 36. *(Ver esquema 3.8.: DAP-Placa Móvil)*



Esquema N° 3.8. : DAP – Placa Móvil



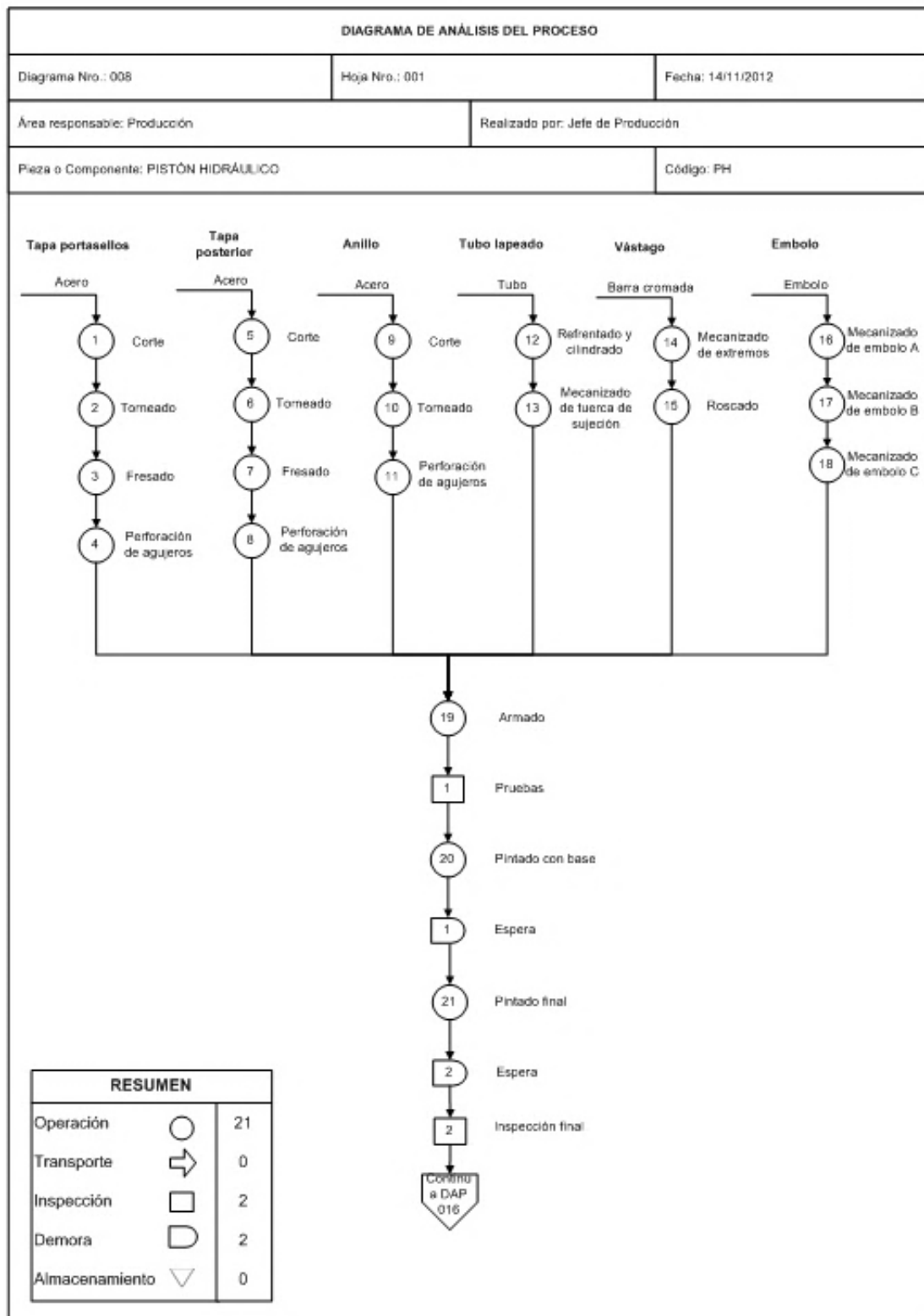
Fuente: La Empresa, elaboración propia.

- Pistón Hidráulicos Principales: Realizan el desplazamiento de la placa móvil del filtro prensa en las etapas de apertura y cierre, este cilindro es controlado por una válvula direccional.

Para la fabricación se requiere de tubo lapeado, barra cromada y otros perfiles metálicos. *(Ver esquema 3.9.: DAP-Pistón Hidráulico)*



**Esquema N° 3.9. : DAP – Pistón Hidráulico**



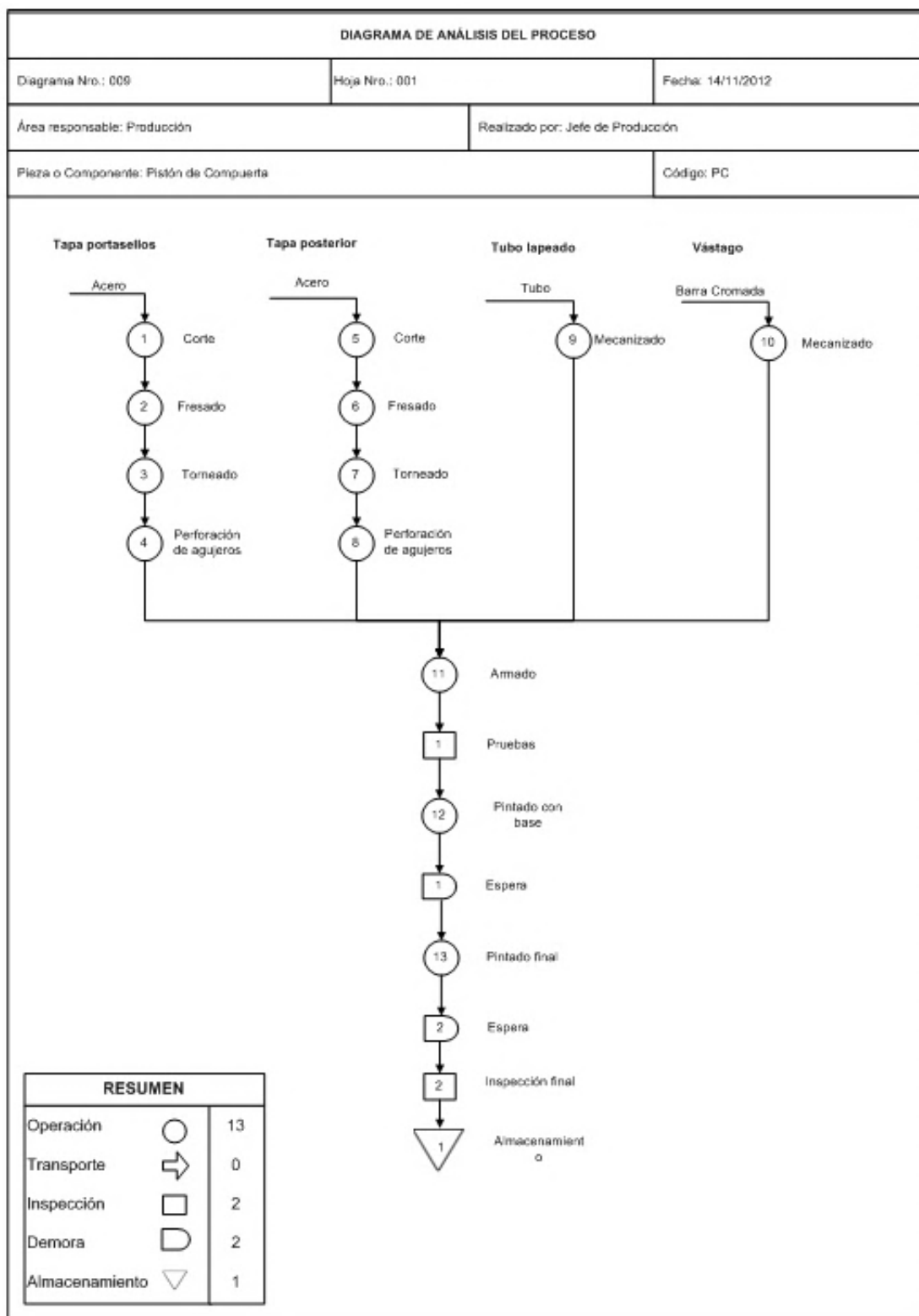
Fuente: La Empresa, elaboración propia.

- Pistón de Compuerta: Pistones que por accionamiento mecánico-hidráulico permiten la apertura y cierre de compuerta de descarga.

Para la fabricación se requiere tubo lapeado, barra cromada y otros perfiles metálicos. (Ver esquema 3.10.: DAP-Pistón de Compuerta)



**Esquema N° 3.10. : DAP – Pistón de Compuerta**



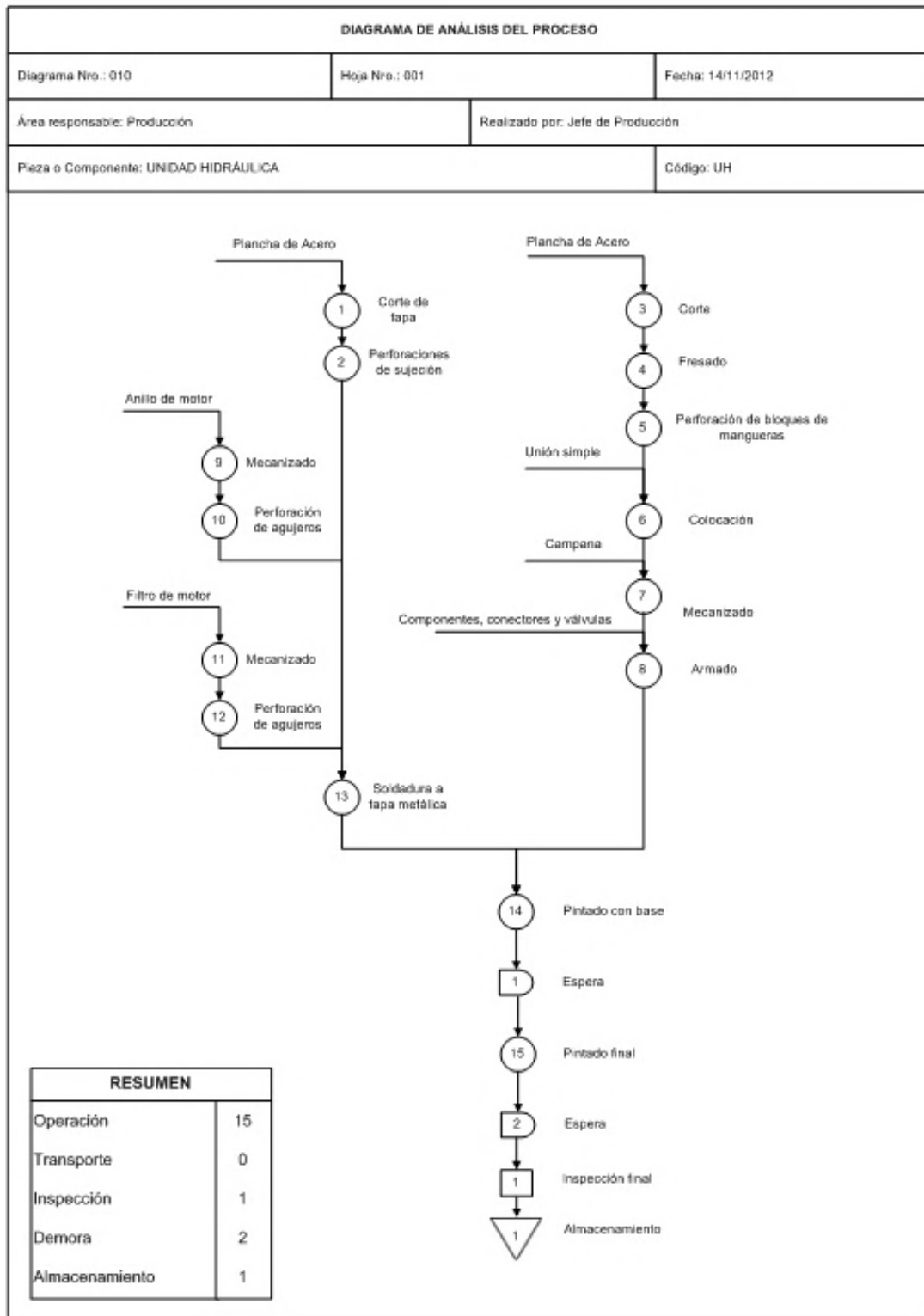
Fuente: La Empresa, elaboración propia.

- Unidad Hidráulica: El sistema hidráulico tiene por finalidad realizar los movimientos de apertura y cierre de los pistones hidráulicos en el filtro prensa, así como el mantenimiento de la presión hasta la culminación del proceso de filtrado.

Para la fabricación se requieren planchas de acero para la caja que contendrá todos los componentes hidráulicos (filtros, conectores, válvulas y otros). (Ver esquema 3.11.: *DAP-Unidad Hidráulica*)



**Esquema N° 3.11. : DAP – Unidad Hidráulica**



Fuente: La Empresa, elaboración propia.

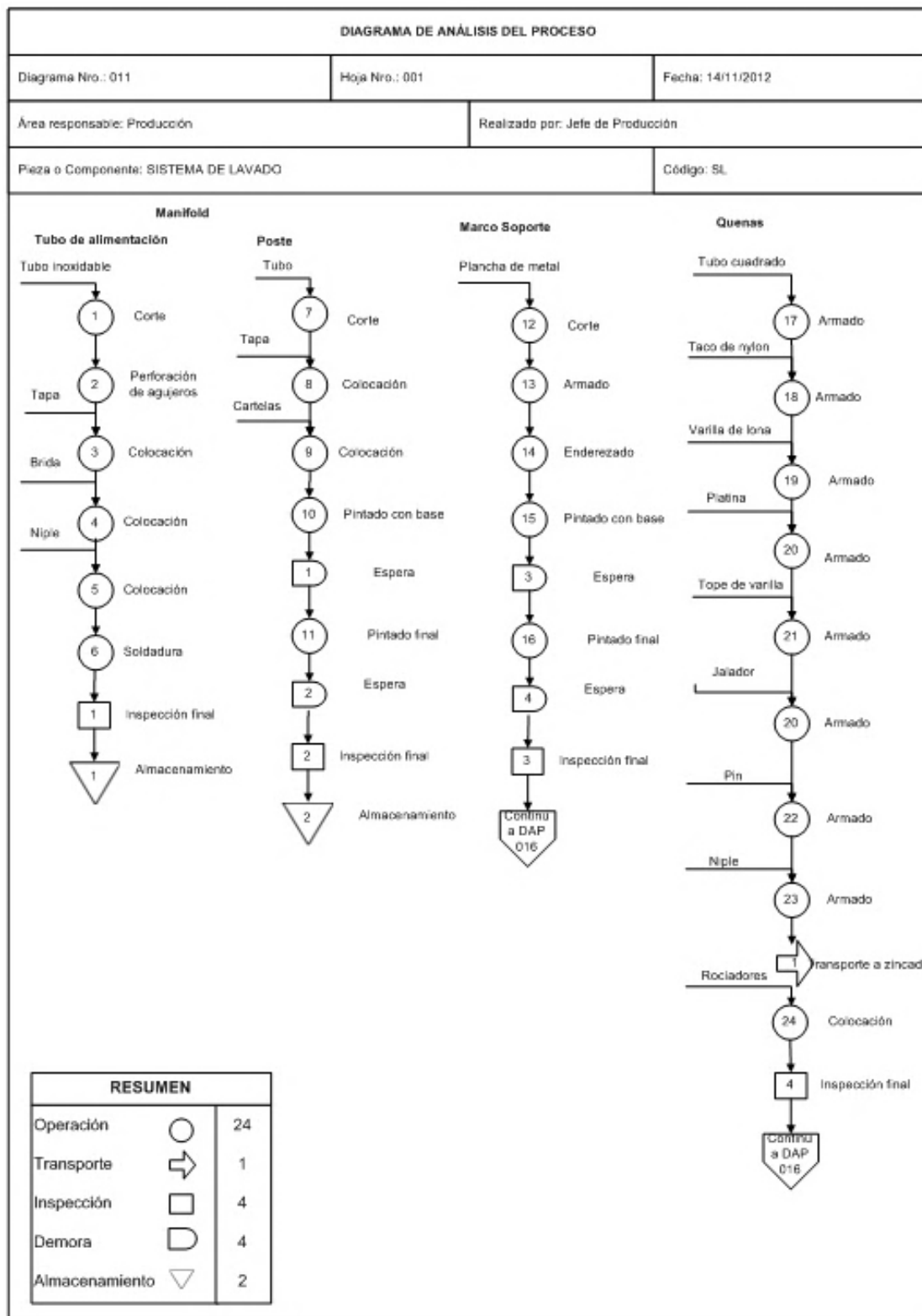
- Sistema de Lavado: Sistema diseñado para lavar todas las lonas al mismo tiempo, está conformado por lavadores que van montados en un conjunto de barras deslizantes, las cuales son alimentadas con agua limpia a través de una bomba centrífuga.

Esta etapa está apoyada por el sistema de vibración de lonas, lo cual garantiza un mejor resultado en el lavado.

Para la fabricación se requieren tubos cuadrados, tubos inoxidable, tacos de nylon, rociadores, varillas, pines y otros. (Ver esquema 3.12.: DAP-Sistema de Lavado)



Esquema N° 3.12. : DAP – Sistema de Lavado

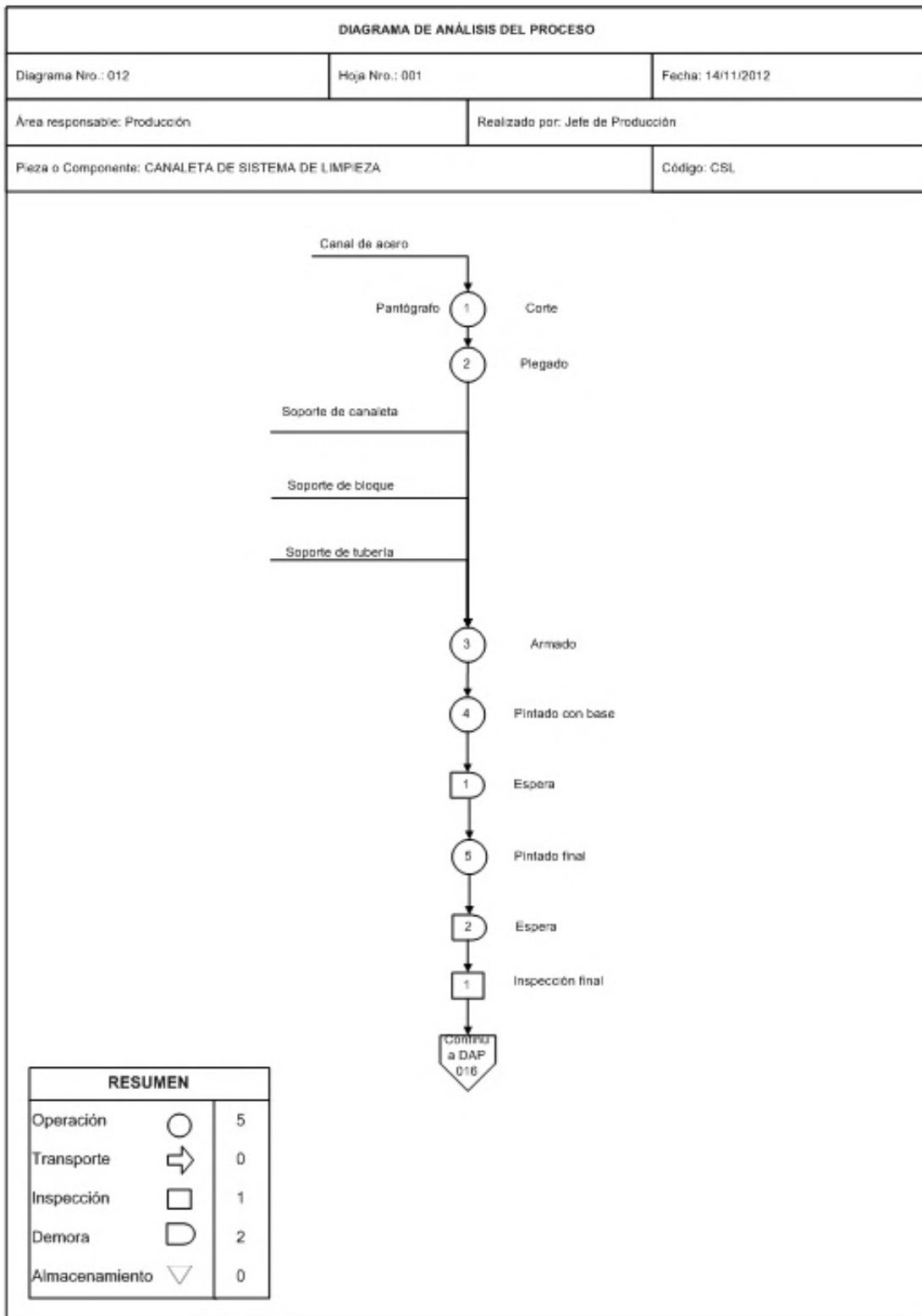


Fuente: La Empresa, elaboración propia.

- Canaleta de Sistema de Limpieza: Instalada en uno de los brazos del filtro, tiene como función la limpieza del ducto central de las placas filtrantes, una vez ingresada la pulpa de concentrado o relave. (Ver esquema 3.13.: DAP- Canaleta del Sistema de Limpieza)



**Esquema N° 3.13. : DAP – Canaleta de Sistema de Limpieza**



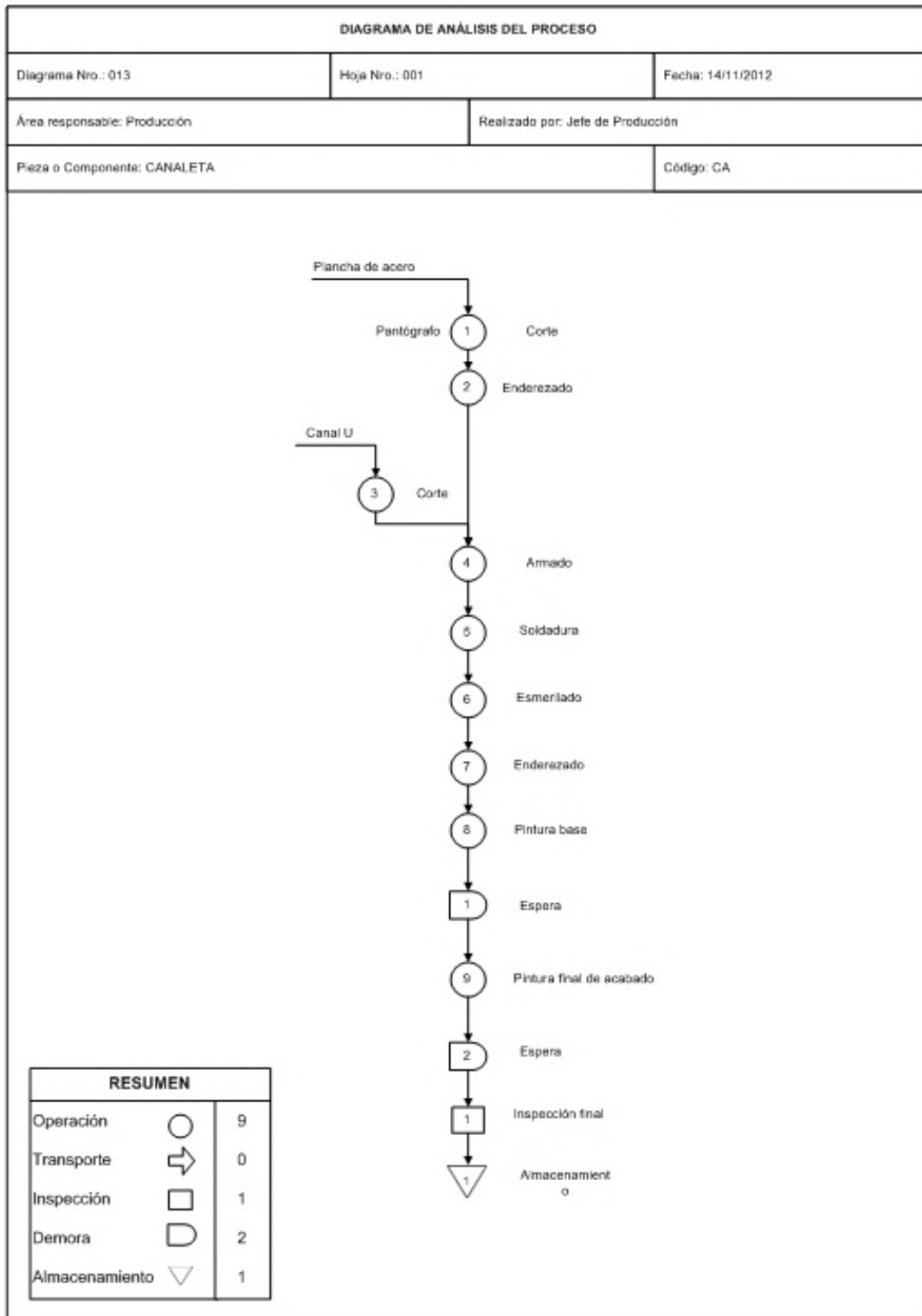
Fuente: La Empresa, elaboración propia.

- Canaleta: Para asegurar el drenaje de las aguas de lavado de las lonas.

Para la fabricación se requiere Acero estructural galvanizado en caliente y brida. (Ver esquema 3.14.: DAP-Canaleta)



**Esquema N° 3.14. : DAP – Canaleta**

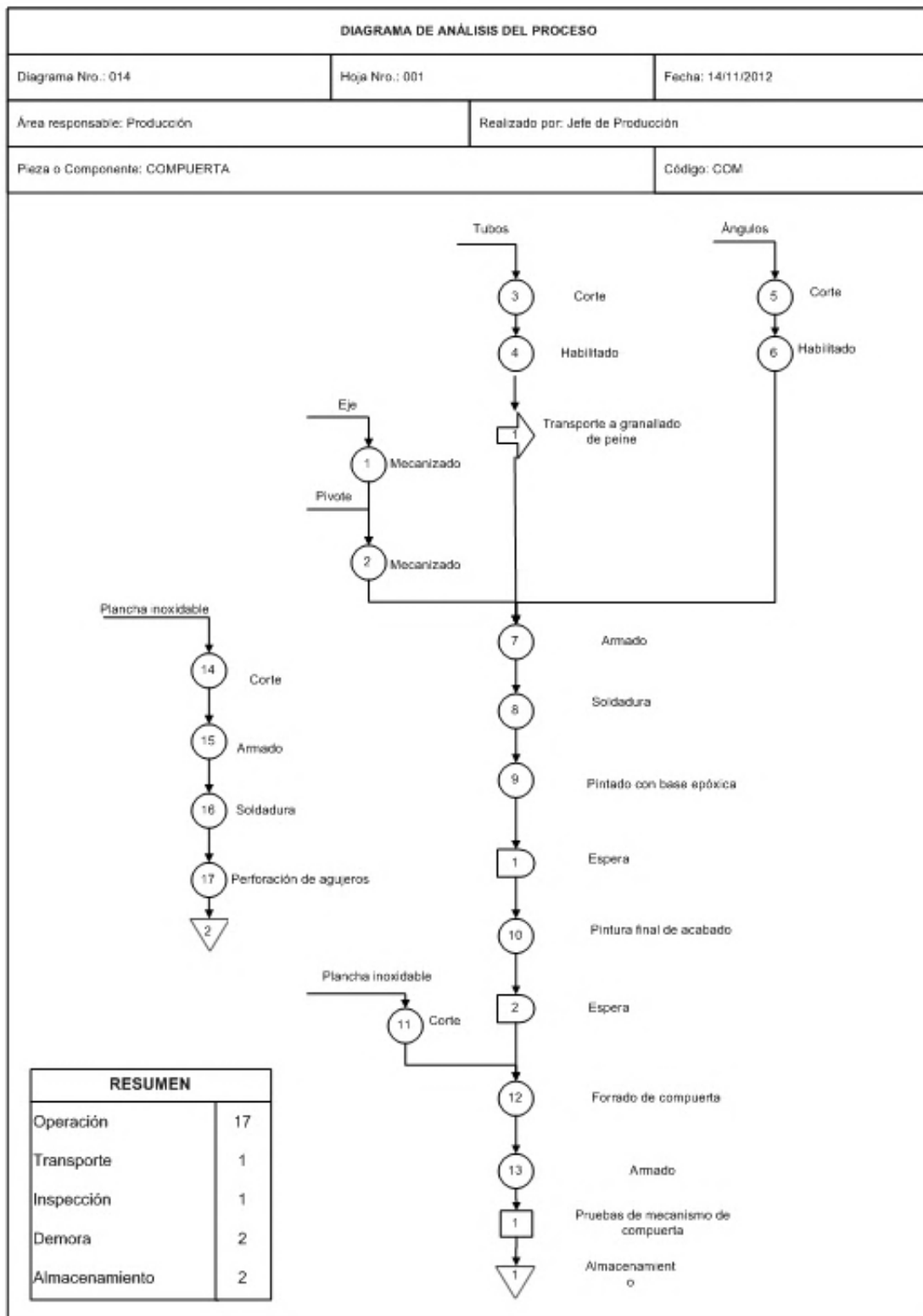


Fuente: La Empresa, elaboración propia.

- Compuerta: Fabricación metálica en acero inoxidable tipo oscilante, ubicada debajo del filtro, con ejes soportes laterales, se mantiene cerrada durante el ciclo de filtración y lavado y entra en posición abierta para la caída de las tortas. (Ver esquema 3.15.: DAP-Compuerta)



**Esquema N° 3.15. : DAP – Compuerta**

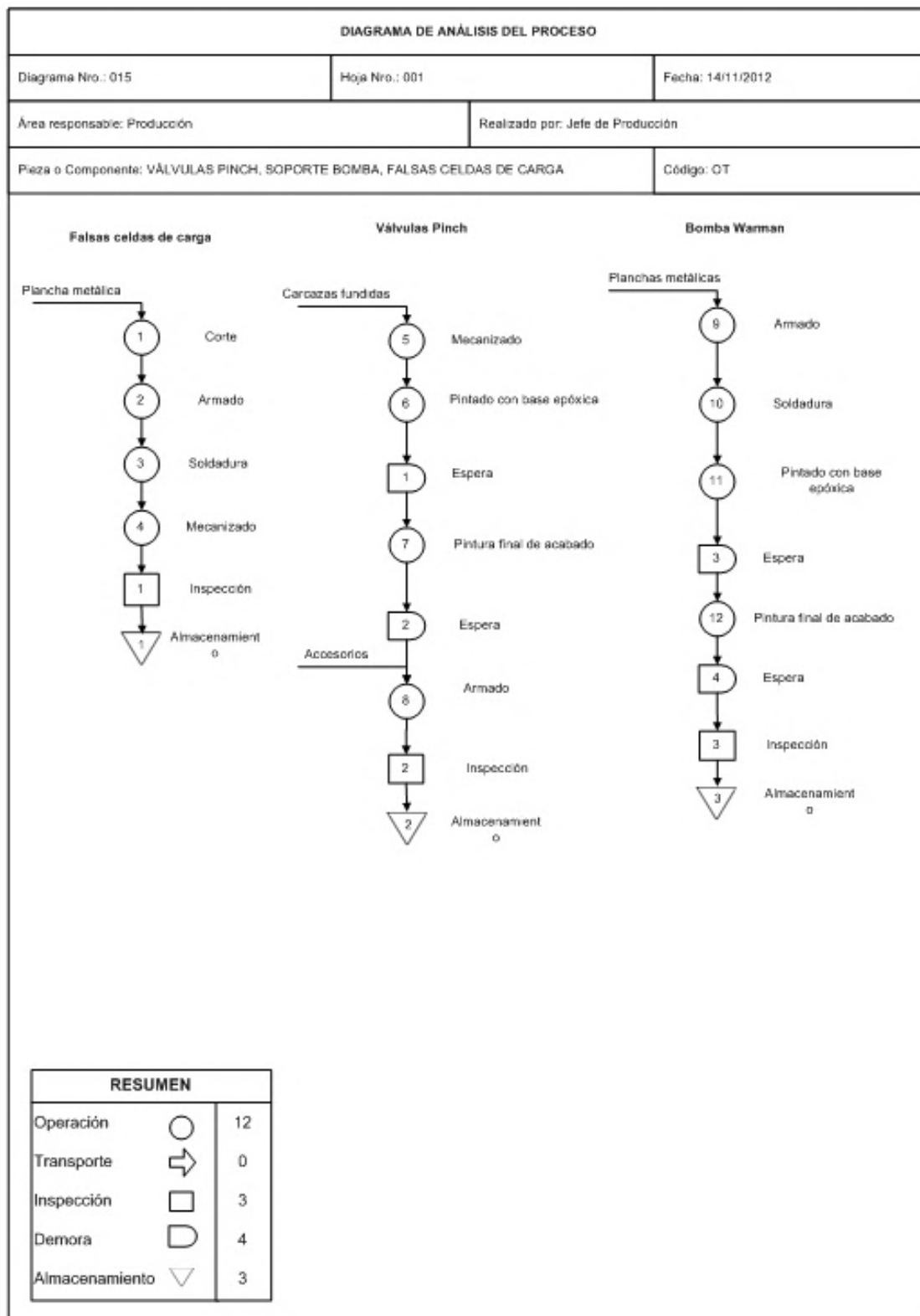


Fuente: La Empresa, elaboración propia.

- Otros elementos importantes que se requieren para el funcionamiento del filtro prensa son las Placas Filtrantes, Lonas Filtrantes, Bombas de Alimentación, Falsas celdas de carga, válvulas pinch, para proceder al ensamble final del filtro. (Ver esquema 3.16.: DAP-Otras fabricaciones, 3.17.A y 3.17.B.: DAP-Ensamble del Filtro).

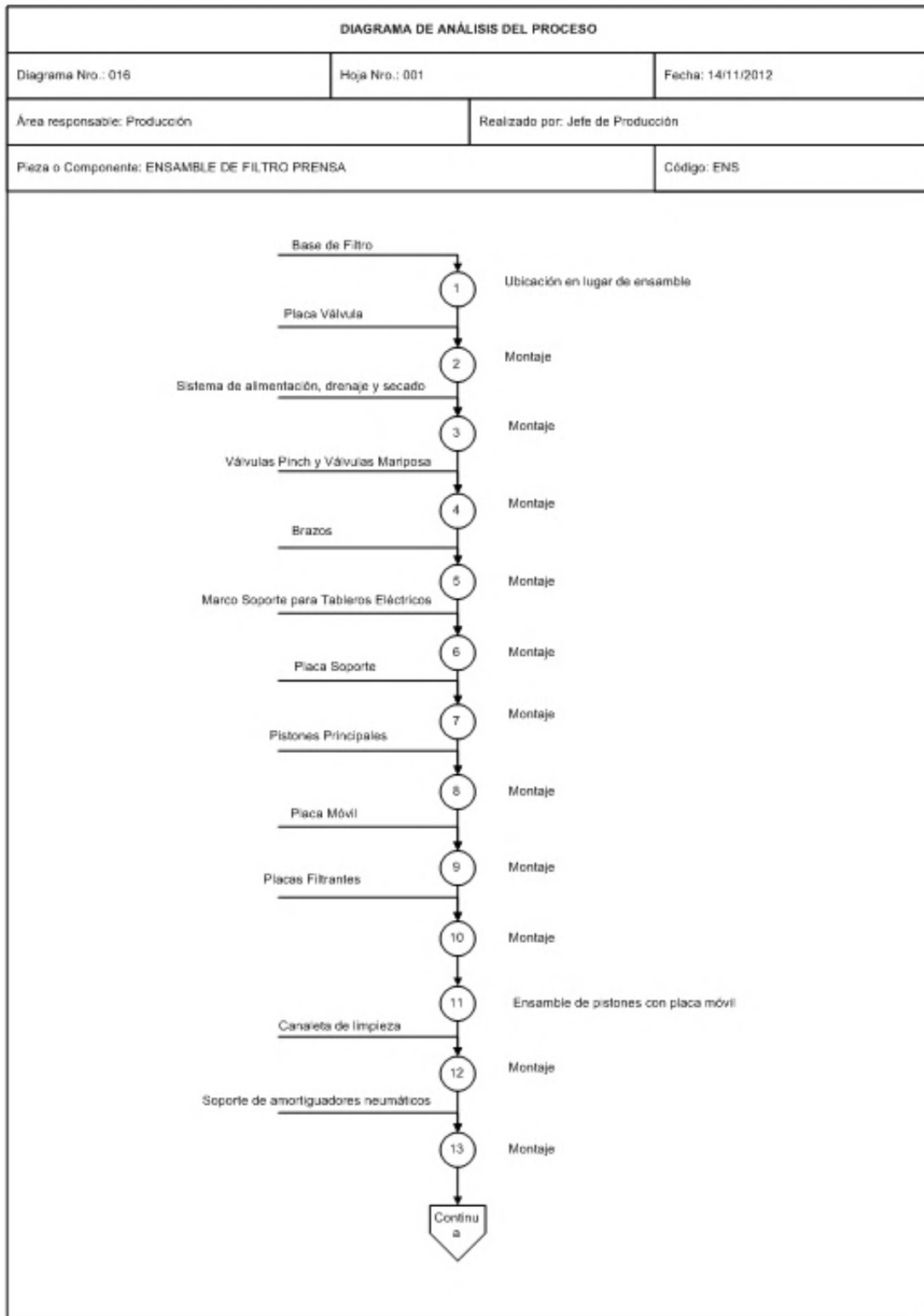


**Esquema N° 3.16. : DAP – Otras fabricaciones**



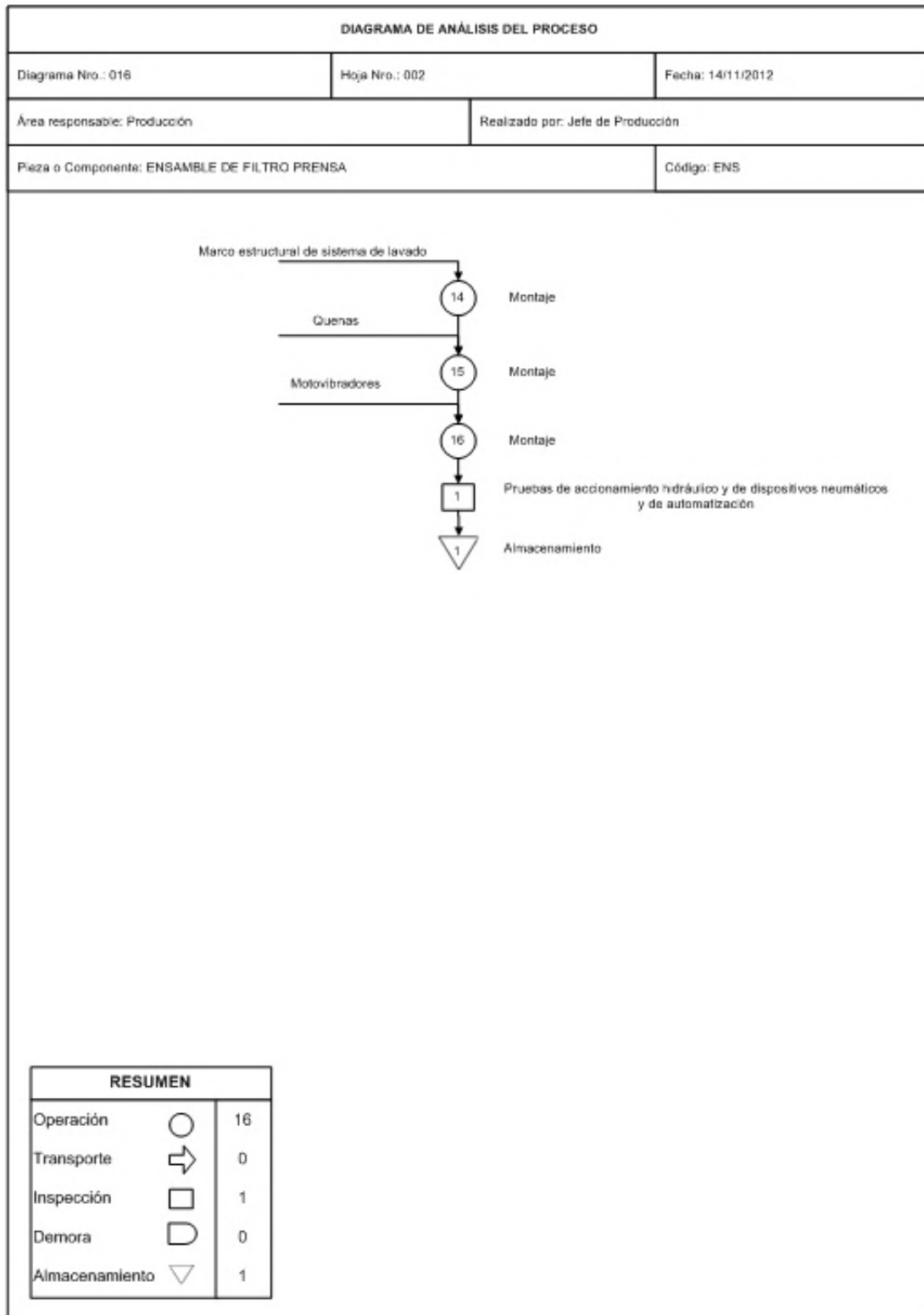
Fuente: La Empresa, elaboración propia.

**Esquema N° 3.17.A: DAP – Ensamble de Filtro Prensa**



Fuente: La Empresa, elaboración propia.

**Esquema N° 3.17.B: DAP – Ensamble de Filtro Prensa**



Fuente: La Empresa, elaboración propia.

### 3.2.3. Procesos que intervienen en la Fabricación

- Corte y habilitado:

El corte por plasma es un proceso para cortar metales, mediante la aplicación de un arco eléctrico y un gas ionizado a alta temperatura, concentrado sobre un área muy pequeña.

El fundamento del corte por plasma se basa en elevar la temperatura del material a cortar de una forma muy localizada y por encima de los 30.000 °C, llevando el material hasta el cuarto estado de la materia, el plasma, estado en el que los electrones se disocian del átomo.

El procedimiento consiste en provocar un arco eléctrico estrangulado a través de la sección de la boquilla del soplete, sumamente pequeña, lo que concentra extraordinariamente la energía cinética del gas empleado, ionizándolo, y por polaridad adquiere la propiedad de cortar. La ventaja principal de este sistema radica en su reducido riesgo de deformaciones debido a la compactación calorífica de la zona de corte y las altas velocidades.

El equipo necesario para aportar esta energía consiste en un generador de alta frecuencia alimentado de energía eléctrica, gas para generar la llama de calentamiento (argón, hidrógeno, nitrógeno), y un portaelectrodos, que dependiendo del gas puede ser de tungsteno, hafnio o circonio.

La planta cuenta con un pantógrafo, donde se realizan los principales cortes de las planchas metálicas, de diferentes espesores.

- Granallado / Arenado:

Ambas son técnicas de tratamiento de limpieza superficial por impacto.

El granallado consiste en la proyección de partículas abrasivas (granalla) a gran velocidad (65 - 110 m/s) que, al impactar con la pieza tratada, produce la eliminación de los contaminantes de la superficie

El arenado consiste en el impacto de arena a alta velocidad por medio de aire o presión contra una superficie que se desea tratar. Suele ser utilizado para la eliminación de óxidos, pinturas en mal estado o cualquier tipo de corrosión. También como acabado superficial de revestimientos.

Ambos servicios son tercerizados, por tanto las piezas tienen que ser transportadas a las instalaciones del proveedor y es un proceso obligatorio para realizar el recubrimiento de pintura.

- Pintado con Base Epóxica:

Es el proceso de colocar la primera capa de recubrimiento en los elementos metálicos.

Su misión es servir de anclaje para los siguientes recubrimientos y evitar la oxidación en superficies metálicas por medio de los pigmentos anticorrosivos.

La pintura epoxica posee una alta resistencia a diferentes ataques y está compuesta por dos partes, una que contiene la resina epoxi y la otra que contiene el catalizador o endurecedor. Su secado se produce luego de la reacción química entre los 2 compuestos, después de evaporarse el disolvente.

- Mecanizado:

Es un proceso de fabricación que comprende un conjunto de operaciones de conformación de piezas mediante la eliminación de material, ya sea por arranque de viruta o por abrasión.

Por abrasión se entiende la eliminación de material desgastando la pieza en pequeñas cantidades, desprendiendo partículas de material, en muchos casos, incandescente. Este proceso se realiza por la acción de una herramienta característica, la muela abrasiva.

Por arranque de viruta el material es arrancado o cortado con una herramienta dando lugar a un desperdicio o viruta. La herramienta consta, generalmente, de uno o varios filos o cuchillas que separan la viruta de la pieza en cada pasada. En el mecanizado por arranque de viruta se dan procesos de desbaste (eliminación de mucho material con poca precisión; proceso intermedio) y de acabado (eliminación de poco material con mucha precisión; proceso final cuyo objetivo es el de dar el acabado superficial que se requiera a las distintas superficies de la pieza).

El mecanizado se hace mediante una máquina herramienta, manual, semiautomática o automática, pero el esfuerzo de mecanizado es realizado por un equipo mecánico, con los motores y mecanismos necesarios.

Las máquinas herramientas de mecanizado clásicas son:

Taladro: La pieza es fijada sobre la mesa del taladro, la herramienta, llamada broca, realiza el movimiento de corte giratorio y de avance lineal, realizando el mecanizado de un agujero o taladro teóricamente del mismo diámetro que la broca y de la profundidad deseada.

Torno: el torno es la máquina herramienta de mecanizado más difundida, éstas son en la industria las de uso más general, la pieza se fija en el plato del torno, que realiza el movimiento de corte girando sobre su eje, la cuchilla realiza el movimiento de avance eliminando el material en los sitios precisos.

Fresadora: en la fresadora el movimiento de corte lo tiene la herramienta; que se denomina fresa, girando sobre su eje, el movimiento de avance lo tiene la pieza, fijada sobre la mesa de la fresadora que realiza este movimiento. Es junto al torno la máquina herramienta más universal y versátil.

La empresa cuenta con 03 Tornos, 02 Fresadoras, 03 Taladros y 02 Mandrinos.

- Soldadura:

Soldadura GMAW (Gas Metal Arc Welding): Es un tipo de soldadura que utiliza un gas protector químicamente activo (dióxido de carbono, argón más dióxido de carbono o argón más oxígeno). El material de aporte tiene forma de varilla muy larga y es suministrado continuamente y de manera automática por el equipo de soldadura.

Soldadura SAW (Sumerged Arc Welding): Es un proceso de soldadura por arco que requiere una alimentación de electrodo consumible continua, ya sea sólido o tubular (fundente). La zona fundida y la zona del arco están protegidas de la contaminación atmosférica por estar "sumergida" bajo un manto de flujo granular compuesto de óxido de calcio, dióxido de silicio, óxido de manganeso, fluoruro de calcio y otros compuestos.

Soldadura GTAW (Gas Tungsten Arc Welding): Es un proceso en el que se usa un electrodo no consumible de tungsteno sólido, el electrodo, el arco y el área alrededor de la soldadura fundida son protegidas de la atmósfera por un escudo de gas inerte, si algún metal de aporte es necesario es agregado a la soldadura desde el frente del borde de la soldadura que se va formando.

La empresa cuenta con 04 equipos de soldadura GMAW, 01 equipo de soldadura SAW y 01 equipos de soldadura GTAW.

- Forrado con plancha inoxidable: El acero inoxidable es una aleación de hierro y carbono que contiene por definición un mínimo de 10,5% de cromo.

Es un tipo de acero resistente a la corrosión, el cromo que contiene posee gran afinidad por el oxígeno y reacciona con él formando una capa pasivadora que evita la corrosión del hierro contenido en la aleación.

Algunas partes del filtro prensa tienen contacto directo con agua, lodos, concentrados y relaves, por tanto son forradas con una plancha de acero inoxidable mediante el proceso de soldadura GTAW.

- Acabado y pulido: Es un proceso de lijado ultrafino, que combina el uso de abrasivos convencionales de grano muy fino (para el lijado y eliminación de los defectos) con el uso de abrasivos en pasta (en una suspensión sobre un aceite). De igual manera que en el proceso de lijado en seco la repetición de pasos con granos progresivamente menores permiten disminuir el tamaño del arañazo, en el proceso de pulido se elimina el defecto y se elimina cualquier posible

arañazo en la laca por el empleo de abrasivos progresivamente más finos.

Cada elemento del filtro, requiere un lijado y pulido para corregir imperfecciones y obtener un buen acabado de pintura.

- Enderezado: El enderezado por llama es un proceso de calentamiento efectuado sobre componentes metálicos que permite distorsionar o rectificar la geometría de un elemento con el fin de conseguir adecuarla a los requerimientos de construcción o ejecución. Se basa en la aplicación de calor para lograr que el material experimente tensiones térmicas que deformen el elemento de forma permanente.

Las partes de mayor longitud del filtro (mayor a 2 metros), como los brazos y las canaletas de descarga son sometidas al proceso de enderezado.

- Alivio de Tensiones: Las tensiones residuales habitualmente son identificadas como uno de los factores que influyen en el deterioro de las construcciones soldadas por ello es necesario aplicar el alivio de tensiones en determinadas piezas.

El método utilizado consiste en hacer vibrar la pieza mediante un vibrador de velocidad variable, provista de un amplificador electrónico. Haciendo variar la velocidad puede alcanzarse la frecuencia de resonancia la que se mantiene un periodo de tiempo relacionado con el peso del elemento a tratar, el cual, usualmente varía entre 10 y 30 minutos.

Este servicio es tercerizado y por el peso de las piezas se realiza en las instalaciones de la empresa.

- Tropicalizado: Es un recubrimiento de apariencia amarillo iridiscente que se obtiene a partir de la aplicación del Zinc (galvanizado) y la posterior aplicación de un cromado. Con el tratamiento de Tropicalizado se aumenta la resistencia contra la corrosión de las piezas galvanizadas
- Plegado: El plegado es un proceso de conformado sin separación de material y con deformación plástica utilizado para dar forma a determinadas planchas metálicas. Se utiliza, normalmente, una prensa que cuenta con una matriz que realizará la presión sobre la plancha metálica. Este proceso se terceriza.
- Roscado: Consiste en la mecanización helicoidal interior (tuercas) y exterior (tornillos) sobre una superficie cilíndrica. Puede ser realizado con herramientas manuales o máquinas herramientas. Para el roscado manual se utilizan machos y terrajas, que son herramientas de corte usadas para crear las roscas de tornillos y tuercas en metales, madera y plástico. El macho se utiliza para roscar la parte hembra mientras que la terraja se utiliza para roscar la porción macho del par de acoplamiento.
- Pintado final: Es la aplicación de una pintura a base de poliuretano acrílico alifático, de dos componentes y un alto porcentaje de sólidos en volumen, el cual otorga una excelente protección contra la intemperie, retención de color y brillo por extensos periodos de tiempo, posee también una mayor resistencia química.

- Inspección final: Es el proceso por el cual se asegura que los productos o piezas que llegan al cliente sean de una calidad aceptable.

Los principales controles realizados son: Prueba de dureza en la recepción de aceros, prueba de alivio de tensiones en la Placa Soporte, prueba de espesor de pintura y acabado final, prueba de operatividad de componentes hidráulicos en la Unidad Hidráulica, prueba de estanqueidad de los Pistones Hidráulicos.

### 3.3. CLIENTES Y PROVEEDORES

#### 3.3.1. Clientes

- Compañía Minera Castrovirreyna S.A.:  
Empresa peruana, cuyo centro de producción se encuentra ubicado en el distrito de Santa Ana, departamento de Huancavelica.  
La actividad económica de la empresa es la exploración y explotación de Plata, Oro, Plomo y Zinc.
- Consorcio Minero Horizonte S.A.:  
Empresa privada de capitales peruanos que realiza labores de exploración, explotación, extracción y desarrollo de recursos minerales auríferos e hidroeléctricos.  
Actualmente, CMH es la segunda empresa minera aurífera subterránea más importante del Perú, y la quinta del sector en todo el país, con una producción anual de 190 mil onzas de oro.

- Volcán Compañía Minera S.A.A.:  
Compañía peruana dedicada a la exploración, explotación, tratamiento y comercialización de minerales polimetalicos desde 1998. La compañía se especializa en la producción de concentrados de Zinc, plomo, plata y cobre, así como cátodos de cobre en sus minas Yauli y Cerro de Pasco ubicadas en las regiones Junín y Pasco, en los Andes Centrales del Perú. El grupo Volcán, tiene 16 minas polimetalicas, 11 de ellas subterráneas y cinco de tajo abierto
- Compañía Minera Casapalca S.A.:  
Compañía Empresa peruana, cuya operación se encuentra ubicada en la sierra limeña, en la provincia de Huarochiri a 4200 metros sobre el nivel del mar.  
Procesa concentrados de Plomo, Cobre y Zinc.
- Sinchi Wayra – Bolivia:  
Filial de la empresa suiza Glencore, opera 5 minas en la región de Oruro y Potosí, explotando principalmente estaño, plata, plomo y zinc.  
Su capacidad de producción es 205.000Mt concentrado de zinc; 15.000Mt de concentrado de plomo; y 6.000Mt de concentrado de estaño.

### 3.3.2. Proveedores

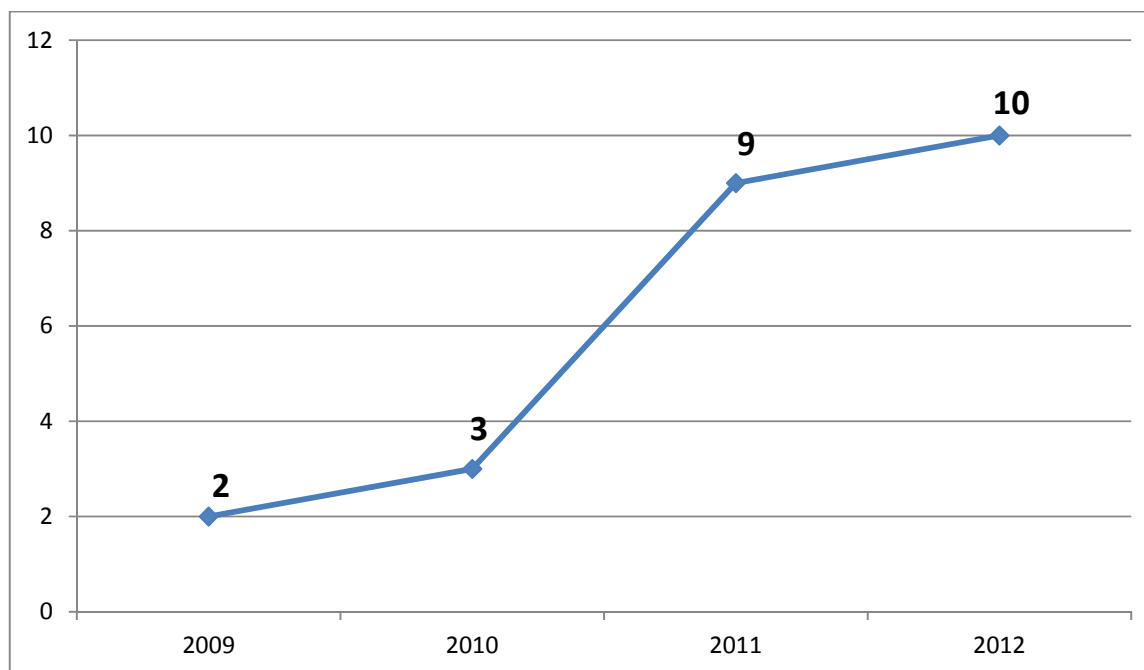
- Importación y comercialización de aceros IMCOACEROS:  
Empresa peruana comercializadora de acero que provee principalmente planchas de acero estructurales A-36, ángulos, platinas, tubos, material inoxidable, bridas y otros.

- Lenser Filtration GMBH:  
Empresa alemana que produce elementos para filtración sólido / líquido. Provee a la empresa diversos formatos de placas filtrantes, componente esencial para la fabricación de filtros prensa.
- SatiTechnical Textiles:  
Empresa textil española que produce tejidos y medios filtrantes para captación de polvo y separación sólido líquido. Provee a la empresa de telas filtrantes, según especificaciones requeridas, para la producción de lonas filtrantes.
- FTZ Hydraulics:  
Empresa panameña, que provee filtros y otros accesorios hidráulicos.
- Precisión Perú S.A.:  
Empresa de consultoría que potencia los procesos de producción, además de desarrollar sistemas de automatización, control y medición.  
Provee productos de automatización e instrumentación, además de tableros, gabinetes, cables, conductores y suministros eléctricos.

### 3.4. EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN

La producción de Filtros prensa en los últimos cuatro años, fue la siguiente:

**Grafico N° 3.1.: Filtros Prensa fabricados por año**

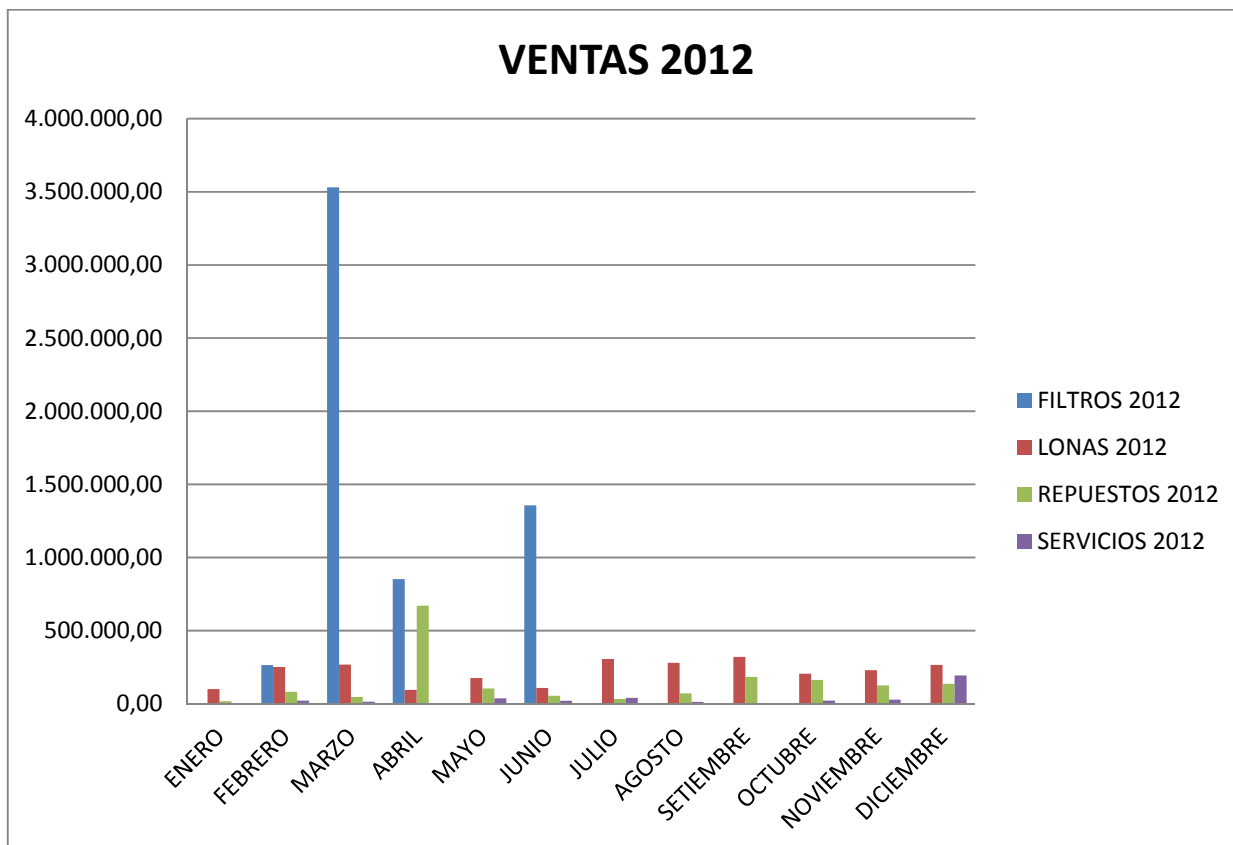


**Fuente:** La empresa, Elaboración propia

Se observa un incremento de producción de filtros prensa, debido a que además que la actividad minera en el Perú se está incrementando, son más las compañías mineras tienen como uno de sus principales actividades, el tratamiento de relaves por el tema de cuidado medio ambiental.

La mayor parte de filtros prensa vendidos durante el año 2012 corresponden a la apertura de nuevos proyectos mineros tanto en el Perú como en Bolivia.

Gráfico N° 3.2.: Ventas (S/.) - Año 2012



Fuente: La empresa, Elaboración propia

El filtro prensa es el producto principal y como se observa el que genera mayores utilidades a la empresa.

Las lonas, repuestos y servicios que se brindan son para asegurar el adecuado funcionamiento del filtro, por tanto a mayor cantidad de filtros vendidos, mayores son las ganancias que se perciben por estos conceptos.

### 3.5. DIAGNOSTICO DE LA PRODUCCIÓN DE FILTROS PRENSA

Para realizar el diagnostico, se utilizaron los siguientes elementos:

**Cuadro N° 3.1.: Instrumentos de diagnostico**

INSTRUMENTO DE DIAGNOSTICO	DESCRIPCIÓN	ÁREA INVOLUCRADA
<p><b>Ficha de evaluación de puntos críticos</b> (Ver cuadro 3.2.: <i>Ficha de evaluación de puntos críticos de éxito</i>).</p>	<p>Califica según tres criterios, a nivel general, la percepción que tiene la gerencia sobre las políticas, organización, calidad, innovación, manejo de información, recursos humanos, relación con socios estratégicos y factor capital de la empresa.</p>	<p>Gerencia General</p>
<p><b>Auditoria del Proceso de Producción</b> (Ver cuadro 3.3.: <i>Auditoria del Proceso de Producción</i>).</p>	<p>Califica según cinco criterios de cumplimiento, la percepción del área de producción sobre diferentes aspectos de los proveedores, materia prima, calificación de personal, medios de producción e instalaciones, transporte, manipuleo, almacenaje embalaje, correcciones, mejora continua y satisfacción de clientes.</p>	<p>Producción - Jefatura</p>
<p><b>Check List de Auditoria Interna</b></p>	<p>Evaluación de conformidad o no conformidad de principales aspectos de las instalaciones de la empresa: higiene y</p>	<p>Gerencias</p>

<p>(Ver cuadro 3.4.: <i>Check List de Auditoría Interna</i>).</p>	<p>control de personal, capacitación, logística, almacén, área de producción, control de calidad y mantenimiento bajo la percepción de las Gerencias.</p>	
<p><b>Evaluación de criterios del modelo de Gestión de Calidad.</b> (Ver cuadro N° 3.5.: <i>Evaluación de criterios del modelo de Gestión de Calidad</i>)</p>	<p>Califica según criterio de puntuación, los principales criterios de gestión de calidad (liderazgo, políticas, recursos, procesos, satisfacción del cliente, etc.)</p>	<p>Producción - Jefatura</p>
<p><b>Auditoría de Mantenimiento</b> (Ver cuadros 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 2.10, 3.11, 3.12, 3.13, 3.14, 3.15, 3.16 y 3.17)</p>	<p>Califica según criterio de puntuación, el estado actual del mantenimiento, manejo de información de los equipos, efectividad del mantenimiento y otros.</p>	<p>Producción - Jefatura</p>
<p><b>Cuestionario al Personal de Producción.</b> (Ver cuadro N° 3.18.: <i>Cuestionario – Personal de Producción</i>)</p>	<p>Cuestionario directo a todo el personal del área de producción para evaluar según alternativas la planeación de la producción, proceso y control de producción y percepción de maquinaria y equipos actuales.</p>	<p>Personal de Producción (Jefe de Producción, Asistente de Producción y operarios)</p>

**Fuente: Elaboración propia**

**Cuadro N° 3.2.: Ficha de evaluación de puntos críticos de éxito**

CATEGORIA	CS	FC	FE
<b>1. EXCELENCIA GENERAL DE LA ORGANIZACIÓN</b>			
1.1 Visión y misión establecidas		X	
1.2 Políticas, estratégicas y tácticas establecidas			X
1.3 Planes de trabajo formulados			X
1.4 Deseo y expectativas del consumidor conocidos			X
1.5 Deseo y expectativas del consumidor satisfechos			X
1.6 Ambiente de confianza		X	
1.7 Justicia y honestidad		X	
1.8 Organización funcional		X	
1.9 Ambiente de capacitación, enseñanza y superación constantes		X	
1.10 Ambiente de comunicación			X
1.11 Ambiente ameno y de colaboración		X	
1.12 Gerencia analítica, sintética, sistemática y decisiva		X	
1.13 Decisiones gerenciales transmitidas y compartidas por todos		X	
1.14 Involucramiento total de la gerencia		X	
1.15 Mejoramiento continuo de los procesos		X	
<b>2. LA CULTURA DE LA CALIDAD</b>			
2.1 Enfoque hacia la satisfacción completa del consumidor		X	
2.2 Ambiente de mejoras continuas en todos los aspectos			X
2.3 Ambiente de autoevaluación y camaradería			X
2.4 Ambiente de superación profesional y personal		X	
2.5 Ambiente de planificación y de resultados a corto, mediano y largo plazo		X	

2.6 Protección del medio ambiente			X
2.7 Proyección a la comunidad			X
<b>3. LA INNOVACIÓN</b>			
3.1 En los procesos utilizados	X		
3.2 En los productos	X		
3.3 En la publicidad y propaganda		X	
3.4 En el trato e involucramiento a los trabajadores		X	
3.5 En los procesos administrativos		X	
3.6 En los servicios			X
3.7 En la relación con los socios estratégicos		X	
3.8 Grado de éxito en las labores de innovación con relación a los recursos de la organización		X	
<b>4. EL MANEJO DE LA INFORMACIÓN</b>			
4.1 Existencia de un sistema ordenado, adecuado de recolección de análisis, presentación y utilización de la información		X	
4.2 Fluye rápidamente		X	
4.3 Información esencial y confiable		X	
4.4. Información computarizada		X	
4.5 Utilización de procedimientos estadísticos y de recolección de información adecuados			X
4.6 Existencia de manuales			X
<b>5. EL MANEJO Y TRATO DEL RECURSO HUMANO</b>			
5.1 Conocen y comparten la visión y misión de la organización			X
5.2 Personal convencido y motivado		X	
5.3 Trabajo en equipo			X
5.4 Personal colaborador y cooperador		X	

5.5 Existencia de sentimientos de pertenencia a la institución			X
5.6 Existencia de programas de capacitación, educación y mejoramiento		X	
5.7 Calidad de programas de capacitación, educación y mejoramiento		X	
5.8 Evaluación de desempeño del trabajador			X
5.9 Sistemas de reconocimiento por buenas labores y éxitos obtenidos		X	
5.10 Existencia y calidad de comunicación entre todos los trabajadores		X	
5.11 Seguridad Laboral		X	
5.12 Seguridad Industrial		X	
5.13 Manejo de culpa y errores			X
<b>6. EL MANEJO DEL FACTOR TIEMPO</b>			
6.1 Conocimiento actualizado de la situación de la organización		X	
6.2 Conocimiento y practica de herramientas gerenciales actualizadas			X
6.3 Excelencia de programas de mejoramiento continuo			X
6.4 Velocidad de reacción de acuerdo a situaciones cambiantes		X	
6.5 Velocidad de ajuste de acuerdo a los retos		X	
<b>7. RELACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN CON LOS SOCIOS ESTRATEGICOS</b>			
7.1 Existencia de alianzas estratégicas con consumidores	X		
7.2 Existencia de alianzas estratégicas con proveedores			X
7.3 Calidad de alianzas estratégicas con consumidores		X	
7.4 Calidad de alianzas estratégicas con proveedores			X
7.5 Alianzas estratégicas con empresas nacionales, regionales y/o internacionales		X	

<b>8. EL MANEJO DEL FACTOR CAPITAL</b>			
8.1	Existencia de plan de inversiones		X
8.2	Plan de inversiones apropiado		X
8.3	Existencia de presupuesto de gastos		X
8.4	Presupuesto de gastos apropiado	X	
8.5	Obtención o ubicación de recursos financieros	X	
8.6	Estados financieros	X	
8.7	Auditoría financiera	X	
8.8	Manejo apropiado del capital a los retos de la empresa	X	
<b>Criterio de Calificación</b>			
<b>CS</b>	Cumple Satisfactoriamente		
<b>FC</b>	Falla Circunstancial		
<b>FE</b>	Falla Estructural		

Fuente: La Empresa, elaboración propia.

Luego de completar la ficha de evaluación de puntos críticos de éxito, podemos resaltar lo siguiente:

La empresa tiene, entre sus principales objetivos, la innovación en los productos ofrecidos, para ello el área de diseño e ingeniería realiza nuevos desarrollos.

Se establece una relación estratégica con el cliente, ofreciendo la garantía extendida y abastecimiento de algunos repuestos de forma gratuita.

Entre las principales fallas estructurales encontramos la falta de alianzas estratégicas con los proveedores.

En su mayoría, los trabajadores, no conocen ni comparten la misión y visión de la organización y no son constantemente motivados.

**Cuadro N° 3.3.: Auditoria del Proceso de Producción**

<b>LISTA DE VERIFICACIÓN Y EVIDENCIAS</b>					
<b>PROVEEDORES Y MATERIAS PRIMAS</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Los proveedores cuentan con certificaciones internacionales		X			
Tiempo de entrega de materia prima eficaz			X		
Seguimiento de no conformidades de los proveedores		X			
Evaluación de proveedores	X				
Existen instrucciones para el control de recepción de la materia prima		X			
La materia prima cumple con las especificaciones requeridas				X	
Existen acuerdos de garantía entre la empresa y el proveedor			X		
Acuerdos y seguimiento de acciones sobre materia prima rechazada		X			
Se realizan reuniones periódicas con los proveedores		X			
Se tienen definidos los objetivos de calidad	X				
Existe el trabajo en equipo			X		
Seguimiento de planes de mejora		X			
Aumento de satisfacción del cliente			X		
La materia prima o semielaborados se almacenan adecuadamente			X		
Existe orden y limpieza en los almacenes			X		
Se realiza la trazabilidad del producto		X			
<b>PERSONAL / CALIFICACION</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
El personal tiene conocimiento sobre la liberación y el bloqueo de productos y/o procesos			X		
Se maneja el orden y la limpieza dentro de la empresa			X		

El personal tiene conocimiento sobre la preparación de la maquinaria y puesta en marcha de la misma				X	
El personal tiene conocimiento sobre la forma de almacenamiento de la materia prima, productos en proceso y productos terminados			X		
El personal cuenta con certificados de aptitud				X	
El personal cumple con los requisitos del perfil que ocupa				X	
El personal conoce las normas de seguridad en el trabajo				X	
El personal conoce sobre el producto y los defectos encontrados			X		
Existe un plan de relevos de turno o puesto			X		
Existen control y sanciones por ausentismo en el trabajo			X		
El personal da propuestas de mejora				X	
Se evalúa al personal constantemente			X		
Existe trabajo participativo				X	
<b>MEDIOS DE PRODUCCIÓN / INSTALACIONES</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Se utiliza la capacidad total del proceso			X		
Existe un plan de mantenimiento de máquinas y herramientas		X			
Se realiza periódicamente la calibración de los equipos	X				
El almacenaje de los equipos es el adecuado		X			
El puesto de trabajo se acomoda a las necesidades del trabajador (ergonomía)		X			
Se trabaja con buena iluminación			X		
Se trabaja con orden y limpieza			X		
Se trabaja con un plan anual de seguridad e higiene ocupacional				X	
Los equipos usan guardas de protección y la señalización			X		

Se lleva el control y estadísticas de los accidentes de trabajo				X	
Se utilizan hojas de inspección para los procesos	X				
El personal tiene conocimiento sobre las instrucciones de fabricación y los parámetros a cumplir			X		
Se lleva documentación de desvíos en tolerancias de fabricación		X			
Se cuenta con una muestra patrón del producto		X			
Se lleva documentación sobre la trazabilidad del producto			X		
Se realizan acciones preventivas y correctivas a las no conformidades detectadas.		X			
<b>TRANSPORTE, MANIPULEO DE PIEZAS, ALMACENAMIENTO Y EMBALAJE</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
El flujo de materia prima en la producción garantiza el cumplimiento de los requisitos de calidad		X			
Los medios de transporte de la materia prima son adecuados			X		
El almacén de materia prima cumple con las condiciones ambientales adecuadas			X		
Se lleva el control de conservación de productos		X			
Se lleva el registro de los productos rechazados		X			
Se lleva el control de las órdenes de fabricación				X	
<b>ANÁLISIS DE DEFECTOS, CORRECCIONES Y MEJORA CONTINUA</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Se llevan registros de calidad y de proceso de forma que permitan ser evaluados			X		
Se hace un análisis de tendencia		X			
Se valora los datos sobre calidad y proceso en forma estadística y se lleva a cabo programas de mejora	X				

Se analiza las causas en caso de divergencias con las exigencias del producto / proceso y se toma acciones correctivas y preventivas, verificando su eficacia			X		
Se realiza auditorías de proceso / producto y sistema de forma sistemática	X				
Están definidos los objetivos de calidad para el producto y proceso y se fiscaliza su cumplimiento	X				
<b>ASISTENCIA A LOS CLIENTES / SATISFACCIÓN DEL CLIENTE</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Se cumple los requisitos del cliente en cuanto a calidad de las entregas			X		
Está asegurada la asistencia a los clientes			X		
Hay una reacción inmediata en caso de reclamos y se asegura el abastecimiento de piezas			X		
Se efectúa análisis de reclamos y tomas de acción de mejora		X			
El personal de asistencia al cliente está calificado		X			
<b>Criterio de Calificación</b>					
<b>5</b>	Cumplimiento optimo				
<b>4</b>	Nivel importante de cumplimiento				
<b>3</b>	Mediano cumplimiento				
<b>2</b>	Mínimo cumplimiento				
<b>1</b>	No hay cumplimiento				

Fuente: La Empresa, elaboración propia.

Luego de realizar la auditoria al proceso de producción, resaltan los siguientes puntos:

-Proveedores y abastecimiento de materias primas: A pesar de no tener definidos los objetivos de calidad y no realizar una evaluación de proveedores, la materia prima adquirida cumple con las especificaciones requeridas, con tiempos de entrega aceptables.

-Personal y calificación: Se cuenta con personal calificado, con conocimientos de los procesos, equipos y maquinaria.

-Medios de Producción e Instalaciones: Es resaltante que no se lleva un control sobre la calibración de equipos y no existe un plan de Mantenimiento para las herramientas y maquinarias.

-Transporte, manipuleo de piezas, almacenaje y embalaje: Los medios de transporte son los adecuados y se lleva control sobre las órdenes de producción.

-Análisis de defectos, correcciones y mejora continua: Es resaltante que no se realizan auditorias y aún no están definidos los objetivos de calidad para el producto y proceso.

-Asistencia de clientes / satisfacción de clientes: El cumplimiento de los requisitos del cliente es mediano.

**Cuadro N° 3.4.: Check List de Auditoria Interna**

N°		Estado	Observación
<b>INSTALACIONES PARA TODAS LAS AREAS</b>			
1	Toda las áreas deben estar limpias y ordenadas	C	
2	En las áreas no debe haber personas ajenas a las mismas	NC	Las instalaciones son reducidas para todo los procesos existentes
3	Se cumple con la limpieza de áreas	C	
4	Se cumple con el mantenimiento de instalaciones.	C	
<b>RECURSOS HUMANOS</b>			
<b>1. HIGIENE Y CONTROL DE PERSONAL</b>			
1.1	Se entrega instrucciones escritas al personal sobre lavado de manos, uso correcto del uniforme, etc.	C	

1.2	Las Instrucciones de Higiene del Personal son respetadas y supervisadas en cada turno.	C	
1.3	Solamente personal autorizado por la supervisión entra en las áreas asignadas relativas a su trabajo	NC	El espacio de la planta es abierto.
1.4	Se realiza un examen médico y/o de laboratorio al personal, por lo menos 1 vez al año, ¿Se documenta?	C	El doctor de la empresa guarda esta documentación.
1.5	Se provee al personal de equipos de seguridad industrial	C	
1.6	Se provee al personal de vestimenta de trabajo adecuada para cada área	C	
1.7	Se provee al personal de recursos para evitar la contaminación de los productos (protección de: cabeza, manos, rostro)	C	
1.8	Se cuenta con Normas de higiene del personal	C	
1.9	Se instruye al personal sobre la práctica de higiene personal, como lavarse las manos antes de ingresar a producción	C	
1.10	Los servicios higiénicos se encuentran adecuadamente aseados,	NC	Deberían acondicionarse más

	ventilados y en buen estado de funcionamiento		servicios higiénicos.
1.11	Los vestuarios se encuentran aseados, ventilados y en buen estado	C	
1.12	Existen instructivas apropiadas para el ingreso a los vestuarios	C	
1.13	Existen armarios, en número adecuado y en buen estado	C	
<b>2. CAPACITACION</b>			
2.1	Se cuenta con las evidencias de educación del personal	C	
2.2	Se cuenta con un registro de la inducción del personal nuevo.	C	
2.3	Personal suficiente y capacitado está dispuesto en producción, en cada área de trabajo. Hay evidencia de capacitaciones	NC	Personal insuficiente
2.4	El personal conoce el organigrama con las líneas de autoridad claramente definidas	NC	El organigrama no fue comunicado a todo el personal.
2.5	Se cuenta con programa de capacitación vigente y aprobado	C	
2.6	Realiza la diseminación de la Política de calidad	NC	No existe dicha política.

2.7	Mantiene un organigrama vigente	C	
<b>3. LOGISTICA</b>			
3.1	Existe procedimiento para la selección de proveedores y se cumple	NC	No existe dicho procedimiento.
3.2	Se realizan auditorias periódicas a proveedores y hay evidencia	NC	No se realizan visitas.
3.3	Las compras se realizan sólo a proveedores aprobados	NC	Se compra a proveedores conocidos, mas no aprobados.
3.4	La documentación referente a insumos y materiales tiene el correcto seguimiento y es entregado junto con la mercadería.	C	
<b>4. ALMACENES</b>			
1.1	Cuenta con espacios suficientes, debidamente separados y señalizados	NC	El almacén está señalado pero el espacio es reducido.
1.2	Está restringida la entrada a personal ajeno al almacén	C	
1.3	Las áreas se encuentran limpias, ordenadas y en buen estado	C	

1.4	Existe ventilación e iluminación adecuada	C	
<b>5. AREAS DE MANUFACTURA</b>			
5.1	Existen procedimientos escritos sobre la forma, frecuencia, medios de limpieza y desinfección a emplear en las áreas de producción.	C	
5.2	Las instalaciones tienen un mantenimiento preventivo y de reparación, evidencia registros	NC	El mantenimiento es correctivo.
5.3	Los materiales de limpieza tienen un lugar fijo	C	
5.4	Las tuberías de vapor, agua, aire, gas, electricidad están debidamente identificadas	NC	
5.5	Se cuenta con la señalización correspondiente	C	
5.6	El material de las estructuras se encuentra en buen estado	C	
5.7	Áreas de Producción están limpias, sin residuos, en orden y los espacios son adecuados	NC	El espacio del área de producción es reducido.
5.8	Se realizan calibración de balanzas y verificaciones de las mismas	NC	No se realizan calibraciones

				periódicas de equipos.
<b>6. CONTROL DE CALIDAD</b>				
6.1	Los análisis y sus resultados cumplen con la especificación	C		Las pruebas realizadas son mínimas.
6.2	Los análisis son reportados y registrados	NC		Solo se registran las pruebas más significativas.
6.3	El muestreo de producto terminado se realiza de acuerdo a norma y las muestras son retenidas adecuadamente	NC		
6.4	Existen equipos e implementos de seguridad, están operativos (Extintores, duchas de seguridad, gafas de seguridad, campana de extracción, máscaras de seguridad)	NC		
6.5	El personal de calidad recibe capacitaciones continuas	NC		El control de calidad lo realiza el área de producción.
6.6	Los resultados son registrados, cuentan con las firmas de los responsables	NC		Solo se registran las pruebas más significativas, a cargo del jefe de producción.
<b>7. MANTENIMIENTO</b>				
7.1	Existe programa de mantenimiento correctivo controlado	C		

7.2	Existe programa de mantenimiento preventivo aprobado y controlado	NC	
7.3	Mantiene un registro de las ordenes de trabajo	C	
7.4	Se cuenta con procedimiento de calificación de equipos, cuenta con programa y se cumple	NC	
7.5	Mantiene un registro actualizado de las herramientas con las que cuenta el área.	C	Almacén lleva dicho control

Fuente: La Empresa, elaboración propia.

**ESTATUS:**

**C = CONFORME**

**NC = NO CONFORME**

**NA = NO APLICA**

Luego de completar el check list de auditoria interna, resalta lo siguiente:

- La empresa cuenta con un espacio reducido, a pesar de ello las áreas de trabajo se mantienen, en lo posible, limpias y ordenadas.
- En cuanto a la estructura de la organización, el personal no tiene conocimiento del organigrama con las líneas de autoridad claramente definidas.
- No se realiza evaluaciones, ni auditorias periódicas a los proveedores y las adquisiciones se realizan a proveedores conocidos.
- El almacén no cuenta con espacio suficiente pero se encuentra debidamente señalizado y se dan las condiciones adecuadas de almacenamiento.
- En cuanto a calidad, al no tener un área de calidad o persona encargada, solo se registran las pruebas más significativas, a cargo del jefe de producción; las mismas que son entregadas al cliente al momento de hacer entrega del filtro prensa.
- Todo mantenimiento realizado en las maquinarias y equipos es correctivo.



**Cuadro N° 3.5.: Evaluación de criterios del modelo de Gestión de Calidad**

Aspectos a Evaluar	EX	MB	B	R	M	Comentarios
Liderazgo				2		
Estrategias y Políticas					1	No existe política de calidad.
Gestión de Personal				2		
Recursos			3			
Procesos				2		
Satisfacción del Cliente			3			
Satisfacción del personal				2		
Impacto Social			3			
Resultados Económicos				2		
<b>TOTAL</b>			<b>9</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	
<b>RESULTADO TOTAL</b>	<b>20</b>					
<b>Criterio de Calificación</b>						
EX	Excelente		Valor de 5 puntos			
MB	Muy bueno		Valor de 4 puntos			
B	Bueno		Valor de 3 puntos			
R	Regular		Valor de 2 puntos			
M	Malo o Deficiente		Valor de 1 puntos			
<b>Interpretación de Resultados</b>						
<b>Parámetro o Rango</b>				<b>Resultado</b>		
Entre 41-45				Excelente		
Entre 36-40				Muy bueno		
Entre 30-35				Bueno		
Entre 23-29				Regular		
Menos de 23				Malo		

Fuente: La Empresa, elaboración propia.

El significado de los aspectos a evaluar son:

Liderazgo: Cómo el equipo directivo y todos los mandos conciben y operan con la Calidad Total como el principal método de la organización para conseguir una mejora continua.

Estrategia y políticas: Cómo incorpora la organización el concepto de Calidad Total en la estrategia y política de esta.

Gestión del personal: Cómo la organización libera el potencial de su personal con objeto de mejorar sus servicios de modo continuo.

Recursos: Cómo la organización mejora continuamente mediante la optimización de sus recursos.

Procesos: Como se identifican, revisan y corrigen los procesos con el fin de conseguir la mejora continua de los servicios.

Satisfacción del cliente: Se trata de conocer la impresión que tiene el cliente de la organización, de sus productos y/o servicios prestados.

Satisfacción del personal: Cual es la percepción que tienen los trabajadores de la propia organización.

Impacto social: Cual es el concepto que tiene de la organización la sociedad en general en temas como respeto al medio ambiente, trato a los trabajadores, aportación a la sociedad, etcétera.

Resultados económicos: Además de comprobar la obtención de los objetivos económicos también incluye este apartado la consecución de metas no financieras.

El resultado obtenido es malo, debido a la falta de existencia de políticas y estrategias de calidad bien definidas.

No se identifican, revisan y corrigen los procesos para conseguir la mejora continua de los procesos.

La empresa no se preocupa en conocer la impresión que tiene el cliente.

## AUDITORIA DE MANTENIMIENTO

**Cuadro N° 3.6.: Identificación y Caracterización de la Empresa**

A1. Fecha de la auditoria:	14/12/2012			
A2. Auditor:	Jefe de Producción			
A3. Nombre encargado del Mantenimiento	-			
A4. Clase de equipamiento y número de equipos involucrados	Estándar	Diseño especial	Específico	Total
	20	0	0	20
A5. Posee Dpto. de Mantenimiento	NO			
A6. Dependencia del departamento de mantenimiento	Jerarquía Propia	Depende Producción.	Sin Organización	
		x		
A7. Realización del Mantenimiento	Contratista	Operarios Equipo	Especialistas	No hay mant.
			x	
A8. Cómo clasifica el mantenimiento	Correctiva	Preventiva	Sintomática	Otro tipo
	x			
A9. Tiene definida alguna concepción del mantenimiento	Si ¿Cuál?	Gestión, Planificación y Mejora Continua		
A10. Posee Almacén de repuestos	NO			
A11. Dependencia del Almacén	Mantenimiento	Producción	Otra	Logística
			x	
A12. Satisfacción del abastecimiento de repuestos, partes y piezas	Bueno	Regular	Malo	
		x		
Observaciones y comentarios: Las operaciones de mantenimiento se realizan principalmente por el área de producción que coordina la revisión técnica y mantenimiento por parte de personal especializado.				

**Fuente: La Empresa, elaboración propia.**

**Cuadro N° 3.7.: Criticidad de las Rutas de Inspección**

				<b>Total</b>
B1. ¿Tiene las áreas de producción separadas por algún criterio?	Ninguna (1)	Parcial (3)	Todas (5)	
		<b>3</b>		3
B2. ¿Tiene identificados por algún código sus equipos?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)	
	<b>1</b>			1
B3. ¿Tiene clasificado sus equipos según su criticidad ante una falla?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)	
	<b>1</b>			1
B4. ¿Puede cuantificar la incidencia de la falla de un equipo sobre otro(s)?	No (1)	Parcial (3)	Si (5)	
		<b>3</b>		3
B5. ¿Tiene un layout de planta que describa e identifique todos los equipos?	No (1)	Parcial (3)	Si (5)	
			<b>5</b>	5
B6. ¿Tiene líneas en paralelo en su sistema de producción?	No (X)		Si (X)	
	<b>x</b>			
B7. ¿Tiene identificadas las líneas según su criticidad para el proceso?	No (X)	Es única (X)	Si (X)	
	<b>x</b>			
B8. ¿Algún(os) equipo produce cuello de botella?	No (X)		Si (X)	
			<b>x</b>	
B9. ¿Tiene identificado para cada equipo los riesgos para el operario?	No (1)	Parcial (3)	Todos (5)	
		<b>3</b>		3
B10. ¿Sabe cuanto tiempo toma cada proceso en la línea de producción?	No (1)	Parcial (3)	Todos (5)	
		<b>3</b>		3
B11. ¿Tiene estipulado tiempos estándares para el mantenimiento de equipos?	No (1)	Parcial (3)	Todos (5)	
		<b>3</b>		3
B12. ¿Tiene calculado el volumen de trabajos de mantenimiento que puede hacer al mes?	No (1)	Parcial (3)	Todos (5)	
		<b>3</b>		3
<b>PROMEDIO</b>				<b>2.8</b>

**Observaciones y comentarios:**

Se observa que los equipos no están codificados y es resaltante que no se han clasificado según criticidad ante una falla.

**Fuente:** La Empresa, elaboración propia.

**Cuadro N° 3.8.: Manejo de la información sobre equipos**

				<b>Total</b>
C1. ¿Posee los catálogos e información técnica de todos los equipos?	Ninguno (1) <b>1</b>	Parcial (3)	Todos (5)	1
C2. ¿Posee fichas de inventario para cada equipo?	Ninguno (1) <b>1</b>	Parcial (3)	Todos (5)	1
C3. ¿Tiene procedimientos de trabajos de mantenimiento establecidos?	Ninguno (1)	Parcial (3) <b>3</b>	Todos (5)	3
C4. ¿Posee cada equipo un programa de trabajos de mantenimiento?	Ninguno (1) <b>1</b>	Parcial (3)	Todos (5)	1
C5. ¿Posee registros de los mantenimientos realizados para cada equipo?	Ninguno (1)	Parcial (3) <b>3</b>	Todos (5)	3
C6. ¿Tiene registros de tiempo de cada mantenimiento realizado?	Ninguno (1) <b>1</b>	Parcial (3)	Todos (5)	1
C7. ¿Tiene un registro de la disponibilidad de repuestos en Almacén?	Ninguno (1)	Parcial (3) <b>3</b>	Todos (5)	3
C8. ¿Tiene clasificado su stock de repuestos por algún criterio?	Ninguno (1) <b>1</b>	Parcial (3)	Todos (5)	1
C9. ¿Tiene un registro de los implementos usados para el mantenimiento?	Ninguno (1) <b>1</b>	Parcial (3)	Todos (5)	1
C10. ¿Sabe cuál es la tasa de fallas de cada equipo?	Ninguno (1)	Parcial (3) <b>3</b>	Todos (5)	3
C11. ¿Puede determinar la confiabilidad de cada equipo?	Ninguno (1) <b>1</b>	Parcial (3)	Todos (5)	1
C12. ¿Tiene clasificados a los proveedores de partes y piezas?	Ninguno (1)	Parcial (3) <b>3</b>	Todos (5)	3
C13. ¿Tiene registros de los operarios que trabajan en los equipos?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5) <b>5</b>	5
C14. ¿Tiene un programa de capacitación completo implementado?	Ninguno (1)	Parcial (3) <b>3</b>	Completo (5)	3
C15. ¿Tiene información precisa para llevar índices de control de eficiencia?	Ninguna (1) <b>1</b>	Parcial (3)	Completa (5)	1
<b>PROMEDIO</b>				<b>2.1</b>

**Observaciones y comentarios:**

Se debe archivar la información técnica de todos los equipos y registrar el tiempo de cada mantenimiento realizado.

**Fuente:** La Empresa, elaboración propia.

**Cuadro N° 3.9.: Estado del mantenimiento actual**

				<b>Total</b>
D1. ¿Se revisan todos los equipos cada vez que comienza un turno?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)	
		<b>3</b>		3
D2. ¿Los operadores de los equipos realizan tareas simples de mantenimiento?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)	
		<b>3</b>		3
D3. ¿Se tiene una rutina preestablecida de intervenciones diaria?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)	
		<b>3</b>		3
D4. ¿Se mantiene una bitácora de mantenimientos diarios?	Ninguna (1)	Parcial (3)	Completa (5)	
	<b>1</b>			1
D5. ¿Se sabe cuanto tiempo se requiere para hacer el diagnóstico de una falla?	No (1)	Aproximado (3)	Si (5)	
	<b>1</b>			1
D6. ¿Sabe cuanto es el tiempo de abastecimiento para cada grupo de repuestos?	No (1)	Aproximado (3)	Si (5)	
		<b>3</b>		3
D7. ¿Sabe exactamente el número de trabajos pendientes por período?	No (1)	Aproximado (3)	Si (5)	
		<b>3</b>		3
D8. ¿Tiene control sobre las horas extras necesarias para terminar trabajos?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Completo (5)	
		<b>3</b>		3
D9. ¿Tiene algún criterio para dar prioridad en la ejecución de trabajos?	No (1)	Aproximado (3)	Si (5)	
			<b>5</b>	5
D10. ¿La información capturada en operaciones es legible, útil y oportuna?	Ninguna (1)	Parcial (3)	Toda (5)	
		<b>3</b>		3
D11. ¿Tiene un registro de trabajos de emergencia y programados?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Completo (5)	
		<b>3</b>		3
D12. ¿Tiene cuantificado el tiempo de producción perdido por fallas?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Completo (5)	
		<b>3</b>		3
D13. ¿Tiene cuantificado el tiempo que se demora en hacer efectiva el mantenimiento?	No (1)	Aproximado (3)	Si (5)	
		<b>3</b>		3
D14. ¿Mantiene un control sobre el tiempo empleado en reparaciones ?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Completo (5)	
		<b>3</b>		3
D15. ¿Compara el tiempo real con el tiempo estipulado en las órdenes de trabajo?	No (1)	A veces (3)	Si (5)	
		<b>3</b>		3
<b>PROMEDIO</b>				<b>2.9</b>

**Observaciones y comentarios**

Se conoce el tiempo de producción perdido por fallas debido a que se lleva un registro de control de la producción diaria, por tanto también se conoce el tiempo de demora en hacer efectivo el mantenimiento.

**Fuente: La Empresa, elaboración propia.**

**Cuadro N° 3.10.: Antecedentes del costo de Mantenimiento**

				<b>Total</b>
E1. ¿Sabe en que año adquirió cada uno de sus equipos?	Ninguno (1) 1	Parcial (3)	Todos (5)	1
E2. ¿Sabe el valor de adquisición de cada uno de sus equipos?	Ninguno (1) 1	Parcial (3)	Todos (5)	1
E3. ¿Tiene definida la tasa de depreciación de cada equipo?	Ninguno (1) 1	Parcial (3)	Todos (5)	1
E4. ¿Sabe cuál es el costo de los repuestos para cada equipo?	No (1)	Aproximado (3) 3	Si (5)	3
E5. ¿Sabe cuál es el costo de la mano de obra de mantenimiento por especialidad?	No (1)	Aproximado (3) 3	Si (5)	3
E6. ¿Sabe cual es el costo de pérdida de de producción por falla de cada equipo?	No (1)	Aproximado (3) 3	Si (5)	3
E7. ¿Evalúa anualmente el reemplazo de los equipos a su cargo?	Ninguno (1) 1	Parcial (3)	Todos (5)	1
E8. ¿Sabe la razón de costos entre mantenimiento y costo total del producto?	No (1)	Aproximado (3) 3	Si (5)	3
E9. ¿Tiene una relación de cantidad entre personal de mantenimiento y producción?	No (1) 1	Aproximada (3)	Si (5)	1
E10. ¿Puede medir la desviación entre el costo real y el costo presupuestado?	No (1)	Parcial (3) 3	Si (5)	3
E11. ¿Lleva un control de gastos de mantenimiento por equipo y por tipo?	No (1)	Parcial (3) 3	Si (5)	3
E12. ¿Lleva un control estadístico de los gastos de mantenimiento por equipo?	No (1) 1	Parcial (3)	Si (5)	1
E13. ¿Puede definir el tamaño del inventario para una disponibilidad dada del equipo?	No (1) 1	Parcial (3)	Si (5)	1
E14. ¿Sabe donde es más rentable subcontratar que trabajar con recursos propios ?	No (1)	Parcial (3) 3	Si (5)	3
E15. ¿Puede definir las políticas de mantenimiento en base a los costos alternativos ?	No (1) 1	Parcial (3)	Si (5)	1
<b>PROMEDIO</b>				<b>1.9</b>

**Observaciones y comentarios**

El promedio obtenido es bajo debido a que no se lleva un control del costo de los repuestos de cada equipo, mano de obra de mantenimiento y perdida de producción por cada falla.

**Fuente: La Empresa, elaboración propia.**

**Cuadro N° 3.11.: Efectividad del Mantenimiento Actual**

				<b>Total</b>
F1. ¿Sabe cuál es la relación de paros programados y paros imprevistos?	No (1)	Parcial (3)	Si (5)	
		<b>3</b>		3
F2. ¿Se cumple el programa de trabajos programados de mantenimiento?	No (1)	Parcial (3)	Si (5)	
		<b>3</b>		3
F3. ¿Se lleva un control del estado de avance de las ordenes de trabajo (O.T.) ?	No (1)	Parcial (3)	Si (5)	
		<b>3</b>		3
F4. ¿Conoce el lapso de tiempo medio entre el aviso de la falla y la emisión de la O.T. ?	No (1)	Parcial (3)	Si (5)	
	<b>1</b>			1
F5. ¿Conoce el tiempo medio de aprobación de una orden de trabajo ?	No (1)	Parcial (3)	Si (5)	
		<b>3</b>		3
F6. ¿Tiene definidos los procedimientos para realizar el mantenimiento preventivo ?	No (1)	Parcial (3)	Si (5)	
		<b>3</b>		3
F7. ¿Tiene definidos los procedimientos para enfrentar el mantenimiento correctivo ?	No (1)	Parcial (3)	Si (5)	
			<b>5</b>	5
F8. ¿Sabe cuál es la relación de trabajos pendientes y trabajos programados ?	No (1)	Parcial (3)	Si (5)	
		<b>3</b>		3
F9. ¿Sabe cuál es la relación de tiempo extra y tiempo para trabajos programados ?	No (1)	Parcial (3)	Si (5)	
		<b>3</b>		3
F10. ¿Cómo es la relación entre la gente de operación y la gente de mantenimiento?	Mala (1)	Regular (3)	Buena (5)	
		<b>3</b>		3
F11. ¿Cómo es la actitud de la administración superior hacia mantenimiento ?	Mala (1)	Regular (3)	Buena (5)	
		<b>3</b>		3
F12. ¿Cómo es la colaboración de los departamentos relacionados con mantenimiento?	Mala (1)	Regular (3)	Buena (5)	
			<b>5</b>	5
F13. ¿Considera que el nivel de capacitación es acorde a la tecnología del equipamiento?	No (1)	Parcial (3)	Si (5)	
	<b>1</b>			1
F14. ¿Cómo considera el nivel de rotación del personal de mantenimiento?	Bajo (1)	Normal (3)	Alto (5)	
	<b>1</b>			1
F15. ¿Son suficientes las herramientas y equipos de trabajo para el mantenimiento?	No (1)	Parcial (3)	Si (5)	
		<b>3</b>		3
F16. ¿Tiene definido el punto de equilibrio de los repuestos necesarios por equipo?	No (1)	Parcial (3)	Si (5)	
	<b>1</b>			1
<b>PROMEDIO</b>				<b>2.8</b>

**Observaciones y comentarios**

No se capacita al personal de mantenimiento, y el personal destinado a esa función es mínimo.

**Fuente: La Empresa, elaboración propia.**

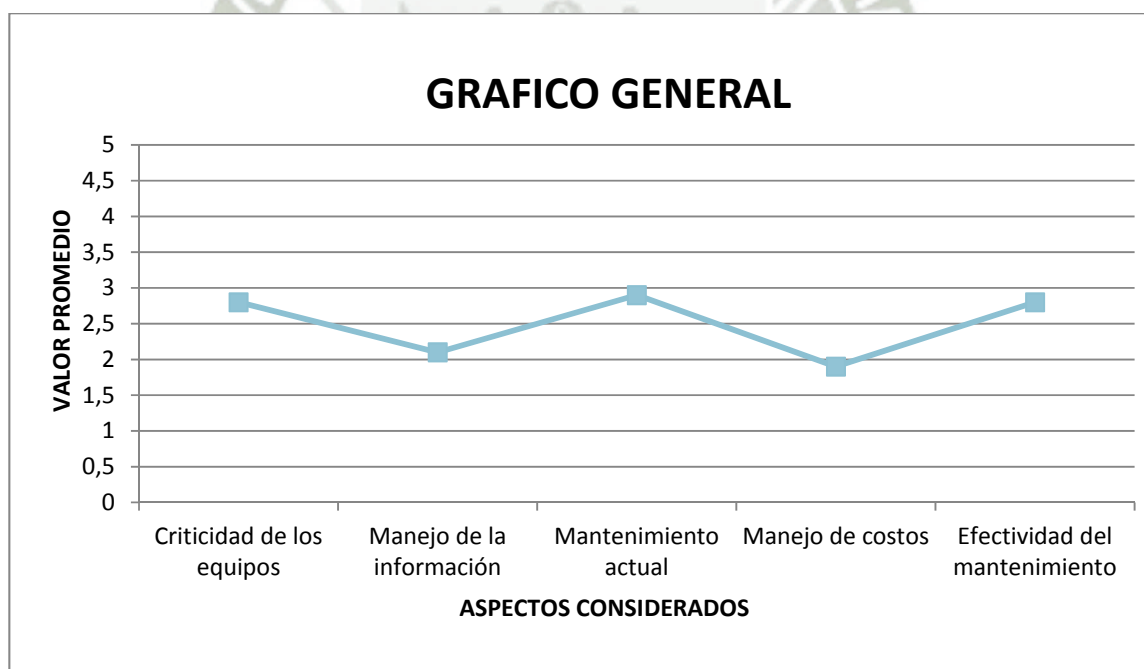
## RESUMEN DE LA AUDITORIA DE MANTENIMIENTO

Cuadro N° 3.12.: Resultado Resumen de Auditoria

Aspectos Considerados	Valor
Criticidad de los equipos	2.8
Manejo de la información	2.1
Mantenimiento actual	2.9
Manejo de costos	1.9
Efectividad del mantenimiento	2.8

Fuente: La empresa, Elaboración propia

Gráfico N° 3.3.: Resumen de la Auditoria



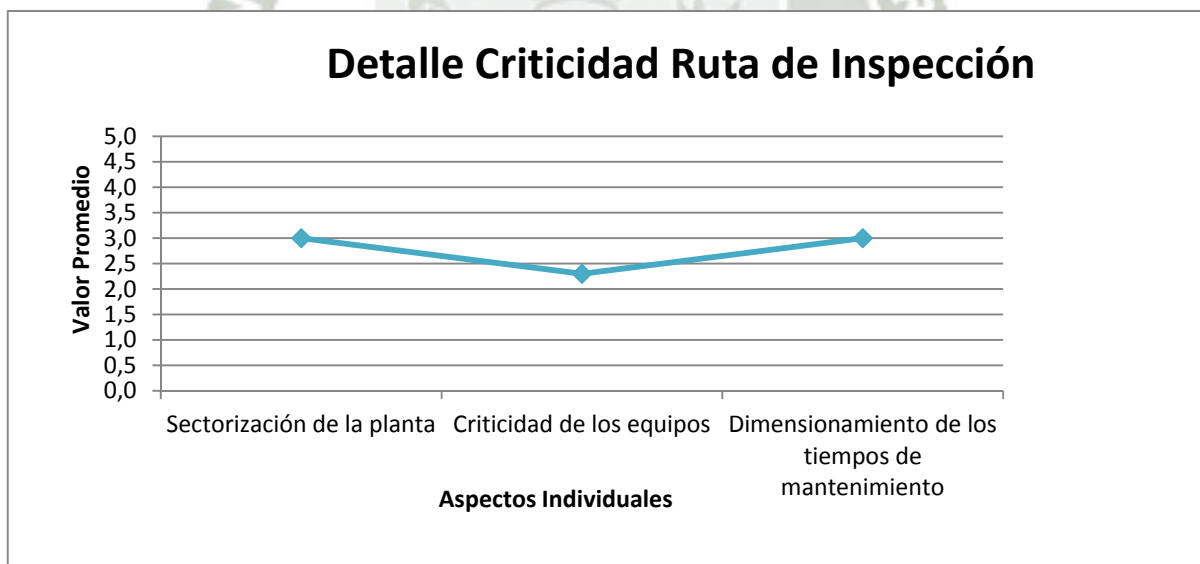
Fuente: La empresa, Elaboración propia

**Cuadro N° 3.13.: Resultado Criticidad de las Rutas de Inspección**

Aspectos individuales considerados	Valor	Calificación
Sectorización de la planta	3.0	Aspecto regular
Criticidad de los equipos	2.3	Aspecto regular
Dimensionamiento de los tiempos de mantenimiento	3.0	Aspecto regular

Fuente: La empresa, Elaboración propia

**Gráfico N° 3.4.: Criticidad de las Rutas de Inspección**



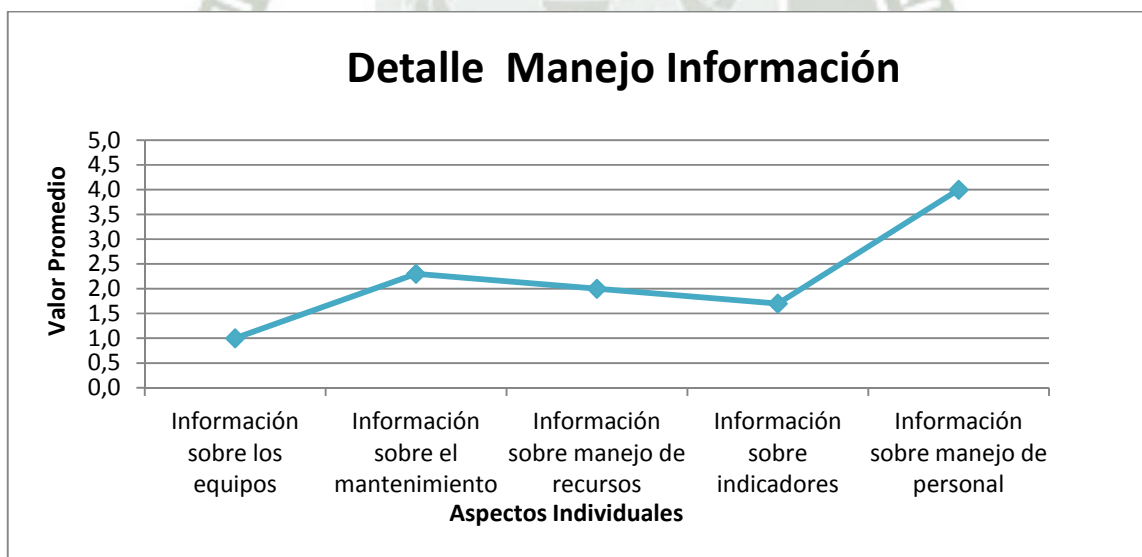
Fuente: La empresa, Elaboración propia

**Cuadro N° 3.14.: Resultado Manejo de Información**

Aspectos individuales considerados	Valor	Calificación
Información sobre los equipos	<b>1.0</b>	Aspecto con deficiencias
Información sobre el mantenimiento	<b>2.3</b>	Aspecto regular
Información sobre manejo de recursos	<b>2.0</b>	Aspecto regular
Información sobre indicadores	<b>1.7</b>	Aspecto regular
Información sobre manejo de personal	<b>4.0</b>	Aspecto bien implementado

Fuente: La empresa, Elaboración propia

**Gráfico N° 3.5.: Manejo de Información**



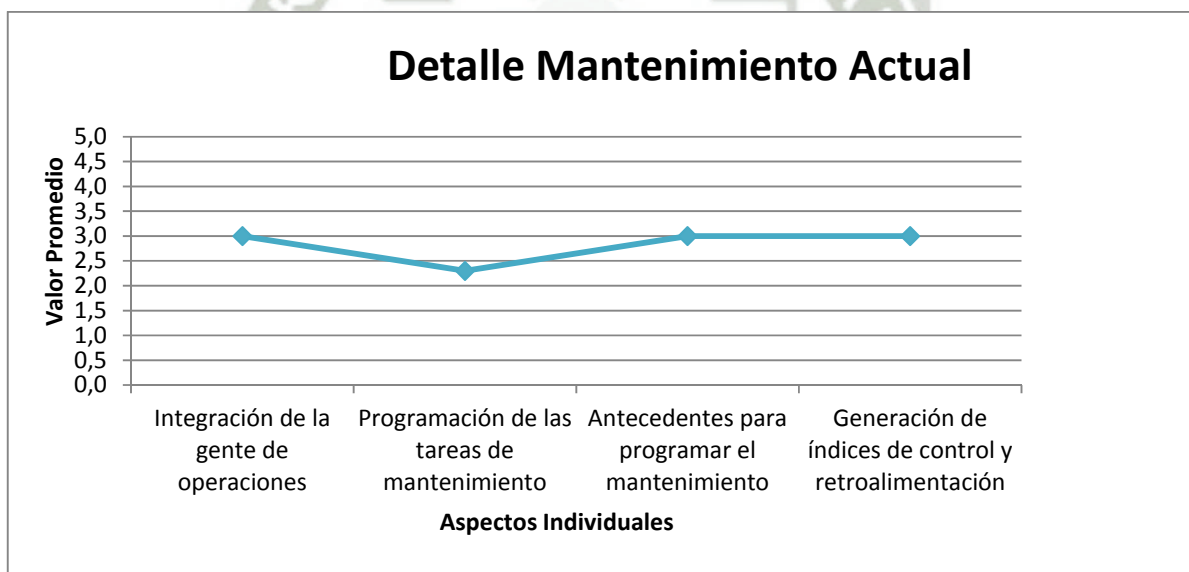
Fuente: La empresa, Elaboración propia

**Cuadro N° 3.15.: Resultado Mantenimiento Actual**

Aspectos individuales considerados	Valor	Calificación
Integración de la gente de operaciones	3.0	Aspecto regular
Programación de las tareas de mantenimiento	2.3	Aspecto regular
Antecedentes para programar el mantenimiento	3.0	Aspecto regular
Generación de índices de control y retroalimentación	3.0	Aspecto regular

Fuente: La empresa, Elaboración propia

**Gráfico N° 3.6.: Mantenimiento Actual**



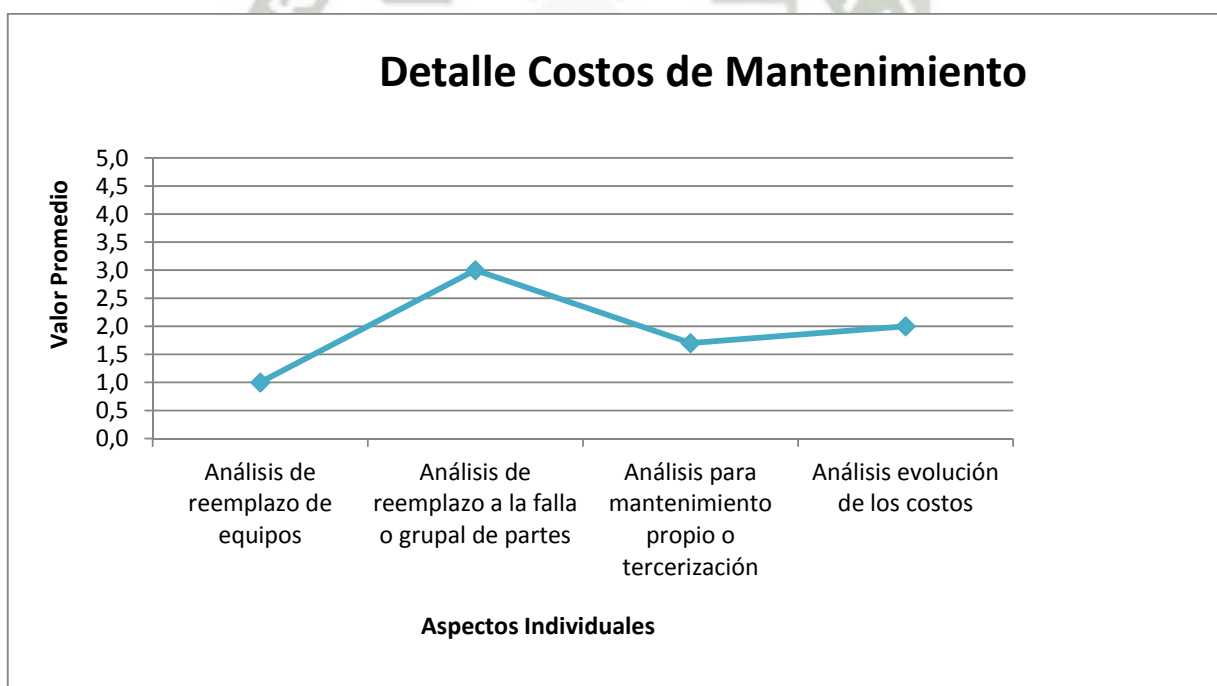
Fuente: La empresa, Elaboración propia

**Cuadro N° 3.16.: Resultado Costos de Mantenimiento**

Aspectos individuales considerados	Valor	Calificación
Análisis de reemplazo de equipos	1.0	Aspecto con deficiencias
Análisis de reemplazo a la falla o grupal de partes	3.0	Aspecto regular
Análisis para mantenimiento propio o tercerización	1.7	Aspecto regular
Análisis evolución de los costos	2.0	Aspecto regular

Fuente: La empresa, Elaboración propia

**Gráfico N° 3.7.: Costos de Mantenimiento**



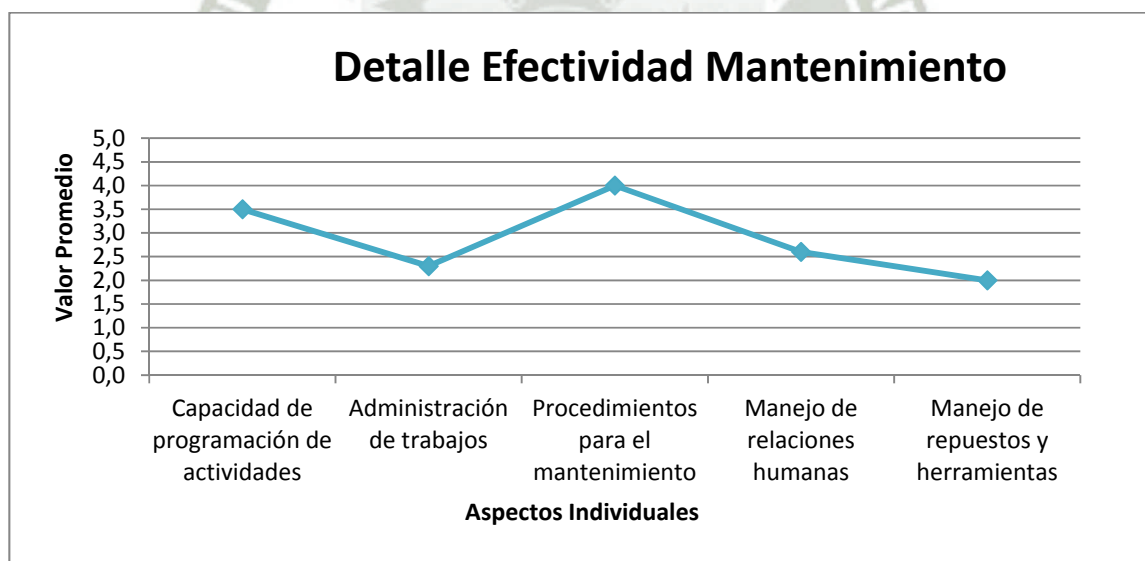
Fuente: La empresa, Elaboración propia

**Cuadro N° 3.17.: Resultado Efectividad del Mantenimiento Actual**

Aspectos individuales considerados	Valor	Calificación
Capacidad de programación de actividades	3.5	Aspecto bien implementado
Administración de trabajos	2.3	Aspecto regular
Procedimientos para el mantenimiento	4.0	Aspecto bien implementado
Manejo de relaciones humanas	2.6	Aspecto regular
Manejo de repuestos y herramientas	2.0	Aspecto regular

Fuente: La empresa, Elaboración propia

**Gráfico N° 3.8.: Efectividad del Mantenimiento Actual**



Fuente: La empresa, Elaboración propia

Como resultado de la auditoria de mantenimiento, se obtuvo una calificación regular, de lo que se puede resaltar lo siguiente:

-La empresa no cuenta con un área específica destinada al mantenimiento de los equipos, herramientas e instalaciones de la empresa, sino que esta tarea la realiza el área de producción.

-El mantenimiento realizado a los equipos es correctivo, no se cuenta con un programa de mantenimiento preventivo, no se tiene fichas técnicas de los equipos, ni historial de los mantenimientos realizados.

-El personal que realiza el mantenimiento es personal del área de producción que tiene conocimientos sobre el funcionamiento de los equipos y herramientas, y cuando es necesario un mantenimiento especializado, se contacta a un técnico para que realice el trabajo.

-El personal que opera los equipos, no es capacitado en mantenimiento de sus equipos.

-Una vez que se produce la falla, el área de producción cuantifica y registra el tiempo utilizado en realizar el mantenimiento, así como el personal involucrado, ya que al tener una programación de producción ajustada, las paradas imprevistas de los equipos repercuten en el tiempo de entrega de los filtros prensa u otros repuestos.

**Cuadro N° 3.18.: Cuestionario – Personal de Producción**

<b>Cuestionario</b>		
Fecha de Ejecución:	14/12/2012	
Proceso de Producción:	Fabricación de Filtros Prensa	
Población:	Personal de Producción	
<b>Pregunta</b>	<b>Alternativas</b>	<b>Resultados</b>
1.- ¿Cómo se lleva a cabo la planeación de la producción?	A) Las actividades de producción son planeadas permanentemente.	10%
	B) En algunas ocasiones se planean las actividades de producción.	40%
	C) No se lleva a cabo ningún tipo de planeación.	50%
2.- ¿Cómo se lleva a cabo el proceso de producción o de servicios?	A) Es lógico y funcional.	10%
	B) En ocasiones presenta cuellos de botella.	70%
	C) Frecuentemente presenta problemas y es deficiente.	20%
3.- ¿Cómo se realiza el control de procesos?	A) Se tienen medios de control en los procesos	10%
	B) Se cuenta con algunos medios de control en los procesos	20%
	C) Se carecen de medios de control en los procesos	70%
4.- ¿Cómo se controlan los costos de producción?	A) Los estima con base a un sistema de costos	10%
	B) No siempre aplica un sistema de costos	10%
	C) Estima los costos con base a la experiencia e intuición	80%
5.- ¿Se aprovecha la capacidad de la maquinaria y equipo?	A) Su aprovechamiento es superior al 60%	80%
	B) Se aprovecha entre el 40% y 60%	20%
	C) Su aprovechamiento es menor al 40%	0%
6.- ¿Cuál es su percepción en cuanto a la maquinaria y equipo?	A) Es suficiente y con tecnología adecuada	0%
	B) Es suficiente pero no adecuada o bien, es adecuada pero no suficiente	50%
	C) No es suficiente ni adecuada	50%

Fuente: La empresa, Elaboración propia

El cuestionario se realizó al personal del área de producción, luego de obtener los resultados, se observa lo siguiente:

-La capacidad de maquinaria y equipo en la planta, no es suficiente, esto produce cuellos de botella y por ende retrasos en la producción; las órdenes de compra de repuestos y otros, además de los viajes de personal para el mantenimiento a las unidades mineras hacen imposible que se cumpla con los tiempos de entrega establecidos.

-Para la planificación de la producción de filtros prensa, se realizan cronogramas según tiempos estimados de fabricación que tienen como base información antigua.

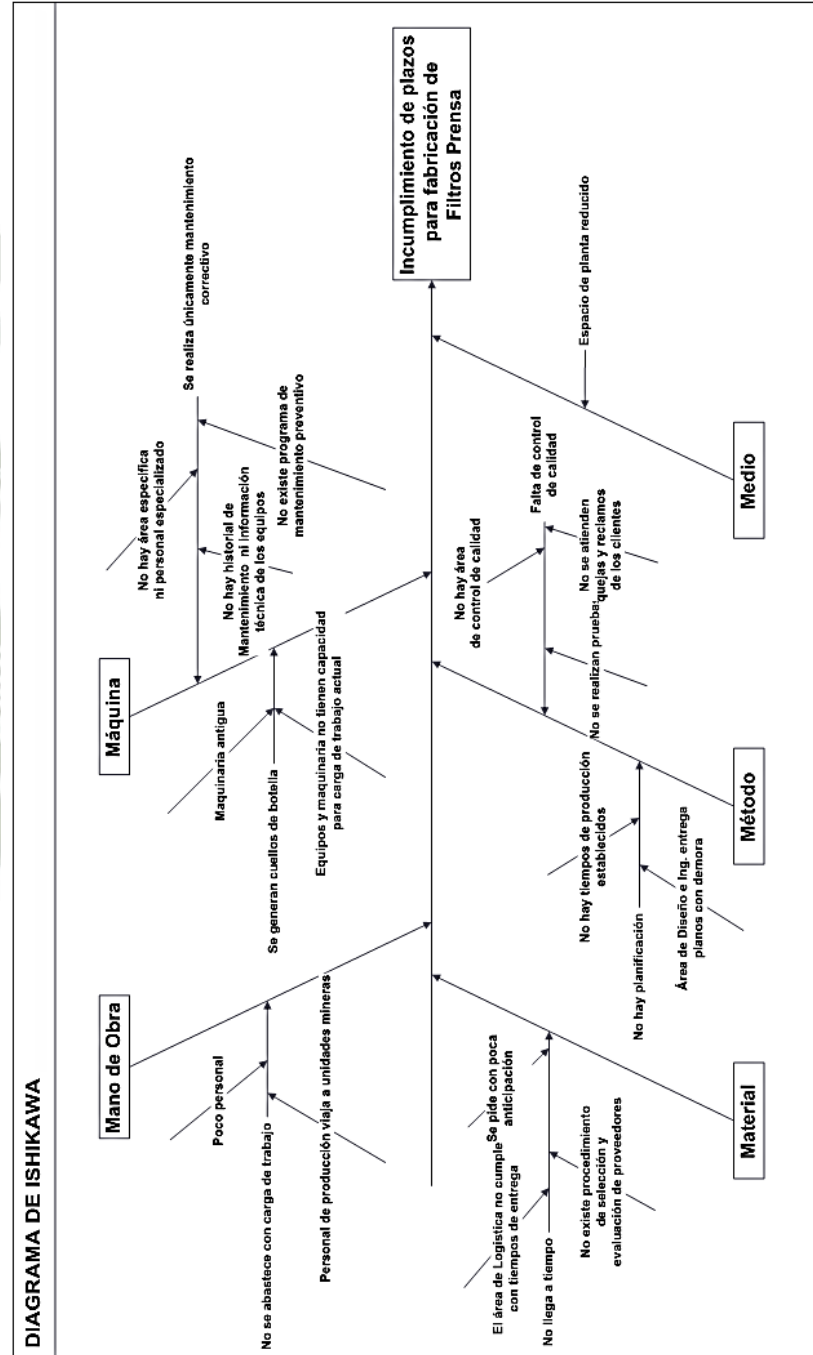
-Los costos de producción, son estimados en base y la experiencia del Jefe del área de producción.



### 3.6. DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA DE LA PRODUCCIÓN

#### 3.6.1. Diagrama de Ishikawa

Esquema N° 3.18.: Diagrama de Ishikawa



Fuente: La empresa, Elaboración propia

Actualmente, el principal problema que afronta la empresa es el incumplimiento de plazos establecidos con el cliente para la fabricación de Filtros Prensa.

Para realizar el diagrama, se tomaron en cuenta 05 aspectos: Mano de obra, máquina, material, método y medio.

Se aprecia que el personal no se abastece con la actual carga de trabajo, esto debido a que personal de producción también viaja a las Unidades Mineras cuando se requiere visitas técnicas, mantenimiento o se producen emergencias.

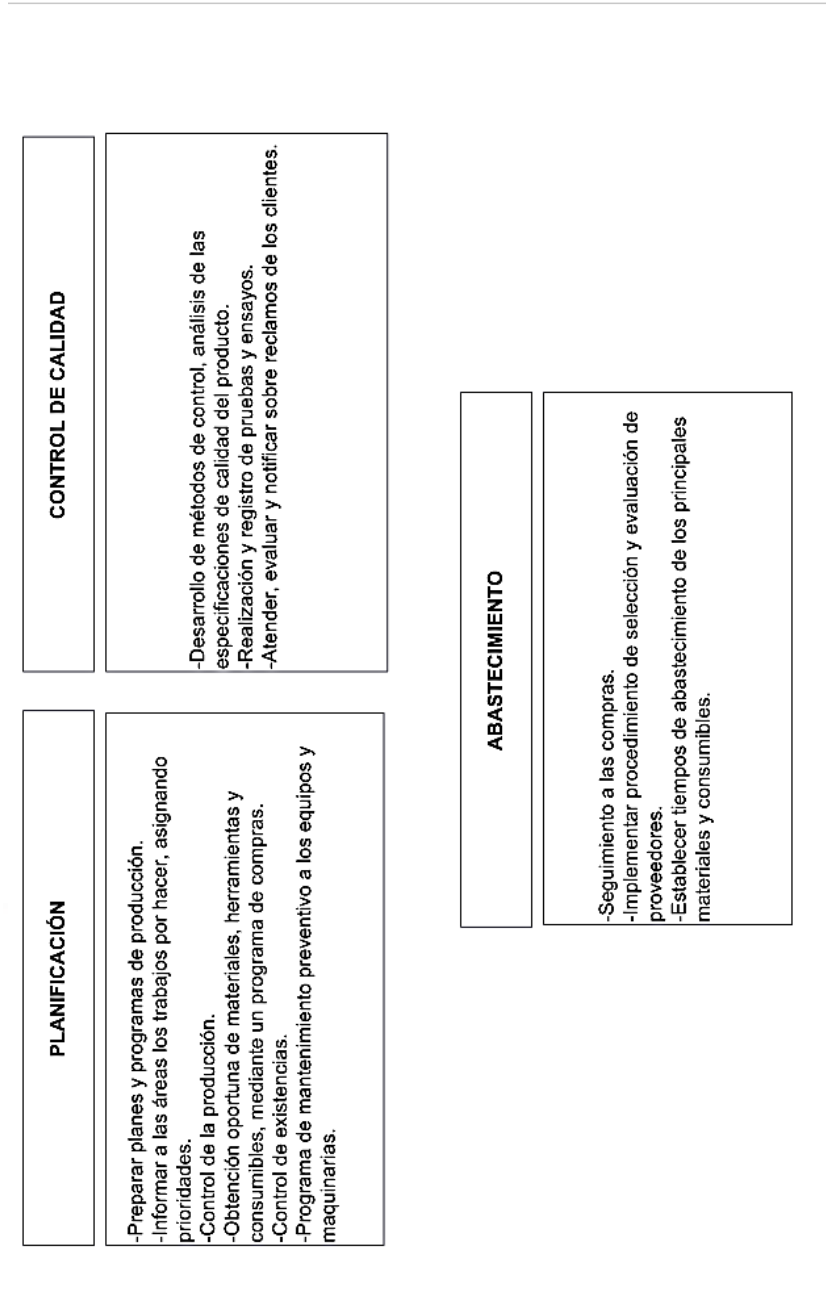
En cuanto a las máquinas, se producen cuellos de botella, principalmente en los tornos y mandrinos. La maquinaria con la que se cuenta es antigua y no recibe un mantenimiento adecuado, ya que se realiza una vez que el equipo detiene su funcionamiento, por tanto el tiempo en reparación y costo son mayores.

En ocasiones hay retrasos con la llegada de materiales, esto debido a que el área de diseño e ingeniería entrega algunos planos de fabricación con retraso, además que el área de Logística no realiza un adecuado seguimiento de las compras.

No hay una adecuada planificación, se realizan cronogramas de fabricación, pero el tiempo estimado de las actividades se basa en el criterio del Gerente de Proyectos, debiendo ser el Jefe de producción y personal de planta que brinden estos tiempos en consenso, además que no se tienen en cuenta los recursos y otros trabajos adicionales que se encargan a la empresa, como la fabricación de repuestos y el viajes o visitas técnicas inesperadas. Otro problema es que no se realiza control de calidad sobre las piezas, esto genera que en ocasiones se realicen algunos reprocesos o retrabajos sobre piezas terminadas, demorando aún más el tiempo de fabricación.

### 3.6.2. Diagrama de Afinidad

Esquema N° 3.19.: Diagrama de Afinidad



Fuente: La empresa, Elaboración propia

Se ordenó la información disponible, encontrando los factores que influyen principalmente a la producción:

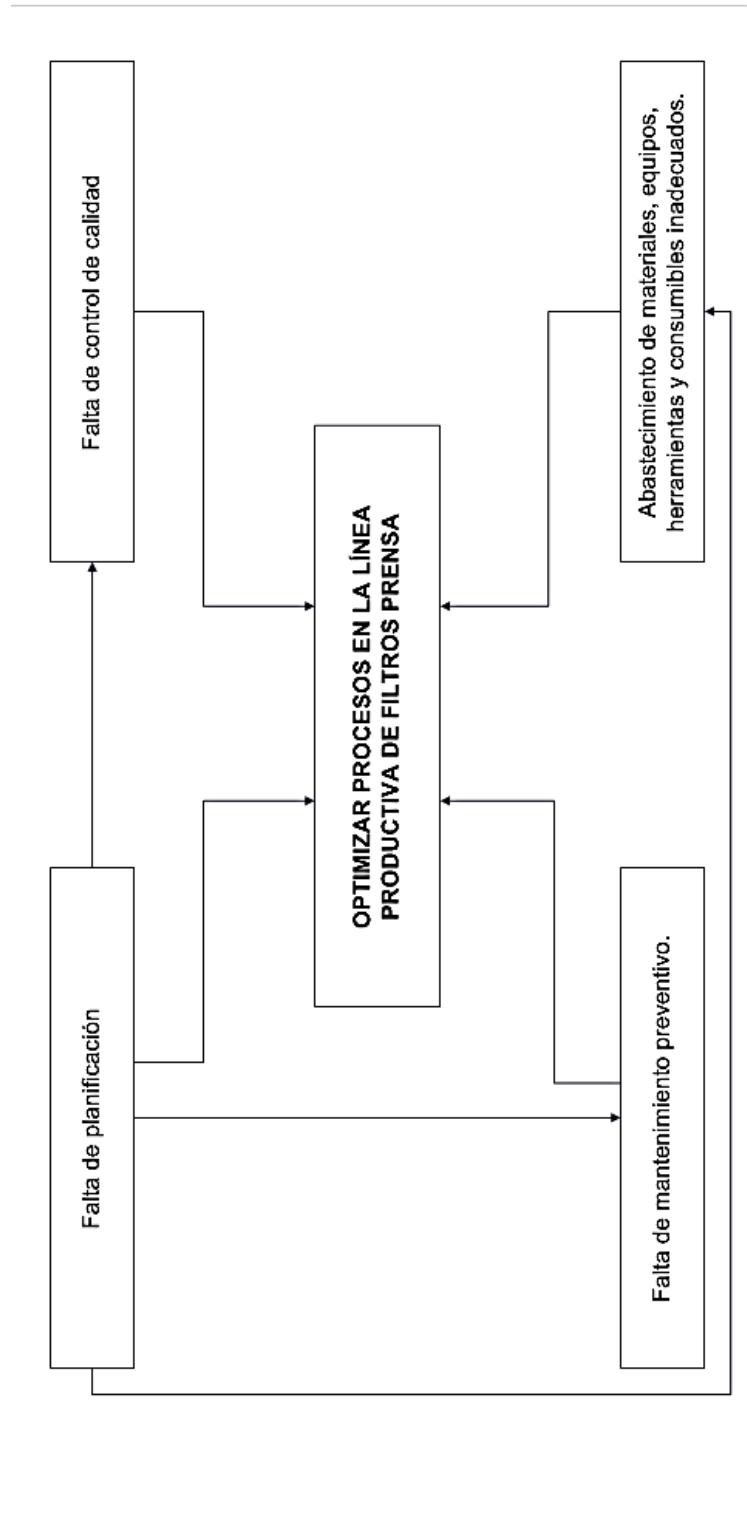
**Planificación:** Se debe preparar un plan de compras a partir de un Cronograma de Producción bien establecido, implementar un Programa de Mantenimiento Preventivo a la maquinaria y equipos.

**Control de Calidad:** Es necesario que se desarrolle métodos de control para poder cumplir con las especificaciones de calidad del producto, toda esta información se debe registrar. Adicional a ello, hay ocasiones en que los clientes presentan quejas y reclamos, que deben ser registrados y atendidos en la brevedad.

**Abastecimiento:** Es necesario que se haga un adecuado seguimiento a las compras. Para poder evitar demoras por parte de los proveedores, no existe un procedimiento de selección y evaluación de proveedores y no hay tiempos de abastecimiento establecidos para los diferentes materiales y consumibles.

### 3.6.3. Diagrama de Relaciones (Convergencia en el centro)

Esquema N° 3.20.: Diagrama de Relaciones



Fuente: La empresa, Elaboración propia

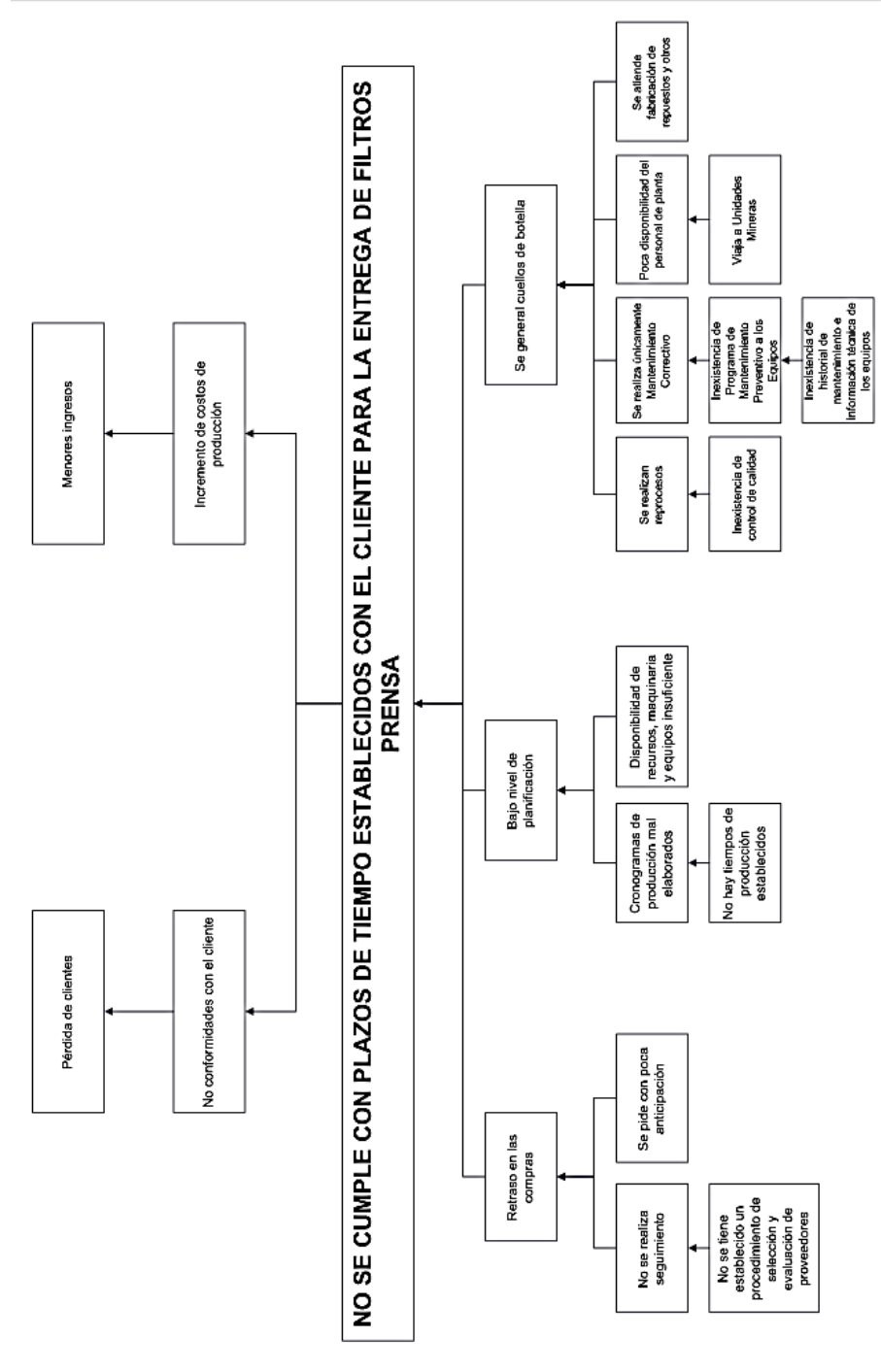
En el Diagrama de Relaciones, se puede observar que los principales problemas se relacionan directamente con la falta de planificación, resultando esta como la principal causa de la demoras en la fabricación.

Si se desea optimizar los procesos en la línea productiva de filtros prensa, se debería atacar principalmente este problema raíz.



3.6.4. Árbol de Problemas

Esquema N° 3.21.: Árbol de Problemas



Fuente: La empresa, Elaboración propia

### 3.6.5 Diagrama de Pareto

Requiere que se ordenen los datos obtenidos asignando un orden de prioridades y el diagrama obtenido permite mostrar gráficamente el principio de Pareto, es decir, que hay muchos problemas sin importancia frente a unos pocos graves.

Para realizar el diagrama se determinó los pesos de la problemática encontrada, (*Ver Cuadro 3.18. Determinación de los pesos de la problemática encontrada*).

Utilizando las diferentes herramientas de diagnóstico, se determinaron los siguientes indicadores:

Cantidad de maquinaria y equipos disponibles, tiempo de producción por actividad, tiempo de reparación de equipos, cantidad de personal contratado, tiempo de cotización y realización de órdenes de compra, nivel de cumplimiento (cliente interno) y cantidad de reclamos atendidos (cliente interno).

**Cuadro N° 3.19.: Determinación de los pesos de los indicadores de la problemática encontrada**

<b>I1</b>	<b>I2</b>	<b>I3</b>	<b>I4</b>	<b>I5</b>	<b>I6</b>	<b>I7</b>	<b>Factor</b>	<b>Suma</b>	<b>Peso</b>
	I2	I3	I1	I1	I1	I1	I1	5	0.161
	3	2	2	1	1	1			
	<b>I2</b>	I3	I2	I2	I2	I2	I2	8	0.258
	2	2	3	1	2	2			
	<b>I3</b>	I3	I3	I3	I3	I7	I3	7	0.226
	3	3	1	1	3	2			
	<b>I4</b>	I4	I4	I4	I4	I7	I4	4	0.129
	1	1	1	3	1	1			
	<b>I5</b>	I6	I5	I5	I5	I5	I5	1	0.032
	3	2	2	2	1	1			
	<b>I6</b>	I6	I6	I6	I6	I6	I6	3	0.097
3	3	3	3	3	3				
<b>I7</b>	I7	I7	I7	I7	I7	I7	3	0.097	
							31	1	

<b>Relación</b>	
3	Fuerte
2	Regular
1	Débil

<b>Código</b>	<b>Descripción de Indicadores</b>
I1	Tiempo de reparación de equipos
I2	Cantidad de maquinaria y equipos disponibles
I3	Tiempo de producción por actividad
I4	Cantidad de personal contratado
I5	Tiempo de cotización y realización de órdenes de compra
I6	Nivel de cumplimiento con el cliente (cliente interno)
I7	Cantidad de reclamos atendidos (cliente interno)

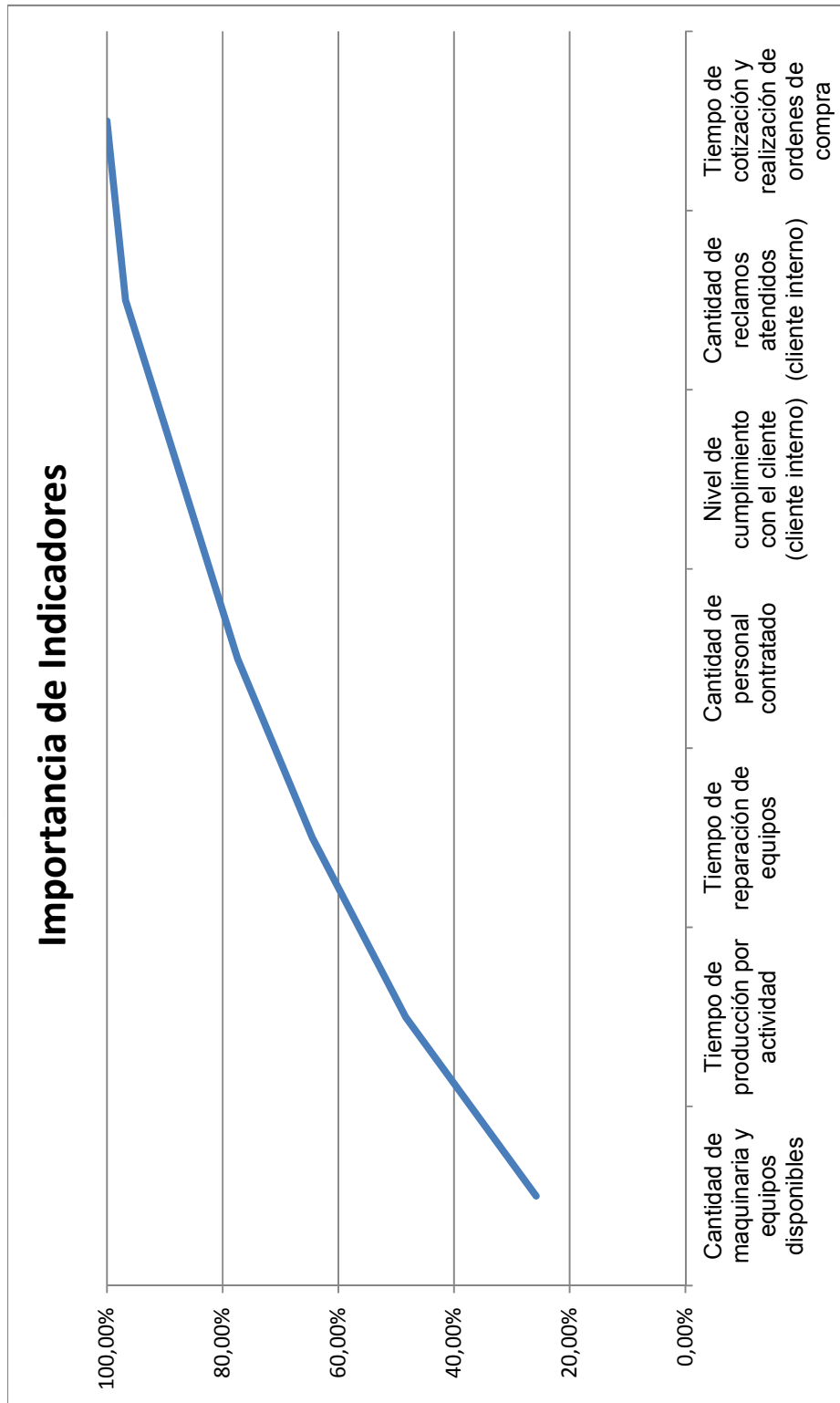
**Fuente:** Elaboración propia

Cuadro N° 3.20.: Indicadores de la problemática

Indicadores	Grado Importancia	%	% Acumulado
Cantidad de maquinaria y equipos disponibles	0.258	25.81%	25.81%
Tiempo de producción por actividad	0.226	22.58%	48.39%
Tiempo de reparación de equipos	0.161	16.13%	64.52%
Cantidad de personal contratado	0.129	12.90%	77.42%
Nivel de cumplimiento con el cliente (cliente interno)	0.097	9.68%	87.10%
Cantidad de reclamos atendidos (cliente interno)	0.097	9.68%	96.77%
Tiempo de cotización y realización de órdenes de compra	0.032	3.23%	100.00%
	1.000	100.00%	

Fuente: La empresa, Elaboración propia

Gráfico N° 3.9.: Importancia de los indicadores



Fuente: La empresa, Elaboración propia

### 3.6.6 Resultado de Diagnostico

Luego de realizado el diagnostico, se puede concluir lo siguiente:

-El principal inconveniente en la empresa, es el incumplimiento de plazos de entrega de Filtros Prensa a los clientes, aun siendo este equipo el que genera mayores utilidades y principal producto que la empresa ofrece en el mercado.

-Actualmente, se atiende fabricaciones de Filtros Prensa, repuestos y otros, resultando insuficiente la cantidad de personal contratado y/o equipos y maquinaria disponible para el cumplimiento de las entregas.

Adicional a ello, en ocasiones se realizan visitas técnicas y/o mantenimiento, o se presentan emergencias en las unidades mineras, requiriendo que el personal especializado viaje produciendo retrasos en la producción.

-La maquinaria con la que se cuenta es antigua, no existe un programa de mantenimiento preventivo, produciendo cuellos de botella y demoras en la secuencia de fabricación cuando se producen las fallas.

-El proceso de producción, en ocasiones, se ve afectado por la demora en la llegada de materiales y consumibles. Esto se produce por la falta de seguimiento a las compras y las demoras de los proveedores en atender los pedidos.

No existe un procedimiento de selección y evaluación de proveedores.

-La mayor parte de materiales que llegan cumplen con las especificaciones requeridas por el área de Diseño e Ingeniería y Producción.

-No se realiza una correcta planificación de los trabajos, se realizan cronogramas de fabricación sin tener en cuenta los

recursos, el tiempo real que demora cada proceso y que la empresa también atiende otras fabricaciones y servicios.

-No existe un área de calidad o personal que se encargue de la tarea, por tanto no se han establecido oficialmente las pruebas y/o ensayos que se realizan para asegurar la calidad en el proceso de fabricación.

-Las actividades y carga de trabajo de la empresa, se incrementaron en los últimos años, resultando el espacio actual muy reducido. (La empresa se encuentra en proceso de construcción de una nueva planta que si se ajustará a las necesidades actuales).

-En cuanto a los clientes, en ocasiones, presentan no conformidades con el trabajo realizado, ya sea por las demoras o fallas que se producen en el momento del inicio de funcionamiento.

No se atienden ni registran, de manera adecuada, las quejas y reclamos.

## CAPITULO 4: PROPUESTA

---

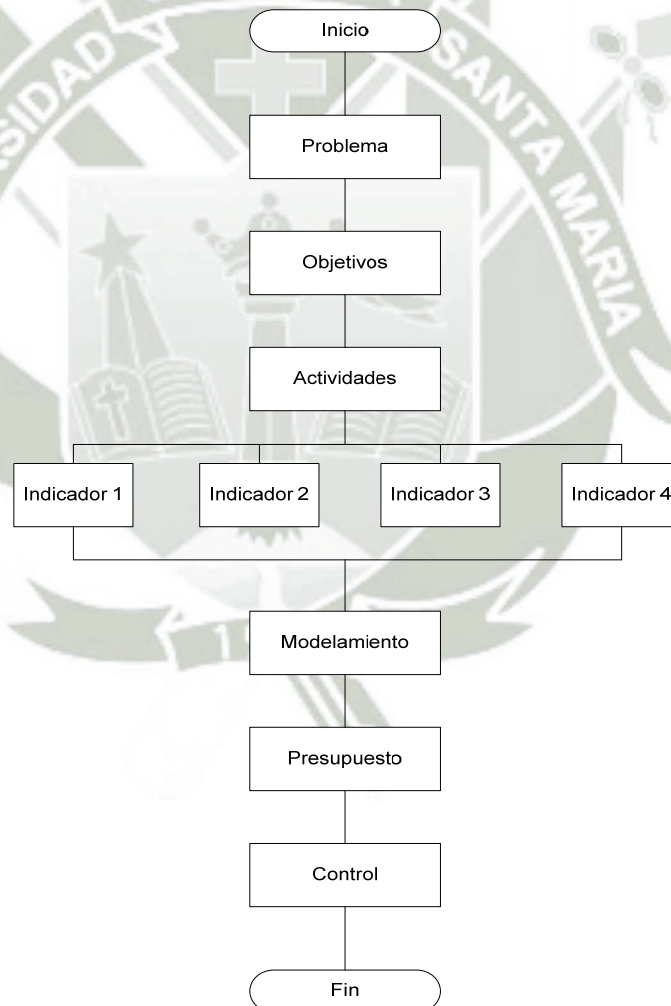


#### 4.1. PROPÓSITO

Mediante la presente propuesta se pretende alcanzar la optimización de procesos en la línea productiva de filtros prensa para concentrados y relaves en una empresa industrial, permitiendo cumplir con los plazos de entrega establecidos con el cliente, mediante una adecuada planificación de los trabajos.

#### 4.2. METODOLOGIA

**Esquema N° 4.1.: Metodología**



**Fuente: Elaboración Propia**

#### 4.3. OBJETIVOS

- Desarrollar y describir los principales indicadores para la optimización de proceso.
- Describir las actividades para la implementación y optimización de los indicadores.
- Establecer el presupuesto para la optimización de los indicadores.

#### 4.4. INDICADORES

De acuerdo a los datos obtenidos en el diagrama de Pareto, se trabajaran los siguientes indicadores:

**Cuadro N° 4.1.: Indicadores de la problemática**

Indicadores	Descripción	Expresión
Cantidad de maquinaria y equipos disponibles	Relación de equipos óptimos para la producción	Cantidad de Equipos Actuales/Cantidad de equipos requeridos
Tiempo de producción por actividad	Tiempo requerido para el cumplimiento de la actividades	Tiempo utilizado / tiempo requerido o planificado
Tiempo de reparación de equipos	Tiempo de mantenimiento	$\% = \text{Tiempo utilizado} / \text{Tiempo programado} \times (100)$
Cantidad de personal contratado	Personal necesario para el cumplimiento de actividades	Personal Actual/ Personal Requerido

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5. EQUIPO DE GESTIÓN

Se propone definir desde el inicio del proyecto, el equipo que estará a cargo de la implementación de la propuesta, buscando que los integrantes interactúen para compartir información y tomar decisiones, a fin de ayudar a cada miembro a desarrollarse dentro de su área de responsabilidad.

El equipo de gestión que se propone es el siguiente:

**Cuadro N° 4.2.: Equipo de Gestión**

Cargo	Funciones
Responsable de Implementación	Responsable de implementar la propuesta a nivel de planificar, organizar, dirigir y ejecutar las actividades planteadas. Se propone que este cargo lo desarrolle el Gerente de Proyectos.
Coordinador	Responsable de las actividades de coordinación entre los involucrados; realizará seguimiento entre lo planificado y lo ejecutado. Se propone que este cargo lo desarrolle el Jefe de Producción.
Asistente	Registrar y controlar la documentación requerida. Se propone que este cargo lo desarrolle el Asistente de Producción.

Fuente: Elaboración propia

## 4.6. ACTIVIDADES

### 4.6.1. Procedimiento para determinar maquinaria y equipos

#### A.-Objetivos

-Determinar, según la carga del trabajo del área de producción, la cantidad de maquinaria y equipos necesarios para la fabricación.

#### B.-Alcance

-Área de producción y personal de planta.

#### C.-Documentación:

-Cronograma de producción.  
-Listado de maquinaria y equipos.

#### D.-Procedimiento:

Paso 1.-Planificación de la Producción:

No se puede estimar la venta de filtros prensa, debido a que aunque se cuente con información histórica de ventas, es un producto que se vende únicamente para nuevos proyectos mineros y/o cuando las empresas mineras deciden tratar sus relaves, además que el producto es diseñado según las necesidades de cada cliente.

Por tanto el proceso de planificación de la producción, a cargo de la Gerencia de Proyectos y Jefatura de Producción, se llevará a cabo una vez que la empresa se haya presentado a un proceso de licitación, exista una intención de compra y/o ingrese una orden de compra.

Según el diseño y cantidad de filtros prensa a fabricar, se determinará de trimestralmente el orden y secuencia en que se

realizaran las fabricaciones, adquisición de materia prima y/o recursos necesarios.

#### Paso 2.-Cronograma de Producción:

Se realizará un cronograma de producción, que detalle los recursos necesarios para cada actividad, el que será ingresado en la herramienta MS Project, que permitirá desglosar el listado de tareas por cada elemento que compone el filtro prensa, enlazando cada uno de ellos con sus tareas predecesoras y los recursos necesarios.

Una vez ingresados los recursos, maquinarias y equipos, esta herramienta nos permitirá conocer cuáles son los recursos que están sobre asignados. (Un recurso sobre asignado tiene más trabajo asignado del que puede realizar en el tiempo y capacidad que dispone).

Para el seguimiento de la producción, se propone el uso continuo de las herramientas de calidad, que permitirán resolver problemas relacionados con la calidad, analizando y corrigiendo el funcionamiento del proceso y permitiendo tomar decisiones en base a los resultados obtenidos.

Se puede utilizar las siguientes herramientas:

- Diagrama de Ishikawa: La variabilidad de las características de calidad es un efecto observado que tiene múltiples causas, cuando ocurre algún problema con la calidad del producto, se debe investigar para identificar las causas del mismo.
- Hojas de verificación: Los datos que se obtienen al medir una característica de calidad pueden recolectarse utilizando esta herramienta, permitiendo identificar la frecuencia de los defectos encontrados.

- Gráfico de Pareto: Permitirá al jefe de producción encargado, disminuir los problemas a los elementos defectuosos, enfocando sus recursos inicialmente a las principales causas del problema.
- Histograma: Permite medir la variabilidad de un producto, en este caso se puede aplicar sobre las piezas fabricadas, a partir de curvas de distribución de frecuencias que indican el comportamiento de una muestra de productos. Las dos medidas básicas a caracterizarse son la media, definida como el valor esperado alrededor del cual la media está centrada y la desviación estándar que representa que tan amplia o esparcida es la distribución alrededor de la media. Como unidad para construir el histograma se utilizará las medidas y peso de las piezas.

Paso 3.-Listado de maquinarias y equipos necesarios:

Una vez que se ha identificado el proceso de producción, con los recursos necesarios para el cumplimiento, se obtiene un listado de la maquinaria y equipo necesario para la realización de los proyectos.

Paso 4.-Determinar disponibilidad de maquinaria y equipos:

Se debe evaluar si las ordenes de producción por repuestos u otros servicios en que se encuentran en proceso, influyen en la disponibilidad de la maquinaria y equipos necesarios para la fabricación de filtros prensa.

Paso 5.-Requerimiento de Maquinaria y Equipos y/o Reprogramación de Cronograma de Producción

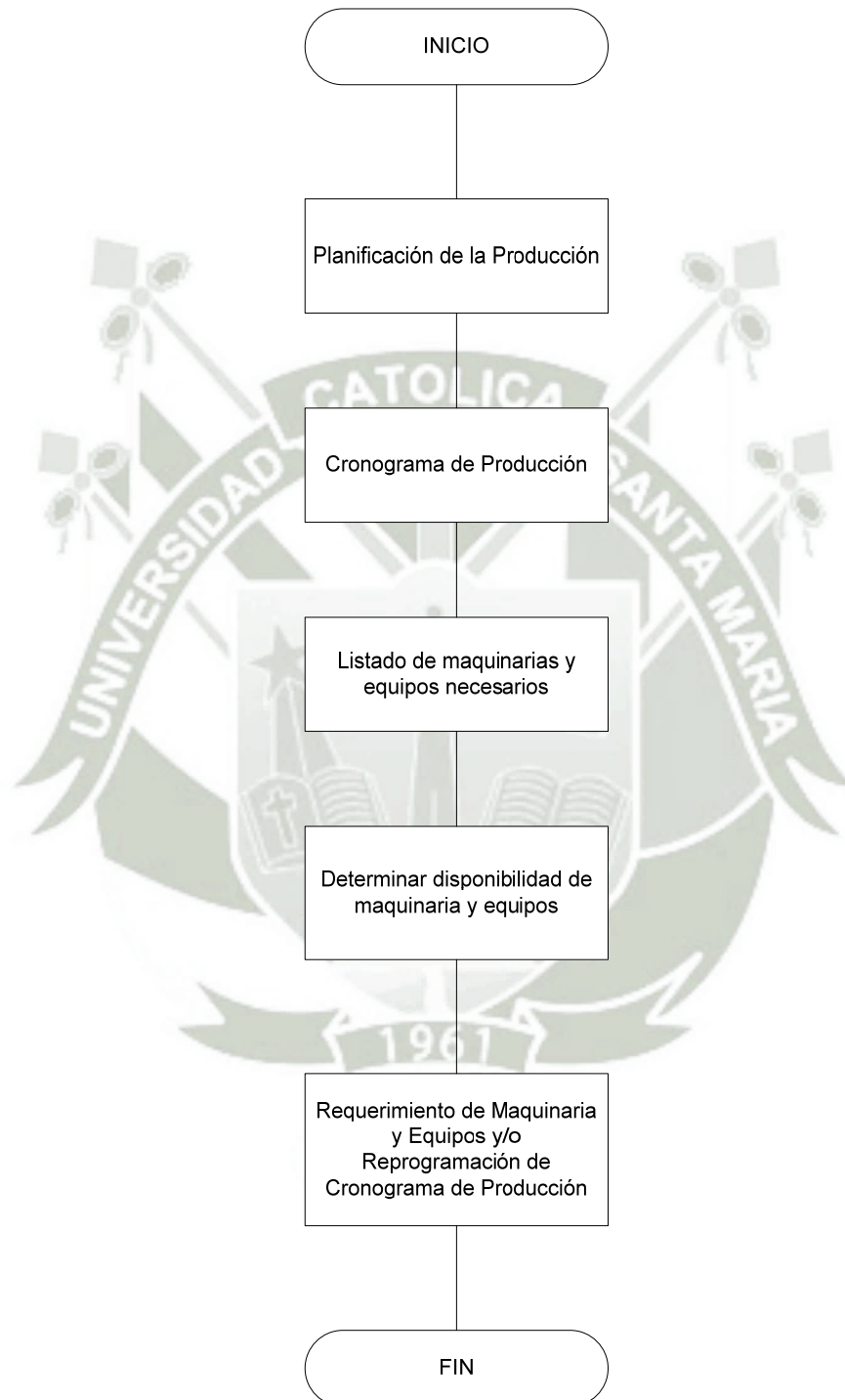
Una vez que se ha evaluado los recursos disponibles únicamente para la fabricación de filtros prensa, se determina si los recursos

actuales son suficientes para cumplir con la producción o en su defecto, la gerencia de proyectos realiza un requerimiento para la compra de la maquinaria y equipos necesarios según las recomendaciones del jefe de producción.

De esta manera se cumple con la producción requerida y también se renuevan las máquinas y equipos muy antiguos.



### Esquema N° 4.2.: Proceso para determinar disponibilidad de maquinaria y equipos



Fuente: Elaboración propia

Rendimiento: Se define como la relación entre el trabajo útil desarrollado por una máquina durante un intervalo de tiempo determinado y la energía que se suministra a la misma.

Los datos de rendimiento de los equipos se obtienen de operadores de confianza, técnicos de mantenimiento y/o están dados como parte de las características técnicas en los manuales de funcionamiento y otros; en la empresa los datos de rendimiento los brindan los fabricantes y especialistas de los equipos que en base a la capacidad volumétrica del equipo, tiempo de ciclo y números de ciclos brindan a la empresa los datos de rendimiento de cada equipo. (Ver Cuadro N° 4.4.: *Propuesta de Adquisición de equipos*).

Actualmente, la planta cuenta con 20 equipos y/o máquinas principales, que están sujetos a trabajo constante; se han identificado los equipos que generan cuellos de botella en la producción ya sea por falta de capacidad, ausencia del operario, mantenimiento correctivo, tiempo improductivo por repetición del trabajo, entre otros. (Ver Cuadro N° 4.3.: *Equipos Críticos*).

**Cuadro N° 4.3.: Equipos Críticos**

<b>Equipo / Maquinaria</b>	<b>Causa</b>
Torno: Meuser MOL-46546	Por ser el torno más pequeño, se le asigna el mecanizado de todas las piezas y accesorios pequeños del filtro.
Fresadora: NOVAR	Se le asigna la mayor parte del trabajo, ya que la otra fresadora se encuentra seriamente dañada y no tiene operador asignado.
Mandrino: JUARISTI	Por ser el de mayor capacidad, realiza el mecanizado de las grandes placas y brazos que componen el filtro.
Taladro Radial: RABOMA	Taladro de mayor capacidad para realizar principales perforaciones en piezas de gran tamaño.
Máquina de soldadura TIG Maxstar	Es el único equipo para soldadura inoxidable (el filtro está compuesto por gran cantidad de elementos inoxidables) y son dos los operarios que realizan ese trabajo.
Equipos para pintar Airless	Es el único equipo para realizar pintado (se aplican 04 capas de pintura a cada pieza) y son dos los operarios que realizan ese trabajo.

**Fuente:** Elaboración propia

Se propone la adquisición de nuevos equipos para evitar demoras en la producción e incrementar el rendimiento de todos los equipos.

Cuadro N° 4.4.: Propuesta de Adquisición de equipos

Equipo / Maquinaria	Horas trabajadas		Cantidad		Rendimiento (%)	
	Horas por día	Horas por semana	Actual	Propuesto	Actual	Propuesto
Torno: Meuser MOL-46546	9	45	1	2	8.00%	9.60%
Torno: Meuser 43187	9	45	1	1	5.00%	6.00%
Torno: KURAKI	9	45	1	1	5.00%	6.00%
Fresadora: NOVAR	9	45	1	2	4.00%	4.80%
Fresadora: MAKERS	4	20	1	1	0.33%	0.40%
Mandrino: ILR	9	45	1	1	3.00%	3.60%
Mandrino: JUARISTI	9	45	1	2	8.00%	9.60%
Taladro Radial: RABOMA	9	45	1	2	5.00%	6.00%
Taladro de Banco: KONE	6	30	1	1	2.00%	2.40%
Taladro: POMOTEC	6	30	1	1	2.00%	2.40%
Sierra Mecánica	5	25	1	1	0.50%	0.60%
Máquina de soldadura TIG Maxstar	9	45	1	2	7.00%	8.40%
Pantógrafo Corte CNC	9	45	1	1	7.50%	9.00%
Equipos para pintar Airless	7	35	1	2	6.00%	7.20%
Máquina de soldadura por arco sumergido	7	35	1	1	4.00%	4.80%
Máquina de soldadura MIG	9	45	4	4	12.00%	14.40%
Taladro Magnético GBM 32-4	7	35	1	1	4.00%	4.80%
					<b>83.33%</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: La Empresa, elaboración propia

La propuesta de adquisición de nuevos equipos permitiría incrementar el rendimiento de todos los equipos y por consiguiente la productividad total de la planta, ya que se reducirían los tiempos de fabricación por pieza o elemento, se eliminarían los cuellos de botella, acelerando el proceso de producción de filtros prensa y permitiendo cumplir con los tiempos de fabricación, adicional a ello se obtendría una mejora en la calidad del producto ya que los operarios no tendrían la presión de terminar rápido los elementos programados a fabricar,

Actualmente, el tamaño de la planta es limitado, por tanto solo sería posible la adquisición de los 06 equipos que se especifican el cuadro 4.3.

#### **4.6.2. Tiempo de producción por actividad:**

##### **A.-Objetivos:**

- Determinar y registrar el tiempo que se requiere para llevar a cabo una determinada actividad.
- Establecer estándares de producción precisos, facilitando la supervisión.

##### **B.-Alcance**

- Área de producción y personal de planta.

##### **C.-Documentación:**

- Plan diario de producción.

##### **D.-Procedimiento:**

Paso 1.- Establecer el proceso de fabricación por cada parte que compone un filtro prensa:

Según el diseño y tamaño del filtro prensa, se determinan sus componentes o partes, es así como de los planos emitidos por el área de Ingeniería se define cada proceso que interviene en la producción de cada componente o parte.

#### Paso 2.-Registro de tiempos

- Se selecciona las operaciones principales.
- Se selecciona al trabajador al azar según su especialidad.
- Se realiza una comprobación del método de trabajo.
- Se calcula el tiempo observado.

#### Paso 3.-Análisis y estandarización de tiempos

En la medición de tiempos influyen las demoras que pueda tener el operador y/o la máquina, además de la fatiga del trabajador, es por ello que cada uno de los tiempos medidos es evaluado por el jefe de producción para estandarizar los mismos.

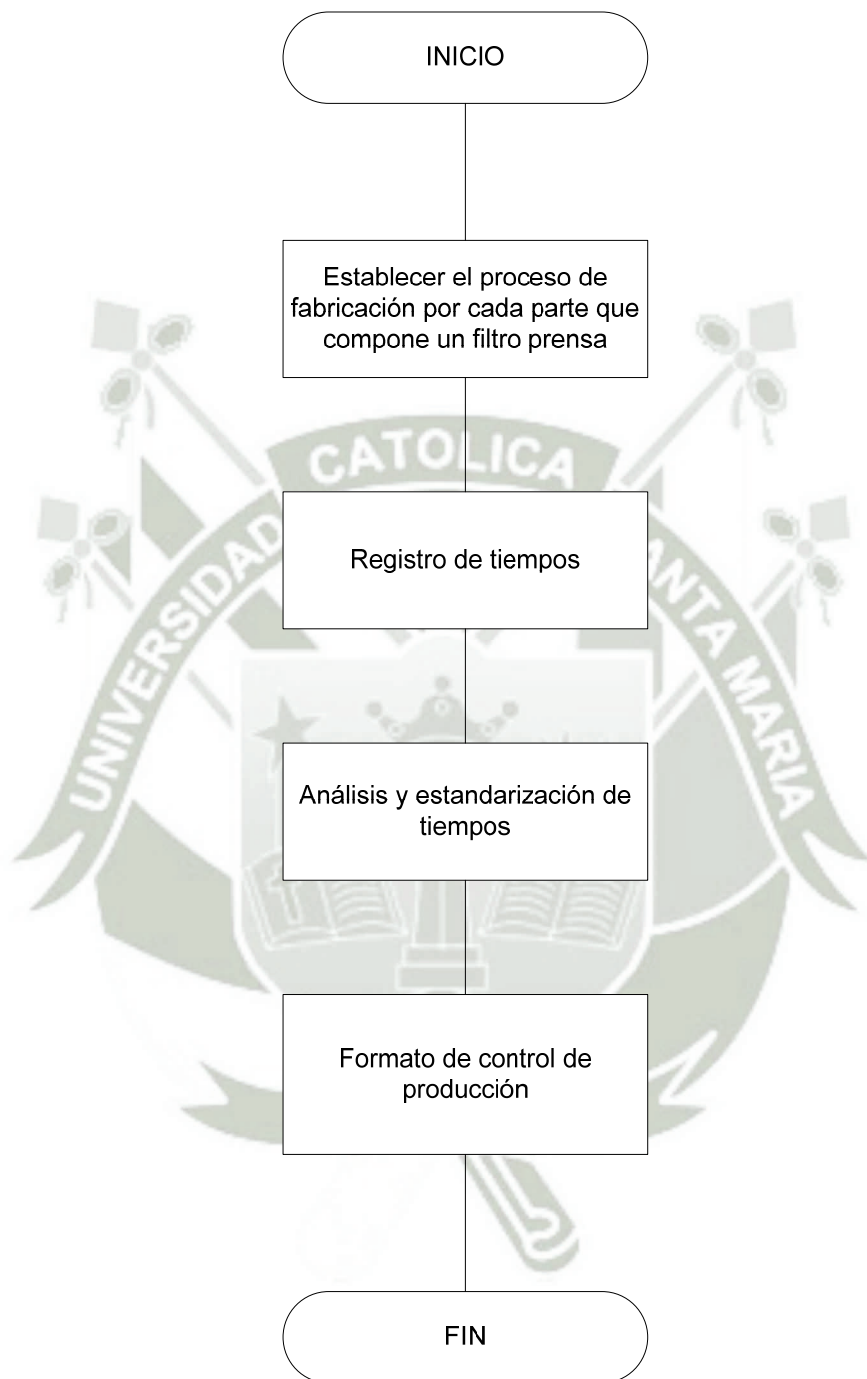
Una vez determinado el tiempo estándar este puede utilizarse para:

- Obtener información de base para el programa de producción.
- Obtener información en que basar las cotizaciones, precios de venta y plazos de entrega.
- Fijar normas sobre el uso de maquinarias y mano de obra.

#### Paso 4.-Formato de control de producción

Una vez que ya se han establecido los tiempos que demandan cada proceso, el seguimiento de los mismos se realizará en un formato de control de producción que contemplara cada pieza y operación que requiere, con los plazos estimados para su cumplimiento y porcentajes de avance.

**Esquema N° 4.3.: Proceso para determinar tiempo de producción por actividad**



**Fuente: Elaboración propia**

La empresa no cuenta con un estándar actualizado de tiempos que demora el personal en realizar cada tarea, se basan en información antigua sin tener en cuenta los recursos y otros factores que influyen en el cumplimiento del trabajo, es por ello que al realizar el cronograma de producción no se cumplen los tiempos estipulados.

La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un personal calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida.

El proceso de medición de tiempos permitirá:

- Obtener los tiempos estándar más exactos
- Identificar las principales pérdidas de tiempo de los técnicos de planta y máquinas.
- Eliminar los movimientos innecesarios.
- Minimizar y/o eliminar los tiempos improductivos.

Al analizar los datos obtenidos, se identificaron oportunidades de mejora en los “tiempos muertos” y así obtener mayor eficiencia en la labor realizada.

Del trabajo de planta, se considera como principales pérdidas lo siguientes puntos:

- Herramientas y materiales: Cuando el personal espera en el almacén por la entrega de herramientas, materiales y/o se gestiona para la adquisición de un repuesto.
- Re-procesos: Cuando se realiza el trabajo nuevamente por haberse producido una falla o una modificación en el diseño.
- Factores Humanos: Llamadas telefónicas, coordinaciones internas y otros.
- Falla y/o avería en los equipos: Producida por la antigüedad de los equipos y falta de mantenimiento preventivo.

Del último proyecto realizado, se obtuvieron los siguientes datos:

**Cuadro N° 4.5.: Tiempo de duración de tareas**

Tarea	FABRICACIÓN DE FILTRO PRENSA - PROYECTO ALPAMARCA (2012)	Duración Planificada (días)	Duración real (días)	Relación
	<b>BASE</b>			
1	Corte y habilitado de canales	0.25	0.25	<b>1.00</b>
2	Corte de partes de cajones base y cartela	0.25	0.25	<b>1.00</b>
3	Armado y soldadura de cajones	0.5	1	<b>2.00</b>
4	Arenado de cajones	1	1.5	<b>1.50</b>
5	Base Zinc Clad 60	0.5	0.5	<b>1.00</b>
6	Armado y soldadura de la base total	1.5	1	<b>0.67</b>
7	Pasado de macho	1	0.75	<b>0.75</b>
8	Pintura intermedia Macropoxy	1	1.25	<b>1.25</b>
9	Pintura poliuretano acrílico	0.5	0.5	<b>1.00</b>
	<b>PLACA VÁLVULA</b>			
10	Trazado y corte en mesa CNC de Placa Válvula	0.25	0.5	<b>2.00</b>
11	Trazado y corte en mesa CNC de Refuerzo	0.25	0.5	<b>2.00</b>
12	Soldadura de refuerzo en PV	1.5	2	<b>1.33</b>
13	Fabricación y soldadura de patas	2	1.5	<b>0.75</b>
14	Mecanizado	3	4	<b>1.33</b>
15	Soldadura de cáncamos	0.25	0.5	<b>2.00</b>
16	Arenado	1	1.5	<b>1.50</b>
17	Base Zinc Clad 60	0.5	0.5	<b>1.00</b>
18	Pintura intermedia Macropoxy	1	1.25	<b>1.25</b>
19	Masillado y lijado	2	2	<b>1.00</b>
20	Forrado de PV con acero inoxidable	2.5	3	<b>1.20</b>
21	Acabado y pulido	1	1	<b>1.00</b>
22	Pintura poliuretano acrílico	0.5	0.5	<b>1.00</b>
23	Pasado de macho	1	1	<b>1.00</b>
	<b>Sistema de alimentación</b>			
24	Trazado y corte	0.75	1	<b>1.33</b>
25	Refrentado	1	1.25	<b>1.25</b>
26	Armado (apuntalado)	1.5	2	<b>1.33</b>
27	Soldadura	3	3	<b>1.00</b>
28	Limpieza o pulido	1	0.75	<b>0.75</b>

29	Colocación y soldadura de bridas	1	1	1.00
	<b>Sistema de drenaje y secado</b>			
30	Trazado y corte	0.75	1	1.33
31	Refrentado	1	1.25	1.25
32	Armado (apuntalado)	1.5	2	1.33
33	Soldadura	3	3	1.00
34	Limpieza o pulido	1	0.75	0.75
35	Colocación y soldadura de bridas	1	1	1.00
	<b>BRAZOS</b>			
36	Trazado y corte	0.5	0.5	1.00
37	Arenado	1	1.5	1.50
38	Base Zinc Clad 60	0.5	0.5	1.00
39	Pintura intermedia Macropoxy	1	1.25	1.25
40	Masillado y lijado	1.5	3	2.00
41	Enderezado	2.5	2.5	1.00
42	Empaquetado	0.75	0.5	0.67
43	Mecanizado	4	7	1.75
44	Perforación de agujeros	2	2.5	1.25
45	Pasado de machos	1	1.5	1.50
46	Pintura poliuretano acrílico	0.5	0.5	1.00
47	Empernado de guías inoxidables	1.5	2	1.33
	<b>TABLEROS Y EQUIPOS DE AUTOMATIZACIÓN</b>			
48	Fabricación de marcos soporte - Tableros Automatización	4	3	0.75
49	Fabricación de piezas soporte - Equipos Automatización	4	2.5	0.63
	<b>Soporte de tablero de válvulas</b>			
50	Corte de piezas	0.25	0.25	1.00
51	Soldadura	0.75	1	1.33
52	Arenado	1	1.5	1.50
53	Pintura base	0.5	0.5	1.00
54	Pintura intermedia	1	1.5	1.50
55	Pintura final	0.5	0.5	1.00
	<b>PLACA SOPORTE</b>			
56	Trazado y corte	1	0.75	0.75
57	Ensamble y soldadura	2	3	1.50
58	Alivio de Tensiones	0.75	1	1.33
59	Fabricación de patas	1.5	2	1.33
60	Soldadura de patas a PS	0.5	1	2.00
61	Mecanizado y perforación de agujeros	3	3.5	1.17

62	Arenado	1	1.5	<b>1.50</b>
63	Base Zinc Clad 60	0.5	0.5	<b>1.00</b>
64	Pintura intermedia Macropoxy	1	1.25	<b>1.25</b>
65	Soldadura de cáncamos	0.5	0.75	<b>1.50</b>
66	Masillado y lijado	1	1.25	<b>1.25</b>
67	Pintura poliuretano acrílico	0.5	0.5	<b>1.00</b>
	<b>PLACA MÓVIL</b>			
68	Trazado y corte de piezas de placa móvil	0.5	1	<b>2.00</b>
69	Soldadura de refuerzo y bloque de ruedas guía a PM	0.25	0.75	<b>3.00</b>
70	Soldadura de cáncamos	0.5	0.75	<b>1.50</b>
71	Mecanizado de placa móvil, refuerzo y bloques	2	3	<b>1.50</b>
72	Arenado y/o acabado de preparación de pintura	1	1.5	<b>1.50</b>
73	Base Zinc Clad 60	0.5	0.5	<b>1.00</b>
74	Pintura intermedia Macropoxy	1	1.25	<b>1.25</b>
75	Soldadura de plancha inoxidable	1.5	2	<b>1.33</b>
76	Pintura poliuretano acrílico	0.5	0.5	<b>1.00</b>
77	Montaje de ruedas guía en placa móvil	0.5	0.5	<b>1.00</b>
	<b>Ruedas Guía y Ejes</b>			
78	Mecanizado	2	1.5	<b>0.75</b>
79	Tropicalizado	1	1.5	<b>1.50</b>
	<b>Bocina Conectora Vástago de Pistón</b>			
80	Mecanizado	2	2.5	<b>1.25</b>
81	Perforación de agujeros y pin centrador	1	1.5	<b>1.50</b>
	<b>Sistema de soplado</b>			
82	Corte de tuberías inox	0.25	0.5	<b>2.00</b>
83	Mecanizado de tuberías	1	1.5	<b>1.50</b>
84	Ensamble a placa válvula	0.75	0.75	<b>1.00</b>
	<b>PISTÓN HIDRÁULICO</b>			
	<b>Tapa portasellos</b>			
85	Torneado	2.5	3	<b>1.20</b>
86	Fresado	2	2.5	<b>1.25</b>
87	Taladrado y pasar machos	2.5	3	<b>1.20</b>
	<b>Tapa posterior</b>			
88	Torneado	2.5	3	<b>1.20</b>
89	Fresado	2	2.5	<b>1.25</b>
90	Taladrado y pasar machos	2.5	3	<b>1.20</b>
	<b>Anillo delantero soldable</b>			
91	Torneado	2.5	3	<b>1.20</b>

92	Pasado de macho	1	1	1.00
	<b>Anillo Guía</b>			
93	Corte	0.5	0.25	0.50
94	Maquinado	2.5	3	1.20
	<b>Tubo lapeado</b>			
95	Mecanizado, soldadura de tapas y rectificado	0.75	1.25	1.67
96	Mecanizado de embolo parte A	0.75	1	1.33
97	Mecanizado de embolo parte B	0.75	1	1.33
98	Mecanizado de embolo parte C	0.75	1	1.33
99	Mecanizado de tuerca de sujeción	0.5	0.5	1.00
100	Perforado de agujeros para llave	0.75	1	1.33
	<b>Vástago</b>			
101	Mecanizado de extremos y roscado	1	1.25	1.25
	<b>Ensamble</b>			
102	Armado pistón	1	0.75	0.75
103	Pruebas	2	2	1.00
104	Base Zinc Clad 60	0.5	0.5	1.00
105	Pintura intermedia Macropoxy	1	1.25	1.25
106	Pintura poliuretano acrílico	0.5	0.5	1.00
	<b>PISTÓN DE COMPUERTA</b>			
	<b>Tapa portasellos</b>			
107	Corte, fresado, torneado y perforado	2	2.25	1.13
	<b>Tapa posterior</b>			
108	Corte, fresado, torneado y perforado	2	2.25	1.13
	<b>Tubo lapeado</b>			
109	Mecanizado	1	0.75	0.75
	<b>Vástago</b>			
110	Mecanizado	1	1.25	1.25
	<b>Tirantes de amarre</b>			
111	Mecanizado	1	1.25	1.25
	<b>Ensamble</b>			
112	Montaje	0.75	0.75	1.00
113	Pruebas	0.5	0.75	1.50
	<b>UNIDAD HIDRÁULICA</b>			
	<b>Caja Hidráulica</b>			
114	Corte y plegado	0.5	0.75	1.50
115	Armado y soldadura	2	2	1.00
116	Arenado	1	1.5	1.50

117	Base Zinc Clad 60	0.5	0.5	<b>1.00</b>
118	Pintura intermedia Macropoxy	1	1.25	<b>1.25</b>
119	Pintura poliuretano acrílico	0.5	0.5	<b>1.00</b>
	<b>Tapa</b>			
120	Perforaciones de sujeción	0.75	1.25	<b>1.67</b>
121	Maquinado, taladrado y soldado de anillo de motor	1.25	2	<b>1.60</b>
122	Maquinado, taladrado y soldado base filtro de retorno	1.25	2	<b>1.60</b>
123	Base Zinc Clad 60	0.5	0.5	<b>1.00</b>
124	Pintura intermedia Macropoxy	1	1.25	<b>1.25</b>
125	Pintura poliuretano acrílico	0.5	0.5	<b>1.00</b>
	<b>Tanque</b>			
126	Corte, fresado y perforado bloque mangueras	2	2.5	<b>1.25</b>
127	Maquinado acoples de bombas acero inox	0.75	1	<b>1.33</b>
128	Corte, torneado, perforado tapa CIDELCO	1	1	<b>1.00</b>
129	Corte, doblado, soldadura sistema amarre tapa	0.25	0.5	<b>2.00</b>
130	Corte y doblado del sujetador tapa CIDELCO	0.25	0.5	<b>2.00</b>
131	Torneado perno sujetador tapa	0.5	0.75	<b>1.50</b>
132	Pulido tapa CIDELCO	1.5	2	<b>1.33</b>
133	Fabricación de la campana	2	2	<b>1.00</b>
	<b>Ensamble</b>			
134	Armado de componentes, conectores y válvulas	0.75	0.5	<b>0.67</b>
135	Prueba de presiones	1	1	<b>1.00</b>
	<b>SISTEMA DE LAVADO</b>			
	<b>SISTEMA DE LAVADO SUPERIOR</b>			
	<b>PATAS</b>			
136	Trazado y corte	0.25	0.25	<b>1.00</b>
137	Torneado y pasado de macho	1.5	2	<b>1.33</b>
138	Perforación de planchas	1	1.5	<b>1.50</b>
139	Soldadura	3	4	<b>1.33</b>
140	Servicio de zincado	1	1.5	<b>1.50</b>
	<b>TUBERÍA CENTRAL Y LATERALES</b>			
141	Trazado y corte	0.25	0.25	<b>1.00</b>
142	Torneado	2	4	<b>2.00</b>
143	Soldadura	3	2.75	<b>0.92</b>
144	Ensamble	2	2.5	<b>1.25</b>
	<b>PORTAROCEADORES</b>			
145	Mecanizado de reducciones campana	2	2.5	<b>1.25</b>
	<b>EJE PORTA RESORTE</b>			

146	Trazado y corte	0.25	1	<b>4.00</b>
147	Mecanizado	2	2.5	<b>1.25</b>
148	Roscado	1.5	1	<b>0.67</b>
149	Fresado	2	2.5	<b>1.25</b>
150	Corte y perforación de tope de soporte	0.25	0.25	<b>1.00</b>
151	Corte y acabado del amortiguador de caucho	0.75	1	<b>1.33</b>
152	Armado de eje porta resorte	2	2	<b>1.00</b>
	<b>TUBO CUADRADO</b>			
153	Trazado y corte	0.25	0.75	<b>3.00</b>
154	Perforación	0.75	1	<b>1.33</b>
155	Corte y soldadura de tapa de tubo soporte	1	1.25	<b>1.25</b>
156	Pulido	0.75	0.75	<b>1.00</b>
157	Corte de platina de tope	0.25	0.25	<b>1.00</b>
158	Soldadura	0.75	1	<b>1.33</b>
	<b>SUJETADOR DE VARILLA</b>			
159	Servicio de corte	1	2	<b>2.00</b>
160	Conformado con machina	1	1.5	<b>1.50</b>
	<b>ENSAMBLE</b>			
161	Corte y mecanizado de bocina de teflón	1.5	2	<b>1.33</b>
162	Ensamble del tubo soporte y tuberías laterales y central	2	2.25	<b>1.13</b>
	<b>SISTEMA DE LAVADO INFERIOR</b>			
	<b>ABRAZADERA DE TUBERÍA</b>			
163	Trazado y corte de planchas	0.25	0.25	<b>1.00</b>
164	Perforación	1	2	<b>2.00</b>
165	Soldadura	2	3	<b>1.50</b>
166	Arenado	1	1.5	<b>1.50</b>
167	Base	0.25	0.25	<b>1.00</b>
168	Pintura intermedia Macropoxy	1	1.25	<b>1.25</b>
169	Pintura final	0.5	0.5	<b>1.00</b>
	<b>TUBERÍA PRINCIPAL</b>			
170	Corte de la tubería	0.25	0.25	<b>1.00</b>
171	Perforación	2	1.75	<b>0.88</b>
172	Ensamble	0.75	0.75	<b>1.00</b>
	<b>ENSAMBLE</b>			
173	Colocación de portaroceadores	0.25	0.25	<b>1.00</b>
174	Colocación de abrazaderas	0.25	0.25	<b>1.00</b>
	<b>MANIFOLD DE LAVADO</b>			
	<b>Soporte</b>			

175	Corte de tubos	0.25	0.25	1.00
176	Corte de cartelas	0.25	0.25	1.00
177	Soldadura	1	1.5	1.50
178	Arenado	1	1.5	1.50
179	Pintura base	0.5	0.5	1.00
180	Pintura intermedia	1	1	1
	<b>Tubería de alimentación</b>			
181	Corte de tubos	0.25	0.25	1.00
182	Corte de base	0.25	0.25	1.00
183	Soldadura de acoples	0.75	0.5	0.67
184	Soldadura de bridas	0.75	0.5	0.67
185	Soldadura de bases	0.75	1	1.33
186	Arenado	1	1.5	1.50
187	Pintura base	0.5	0.5	1.00
188	Pintura intermedia	1	1	1.00
189	Ensamble	2	4	2.00
190	Pintura final	0.5	0.5	1.00
	<b>CANALETA DE SISTEMA DE LIMPIEZA</b>			
191	Corte y plegado de canal	0.25	0.5	2.00
192	Fabricación de soportes de canaleta	2	4	2.00
193	Fabricación de bloques y soporte sistema lavado de canal	1	2.75	2.75
194	Fabricación de soporte de bloque	3	5	1.67
195	Fabricación de soporte de tubería y abrazadera de tubo	0.75	1	1.33
196	Colocación de mangueras	0.5	1	2.00
197	Colocación de cadenas FESMA	1	0.75	0.75
198	Arenado	1	1.5	1.50
199	Base Zinc Clad 60	0.5	0.5	1.00
200	Pintura intermedia Macropoxy	1	1.25	1.25
201	Pintura poliuretano acrílico	0.5	0.5	1.00
	<b>CANALETA DE LAVADO</b>			
202	Trazado y Corte de plancha de 3/16	0.25	0.25	1.00
203	Enderezado	1	1.5	1.50
204	Corte de refuerzos de canal U	0.75	0.75	1.00
205	Armado y soldadura	2	4	2.00
206	Esmerilado	1	1	1.00
207	Arenado	1	1.5	1.50
208	Enderezado	1	1.5	1.50
209	Base Zinc Clad 60	0.5	0.5	1.00

210	Pintura intermedia Macropoxy	1	1.25	<b>1.25</b>
211	Fabricación de canales	2	2.25	<b>1.13</b>
212	Soldadura	3	3	<b>1.00</b>
213	Pintura poliuretano acrílico	0.5	0.5	<b>1.00</b>
	<b>COMPUERTA</b>			
214	Corte y habilitado de tubos y ángulos	0.25	0.5	<b>2.00</b>
215	Armado y soldadura del peine con tubos y ángulos	2	3.75	<b>1.88</b>
216	Arenado de Peine de compuerta	1	1.5	<b>1.50</b>
217	Base Zinc Clad 60	0.5	0.5	<b>1.00</b>
218	Pintura intermedia Macropoxy	1	1.25	<b>1.25</b>
219	Pintura poliuretano acrílico	0.5	0.5	<b>1.00</b>
220	Corte de piezas de pivote y soporte de pistón de compuerta	0.25	0.25	<b>1.00</b>
221	Mecanizado de piezas de pivote y soporte de pistón de compuerta	0.75	1	<b>1.33</b>
222	Mecanizado de ejes	0.25	0.5	<b>2.00</b>
223	Armado y soldadura de piezas de pivote y soporte de pistón	2	1.5	<b>0.75</b>
224	Servicio de corte y plegado de plancha inox	3	5	<b>1.67</b>
225	Forrado de plancha inox en peine	2	4	<b>2.00</b>
226	Fabricación de tensadores de compuerta	5	3.5	<b>0.70</b>
227	Retoque pintura intermedia Macropoxy	1	1.25	<b>1.25</b>
228	Retoque pintura poliuretano acrílico	0.5	0.5	<b>1.00</b>
229	Colocación de chumaceras en U de compuerta	0.75	0.5	<b>0.67</b>
	<b>U DE COMPUERTA</b>			
230	Corte de la U soporte de compuerta	0.25	0.5	<b>2.00</b>
231	Armado y soldadura de U soporte de compuerta	3	4	<b>1.33</b>
232	Perforaciones en U de compuerta y soldadura de pines	2	2.5	<b>1.25</b>
233	Soldar pernos	0.25	0.25	<b>1.00</b>
234	Arenado	1	1.5	<b>1.50</b>
235	Base Zinc Clad 60	0.5	0.5	<b>1.00</b>
236	Pintura intermedia Macropoxy	1	1.25	<b>1.25</b>
237	Pintura poliuretano acrílico	0.5	0.5	<b>1.00</b>
238	Forrado con plancha inoxidable	2	3	<b>1.50</b>
	<b>VÁLVULAS PINCH</b>			
239	Fundición carcaza Válvulas Pinch	30	40	<b>1.33</b>
240	Mecanizado carcaza Válvulas Pinch	14	21	<b>1.50</b>
241	Base Zinc Clad 60	0.5	0.5	<b>1.00</b>
242	Pintura intermedia Macropoxy	1	1.25	<b>1.25</b>
243	Pintura poliuretano acrílico	0.5	0.5	<b>1.00</b>
244	Pintura de válvulas pinch	5	4	<b>0.80</b>

	<b>Fabricación de accesorios válvulas pinch</b>			
245	Bocina A, B y C	0.25	0.25	<b>1.00</b>
246	Plancha soporte	1	1.5	<b>1.50</b>
247	Soporte de cilindro de nylon	0.25	0.25	<b>1.00</b>
248	Eje guía	0.25	0.25	<b>1.00</b>
249	Eje guiador superior	0.25	0.25	<b>1.00</b>
250	Eje guiador inferior	0.25	0.25	<b>1.00</b>
251	Acople roscador	0.25	0.25	<b>1.00</b>
	<b>Armado</b>			
252	Armado de válvulas Pinch	2	1.5	<b>0.75</b>
	<b>Soporte de sistema de alimentación</b>			
253	Corte de planchas de la estructura	0.5	0.75	<b>1.50</b>
254	Corte de planchas de sujeción	0.75	1	<b>1.33</b>
255	Corte de planchas de unión	0.25	0.5	<b>2.00</b>
256	Corte de bloques de sujeción	0.25	0.5	<b>2.00</b>
257	Armado y soldadura	2	1.5	<b>0.75</b>
258	Arenado	1	1.5	<b>1.50</b>
259	Pintura base	0.5	0.5	<b>1.00</b>
260	Pintura intermedia Macropoxy	1	1.25	<b>1.25</b>
261	Pintura final	0.5	0.5	<b>1.00</b>
	<b>OTRAS FABRICACIONES</b>			
	<b>Falsas celdas de carga</b>			
262	Corte de piezas falsas celdas de carga	0.25	0.25	<b>1.00</b>
263	Fabricación falsas celdas de carga	2	2.25	<b>1.13</b>
264	Base Zinc Clad 60	0.5	0.5	<b>1.00</b>
265	Pintura intermedia Macropoxy	1	1.25	<b>1.25</b>
266	Pintura poliuretano acrílico	0.5	0.5	<b>1.00</b>
	<b>Bomba Warman</b>			
	<b>Base</b>			
267	Corte de las piezas	0.25	0.25	<b>1.00</b>
268	Mecanizado de la platina	1	2.25	<b>2.25</b>
269	Mecanizado de los tacos	1	1.5	<b>1.50</b>
270	Mecanizado de las planchas de amarre	1	2	<b>2.00</b>
271	Soldadura	2	5	<b>2.50</b>
272	Arenado	1	1.5	<b>1.50</b>
273	Pintura base	0.5	0.5	<b>1.00</b>
274	Pintura intermedia Macropoxy	1	1.25	<b>1.25</b>
	<b>Guarda</b>			

275	Corte	0.25	0.25	1.00
276	Rolado de plancha	2	1.75	0.88
277	Soldadura	1.5	2	1.33
278	Arenado	1	1.5	1.50
279	Pintura base	0.5	0.5	1.00
280	Pintura intermedia Macropoxy	1	1.25	1.25
	<b>Base de motor</b>			
281	Corte de piezas	0.5	0.75	1.50
282	Soldadura	1.75	1.5	0.86
283	Arenado	1	1.5	1.50
284	Roscado de espárragos	0.75	1	1.33
285	Tropicalizado de espárragos y tuercas	1	1.5	1.50
286	Pintura base	0.5	0.5	1.00
287	Pintura intermedia Macropoxy	1	1.25	1.25
288	Soldadura de las partes de la bomba	2	2.25	1.13
289	Pintura poliuretano acrílico	0.5	0.5	1.00
	<b>Pines de placa</b>			
290	Corte y refrentado de ambos extremos	0.25	0.5	2.00
291	Perforación de agujeros	1	0.75	0.75
	<b>Jaladores de Placa y Jalador Curvo</b>			
292	Corte de platina de ¼	0.25	0.5	2.00
293	Limpieza con esmeril	0.25	0.25	1.00
294	Tropicalizado	1	1.5	1.50
	<b>Sistema de Presurizado</b>			
295	Corte y perforación de tubos	0.25	0.5	2.00
296	Corte de planchas	0.25	0.25	1.00
297	Perforación de agujeros	1	1.25	1.25
298	Soldadura	3	5	1.67
299	Ensamble	3	3.5	1.17
	<b>Hidráulica</b>			
300	Corte, fresado y perforado de bloques (para pistones)	0.25	2.5	10.00
301	Corte y doblado de tubos	0.75	1	1.33
302	Montaje y soldadura de tubos y bloques	0.5	1	2.00
303	Maquinado de discos de inox para fuelles	2	3	1.50
	<b>Bastones</b>			
304	Corte	0.5	0.5	1.00
305	Mecanizado	2	2.5	1.25
306	Soldadura	1.25	1.5	1.20

	<b>Otros</b>			
307	Fabricación de tapas de brazo a PV y PS	2	3	<b>1.50</b>
308	Fabricación de bloques y soporte sistema de lavado de canal	1	2	<b>2.00</b>
	<b>ENSAMBLE DE FILTRO</b>			
309	Ubicación de la Base del filtro en lugar de ensamble	0.25	0.25	<b>1.00</b>
310	Montaje de placa Válvula	0.5	0.75	<b>1.50</b>
311	Colocación de manifold en PV	2	4	<b>2.00</b>
312	Montaje de Válvulas Pinch y Válvulas Mariposa	2	3	<b>1.50</b>
313	Montaje de brazo	0.75	0.75	<b>1.00</b>
314	Montaje de placa Soporte	0.75	1	<b>1.33</b>
315	Colocación de marco para tableros eléctricos	1	0.75	<b>0.75</b>
316	Colocación de los pistones principales	1	1.25	<b>1.25</b>
317	Montaje de Placa Móvil	0.75	1	<b>1.33</b>
318	Montaje de Placas Filtrantes	0.5	0.5	<b>1.00</b>
319	Ensamble de pistones con placa móvil	0.5	0.75	<b>1.50</b>
320	<b>Ensamble canaleta de limpieza</b>			
321	Montaje de sistema de lavado	0.75	1	<b>1.33</b>
322	Montaje de sistema de vibración	0.75	1	<b>1.33</b>
323	Retoque de pintura poliuretano acrílico	0.5	0.5	<b>1.00</b>
324	Colocación de tuberías hidráulicas de ingreso	0.25	0.25	<b>1.00</b>
325	Armado y prueba del mecanismo de las compuertas	0.75	1	<b>1.33</b>
326	Pruebas de accionamiento hidráulico del pistón principal	1	1.5	<b>1.50</b>
327	Pruebas de accionamiento hidráulico del pistón de compuerta	1	1.5	<b>1.50</b>
	<b>ENTREGA DE FILTRO</b>			
328	Embalaje	2	4	<b>2</b>
329	Entrega	1	1	<b>1</b>
		<b>397.75</b>	<b>510</b>	<b>429.740476</b>

Fuente: La empresa, elaboración propia.

Se procedió a hallar una relación entre el tiempo real y el tiempo planificado para cada una de las tareas, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Relación} = \frac{\text{Tiempo real}}{\text{Tiempo planificado}}$$

De las sumatorias de tiempo real y planificado, podemos obtener los siguientes datos:

$$\Sigma \text{Tiempo planificado (días)} = 397.75$$

$$\Sigma \text{Tiempo real (días)} = 510$$

$$\% \text{Variación de Tiempo} = 1 - \frac{\Sigma \text{Tiempo planificado} \times 100}{\Sigma \text{Tiempo real}}$$

$$\% \text{Variación de Tiempo} = 1 - \frac{397.75}{510}$$

$$\% \text{Variación de Tiempo} = 22.00 \%$$

Para concluir los trabajos del filtro prensa, se requirió 22% de tiempo adicional al planificado.

#### 4.6.3. Reparación de equipos:

##### A.-Objetivos

- Prevenir ocurrencia de falla de los equipos, asegurando la disponibilidad de los mismos.
- Reducir el tiempo de ejecución de los trabajos.
- Disminuir costos de mantenimiento correctivo.
- Establecer e incrementar vida útil de los equipos y herramientas.
- Prevención de incidentes.

### **B.-Alcance**

- Área de producción.
- Técnicos de mantenimiento.

### **C.-Documentación:**

- Programa de Mantenimiento Preventivo
- Check list de maquinaria y equipos

### **D.-Procedimiento:**

#### **Paso 1.-Inventario de Maquinaria y Equipos**

Identificar toda la maquinaria y equipos existentes, detallando marca, modelo, número de serie, fecha de adquisición y otros.

Dicha información se registra y consolida en un formato.

#### **Paso 2.-Recopilación de información existente**

Se recopila información como manuales de operación, instrucciones de uso, mantenimientos realizados u otros.

Dicha información servirá para absolver consultas de especificación, fabricación, adquisición, traslado, instalación, operación y mantenimiento.

#### **Paso 3.-Confección de nuevo historial**

Se confeccionará un nuevo historial por cada máquina y equipo identificado, dicho historial contendrá la siguiente información:

- Datos de Construcción (Manuales, catálogos y diseños)
- Datos de Compra (Adquisición, presupuestos, fechas y costos)
- Datos de Origen (Fabricante, proveedor, tipo y modelo)
- Datos de Transporte y almacenamiento (Dimensiones, peso y recomendaciones)
- Datos de Operación (Características normales y límites operativos)

-Datos de Mantenimiento (Lubricantes, repuestos generales y específicos, recomendaciones de los fabricantes, límites, holguras y ajustes)

Es necesario que cada máquina y equipo cuente con Instrucciones de mantenimiento y recomendaciones de seguridad que pueden ser desarrolladas aprovechando el conocimiento del personal técnico y las recomendaciones de los fabricantes y montadores, indicaciones de los catálogos, manuales y diseños.

Paso 4.-Consolidación de información del fabricante

Una vez identificados los fabricantes o distribuidores se podrá contactar a los mismos, que usualmente garantizan asesoría técnica en instalación, montaje, operación, mantenimiento y reparación.

Paso 5.-Confección e implementación del programa de mantenimiento preventivo

Con toda la información disponible, se procede a confeccionar el programa de mantenimiento preventivo.

Dicho programa contendrá la frecuencia y las tareas de mantenimiento por cada equipo, permitiendo medir los tiempos de parada de los equipos y evitando fallas intempestivas que afectan el proceso productivo.

Paso 6.-Asignación de responsable para realizar el seguimiento

El responsable del seguimiento será el jefe de producción, que asignará a sus asistentes y coordinadores para el cumplimiento del programa.

El desarrollo de un sistema de control de calidad para el mantenimiento es esencial para asegurar alta calidad de la reparación, afinar la estandarización, maximizar la disponibilidad, extender la vida económica del activo y asegurar una alta eficiencia y tasa de producción del equipo.

Se puede utilizar las siguientes herramientas:

- Hoja de Verificación: Conjunto simple de instrucciones usados en la recolección de datos, donde los datos pueden ser compilados fácilmente usados y analizados.

Puede ser usada para:

- Recolectar datos para construir un histograma.
- Revisión de las partes y piezas.
- Planificación de los trabajos de mantenimiento.
- Inspección de los equipos.
- Chequear las causas de un defecto.
- Diagnosticar los defectos de una máquina.
- Histograma: Resumen gráfico de la variación de un conjunto de datos. La naturaleza gráfica del histograma permite ver comportamientos que son difíciles de observar en una simple tabla numérica. Puede ser usado para:
  - La carga de mantenimiento.
  - Confiabilidad de las partes y piezas.
  - Distribución temporal de las fallas del equipo.
  - Distribución de los tiempos de reparación.
  - Distribución de los recursos.
- Diagrama de Ishikawa: Puede ser usado para identificar las causas de:
  - Baja productividad de los trabajadores.
  - Excesivas detenciones.
  - Fallas recurrentes.
  - Trabajos repetidos.

-Exceso de errores en el trabajo

- Gráfico de Pareto: Es la distribución de frecuencias de un atributo ordenados por tamaño de la frecuencia prioridades para que el curso de las acciones sean más efectiva.

Puede ser usado para:

- Fallas inducidas por los operadores.
- Repuestos que causan los mayores atrasos.
- Repuestos más costosos.
- Fallas que causan las mayores paradas.



### Esquema N° 4.4.: Proceso de reparación de equipos

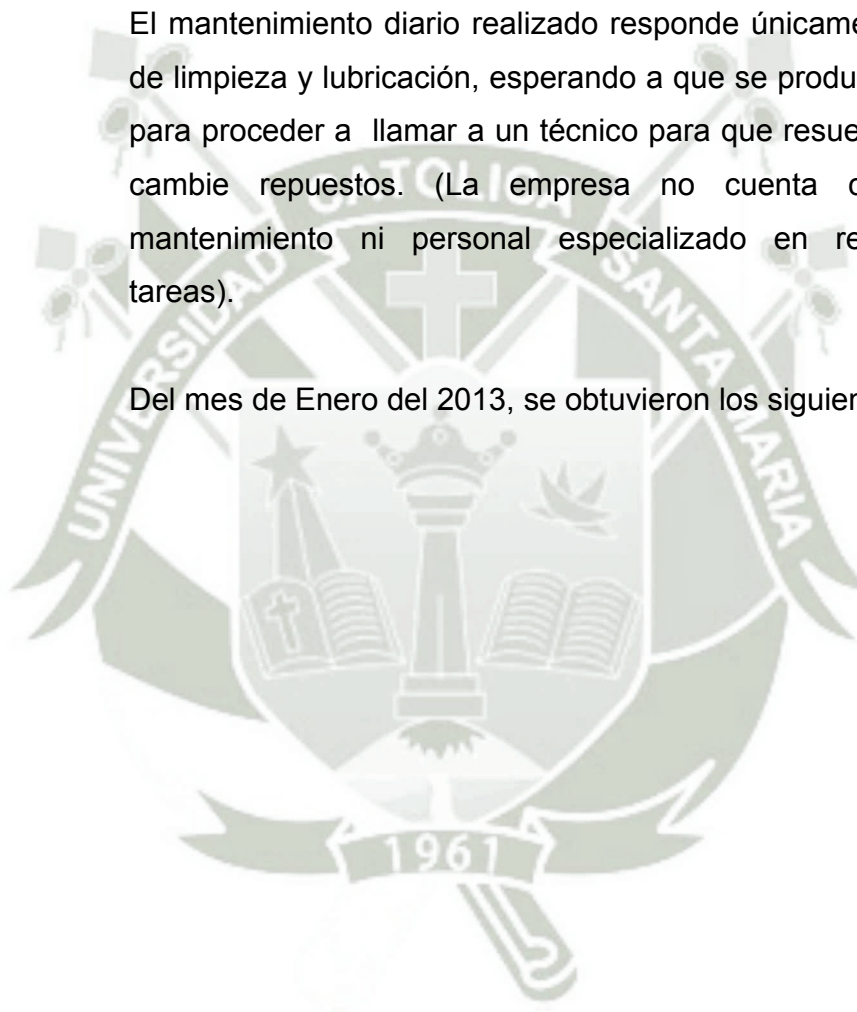


Fuente: Elaboración propia

El tiempo de mantenimiento que requiere cada equipo está definido por el operario, técnico de mantenimiento y jefe de producción, sin embargo no existe un programa de mantenimiento preventivo de los equipos, por tanto no se realiza el seguimiento de los mantenimientos realizados.

El mantenimiento diario realizado responde únicamente a labores de limpieza y lubricación, esperando a que se produzcan las fallas para proceder a llamar a un técnico para que resuelva la falla y/o cambie repuestos. (La empresa no cuenta con área de mantenimiento ni personal especializado en realizar dichas tareas).

Del mes de Enero del 2013, se obtuvieron los siguientes datos:



**Cuadro N° 4.6.: Tiempo de Mantenimiento de Equipos**

Actividad	Tiempo Paradas Planificado (Hrs. por semana)	Tiempo Ejecutado (Hrs por semana)	Relación (%)	Observaciones
Mantenimiento Torno: Meuser MOL-46546	16	0	0.00%	
Mantenimiento Torno: Meuser 43187	8	2	25.00%	
Mantenimiento Torno: KURAKI	8	4	50.00%	
Mantenimiento Fresadora: NOVAR	8	5	62.50%	
Mantenimiento Fresadora: MAKERS	8	0	0.00%	
Mantenimiento Mandrino: ILR	16	24	150.00%	Mantto Correctivo
Mantenimiento Mandrino: JUARISTI	16	40	250.00%	Mantto Correctivo
Mantenimiento Taladro Radial: RABOMA	8	3	37.50%	
Mantenimiento Taladro de Banco: KONE	5	0	0.00%	
Mantenimiento Taladro: POMOTEC	5	0	0.00%	
Mantenimiento Sierra Mecánica	2	0	0.00%	
Máquina de soldadura TIG Maxstar	8	0	0.00%	
Mantenimiento Pantógrafo Corte CNC	8	8	100.00%	
Mantenimiento Equipos para pintar Airless	4	2	50.00%	
Mantenimiento Máquina de soldadura por arco sumergido	8	5	62.50%	
Mantenimiento Máquina de soldadura MIG	8	2	25.00%	
Mantenimiento Máquina de soldadura MIG	8	2	25.00%	
Mantenimiento Máquina de soldadura MIG	8	2	25.00%	
Mantenimiento Máquina de soldadura MIG	8	2	25.00%	
Mantenimiento Taladro Magnético GBM 32-4	5	16	320.00%	Mantto Correctivo
<b>TOTAL</b>	<b>165</b>	<b>117</b>	<b>70.91%</b>	

Fuente: La Empresa, elaboración propia

Como se puede observar, no se cumple las recomendaciones de mantenimiento, y las ocasiones que el tiempo ejecutado de mantenimiento sobrepasa el tiempo planificado es porque ya el equipo esta averiado y requiere mantenimiento correctivo.

Para hallar el % de equipos desabastecidos, se procedió a utilizar la siguiente formula:

$$\% \text{ Equipos desabastecidos} = 1 - \frac{\sum \text{Tiempo utilizado} \times 100}{\sum \text{Tiempo programado}}$$

$$\% \text{ Equipos desabastecidos} = 1 - \frac{117 \times 100}{165}$$

$$\% \text{ Equipos desabastecidos} = 1 - 70.90$$

$$\% \text{ Equipos desabastecidos} = 29.1 \%$$

#### 4.6.4. Cantidad de personal contratado:

##### A.-Objetivos

-Determinar la cantidad de personal necesario para el cumplimiento del cronograma de producción.

##### B.-Alcance

-Área de producción y personal de planta.

##### C.-Documentación:

-Tareo de personal

##### D.-Procedimiento:

Paso 1.-Planificación de la Producción:

No se puede estimar la venta de filtros prensa, debido a que aunque se cuente con información histórica de ventas, es un producto que se vende únicamente para nuevos proyectos mineros y/o cuando las empresas mineras deciden tratar sus relaves, además que el producto es personalizado según las necesidades de cada cliente.

Por tanto el proceso de planificación de la producción, a cargo de la Gerencia de Proyectos, se llevará a cabo una vez que la empresa se haya presentado a un proceso de licitación, exista una intención de compra y/o ingrese una orden de compra.

Según el diseño y cantidad de filtros prensa a vender, se determinará de manera semestral en qué orden o secuencia se realizara la producción, materia prima y/o recursos necesarios.

### Paso 2.-Cronograma de Producción:

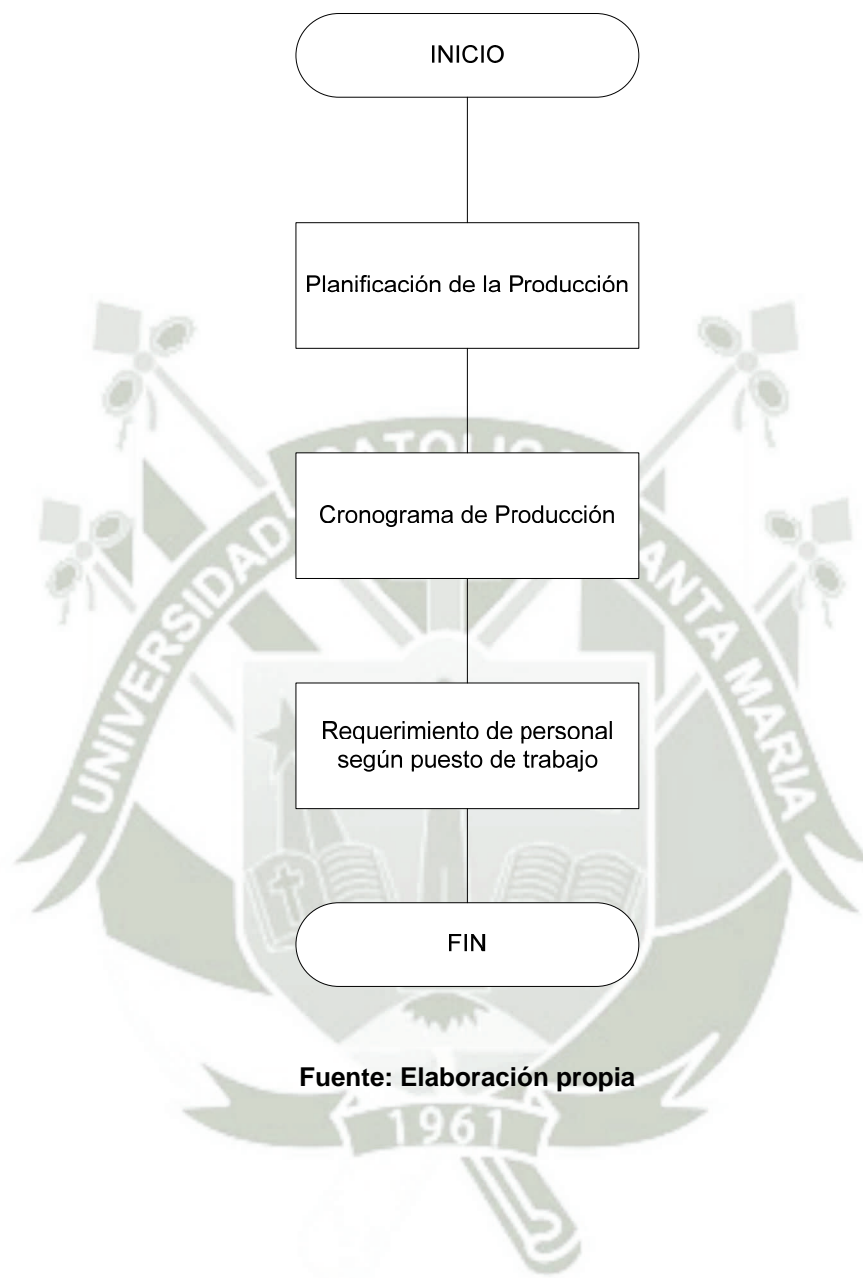
Se realizará un cronograma de producción, que detalle los recursos necesarios para cada actividad, el que será ingresado en la herramienta MS Project, que permitirá desglosar el listado de tareas por cada elemento que compone el filtro prensa, enlazando cada uno de ellos con los recursos necesarios.

Una vez ingresados los recursos, maquinarias y equipos, esta herramienta nos permitirá conocer cuáles son los recursos que están sobre asignados. (Un recurso sobre asignado tiene más trabajo asignado del que puede realizar en el tiempo que dispone).

### Paso 3.-Requerimiento de personal según puesto de trabajo:

Una vez que ya se conocen los recursos que están sobre asignados, se realiza el requerimiento de personal faltante al área de Recursos Humanos, según los conocimientos y habilidades requeridas para ocupar el puesto de trabajo. (Torneros, fresadores, mandrinadores, mecánicos, hidráulicos, pintores, montajistas, soldadores, ayudantes).

### Esquema N° 4.5.: Proceso de contratación de personal



**Fuente: Elaboración propia**

Se propone la contratación de personal especializado, en base a las necesidades de producción y la propuesta de incremento de equipos críticos.

**Cuadro N° 4.7.: Necesidades de Personal**

Área	Requerido	Contratado	Déficit	% Ausente
Hidráulica	2	1	1	50.00%
Maestranza	10	7	3	30.00%
Armado y soldadura	5	4	1	20.00%
Pintura	3	2	1	33.33%
Corte	1	1	0	0.00%
Ensamble	3	2	1	33.33%
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>17</b>	<b>7</b>	<b>29.17%</b>

Fuente: La empresa, elaboración propia

$$\% \text{ Incremento de personal} = 1 - \frac{\sum \text{Personal contratado} \times 100}{\sum \text{Personal requerido}}$$

$$\% \text{ Incremento de personal} = 1 - \frac{17 \times 100}{24}$$

$$\% \text{ Incremento de personal} = 29.17\%$$

Se requiere un incremento de 29.17% de personal (7 personas).

Para evaluar el indicador se propone medir la productividad anual, definida como la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción, en este caso, los recursos empleados son la cantidad de operadores de planta contratados durante el año.

Se realizó el cálculo de productividad para la producción de filtros prensa en el último año (2012), utilizando la siguiente formula:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Filtros prensa producidos (año)}}{\text{Cantidad de trabajadores}}$$

$$\text{Productividad (Año 2012)} = \frac{10}{17} = 0.5882$$

Esta relación permite evaluar el rendimiento de una unidad productiva en un período determinado. Si en el transcurso del tiempo aumenta la relación entre el volumen vendido y la magnitud del trabajo incorporado, ello significa que el producto promedio del trabajo mejora; si disminuye, entonces el trabajo promedio produce menos.

#### 4.7. COMPARATIVO DE UTILIDADES

Al aplicar la metodología propuesta, se produciría incrementos en la cantidad de filtros vendidos y por lo tanto en las ganancias generadas por la empresa.

En el año 2012 se vendieron 10 filtros prensa, con la aplicación de la metodología se incrementa en 01 unidad la cantidad de filtros, además de que se cumpliría con los plazos de entrega establecidos con el cliente, evitando perdidas a la empresa.

**Cuadro N° 4.8.: Incremento de Unidades Vendidas**

Actual (Und)	Propuesto (Und)
10	11

Fuente: Elaboración propia

En el año 2012 las ganancias por las ventas de filtros prensa fueron por S/. 6,003,088.00, con la aplicación de la metodología se produciría un incremento aproximado de S/. 1,000,714.77. *(En base al incremento de rendimiento de los equipos, se espera mejorar la productividad y las utilidades en 16.67%)*

**Cuadro N° 4.9.: Incremento de Utilidades**

Actual (S/.)	Propuesto (S/.)
6,003,088.00	7,003,802.77

Fuente: Elaboración propia

**4.8. CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN**

**Cuadro N° 4.10.A: Cronograma Propuesto de Implementación (Anual)**

	Procedimientos	Tiempo (Semanas)																												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
	Planificación de la producción																													
	Cronograma de producción																													
Determinar maquinaria y equipos	Listado de maquinaria y equipos																													
	Determinar disponibilidad de maq. y equipos																													
	Req. de maq. y equipos y/o reprogramación																													
Determinar tiempo de producción por actividad	Establecer proceso de fabricación																													
	Registro de tiempos																													
	Análisis y estandarización de tiempos																													
	Formato de control de producción																													
	Inventario de maquinaria y equipos																													
	Recopilación de información existente																													
Reparación de equipos	Confeción de nuevo historial																													
	Consolidación de información del fabricante																													
	Implementación de programa manito																													
	Asignación de responsable																													
Cantidad de personal contratado	Planificación de la producción																													
	Cronograma de producción																													
	Requerimiento de personal																													

**Fuente: La empresa, elaboración propia**

**Cuadro N° 4.10.B: Cronograma Propuesto de Implementación (Anual)**

Procedimientos	Tiempo (Semanas)																								
	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	
Planificación de la producción																									
Cronograma de producción																									
Listado de maquinaria y equipos																									
Determinar disponibilidad de maq. y equipos																									
Req. de maq. y equipos y/o reprogramación																									
Establecer proceso de fabricación																									
Registro de tiempos																									
Análisis y estandarización de tiempos																									
Formato de control de producción																									
Inventario de maquinaria y equipos																									
Recopilación de información existente																									
Confeción de nuevo historial																									
Consolidación de información del fabricante																									
Implementación de programa mannto																									
Asignación de responsable																									
Planificación de la producción																									
Cronograma de producción																									
Requerimiento de personal																									
Contrato de personal																									

**Fuente: La empresa, elaboración propia**

4.9. PRESUPUESTO

Cuadro N° 4.12: Presupuesto Anual

Procedimiento	Recurso	Frecuencia Anual	Cant.	Und	Costo Unitario (S/.)	Costo Total (S/.)
Planificación de la producción	Planner	3	70	Horas	10.52	2209.2
Cronograma de producción	Planner	3	50	Horas	10.52	1578
Listado de maquinaria y equipos	Jefe de Producción	3	40	Horas	24.56	2947.2
Determinar disponibilidad de maq. y equipos	Jefe de Producción	3	70	Horas	24.56	5157.6
Req. de maq. y equipos y/o reprogramación	Gerente de Proyectos	3	70	Horas	35.08	7366.8
Establecer proceso de fabricación	Jefe de Producción	1	75	Horas	24.56	1842
Registro de tiempos	Asistente de Producción	1	120	Horas	10.52	1262.4
Análisis y estandarización de tiempos	Jefe de Producción	1	25	Horas	24.56	614
Formato de control de producción	Asistente de Producción	1	40	Horas	10.52	420.8
Inventario de maquinaria y equipos	Asistente de Producción	1	5	Horas	10.52	52.6
Recopilación de información existente	Jefe de Almacén	1	5	Horas	4.21	21.05
Confeción de nuevo historial	Asistente de Producción	1	90	Horas	10.52	946.8
Consolidación de información del fabricante	Asistente de Producción	1	85	Horas	10.52	894.2
Implementación de programa mantto	Asistente de Producción	1	85	Horas	10.52	894.2
Asignación de responsable	Gerente de Proyectos	1	60	Horas	24.56	1473.6
Requerimiento de personal	Jefe de Producción	3	4	Horas	35.08	140.32
	Jefe de Recursos Humanos	3	15	Horas	24.56	1105.2
			15	Horas	25.8	1161
						<b>30,086.97</b>

Fuente: La empresa, elaboración propia

#### 4.10. CONTROL

Se llevarán a cabo actividades para asegurar el cumplimiento de los objetivos requeridos, siendo las principales:

-Reuniones semanales del equipo de gestión, conjuntamente con el Gerente de Proyectos y Jefe de Producción para revisar los indicadores y avance de cada actividad según plantilla adjunta. (*Ver esquema N° 4.6.: Acta de Reunión*)

-Cada área involucrada emitirá un informe semanal de las tareas desarrolladas, según plantilla adjunta, el mismo que será revisado por el Gerente de Proyectos y equipo de gestión. (*Esquema N° 4.7.: Informe*)

Para la comprensión y solución de problemas se propone continuar con la utilización de las herramientas de calidad, como instrumentos que permiten analizar y resolver los problemas que se presenten durante el proceso.

Entre las herramientas recomendadas, se encuentran: Hojas de verificación, diagramas de flujo, diagrama de Ishikawa, gráfico de Pareto, Histograma, gráfica de dispersión y gráficas de control.

Esquema N° 4.6.: Acta de Reunión

ACTA DE REUNIÓN N° _____			
FECHA Y HORA		CONVOCADA POR	
LUGAR		FACILITADOR	
OBJETIVO			
ASISTENTES			
PERSONA	CARGO	EMPRESA	
DOCUMENTACIÓN			
QUÉ SE DEBE LEER PREVIAMENTE		RESPONSABLE	
Ultimo Informe			
QUÉ SE DEBE PRESENTAR EN LA REUNIÓN		RESPONSABLE	
Informes de Avances y Estado			
AGENDA			
ACTIVIDAD	RESPONSABLE	TIEMPO	
CONCLUSIONES			
ACCIONES	RESPONSABLE	FECHA LÍMITE	OBSERVACIONES
NOTAS ESPECIALES			

Fuente: Elaboración propia

## Esquema N° 4.7.: Informe

### INFORME N°

**A** :  
**De** :  
**Fecha Actual** :

**ASUNTO: Reporte Semanal**

---

El presente Informe tiene como objetivo principal dar a conocer las principales actividades realizadas en la semana referida y la proyección de trabajo de la siguiente semana.

#### **I.-RESUMEN DE TRABAJOS REALIZADOS**

#### **II.-PROYECCION DE TRABAJOS PARA LA PRESENTE SEMANA**

Fuente: Elaboración propia

## CONCLUSIONES

### PRIMERA:

Al aplicar la metodología propuesta para la optimización de procesos en la línea de producción de filtros prensa para concentrados y relaves, se reducirán los tiempos de fabricación, permitiendo cumplir con los plazos de entrega establecidos con el cliente e incrementar las ventas anuales en 10%, obteniendo utilidades de S/. 7,003,802.77

### SEGUNDA:

Al realizar el diagnóstico situacional de la línea de producción de filtros prensa, se determina que debido al incremento de ventas de filtros prensa durante los últimos años, el principal inconveniente es el incumplimiento en los plazos de entrega, siendo sus principales causas: falta de planificación de la producción, capacidad de planta insuficiente, falta de mantenimiento preventivo a la maquinaria y equipos.

### TERCERA:

Los principales factores que influyen en el desarrollo productivo de la línea operativa son: cantidad de maquinarias y equipos disponibles, tiempo de producción por actividad, tiempo de reparación de equipos y cantidad de personal contratado.

### CUARTA:

El propósito de la propuesta es dotar a la empresa de una metodología adecuada para la optimización de procesos de la línea productiva de filtros prensa, que permita la adecuada gestión en la producción; el costo de la propuesta es de S/. 30,086.97.

## RECOMENDACIONES

### PRIMERA:

La empresa tiene como proyecto la construcción de un nuevo local, el terreno adquirido es de 10,000 m<sup>2</sup> en Chilca-Lima, se recomienda realizar un adecuado diseño y distribución de planta que permita un mejor manejo de materiales, simplificar tareas, reducir tiempos de fabricación y eliminar desplazamientos innecesarios.

### SEGUNDA:

Es necesario e importante el compromiso e involucramiento de todos los trabajadores de la empresa y áreas involucradas. La empresa debería implementar un sistema de reconocimiento o recompensa para asegurar la participación de todos los colaboradores y por ende el cumplimiento de los objetivos trazados para la implementación de la presente propuesta.

### TERCERA:

Se recomienda la adquisición de algún producto informático para gestión empresarial que se adecue a las necesidades de la empresa, donde se integre la gestión logística (compras, almacenes y ventas), gestión administrativa financiera, gestión de recursos humanos y gestión de planta industrial.

## BIBLIOGRAFIA

### DOCUMENTOS IMPRESOS:

JIMENEZ, R. - *Optimización de Procesos* – 1a edición, Barcelona, España, 2007.

KALPAKJIAN S. - *Manufacturing Processes for Engineering Materials*, 4a edición, Mexico DF, Prentice-Hall, 2003.

LIND D / MARCHAL W / MASON R - *Estadística para administración y economía*, 11a edición, Alfaomega. Colombia. 2004.

ROMERO O. / MUÑOZ D. / ROMERO S. - *Introducción a la Ingeniería, Un Enfoque Industrial*, 1a edición, 2006.

SULE, D.R. - *Instalaciones de Manufactura: ubicación, planeación y diseño*, 2a edición, Thomson, México, 2001.

### DOCUMENTOS ELECTRÓNICOS:

Portal Electrónico de BPM Latam, disponible en World Wide Web:  
<http://blog.bpm-latam.org/2008/06/optimizacin-de-procesos-parte-i.html>

Portal Electrónico de Control Estadístico, disponible en World Wide Web:  
<http://www.monografias.com/trabajos30/control-estadistico-calidad/control-estadistico-calidad.shtml>

Portal Electrónico de Herramientas de Control de Calidad y Mejoramiento del Mantenimiento, disponible en World Wide Web:  
<http://campuscurico.utalca.cl/~fespinos/HERRAMIENTAS%20PARA%20EL%20CONTROL%20DE%20CALIDAD%20DEL%20MANTENIMIENTO.pdf>

Portal Electrónico de Matemática. Manual del Control Estadístico de Procesos. España. 2005. Extraído el 30 de Octubre del 2010, disponible en World Wide Web:  
<http://www.matematicasyoesia.com.es/Estadist/ManualCPE06.htm>



## ANEXOS

### Indicadores

DIAGRAMA	FACTORES	INDICADORES
Diagrama de Ishikawa	Cantidad de personal insuficiente	-Cantidad de personal contratado
	Personal no se abastece con carga de trabajo	-Cantidad de tareas por cada trabajador
	Viajes de personal de producción a unidades mineras	-Cantidad de viajes por mes
	Maquinaria antigua	-Tiempo de antigüedad -Tiempo de funcionamiento
	Generación de cuellos de botella	-Horas de producción perdidas -Cantidad de maquinaria y equipos disponibles
	Inexistencia de historial de mantenimiento e información técnica de los equipos	-Costo mensual de mantenimiento correctivo -Tiempo de reparación
	Inexistencia de programa de mantenimiento preventivo	-Tiempo perdido por fallas
	Incumplimiento de tiempos de entrega por parte del área de Logística	-Tiempo de cotización -Tiempo de procesamiento de órdenes de compra
	Incumplimiento en tiempos establecidos de llegada de	-Nivel de cumplimiento de los proveedores

	materiales	
	Inexistencia de procedimiento de selección y evaluación de proveedores	
	Demoras en entrega de planos por parte del área de Diseño e Ingeniería	-Tiempo estimado de entrega de planos -Tiempo estimado de nuevos diseños
	No hay tiempos de producción establecidos y/o mal establecidos	-Cantidad de actividades -Tiempo de producción por actividad
	Falta de realización de ensayos o pruebas de calidad	-Cantidad de pruebas realizadas por filtro prensa (Registros completados)
	Falta de atención a quejas y reclamos de clientes (internos)	-Cantidad de reclamos atendidos -Cantidad de reclamos solucionados
Diagrama de Afinidad	Falta de información a las áreas los trabajos a realizar, asignando prioridades	-Cantidad de trabajos asignados al personal
Árbol de Problemas	Perdida de los clientes	-Nivel de cumplimiento de entregas a los clientes (internos) -Ventas perdidas
	Incremento de costos de producción	-Costos de producción anuales