

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE TITULACIÓN**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA INDUSTRIAL**

**ÁREA
SISTEMAS PRODUCTIVOS**

**TEMA
MEJORA DE LA EFICIENCIA DE EQUIPOS Y
MÁQUINAS EN LA FABRICACIÓN DE TUBERÍA EN
LA INDUSTRIA METALMECÁNICA PARA LA
CONSTRUCCIÓN**

**AUTORA
HERNÁNDEZ CASTRO ÁNGELA ESTEFANÍA**

**DIRECTOR DEL TRABAJO
ING. IND. NAVARRETE PACHECO OSWALDO A.**

**2016
GUAYAQUIL – ECUADOR**

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“La responsabilidad del contenido de este trabajo de titulación me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil”

Hernández Castro Angela Estefania

C.C: 0924948417

AGRADECIMIENTO

A mis padres por apoyarme en mis estudios y ser el impulso para seguir adelante, mi esposo que es mi apoyo incondicional en los buenos y malos momentos siempre me apoya para seguir adelante, hermanos y a todos mis familiares que siempre están.

A la vida y sobre todas las cosas a Dios por permitirme culminar esta meta.

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mi querida hija que es mi principal fuerza la cual me impulsa a seguir adelante y seguir cumpliendo mis metas. Espero que en su etapa de estudios le sirva de ejemplo y pueda cumplir todo lo que se proponga.

ÍNDICE GENERAL

N°	Descripción	Pág.
	PRÓLOGO	1

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

N°	Descripción	Pág.
1.1.1	Antecedentes	2
1.2	Ubicación geográfica IMETECO	3
1.1.2	Productos	3
1.1.3	Recursos productivos	5
1.1.3.1	Recursos humanos	5
1.1.3.2	Recursos tecnológicos	5
1.1. 4	Proceso de producción	8
	Prensado y rolado	9
	Soldadura de virolas	10
	Armado de tuberías	10
	Granallado y pintado	11
1.1.5	Capacidad de producción mominal y real	11
1.1.6	Descripción del problema	14
1.1.6.1	Causas	14
1.1.6.2	Efectos	14
1.1.6.3	Delimitación	15
1.1.7	Objetivos	15
1.1.7.1	Obejetivo General	15
1.1.7.2	Objetivos especificos	15
1.1.8	Justificativos	15
1.1.9	Marco teórico	16

N°	Descripción	Pág.
1.1.9.1	Marco referencial	20
1.1.9.2	Marco legal	21
1.1.10	Metodología	21

CAPÍTULO II

DIAGNÓSTICO

N°	Descripción	Pág.
2.1	Registro de datos y sistematización del sistema	23
2.1.1	Recolección de datos	23
2.1.2	Análisis de las causas	50
2.2	Impacto económico del problema	51
2.3	Diagnostico	55

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y EVALUACIÓN ECONÓMICA

N°	Descripción	Pág.
3.1	Descripción de propuestas de solución	56
3.2	Desarrollo de la propuesta	56
3.2.1	Elaboración de procedimientos	56
3.2.2	Elaboración de sistemas de compras	79
3.2.3	Plan de mantenimiento	92
3.3	Costos de las propuestas de solución	94
3.4	Relación Beneficio/Costo	97
3.5	Conclusiones	98
3.6	Recomendaciones	98
	GLOSARIO DE TÉRMINOS	99
	ANEXOS	101
	BIBLIOGRAFÍA	110

ÍNDICE DE CUADROS

N°	Descripción	Pág.
1	Productos que se fabrican en la empresa	4
2	Distribución del personal	5
3	Máquinas para realizar corte, trazado y biselado	5
4	Máquinas para rolado y recilandrado de virolas	6
5	Máquinas para arco sumergido para soldadura	7
6	Máquinas para acabado de producto	7
7	Capacidad nominal de la empresa	12
8	Tiempo perdido de la máquina gemini 3D	23
9	Causas de paralización de la máquina gemini 3D	24
10	Tiempo perdido de la máquina gemini 2D	25
11	Causas de paralización de la máquina gemini 2D	26
12	Tiempo perdido de la máquina pantografo 1	27
13	Causas de paralización de la máquina pantografo 1	27
14	Tiempo perdido de la máquina pantografo 2	28
15	Causa de paralización de la máquina pantografo 2	29
16	Tiempo perdido de la máquina pantografo 3	30
17	Causas de paralización de la máquina pantografo 3	31
18	Tiempo perdido de la máquina pantografo 5	32
19	Causas de paralización de la máquina pantografo 5	33
20	Tiempo perdido de la máquina rola 1	34
21	Causas de paralización de máquina rola 1	35
22	Tiempo perdido de la máquina rola 2	36
23	Causas de paralización de la máquina rola 2	37
24	Tiempo perdido de la máquina rola 3	38
25	Causas de paralización de la máquina rola 3	39

N°	Descripción	Pág.
26	Tiempo perdido de la máquina arco longitudinal 1	40
27	Causas de paralización de la máquina arco longitudinal 1	41
28	Tiempo perdido de la máquina arco longitudinal 2	42
29	Causas de paralización de la máquina arco longitudinal 2	43
30	Tiempo perdido de la máquina arco sumergido 3-4-5-6	44
31	Causas de paralización de la máquina arco sumergido 3-4-5-6	45
32	Tiempo perdido de la máquina cámara de granalla	46
33	Causas de paralización de la máquina cámara de granalla	47
34	Tiempo perdido de la máquina cámara de pintura	48
35	Causas de paralización de la máquina cámara de pintura	49
36	Costos de las causas de paralización	50
37	Costo del tiempo perdido por paralización	52
38	Costo del tiempo perdido por causas relevantes	54
39	Plan de mantenimiento	93
40	Costos de la propuesta versus costos año 2015	95
41	Relación beneficio/costo	97

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Nº	Descripción	Pág.
1	Capacidad real de la empresa	13
2	Porcentaje de paralización de la máquina gemini 3D	24
3	Porcentaje de paralización de la máquina gemini 2D	26
4	Porcentaje de paralización de la máquina pantografo 1	28
5	Porcentaje de paralización de la máquina pantografo 2	30
6	Porcentaje de paralización de la máquina pantografo 3	32
7	Porcentaje de paralización de la máquina pantografo 5	34
8	Porcentaje de paralización de la máquina rola 1	35
9	Porcentaje de paralización de la máquina rola 2	37
10	Porcentaje de paralización de la máquina rola 3	39
11	Porcentaje de paralización de la máquina arco longitudinal 1	41
12	Porcentaje de paralización de la máquina arco longitudinal 2	43
13	Porcentaje de paralización de la máquina arco sumergido 3-4-5-6	45
14	Porcentaje de paralización de la máquina cámara de granalla	47
15	Porcentaje de paralización de la máquina cámara de pintura	49
16	Diagrama tiempo perdido por máquina	51
17	Diagrama de Pareto del costo total por máquina	53
18	Diagrama de dispersión del costo total por máquina	53
19	Diagrama del costo total por causa	54
20	Diagrama de costos propuesta versus año 2015	96

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Descripción	Pág.
1	Ubicación geográfica de la empresa	3

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

N°	Descripción	Pág.
1	Diagrama del flujo de proceso de producción	8

AUTOR: HERNÁNDEZ CASTRO ANGELA ESTEFANIA
TITULO: AUMENTO DE LA EFICIENCIA DE EQUIPOS Y MÁQUINAS EN LA FABRICACION DE TUBERIA EN LA INDUSTRIA METALMECANICA PARA LA CONSTRUCCION
DIRECTOR: ING.IND. NAVARRETE PACHECO OSWALDO ALFREDO.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio propone mejorar la eficiencia de los equipos y máquinas de las líneas de procesos de fabricación de tuberías en la empresa IMETECO. Para determinar la situación actual en la que se encontraba la empresa se realizó un análisis de los indicadores de producción mediante diagramas de causa y efecto y graficas de Pareto, para determinar las acciones a realizar para mejorar la eficiencia en la línea de fabricación de tuberías. Mediante el análisis de la situación actual de la empresa se pudo determinar que los puntos más críticos del proceso por los cuales existen más tiempos muertos son los siguientes: excesivo tiempo de limpieza y tiempo de maniobra muy largo, paradas por falta de material y paradas por daños mecánicos, por lo que se vio la necesidad de desarrollar procedimientos con el fin de establecer las actividades adecuadas para reducir tiempos de operación, se estableció un sistema de compra de materiales para evitar la falta de material en las líneas, se determinó un plan de mantenimiento preventivo para evitar paradas innecesarias por daños mecánicos. Se determinó que los procesos más críticos en la línea de tuberías son: la pintura y el granallado. Por lo que se recomienda la implementación de las acciones correctivas de inmediato para mejorar la eficiencia del proceso y optimizar los recursos que posee la empresa Imeteco.

PALABRAS CLAVES: Eficiencia, Indicador, Proceso, Tiempo, Muerto, Desarrollar, Procedimiento, Sistema, Plan, Mantenimiento Preventivo, Granallado, Fabricación, Tubo.

AUTHOR: HERNÁNDEZ CASTRO ANGELA ESTEFANIA
TOPIC: IMPROVING THE EFFICIENCY of EQUIPMENT AND
MACHINES IN THE MANUFACTURE OF PIPE IN THE
INDUSTRY METALMECANICA FOR THE
CONSTRUCTION
DIRECTOR: IND.ENG. NAVARRETE PACHECO OSWALDO ALFREDO.

ABSTRACT

The objective of the present study aims to improve the efficiency of the equipment and machines of the lines of manufacturing processes of pipes in the company IMETECO. To determine the current situation in which the company has conducted an analysis of the indicators of production through cause and effect diagrams and charts of Pareto, to determine the actions to be taken to improve the efficiency in the production line of pipes. Through the analysis of the current situation of the company were able to determine that the most critical points of the process by which there are more dead times are the following: excessive cleaning time and long handling, Stops due to lack of material and stops by mechanical damage, by what was the need to develop procedures with the aim of establishing the appropriate activities to reduce times of operation, a system was established for the purchase of materials to prevent the lack of it in the lines, identified a preventive maintenance plan to avoid unnecessary stops for mechanical damage. It was determined that the most critical processes in the line of pipes are: painting and the shot peening. It is recommended the implementation of the corrective actions immediately to improve the efficiency of the process and optimize the resources that owns the company Imeteco.

KEY WORDS: Efficiency Indicator, Process, Dead Time, develop, Procedure, System, Plan, Preventive Maintenance, Shot Blasting, Manufacture, Tube.

PRÓLOGO

Un efectivo y eficiente control en la producción y planificación de todo proceso constituyen un gran impacto a nivel empresarial, dentro de las grandes preocupaciones de los sectores productivos por la implementación y desarrollo de planificaciones estructuradas y definidas con el fin de obtener los más altos logros y beneficios en economía, tiempo y dinero derivan el presente trabajo hacia el sector metalmecánico el cual el cual ha cambiado a causa de las actualizaciones de las diferentes normas de fabricación de productos de acero.

Cada capítulo ha sido diseñado de manera que sea de fácil comprensión para la persona que lee.

Se ha realizado el análisis de la situación actual mediante los reportes de producción registrados en una base de datos, para así poder dar un diagnóstico de cuáles son las máquinas que tienen mayor tiempo muerto y cuáles son las causas que ocasionan los problemas en la empresa.

Se analizan las causas mediante diagramas de barras y se identifican cuáles son las más significativas, luego se saca el costo de cada causa para poder así proponer una alternativa de mejora.

Finalmente se detectaron las acciones correctivas que se deben tomar para poder reducir el tiempo improductivo que se genera se ha incluido el desarrollo de procedimientos para cada máquina que interviene en el proceso, elaborar un plan de mantenimiento y llevar un sistema de compras adecuado para seguirse en la empresa.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La Empresa Imeteco esta dedica a elaborar productos metalmecánicos, de alta ingeniería. Con experiencia tecnológica y capacidad para poder trabajar bajo normas de calidad internacionales. La empresa metalúrgica fue creada hace 25 años en consorcio con la empresa alemana PREDIOS, el 15 de julio de 1977, con el nombre de ETECOPREDIO, se la contrato para un proyecto de 36 Km. de tubería para la empresa de agua potable EMAP llamado PLAN MAESTRO. Desde entonces los dueños de la empresa al frente eran el Ing. Dimitri Kakavacse y el Ing. Oswaldo Arroyo, hasta el 5 de julio de 1995, a partir de esta fecha es vendida al señor Freddy Selier quien a cargo de la empresa llegó hasta diciembre del 2000. En esta fecha es vendida al señor Santiago Llado Ferrer con la misma razón social, de esta fecha se llama IMETECO.

La empresa por sus años de servicios y eficiencia, optó mantener la misma razón social (Imeteco) actualmente es una planta con tecnología de punta y siguiendo su trayectoria de calidad, trabaja bajo todos los estándares internacionales.

De allí que entre los fines inmediatos de Imeteco está, seguir sirviendo a esta importante actividad productiva y contribuir así con el desarrollo del país.

Imeteco ha ganado espacio en el mercado Nacional e Internacional, se fundamenta principalmente en la calidad de su productos, y el capital humano calificado que cuenta para realizar sus operaciones.

CUADRO N° 1
PRODUCTOS QUE SE FABRICAN EN LA EMPRESA IMETECO

PRODUCTOS QUE SE FABRICAN EN LA EMPRESA		
Tuberías		
		Como se muestra en las figuras en la industria se fabrican tubería de varias dimensiones.
Codos		
		Al igual que tubería la empresa también fabrica diversidades de codos.
Tanques de Almacenamiento y de Alta Presión		
		Como se observa en las figuras la empresa fabrica tanques de almacenamiento y tanques de alta presión.
Estructuras Metálicas Industriales		
		Las figuras muestran los diferentes productos que se fabrican, estos son: tanques cuadrados, compuertas y vigas.
Vigas y Bifurcadores		
		En los gráficos se puede observar los diferentes productos fabricados entre los cuales tenemos: Bifurcadores de tuberías de presión, vigas tipo I, y estructuras para puentes.
		

Fuente: Industria Metalmecánica.

Elaborado por: Hernández Castro Angela.

1.1.3 Recursos Productivos

1.1.3.1 Recursos humanos

La empresa Imeteco cuenta un cupo de 100 colaboradores, detallados en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 2
DISTRIBUCION DEL PERSONAL DE LA EMPRESA IMETECO

RECURSOS HUMANOS EN LA EMPRESA	
AREA	NUMERO DE PERSONAS
ADMINISTRATIVA	44
CORTE	18
ROLADO	9
ARMADO	19
LIMPIEZA SUPERFICIAL	6
PINTURA	4
TOTAL	100

Fuente: Industria Metalmecánica.

Elaborado por: Hernández Castro Angela.

1.1.3.2 Recursos Tecnológicos

A continuación se detallan los recursos tecnológicos utilizados en el proceso de producción.

CUADRO N° 3
MÁQUINAS PARA REALIZAR CORTE, TRAZADO Y BISELADO

Pantógrafos	
	
Pantógrafo 5	Pantógrafo 1

	
Pantógrafo 2	Pantógrafo 3
Gemini	
	
Gemini 2D	Gemini 3D

Fuente: Industria Metalmecánica.

Elaborado por: Hernández Castro Angela.

CUADRO N° 4**MÁQUINAS PARA ROLADO Y RECILINDRADO DE VIROLAS**

Rolas	
	
Rola 1	Rola 2
	
Rola 3	

Fuente: Industria Metalmecánica.

Elaborado por: Hernández Castro Angela.

CUADRO N° 5

MÁQUINAS PARA ARCO SUMERGIDOS PARA SOLDADURA

Arcos Sumergidos	
	
Arco Longitudinal 1 -2	
	
Arco Sumergido 3-4-5-6	

Fuente: Industria Metalmecánica.
Elaborado por: Hernández Castro Angela.

CUADRO N° 6

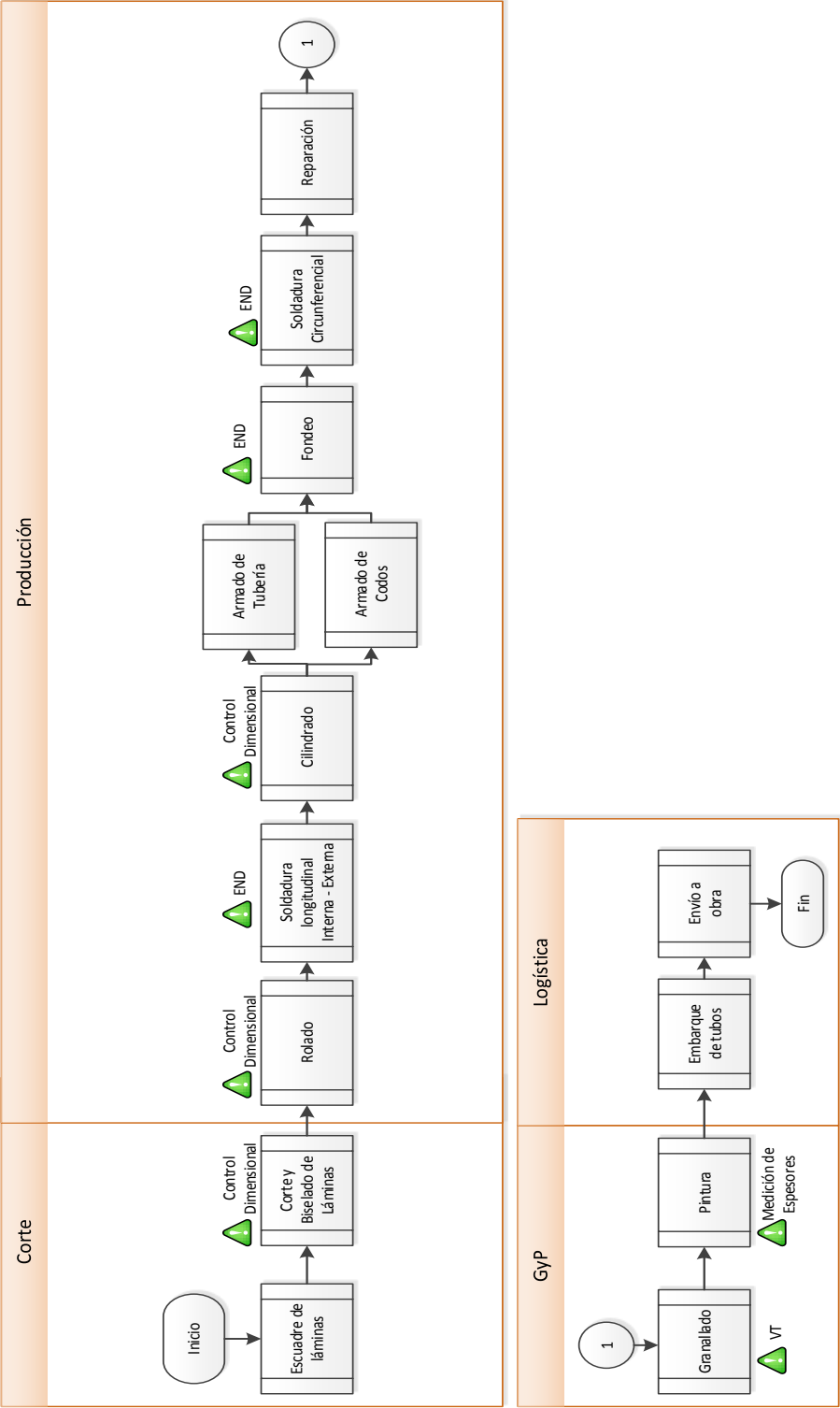
MÁQUINAS PARA ACABADO DE PRODUCTO

Cámara de Granalla	
	
Cámara de Pintura	
	

Fuente: Industria Metalmecánica.
Elaborado por: Hernández Castro Angela.

1.1.4 Proceso de Producción

DIGRAMA N° 1
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN



Fuente: Industria Metalmecánica.
Elaborado por: Hernández Castro Angela.

El proceso de producción de tuberías se inicia con la recepción de materiales ya sea por parte del cliente o por parte de la empresa, se hace la recepción del material por parte del departamento de calidad verificando que el material llegue en buen estado y que tenga las dimensiones especificadas.

El personal de diseño se encarga de entregar los respectivos planos a todos los departamentos involucrados en el proceso productivo, para así poder generar las respectivas órdenes de producción.

La Orden de Producción del proceso de corte detallará el material que va ser procesado, el supervisor del área de corte verifica que sea el material que dice en los planos para luego transportar la materia prima (acero) hacia la mesa de corte (pantógrafo, gemini).

Prensado (Pre-Rolado).

Esta máquina es hidráulica y posee 750 toneladas de fuerza para prensar o doblar los extremos de la lámina de cualquier espesor, el doblado o curva que se aplica en los extremos transversales (longitudinales) de las laminas cortadas es el radio de la tubería a fabricarse, generada la curva de los extremos, que es verificada con la plantilla metálica preparada con las dimensiones del radio; actividad realizada en serie para el abastecimiento de material para la siguiente operación (rolado).

Rolado.

Esta operación consiste en que la lámina es sometida a un aplastamiento en su totalidad a través de los 3 rodillos que dispone la rola, dando forma circular a la lámina verificando siempre con la plantilla metálica preparada para esta operación; el número de pasadas dependerá del tipo de material a rolar.

Para conformar la virola se utilizan herramientas manuales, esto ayuda a unir los extremos longitudinales, para luego aplicar ligeros puntos de soldadura por el proceso MIG, Los punto de soldadura son segmentos de 4 Pulgada de largo en el cordón longitudinal.

Proceso de soldadura de las virolas.

Luego de rolar las virolas, éstas, pasan al área de soldadura, este proceso es realizado por arco sumergido (SAW). Para el cordón longitudinal se procede primeramente a soldar la parte interna con la maquina ARCO 1, luego la parte externa con la ARCO # 2, realizado en cada una de las virolas que luego pasaran a formar parte del tubo.

El Departamento de Control de Calidad procede a inspeccionar visual y dimensionalmente todas las virolas soldadas, para detectar los posibles defectos, para luego pasar a la reparación si es el caso y aprobarlo finalmente, y seguir con el siguiente proceso.

Armado de la tubería

El proceso de armado consiste en la unión de virolas para la formación del tubo, en este proceso primero se puntea la junta circunferencial de todas las virolas que componen el tubo, luego pasa a la máquina ARCO SUMERGIDO para realizar el proceso de soldado circunferencial.

El departamento de calidad realiza las inspecciones necesarias y los ensayos destructivos que se requieran, si se presentan fallas se reporta la novedad al supervisor encargado del área y se realizan las reparaciones, se vuelve a inspeccionar y si es el caso se libera, para pasar al siguiente proceso.

Granallado.

Son perdigones en forma de arista metálicas, con presión de aire permite limpiar la superficie metálica, el granallado es la limpieza de la superficie de la tubería por aristas metálicas.

Aprobada la tubería en su construcción, se procede a la etapa de acabado (pintura). Para realizarlo es necesario eliminar las impurezas del metal operación que se la logra a través del Granallado, se lo realizará en la parte exterior e interior, verificando el grado de limpieza necesario (# de Mills obtenido), y aprobar esta operación.

La tubería es transportada al área de pintura donde se seguirá las normas del fabricante de pintura al momento de la aplicación.

Pintado.

Siguiendo los requerimientos del cliente, se designa el tipo de pintura a usar, se tendrá en cuenta las recomendaciones del fabricante de la pintura al momento de sus aplicación, verificando el espesor (# Mills húmedo requerido).

Aplicadas las capas de pintura este se somete a la etapa de curado; se reparará la zona que presente defectos en la capa de pintura para la aprobación final de la tubería y despachar al cliente.

1.1.5 Capacidad de producción nominal y real

La capacidad nominal de la empresa es de 58920 toneladas al año, dicha capacidad está basada en el cuadro de producción nominal anual.

La capacidad real de la empresa es calculada por los reportes de producción diaria de la empresa, los reportes son llenados por los operadores de máquina.

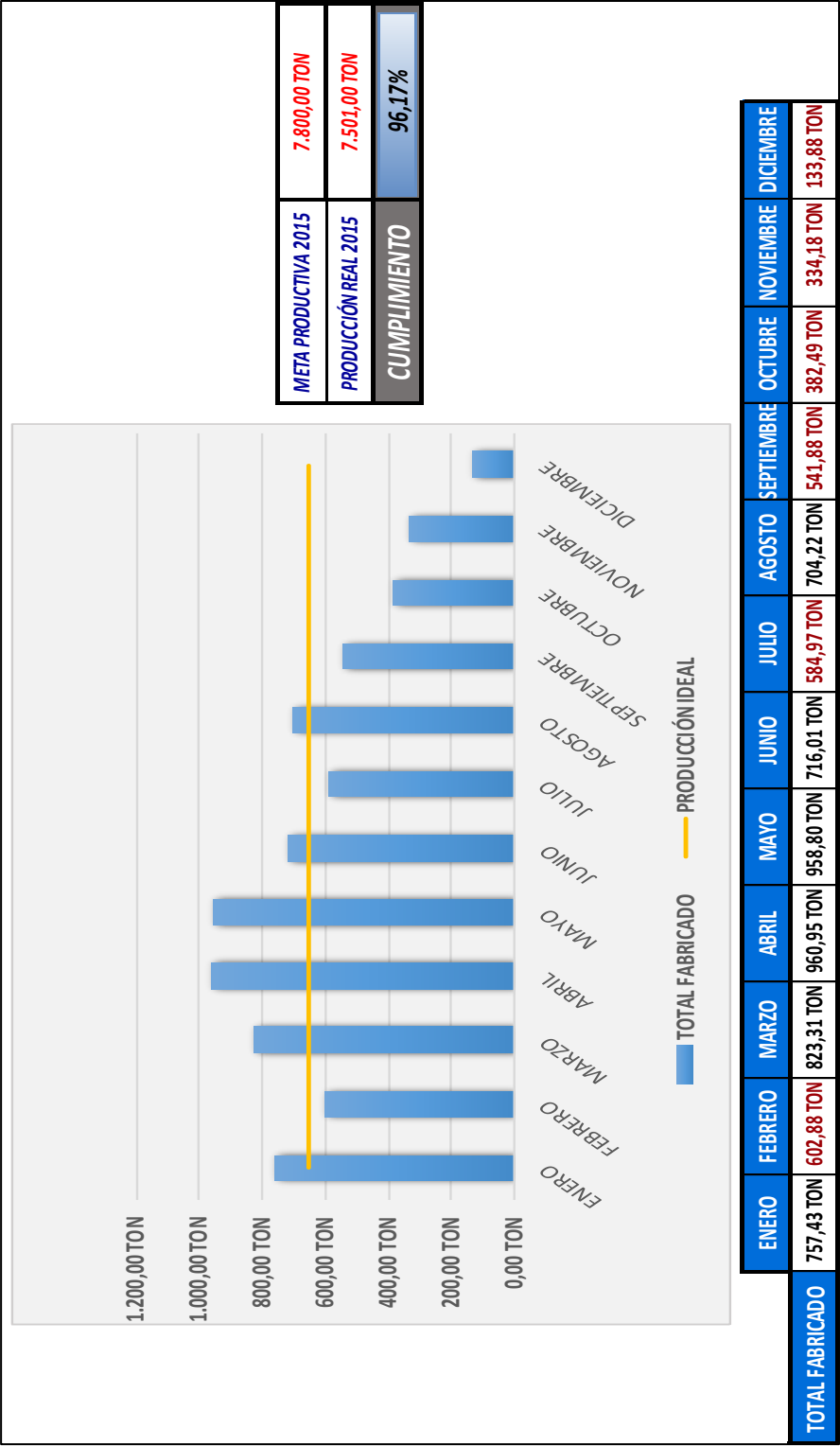
CUADRO N° 7
CAPACIDAD NOMINAL DE LA EMPRESA

AREA	MAQUINA	Capacidad Nominal (kg)
CORTE	ERGOSTAR	9.600.000,00
CORTE	GEMINI 3D Y 2D	1.320.000,00
CORTE	PANT. # 1 (IF-15-16)	2.400.000,00
CORTE	PANT. # 3 (IF-15-17)	1.800.000,00
CORTE	PANT. # 2 (GBM-18)	600.000,00
ROLADO	ROLA 1	12.000.000,00
ROLADO	ROLA 2	1.200.000,00
ROLADO	ROLA 3	1.200.000,00
ARCO	ARCO 1	7.200.000,00
ARCO	ARCO 2	7.200.000,00
ARCO	ARCO 3-4-5-6	7.200.000,00
ACABADO	CAMARA DE GRANALLA	3.600.000,00
ACABADO	CAMARA DE PINTURA	3.600.000,00
Total en Kg		58920000,00
Total en Ton		58920,00

Fuente: Industria Metalmecánica.

Elaborado por: Hernández Castro Angela.

GRAFICO N° 1
CAPACIDAD REAL DE LA EMPRESA



Fuente: Industria Metalmecánica.
Elaborado por: Hernández Castro Angela.

1.1.6 Descripción del problema

Como problema tenemos la baja eficiencia en las líneas productivas por las paradas que se dan en el proceso de fabricación de tuberías.

Con la finalidad de evitar y/o eliminar errores que disminuyan su índice de productividad y rendimiento en el proceso de producción de tuberías, se obtiene como resultado:

Una constante intervención de la jefatura para resolver problemas diarios por ausencia de una adecuada planeación de producción que conlleva a incumplimientos y faltantes de despachos de tuberías afectando directamente a la satisfacción del cliente.

1.1.6.1 Causas

- Se detectan fallas en el proceso de soldadura
- No se dispone del material a procesar por falta de plataformas y montacargas para el traslado.
- Falta de stock en bodega.
- Se hace cambios en la programación
- No se cuenta con el personal necesario para realizar el trabajo
- No dispone de personal calificado para el manejo de máquinas pesadas.
- Falta de plataforma y montacargas para el traslado de planchas.

1.1.6.2 Efectos

- La empresa tiene bajos niveles de ingresos.
- Retrasos en la entrega del producto.
- Baja eficiencia en las líneas productivas.

1.1.6.3 Delimitación

El presente trabajo se realizará en la empresa IMETECO S.A. ubicada al norte de la provincia del Guayas, ubicada en el Km 16 1/2 vía a Daule.

El trabajo de investigación se delimitará en el Aumento de la Eficiencia de los equipos y máquinas en la fabricación de tuberías.

1.1.7 Objetivos

1.1.7.1 Objetivo General

Mejorar la eficiencia de los equipos y máquinas de las líneas de procesos de fabricación de tuberías.

1.1.7.2 Objetivos Específicos

- Identificar las variables que tienen relación con la obtención del indicador de eficiencia general de equipos.
- Determinar procedimientos desde la evaluación de la línea de procesos, hasta la interpretación final de resultados.
- Establecer el plan de mantenimiento de las máquinas y equipos usados, con el fin de eliminar las paradas innecesarias.

1.1.8 Justificativos

El presente trabajo se enfoca en el desarrollo de una metodología para mejorar la eficiencia de la productividad y rendimiento del proceso de producción de tuberías, con la finalidad de establecer una correcta planeación de la producción, que ayude a tomar decisiones y soluciones inmediatas, además de brindar al cliente un producto de alta calidad en el

menor tiempo posible y en las condiciones óptimas permisibles y requeridas.

1.1.9 Marco Teórico

La eficiencia indica a la utilización apropiada de los recursos y los resultados obtenidos.

La eficiencia comprende el trabajo, la energía y/o la potencia. Las máquinas sencillas o complejas que realizan trabajo tienen partes mecánicas que se mueven, de cómo que siempre se pierde algo de energía debido a la fricción o alguna otra causa. Así, no toda la energía absorbida realiza trabajo útil.

Se supone que las máquina transmiten toda la fuerza que se le comunica; pero no es está la realidad, pues parte de la fuerza se pierde en la práctica, gastándose en rozamientos, choques, precipitaciones, etc.

La parte absorbida por esta resistencia se llama “trabajo pasivo”, y la que resulta efectiva para el fin intentado por la máquina, se llama trabajo “útil”.

Procedimiento

Es el modo de proceder o el método que se implementa para llevar a cabo ciertas cosas, tareas o ejecutar determinadas acciones.

El procedimiento consiste del seguimiento de una serie de pasos bien definidos que permitirán y facilitarán la realización de un trabajo de la manera más correcta y exitosa posible.

Porque precisamente es uno de los objetivos de seguir un

procedimiento, garantizarse el éxito de la acción que se lleva cabo y más cuando son varias las personas y entidades que participan en el mismo, que requerirán de la observación de una serie de estadios bien organizados.

Plan de mantenimiento

Es el conjunto de tareas de mantenimiento programado, agrupadas o no siguiendo algún tipo de criterio, y que incluye a una serie de equipos de la planta, que habitualmente no son todos.

Hay todo un conjunto de equipos que se consideran no mantenibles desde un punto de vista preventivo, y en los cuales en mucho más económico aplicar una política puramente correctiva

El plan de mantenimiento engloba tres tipos de actividades:

- Las actividades rutinarias que se realizan a diario, y que normalmente las lleva a cabo el equipo de operación.
- Las actividades programadas que se realizan a lo largo del año.
- Las actividades que se realizan durante las paradas programadas.

Al determinar cada tarea debe determinarse además cinco informaciones referentes a ella: frecuencia, especialidad, duración, necesidad de permiso de trabajo especial y necesidad de parar la máquina para efectuarla.

Costo de Mantenimiento

Es el precio pagado por concepto de las acciones realizadas para conservar o restaurar un bien o un producto a un estado específico. El sector de mantenimiento en la planta o en la empresa puede ser considerado por algunos gerentes como un gasto, para otros como una inversión en la protección del equipo físico, y para algunos como un

seguro de producción. La actitud del gerente pasará a sus empleados (sean mecánicos u operarios) afectando directamente en los resultados.

Costos en el Mantenimiento

Para tomar decisiones basadas en la estructura de costos, y teniendo presente que para un administrador una de sus principales tareas será minimizar los costos, entonces es importante conocer su componentes.

Los costos, en general, se pueden agrupar en dos categorías:

- Los costos que tienen relación directa con las operaciones de mantenimiento, como ser: costos administrativos, de mano de obra, de materiales, de repuestos, de subcontratación, de almacenamiento y costos de capital.
- Costos por pérdidas de producción a causa de las fallas de los equipos, por disminución de la tasa de producción y pérdidas por fallas en la calidad producto al mal funcionamiento de los equipos. Costo global del mantenimiento.

Proceso de soldadura

Con el transcurso de los años, se ha desarrollado algunas innovaciones importantes en Tecnología de Soldadura. A través de investigaciones y desarrollos, se ha adquirido conocimiento y experiencia en la industria para ayudar a elegir los procesos más eficientes para la aplicación de soldadura.

Soldadura de Metal por Arco Eléctrico con Protección Gaseosa (GMAW)

Conocido comúnmente como el proceso MIG, GMAW es un proceso de soldadura por arco que incorpora la alimentación automática de un electrodo consumible sólido continuo protegido por un gas suministrado

externamente. El proceso se utiliza para soldar la mayoría de los metales comerciales, incluidos Acero, Aluminio, Cobre y Acero inoxidable, y se puede usar para soldar en cualquier posición cuando se seleccionan equipos y parámetros de soldadura adecuados.

La Soldadura GMAW utiliza polaridad de corriente continua de electrodo positivo (DCEP), y como el equipo ofrece control de arco automático, los únicos controles manuales que necesita el soldador son posicionamiento de pistola, guía y velocidad de propagación.

Soldadura por Arco Eléctrico con Tungsteno y Protección Gaseosa (GTAW)

Conocido comúnmente como soldadura de Tungsteno, gas inerte (TIG) o Heliarc, el GTAW produce la unión de metales al calentarlos con un arco eléctrico entre un electrodo de tungsteno y la pieza de trabajo. La presión y el metal auxiliar pueden utilizarse o no, y la protección se obtiene a través del soplete de soldadura.

El uso de un electrodo de tungsteno no consumible y gas de protección inerte produce soldaduras de la más alta calidad de cualquier proceso de soldadura con arco.

Soldadura por arco sumergido (SAW)

La Soldadura SAW calienta los metales utilizando un arco eléctrico entre un electrodo descubierto y el material base, debajo de un compuesto de material fundente. Este proceso utiliza un electrodo de alambre macizo continuo protegido por el fundente. El fundente estabiliza el arco durante la soldadura, protegiendo el baño de fusión de la atmósfera. También cubre y protege la soldadura durante el enfriamiento y puede afectar la composición de la soldadura y sus propiedades.

La SAW generalmente es automatizada, La corriente puede ser CA o CC para los sistemas automatizados y los electrodos pueden ser monofilares o tener múltiples alambres sólidos o tubulares o tiras. La soldadura solamente puede realizarse en una posición plana u horizontal debido al uso del fundente granular y la fluidez de la soldadura fundida. Se pueden alcanzar altas tasas de deposición y pueden soldarse materiales muy gruesos y delgados con este proceso.

1.1.9.1 Marco Referencial

Según (MOHR BARRÍA, 2012) la medición de eficiencia general de equipos, de las líneas de proceso de sección mantequilla de una industria láctea de la zona, con el fin de obtener resultados acerca del comportamiento de la producción de dicha sección y las propuestas que serán de gran ayuda a la industria para la toma de decisiones a futuro. Finalmente se mostrará un ejemplo con antecedentes reales, de un estudio realizado en una industria láctea de la zona, donde se tomaron datos de los tiempos de trabajo en distintos turnos durante dos meses de las líneas de envasado, etiquetado y paletizado de los procesos de sección mantequilla, conociendo así resultados de las eficiencias de cada línea.

Según (CONSTANTE BARONA, 2014) Se generó controles para el monitoreo del costo de mantenimiento específico, de la eficiencia de los equipos y del cumplimiento del plan de mantenimiento, logrando verificar la eficacia de la gestión del área de envasado. Los resultados que se obtuvieron, fueron la reducción de las averías en un 20%, como consecuencia de la participación de los operarios en identificación de anomalías técnicas en los equipos durante la operación habitual y la correcta implementación de las acciones que resultaron de los análisis de fallas.

Según (UCELO LEZANA, 2008) Disponibilidad es cuánto tiempo ha

estado funcionando la máquina respecto del tiempo que se quería que estuviera funcionando, el rendimiento es cuánto ha fabricado realmente respecto de lo que tenía que haber fabricado a tiempo de ciclo ideal y calidad es cuánto ha fabricado de producto de primera calidad respecto del total de la producción realizada. Para llevar a cabo este trabajo primero se realizó una fase de preparación que consistió en la creación de la lista de paros, modificación del formato del reporte de producción, diseño de la hoja de cálculo para el sistema, la recolección de datos para el listado de defectos de pañales, el diseño de la hoja de cálculo para la determinación del porcentaje de desecho, la creación de resúmenes de rendimiento de la línea.

1.1.9.2 Marco Legal

Para el desarrollo de la fabricación de tuberías la empresa utiliza como recurso legal las normas vigentes para la industria de fabricación de tubería, siendo las más relevantes las siguientes:

- ASME B31.3 Tuberías de Proceso de Refinerías y Plantas Químicas
- ASME Section V: Nondestructive Examination
- ASME Boiler and Pressure Vessel Code.

1.1.10 Metodología

Para la investigación se utilizará una metodología explorativa - descriptiva que consiste en plantearse un problema y definir los objetivos de investigación, documentarse lo suficiente para entender el tema más profundamente, diseñar un método para obtener la información que se necesita y presentar la nueva información o las conclusiones y resultados.

La información se obtendrá mediante entrevistas al personal de las áreas productivas y haciendo observación directa a los procesos

productivos de la empresa, también se fundamenta en la información histórica de la empresa, en información levantada anteriormente en trabajos científicos como tesis y revistas relacionados directa o indirectamente con la investigación.

Técnicas de observación

Encuesta

1.- ¿Con qué frecuencia se da la parada de la máquina?

Día ☐ Hora ☐ Semana ☐

2.- ¿Cuál es el tiempo de parada que se dio en cada máquina?

0 – 1 hora ☐ 1 – 2 horas ☐

2 – 3 horas ☐ Otras: _____

3.- ¿Cuáles fueron las causas de paralización de las máquinas?

Limpieza ☐ Maniobra ☐

Falta de material ☐ Mantenimiento ☐

Otras: _____

CAPITULO II DIAGNÓSTICO

2.1 Registro de datos y sistematización del sistema

2.1.1 Recolección de datos

Para realizar el análisis del porcentaje de ineficiencia de la línea de tuberías se procedió a levantar información basada en los reportes de producción, tomando los registros de las horas programadas y las horas de paralización para poder determinar el tiempo perdido.

La figura mostrada a continuación presenta el porcentaje de tiempo perdido de la máquina GEMINI 3D que es la encargada de realizar el trazado, corte, perforado y marcado de las planchas de acero con un rango de espesor de 6-32mm.

CUADRO N° 8
TIEMPO PERDIDO DE LA MAQUINA GEMINI 3D

Meses	Horas Programadas	Horas Paralización	% de Tiempo Perdido	GEMINI 3D							
				CAUSAS DE PARALIZACION							
				Daño en puente grúa	Limpieza	Maniobra	Mantenimiento de máquina	Cambio de programación	Puente grúa ocupado	Capacitación	Falta de material
Enero	430,01	43,85	10,20%	4,61	11,93	11,8	2,5	1,65	7,86	0,25	3,25
Febrero	60,31	28,11	46,61%		28,11						
Marzo	0,91	0,01	1,10%			0,01					
Abril	18,33	1,56	8,51%	1,1				0,46			
Mayo	145,16	7,58	5,22%			7,58					
Junio	16,81	2,00	11,90%								2
Julio	27,91	2,00	7,17%					1			1
Agosto	70,60	1,00	1,42%		0,5	0,5					
Septiembre	12,42	1,25	10,06%		0,75	0,25		0,25			
Octubre	7,08	0,33	4,66%		0,33						
Noviembre	11,98	0,83	6,93%			0,83					
Diciembre	34,00	7,16	21,06%								7,16
Total	835,52	95,68	11,45%	5,7	41,62	20,97	2,5	3,36	7,86	0,25	13,41

Fuente: Industria Metalmeccánica.

Elaborado por: Hernández Castro Angela.

Se puede observar que en el año 2015 el porcentaje de tiempo perdido es de 11,45% que representa 96,68 horas de trabajo perdidas.

En el cuadro también se observa que los meses de enero y diciembre son los que tuvieron más horas de paralización.

En el siguiente cuadro se observan las causas de paralización de la máquina, en el cual se puede observar las causas más significativas se dan por la limpieza y la maniobra, ya sea limpieza del área de trabajo, o del material que se va a procesar.

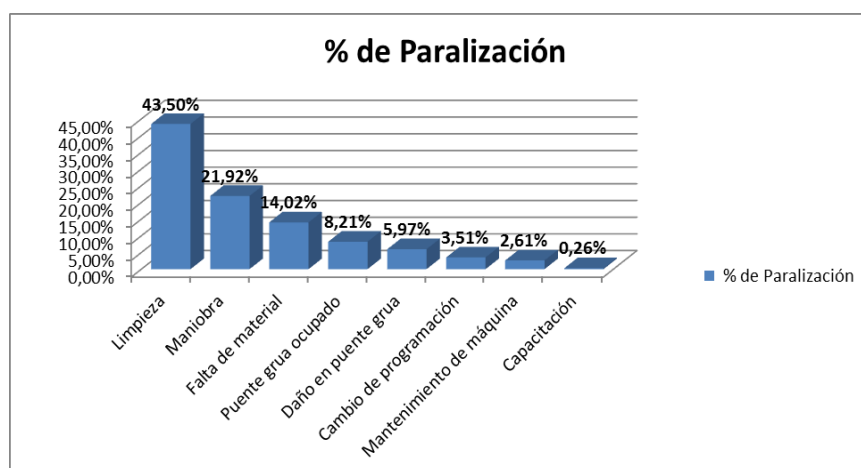
CUADRO N° 9
CAUSAS DE PARALIZACION DE LA MAQUINA GEMINI 3D

GEMINI 3D		
Causas de Paralización	Tiempo	% de Paralización
Limpieza	41,62	43,50%
Maniobra	20,97	21,92%
Falta de material	13,41	14,02%
Puente grua ocupado	7,86	8,21%
Daño en puente grua	5,7	5,97%
Cambio de programación	3,36	3,51%
Mantenimiento de máquina	2,5	2,61%
Capacitación	0,25	0,26%
Total	95,68	100,00%

Fuente: Industria Metalmecánica.

Elaborado por: Hernández Castro Angela.

GRAFICO N° 2
PORCENTAJE DE PARALIZACION DE LA MAQUINA GEMINI 3D



Fuente: Industria Metalmecánica.

Elaborado por: Hernández Castro Angela.

En la figura mostrada a continuación se presenta el tiempo perdido y

las causas de paralización de la máquina GEMINI 2D en la cual se realiza el trazado, corte, perforado y marcado de láminas de acero con un rango de espesor de 6-32mm.

CUADRO N° 10
TIEMPO PERDIDO DE LA MAQUINA GEMINI 3D

GEMINI 2D						
Meses	Horas Programadas	Horas Paralización	% de Tiempo Perdido	CAUSAS DE PARALIZACION		
				Falta de material	Maniobra	Limpieza
Enero	35,20	2,52	7,16%	2,52		
Febrero	21,31	17,00	79,77%		17	
Marzo	9,00	0,56	6,22%	0,5	0,06	
Abril	47,89	5,86	12,24%	3,52	2,34	
Mayo	48,40	4,30	8,88%	3,3	1	
Junio	10,89	2,50	22,96%	2,5		
Julio	105,50	1,20	1,14%			1,2
Agosto	8,25	1,05	12,73%	1,05		
Septiembre	49,28	1,89	3,84%	0,89	1	
Octubre	9,00	0,50	5,56%			0,5
Noviembre	2,50	0,20	8,00%		0,2	
Diciembre	5,60	0,30	5,36%			0,3
Total	352,82	37,88	10,74%	14,3	21,6	2

Fuente: Industria Metalmeccánica.

Elaborado por: Hernández Castro Angela.

Como se puede observar en el cuadro en el año 2015 la máquina tubo un porcentaje de tiempo perdido de 10,74% el cual representa 37,88 horas de trabajo perdidas.

También se puede observar que en el mes de febrero hubo un mayor tiempo perdido que corresponde al 79,77% a causa de maniobras realizadas por el personal, siguiéndolo el mes de junio en el cual hubo un 22,96% de tiempo perdido a causa de la falta de material para procesar.

En el siguiente cuadro se muestran las causas de paralización que tuvo la maquina GEMINI 2D en el año 2015.

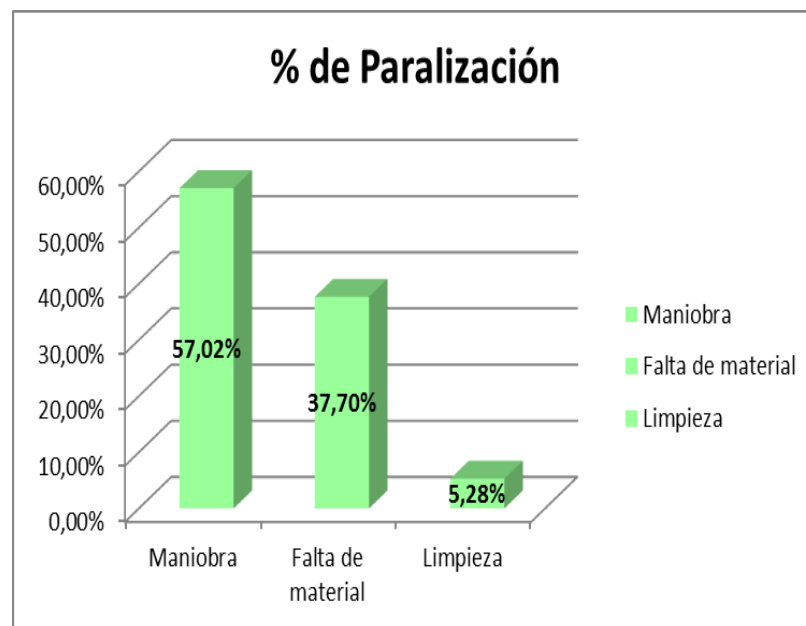
CUADRO N° 11
CAUSAS DE PARALIZACION DE LA MAQUINA GEMINI 3D

GEMINI 2D		
Causas de Paralización	Tiempo	% de Paralización
Maniobra	21,6	57,02%
Falta de material	14,28	37,70%
Limpieza	2	5,28%
Total	37,88	100,00%

Fuente: Industria Metalmecánica.
Elaborado por: Hernández Castro Angela.

Aplicando el diagrama de Pareto se puede observar que la principal causa de paralización es la maniobra que representa un 57,02% de tiempo perdido.

GRAFICO N° 3
PORCENTAJE DE PARALIZACION DE LA MAQUINA GEMINI 2D



Fuente: Industria Metalmecánica.
Elaborado por: Hernández Castro Angela.

En la figura que se presenta a continuación se observa el tiempo perdido de la máquina PANTOGRAFO 1, en la cual se realiza el proceso de corte y biselado de las planchas de acero con un rango de espesor de 6-162mm.

CUADRO N° 12
TIEMPO PERDIDO DE LA MAQUINA PANTOGRAFO 1

PANTOGRAFO 1										
Meses	Horas Programadas	Horas Paralización	% de Tiempo Perdido	CAUSAS DE PARALIZACION						
				Charla de seguridad	Falta de energía	Falta de material	Maniobra	Cambio de Programación	Puente grua ocupado	DAÑO DE MÁQUINA
Enero	356,46	7,36	2,06%	1,16	0,46	1,58	2,5	1,23		0,42
Febrero	177,56	15,78	8,89%	1,45			2,28	0,91	2,5	8,63
Marzo	169,16	4,15	2,45%							
Abril	59,00	4,00	6,78%				4			
Mayo	27,00	0,89	3,30%			0,89				
Junio	26,20	0,96	3,65%			0,96				
Julio	6,50	1,25	19,23%	1,25						
Agosto	57,00	1,89	3,32%	0,3			1	0,59		
Septiembre	2,16	0,83	38,43%				0,83			
Octubre	8,00	0,25	3,13%				0,25			
Noviembre	3,56	0,25	7,02%			0,05				
Diciembre	8,95	0,56	6,26%		0,56					
Total	901,55	38,17	4,23%	4,16	1,02	3,48	11,06	2,73	2,5	9,05

Fuente: Industria Metalmecánica.

Elaborado por: Hernández Castro Angela.

En la figura se observa que la máquina tubo un porcentaje de tiempo perdido de 4,23% en el año 2015, lo cual corresponde a 38,17 horas trabajadas perdidas.

Así mismo se puede observar que el mes de septiembre hubo un mayor tiempo perdido correspondiente al 38,43% de horas perdidas por maniobras realizadas en el proceso productivo.

En el siguiente cuadro se pueden observar las principales causas de paralización de la máquina pantógrafo 1.

CUADRO N° 13
CAUSAS DE PARALIZACION DE LA MAQUINA PANTOGRAFO 1

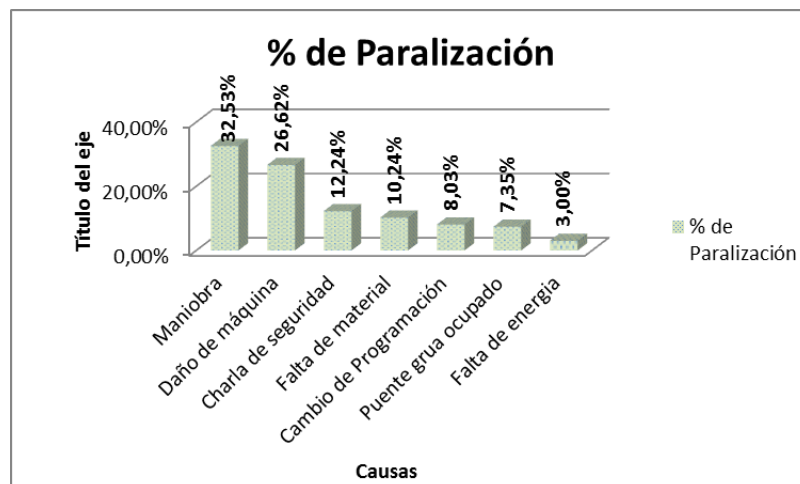
PANTOGRAFO 1		
Causas de Paralización	Tiempo	% de Paralización
Maniobra	11,06	32,53%
Daño de máquina	9,05	26,62%
Charla de seguridad	4,16	12,24%
Falta de material	3,48	10,24%
Cambio de Programación	2,73	8,03%
Puente grua ocupado	2,5	7,35%
Falta de energía	1,02	3,00%
Total	34	100,00%

Fuente: Industria Metalmecánica.

Elaborado por: Hernández Castro Angela.

En el grafico se observa que la principal causa de paralización es la maniobra con un 32,53%, seguido por el daño de máquina con un 26,62% de tiempo perdido.

GRAFICO N° 4
PORCENTAJE DE PARALIZACION DE LA MAQUINA PANTOGRAFO 1



Fuente: Industria Metalmecánica.

Elaborado por: Hernández Castro Angela.

A continuación se detalla el tiempo de horas trabajadas y tiempo de horas de horas perdidas en la máquina PANTOGRAFO 2, en la cual se realiza el proceso de corte y biselado de las planchas de acero con un rango de espesor de 6-162mm.

CUADRO N° 14
TIEMPO PERDIDO DE LA MAQUINA PANTOGRAFO 2

PANTOGRAFO 2								
Meses	Horas Programadas	Horas Paralización	% de Tiempo Perdido	CAUSAS DE PARALIZACION				
				Maniobra	Limpieza	Charla de seguridad	Cambio de Programación	Falta de programa
Enero	186,31	11,83	6,35%	7,05	2,5	0,83	1,5	
Febrero	48,16	8,83	18,33%		8,83			
Marzo	58,20	1,25	2,15%	1,25				
Abril	32,10	2,65	8,26%	1	0,65		1	
Mayo	53,00	4,50	8,49%	1	0,25	1		2,25
Junio	53,00	3,21	6,06%	1	0,5	0,5		1,21
Julio	49,25	2,68	5,44%		1		1,6	0,08
Agosto	6,82	2,98	43,70%	2	0,98			
Septiembre	60,50	4,21	6,96%	2,05	0,05	1,11	1	
Octubre	24,00	1,58	6,58%		0,58			1
Noviembre	5,28	0,15	2,84%	0,1	0,05			
Diciembre	4,89	0,25	5,11%				0,25	
Total	581,51	44,12	7,59%	15,45	15,39	3,44	5,35	4,54

Fuente: Industria Metalmecánica.

Elaborado por: Hernández Castro Angela.

En el cuadro se observa que la máquina tubo un tiempo perdido de 7,59%lo cual corresponde al 44,12 horas perdidas.

También se observa que en el mes de agosto la máquina tubo un tiempo perdido de 43,7% a causa de las continuas paradas por maniobra y limpieza que se dan en el área.

Como se observa el cambio de programación también produce un tiempo perdido, ya sea por nuevas órdenes de producción que se creen o fallas en los programas entregados con anterioridad.

En el cuadro mostrado se observan las causas de paralización de la máquina pantógrafo 2.

CUADRO N° 15
CAUSAS DE PARALIZACION DE LA MAQUINA PANTOGRAFO 2

PANTOGRAFO 2		
Causas de Paralización	Tiempo	% de Paralización
Maniobra	15,45	34,98%
Limpieza	15,39	34,84%
Cambio de Programación	5,35	12,11%
Falta de programa	4,54	10,28%
Charla de seguridad	3,44	7,79%
Total	44,17	100,00%

Fuente: Industria Metalmeccánica.

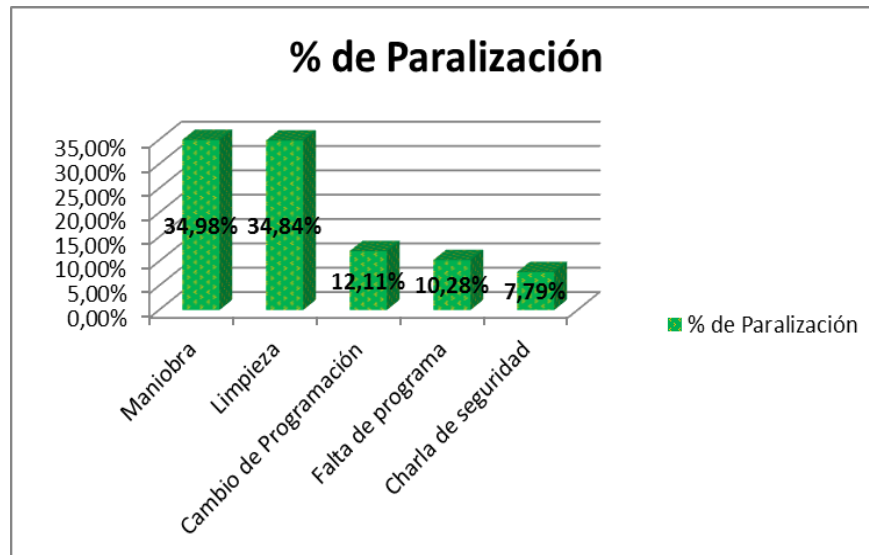
Elaborado por: Hernández Castro Angela.

En el grafico se muestra que las causas principales de paralización son por maniobra y limpieza cada una con un total de 34,98% y 34,84%de tiempo perdido.

Esto indica que el tiempo que pierde la máquina es por causa del trabajador ya que se lleva más tiempo del requerido en realizar una maniobra o limpieza ya sea a la máquina o en su área de trabajo.

GRAFICO N° 5

PORCENTAJE DE PARALIZACION DE LA MAQUINA PANTOGRAFO 2



Fuente: Industria Metalmeccánica.

Elaborado por: Hernández Castro Angela

En el cuadro mostrado a continuación se muestra el porcentaje de tiempo perdido de la máquina PANTOGRAFO 3, en la cual se realiza el proceso de corte y biselado de las planchas de acero con un rango de espesor de 6-162mm.

CUADRO N° 16

TIEMPO PERDIDO DE LA MAQUINA PANTOGRAFO 3

PANTOGRAFO 3													
Meses	Horas Programadas	Horas Paralización	% de Tiempo Perdido	CAUSAS DE PARALIZACION									
				Falta de programa	Maniobra	Falta de personal	Charla de seguridad	Daño en máquina	Falta de material	Cambio de programación	Puente ocupado	Limpieza	Daño en puente grúa
Enero	383,30	23,50	6,13%	4	2,41	0,75	1,08	1,25	1,33	2	0,5	10,16	
Febrero	173,83	2,32	1,33%				1,16				1,16		
Marzo	117,81	5,75	4,88%	3,33	2		0,42						
Abril	46,58	5,83	12,52%	2,17	3,67								
Mayo	204,66	7,25	3,54%	2	3								2,25
Junio	52,83	0,83	1,57%		0,83								
Julio	104,25	5,49	5,27%	3,29		1,2	1						
Agosto	187,21	13,33	7,12%		13,33								
Septiembre	29,58	2,50	8,45%	0,5	0,75	0,5	0,25		0,5				
Octubre	21,33	1,30	6,09%			0,5				0,5		0,3	
Noviembre	3,33	0,52	15,62%	0,02	0,25	0,25							
Diciembre	15,00	1,00	6,67%	0,5	0,25	0,25							
Total	1339,71	69,62	5,20%	15,81	26,49	3,45	3,91	1,25	1,83	2,5	1,66	10,46	2,25

Fuente: Industria Metalmeccánica.

Elaborado por: Hernández Castro Angela.

En la figura se muestra que el porcentaje de tiempo perdido en el año 2015 es 5,20%, con un tiempo de horas trabajadas pérdidas de 69.62.

Como se observa en el cuadro en los meses de abril y noviembre hubo una paralización muy notable, con un 12,52% y 15,62% de horas trabajadas perdidas.

Dichas paradas se dieron por la falta de programas a tiempo, por maniobras realizadas por los operadores de máquinas y la limpieza realizada a cualquier hora del día.

En el siguiente cuadro se muestran las causas de paralización de máquina pantógrafo 3.

CUADRO N° 17
CAUSAS DE PARALIZACION DE LA MAQUINA PANTOGRAFO 3

PANTOGRAFO 3		
Causas de Paralización	Tiempo	% de Paralización
Maniobra	26,49	38,05%
Falta de programa	15,81	22,71%
Limpieza	10,46	15,03%
Charla de seguridad	3,91	5,62%
Falta de personal	3,45	4,96%
Cambio de programación	2,5	3,59%
Daño en puente grua	2,25	3,23%
Falta de material	1,83	2,63%
Puente ocupado	1,66	2,38%
Daño en máquina	1,25	1,80%
Total	69,61	100,00%

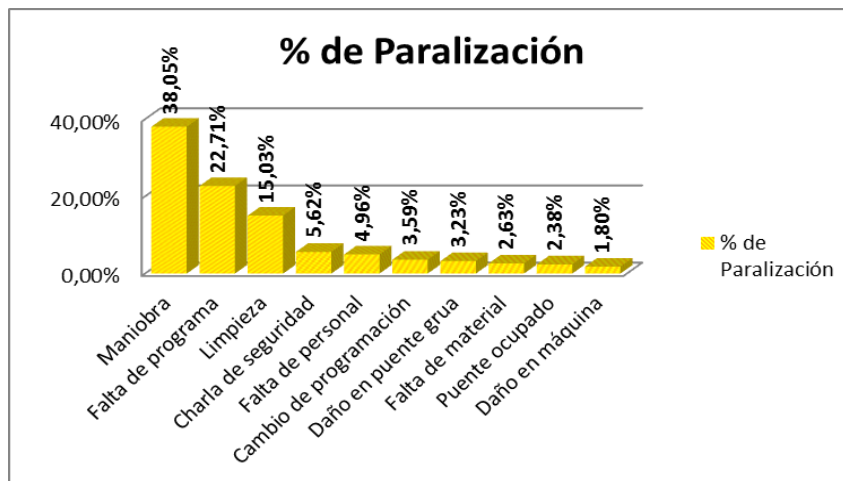
Fuente: Industria Metalmecánica.

Elaborado por: Hernández Castro Angela.

En el grafico se muestran que las principales causas de paralización son maniobra, falta de programa y limpieza con un porcentaje de 38,05%, 22,71% y 15,03% de horas perdidas.

GRAFICO N° 6

PORCENTAJE DE PARALIZACION DE LA MAQUINA PANTOGRAFO 3



Fuente: Industria Metalmecánica.

Elaborado por: Hernández Castro Angela.

En el siguiente cuadro mostrado a continuación se detalla el porcentaje de tiempo perdido en la máquina PANTOGRAFO 5, en el cual se realiza el proceso de corte y biselado de planchas de acero en un rango de espesor de 10-40mm.

CUADRO N° 18

TIEMPO PERDIDO DE LA MAQUINA PANTOGRAFO 5

Meses	PANTOGRAFO 5									
	Horas Programadas	Horas Paralización	% de Tiempo Perdido	CAUSAS DE PARALIZACION						
				Prueba de Máquina	Limpieza	Maniobra	Error en el Programa	Falta de Material	Puente grúa dañado	Daño de máquina
Enero	189,30	17,48	9,23%	7,98	0,5	3	2		4	
Febrero	129,91	6,16	4,74%		1,66					4,5
Marzo	74,00	2,00	2,70%				0,5			1,5
Abril	9,00	2,50	27,78%		1,05	0,45	1			
Mayo	58,16	1,25	2,15%				0,5			0,75
Junio	58,16	14,00	24,07%					3		
Julio	13,00	0,35	2,69%					0,35		
Agosto	4,20	1,20	28,57%		0,2	0,8	0,2			
Septiembre	75,53	4,00	5,30%		2	1	1			
Octubre	9,00	0,25	2,78%				0,25			
Noviembre	8,00	0,14	1,75%		0,04	0,1				
Diciembre	1,50	0,05	3,33%				0,05			
Total	629,76	49,38	7,84%	7,98	5,45	5,35	5,5	3,35	4	6,75

Fuente: Industria Metalmecánica.

Elaborado por: Hernández Castro Angela.

En la figura se observa que el porcentaje de tiempo perdido es de 7,84%, lo cual representa un 49,38 de horas trabajadas perdidas.

Como se puede observar en el año 2015 en la máquina hubieron tres meses con mayor tiempo perdido, siendo estos meses agosto con el 28,57%, abril con el 27,78% y junio con el 24,07%.

Los tiempos perdidos que se presentan en la máquina se dieron por varias causas de las cuales el daños de máquina fue la que tuvo mayor incidencia con 6,75 horas, seguidas de error en el programa, limpieza y la maniobra con un tiempo de 5,5, 5,45 y 5,35 horas para cada máquina.

En el cuadro se muestran las causas de las paralizaciones en la máquina pantógrafo 5.

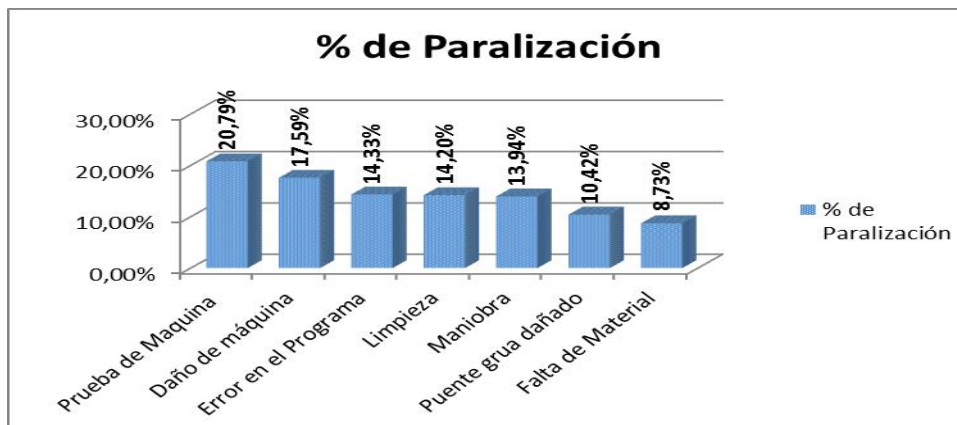
CUADRO N° 19
CAUSAS DE PARALIZACION DE LA MAQUINA PANTOGRAFO 5

PANTOGRAFO 5		
Causas de Paralización	Tiempo	% de Paralización
Prueba de Maquina	7,98	20,79%
Daño de máquina	6,75	17,59%
Error en el Programa	5,5	14,33%
Limpieza	5,45	14,20%
Maniobra	5,35	13,94%
Puente grua dañado	4	10,42%
Falta de Material	3,35	8,73%
Total	38,38	100,00%

Fuente: Industria Metalmecánica.
Elaborado por: Hernández Castro Angela.

En el grafico se muestra que la principal causa de parada es la prueba de máquina con un 20,79% de horas perdidas en el año 2015, seguida del 17,59% de horas perdidas al año por daño de máquina.

GRAFICO N° 7
PORCENTAJE DE PARALIZACION DE LA MAQUINA PANTOGRAFO 5



Fuente: Industria Metalmeccánica.
Elaborado por: Hernández Castro Angela.

En el siguiente grafico se muestra el tiempo de horas trabajadas perdidas y el tiempo perdido de la máquina ROLA 1, en la cual se realiza el rolado de las láminas de acero hasta 20 mm de espesor, quedando formado un cilindro el cual se lo conoce como virola.

CUADRO N° 20
TIEMPO PERDIDO DE LA MAQUINA ROLA 1

Meses	Horas Programadas	Horas Paralización	% de Tiempo Perdido	CAUSAS DE PARALIZACION		
				Calibración	Maniobra	Limpieza
Enero	36,40	0,43	1,18%	0,4	0,03	
Febrero	8,17	0,40	4,90%		0,4	
Marzo	9,17	0,50	5,45%	0,5		
Abril	58,00	1,20	2,07%	1,2		
Mayo	114,86	2,58	2,25%	0,58	2	
Junio	14,20	1,23	8,66%	0,23	1	
Julio	17,00	11,00	64,71%			11
Agosto	2,76	1,02	36,96%		1	0,02
Septiembre	24,12	1,25	5,18%	0,25	0,5	0,5
Octubre	6,53	0,58	8,88%		0,08	0,5
Noviembre	1,38	0,20	14,49%	0,1	0,1	
Diciembre	2,66	0,24	9,02%		0,24	
Total	295,25	20,63	6,99%	3,26	5,35	12,02

Fuente: Industria Metalmeccánica.
Elaborado por: Hernández Castro Angela.

En la figura se muestra que las horas trabajadas pérdidas son 20,63, lo cual corresponde a un promedio de 6,99% en el año 2015.

Como se puede observar en el cuadro en el mes de julio hay un tiempo perdido del 64,71% el cual corresponde a 17 horas programadas de las cuales 11 horas se perdieron por realizar limpieza.

A continuación se detallan las causas de paralización de la máquina rola 1.

CUADRO N° 21
CAUSAS DE PARALIZACION DE LA MAQUINA ROLA 1

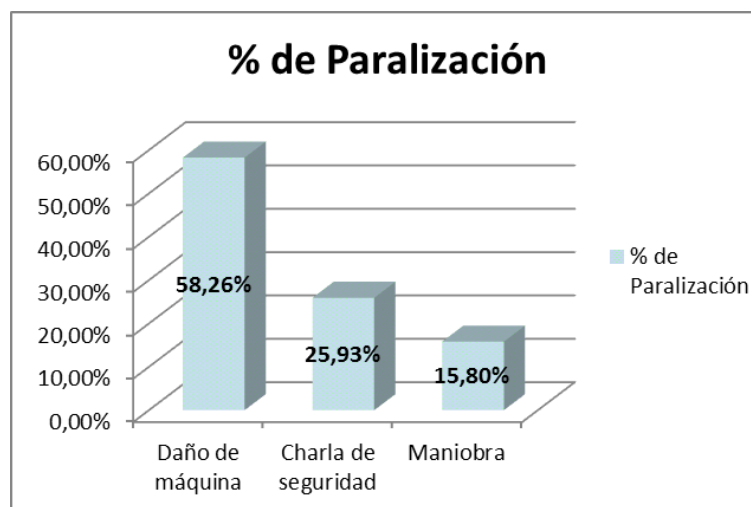
ROLA 1		
Causas de Paralización	Tiempo	% de Paralización
Daño de máquina	12,02	58,26%
Charla de seguridad	5,35	25,93%
Maniobra	3,26	15,80%
Total	20,63	100,00%

Fuente: Industria Metalmecánica.

Elaborado por: Hernández Castro Angela.

En el grafico se muestra que la principal causa de parada en la máquina rola 1 es el daño de máquina, con un 58,26% correspondiente al 12.02 horas paradas al año.

GRAFICO N° 8
PORCENTAJE DE PARALIZACION DE LA MAQUINA ROLA 1



Fuente: Industria Metalmecánica

Elaborado por: Hernández Castro Angela.

En el cuadro que se presenta a continuación se muestra el porcentaje del tiempo perdido en la máquina ROLA 2, en la cual se realiza el proceso del re cilindrado de la virola hasta 20 mm de espesor.

CUADRO N° 22
TIEMPO PERDIDO DE LA MAQUINA ROLA 2

ROLA 2						
Meses	Horas Programadas	Horas Paralización	% de Tiempo Perdido	CAUSAS DE PARALIZACION		
				Maniobra	Charla de seguridad	Daño de máquina
Enero	95,10	3,82	4,02%	2,16	1,66	
Febrero	56,50	9,72	17,20%	1,08	1,5	7,13
Marzo	58,36	5,60	9,60%	3,25	1	1,35
Abril	26,00	2,30	8,85%		1,2	1,1
Mayo	28,45	1,20	4,22%	1,2		
Junio	10,20	1,50	14,71%	1	0,5	
Julio	9,05	0,23	2,54%	0,23		
Agosto	20,63	1,00	4,85%	1		
Septiembre	32,03	1,25	3,90%	0,5	0,25	0,25
Octubre	2,50	0,30	12,00%	0,15	0,05	0,1
Noviembre	5,24	0,75	14,31%	0,25		0,5
Diciembre	21,75	1,24	5,70%	0,24		1
Total	365,81	28,91	7,90%	11,06	6,16	11,43

Fuente: Industria Metalmecánica.

Elaborado por: Hernández Castro Angela.

En la figura se muestra que el porcentaje del tiempo perdido es 7,90%, el cual corresponde a 28,91 de las horas trabajadas perdidas en el año.

Así mismo también se observa que hay tres meses que tuvieron un tiempo perdido muy significativo en relación con los demás meses, en el mes de junio hubo un 14,71%, en noviembre 14,31% y en octubre un 12,00% de horas perdidas en el año.

Las principales causas de paralización fueron por maniobra y daño de máquina con un tiempo de 11.06 y 11.43 horas.

En el siguiente cuadro se muestran las causas de paralización de la máquina rola 2.

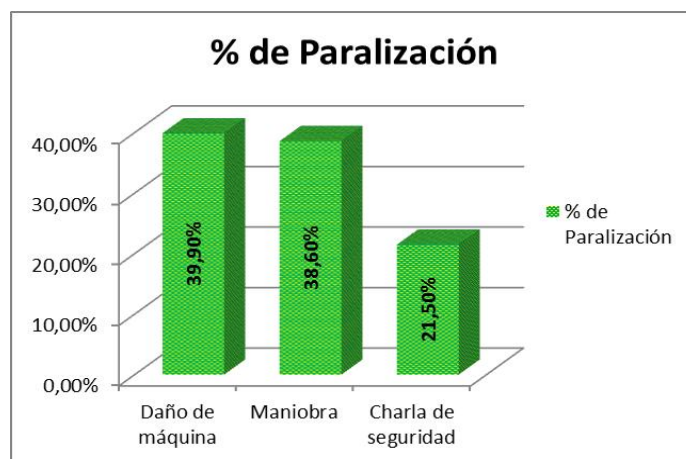
CUADRO N° 23
CAUSAS DE PARALIZACION DE LA MAQUINA ROLA 2

ROLA 2		
Causas de Paralización	Tiempo	% de Paralización
Daño de máquina	11,43	39,90%
Maniobra	11,06	38,60%
Charla de seguridad	6,16	21,50%
Total	28,65	100,00%

Fuente: Industria Metalmecánica
Elaborado por: Hernández Castro Angela.

En el siguiente grafico se muestra que la principal causa de paralización es el daño de máquina con un 39,90% lo cual corresponde a 11,43 horas perdidas en el año 2015.

GRAFICO N° 9
PORCENTAJE DE PARALIZACION DE LA MAQUINA ROLA 2



Fuente: Industria Metalmecánica
Elaborado por: Hernández Castro Angela.

En el siguiente cuadro que se muestra a continuación se presenta el porcentaje del tiempo perdido en el año 2015 en la máquina ROLA 3, en la cual se cilindra y re cilindra virolas de acero des espesores mayores a 20mm.

CUADRO N° 24
TIEMPO PERDIDO DE LA MAQUINA ROLA 3

ROLA 3										
Meses	Horas Programadas	Horas Paralización	% de Tiempo Perdido	CAUSAS DE PARALIZACION						
				Maniobra	Capacitación	Falta de materiales	Limpieza	Puente grua dañado	Mantenimiento de máquinas	Puente grua ocupado
Enero	102,60	16,56	16,14%	10,23	2	2,08	2	0,25		
Febrero	86,18	9,33	10,83%				9,33			
Marzo	114,85	8,90	7,75%	6,5		2,4				
Abril	133,13	27,80	20,88%	11,21			3,33		12	1,25
Mayo	114,86	2,58	2,25%	2,58						
Junio	9,41	2,30	24,44%		1,2	1,1				
Julio	10,59	2,50	23,61%	1,25		1,25				
Agosto	8,25	1,35	16,36%	1			0,35			
Septiembre	2,59	1,00	38,61%	1						
Octubre	7,70	0,35	4,55%	0,05		0,3				
Noviembre	6,25	0,24	3,84%	0,2		0,04				
Diciembre	0,50	0,25	50,00%		0,25					
Total	596,91	73,16	12,26%	34,02	3,45	7,17	15,01	0,25	12	1,25

Fuente: Industria Metalmeccánica

Elaborado por: Hernández Castro Angela.

En la figura se muestra que el porcentaje de tiempo perdido es de 12.26%, el cual corresponde al 73,16 de las horas trabajadas perdidas en el año 2015.

También se puede observar que en dos meses hubo un tiempo perdido elevado en relación con los otros meses, en el mes de septiembre hubo un 38,61% a causa de maniobras en el área y en el mes de diciembre hubo un 50,00% de paralización a causa de capacitaciones dictadas al personal operativo.

A continuación se detallan las causas de paralización de la máquina rola 3 y sus causas más representativas.

CUADRO N° 25
CAUSAS DE PARALIZACION DE LA MAQUINA ROLA 2

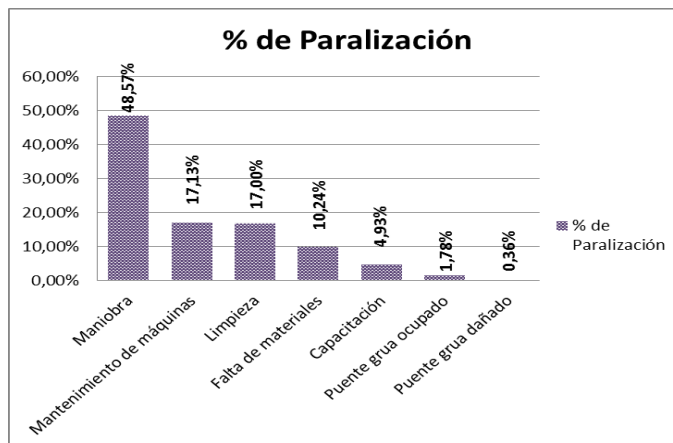
ROLA 3		
Causas de Paralización	Tiempo	% de Paralización
Maniobra	34,02	48,57%
Mantenimiento de máquinas	12	17,13%
Limpieza	11,91	17,00%
Falta de materiales	7,17	10,24%
Capacitación	3,45	4,93%
Puente grua ocupado	1,25	1,78%
Puente grua dañado	0,25	0,36%
Total	70,05	100,00%

Fuente: Industria Metalmecánica.

Elaborado por: Hernández Castro Angela.

En el grafico que se presenta a continuación se muestra que la principal causa de paralización es la maniobra la cual representa el 48,57% de tiempo perdido en la máquina para el año 2015.

GRAFICO N° 10
PORCENTAJE DE PARALIZACION DE LA MAQUINA ROLA 3



Fuente: Industria Metalmecánica.

Elaborado por: Hernández Castro Angela.

En el cuadro que se detalla a continuación se muestran las horas de paralización y el porcentaje del tiempo perdido en la máquina ARCO LONGITUDINAL 1, en la cual se realiza el proceso de soldado longitudinal interior de la virola.

CUADRO N° 26
TIEMPO PERDIDO DE LA MAQUINA ARCO LONGITUDINAL1

ARCO LONGITUDINAL 1									
Meses	Horas Programadas	Horas Paralización	% de Tiempo Perdido	CAUSAS DE PARALIZACION					
				Falta de material	Daño de máquina	Limpieza	Maniobra	Cambio de programa	Retiro de insumos de bodega
Enero	81,20	38,25	47,11%	8,08	2,5	5,58	15,25	2,83	4
Febrero	46,46	24,56	52,86%	11,48	2,58	6,33	4,16		
Marzo	24,50	1,20	4,90%	1,2					
Abril	20,30	1,23	6,06%	0,9	0,33				
Mayo	9,85	0,69	7,01%	0,69					
Junio	5,60	0,23	4,11%		0,23				
Julio	18,00	4,91	27,28%	4,91					
Agosto	46,38	0,25	0,54%		0,25				
Septiembre	27,10	0,28	1,03%	0,28					
Octubre	5,23	0,60	11,47%		0,3		0,3		
Noviembre	8,92	1,20	13,45%	0,8			0,4		
Diciembre	23,33	1,50	6,43%					1,5	
Total	316,87	74,90	23,64%	28,34	6,19	11,91	20,11	4,33	4

Fuente: Industria Metalmeccánica

Elaborado por: Hernández Castro Angela.

Como se observa en el cuadro el porcentaje del tiempo perdido es de 23,64 %, el cual corresponde al 74,90 de las horas trabajadas perdidas.

En el cuadro se observa que en los dos primeros meses del año hubo un tiempo perdido mayor a los demás meses, en el mes de febrero hubo un porcentaje de 52,86% y en el mes de enero un porcentaje de 47,11% de tiempo perdido en al año, siendo sus principales causa las maniobras y la falta de material.

En el siguiente cuadro se presentan las causas de paralización que tuvo la máquina arco longitudinal 1 en el año 2015.

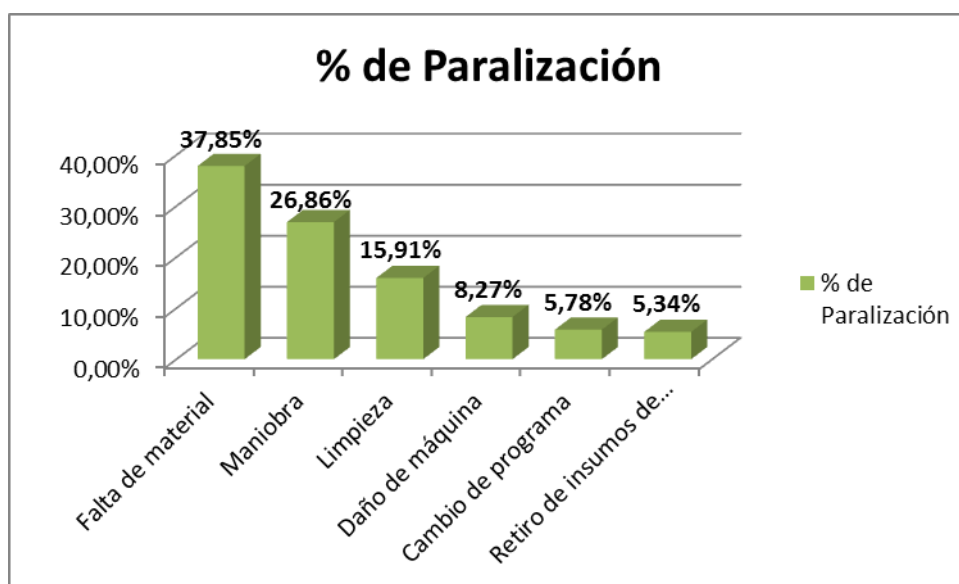
CUADRO N° 27
CAUSAS DE PARALIZACION DE LA MAQUINA ARCO LONGITUDINAL 1

ARCO LONGITUDINAL 1		
Causas de Paralización	Tiempo	% de Paralización
Falta de material	28,34	37,85%
Maniobra	20,11	26,86%
Limpieza	11,91	15,91%
Daño de máquina	6,19	8,27%
Cambio de programa	4,33	5,78%
Retiro de insumos de bodega	4	5,34%
Total	74,88	100,00%

Fuente: Industria Metalmeccánica
Elaborado por: Hernández Castro Angela.

En el siguiente gráfico se observa que la principal causa de paralización es la falta de material con un 37,85%, seguido de las maniobras con un 26,86% del tiempo perdido por paralizaciones.

GRAFICO N° 11
PORCENTAJE DE PARALIZACION DE LA MAQUINA ARCO LONGITUDINAL 1



Fuente: Industria Metalmeccánica
Elaborado por: Hernández Castro Angela.

En el siguiente cuadro que se presenta el promedio del tiempo perdido de la máquina ARCO LONGITUDINAL 2, en la cual se realiza el proceso de soldado exterior de la virola.

CUADRO N° 28
TIEMPO PERDIDO DE LA MAQUINA ARCO LONGITUDINAL 2

ARCO LONGITUDINAL 2									
Meses	Horas Programadas	Horas Paralización	% de Tiempo Perdido	CAUSAS DE PARALIZACION					
				Daño de Máquina	Limpieza	Maniobra	Cambio de Programa	Retiro de Insumos	Falta de Material
Enero	48,97	15,00	30,63%	1,75	2,08	3,17	4	4	
Febrero	32,18	22,00	68,36%	10,66		7,83			3,5
Marzo	25,10	1,25	4,98%						1,25
Abril	64,50	3,25	5,04%					1,2	2,05
Mayo	85,20	9,87	11,58%			3,5			6,37
Junio	25,40	2,62	10,31%					1,5	1,12
Julio	19,00	3,83	20,16%						3,83
Agosto	26,92	1,25	4,64%	0,5	0,25		0,5		
Septiembre	29,95	1,40	4,67%	0,4	0,5	0,5			
Octubre	2,53	0,10	3,95%	0,1					
Noviembre	3,64	0,03	0,82%						0,03
Diciembre	19,16	2,50	13,05%				2,5		
Total	382,55	63,10	16,49%	13,41	2,83	15	7	6,7	18,15

Fuente: Industria Metalmecánica

Elaborado por: Hernández Castro Angela.

En el cuadro se observa que el porcentaje del tiempo perdido es del 16,49%, el cual corresponde a un tiempo de horas trabajadas pérdidas de 63,10 en el año 2015.

También se puede observar que en el año 2015 la máquina arco longitudinal 2 tuvo un mayor tiempo perdido en el mes de febrero de 68,36% de las horas trabajadas.

A continuación se observan las causas de paralización de la máquina arco longitudinal 2.

CUADRO N° 29

CAUSAS DE PARALIZACION DE LA MAQUINA ARCO

ARCO LONGITUDINAL 2		
Causas de Paralización	Tiempo	% de Paralización
Falta de Material	18,15	28,77%
Maniobra	15,00	23,78%
Daño de Máquina	13,41	21,26%
Cambio de Programa	7,00	11,10%
Retiro de Insumos	6,70	10,62%
Limpieza	2,83	4,49%
Total	63,09	100,00%

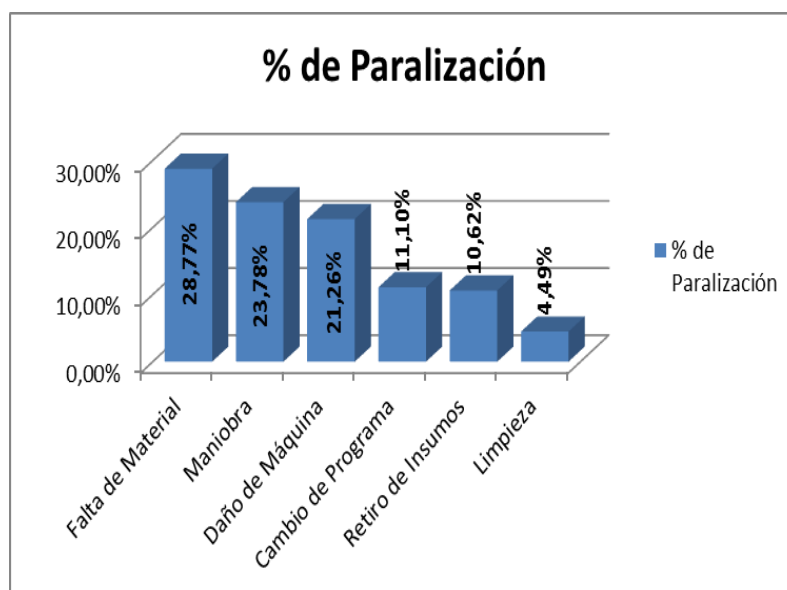
Fuente: Industria Metalmecánica.

Elaborado por: Hernández Castro Angela.

A continuación se muestra el porcentaje de paralización que tuvo mayor incidencia en la máquina arco longitudinal 2 en el año 2015, como se aprecia en el grafico la causa de paralización mayor es la falta de material a procesar con un porcentaje de 28,77%, seguida de la maniobra con 23,78%.

GRAFICO N° 12

PORCENTAJE DE PARALIZACION DE LA MAQUINA ARCO LONGITUDINAL 2



Fuente: Industria Metalmecánica.

Elaborado por: Hernández Castro Angela.

En el cuadro siguiente se muestra el porcentaje del tiempo perdido y horas trabajadas perdidas en la máquina ARCO SUMERGIDO 3-4-5-6, en la cual se realiza el soldado circunferencial de las violas para formar el tubo.

CUADRO N° 30
TIEMPO PERDIDO DE LA MAQUINA ARCO SUMERGIDO 3-4-5-6

ARCO SUMERGIDO 3-4-5-6								
Meses	Horas Programadas	Horas Paralización	% de Tiempo Perdido	CAUSAS DE PARALIZACION				
				Calibración	Falta de material	Limpieza	Maniobra	Retiro de insumos
Enero	257,47	41,75	16,22%	3,67	18,92	8,42	8,25	2,5
Febrero	208,32	26,75	12,84%		11,5	2,33	12,92	
Marzo	3,25	0,75	23,08%			0,75		
Abril	2,58	0,20	7,75%		0,2			
Mayo	3,58	0,50	13,97%		0,5			
Junio	4,58	0,80	17,47%		0,8			
Julio	19,08	1,25	6,55%		1,25			
Agosto	52,25	2,89	5,53%		0,89	1,5	0,5	
Septiembre	25,36	0,59	2,33%			0,5	0,09	
Octubre	6,35	0,35	5,51%		0,35			
Noviembre	5,35	0,54	10,09%		0,5	0,04		
Diciembre	53,33	0,98	1,84%		0,9		0,08	
Total	641,50	77,35	12,06%	3,67	35,81	13,54	21,84	2,5

Fuente: Industria Metalmecánica

Elaborado por: Hernández Castro Angela.

En el cuadro se observa que el porcentaje del tiempo perdido es de 12,06%, el cual corresponde a 77,35 horas trabajadas perdidas en el año 2015.

En el cuadro se observa que el mes de marzo tuvo un mayor porcentaje de tiempo perdido por paradas no programadas de limpieza lo cual corresponde a 23,08%, seguido por el mes de junio con el 17,47%.

Las variables más notorias por las cuales hay paradas continuas son la falta de material, la maniobra y la limpieza.

A continuación se presentan las principales causas de paralización

correspondiente a la máquina arco sumergido, en el cual se pueden ver cuáles son las causas más frecuentes y su porcentaje.

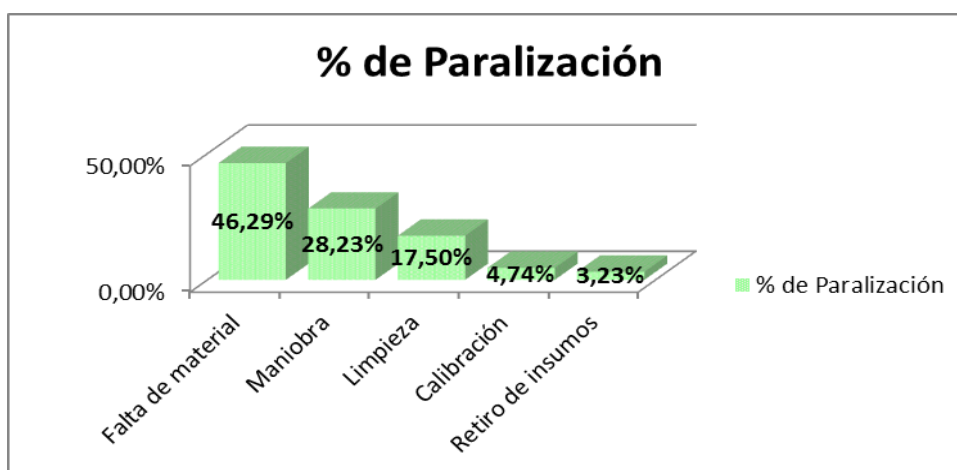
CUADRO N° 31
CAUSAS DE PARALIZACION DE LA MAQUINA ARCO SUMERGIDO

ARCO SUMERGIDO 3-4-5-6		
Causas de Paralización	Tiempo	% de Paralización
Falta de material	35,81	46,29%
Maniobra	21,84	28,23%
Limpieza	13,54	17,50%
Calibración	3,67	4,74%
Retiro de insumos	2,50	3,23%
Total	77,36	100,00%

Fuente: Industria Metalmecánica
Elaborado por: Hernández Castro Angela.

En el grafico mostrado se puede observar que la falta de material se encuentra en primer lugar con 46,29%, siendo esta la causa más notoria de paralización, seguida de la maniobra con un total de 28,23%.

GRAFICO N° 13
PORCENTAJE DE PARALIZACION DE LA MAQUINA ARCO SUMERGIDO
3-4-5-6



Fuente: Industria Metalmecánica
Elaborado por: Hernández Castro Angela.

En el siguiente cuadro se muestra el porcentaje del tiempo perdido en

la CAMARA DE GRANALLA, en la cual se realiza la limpieza superficial del tubo conformado por varias virolas.

CUADRO N° 32
TIEMPO PERDIDO DE LA MAQUINA CAMARA DE GRANALLA

CAMARA DE GRANALLA										
Meses	Horas Programadas	Horas Paralización	% de Tiempo Perdido	CAUSAS POR PARALIZACION						
				Falta de personal	Falta de material	Daño de máquina	Limpieza	Maniobra	Mantenimiento	Charla de Seguridad
Enero	109,82	49,56	45,13%	13	0,5	0,583	7,16	1,316	27	
Febrero	37,50	16,58	44,21%			7		9,58		
Marzo	67,08	17,08	25,47%				13		3,58	0,5
Abril	13,40	1,35	10,07%		0,35	1				
Mayo	61,91	8,50	13,73%				5,75	2,75		
Junio	46,58	16,66	35,77%				9,75	6,91		
Julio	7,50	0,50	6,67%		0,5					
Agosto	7,50	0,56	7,47%				0,06	0,5		
Septiembre	10,83	0,91	8,40%	0,01			0,3	0,6		
Octubre	6,83	0,56	8,20%				0,5	0,06		
Noviembre	8,41	4,25	50,54%					4,25		
Diciembre	19,33	10,91	56,44%					10,91		
Total	396,69	127,42	32,12%	13,01	1,35	8,583	36,52	36,876	30,58	0,5

Fuente: Industria Metalmeccánica

Elaborado por: Hernández Castro Angela.

En el cuadro mostrado observamos que el porcentaje del tiempo perdido es del 32,12%, el cual corresponde a 127,42 horas trabajadas perdidas en el año 2015.

En el cuadro se observa que el primer mes del año y los últimos dos meses tuvieron un porcentaje de tiempo perdido más alto en relación con los otros meses, el mes de enero hubo un 45,13% de tiempo perdido, en noviembre 50,54% de tiempo parado a causa de las maniobras que se deben realizar en el lugar de trabajo y en el mes de diciembre el 56,44% que representa 10.91horas perdidas al mes por maniobras.

El siguiente cuadro que se muestra se presentan las causas de paralización que hubo en el año 2015 en la cámara de granalla, notando

así cuales son las más significativas.

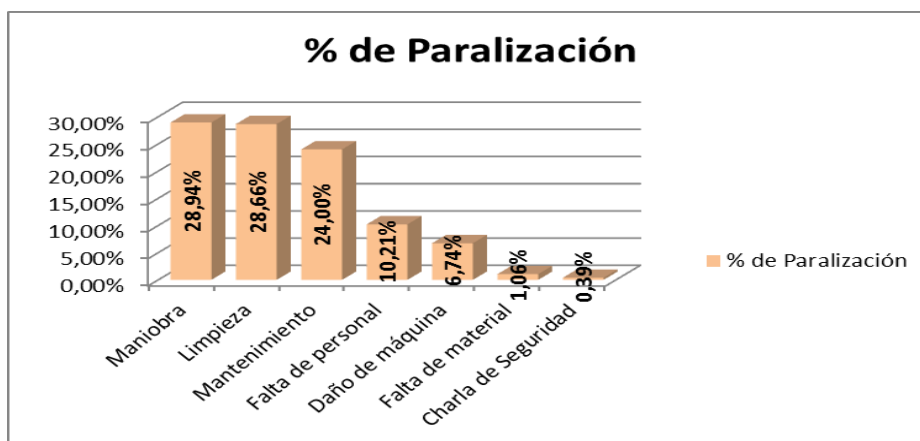
CUADRO N° 33
CAUSAS DE PARALIZACION DE LA MAQUINA CAMARA DE

CAMARA DE GRANALLA		
Causas de Paralización	Tiempo	% de Paralización
Maniobra	36,88	28,94%
Limpieza	36,52	28,66%
Mantenimiento	30,58	24,00%
Falta de personal	13,01	10,21%
Daño de máquina	8,58	6,74%
Falta de material	1,35	1,06%
Charla de Seguridad	0,50	0,39%
Total	127,42	100,00%

Fuente: Industria Metalmeccánica
Elaborado por: Hernández Castro Angela.

El siguiente grafico representa que las causas más significativas son la maniobra y la limpieza, siendo ellas el principal problema de paralización de la máquina con un porcentaje para la maniobra de 28,94% y para la limpieza de 28,66%.

GRAFICO N° 14
PORCENTAJE DE PARALIZACION DE LA MAQUINA CAMARA DE
GRANALLA



Fuente: Industria Metalmeccánica
Elaborado por: Hernández Castro Angela.

A continuación se muestra el cuadro del porcentaje de tiempo perdido de la máquina CAMARA DE PINTURA, en la cual se realiza el acabado del producto.

CUADRO N° 34

TIEMPO PERDIDO DE LA MAQUINA CAMARA DE PINTURA

CAMARA DE PINTURA													
Meses	Horas Programadas	Horas Paralización	% de Tiempo Perdido	CAUSAS POR PARALIZACION									
				Daño de máquina	Falta de personal	Daño en puente grúa	Charla de seguridad	Maniobra	Falta de material	Limpieza	Mantenimiento	Humedad	Puente grúa y montacarga ocupado
Enero	200,81	56,91	28,34%	7,6	0,86	5,58	2,33	19,46	4,83	3,75	12,49		
Febrero	123,83	47,00	37,96%	2,16				22,18	10,91	6,9		4,16	0,66
Marzo	223,00	108,83	48,80%	2,83				58,91	12,75	3,25	20,08		11
Abril	90,30	2,51	2,78%	1,25				1,26					
Mayo	93,08	14,00	15,04%	0,83				13,16					
Junio	48,41	5,25	10,84%					4,25					1
Julio	0,58	0,58	100,00%					0,58					
Agosto	35,67	4,16	11,66%					1,83		2,33			
Septiembre	20,41	2,83	13,87%					0,53		2,3			
Octubre	1,25	0,05	4,00%								0,05		
Noviembre	26,42	5,83	22,07%					5,83					
Diciembre	30,41	9,66	31,77%					9,66					
Total	894,17	257,61	28,81%	14,67	0,86	5,58	2,33	137,65	28,49	18,53	32,62	4,16	12,66

Fuente: Industria Metalmeccánica

Elaborado por: Hernández Castro Angela.

El cuadro indica que el porcentaje de tiempo perdido es del 28,81% correspondiente a 257,61 horas trabajadas perdidas.

De igual manera se observa que en el mes de julio hubo una paralización del 100% por maniobra, y en el mes de marzo hubo un porcentaje de paralización de 48,80% del tiempo perdido esto a causa de el sin número de maniobra que se da en esa área.

Dichas paradas se dan por la maniobras que se realizan con 137.65 horas pedidas siendo la causa más notoria en esta máquina, seguida de la falta de material, la limpieza y los daños en máquinas con 28.49, 18.53 y 14.67 horas por cada máquina.

En el siguiente cuadro se muestran las causas de paralización de la máquina cámara de pintura.

CUADRO N° 35
CAUSAS DE PARALIZACION DE LA MAQUINA CAMARA DE

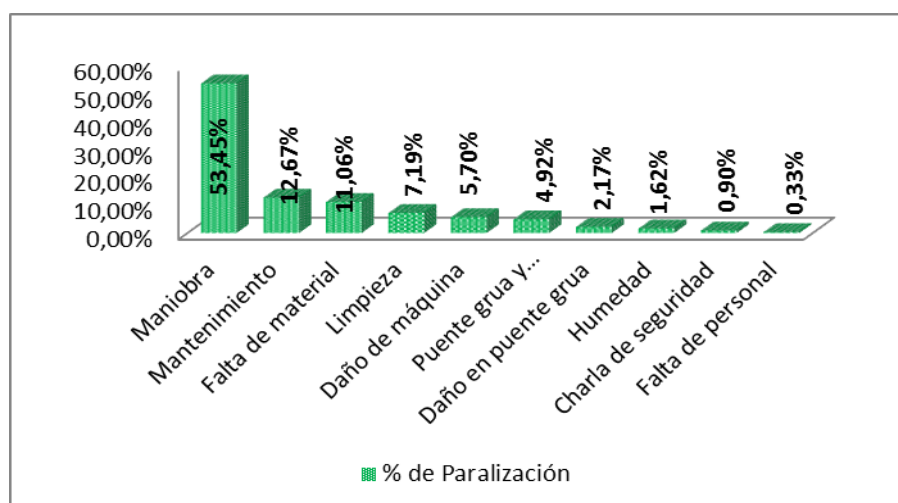
CAMARA DE PINTURA		
Causas de Paralización	Tiempo	% de Paralización
Maniobra	137,65	53,45%
Mantenimiento	32,62	12,67%
Falta de material	28,49	11,06%
Limpieza	18,53	7,19%
Daño de máquina	14,67	5,70%
Puente grua y montacarga ocupado	12,66	4,92%
Daño en puente grua	5,58	2,17%
Humedad	4,16	1,62%
Charla de seguridad	2,33	0,90%
Falta de personal	0,86	0,33%
Total	257,55	100,00%

Fuente: Industria Metalmecánica

Elaborado por: Hernández Castro Angela.

En el grafico se presenta que la maniobra representa un tiempo de paralización mayor que las demás causas con un 53,45%, siendo este el principal problema de la máquina.

GRAFICO N° 15
PORCENTAJE DE PARALIZACION DE LA MAQUINA CAMARA DE
PINTURA



Fuente: Industria Metalmecánica

Elaborado por: Hernández Castro Angela.

2.1.2 Análisis de las causas

Es necesario realizar una segregación minuciosa de los principales tiempos perdidos que conllevan al incumplimiento de entregas de tuberías e insatisfacción al cliente, con el fin de determinar cuáles son los aspectos que requieren de un control más riguroso.

En la figura mostrada a continuación se realiza un análisis de los tiempos perdidos en base a las distintas causas de paralización de las máquinas que intervienen en el proceso de fabricación de tuberías.

CUADRO N° 36
COSTO DE LAS CAUSAS DE PARALIZACION

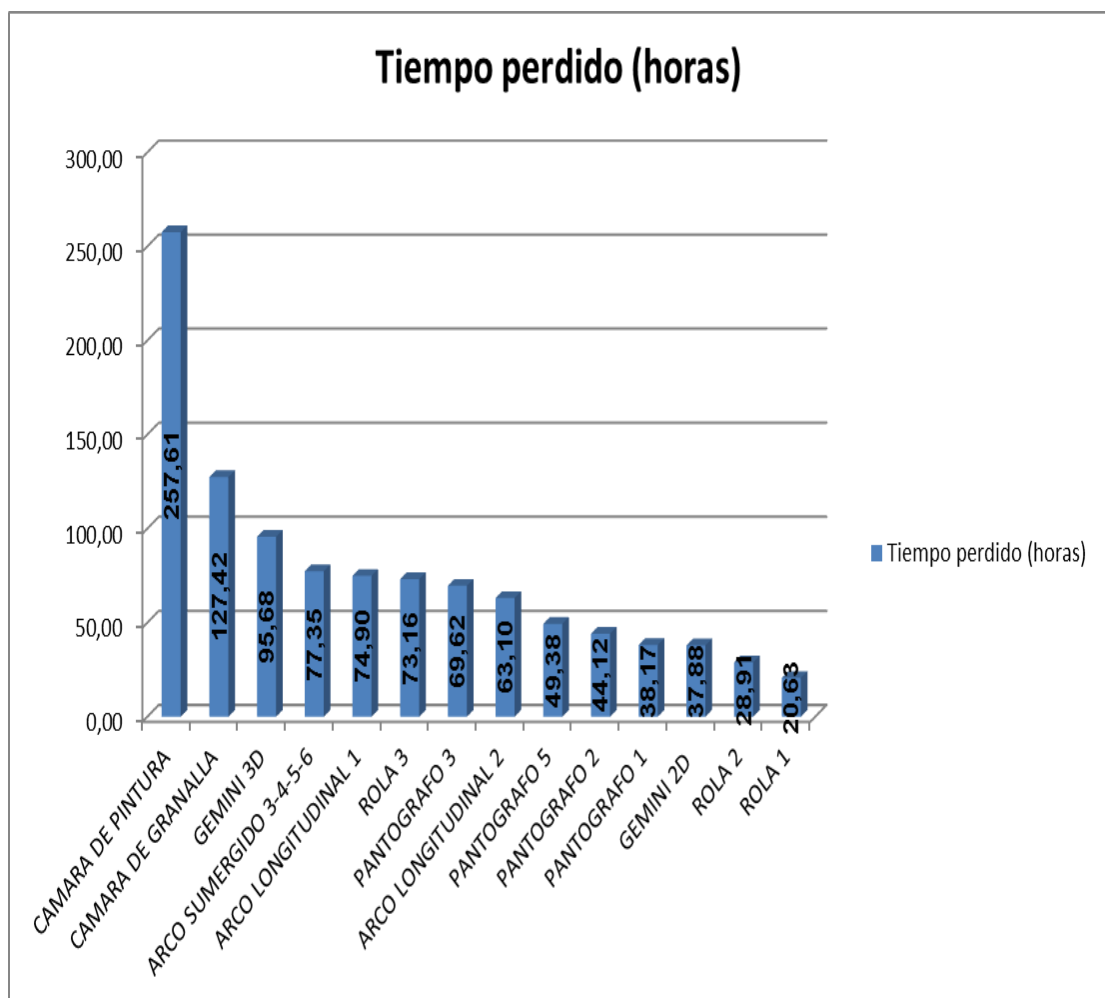
MAQUINAS	H-H	H-M	Tiempo perdido (horas)
CAMARA DE PINTURA	21,72	235,89	257,61
CAMARA DE GRANALLA	13,51	113,91	127,42
ARCO SUMERGIDO 3-4-5-6	38,31	39,04	77,35
ARCO LONGITUDINAL 1	8,33	66,57	74,90
ARCO LONGITUDINAL 2	13,70	49,40	63,10
ROLA 3	3,45	69,71	73,16
GEMINI 3D	3,61	92,07	95,68
PANTOGRAFO 3	25,67	43,95	69,62
PANTOGRAFO 5	13,48	35,90	49,38
PANTOGRAFO 2	7,98	36,14	44,12
ROLA 2	6,16	22,75	28,91
GEMINI 2D	14,28	23,60	37,88
PANTOGRAFO 1	6,89	31,28	38,17
ROLA 1	3,26	17,37	20,63
Total	180,35	877,58	1057,93

Fuente: Industria Metalmecánica.

Elaborado por: Hernández Castro Angela.

Se pudo determinar que en todas las máquinas hay paradas por causas iguales, de las cuales escogimos las que tienen mayor porcentaje de tiempo perdido en cada una de las máquinas del proceso de fabricación de tuberías.

GRAFICO N° 16
DIAGRAMA DEL TIEMPO PERDIDO POR MÁQUINA



Fuente: Industria Metalmecánica.

Elaborado por: Hernández Castro Angela.

Los resultados del grafico para el trabajo en estudio, refleja que se debe priorizar la solución en las tres primeras máquinas, ya que en ellas es donde se encuentra el mayor tiempo perdido.

2.2 Impacto económico del problema

A continuación se desglosa el impacto económico que se genera por el tiempo perdido de en horas hombre (H-H) y horas maquinas (H-M).

CUADRO N° 37
COSTO DEL TIEMPO PERDIDO POR PARALIZACION

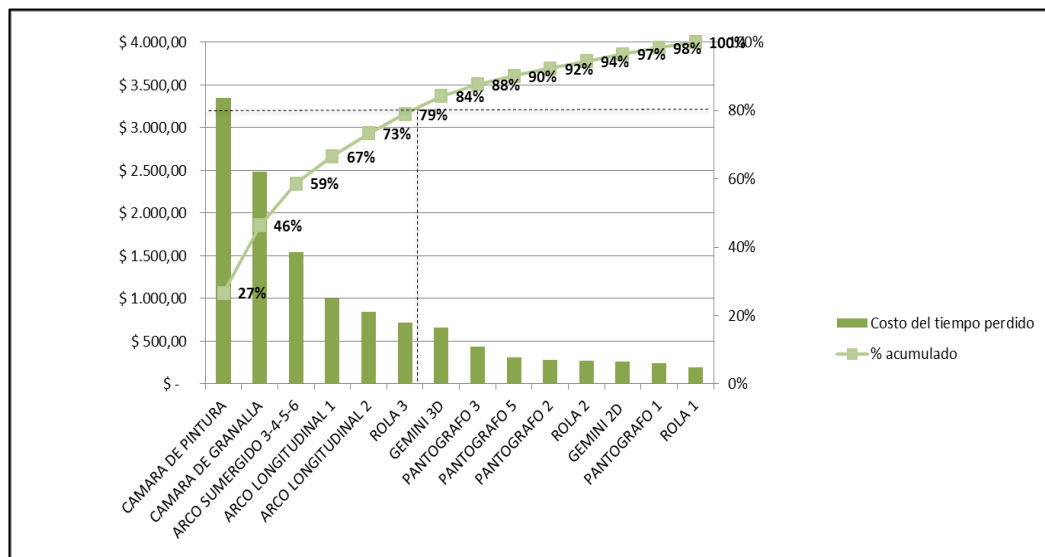
MAQUINAS	NUMERO DE PERSONAS	Costo H-H	Costo H-H por máquina	Tiempo perdido (horas)	Costo del tiempo perdido	% acumulado
CAMARA DE PINTURA	4	\$ 3,25	\$ 13,00	257,61	\$ 3.348,93	27%
CAMARA DE GRANALLA	6	\$ 3,25	\$ 19,50	127,42	\$ 2.484,75	46%
ARCO SUMERGIDO 3-4-5-6	6	\$ 3,33	\$ 20,00	77,35	\$ 1.547,00	59%
ARCO LONGITUDINAL 1	4	\$ 3,33	\$ 13,33	74,90	\$ 998,67	67%
ARCO LONGITUDINAL 2	4	\$ 3,33	\$ 13,33	63,10	\$ 841,33	73%
ROLA 3	3	\$ 3,25	\$ 9,75	73,16	\$ 713,31	79%
GEMINI 3D	3	\$ 2,29	\$ 6,88	95,68	\$ 657,80	84%
PANTOGRAFO 3	3	\$ 2,08	\$ 6,25	69,62	\$ 435,13	88%
PANTOGRAFO 5	3	\$ 2,08	\$ 6,25	49,38	\$ 308,63	90%
PANTOGRAFO 2	3	\$ 2,08	\$ 6,25	44,12	\$ 275,75	92%
ROLA 2	3	\$ 3,13	\$ 9,38	28,91	\$ 271,03	94%
GEMINI 2D	3	\$ 2,29	\$ 6,88	37,88	\$ 260,43	97%
PANTOGRAFO 1	3	\$ 2,08	\$ 6,25	38,17	\$ 238,54	98%
ROLA 1	3	\$ 3,13	\$ 9,38	20,63	\$ 193,41	100%
Total	51,00	\$ 38,92	\$ 146,42	1057,93	\$ 12.574,69	

Fuente: Industria Metalmeccánica.

Elaborado por: Hernández Castro Angela.

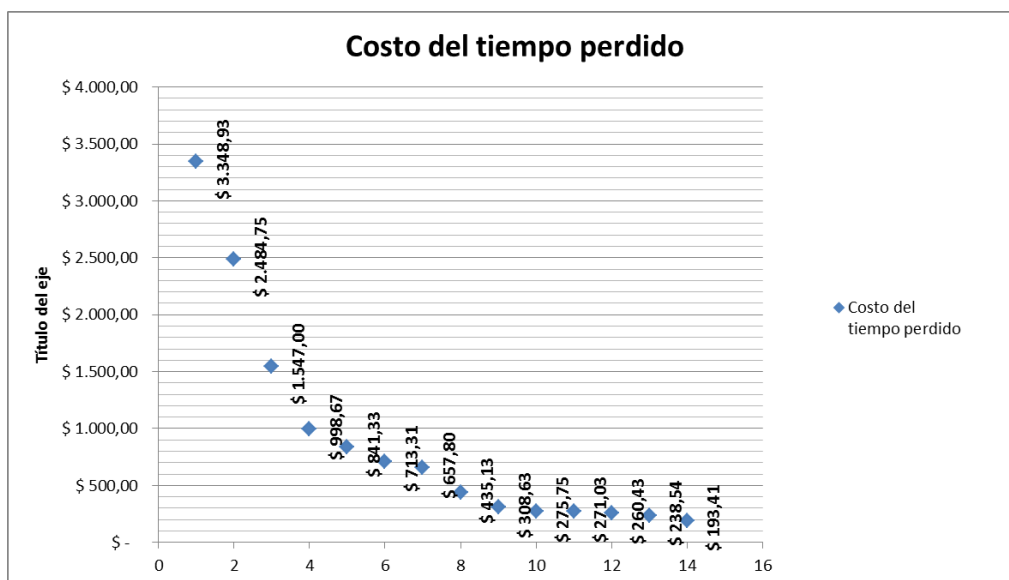
En el siguiente grafico se observa que el costo mayor de las horas hombres perdidas por paralización, se da en la cámara de pintura con un 27% del valor.

GRAFICO N° 17
DIAGRAMA DEL COSTO TOTAL POR MÁQUINA



Fuente: Industria Metalmecánica.
Elaborado por: Hernández Castro Angela.

GRAFICO N° 18
DIAGRAMA DEL COSTO TOTAL POR MÁQUINA



Fuente: Industria Metalmecánica.
Elaborado por: Hernández Castro Angela.

En los gráficos anteriores se puede observar los costos totales por máquina representados en dos gráficos diferentes.

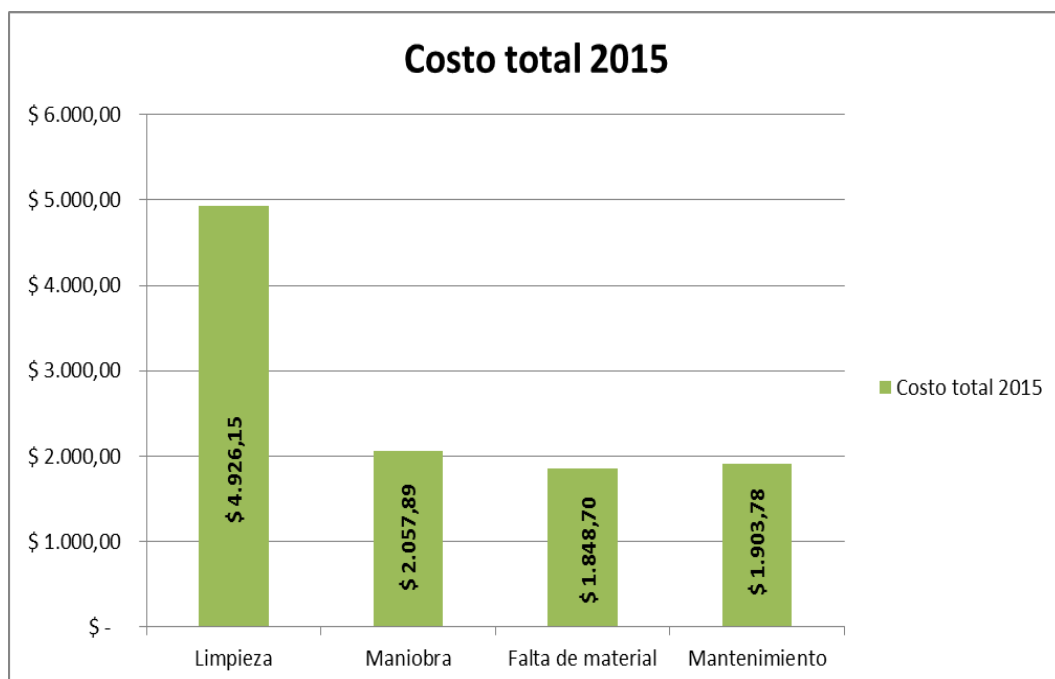
En el siguiente cuadro se presentan los costos que se generaron por cada causa de paralización de las máquinas.

CUADRO N° 38
COSTO DEL TIEMPO PERDIDO POR CAUSA RELEVANTES

Principales causas de paralización	Tiempo perdido (HORAS)	COSTO (\$)	Costo total 2015
Limpieza	372,07	\$ 13,24	\$ 4.926,15
Maniobra	155,43	\$ 13,24	\$ 2.057,89
Falta de material	139,63	\$ 13,24	\$ 1.848,70
Mantenimiento	143,79	\$ 13,24	\$ 1.903,78
Total	810,92	52,96	\$ 10.736,53

Fuente: Industria Metalmecánica.
Elaborado por: Hernández Castro Angela.

GRAFICO N° 19
DIAGRAMA DEL COSTO TOTAL POR CAUSA



Fuente: Industria Metalmecánica.
Elaborado por: Hernández Castro Angela.

2.3 Diagnóstico

Una vez analizado el capítulo anterior se pudo observar que la empresa está teniendo una serie de paradas continuas debido a diferentes causas, entre las cuales se puede observar que hay 4 causas relevantes, las cuales son:

1. Limpieza y Maniobra: esto se debe a que la empresa no cuenta con procedimientos de trabajo para cada máquina, lo cual hace que el operador no sepa el correcto manejo de la misma y pierda mucho tiempo realizando actividades que no lo le correspondan.
2. Falta de material: en la empresa no existe un sistema de compras apropiado para cubrir las necesidades que el departamento de producción necesita.
3. Mantenimiento: la industria no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo y correctivo, esto ocasiona que haya paradas por mantenimiento o daño de máquinas.

CAPITULO III

PROPUESTA Y EVALUACIÓN ECONÓMICA

3.1 Descripción de propuestas de solución o alternativas de solución

En un proyecto de mejoras de tiempo perdido no es suficiente encontrar soluciones a los problemas hallados, sino más bien analizar detalladamente las causas que ocasionan el problema y actuar de la manera correcta para que no se repita esa causa.

Como se analizó en el capítulo anterior existen cuatro causas principales por las cuales hay continuas paradas, para reducir dichas paradas se va a proceder a realizar:

1. Elaboración de manuales de procedimientos de la operación de las máquinas que tuvieron mayor incidencia de paradas por limpieza y maniobra.
2. Elaborar un sistema de compras apropiado debido a que no se cuenta con un stock adecuado de planchas, alambres, gases, piezas y repuestos de las máquinas, a fin de disminuir las paralizaciones por falta de material.
3. Elaborar un plan de mantenimiento preventivo, así se evitaría las paradas por mantenimiento correctivo por daños en las máquinas.

3.2 Desarrollo de la propuesta

3.2.1 Elaboración de procedimientos

	PROCEDIMIENTO DE MANEJO DE MAQUINAS PARA CORTE	PP-PRO-01
		Rev.: 00

1. Objetivo

Establecer los lineamientos para el manejo de las máquinas de corte de la empresa IMETECO S.A.

2. Alcance

Este procedimiento aplica solo para el corte de láminas de acero de un área de 108m²/día para la fabricación de:

- Tuberías
- Vigas
- Tanques

3. Definiciones

Tubería.- Conjunto formado por virolas que sirve para transportar gases o líquidos.

Vigas.- Una viga es una serie de miembros estructurales que se extienden del borde hasta el perímetro, diseñados para soportar la cubierta del techo o el tipo de carga.

Tanques.- suelen ser usados para almacenar líquidos, y son ampliamente utilizados en las industrias de gases, del petróleo, y química.

4. Políticas

- No se inicia una producción sin una Orden de Producción.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Página
				1 de 4

	PROCEDIMIENTO DE MANEJO DE MAQUINAS PARA CORTE	PP-PRO-01
		Rev: 00

- El personal involucrado debe recibir inducción sobre las actividades a realizar.
- Todo personal que participe en el proyecto debe conocer los cronogramas actualizados.
- La información registrada en los reportes de Producción debe ser presentada de manera oportuna.

5. Responsables

5.1 El responsable de verificar que este procedimiento se cumpla es el Coordinador de Producción.

5.2 Los responsables de cumplir este procedimiento son:

- Coordinador de Producción
- Supervisor de Producción
- Operadores de Máquina

6. Procedimiento

6.1 El Coordinador de Producción crea la orden de producción (Check List de apertura del proyecto).

Realiza reuniones con su personal para el seguimiento de la producción, verifica la disponibilidad de instalaciones y equipos.

El Supervisor de producción da soporte técnico para la planificación de la producción, registra la distribución del personal según el proyecto.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Página
				2 de 4

	PROCEDIMIENTO DE MANEJO DE MAQUINAS PARA CORTE	PP-PRO-01
		Rev: 00

Controlar permanentemente durante la jornada diaria el correcto uso de la máquina y el llenado de los reportes de producción.

Explicar al operador responsable del proceso de corte y registros el correcto manejo de los reportes de producción.

Mantener en carteleras la planificación del proyecto llevado a cabo en cada área.

Al operador le entrega una fotocopia de los planos para su uso en la Planta.

- 6.2** El operador de máquina revisa los planos entregados por el supervisor de producción, luego verifica que la materia prima que se encuentra almacenada sea la que se indica en los planos. Revisa los programas que fueron entregados por el supervisor; y procede con el proceso de corte:

Primero la persona encargada de realizar la maniobra del traslado de plancha sube la plancha a la máquina, luego el operador de maquina realiza la calibración de la máquina para luego realizar el cuadro de la plancha.

Después del cuadro se realiza el trazado y corte de la plancha, de ser necesario el bisel en la plancha se realiza el biselado, después se retira el material sobrante para luego bajar la plancha para que pase al siguiente proceso.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Página
				3 de 4

	PROCEDIMIENTO DE MANEJO DE MAQUINAS PARA CORTE	PP-PRO-01
		Rev: 00

- 6.3** El supervisor recopila los documentos concernientes a una orden de producción que son: egreso de materia prima a bodega, egreso de insumos (material de aporte, piezas de máquinas de ser necesarios, etc.).
- 6.4** Todos los días el operador debe realizar limpieza 15 minutos antes de su término de jornada laboral.

7. Registros

FOR-PRO-01 Control del área de Corte y Biselado.

FOR-PRO-02 Check List de Apertura de Proyectos.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Página:
				4 de 4

	PROCEDIMIENTO DE MANEJO DE MAQUINAS PARA ROLADO	PP-PRO-02
		Rev: 00

1. Objetivo

Establecer los lineamientos para el manejo de las máquinas de rolado de la empresa IMETECO S.A.

2. Alcance

Este procedimiento aplica solo para el rolado de láminas de acero de un área de 145m²/día para la fabricación de:

Tuberías

Tanques

3. Definiciones

Tubería.- Conjunto formado por virolas que sirve para transportar gases o líquidos.

Tanques.- suelen ser usados para almacenar líquidos, y son ampliamente utilizados en las industrias de gases, del petróleo, y química.

4. Políticas

- No se inicia una producción sin una Orden de Producción
- El personal involucrado debe recibir inducción sobre las actividades a realizar.
- Todo personal que participe en el proyecto debe conocer los cronogramas actualizados.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Página
				1 de 4

	PROCEDIMIENTO DE MANEJO DE MAQUINAS PARA ROLADO	PP-PRO-02
		Rev: 00

- La información registrada en los reportes de Producción debe ser presentada de manera oportuna.

5. Responsables

5.1 El responsable de verificar que este procedimiento se cumpla es el Coordinador de Producción.

5.2 Los responsables de cumplir este procedimiento son:

- Coordinador de Producción
- Supervisor de Producción
- Operadores de Máquina

6 Equipos y materiales

Rola 1, Rola 2, Rola 3.

Gas, material de aporte (soldadura).

7 Procedimiento

7.1 El Coordinador de Producción crea la orden de producción (Check List de apertura del proyecto).

Realiza reuniones con su personal para el seguimiento de la producción, verifica la disponibilidad de instalaciones y equipos.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Página:
				2 de 4

	PROCEDIMIENTO DE MANEJO DE MAQUINAS PARA ROLADO	PP-PRO-02
		Rev: 00

7.2 El Supervisor de Producción da soporte técnico para la planificación de la producción, registra la distribución del personal según proyecto.

Controlar permanentemente durante la jornada diaria el correcto uso de la máquina y el llenado de los reportes de producción.

Al operador le entrega una fotocopia de los planos para su uso en la Planta.

Explicar al operador responsable del proceso de rolado y registros el correcto manejo de los reportes de producción.

Mantener en carteleras la planificación del proyecto llevado a cabo en cada área.

7.3 El operador de máquina revisa los planos entregados por el supervisor de producción, luego verifica que la materia prima que se encuentra almacenada sea la que se indica en los planos, esta materia prima son las planchas ya cortadas en el proceso anterior.

Primero la persona encargada de realizar la maniobra del traslado de plancha sube la plancha a la máquina, luego el operador de maquina realiza la calibración de la máquina para luego realizar el pre rolado de la plancha.

Después del pre rolado se realiza el punteo de la virola lo cual consiste en cilindrar la plancha y darle la forma cilíndrica para formar la virola, para luego dar paso al proceso de rolado, después se retira dicha virola para pasar al siguiente proceso. Todos los días el operador debe realizar limpieza 15 minutos antes de su término de jornada laboral.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Página:
				3 de 4

	PROCEDIMIENTO DE MANEJO DE MAQUINAS PARA ROLADO	PP-PRO-02
		Rev: 00

- 7.4** El supervisor recopila los documentos concernientes a una orden de producción que son: egreso de insumos (material de aporte, piezas de máquinas de ser necesarios, etc.).

8. Registros

FOR-PRO-04 Control de Rolado.

FOR-PRO-02 Check List de Apertura de Proyectos.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Página:
				4 de 4

	PROCEDIMIENTO DE MANEJO DE MAQUINAS DE ARCO LONGITUDINAL 1 Y 2	PP-PRO-03
		Rev: 00

1. Objetivo

Establecer los lineamientos para el manejo de las máquinas de arco longitudinal de la empresa IMETECO S.A.

2. Alcance

Este procedimiento aplica solo para el soldado interno y externo de virolas de acero de un área de 200m²/día para la fabricación de:

Tuberías

3. Definiciones

Tubería.- Conjunto formado por virolas que sirve para transportar gases o líquidos.

Arcos longitudinales.- El proceso SMAW o mejor conocido como soldadura por electrodo revestido emplea el paso de un arco eléctrico a través de un electrodo metálico y el material a soldar.

Este arco eléctrico produce el calor necesario para fundir el material base y al aporte originándose la mezcla de ambos en estado líquido que al solidificarse formarán el cordón de soldadura.

4. Políticas

- No se inicia una producción sin una Orden de Producción.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Página:
				1 de 4

	PROCEDIMIENTO DE MANEJO DE MAQUINAS DE ARCO LONGITUDINAL 1 Y 2	PP-PRO-03
		Rev: 00

- El personal involucrado debe recibir inducción sobre las actividades a realizar.
- Todo personal que participe en el proyecto debe conocer los cronogramas actualizados.
- La información registrada en los reportes de Producción debe ser presentada de manera oportuna.

5. Responsables

5.1 El responsable de verificar que este procedimiento se cumpla es el Coordinador de Producción.

5.2 Los responsables de cumplir este procedimiento son:

- Coordinador de Producción
- Supervisor de Producción
- Operadores de Máquina

6. Equipos y materiales

Arco longitudinal1, arco longitudinal 2.

Fundente, material de aporte (soldadura).

7. Procedimiento

7.5 El Coordinador de Producción crea la orden de producción (Check List de apertura del proyecto).

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Página:
				2 de 4

	PROCEDIMIENTO DE MANEJO DE MAQUINAS DE ARCO LONGITUDINAL 1 Y 2	PP-PRO-03
		Rev: 00

Realiza reuniones con su personal para el seguimiento de la producción, verifica la disponibilidad de instalaciones y equipos.

- 7.6** El Supervisor de Producción da soporte técnico para la planificación de la producción, registra la distribución del personal según proyecto.

Controlar permanentemente durante la jornada diaria el correcto uso de la máquina y el llenado de los reportes de producción.

Al operador le entrega una fotocopia de los planos para su uso en la Planta.

Explicar al operador responsable del proceso de soldado longitudinal y los registros el correcto manejo de los reportes de producción.

Mantener en carteleras la planificación del proyecto llevado a cabo en cada área.

- 7.7** El operador de máquina revisa los planos entregados por el supervisor de producción, luego verifica que el material que se encuentra almacenado sea la que se indica en los planos, este material son las virolas que fueron roladas en el proceso anterior.

Primero la persona encargada de realizar la maniobra del traslado de plancha sube la plancha a la máquina, luego el operador de máquina realiza la calibración de la máquina para luego realizar el soldado longitudinal de la virola. Después se retira dicha virola para pasar al siguiente proceso. Todos los días el operador debe realizar limpieza 15 minutos antes de su término de jornada laboral.

- 7.8** El supervisor recopila los documentos concernientes a una orden de

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Página:
				3 de 4

	PROCEDIMIENTO DE MANEJO DE MAQUINAS DE ARCO LONGITUDINAL 1 Y 2	PP-PRO-03
		Rev: 00

producción que son: egreso de insumos (material de aporte, piezas de máquinas de ser necesarios, etc.).

8. Referencias

FOR-PRO-06 Control de Arcos Sumergidos Longitudinales.

FOR-PRO-02 Check List de Apertura de Proyectos.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Página:
				4 de 4

	PROCEDIMIENTO DE MANEJO DE MAQUINAS DE ARCO SUMERGIDO 3-4-5-6	PP-PRO-04
		Rev: 00

1. Objetivo

Establecer los lineamientos para el manejo de las máquinas de arco sumergido circunferencial de la empresa IMETECO S.A.

2. Alcance

Este procedimiento aplica solo para la unión (soldadura) circunferencial interna y externa de las virolas de acero de un área de 243m²/día para la fabricación de:

- Tuberías

3. Definiciones

Tubería.- Conjunto formado por virolas que sirve para transportar gases o líquidos.

Arcos sumergidos.- El proceso SMAW o mejor conocido como soldadura por electrodo revestido emplea el paso de un arco eléctrico a través de un electrodo metálico y el material a soldar.

Este arco eléctrico produce el calor necesario para fundir el material base y al aporte originándose la mezcla de ambos en estado líquido que al solidificarse formarán el cordón de soldadura.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Página:
				1 de 4

	PROCEDIMIENTO DE MANEJO DE MAQUINAS DE ARCO SUMERGIDO 3-4-5-6	PP-PRO-04
		Rev: 00

4. Políticas

- No se inicia una producción sin una Orden de Producción.
- El personal involucrado debe recibir inducción sobre las actividades a realizar.
- Todo personal que participe en el proyecto debe conocer los cronogramas actualizados.
- La información registrada en los reportes de Producción debe ser presentada de manera oportuna.

5. Responsables

5.1 El responsable de verificar que este procedimiento se cumpla es el Coordinador de Producción.

5.2 Los responsables de cumplir este procedimiento son:

- Coordinador de Producción
- Supervisor de Producción
- Operadores de Máquina

6. Equipos y materiales

Arcos circunferencial 3-4-5-6.

Fundente, material de aporte (soldadura).

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Página:
				2 de 4

	PROCEDIMIENTO DE MANEJO DE MAQUINAS DE ARCO SUMERGIDO 3-4-5-6	PP-PRO-04
		Rev: 00

7. Procedimiento

- 7.1** El Coordinador de Producción crea la orden de producción (Check List de apertura del proyecto).

Realiza reuniones con su personal para el seguimiento de la producción, verifica la disponibilidad de instalaciones y equipos.

- 7.2** El Supervisor de Producción da soporte técnico para la planificación de la producción, registra la distribución del personal según proyecto.

Controlar permanentemente durante la jornada diaria el correcto uso de la máquina y el llenado de los reportes de producción.

Al operador le entrega una fotocopias de los planos para su uso en la Planta.

Explicar al operador responsable del proceso de soldado circunferencial y los registros el correcto manejo de los reportes de producción.

Mantener en carteleras la planificación del proyecto llevado a cabo en cada área.

- 7.3** El operador de máquina revisa los planos entregados por el supervisor de producción, luego verifica que las virolas que van a formar el tubo sean los códigos que se indica en los planos, estas virolas son las que fueron soldadas longitudinalmente en el proceso anterior.

Primero la persona encargada de realizar la maniobra del traslado de virola la coloca en el arco, luego el operador de maquina realiza la calibración de la máquina para luego realizar soldado circunferencial.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Página:
				3 de 4

	PROCEDIMIENTO DE MANEJO DE MAQUINAS DE ARCO SUMERGIDO 3-4-5-6	PP-PRO-04
		Rev: 00

- 7.4** El supervisor recopila los documentos concernientes a una orden de producción que son: egreso de insumos (material de aporte, piezas de máquinas de ser necesarios, etc.).
- 7.5** Todos los días el operador debe realizar limpieza 15 minutos antes de su término de jornada laboral.

8. Referencias

FOR-PRO-OS Control de Tubos Conformados

FOR-PRO-10 Control de Arcos Sumergidos Circunferenciales

FOR-PRO-02 Check List de Apertura de Proyectos.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Página:
				4 de 4

	PROCEDIMIENTO DE MANEJO DE MAQUINA DE PINTURA	PP-PRO-05
		Rev: 00

1. Objetivo

Establecer los lineamientos para el manejo de la cámara de pintura de la empresa IMETECO S.A.

2. Alcance

Este procedimiento aplica solo para la aplicación de pintura en un área de 808m²/día en la fabricación de:

- Tuberías

3. Definiciones

Tubería.- Conjunto formado por virolas que sirve para transportar gases o líquidos.

4. Políticas

- No se inicia una producción sin una Orden de Producción
- El personal involucrado debe recibir inducción sobre las actividades a realizar.
- Todo personal que participe en el proyecto debe conocer los cronogramas actualizados.
- La información registrada en los reportes de Producción debe ser presentada de manera oportuna.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Página:
				1 de 3

	PROCEDIMIENTO DE MANEJO DE MAQUINA DE PINTURA	PP-PRO-05
		Rev: 00

5. Responsables

5.1 El responsable de verificar que este procedimiento se cumpla es el Coordinador de Producción.

5.2 Los responsables de cumplir este procedimiento son:

- Coordinador de Producción
- Supervisor de Producción
- Operadores de Máquina

6. Equipos y materiales

Pistolas para pintar

Pintura

Diluyente

7. Procedimiento

a. El Coordinador de Producción crea la orden de producción (Check List de apertura del proyecto).

Realiza reuniones con su personal para el seguimiento de la producción, verifica la disponibilidad de instalaciones y equipos.

b. El Supervisor de Producción da soporte técnico para la planificación de la producción, registra la distribución del personal según proyecto.

Controlar permanentemente durante la jornada diaria el correcto uso de la máquina y el llenado de los reportes de producción.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Página:
				2 de 3

	PROCEDIMIENTO DE MANEJO DE MAQUINA DE PINTURA	PP-PRO-05
		Rev: 00

Al operador le entrega una fotocopia del check list.

Explicar al operador responsable del proceso de pintura, los registros el correcto manejo de los reportes de producción.

Mantener en carteleras la planificación del proyecto llevado a cabo en cada área.

- c.** El operador de máquina revisa los el check list entregado por el supervisor de producción, luego verifica que pintura se requiere y el micraje que se deberá aplicar.

Primero la persona encargada de realizar la maniobra del traslado del tubo al coche de la cámara de pintura sube el tubo, el operador revisa que el tubo este perfectamente codificado y lo registra.

- d.** El supervisor recopila los documentos concernientes a una orden de producción que son: egreso de insumos (pintura, diluyente, piezas de máquinas de ser necesarios, etc.). Todos los días el operador debe realizar limpieza 15 minutos antes de su término de jornada laboral.

8. Referencias

FOR-PRO-02 Check List de Apertura de Proyectos.

FOR-PRO-13 Control de área de Acabado de Producto

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Página:
				3 de 3

	PROCEDIMIENTO DE MANEJO DE MAQUINA DE CAMARA DE GRANALLA	PP-PRO-06
		Rev: 00

1. Objetivo

Establecer los lineamientos para el manejo de la cámara de granalla de la empresa IMETECO S.A.

2. Alcance

Este procedimiento aplica solo para la realización de limpieza superficial de un área de 808m²/día en la fabricación de:

- Tuberías

3. Definiciones

Tubería.- Conjunto formado por virolas que sirve para transportar gases o líquidos.

La arenadora lanza el abrasivo a través de la boquilla. Una vez que el abrasivo en grano impacta con la pieza con el objetivo deseado (matizar, crear rugosidad, decapar...) cae al suelo de la sala de granallado.

4. Políticas

- No se inicia una producción sin una Orden de Producción
- El personal involucrado debe recibir inducción sobre las actividades a realizar.
- Todo personal que participe en el proyecto debe conocer los cronogramas actualizados.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Página:
				1 de 3

	PROCEDIMIENTO DE MANEJO DE MAQUINA DE CAMARA DE GRANALLA	PP-PRO-06
		Rev: 00

- La información registrada en los reportes de Producción debe ser presentada de manera oportuna.

5. Responsables

5.1 El responsable de verificar que este procedimiento se cumpla es el Coordinador de Producción.

5.2 Los responsables de cumplir este procedimiento son:

- Coordinador de Producción
- Supervisor de Producción
- Operadores de Máquina

6. Equipos y materiales

Profilium (abrasivo).

Boquillas de arenadora

7. Procedimiento

a. El Coordinador de Producción crea la orden de producción (Check List de apertura del proyecto).

Realiza reuniones con su personal para el seguimiento de la producción, verifica la disponibilidad de instalaciones y equipos.

b. El Supervisor de Producción da soporte técnico para la planificación

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Página:
				2 de 3

	PROCEDIMIENTO DE MANEJO DE MAQUINA DE CAMARA DE GRANALLA	PP-PRO-06
		Rev: 00

de la producción, registra la distribución del personal según proyecto.

Controlar permanentemente durante la jornada diaria el correcto uso de la máquina y el llenado de los reportes de producción.

Al operador le entrega una fotocopia del check list.

Explicar al operador responsable del proceso de granalla, los registros el correcto manejo de los reportes de producción.

Mantener en carteleras la planificación del proyecto llevado a cabo en cada área.

- c.** El operador de máquina revisa los el check list entregado por el supervisor de producción, luego verifica que grado de limpieza se debe dar y que perfil de anclaje de ser necesario se aplica a la tubería.

Primero la persona encargada de realizar la maniobra del traslado del tubo al coche de la cámara de granalla sube el tubo, el operador revisa que el tubo este perfectamente codificado, lo registra y empieza con el proceso de limpieza. Todos los días el operador debe realizar limpieza 15 minutos antes de su término de jornada laboral.

- d.** El supervisor recopila los documentos concernientes a la orden de producción que son: egreso de insumos (abrasivo o profilium, piezas de máquinas de ser necesarios, etc.).

8. Referencias

FOR-PRO-02 Check List de Apertura de Proyectos.

FOR-PRO-13 Control de área de Acabado de Producto.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Página:
				3 de 3

3.2.2 Elaboración de Sistemas de compras

De esta manera se definió el sistema de compra para los materiales que participan en el proceso de fabricación de tubería.

Diluyente

Para el diluyente se estableció un modelo de compra tipo P con intervalo de pedido fijo.

En este sistema se detalla que el periodo de compra por políticas de la empresa se realizara cada 30 días, se determinó que la existencia de seguridad es de 209 lt y cada vez que se realice un pedido se deberá calcular la cantidad a pedir, para nuestro primer pedido debido a que el inventario de existencia es cero la cantidad a pedir calculada es 2743lt.

	D.máx=	2057 Lt/mes	68,57 Lt/día
Demanda	D =	1900 Lt/mes	63,33 Lt/día

Intervalo de Pedido	IP=	30 días
---------------------	-----	---------

Tiempo de anticipación	L=	10 días
------------------------	----	---------

Cantidad Óptima	Q= ?
-----------------	------

$$IP=Q/D = 30 \text{ Días}$$

$$Q= 1900 \text{ Lt}$$

Existencia de Seguridad	ES = D. máx (L + IP) - D (L + IP)
-------------------------	-----------------------------------

$$ES = 68,57 (10 + 30) - 63,33 (10 + 30)$$

$$ES = 209 \text{ Lt}$$

Cantidad de Pedido	CP = Q + ES - I. Disp - UPNR + UR x L
--------------------	---------------------------------------

$$CP = 1900 + 209 - 0 - 0 + (63,33 \times 10)$$

$$CP = 2743 \text{ Lt}$$

Pintura

Para la pintura se estableció un modelo de compra tipo P con intervalo de pedido fijo.

Jotamastic 87 black componente A

En este sistema se detalla que el periodo de compra por políticas de la empresa se realizara cada 30 días, se determinó que la existencia de seguridad es de 1824lt y cada vez que se realice un pedido se deberá calcular la cantidad a pedir, para nuestro primer pedido debido a que el inventario de existencia es cero la cantidad a pedir calculada es 17664lt.

	D.máx=	11776 Lt/mes	392,53 Lt/día
Demanda	D =	10560 Lt/mes	352,00 Lt/día
Intervalo de Pedido	IP=	30 días	
Tiempo de anticipación	L=	15 días	
Cantidad Óptima	Q= ?		

$$IP=Q/D = 240/16= 30 \text{ días}$$

$$Q= 10560 \text{ Lt}$$

Existencia de Seguridad	ES = D. máx (L + IP) - D (L + IP)
	ES = 392,53 (15 + 30) - 352(15 + 30)
	ES = 1824 Lt

Cantidad de Pedido	CP = Q + ES - I. Disp - UPNR + UR x L
	CP = 10560 + 1824 - 0 - 0 + 352 x 15)
	CP = 17664 Lt

Jotamastic 87 grey componente A

En este sistema se detalla que el periodo de compra por políticas de la

empresa se realizara cada 30 días, se determinó que la existencia de seguridad es de 168lt y cada vez que se realice un pedido se deberá calcular la cantidad a pedir, para nuestro primer pedido debido a que el inventario de existencia es cero la cantidad a pedir calculada es 2280lt.

	D.máx=	1520 Lt/mes	50,67 Lt/día
Demanda	D =	1408 Lt/mes	46,93 Lt/día
Intervalo de Pedido	IP=	30 días	
Tiempo de anticipación	L=	15 días	
Cantidad Óptima	Q= ?		
	IP=Q/D = 240/16=	30 días	
	Q=	1408 Lt	

Existencia de Seguridad	ES = D. máx (L + IP) - D (L + IP)
	ES = 50,67 (15 + 30) - 46,93 (15 + 30)
	ES = 168 Lt
Cantidad de Pedido	CP = Q + ES - I. Disp - UPNR + UR x L
	CP = 1408 + 168 - 0 - 0 + (46,93 x 15)
	CP = 2280 Lt

Jotamastic 87 componente B

En este sistema se detalla que el periodo de compra por políticas de la empresa se realizara cada 30 días, se determinó que la existencia de seguridad es de 336lt y cada vez que se realice un pedido se deberá calcular la cantidad a pedir, para nuestro primer pedido debido a que el inventario de existencia es cero la cantidad a pedir calculada es 3366lt.

	D.máx=	2244 Lt/mes	74,79 Lt/día
Demanda	D =	2020 Lt/mes	67,32 Lt/día
Intervalo de Pedido	IP=	30 días	

Tiempo de anticipación $L = 15$ días

Cantidad Óptima $Q = ?$

$IP = Q/D = 30$ días

$Q = 2019,6$ Lt

Existencia de Seguridad $ES = D \cdot \text{máx} (L + IP) - D (L + IP)$

$ES = 298,8$

$ES = 336$ Lt

Cantidad de Pedido $CP = Q + ES - I. \text{Disp} - U_{PNR} + U_R \times L$

$CP = 2019,6 + 306 - 0 - 0 + (67,32 \times 10)$

$CP = 3366$ Lt

Jotaprime mastic grey componente A

En este sistema se detalla que el periodo de compra por políticas de la empresa se realizara cada 30 días, se determinó que la existencia de seguridad es de 26lt y cada vez que se realice un pedido se deberá calcular la cantidad a pedir, para nuestro primer pedido debido a que el inventario de existencia es cero la cantidad a pedir calculada es 1759lt.

$D.\text{máx} = 1173$ Lt/mes $39,08$ Lt/día

Demanda $D = 1155$ Lt/mes $38,50$ Lt/día

Intervalo de Pedido $IP = 30$ días

Tiempo de anticipación $L = 15$ días

$$\begin{aligned} \text{Cantidad Óptima} \quad Q &= ? \\ IP &= Q/D = 30 \text{ días} \\ Q &= 1155,0 \text{ Lt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Existencia de Seguridad} \quad ES &= D. \text{ máx} (L + IP) - D (L + IP) \\ ES &= 39,08 \cdot (10 + 30) - 38,5 \cdot (10 + 30) \\ ES &= 26 \text{ Lt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cantidad de Pedido} \quad CP &= Q + ES - I. \text{ Disp} - U_{PNR} + U_R \times L \\ CP &= 1155 + 26 - 0 - 0 + (38,5 \times 10) \\ CP &= 1759 \text{ Lt} \end{aligned}$$

Jotaprime mastic componente B

En este sistema se detalla que el periodo de compra por políticas de la empresa se realizara cada 30 días, se determinó que la existencia de seguridad es de 4lt y cada vez que se realice un pedido se deberá calcular la cantidad a pedir, para nuestro primer pedido debido a que el inventario de existencia es cero la cantidad a pedir calculada es 251lt.

$$\begin{aligned} D. \text{máx} &= 168 \text{ Lt/mes} & 5,58 \text{ Lt/día} \\ \text{Demanda} \quad D &= 165 \text{ Lt/mes} & 5,50 \text{ Lt/día} \\ \text{Intervalo de Pedido} \quad IP &= 30 \text{ días} \\ \text{Tiempo de anticipación} \quad L &= 15 \text{ días} \\ \text{Cantidad Óptima} \quad Q &= ? \\ IP &= Q/D = 30 \text{ días} \end{aligned}$$

$$Q = 165,0 \text{ Lt}$$

$$\text{Existencia de Seguridad} \quad ES = D \cdot \text{máx} (L + IP) - D (L + IP)$$

$$ES = 5,58 \cdot (10 + 30) - 5,50 \cdot (10 + 30)$$

$$ES = 4 \text{ Lt}$$

$$\text{Cantidad de Pedido} \quad CP = Q + ES - I. \text{ Disp} - \text{UPNR} + \text{UR} \times L$$

$$CP = 165 + 4 - 0 - 0 + (5,5 \times 10)$$

$$CP = 251 \text{ Lt}$$

Material de aporte

Para el material de aporte se estableció un modelo de compra tipo P con intervalo de pedido fijo.

En este sistema se detalla que el periodo de compra por políticas de la empresa se realizara cada 30 días, se determinó la existencia de seguridad, la cantidad a pedir y la cantidad óptima de los alambres y fundentes usados en el proceso productivo, para nuestro primer pedido no se considera existencia de material de aporte debido a que el inventario de existencia es cero.

FUNDENTE INDURA

$$D.\text{máx} = 2460 \text{ Lt/mes} \quad 82,00 \text{ Lt/día}$$

$$\text{Demanda} \quad D = 2400 \text{ Lt/mes} \quad 80,00 \text{ Lt/día}$$

$$\text{Intervalo de Pedido} \quad IP = 30 \text{ días}$$

$$\text{Tiempo de anticipación} \quad L = 15 \text{ días}$$

$$\begin{aligned} \text{Cantidad Óptima} \quad Q &= ? \\ IP=Q/D &= 30 \text{ días} \\ Q &= 2400,0 \text{ Lt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Existencia de Seguridad} \quad ES &= D. \text{ máx} (L + IP) - D (L + IP) \\ ES &= 82*(10+30)-80*(10+30)) \\ ES &= 90 \text{ Lt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cantidad de Pedido} \quad CP &= Q + ES - I. \text{ Disp} - UPNR + UR \times L \\ CP &= 2400 + 90 - 0 - 0 + (80 \times 10) \\ CP &= 3690 \text{ Lt} \end{aligned}$$

ALAMBRE ER70S

$$\begin{aligned} D. \text{máx} &= 2160 \text{ Lt/mes} & 72,00 \text{ Lt/día} \\ \text{Demanda} \quad D &= 2100 \text{ Lt/mes} & 70,00 \text{ Lt/día} \\ \text{Intervalo de Pedido} \quad IP &= 30 \text{ días} \\ \text{Tiempo de anticipación} \quad L &= 15 \text{ días} \\ \text{Cantidad Óptima} \quad Q &= ? \\ IP=Q/D &= 30 \text{ días} \\ Q &= 2100,0 \text{ Lt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Existencia de Seguridad} \quad ES &= D. \text{ máx} (L + IP) - D (L + IP) \\ ES &= 72*(10+30)-70*(10+30)) \\ ES &= 90 \text{ Lt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cantidad de Pedido} \quad CP &= Q + ES - I. \text{ Disp} - \text{UPNR} + \text{UR} \times L \\
 CP &= 2100 + 90 - 0 - 0 + (70 \times 10) \\
 CP &= 3240 \text{ Lt}
 \end{aligned}$$

ALAMBRE TUBULAR 71T1

$$\begin{aligned}
 &D.\text{máx} = 960 \text{ Lt/mes} \quad 32,00 \text{ Lt/día} \\
 \text{Demanda} \quad D &= 900 \text{ Lt/mes} \quad 30,00 \text{ Lt/día} \\
 \text{Intervalo de Pedido} \quad IP &= 30 \text{ días} \\
 \text{Tiempo de anticipación} \quad L &= 15 \text{ días} \\
 \text{Cantidad Óptima} \quad Q &= ? \\
 IP = Q/D &= 30 \text{ días} \\
 Q &= 900,0 \text{ Lt}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Existencia de Seguridad} \quad ES &= D. \text{ máx} (L + IP) - D (L + IP) \\
 ES &= 32 \times (10 + 30) - 30 \times (10 + 30) \\
 ES &= 90 \text{ Lt}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cantidad de Pedido} \quad CP &= Q + ES - I. \text{ Disp} - \text{UPNR} + \text{UR} \times L \\
 CP &= 900 + 90 - 0 - 0 + (30 \times 10) \\
 CP &= 1440 \text{ Lt}
 \end{aligned}$$

ALAMBRE EM12K 5/32"

$$D.\text{máx} = 1525 \text{ Lt/mes} \quad 50,83 \text{ Lt/día}$$

Demanda $D = 1475 \text{ Lt/mes}$ $49,17 \text{ Lt/día}$

Intervalo de Pedido $IP = 30 \text{ días}$

Tiempo de anticipación $L = 15 \text{ días}$

Cantidad Óptima $Q = ?$

$$IP = Q/D = 30 \text{ días}$$

$$Q = 1475,0 \text{ Lt}$$

Existencia de Seguridad $ES = D \cdot \text{máx} (L + IP) - D (L + IP)$

$$ES = 50,83 \cdot (10 + 30) - 49,17 \cdot (10 + 30)$$

$$ES = 75 \text{ Lt}$$

Cantidad de Pedido $CP = Q + ES - I. \text{Disp} - \text{UPNR} + \text{UR} \times L$

$$CP = 1475 + 75 - 0 - 0 + (49,17 \times 10)$$

$$CP = 2288 \text{ Lt}$$

ALAMBRE EM12K 1/8"

$D.\text{máx} = 1000 \text{ Kg/mes}$ $33,33 \text{ Kg/día}$

Demanda $D = 875 \text{ Kg/mes}$ $29,17 \text{ Kg/día}$

Intervalo de Pedido $IP = 30 \text{ días}$

Tiempo de anticipación $L = 15 \text{ días}$

Cantidad Óptima $Q = ?$

$$IP = Q/D = 30 \text{ días}$$

$$Q = 875,0 \text{ Kg}$$

Existencia de Seguridad $ES = D \cdot \text{máx} (L + IP) - D (L + IP)$

$$ES = 33,33 \cdot (10+30) - 29,17 \cdot (10+30)$$

$$ES = 188 \text{ Kg}$$

Cantidad de Pedido

$$CP = Q + ES - I. \text{ Disp} - \text{UPNR} + \text{UR} \times L$$

$$CP = 875 + 188 - 0 - 0 + (29,17 \times 10)$$

$$CP = 1500 \text{ Kg}$$

Discos

Para los discos se estableció un modelo de compra tipo P con intervalo de pedido fijo.

En este sistema se detalla que el periodo de compra por políticas de la empresa se realizara cada 30 días, se determinó la existencia de seguridad, la cantidad a pedir y la cantidad óptima de los discos usados en el proceso productivo, para nuestro primer pedido no se considera existencia de material de aporte debido a que el inventario de existencia es cero.

GRATA DE 6"

	D.máx=	147 Un/mes	5 Un/día
Demanda	D =	140 Un/mes	5 Un/día
Intervalo de Pedido	IP=	30 días	
Tiempo de anticipación	L=	15 días	
Cantidad Óptima	Q=	?	
	IP=Q/D =	30 días	
	Q=	140,0 Un	

Existencia de Seguridad	$ES = D. \text{ máx } (L + IP) - D (L + IP)$ $ES = 5*(10+30)-5*(10+30))$ $ES = 11 \text{ Un}$
Cantidad de Pedido	$CP = Q + ES - I. \text{ Disp} - UPNR + UR \times L$ $CP = 140 + 11 - 0 - 0 + (5 \times 10)$ $CP = 221 \text{ Un}$

DISCO DESBASTE 7"

	D.máx=	500 Un/mes	17 Un/día
Demanda	D =	450 Un/mes	15 Un/día
Intervalo de Pedido	IP=	30 días	
Tiempo de anticipación	L=	15 días	
Cantidad Óptima	Q= ?		

$$IP=Q/D = 240/16= 30 \text{ días}$$

$$Q= 450 \text{ Un}$$

Existencia de Seguridad	$ES = D. \text{ máx } (L + IP) - D (L + IP)$ $ES = 17 (15 + 30) - 15 (15 + 30)$ $ES = 75 \text{ Un}$
-------------------------	--

Cantidad de Pedido	$CP = Q + ES - I. \text{ Disp} - UPNR + UR \times L$ $CP = 450 + 75 - 0 - 0 + (15 \times 15)$ $CP = 750 \text{ Un}$
--------------------	---

DISCO DE CORTE 7"

	D.máx=	3000 Un/mes	100 Un/día
Demanda	D =	2890 Un/mes	96 Un/día
Intervalo de Pedido	IP=	30 días	
Tiempo de anticipación	L=	15 días	
Cantidad Óptima	Q= ?		

$$IP=Q/D = 240/16= 30 \text{ días}$$

$$Q= 2890 \text{ Un}$$

Existencia de Seguridad	ES = D. máx (L + IP) - D (L + IP)
	ES = 100 (15 + 30) - 96 (15 + 30)
	ES = 165 Un

Cantidad de Pedido	CP = Q + ES - I. Disp - UPNR + UR x L
	CP = 2890 + 165 - 0 - 0 + (96 x 15)
	CP = 4500 Un

Gas

Para los gases se estableció un modelo de compra tipo P con intervalo de pedido fijo.

En este sistema se detalla que el periodo de compra por políticas de la empresa se realizara cada 30 días, se determinó la existencia de seguridad, la cantidad a pedir y la cantidad óptima de los gases usados en el proceso productivo, para nuestro primer pedido no se considera existencia de material de aporte debido a que el inventario de existencia es cero.

INDURMIG

	D.máx=	267 Un/mes	9 Un/día
Demanda	D =	200 Un/mes	7 Un/día
Intervalo de Pedido	IP=	30 días	

Tiempo de anticipación $L = 15$ días

Cantidad Óptima $Q = ?$

$IP = Q/D = 30$ días

$Q = 200,0$ Un

Existencia de Seguridad $ES = D. \text{máx} (L + IP) - D (L + IP)$

$ES = 9 \cdot (10 + 30) - 7 \cdot (10 + 30)$

$ES = 101$ Un

Cantidad de Pedido $CP = Q + ES - I. \text{Disp} - U_{PNR} + U_R \times L$

$CP = 200 + 101 - 0 - 0 + (7 \times 10)$

$CP = 401$ Un

OXIGENO

$D. \text{máx} = 20$ Un/mes 1 Un/día

Demanda $D = 10$ Un/mes 0 Un/día

Intervalo de Pedido $IP = 30$ días

Tiempo de anticipación $L = 15$ días

Cantidad Óptima $Q = ?$

$IP = Q/D = 30$ días

$Q = 10,0$ Un

Existencia de Seguridad $ES = D. \text{máx} (L + IP) - D (L + IP)$

$$ES = 1 \cdot (10 + 30) - 0 \cdot (10 + 30)$$

$$ES = 15 \text{ Un}$$

Cantidad de Pedido

$$CP = Q + ES - I. \text{ Disp} - U_{PNR} + U_R \times L$$

$$CP = 10 + 15 - 0 - 0 + (0 \times 10)$$

$$CP = 30 \text{ Un}$$

3.2.3 Plan de mantenimiento

A continuación se describe el plan de mantenimiento anual el cual se lo realizo para todas las máquinas involucradas en el proceso de fabricación de tuberías, se había considerado hacer solo a las que tenían mayor horas de paradas.

Como el cuadro muestra se identifica el periodo de mantenimiento con un color distinto, y a cada máquina se la identifico con la primera letra del nombre y un número.

EL color amarillo significa que el mantenimiento se le va a realizar cada dos meses.

El color verde significa que el mantenimiento se va realizar cada tres meses.

El color naranja significa que el mantenimiento se lo debe realizar cada cuatro meses, y aunque no se utilice el color rojo se lo aplica cada seis meses y el color celeste cada vez que el mantenimiento sea anual.

De igual forma en el plan de mantenimiento se deja una nota que el operador debe realizar limpieza a la máquina 15 minutos antes de terminar su jornada de trabajo.

CUADRO N° 39
PLAN DE MANTENIMIENTO ANUAL

CONSTRUCTORA IMETECO S.A.

PROGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO

MECANICO / ELECTRICO GENERAL DE PLANTA

REV:

MNT-PLA

MANTENIMIENTO:

EQUIPOS:

ENCARGADO DE MANTENIMIENTO:

MECANICO

PLANTA EN GENERAL

JEFE DE MANTENIMIENTO Y SUPERVISORES DE AREA

X

CUATRIMESTRAL

TRIMESTRAL

SEMESTRAL

ANUAL

Bimestral

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

29

30

31

ENERO

</

Fuente: Industria Metalmecánica.
Elaborado por: Hernández Castro Angela.

3.3 Costos de las propuestas de solución

La propuesta presentada va a indicar que el tiempo que se recuperara por no hacer paradas continuas en la línea de fabricación de tuberías se representa va a comparar el tiempo perdido del año 2015 con el de la propuesta.

En el cuadro se aprecia las causas de paralización que tuvieron la mayor incidencia de tiempos muertos y fue nuestro punto más crítico para realizar la propuesta. De igual forma se aprecia el tiempo que se va necesitar al momento de implementar la propuesta.

En la limpieza se necesitan 90 horas/año esto se obtuvo del cálculo de horas/año como se indica en el procedimiento que solo se debe realizar 15 minutos de limpieza antes de culminar la jornada laboral.

$$\text{Limpieza por día} = 15\text{min}$$

$$\text{Horas/días} = 15 \frac{\text{min}}{\text{día}} \times \frac{\text{hora}}{60\text{min}}$$

$$\text{Horas/días} = 0,25$$

$$\text{Horas al mes} = 0,25 \frac{\text{horas}}{\text{día}} \times \frac{30\text{días}}{\text{mes}}$$

$$\text{Horas al mes} = 7,5$$

$$\text{horas/año} = 7,5 \frac{\text{horas}}{\text{mes}} \times \frac{12 \text{ meses}}{\text{año}}$$

$$\text{horas/año} = 90$$

La maniobra y la falta de material es un aproximado ya que el operador no debe realizar ninguna otra actividad, solo si llegara a faltar la persona la persona encargada de realizar la maniobra. En el caso de la falta de

material es el mismo caso ya que con la implementación del sistema de compras siempre debe existir una cantidad de seguridad si por algún motivo se llega a retrasar el pedido.

En el mantenimiento como se elaboró el plan de mantenimiento preventivo se considera que al mes se van a realizar 9 horas de mantenimiento lo que equivale a 108 horas/año de paralización reduciendo así 35.79 horas/año por mantenimiento.

En cuanto a los procedimientos, sistema de compras y plan de mantenimiento se considera que el personal encargado para la implementación y seguimiento serán los coordinadores de cada departamento los cuales deberán estar capacitados en auditorías internas.

En cuanto al personal de planta, bodega y mantenimiento se los capacitara de acuerdo a su área de trabajo, dichas capacitaciones tendrán un costo de \$650,00.

CUADRO N° 40
COSTOS DE LA PROPUESTA VERSUS COSTOS AÑO 2015

Causas de paralización	Año 2015		Propuesta	
	Tiempo perdido (horas)	Costo total (\$)	Tiempo perdido (horas)	Costo total (\$)
Limpieza	372,07	\$ 4.926,15	90	\$ 1.191,59
Maniobra	155,43	\$ 2.057,89	96	\$ 1.271,04
Falta de material	139,63	\$ 1.848,70	60	\$ 794,40
Mantenimiento	143,79	\$ 1.903,78	108	\$ 1.429,92
Capacitación	-	\$ -	8	\$ 650,00
Total	810,92	\$ 10.736,52	362	\$ 5.336,94
			Porcentaje	50%

Fuente: Industria Metalmecánica.

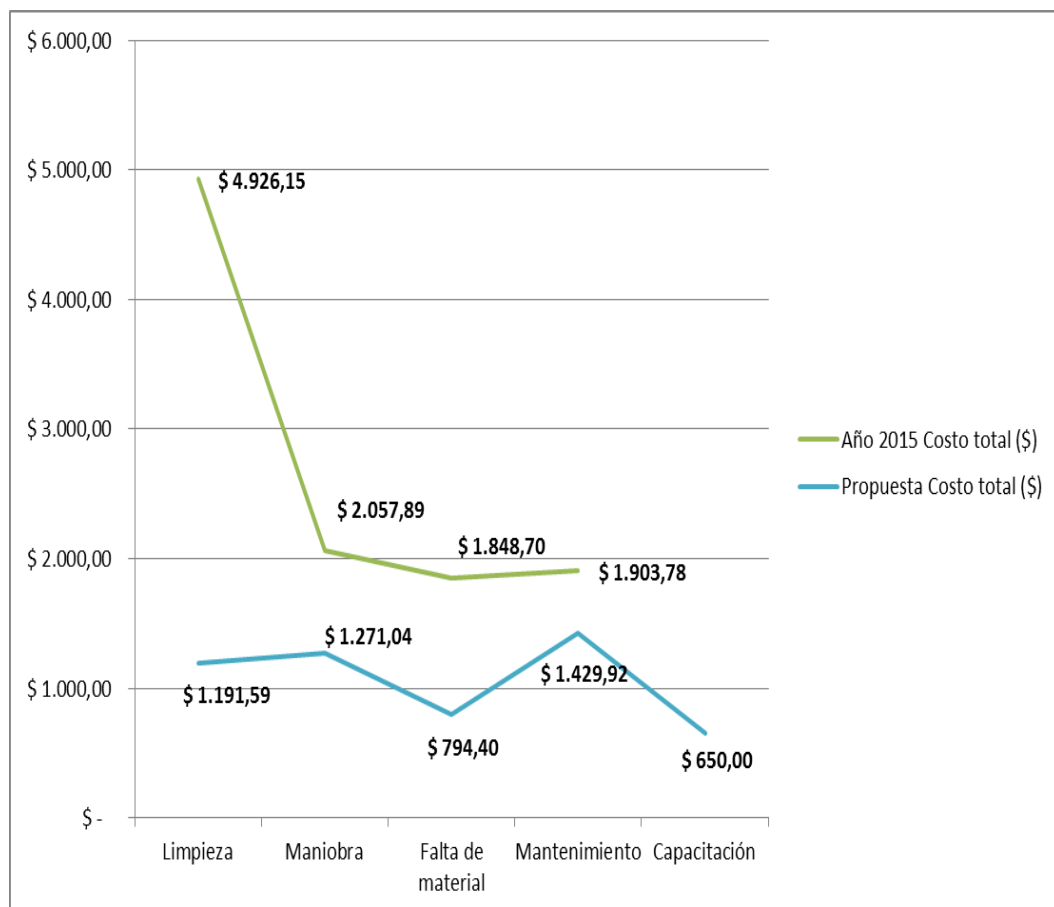
Elaborado por: Hernández Castro Angela.

En el cuadro mostrado se puede observar que tanto el tiempo como el costo por el tiempo que perdía cada máquina se han reducido, quedando así un 50% menos del costo que se tenía en el año 2015.

En el gráfico se observa las diferencias que existe en el año 2015 con la propuesta realizada, como se puede observar las líneas de color verde muestran los costos de paralización del año 2015 y las líneas de color azul muestran los costos que se obtienen al aplicar la propuesta antes mencionada.

Este gráfico muestra que sí es rentable aplicar la propuesta ya que se van a reducir las paradas innecesarias y por ende van a bajar costos por tiempos perdidos.

GRAFICO N° 20
DIAGRAMA DE COSTOS



Fuente: Industria Metalmecánica.

Elaborado por: Hernández Castro Angela.

3.4 Análisis beneficio/costo de la propuesta

A continuación se detallan los costos y beneficios que se presentaron al aplicar la propuesta.

CUADRO N° 41
RELACIÓN BENEFICIO/COSTO

COSTOS (ACTIVIDAD)	VALOR (\$)
COSTOS TOTALPOR FABRICACION DE TUBERIAS	\$ 4.686,94
COSTOS DE CAPACITACION AL PERSONAL	\$ 650,00
COSTOS TOTATES	\$ 5.336,94
BENEFICIOS	VALOR (\$)
REDUCCION DE HORAS POR LIMPIEZA	\$ 3.734,61
REDUCCION DE HORAS POR MANIOBRA	\$ 786,85
REDUCCION DE HORAS POR FALTA DE MATERIAL	\$ 1.054,30
REDUCCION DE HORAS POR MANTENIMIENTO	\$ 473,86
MEJORA EN EL PROCESO PRODUCTIVO	NO CUANTIFICABLE
SATISFACCION DEL CLIENTE	NO CUANTIFICABLE
TOTAL BENEFICIOS	\$ 6.049,62

Fuente: Industria Metalmecánica.

Elaborado por: Hernández Castro Angela.

La ecuación para determinar la relación beneficio/costo se describe a continuación:

$$\text{Relación beneficio/costo} = \frac{\text{Beneficio}}{\text{Costos}}$$

$$\text{Relación beneficio/costo} = \frac{\$ 6049,62}{\$ 5336,94}$$

$$\text{Relación beneficio/costo} = 1,13$$

La relación beneficio/costo indica que por cada dólar que la empresa

invierta en el proyecto, la empresa obtendrá una ganancia de \$ 0,13.

3.5 Conclusiones

La aplicación de la propuesta va a generar más control en el proceso productivo:

- Con los procedimientos se va mejorar y controlar el tiempo perdido que había por paradas de limpieza y maniobra, ya que el operador de máquina no tendrá que realizar otra actividad, y a la limpieza se le ha asignado un tiempo de 15 minutos antes de finalizar la jornada laboral.
- Mejorar el tiempo de entrega del producto al cliente.
- Mantener un stock adecuado en bodega para seguir con la producción, así se evitara paradas innecesarias.
- Mejorar la satisfacción del cliente.

3.6 Recomendaciones

Se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

Se debe poner en práctica la propuesta planteada a fin de mejorar los tiempos perdidos y el stock en bodega.

Se debe respetar la programación, no se deben hacer cambios.

Se debe realizar revisiones diarias y mensuales sobre el llenado de reportes de producción a fin de llevar el correcto control de cada área.

Se debe dar seguimiento a cada proceso a fin de cumplan con el procedimiento.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Acabado superficial: la rugosidad es el conjunto de irregularidades que posee una superficie. La mayor o menor rugosidad de una superficie depende de su acabado superficial. Éste, permite definir la micro geometría de las superficies para hacerlas válidas para la función para la que hayan sido realizadas.

Eficiencia: Utilización apropiada de los recursos y los resultados obtenidos.

Granallado: Técnica de tratamiento de limpieza superficial por impacto con el cual se puede lograr un acabado superficial y simultáneamente una correcta terminación superficial.

Implementar: Poner en funcionamiento o llevar a cabo una cosa determinada.

Indicador: Los Indicadores pueden ser medidas, números, hechos, opiniones o percepciones que señalen condiciones o situaciones específicas.

Proceso: Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que al interactuar juntas, simultánea o sucesivamente en los elementos de entrada los convierten en productos o resultados.

Tiempo muerto: tiempo en el que no se está realizando un trabajo útil.

Sistema: Proporciona una estructura que agiliza la descripción, la ejecución y el planteamiento de un proceso industrial.

ANEXOS

ANEXO N° 1

CHECK LIST/APERTURA DE PROYECTOS

		Check List Apertura de Proyectos				N°	
Cliente:				Ingeniero Responsable:			
Proyecto:				Ingeniero Soporte:			
OP:		OTP:		Supervisor de Producción:			
Fecha de Emisión:				Responsable Comercial:			
Información Requerida para el Inicio del Proyecto							
Presupuesto:							
Duración del Proyecto				F. Inicial		F. Final	
Horas Disponibles para el Proyecto		Corte		Fabricación		Otros	
Personal Estimado		Corte		Fabricación		Otros	
Días Laborales		Lunes a Viernes		Lunes a Sábado		Lunes a Domingo	
Jornada Laboral		Turnos		Horarios		Sobretiempos	
Aplicación de Bono		Sí		No		Áreas Consideradas	
Información de Fabricación							
Peso Aproximado							
Área Aproximada							
Longitud de Soldadura Aproximada							
Norma de Fabricación							
Norma de Soldadura							
Proceso Productivo/Alcance							
Proceso de Soldadura		FCAW		SAW		SMAW	
		VT		UT		GTAW	
Detalle de Ensayos No Destructivos		RX		MT		GMAW	
		PT		LT			
Ensayos Adicionales		PWHT		P. Hidrostática		P. Neumática	
Preparación Superficial							
Recubrimiento de Superficie		Interior		Exterior			
		1° Capa		Espesor		Lts. Requeridos	
		2° Capa		Espesor		Lts. Requeridos	
		3° Capa		Espesor		Lts. Requeridos	
		4° Capa		Espesor		Lts. Requeridos	
		Espesor Total Interno Requerido		0		Micras	
		1° Capa		Espesor		Lts. Requeridos	
		2° Capa		Espesor		Lts. Requeridos	
		3° Capa		Espesor		Lts. Requeridos	
		4° Capa		Espesor		Lts. Requeridos	
		Espesor Total Externo Requerido		0		Micras	
INFORMACIÓN ADICIONAL							
Contacto de Cliente		Mail:		Teléfono:			
Diseño de Planos		Propiedad del Cliente		Propiedad Intelectual IMETECO			
Fecha de Entrega de Planos		Modo de Entrega					
Fecha de Recepción de Materiales		Custodia		IMETECO			
Información de Logística							
Modo de Entrega de Productos		Entrega en Obra		Retiro en IMETECO			
Cantidad Estimada por Viaje							
Lugar de Entrega		Reconocimiento de Camino					
Hora Máxima de Recibo de Producto							
Observaciones:							
Nota: Este documento tiene Referencias Generales del Proyecto, si existen cambios durante la ejecución del mismo, estos deberán revisarse en los Documentos Específicos.							
Firma de Conformidad:							
Ingeniero Responsable		Ingeniero Soporte		Coordinador de Calidad		Coordinador de Producción	
Supervisor de Producción		Gerente General					
Fecha:		Fecha:		Fecha:		Fecha:	

ANEXO N° 2
CONTROL DE CORTE Y BISELADO (I)

		CONTROL DE CORTE Y BISELADO										N° 000000							
Operador: _____		Ayudante: _____		HORARIO		FECHA:		MÁQUINA:											
Ayudante: _____		Ayudante: _____		Ingreso: _____		Ubicación: _____		UBICACIÓN:											
Ayudante: _____		Ayudante: _____		Salida: _____		Dumbo: _____		Nocturno: _____		SUPERVISOR:									
I PARTE																			
SIMBOLOGÍA		TITRAZADO		C CORTE		B BISELADO		P PERFORADO		A AVELLANADO		M MACHUELANDO		L LIMPEZA		R REPROCESO			
N°	OP	CÓDIGO DEL PRODUCTO	DIMENSIONES DEL PRODUCTO		T	C	B	P	A	M	L	R	CANTIDAD CORTADA	LONGITUD BISELADA TOTAL	PESO UNITARIO DEL CORTE	HORA INICIO	HORA FINAL	PRUEBA (TEST)	COLADA (CAST)
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
N°	DESCRIPCIÓN DE LA PARALIZACIÓN				HORAS		N°		DESCRIPCIÓN DE LA PARALIZACIÓN				HORAS		OBSERVACIONES GENERALES DE LA PARADA				
1	FALTA DE MATERIAL				INICIO	FINAL	6						INICIO	FINAL					
2	FALTA DE ENERGÍA						7												
3	DAÑO EN LA MÁQUINA						8												
4	DAÑO EN PUENTE GRÚA						9												
5	PUENTE GRÚA OCUPADO						10												

II PARTE									
DESCRIPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA UTILIZADA						Bodega	Tipo	Cantidad	Nº Requisición Bodega
Nº	OP	CLASE	LARGO	ANCHO	ESPESOR	Ineteco	Custodia	Virgen	Relazo
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									

OBSERVACIONES GENERALES :

REVISADO POR:
 (Supervisor)
 Fecha : _____

ANEXO N° 3

CONTROL DE ROLADO

[illegible]

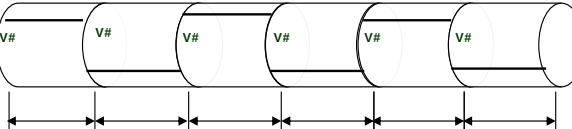
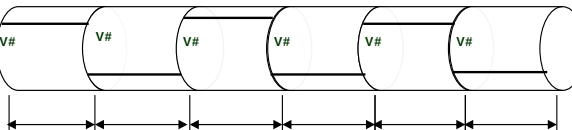
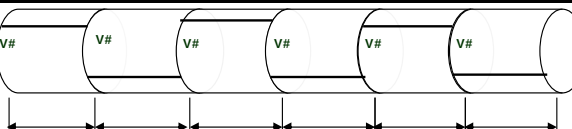
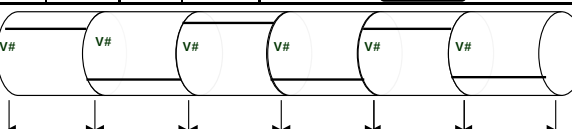
ANEXO N° 4

CONTROL DE ARCOS SUMERGIDOS LONGITUDINALES

[illegible]

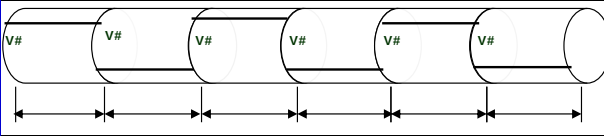
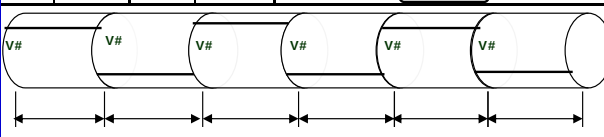
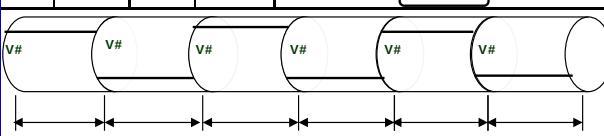
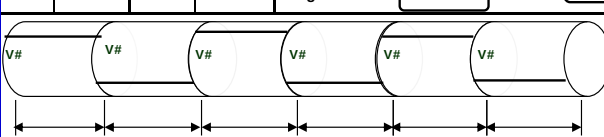
ANEXO N° 5

CONTROL DE ARCOS SUMERGIDOS CIRCUNFERENCIALES 3-4-5-6

		REPORTE DE PRODUCCIÓN CONTROL DE ARCOS SUMERGIDOS CIRCUNFERENCIALES 3-4-5-6				N° 000000					
Operador: _____ Ayudante: _____ Operador: _____ Ayudante: _____ Operador: _____ Ayudante: _____ Operador: _____ Ayudante: _____				Horario Ingreso: _____ Salida: _____		Fecha: _____ Diurno ☐ Nocturno ☐ Código de Maquinaria: _____					
Inspección						Observaciones					
O/P	Tubo #	Inicio	Fin	Tipo Material: _____ Diámetro : _____ Longitud: _____	Peso: _____ kg Espesor: _____ mm						
						Lib.					
						Sí					
						NO					
O/P	Tubo #	Inicio	Fin	Tipo Material: _____ Diámetro : _____ Longitud: _____	Peso: _____ kg Espesor: _____ mm						
						Lib.					
						Sí					
						NO					
O/P	Tubo #	Inicio	Fin	Tipo Material: _____ Diámetro : _____ Longitud: _____	Peso: _____ kg Espesor: _____ mm						
						Lib.					
						Sí					
						NO					
O/P	Tubo #	Inicio	Fin	Tipo Material: _____ Diámetro : _____ Longitud: _____	Peso: _____ kg Espesor: _____ mm						
						Lib.					
						Sí					
						NO					
DESCRIPCIÓN DE PARALIZACIONES				OBSERVACIONES GENERALES DE PARALIZACIONES							
				<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th style="width: 50%;">Hora Inicio</th> <th style="width: 50%;">Hora Fin</th> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>		Hora Inicio	Hora Fin				
Hora Inicio	Hora Fin										
1.-FALTA MATERIAL											
2.-DAÑO MÁQUINA											
3.-FALTA DE ENERGÍA											
4.-DAÑO PUENTE GRÚA											
5.-OTROS (ESPECIFICAR)											
				Nombre: _____ Firma Supervisor de Área							

ANEXO N° 6

CONTROL DE TUBOS CONFORMADOS

		REPORTE DE PRODUCCIÓN CONTROL DE TUBOS CONFORMADOS				N° 000000					
Armador: _____ Soldador: _____ Ayudante : _____ Ayudante : _____ Ayudante : _____				Horario Ingreso: _____ Salida: _____		Fecha: _____ Turno: Diurno ☐ Nocturno ☐ Código de Maquinaria: _____					
Inspección						Observaciones					
O/P	Tubo #	Inicio	Fin	Tipo Material:	Peso:	kg					
				Diámetro :							
				Longitud:	Espesor:	mm					
						Lib.					
						Sí					
						NO					
O/P	Tubo #	Inicio	Fin	Tipo Material:	Peso:	kg					
				Diámetro :							
				Longitud:	Espesor:	mm					
						Lib.					
						Sí					
						NO					
O/P	Tubo #	Inicio	Fin	Tipo Material:	Peso:	kg					
				Diámetro :							
				Longitud:	Espesor:	mm					
						Lib.					
						Sí					
						NO					
O/P	Tubo #	Inicio	Fin	Tipo Material:	Peso:	kg					
				Diámetro :							
				Longitud:	Espesor:	mm					
						Lib.					
						Sí					
						NO					
DESCRIPCIÓN DE PARALIZACIONES				OBSERVACIONES GENERALES DE PARALIZACIONES							
1.-FALTA MATERIAL				<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th style="width: 50%;">Hora Inicio</th> <th style="width: 50%;">Hora Fin</th> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>				Hora Inicio	Hora Fin		
Hora Inicio	Hora Fin										
2.-DAÑO MÁQUINA				<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th style="width: 50%;">Hora Inicio</th> <th style="width: 50%;">Hora Fin</th> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>				Hora Inicio	Hora Fin		
Hora Inicio	Hora Fin										
3.-FALTA DE ENERGÍA				<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th style="width: 50%;">Hora Inicio</th> <th style="width: 50%;">Hora Fin</th> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>				Hora Inicio	Hora Fin		
Hora Inicio	Hora Fin										
4.-DAÑO PUENTE GRÚA				<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th style="width: 50%;">Hora Inicio</th> <th style="width: 50%;">Hora Fin</th> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>				Hora Inicio	Hora Fin		
Hora Inicio	Hora Fin										
5.-OTROS (ESPECIFICAR)				<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th style="width: 50%;">Hora Inicio</th> <th style="width: 50%;">Hora Fin</th> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>				Hora Inicio	Hora Fin		
Hora Inicio	Hora Fin										
				Nombre: _____ Firma Supervisor de Área _____							

ANEXO N° 7

CONTROL DE ACABADO DE PRODUCTO

		REPORTE DE PRODUCCIÓN CONTROL ÁREA DE ACABADO DE PRODUCTO						N° 000000	
Operador: _____ Operador: _____ Ayudante: _____ Ayudante: _____			Horario Ingreso: _____ Salida: _____			Fecha: _____ Turno: Diurno ☐ Nocturno ☐ Granalla ☐ Pintura ☐ Código de Maquinaria: _____			
O/P	Inicio	Fin	Descripción Producto	Cant.	Peso [kg]	Área [m2]	Tipo liberación	Lib.	Observaciones
							Terminado	☐ SÍ	
							En proceso	☐ NO	
							Regranallado	☐ NO	
							Repintado	☐ NO	
							Terminado	☐ SÍ	
							En proceso	☐ NO	
							Regranallado	☐ NO	
							Repintado	☐ NO	
							Terminado	☐ SÍ	
							En proceso	☐ NO	
							Regranallado	☐ NO	
							Repintado	☐ NO	
							Terminado	☐ SÍ	
							En proceso	☐ NO	
							Regranallado	☐ NO	
							Repintado	☐ NO	
							Terminado	☐ SÍ	
							En proceso	☐ NO	
							Regranallado	☐ NO	
							Repintado	☐ NO	
DESCRIPCIÓN DE PARALIZACIONES						OBSERVACIONES GENERALES DE PARALIZACIONES			
						Hora Inicio Hora Fin			
1.- FALTA MATERIAL						Nombre: _____ _____ Firma Supervisor de Área			
2.- DAÑO MÁQUINA									
3.- FALTA DE ENERGÍA									
4.- DAÑO PUENTE GRÚA									
5.- OTROS (ESPECIFICAR)									

BIBLIOGRAFÍA

Constante Barona, J. J. (2014). Mejoramiento de la producción de una planta embotelladora de cerveza súper línea cervecera nacional. guayaquil: universidad de guayaquil facultad de ingeniería industrial:tesis de grado previo a la obtención del título de ingeniero industrial.

Mohr Barría, P. (2012). Propuesta de metodología para la medición de eficiencia general de los equipos en líneas de procesos de sección mantequilla en industria láctea. puerto montt – chile: escuela de ingeniería civil industrial:trabajo de titulación para optar al título de ingeniero civil industrial.

Praxair. (s/f). Proceso de soldadura. praxair; haciendo nuestro planeta mas productivo.

Saquicela Soria, M. A. (2003). Ampliación de la capacidad instalada. guayaquil: universidad de guayaquil:departamento académico de graduación:trabajo de graduacion.

Ucelo Lezana, A. R. (2008). Diseño e implementación del sistema de eficiencia global de los equipos (oee) en una línea de producción de pañales desechables. guatemala: universidad de san carlos de guatemala;facultad de ingeniería;escuela de ingeniería mecánica industrial.

<http://www.definicionabc.com/general/procedimientos.php>

<http://www.monografias.com/trabajos94/costos-mantenimiento-y-parada-planta/costos-mantenimiento-y-parada-planta.shtml#ixzz46J7s0EbZ>

<http://www.abrasivosymaquinaria.com/sala-de-granallado-con-recuperacion-total>

<http://www.monografias.com/trabajos15/valoracion/valoracion.shtml#ixzz47X1J8ogx>

http://www.emprendedorxxi.coop/html/creacion/crea_pempresa_art9b.asp