



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

**PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD EN
UNA FÁBRICA FUNDIDORA DE METALES, CASO:
JCR FUNDICIONES**

**Trabajo de titulación presentado en conformidad a los requisitos
establecidos para optar por el título de**

Ingeniera en Producción Industrial

**Profesor Guía
Ing. Enrique Moscoso**

**Autora
María José Recalde Urgilés**

**Año
2012**

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con la estudiante, orientando sus conocimientos para un adecuado desarrollo del tema escogido, y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes para los Trabajos de Titulación.”

.....
Enrique Moscoso
Ingeniero Industrial
CI: 1703441426

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”

.....

María José Recalde

CI:1714822622

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento a Dios, a mis padres, esposo e hijo, que me apoyaron incondicionalmente durante la realización del trabajo. A mi director de tesis Ing. Enrique Moscoso. Y a JCR Fundiciones, en especial a:

Ing. Juan Carlos Recalde
Gerente General

Ing. Yolanda Urgiles Vallejo
Gerente de Ventas

Ing. Gustavo Lopez
Jefe de Produccion

RESUMEN

Partiendo del aporte realizado por el pueblo japonés en conceptos, metodologías y sistemas para el logro de la calidad que conllevan a un mejoramiento sistemático de las empresas con el fin de que las vuelva competitivas en el actual mundo globalizado, se ha desarrollado el presente trabajo de titulación en la empresa JCR Fundiciones, dedicada a la fabricación de productos para el suministro de agua potable y alcantarillado a partir de hierro gris y nodular.

En la etapa de diagnóstico se utilizó la herramienta conocida como FODA para determinar cuáles son las debilidades, fortalezas, oportunidades y amenazas de la empresa, buscando una orientación hacia donde guiar los pasos para encontrar los problemas más impactantes.

Con la colaboración del personal de la empresa se determinaron los principales problemas con el fin de convertirlos en oportunidades de mejora, se los priorizó utilizando una herramienta de jerarquización y se eligió el problema de producto no conforme como el de mayor impacto.

Para llegar a los orígenes primarios del problema se utilizó acertadamente la herramienta denominada Diagrama de Ishikawa, determinándose las causas y efectos a nivel de materiales, mano de obra, métodos, equipo entre otros.

La cuantificación del problema permitió conocer que aunque la empresa actualmente es rentable, deja de vender por producto no conforme la cantidad de \$ 243.499,25 dólares que representa el 6.6% de las ventas de los años 2009, 2010 y el primer trimestre 2011.

Adicionalmente mediante un plan piloto se aplicó la metodología 5 S en una de las áreas de la empresa, lográndose limpieza, orden y aseo tan indispensables para mejorar la productividad, la autoestima y motivación en el puesto de trabajo.

Un estudio de tiempos desarrollado en los procesos de fabricación ayudó a detectar que los estándares utilizados, permiten la existencia de tiempos muertos que disminuyen la productividad y eficiencia de la empresa.

Finalmente en base de lo investigado se diseñó una propuesta para disminuir el producto no conforme y para una mejora permanente de la empresa, cuantificándose la inversión y determinándose que la inversión propuesta es factible económicamente.

ABSTRACT

Based on the contribution made by Japanese people on concepts, methodologies and system to achieve the quality that lead to a systematic improvement of enterprises to become competitive in the today's globalized world, has developed this work in JCR Foundry, which manufacture products for water supply in nodular iron casting.

In the diagnostic phase was used tool known as SWOT to identify the strengths, weaknesses, opportunities and threats of the company, seeking a direction to guide the steps where to find the most shocking.

With the assistance of company staff identified the key issues in order to turn them into opportunities for improvement; I prioritize using the ranking tool and chose the problem of nonconforming product and the largest impact.

To get to the primary sources of the problem is correctly used the tool called Ishikawa diagram, determining the causes and effects at the level of materials, workmanship, methods, equipment and more. The quantification of the problem allowed us to know that although the company is now profitable, stop selling the problem allowed us to know that although the company is now profitable, stop selling the product through nonconformity amount of \$ 243.499,25 which represents 6.6% of sales in the last two years and the first quarter of 2011.

Additionally, through a pilot methodology was applied 5 S in one of the areas of the company, achieving cleanliness, order and cleanliness as indispensable to improve productivity, self-esteem and motivation in the workplace.

A time study developed manufacturing processes helped to identify the standards used, allow the existence of time-outs that reduce productivity and business efficiency.

Finally on the basis of a proposed investigation was designed to reduce non-

compliant product and continuous improvement of the factory, quantifying investment and determined that the proposed investment is economically feasible, as this is 14% of the amount that represents the product nonconforming generated annually.

ÍNDICE

Introducción.....	1
1. Capítulo I. La empresa.....	4
1.1 Historia.....	4
1.2 Descripción de la empresa.....	4
1.3 Localización Geográfica.....	4
1.4 Áreas de la empresa.....	5
1.5 Direccionamiento estratégico de la empresa.....	8
1.6 Estructura organizacional.....	8
1.7 Productos.....	12
1.7.1 Productos en hierro nodular.....	12
1.7.2 Productos en hierro gris.....	13
1.7.3 Productos no ferrosos.....	13
1.8 Clientes.....	15
1.9 Proveedores.....	17
1.10 Competencia.....	17
1.11 Diagnóstico de la empresa.....	18
1.11.1 Fortalezas.....	19
1.11.2 Oportunidades.....	21
1.11.3 Debilidades.....	22
1.11.4 Amenazas.....	23
2. Capítulo II Marco teórico.....	24
2.1 Productos siderúrgicos.....	24
2.2 Hierro.....	24
2.3 Fundiciones.....	24
2.3.1 Fundición blanca.....	26
2.3.2 Fundición endurecida o templada.....	28
2.3.3 Fundición nodular o de grafito esferoidal.....	28
2.4 Hornos.....	30
2.4.1 Hornos altos.....	31
2.4.2 Horno de cubilote.....	32
2.4.3 Hornos eléctricos.....	33
2.4.4 Horno eléctrico de inducción sin núcleo.....	34
2.5 Definición de proceso.....	36
2.6 Mejoramiento continuo.....	38
2.6.1 Kaizen.....	38
2.6.2.1 Kaizen y el control total de la calidad.....	40
2.6.2.2 Herramientas del Kaizen.....	42
2.6.2.2.1 Diagrama de Ishikawa.....	42
2.6.2.2.2 Jerarquización.....	43
2.6.2.2.3 Las 5 S.....	44

2.6.2	Medición de tiempos.....	45
3.	Capítulo III Investigación y Desarrollo.....	47
3.1	Diagnóstico de la situación actual.....	47
3.2	Descripción del proceso productivo.....	50
3.2.1	Diseño e ingeniería.....	52
3.2.2	Preparación de arena.....	53
3.2.3	Moldeo.....	55
3.2.4	Preparación de materia prima.....	57
3.2.5	Preparación de insumos.....	58
3.2.6	Fusión hierro nodular.....	59
3.2.7	Terminados.....	61
3.2.8	Control de calidad.....	63
3.3	Levantamiento de procesos.....	65
3.3.1	Proceso recepción materia prima.....	65
3.3.2	Proceso de preparación de arena.....	66
3.3.3	Proceso de moldeo.....	67
3.3.4	Proceso de fusión	68
3.3.5	Proceso de terminados.....	69
3.4	Jerarquización de los problemas.....	70
3.5	Descripción del problema.....	72
3.6	Cuantificación del problema.....	76
3.6.1	Defectos.....	76
3.6.2	Rechazos.....	77
3.7	Análisis del problema.....	79
3.8	Problemas colaterales.....	83
3.9	Optimización del tiempo.....	85
3.10	Orden y limpieza.....	92
3.11	Identificación de causas.....	99
3.12	Propuesta de mejora.....	101
4.	Capítulo IV Análisis de costo beneficio.....	106
4.1	Inversión a corto plazo.....	106
4.2	Inversión a largo plazo.....	109
4.3	Plan de acción.....	112
4.4	Cronograma de implementación de la propuesta... 	113
5.	Capítulo V Conclusiones y Recomendaciones....	114
5.1	Conclusiones.....	114
5.2	Recomendaciones.....	116
	BIBLIOGRAFÍA.....	117

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.1: Ubicación geográfica.....	5
Ilustración 1.2: Área de almacenamiento de materiales.....	6
Ilustración 1.3: Área de producción.....	6
Ilustración 1.4: Área de Terminados y Horno de cubilote.....	7
Ilustración 1.5: Área administrativa.....	7
Ilustración 1.6: Productos en hierro nodular.....	12
Ilustración 1.7: Productos en hierro gris.....	13
Ilustración 1.8: Productos no ferrosos.....	13
Ilustración 1.9: Logo de clientes.....	15
Ilustración 1.10: Proveedores.....	17
Ilustración 1.11: Mercado de hierro nodular a nivel nacional.....	18
Ilustración 1.12: Comparación hierro gris – hierro nodular.....	21
Ilustración 2.1: Fundición gris y blanca.....	26
Ilustración 2.2: Fundición nodular.....	30
Ilustración 2.3: Hornos cubilote.....	33
Ilustración 2.4: Hornos inducción.....	35
Ilustración 2.5: Simbología de diagrama de flujo.....	37
Ilustración 2.6: Sombrilla Kaizen.....	39
Ilustración 2.7: El CTC en Japón.....	41
Ilustración 3.1: Producción de JCR Fundiciones.....	51
Ilustración 3.2: Modelo.....	53
Ilustración 3.3: Proceso y materiales preparación de la arena.....	55
Ilustración 3.4: Proceso de moldeo.....	56
Ilustración 3.5: Preparación de materia prima.....	57
Ilustración 3.6: Preparación de insumos.....	58
Ilustración 3.7: Proceso de fusión.....	60
Ilustración 3.8: Proceso de terminado.....	62
Ilustración 3.9: Control de calidad.....	64
Ilustración 3.10: Pieza con rechupe.....	73
Ilustración 3.11: Pieza con desprendimiento de arena.....	73
Ilustración 3.12: Molde mal cargado.....	74
Ilustración 3.13: Pieza con unión fría.....	74
Ilustración 3.14: Pieza con sopladura.....	75
Ilustración 3.15: Molde regado.....	75
Ilustración 3.16: Exceso de rebaba.....	76
Ilustración 3.17: Porcentaje de defectos.....	77
Ilustración 3.18: 5 S Áreas de cajas de moldeo antes y después.....	93
Ilustración 3.19: 5 S Área de placas de moldeo antes y después.....	94
Ilustración 3.20: 5 S Área de residuo antes y después.....	95
Ilustración 3.21: 5 S a implementar puesto de trabajo.....	96
Ilustración 3.22: 5 S a implementar recepción de materia prima.....	97
Ilustración 3.23: 5 S a implementar área de almacenamiento.....	98
Ilustración 4.1: Relación costo desperdicio vs implementación.....	108

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: principales productos de JCR FUNDICIONES.....	14
Tabla 1.2: Principales Clientes de la empresa y productos demandados.....	16
Tabla 1.3: Comparación hierro gris – hierro nodular.....	20
Tabla 3.1: Producción de JCR Fundiciones.....	51
Tabla 3.2: Priorización de problemas.....	70
Tabla 3.3: Escalas para la priorización.....	71
Tabla 3.4: Resultado de la priorización.....	72
Tabla 3.5: Tipo de defectos.....	76
Tabla 3.6: Costo de rechazo del 2009 hasta el primer trimestre 2011.....	78
Tabla 3.7: Análisis diagrama de Ishikawa producto no conforme.....	81
Tabla 3.8: Análisis de tiempos producto cerco hunter.....	87
Tabla 3.9: Análisis de tiempos producto tapa hunter.....	88
Tabla 3.10: Análisis de tiempos producto tapa alcantarillado.....	90
Tabla 3.11: Análisis de tiempos rejilla.....	91
Tabla 4.1: Inversión a corto plazo.....	106
Tabla 4.2: Beneficios económicos por implementación de la propuesta.....	108
Tabla 4.3: Valor inversión a largo plazo.....	109
Tabla 4.4: Porcentaje de las causas que originan producto no conforme.....	110
Tabla 4.5: Costos de reproceso.....	110
Tabla 4.6: Plan de acción.....	112

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1.1: Organigrama de JCR FUNCIONES.....	9
Diagrama 1.2: Mapa de procesos de JCR FUNDICIONES.....	10
Diagrama 1.3: Cadena de valor.....	11
Diagrama 2.1: Diagrama procesos causa efecto.....	43
Diagrama 3.1: Proceso de recepción de materia prima.....	65
Diagrama 3.2: Proceso de preparación arena.....	66
Diagrama 3.3: Proceso de moldeo.....	67
Diagrama 3.4: Proceso de fusión.....	68
Diagrama 3.5: Proceso de terminados.....	69
Diagrama 3.6: Causa – efecto PRODUCTO NO CONFORME.....	80
Diagrama 3.7: Causa – Efecto Clientes insatisfechos por entregas tardías.....	84
Diagrama 3.8: Propuesta de mejora producción producto no conforme.....	99
Diagrama 3.9: Propuesta de mejora permanente.....	100
Diagrama 4.1 Cronograma de implementación de la propuesta.....	113

INTRODUCCIÓN

De los estudios y lecturas realizadas, han sido de gran interés las relacionadas con el Kaizen palabra que se podría traducir como “cambio para mejorar” o “mejora” y que actualmente se ha difundido como mejora continua. El aporte del pueblo japonés al desarrollo de los conceptos, sistemas y metodologías de la calidad son realmente incomparables; partiendo del compromiso con la calidad que mantuvieron y mantienen entre los gobernantes, los empresarios y los trabajadores, para hacer del Japón uno de los países más competitivos de este mundo cada vez más globalizado.

Cabe señalar que este país, antes de la segunda guerra mundial, ofrecía productos de calidad menos que mediocre al mercado internacional y fue necesario, que el país toque fondo, luego de la derrota sufrida a manos de los Estados Unidos y de ser el país único en el mundo que recibió los efectos catastróficos de la explosión de dos bombas atómicas, para que todas las fuerzas productivas del país se unan y en aproximadamente 30 años se transforme en una de las mayores economías del mundo.

En el presente proyecto se aplicarán metodologías de mejoramiento, orientadas a los procesos y su estandarización, mediante la participación de todos los empleados de la empresa, siguiendo las enseñanzas del Kaizen.

El presente Proyecto de Titulación se desarrolla en la empresa JCR Fundiciones, la cual está dedicada a la fabricación de productos a partir de hierro gris, hierro nodular, aluminio, bronce y cobre, siendo su mayor producción la de hierro nodular a partir de chatarra, fabricando piezas para suministro de agua potable y alcantarillado.

Alcance

Se aplicará un proceso de mejoramiento en todas las áreas funcionales de la empresa y se buscará la participación activa del personal en el proceso. Se analizarán los factores sistémicos de la producción aplicando el principio de Pareto, para determinar los principales productos que elabora la empresa, en búsqueda de mejorar la calidad y productividad de los mismos.

Objetivos Generales

Mejorar la productividad y la calidad de los productos que elabora la empresa JCR Fundiciones.

Objetivos Específicos

- Elaborar un diagnóstico de la situación actual de la empresa.
- Identificar los problemas y asumirlos como oportunidades de mejora.
- Reducir los costos de producción mediante la reducción de :
Reprocesos.
Productos no conformes.
Tiempo de ciclo de producción.
- Mejorar las condiciones de trabajo mediante la aplicación de la metodología de las 5 s

Justificación

Este estudio permitirá identificar los principales problemas que tiene la empresa y en forma participativa con el apoyo de todo el personal involucrado recopilar información que permita cuantificarlos y definir potenciales soluciones, todo esto, basados en hechos y datos, para que la solución que se seleccione ataque el problema raíz, persiguiendo que la empresa mejore su productividad

y la calidad de sus productos y servicios, en base a que la empresa aplique en forma permanente un proceso de mejora continua, en el que se incluirá, estudios de tiempos y movimientos que permita conocer donde y cuando se generan tiempos muertos y consecuentemente hacer los cambios para aprovechar al máximo la jornada de trabajo.

La identificación de las fallas más significativas, permitirá establecer planes para la reducción de desperdicios y reprocesos, así como, corregir los errores del proceso y hacer que estos sean más eficientes. Esto ayudará que los costos de producción sean menores a los actuales.

Capítulo I: La empresa

1.1 Historia

“J. C. R.” FUNDICIONES, nace en el año de 1986, como un taller artesanal. Con el paso de los años ha ido creciendo de manera sostenida y rápida, hasta llegar a lo que es hoy, una empresa líder en el mercado de fundiciones, tanto desde el punto de vista tecnológico como en capacidad de producción.

En la actualidad funciona en una nave industrial de aproximadamente 3.600 m², es una de las pocas fundiciones en el país que produce hierro nodular. Cuenta con 90 empleados, entre personal administrativo y de planta. Su capacidad de producción está en las 115 toneladas/día.

1.2 Descripción de la empresa

La Empresa “JCR Fundiciones”, está dedicada a la fabricación de productos a partir de hierro nodular, hierro gris, aluminio, bronce y cobre. Cabe señalar que JCR Fundiciones es la pionera en el país en la producción de altos volúmenes de hierro nodular con niveles de calidad superiores a los de la competencia. Sus clientes más importantes son las empresas públicas y privadas que se dedican a la dotación de alcantarillado, teléfonos y agua potable.

1.3 Localización Geográfica

JCR Fundiciones se encuentra ubicada en la Provincia de Pichincha, en la ciudad de Sangolqui a 30 minutos de Quito en la Av. General Enríquez N° 48-85 vía a Amaguaña.

Ilustración 1.1: Ubicación geográfica.



Fuente: Google Heart, tomado el 01-OCT-2010

1.4 Áreas de la empresa

La empresa se encuentra instalada en una nave industrial de aproximadamente 3.600 m², la distribución ocupacional del área construida está conformada por 2.700 m² para el área productiva, 300 m² para el área administrativa y 600 m² para el área de servicio destinados a maquinaria industrial, reservorio de agua, comedor, baños, servicio médico, parqueaderos y seguridad.

Ilustración 1.2: Área de almacenamiento de materia prima.



Fuente: JCR Fundiciones

Ilustración 1.3: Área de Producción



Fuente: JCR Fundiciones

Ilustración 1.4: Área de Terminados y Horno de cubilote



Fuente: JCR Fundiciones

Ilustración 1.5: Área administrativa



Fuente: JCR Fundiciones

1.5 Direccionamiento estratégico de la empresa

Visión

Ser una empresa de fundiciones reconocida a nivel Internacional con productos de excelente calidad, en base a innovación y tecnología.

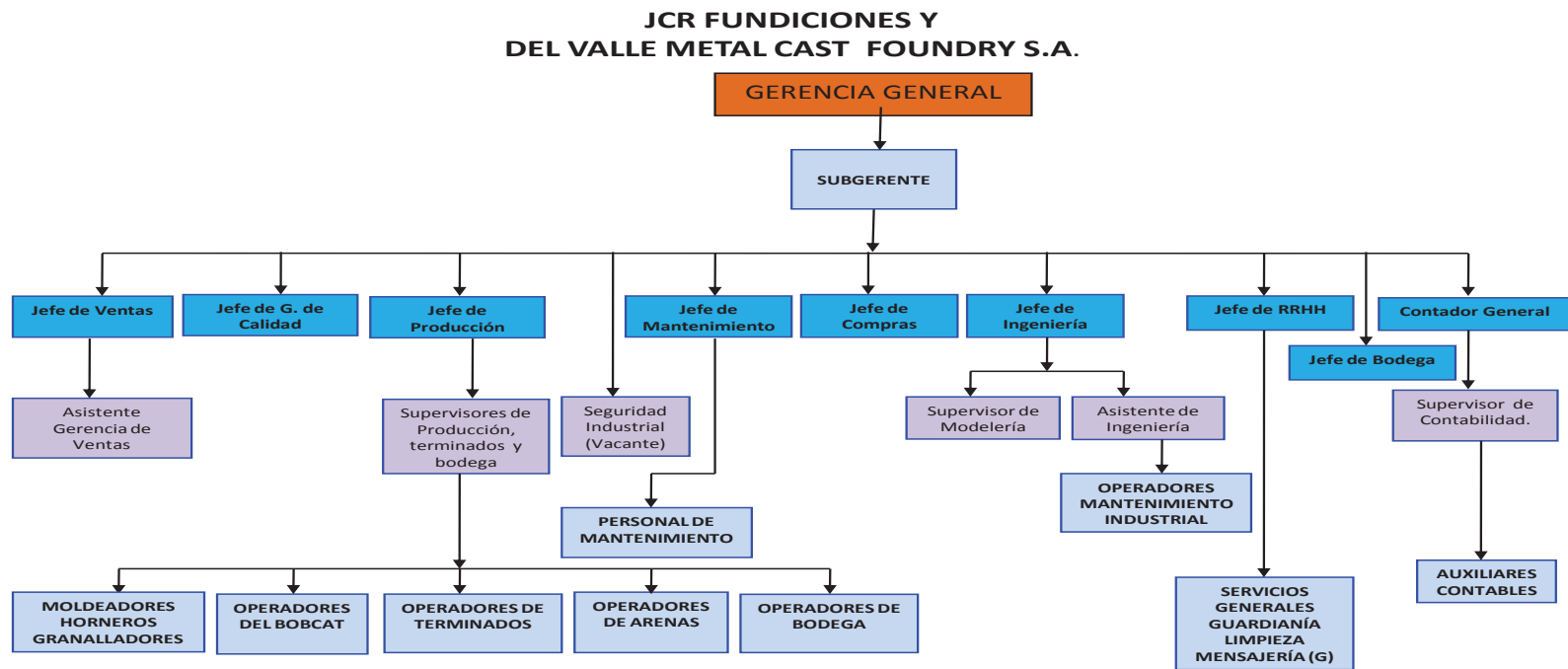
Misión

Liderar el mercado de la fundición de metales ferrosos destinados a la fabricación de accesorios de agua potable y alcantarillado que cumplan con los requisitos especificados por el cliente a través de la innovación tecnológica, personal capacitado y optimización de recursos.

1.6 Estructura organizacional de la empresa

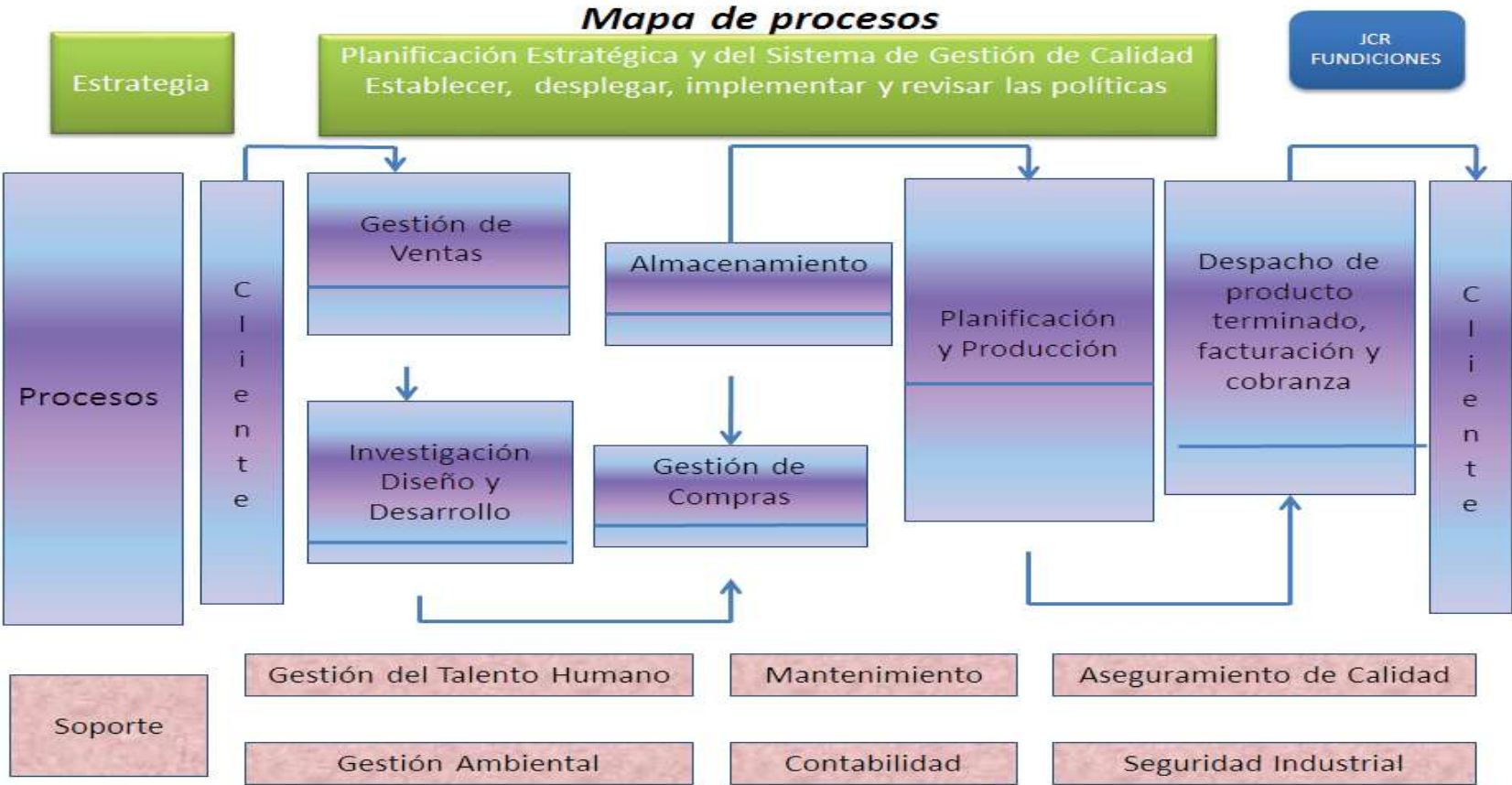
Este organigrama demuestra las unidades con sus relaciones y las principales funciones de los departamentos y se incluye las principales funciones que tienen asignadas el personal, además de sus interrelaciones. Es de gran utilidad para capacitar al personal y para presentar a la organización en forma general.

Diagrama 1.1 Organigrama de JCR Fundiciones



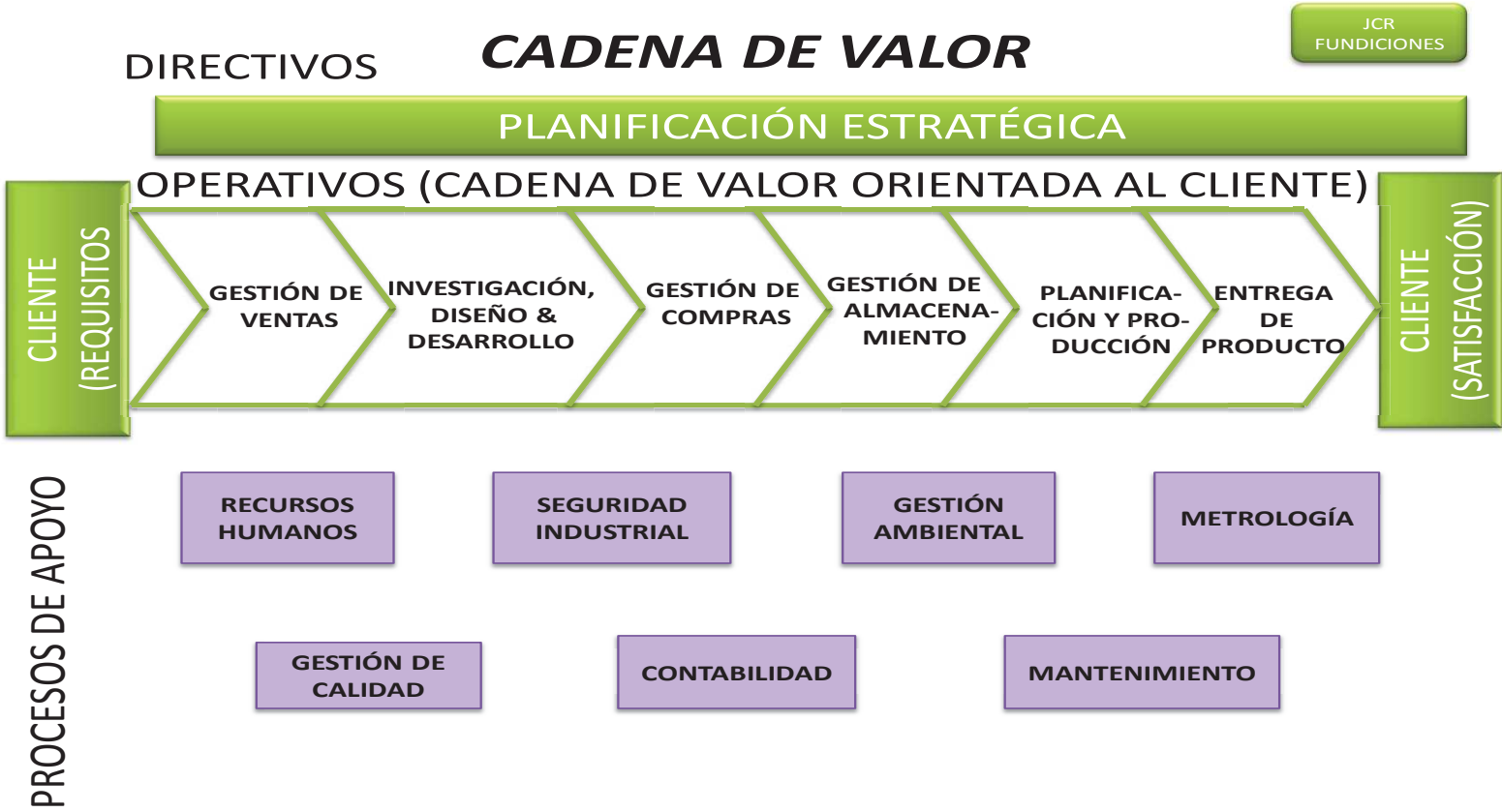
Fuente: JCR Fundiciones.

Diagrama 1.2: Mapa de procesos de JCR Fundiciones



Fuente: JCR fundiciones

Diagrama 1.3: Cadena de Valor de JCR Fundiciones



Fuente: JCR fundiciones.

1.7 Productos

1.7.1. Productos en hierro nodular

Ilustración 1.6: Productos en hierro nodular

TAPA Y CERCO DE 70X70			
TAPA Y CERCO DE 600			
REJILLA DE 320X570			
TAPA Y CERCO DE 635 INTERAGUA			
CAJETIN ES DE MEDIDOR			
CAJA VALVULA			
RETAINER DE 12'			

Fuente: JCR Fundiciones

Elaborado por: La Autora

1.7.2 Productos en hierro gris

Ilustración 1.7: Productos en hierro gris



TAPA Y CERCO DE 600	
SUMIDERO DE 360X500	
REJILLA DE 1000X600	
TAPA Y CERCO DE 70X70	

Fuente: JCR Fundiciones

Elaborado por: La Autora.

1.7.3 Productos no ferrosos

Ilustración 1.8: Productos no ferrosos

COLLARÍN ANTIROBO DE BRONCE	
PLANCHA DE ALUMINIO	

Fuente: JCR Fundiciones

Elaborado por: La Autora

TABLA 1.1: Principales productos de JCR FUNDICIONES

<i>Principales Productos</i>	<i>Tipo de Material</i>
Tapa y cerco de 600 cm.	hierro nodular
Tapa y cerco de 700 cm.	hierro nodular
Sumidero 300x600 cm.	hierro nodular
Cajas de medidor	hierro nodular
Rejillas	hierro gris- nodular
Sumideros 360x500 cm.	hierro gris
Cajas válvula	hierro gris- nodular
Collarines	Bronce
Planchas	Aluminio
Tapa de pozo de 70x 70 cm.	hierro nodular
Tapas de pozo de 40x40 cm.	hierro nodular
Rejilla de pozo abisagrada 60 x60 cm.	hierro nodular

Fuente JCR Fundiciones
Elaborado por: La Autora.

1.8 Clientes

Ilustración 1.9: Logos de clientes

CLIENTES	LOGOS
COANDES	
MALECON 2000	
SURIMAX	
INTERAGUA	
CONSTRUCTORA VALERO	
EMAAP	

Fuente: JCR fundiciones

Elaborado por: La Autora.

Tabla 1.2: Principales clientes de la empresa y productos demandados

CLIENTES	PRODUCTOS
EMAAP	TAPAS, REJILLAS
INTERAGUA	CAJAS DE MEDIDOR , TAPAS
CNT	TAPAS
MALECON 2000	TAPAS, REJILLAS
SIGLO XXI	REGENERACION URBANA
FACAY	CAJAS DE MEDIDOR
TRIPLE ORO	CAJAS DE MEDIDOR
EKRON	TAPAS, REJILLAS, REJILLAS DE ARBOL
SEMAICA	TAPAS, REJILLAS, REJILLAS DE ARBOL
AZUL	TAPAS, REJILLAS

Fuente: JCR Fundiciones

Elaborado por: La Autora.

1.9 Proveedores

Ilustración 1.10 Proveedores

PROVEEDORES	LOGO
QUINTAL	
ACERCONS	
EXPOCOLOR	
SERVIMETAL	
BOLHER	
LA LLAVE	

Fuente JCR Fundiciones
Elaborado por: La Autora.

1.10 Competencia

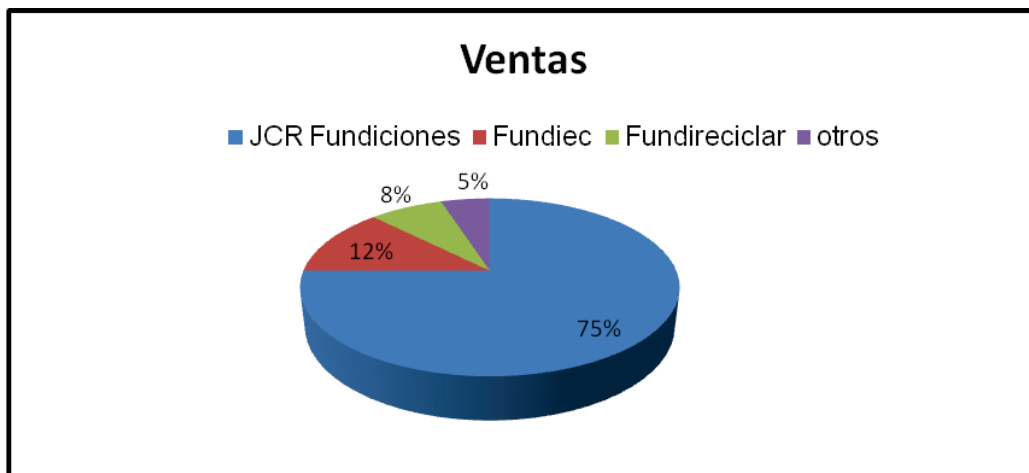
La competencia está conformada por empresas nacionales e internacionales.

A nivel nacional la empresa JCR Fundiciones durante 4 años fue la única productora de hierro nodular, y en el último año ingresaron dos empresas Fundirecicar y Fundiec con la producción principalmente de tapas. A nivel internacional está la empresa Norinko de Francia.

Cuantificando la producción en hierro nodular, se tiene que la competencia cubre aproximadamente el 20% del mercado nacional, y la diferencia, esto es, el 80% JCR Fundiciones.

Como producto sustituto se está queriendo introducir en el mercado piezas de polipropileno, productos de bajo costo que no tienen casi ninguna aceptación en el mercado.

Ilustración 1.11: Mercado de hierro nodular a nivel nacional



Fuente JCR Fundiciones.

Elaborado por: La Autora

1.11 Diagnóstico de la empresa

Se ha utilizado la herramienta de planificación estratégica conocida como FODA, con la visión de destacar los aspectos más relevantes, que sirvan de insumos para detectar las oportunidades de mejora.

1.11.1 Fortalezas.

1. Administrativas. La estructura administrativa se encuentra técnicamente definida, la cual permite una adecuada gestión, que se refleja en sus buenos resultados económicos.
2. Productivas. Se utiliza la estrategia de fabricación bajo pedido. Una vez concretado el pedido del cliente, se emite la orden de producción, lo que significa que la empresa trabaja en función de la demanda.
3. La empresa es muy flexible, pudiendo fabricar prácticamente cualquier producto fundido que un cliente requiera, siempre con enfoque en la calidad, y considerando cumplir con los términos contractuales establecidos con el cliente.
4. Posee la mejor tecnología a nivel del país para la elaboración de los diferentes productos. Al momento se encuentra realizando importantes inversiones orientadas a eliminar ciertos procesos manuales y consecuentemente a mejorar la calidad y productividad del proceso general de la planta.
5. Existe un sistema de control de calidad, que pretende no se generen productos no conformes, sin embargo, si estos se generan, el sistema permite detectar su existencia, evitando que estos productos lleguen al cliente. Existe procedimiento para el tratamiento de productos no conformes que son reprocesados y que básicamente consiste en el corte y su fundición.
6. Cumple con las normas municipales de protección del medio ambiente; se clasifican los desechos, a los cuales se les da un adecuado tratamiento de eliminación. Además, se controla la emisión de gases del horno de inducción.

7. La empresa, tiene una capacidad de fundición de 149 toneladas en hierro nodular mensual promedio, en (tres) turnos de trabajo.
8. Infraestructura. Se cuenta con una adecuada infraestructura física, con aéreas bien distribuidas de administración, producción, mantenimiento, bodegas, comedor y dispensario médico. Cuenta con baños en cantidad adecuada al número de usuarios.
9. Marketing. La empresa en años anteriores, mantuvo el liderazgo en la fabricación de hierro gris, en los últimos años, se ha realizado importantes inversiones, dando un gran avance tecnológico al reemplazar la producción de hierro gris por la de hierro nodular que sin lugar a dudas es de mejor calidad, como se puede observar en el cuadro adjunto en el que se presentan diferentes parámetros que definen la calidad de los productos fundidos.

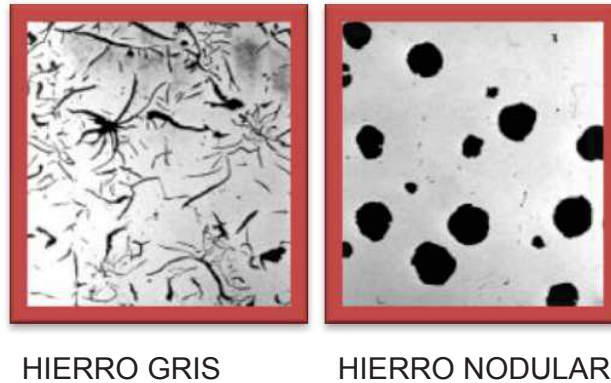
Tabla1.3 Comparación hierro gris-hierro nodular

PARÁMETRO	HIERRO GRIS	HIERRO NODULAR
RESISTENCIA A LA TRACCION	180 a 200 Newton/mm2	420 N/mm2
ESTRUCTURAR DEL GRAFITO	LAMINAS	NÓDULOS
% CARBONO	2-4	3.6 -3.8
% SILICIO	0.4 – 3	1.8- 2.8
MICROESTRUCTURA	PERLITICA	FERRITICA

Fuente: JCR Fundiciones

Elaborado por: La Autora

Ilustración 1.12: Comparación hierro gris- hierro nodular



Fuente: JCR Fundiciones

Elaborado por: La Autora.

11 Mercado.- Se comercializa a nivel nacional e internacional, lo, que han permitido sostener un acelerado crecimiento.

A nivel nacional, los principales clientes se localizan en las ciudades Guayaquil, Machala, Quito y Tena. A nivel externo, se exporta a Jamaica y Estados Unidos, 3 veces al año, un total de 60 toneladas métricas, que representan el 7% de la producción anual, si bien actualmente este porcentaje es relativamente bajo, existe grandes posibilidades de que se incremente sustancialmente.

1.11.2. Oportunidades

1. El gobierno nacional, como parte del *Plan Nacional de Desarrollo* del país ha establecido como política el apoyo al sector industrial, dentro del cual se encuentra el sector metal mecánico, al cual pertenece la empresa, apoyo que se orienta a incrementar la calidad de los productos mediante el mejoramiento de procesos y del talento humano, con lo que se busca mejorar la productividad y competitividad, y por ende mejor rentabilidad sostenible en el tiempo.

2. El proyecto FONDEPYME ofrece hasta el 80 por ciento de financiamiento con fondos no reembolsables, del costo de asistencias técnicas colectivas, de la capacitación del talento humano dentro y fuera del territorio nacional, con lo que se pretende, mejorar el conocimiento de nuestros trabajadores y transferir tecnología de los países desarrollados, desarrollar nuevos productos, incrementar el comercio y acceder a nuevos mercados.

Según el código de la producción se han establecido beneficios tributarios especiales para el sector Metalmecánico como la reducción del 5% de impuesto a la renta.

1.11.3 Debilidades

1. Productivas. Existen productos no conformes que son reprocesados, lo cual en muchas ocasiones no permite cumplir con los tiempos de entrega a los clientes y adicionalmente incrementa el costo de producción.

Existen discrepancias internas respecto a la calidad de los productos pues no existen estándares aprobados, lo que dificulta el control en la producción.

2. Talento Humano. Una de los grandes problemas es la falta de escuelas y universidades de formación y capacitación en Metalurgia y Fundición, por lo que la capacitación del personal de planta es empírica y básicamente está sustentada en los conocimientos de unos pocos profesionales extranjeros que a través del tiempo se han vinculado con la empresa y los han transmitido al personal, los que a su vez los han ido transmitiendo al personal nuevo con todas sus falencias y vacíos.

1.11.4 Amenazas

Las empresas competidoras son peruanas, colombianas y francesas, países en los cuales existe mayor seguridad jurídica para la inversión, mayor disponibilidad de capitales y consecuentemente pueden tener acceso a mejores tecnologías y a economías de escala.

Capítulo II: Marco Teórico

2.1 Productos siderúrgicos

Son las sustancias férreas que han sufrido un proceso metalúrgico. Se clasifican en hierros, fundiciones, aceros, ferroaleaciones, aleaciones férreas especiales y conglomerados férreos.

2.2 Hierro

Según José Miguel López (1987, p. 43) el hierro técnicamente puro es un metal blanco azulado, dúctil y maleable cuando tiene menos del 0.008% de carbono. Para su fundición requiere temperaturas entre los 1536 y 1539°C y para forjarlo y moldearlo con facilidad debe reblandecerse antes de llegar a estas temperaturas. Cuando está aleado con carbono, la temperatura de fusión baja a 1.145 °C. Es buen conductor de calor y electricidad, se imanta con facilidad. Hay varios tipos de hierro entre los cuales están:

1. Hierro puro, obtenido por procedimientos industriales, por lo que la cantidad de impurezas es reducido.
2. Hierro electrolítico, es el depósito originado por electrolisis selectiva de una sustancia que contenga hierro.

2.3 Fundiciones

Para José López (1987, p. 53) las fundiciones son las aleaciones hierro carbono con un contenido de carbono superior al 1,76%. Pueden tener también silicio, con un límite de C= 2,4 a 3,8%, Si = 0.5 a 3% de la composición total del hierro y como impurezas, manganeso, fósforo y azufre y en algunas ocasiones cromo, níquel, molibdeno, y otros.

Tienen características que las hacen aptas para muchas aplicaciones, resistencia a la compresión hasta 100Kg/mm², muy buena resistencia al desgaste, cualidades auto lubricantes y más resistencia a la oxidación que la del acero al carbono.

Clasificación según la estructura.

1. Fundición gris Tiene esta denominación por el aspecto que presenta la superficie de fractura, en donde la mayor parte del carbono está en forma de grafito.

Tienen un peso de 7.25 kg/dm³, debido a que el carbono en forma de grafito tiene mayor volumen al momento de enfriarse. Se dividen en:

- Eutectoide o perlítica. Denominada tenaz por sus propiedades, contienen el carbono combinado requerido para formar perlita. Tiene como constituyentes estructurales perlita y grafito, una resistencia a la tracción de 20 a 35 kg/mm², una dureza de 180 a 250 HB(dureza brinell) y una gran resistencia al desgaste, por lo que es preferida por los fabricantes de autopartes.
- Hipoeutectoide o ferrítica. Posee menos carbono combinado que la anterior y tiene ferrita y grafito como constituyentes estructurales.
- Hipereutectoide. Si el porcentaje de carbono es mayor al del eutectoide, se trata de una fundición atruchada con fractura más o menos blanca, según el porcentaje de carbono combinado y con manchas grises. Perlita, grafito y cementita son sus constituyentes. Tienen elevada moldeabilidad por lo que se la utiliza generalmente en bañadas de máquinas, cárteres, bloques de cilindros, tubos culatas, pistones etc.¹

¹ LÓPEZ VICENTE JOSE MANUEL. Mecánica de Taller, Materiales Metrología I. Editorial Cultural S.A. 1987. p 53

2.3.1 Fundición blanca.

Son aleaciones de hierro carbono que tienen como constituyentes estructurales la perlita y cementita. Posen un porcentaje de carbono entre 1.76 y 6.67%, mientras más alto, mayor es el porcentaje de cementita, que llega hasta un 100% mientras que la perlita puede disminuir hasta 0.

La estructura de las fundiciones blancas hipoeutécticas pueden ser observadas en el microscopio, están compuestas por cementita y perlita derivadas de la ledeburita La microestructura de las fundiciones blancas hipereutécticas están compuestas por grandes masas de cementita primaria, rodeada de perlita y cementita derivadas de la ledeburita.

Ilustración 2.1 fundición gris y blanca

Fundición gris

Fundición blanca



Fuente: Blog Universidad Tecnológica de Pereira (s.f)

Clasificación por el proceso de elaboración:

Por el proceso de elaboración, se clasifica en primera fusión, segunda fusión, fundición maleable, fundición endurecida o templada y en fundición nodular o de grafito esferoidal.

1. Fundición de primera fusión. Se origina en el alto horno al reducir con carbono el mineral de hierro. Cuando está en estado líquido se lo conoce con el nombre de arrabio. No suele ser utilizado en la fabricación de piezas, debido a su composición y estructura. Es utilizado para la fabricación de otros productos.
2. Fundición de segunda fusión. Se la obtiene al fundir la fundición de primera fusión y acero, con lo cual se elimina gran parte de impurezas. Se la realiza en cubilotes, hornos eléctricos, etc.
3. Fundición maleable. Se la realiza con el objetivo de mejorar las características de las fundiciones, consiste en someter las fundiciones blancas a un proceso de maleabilidad en estado sólido, para lograr tenacidades, resistencias y mecanibilidades superiores parecidas a las del acero. Existen dos tipos:

- Fundición maleable europea o de núcleo blanco. Se parte de piezas moldeadas con fundición blanca, Como parte del proceso se envuelven las piezas con material oxidante como mineral de hierro, cascarillas de laminación, etc. Luego se lo coloca dentro de cajas cerradas que se calienta en un horno a 900 - 1000 °C.

El proceso dura 6 días. La acción oxidante de la cascarilla descarbura la fundición blanca. Estas fundiciones son soldables estructuralmente.

- Fundición americana o de núcleo negro. Es la fundición maleable blanca, en la cual el carbono se presenta en forma de grafito nodular muy dividido.

La descarburación se realiza en un ambiente neutro. El enfriamiento es lento y controlado. Su estructura puede ser

ferrítica o perlítica, con nódulos de grafico distribuidos uniformemente. Tiene características superiores a la europea.²

2.3.2 Fundición endurecida o templada.

Según José Manuel López (1987 p. 55) es la fundición gris que con un enfriado rápido, durante la solidificación produce una capa superficial con el aspecto de la fundición blanca, con una dureza de 400 a 500 HB(dureza Brinell). Se la puede obtener sustituyendo total o parcialmente la superficie del molde de arena por uno metálico. Se la utiliza en la fabricación de cilindros de laminación y ruedas de ferrocarril.

2.3.3 Fundición nodular o de grafito esferoidal

Según José Apraiz (1998, p. 145) la fundición con grafito esferoidal, conocida como dúctil, fue preconizada por Morrogh y Williams en 1948 que se caracterizaba por añadir cerio a la fundición en estado líquido y luego dar un baño a la fundición con una aleación grafitizante como el ferro-silicio o el silicio-calcio, con lo cual se obtenían resistencias de 50 a 55Kg/mm². Este método exigía ciertas condiciones químicas precisas, difíciles de cumplir por lo cual su proceso ha sido abandonado casi por completo.

Posteriormente Gaguerin, Millis y Puilliny en 1948 introdujeron a la fabricación la adición de magnesio, proceso que fue patentado por la compañía Nickel Company, con lo cual se obtuvo una resistencia de 70Kg/mm² a al tracción y 3% de alargamiento.

Estas características se pueden mejorar por tratamientos térmicos, así el alargamiento aumenta por recocido y el temple. El revenido mejora la resistencia, límite de elasticidad y alargamiento.

² LÓPEZ VICENTE JOSÉ MANUEL. Mecánica de Taller, Materiales Metrología I. Editorial Cultural S.A. 1987. p 54

En la práctica para obtener el grafito esferoidal se requiere a más de añadir magnesio, adicionar un elemento inoculante a la fundición. El magnesio debe ser añadido en forma de aleaciones níquel –magnesio con 15% de magnesio o cobre magnesio con un 15 a 25% de magnesio o hierro-silicio-cobre-magnesio o hierro-silicio-níquel-magnesio, Las dos últimas adiciones ya contienen el inoculante.

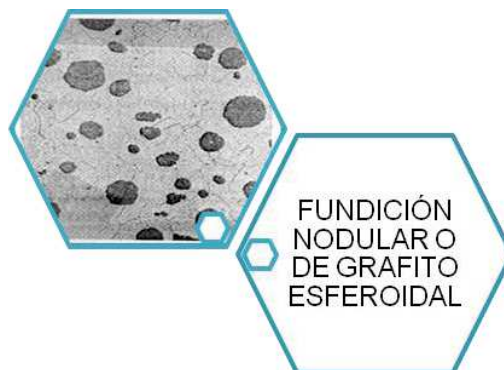
La práctica más común es agregar dos cucharas para la adición de la aleación del magnesio y del Ferrosilicio inoculante, la primera cuando la fundición está en estado líquido y la segunda donde se adiciona el inoculante y finalmente se pasa el metal a los moldes. También suele usarse una sola cuchara y antes de colar en los moldes se añade el inoculante. Este método es bajo en costo.

Las propiedades del hierro de las fundiciones dúctiles son:

- Tienen resistencias entre 45 y 90Kg/mm² por lo que se les puede comparar con el acero semiduro, pero de menor costo.
- Tiene en bruto o en estado recocido un valor de límite de elasticidad de un 65% de la carga de rotura en y después del temple y revenido de 85% aproximadamente. El módulo de elasticidad es de 17,500Kg/mm², un poco inferior a los de los aceros.
- En bruto de colada tiene 70Kg/mm² de resistencia a la tracción y 3% de alargamiento tiene grandes aplicaciones para números usos industriales.
- En estado de recocido tiene la máxima ductilidad y alta resistencia, con buena ductilidad, tiene después del normalizado y revenido o después de un temple y revenido.

- Cuando es sometida a un ensayo de tracción, en la primera parte las cargas que actúan son proporcionales a las deformaciones que se producen, lo que no ocurre con la fundición gris.
- En piezas delgadas se deben utilizar contenidos más elevados de silicio para evitar que se blanqueen y en piezas gruesas otros elementos de aleación.
- La fundición dúctil tiene un punto de fusión más bajo que cualquier otra aleación de hierro carbono, mejor colabilidad y mayor fluidez que facilita la fabricación de piezas complicadas y difíciles.

Ilustración 2.2: Fundición nodular



Fuente: JCR Fundiciones

2.4 Hornos

El hierro es un metal, muy abundante en la naturaleza, que se encuentra combinado con otros elementos formando óxidos, carbonatos y sulfuros.

Para que el hierro sea industrialmente utilizable, se parte de minerales de este metal, generalmente, de los óxidos, que se reducen. Los carbonatos y los sulfuros se calcinan y tuestan, respectivamente para obtener óxidos.

La reducción del oxígeno con que se va combinando el hierro se efectúa mediante un agente que produzca calor, como el carbón o la electricidad y es en los hornos donde se realiza el proceso.

2.4.1 Hornos altos

Tienen más altura que los hornos primitivos, se cargaba mineral, carbón vegetal y caliza, se soplaba aire por la parte inferior y se obtenía fundición en estado líquido y escoria fundida que se colaba a intervalos regulares por la parte más baja del horno. Los primeros que se utilizaron en los siglos XIV y XV eran de 300 a 500 kg de fundición diaria³

Se utiliza como combustible el coque metalúrgico, que permite alcanzar una temperatura superior a la del punto de fusión del hierro. El producto así obtenido es hierro en estado líquido con un alto contenido de carbono e impurezas, se llama arrabio o fundición de primera fusión y se utiliza para elaborar aceros o para obtener piezas moldeadas después de la otra fusión.

El cono inferior se llama atalaje, el superior, cuba y la abertura superior de este, por donde se carga el horno, tragante, la parte inferior de los atalajes es cilíndrica y en sus paredes hay varios agujeros por los que penetran las toberas de inyección de aire y en su fondo se halla el crisol, donde se reúne el hierro fundido recubierto de escoria, también líquida. La altura del horno varía de 20 a 30 metros⁴

³ APRAIZ BARREIRO JOSE. Fabricación de hierro, aceros y fundiciones. Limusa, S.A. de ediciones. España. 1978. p 50

⁴ LÓPEZ VICENTE JOSÉ MANUEL. mecánica de Taller, Materiales Metrología I. Editorial Cultural S.A. 1987. p 43

2.4.2 Horno de cubilote

El cubilote es un horno de cuba vertical, de unos 4 a 6 metros de altura, que se carga por la parte superior en capas alternadas, con carbón de coque, lingote o chatarra y fundente. El viento necesario para la operación se inyecta por la parte inferior. En el crisol se reúne la fundición en estado líquido y flotando en ella la escoria, que se saca por el agujero de la colada correspondiente, llamada agujero de escoriar.

Es un horno destinado solo a fundir, al que es necesario conducir el fuego y el aire de manera que la temperatura se mantenga alta, a fin de que el hierro salga bien fluido para la colada. Es conveniente que el combustible (carbón coque) arda bien para aprovechar todo el calor de la combustión completa, por lo que el viento que se inyecta en el cubilote se reparte por una gran superficie anular para que este en contacto con la mayor superficie de carbón, debiendo penetrar hasta el centro del horno.⁵

El horno de cubilote puede llegar a una temperatura de 1500 C por lo que este se encuentra recubierto internamente por ladrillo refractario el cual es muy resistente a altas temperaturas y a la abrasión.

La empresa donde se realizó el presente estudio, posee hornos de cubilote en los que se puede fundir hasta 12 Ton de hierro gris.

⁵ LÓPEZ VICENTE JOSÉ MANUEL. mecánica de Taller, Materiales Metrología I. Editorial Cultural S.A. 1987. p 45

Ilustración 2.3: Hornos cubilote

HORNO DE CUBILOTE



PARTES DE UN HORNO DE CUBILOTE



Fuente: Exportadora china Anshan Ying Yat Co. comercial, Ltd. S f

2.4.3 Hornos eléctricos

A mitad del siglo XVIII surgió la idea de la construcción de hornos eléctricos y se comenzaron a utilizar a nivel industrial después de 1900, y su máxima aceptación ocurrió después de la 2ª Guerra Mundial, cuando la energía eléctrica comenzó a disminuir de precio tornándose competitiva con los combustibles tradicionales.

Los hornos eléctricos se clasifican en:

1) Hornos de Resistencia

- Hornos de resistencia no metálica y de electrodo radiante.
- Hornos de resistencia metálica.
- Horno de cámara con resistencia metálica.

2) Hornos de Arco

- Hornos de arco directo monofásico y trifásico.
- Hornos de arco directo monofásicos.
- Horno de arco indirecto monofásico.

3) Hornos de Inducción

- Hornos de inducción con núcleo magnético.
- Hornos de inducción sin núcleo magnético.⁶

2.4.4 Horno eléctrico de inducción sin núcleo:

El horno de inducción sin núcleo está compuesto de un contenedor refractario (crisol o revestimiento), el cual mantiene el calor del material fundido, se encuentra rodeado por una bobina helicoidal enfriada por agua.

Es el tipo de horno más empleado en la actualidad para la obtención de fundiciones. La corriente alterna que se aplica en la bobina genera un campo magnético variable que se concentra dentro de la bobina helicoidal.

La fusión por inducción ocurre cuando el material está expuesto a un campo magnético variable.

⁶ DRA. STELA ORDOÑEZ: Departamento de Ingeniería Metalúrgica. Universidad Santiago de Chile. (2011) <http://www.metalurgiausach.cl/TECNICAS%20EXPERIMENTALES/UNID8.pdf>. Descargado 12/07/11

Ilustración 2.4: Hornos de inducción



Fuente: JCR Fundiciones

Ventajas de los hornos eléctricos de inducción:

- Una ventaja de la fusión por inducción sobre otros métodos, es que el calor se produce directamente en el material a fundirse (carga).
- No contaminante. No hay llama ni utiliza combustible fósil. Es un equipo eléctrico.
- Eficiente por su rapidez, mínimas pérdidas por el uso de tecnologías de estado sólido, que garantiza un mínimo consumo de energía.
- Eficaz, por su característica de variar la frecuencia buscando el óptimo de transferencia de potencia frente a variaciones de carga, lo hace muy rápido permitiendo un proceso continuo basado en relleno y escorificado continuo.

2.5 Definición de proceso.

Proceso es “cualquier actividad o grupo de actividades que emplean un insumo, se agregue valor a éste y suministre un producto a un cliente externo o interno”⁷

Es decir, un proceso es el conjunto de actividades de trabajo que deben estar interrelacionadas y que se caracterizan por requerir de ciertos insumos que agregan valor.

Elementos de un proceso

Para transformar los insumos en bienes o servicios se requiere de los siguientes elementos:

- Entrada: “insumo” que responda al estándar o criterio de aceptación previamente definido, el cual entrega un proveedor interno o externo.
- Recursos para transformar los insumos
- Producto
- Sistema de control
- Interrelación con otros procesos

DIAGRAMA DE FLUJO

“Representan gráficamente las actividades que conforma un proceso”.⁸

Permiten describir gráficamente un proceso mediante símbolos líneas y palabras simples, mostrando las actividades que se realizan desde que inicia el proceso hasta que termina.

⁷ HARRINGTON H. JAMES Mejoramiento de los procesos de la empresa. Mc Graw Hill- p. 9

⁸ HARRINGTON H. JAMES Mejoramiento de los procesos de la empresa. Mc Graw Hill- p. 97

Simbología del Flujo grama

Según James Harrington los diagramas de flujo son más efectivos cuando utilizan símbolos estándares que son ampliamente conocidos⁹

Ilustración 2.5 Simbología Diagramas de Flujo

SIMBOLOGÍA DE DIAGRAMA DE FLUJO (I)		
SÍMBOLO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	CONECTOR	Nombramos un proceso independiente que en algún momento aparece relacionado con el proceso principal
	TERMINADOR	En su interior se situamos materiales, información o acciones para comenzar el proceso o para mostrar el resultado o en el final del mismo
	PROCESO	Tarea o actividad llevada a cabo durante el proceso, puede tener muchas entradas pero una salida
	DATOS	Situamos en su interior la información necesaria para alimentar una actividad
	DECISIÓN	Indicamos puntos donde se toman decisiones: si, no, abierto, cerrado
	DOCUMENTO	Se utiliza para hacer referencia a la consulta de un documento específico en un punto del proceso

Fuente: Harrington

⁹ HARRINGTON H. JAMES Mejoramiento de los procesos de la empresa. Mc Graw Hill- p. 105

2.6 Mejoramiento continuo

“Mejorar de manera constante y permanente el sistema de producción y servicios con el fin de alcanzar la calidad y la productividad y reducir así continuamente los costos”¹⁰

El centro del mejoramiento es el cliente y para su implementación se requiere que el ciclo de Deming PHVA forme parte integral del proceso.

El mejoramiento continuo incrementa la productividad y competitividad de una empresa, reduciendo las debilidades y afianzando las fortalezas, basados en un análisis de todos los procesos, con el fin de mejorarlos o corregirlos, permitiendo que la empresa llegue o se mantenga como líder en el mercado.

2.6.1 KAIZEN

Significa mejoramiento progresivo que involucra a todos, incluyendo tanto a gerentes como a trabajadores ¹¹, forma parte de la filosofía japonesa que supone que la forma de vida merece ser mejorada constantemente, tanto en el trabajo, como a nivel social y familiar.

Se le asigna al Kaizen el concepto de una sombrilla que cubre todas las prácticas administrativas de origen japonés relacionadas con el mejoramiento de la productividad, control total de la calidad, círculos de control de calidad o relaciones laborales, cero defectos, Kanban que es un término que significa letreros o notas utilizados en la producción justo a tiempo en la entrega de materiales para minimizar el inventario.

¹⁰ SCHERKENBACH WILLIAM. La ruta Deming a la Calidad y la Productividad vías y barreras. Editorial Continental. P. 31

¹¹ IMAI MASAOKI. Kaizen La Clave de la Ventaja Competitiva Japonesa. Compañía Editorial Continental. 2000. p 39

Ilustración 2.6: Sombrilla kaizen



Fuente: Masaakimai

El mensaje de la estrategia Kaizen es que no debe pasar un día sin que se haya hecho alguna clase de mejoramiento en algún lugar de la compañía.

Según Masaaki, para el Kaizen la administración tiene dos componentes; el mantenimiento y el mejoramiento. Mantener los actuales estándares tecnológicos, administrativos y de operación y mejorar las actividades dirigidas a mejorar los estándares corrientes, para lo cual se requiere del establecimiento de políticas reglas, directivas y procedimientos para las operaciones (estándares), y si la gente no las cumple, se debe aplicar disciplina, entrenamiento y en contraste, el mejoramiento se refiere a mejorar los estándares.¹²

Cuando el empleado ha logrado eficiencia en su trabajo, puede aportar al mejoramiento con sugerencias individuales o de grupo.

¹² MASA AKI IMAI. Kaizen la clave de la ventaja competitiva japonesa. Compañía Editorial Continental 2000. p.39

El mejoramiento debe estar tanto en la mente del administrador como del empleado y se deben generar compromisos, para lograr que sea duradero, y está compuesto de mejoras pequeñas e innovación, mejoras drásticas como efecto de grandes inversiones en nueva tecnología o equipo no se puede considerar Kaizen.

El punto de partida para el mejoramiento es reconocer un problema y KAIZEN proporciona pistas para su reconocimiento y herramientas para su solución.

Una forma de involucrar a los empleados en el KAIZEN es a través de un sistema de sugerencias y es tarea del supervisor ayudarlos a generarlas a nivel individual y grupal, sugerencias que son consideradas por la administración, recompensadas y aplicadas en nuevos estándares.

KAIZEN genera el pensamiento orientado al proceso, ya que los procesos deben ser mejorados antes de que se obtengan resultados mejorados. Además, el KAIZEN está orientado a las personas y dirigido a los esfuerzos de las mismas¹³

2.6.2.1 Kaizen y el control total de la calidad

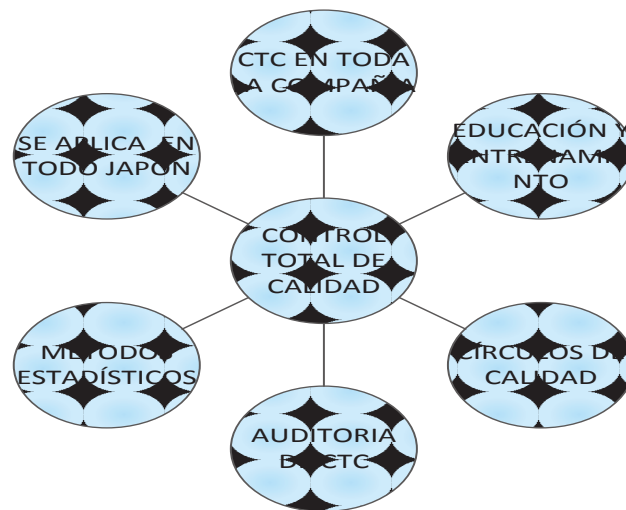
La calidad no se refiere únicamente al producto o servicio, se refiere también a la calidad de las personas por lo cual según Imai hay tres bloques de construcción en los negocios el hardware, el software y el humanware, que es el más importante y el primero que debe ser considerado.

Ante todo hay que ayudar a las personas a identificar los problemas y entrenarse en el uso de herramientas para solucionarlos, a estandarizar los resultados para evitar recurrencias.

¹³IMAI MASAOKI. Kaizen La Clave de la Ventaja Competitiva Japonesa. Compañía Editorial Continental. 2000. p 53

El control total de la calidad para Kaizen, es un método estadístico y sistemático de solución de problemas, que deben ser cuantificados, pues hay que partir de datos no de supuestos. La evaluación del desempeño debe estar orientada tanto a los resultados como al mejoramiento. Se requiere mejorar el proceso para mejorar el resultado.

Ilustración 2.7: El CTC en Japón



Fuente Massaki Imai

Elaboración: La Autora.

Frases clave según Massaki Imai:

- Hablar con datos. La habilidad con que una compañía reúne y utiliza los datos puede ser la diferencia entre el éxito y el fracaso.
- La calidad es primero no las utilidades.
- Mejoramientos en todas las áreas, para fortalecer la competitividad.

2.6.2.2 Herramientas del Kaizen

- Matriz de prioridades
- Diagrama de Ishikawa
- Gráfica de Pareto
- Estandarización
- Las 5 S
- Ciclos PHVA
- Eliminación de Muda o desperdicio

2.6.2.2.1 Diagrama de Ishikawa.

Se lo conoce también como diagrama de causa efecto o de espina de pescado, es una representación gráfica utilizada para relacionar un problema con sus posibles causas, de gran utilidad para analizar los procesos y establecer relaciones entre las desconexiones y las operaciones donde estos se originan.¹⁴

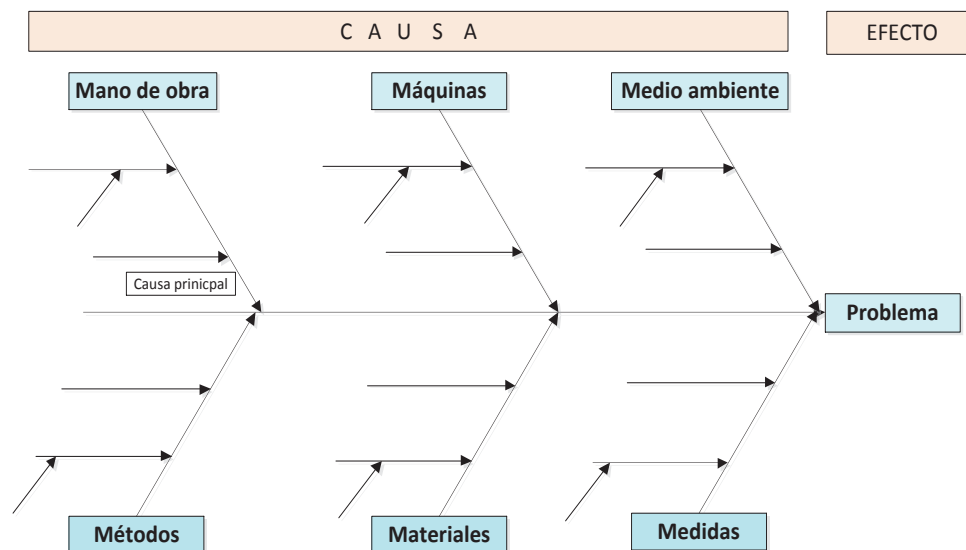
- Es una herramienta que permite el análisis participativo
- Utiliza equipos de mejora o solución de problemas
- Genera resultados óptimos en la identificación de las causas de un problema, para facilitar su solución.

Como cabeza se establecen el problema, brecha de desempeño o efecto, las espinas son las categorías más importantes de las posibles causas y las espinas menores son las causas probables específicas. Como categorías se puede referirse a personal, máquinas, materiales, procesos. Dentro de cada categoría se debe elaborar la lista de las causas probables del problema. Se

¹⁴ Cfr. GIBSON JAMES L. Las organizaciones. Comportamiento estructura procesos. Mc Graw Hill Interamericana de Chile Ltda. 2001. p 165

deben analizar conjuntamente entre trabajadores y gerentes, los factores que afectan la calidad de un producto o servicio.¹⁵

Diagrama 2.1: Proceso causa efecto



Fuente: James Gibson

2.6.2.2.2 JERARQUIZACIÓN

Es la separación de datos en categorías. Su uso es más frecuente durante la etapa de diagnóstico en el manejo de una acción correctiva, para así poder identificar que categorías contribuyen a la no conformidad que se desea resolver.¹⁶

Según Alexander, a un universo de datos, se los puede separar o clasificar en diferentes grupos o categorías, considerando las características comunes para definir cada uno de ellos. A este proceso se le conoce con el nombre de jerarquización.

¹⁵Cfr. GIBSON JAMES L. Las organizaciones. Comportamiento estructura procesos. Mc Graw Hill Interamericana de Chile Ltda. 2001. p 165

¹⁶ALEXANDER SERVAT ALBERTO G. Mejora continua y acción correctiva. Prentice Hall. México 2002. p 141.

Es una herramienta que puede proporcionar información sobre las características que están asociadas con problema que se analiza.

Las características utilizadas para separar datos se denominan variable jerarquizada. Cada variable jerarquizada tendrá dos o más valores, estas variables pueden ser continuas o discretas.

La jerarquización por sí sola no identifica la causa raíz de la no conformidad, pero si detectará que áreas requieren una mayor investigación para poder tener una idea completa de cómo se generó el problema. Esta es la base para la utilización de otras herramientas.

2.6.2.2.3 Las 5 S

Según Francisco Rey Sacristán es un programa de trabajo para talleres y oficinas, que consiste en desarrollar actividades de orden, limpieza y detección de anomalías en el puesto de trabajo, a nivel individual o grupal, para mejorar el ambiente de trabajo, la seguridad y la productividad.¹⁷

Son de origen japonés y son conocidas también como los pasos del housekeeping:

1. Seiri: diferencias entre elementos necesarios e innecesarios en el gamba o puesto de trabajo y descartar estos últimos.
2. Siton: disponer en forma ordenada todos los elementos que quedan después del seiri.
3. Seiso: mantener limpias las máquinas y los ambientes de trabajo.
4. Seiketsu: extender hacia uno mismo el concepto de limpieza y practicar continuamente los tres pasos anteriores.

¹⁷ REY SACRISTAN FRANCISCO Las 5 S Orden y limpieza en el puesto de trabajo. Fundación Confemetal.

5. Shitsuke: construir autodisciplina y forma el hábito de comprometerse en las 5 S mediante el establecimiento de estándares.¹⁸

2.6.2 Medición de tiempos

Es una técnica para el estudio del trabajo, que requiere de precisión, exactitud y fiabilidad, que tiene por objeto establecer el tiempo que un trabajador invierte en realizar un determinado proceso.

Existen dos métodos para la medida de tiempos, los directos y los indirectos.

Método directo

Es el que se realiza el mismo momento que se efectúan las operaciones que se tratan de medir y son de dos tipos:

- Medición continua: Se la realiza durante un determinado número de ciclos de la operación observada. Incluye diferentes técnicas de cronometraje.
- Muestreos de trabajo: Es una observación discontinua de trabajo. Utiliza un programa preestablecido de observaciones aleatorias.

Métodos indirectos

Son los que permiten fijar el tiempo, sin requerir la observación presencial de la operación, son de dos tipos

- Tiempos predeterminados. Sirven para establecer el tiempo de una actividad, en base de un registro de movimientos básicos de la operación y de la consulta de una serie de tablas

¹⁸ IMAI MAASAKI. Como implementar el Kaizen en el sitio de trabajo. McGraw Hill. Colombia 1998. p 58

- Estimaciones partiendo de experiencias anteriores, se estima el tiempo de ejecución de una actividad o tarea, puede tener errores, pues, se basan en el juicio y no en hechos

Estudio de tiempos.

Según José Manuel Arenas Reina es una técnica que se utiliza para medir el trabajo que registra los tiempos y ritmos de trabajo observados correspondientes a actividades de un proceso productivo, que tiene por objeto fijar el tiempo requerido para efectuar dicho proceso.

El estudio de tiempos generalmente se lo usa para establecer estándares, para lo cual se deben utilizar simultáneamente las estimaciones, los registros históricos y los procedimientos de medición del trabajo.

Este estudio sirve para determinar el día justo de trabajo, para lo cual se debe considerar tanto los derechos del trabajador, como los de la empresa, generalmente, corresponde a la cantidad de trabajo que es capaz de producir un operario competente trabajando a su ritmo, utilizando de forma efectiva el tiempo¹⁹

Por los impactos que puede tener en el ambiente laboral, se debe informar sobre los objetivos y técnicas del estudio y motivar su compromiso y colaboración.

¹⁹ARENAS REINA JOSE MANUEL. Control de Tiempos y Productividad. La ventaja competitiva. Paraninfo Thomson Learning (2000)

Capítulo III: Investigación y Desarrollo

3.1 Diagnóstico de la situación actual

La información recolectada en base a entrevistas realizadas a los empleados permitió determinar cuáles son los problemas que tienen mayor influencia en el desempeño o resultado final del trabajo que realizan.

Los problemas de mayor impacto identificados en el proceso de producción son:

A nivel de puesto de trabajo: Ausencia de orden, limpieza, aseo y señalización.

A nivel de proceso:

- Existen problemas con el conjunto de herramientas, y equipos manuales que los operadores requieren para realizar las diferentes tareas que demanda el proceso, principalmente pisones, cajas para moldeo, etc.
- Placas de modelo en mal estado. La placa modelo es la herramienta que se utiliza para elaborar el producto demandado, no se realizan inspecciones o controles de las placas con las que se trabaja lo que interfiere en el cumplimiento de los pedidos solicitados por los clientes.
- Transporte de moldes, actualmente se cuenta con un sistema de transporte desde las maquinas moldeadoras hacia el área de colado, este sistema de transporte está formado por rodillos los cuales hacen que las piezas vibren mucho y los moldes de arena se dañen.

- Paros de maquinaria, al menos una vez a la semana por falta de mantenimiento preventivo pues solo se realizan reparaciones correctivas al presentarse el daño, lo que generalmente produce la paralización y diferimiento de la producción programada, repercutiendo en todo el proceso productivo de la empresa y el incumplimiento de pedidos realizados
- Producto rechazado o no conforme: existen muchas variables que intervienen en el proceso y que pueden, si no están bajo control, generar piezas defectuosas como por ejemplo:

Defectos de moldeo: para que un molde este bien hecho y cumpla con los parámetros de resistencia necesarios, es de suma importancia que la preparación de la arena de moldeo sea la adecuada, ya que si, al momento de realizar la mezcla, la arena está muy húmeda o muy seca, se producirán moldes mal estructurados que consecuentemente generarán productos finales no conformes.

Inadecuada materia prima: las piezas pueden salir con defectos cuando la materia prima no cumple con especificaciones técnicas ya establecidas, esto es, libre de óxido, de impurezas, de pintura y de otros minerales.

Defectos en la fusión producidos por mala calidad del metal (inclusión en la materia prima de metales como aluminio, bronce o productos galvanizados) a ser colado, por contener altos porcentajes de manganeso, pues afecta negativamente la composición final del hierro con el que la empresa trabaja.

Inadecuada temperatura de fusión: muchas veces el material sale frio lo que afecta la calidad del producto final.

- Falta estandarizar el procedimiento como la producción de arena, del moldeo, del metal a colarse, de la colocación de las pesas, el desmoldado, granallado y los terminados, que han generado altas cantidades de producto no conforme en los últimos 6 meses.
En la producción de arena de moldeo se utilizan medidas inexactas como tarros de pintura, baldes y otros, que ocasionan alteraciones en las fórmulas de preparación.
- No se dispone de estadísticas de producción: piezas elaboradas, defectuosas, tipos de defectos, cantidad de reproceso, tiempo de reproceso, etc. Que ayuden a identificar claramente las causas y que permitan definir las medidas correctivas apropiadas.

A nivel departamental

- Deficiente trabajo en equipo, el departamento de Ingeniería y Mantenimiento, no da el soporte necesario y a tiempo, para el desarrollo de nuevos productos, razón por la que muchas buenas ideas no quedan más que en ideas. Esto afecta a producción que tiene que trabajar en forma aislada.
- Alta rotación del personal: esto es un problema que lamentablemente la empresa tiene que afrontar. Este problema es de mucho impacto para la productividad de la empresa. El recurso humano es lo más importante en la empresa pues los procesos en su mayor parte son semiautomáticos y requieren la intervención de la mano de obra de los trabajadores. Si un trabajador falta, se atrasa o renuncia, todo lo planificado se tiene que posponer, lo que implica una reducción de productividad, cabe señalar que el costo de reclutar, seleccionar y capacitar a nuevo personal es alto sobre todo por la cantidad de producto no conforme que este personal genera.

- Falta de capacitación del personal: este es un grave problema que afecta a la productividad. Lamentablemente en el país no existe una escuela de fundición ni de temas relacionados, por ello, la empresa ha tenido que contratar personal capacitado colombiano que representa 6% del total de la mano de obra directa, este personal extranjero tiene un costo muy alto frente al nacional, aspecto que genera descontento en todos los empleados.
- Al no contar con una escuela que pueda capacitar al personal, la capacitación que la empresa realiza es básica y la gente va aprendiendo con el trabajo diario lo que al principio es un gran problema, pues este conocimiento se transmite con fallas y vacíos.

3.2 Descripción del proceso productivo

En el desarrollo de este proyecto se ha tomado como base la metodología del mejoramiento continuo, realizando una investigación de campo, los métodos de recolección de la información utilizados fueron la observación y la entrevista en el lugar de trabajo a nivel de empresa y en forma más intensiva en el departamento de producción de la misma.

La investigación se inició cuantificando la producción del hierro nodular, luego se analizaron los diferentes pasos que conlleva el proceso productivo y finalmente se concluyó en un levantamiento de los procesos más importantes y que servirán de base para la propuesta objeto del proyecto, que permitirá que la empresa tenga un mejoramiento continuo y sostenido.

La producción de hierro nodular representa el 96 % del total y el 4% restante representa la producción de piezas en hierro gris, bronce y aluminio, su infraestructura está diseñada para cumplir con la producción de los productos en estos materiales. Este estudio se va a concentrar en analizar únicamente en la elaboración de productos de hierro nodular.

Tabla 3.1: Producción de JCR Fundiciones

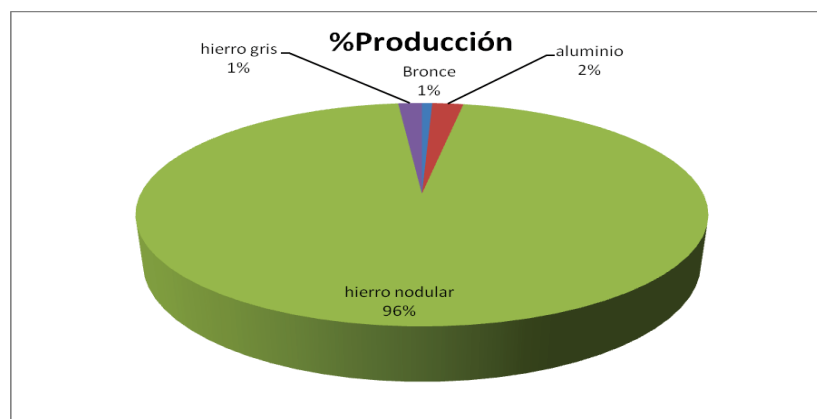
PRODUCCIÓN				
	bronce	aluminio	hierro nodular	hierro gris
enero	0	45	144.203	1.131
Febrero	0	284	150.606	382,5
Marzo	0	83	152.460	10.784
Abril	551,5	9.456	106.239	1.859
Mayo	1.500,4	1.156	128.788	0
Junio	3.758,4	7.018	148.282	0
Total	5.810,3	18.042	830.578	14.156,5

	Bronce	aluminio	hierro nodular	hierro gris
%Producción	0,7	2,1	95,6	1,6

Fuente: JCR Fundiciones

Elaborado por: La Autora

Ilustración 3.1: Producción de JCR Fundiciones



Fuente: JCR Fundiciones

Elaborado por: La Autora

3.2.1. Diseño e Ingeniería

Una vez que el Departamento Comercial establece conjuntamente con el Cliente, las especificaciones del producto a elaborar, previa la producción de una pieza, se desarrolla el modelo para la producción de las piezas solicitadas.

El primer paso es definir si el modelo se lo hace en madera o en aluminio, lo que depende de la cantidad de moldes a elaborarse, ya que, si es un producto para producción continua, la placa debe ser en aluminio para una mayor duración. También se establece si debe ser una placa simple o integral.

Una placa simple está constituida por un modelo y una placa integral es cuando en una placa se integran más de un modelo.

Si son productos nuevos, el Departamento de Ingeniería elabora, con la ayuda del AutoCAD, los planos respectivos, los que sirven de base para la elaboración de los moldes en madera y placas modelo en aluminio, la empresa cuenta con un Departamento Técnico para la producción de modelaría.

Ilustración 3.2: Modelo



Fuente: JCR Fundiciones

3.2.2. Preparación de arena.

El siguiente paso del proceso es la preparación de la arena de moldeo, la misma que contiene arena sílice, carbonilla, bentonita y agua. Esta composición de la arena de moldeo permite reproducir el modelo que se desea, con una consistencia adecuada para que no se derrumbe y no se produzcan fallas en las piezas producidas.

Para la preparación de la arena, existe una formulación estándar que únicamente varía en función de la humedad de la arena, haciendo del agua el elemento que se debe calcular para colocarla en la mezcla.

La arena es colocada en un mezclador de 500 Kg de capacidad en el que se colocan la bentonita, la carbonilla y el agua, esta operación permite homogenizar la mezcla, obteniéndose una arena compacta y con la humedad adecuada.

Para la elaboración de la mezcla de arena para moldeo se utiliza dos tipos de arena, reciclada y nueva. La arena reciclada es reutilizada después de que la pieza ya se funde, la misma vuelve a ingresar al sistema, es decir, se la coloca en un lugar para que se enfríe, cuando ya esta fría se la pasa por la zaranda, aquí se separa cualquier material fundido que se haya quedado en la arena o cualquier basura. Luego, ésta es transportada al molino donde se la mezclará con arena nueva y los aditivos.

Para tener una buena arena se necesitan los siguientes estándares:

Resistencia 12 a 18 psi (libra-fuerza por pulgada cuadrada)

Humedad de 4 a 6%

Permeabilidad 80 unidades (litros de aire por minuto)

Ilustración 3.3: Proceso y materiales preparación de la arena



Fuente: JCR Fundiciones

3.2.3. Moldeo

Este paso del proceso es de suma importancia ya que de este depende en gran medida la calidad, el dimensionamiento y demás características que se requieren en los productos fundidos.

Para el moldeo se utiliza un “modelo” que es una réplica de la pieza que se quiere obtener, se utilizan además cajas de moldeo, las mismas que están

compuestas de dos partes: la base en la que se coloca la placa modelo y la tapa que se recubre con la arena previamente preparada y se completa con arena de relleno que no tiene aditivos, apisonándola *con pisones neumáticos* para que ésta tome la forma de la pieza y la consistencia requerida, para posteriormente darle la vuelta a la caja, en el caso de moldeo en prensa o cuando se las realiza en piso se utiliza otra caja de moldeo para posteriormente repetir el mismo procedimiento en la tapa y se procede a retirar el modelo, se revisa que no tenga fallas y se coloca la base sobre la tapa, quedando listo el molde para el proceso de fusión.

Ilustración 3.4: Proceso de moldeo



Fuente: JCR Fundiciones

3.2.4. Preparación de Materia Prima

Materia prima para la producción de piezas de hierro nodular. Para la preparación de piezas en hierro nodular se utiliza un tipo de chatarra conocido como *col rolled*.

Esta chatarra proviene de las “cajas” en las que llegan al país los CKD para el ensamble de los vehículos. Este material se lo adquiere en diferentes chatarrerías de la ciudad, este material se lo recibe pesado. Aproximadamente se adquieren 20 toneladas semanales.

Las láminas metálicas son cortadas en piezas de aproximadamente 40 cm. para que puedan ser cargadas en la compactadora, máquina que genera bultos aproximadamente de 29 Kilos de peso, como se puede apreciar en la siguiente imagen.

Ilustración 3.5: Preparación de materia prima

Col rolled



Chatarra compactada



Fuente: JCR Fundiciones

3.2.5. Preparación de insumos.

Insumos para la fundición de hierro nodular. Los insumos que se utilizan en la fundición de hierro nodular son: ferro-silicio, grafito, *col rolled*, *slax*, inoculante y liga.

- El grafito es la parte de carbón que le da la estructura al hierro.
- La liga es una ferroaleación que contiene magnesio el cual es un agente nodulizante es decir ayuda a la formación de nódulos de grafito.
- El ferro silicio beneficia la formación de la ferrita.
- El *slax* es un aglomerante de escoria.
- La escoria se forma por la oxidación del hierro y es un desecho que se genera en la fundición.
- El inoculante ayuda a la formación de los nódulos y evita que se formen carburos en las piezas.

Ilustración 3.6: Preparación de insumos



Fuente: JCR Fundiciones

3.2.6. Fusión del hierro nodular

La fusión de hierro nodular se la realiza en el horno de inducción, el que utiliza energía eléctrica inducida que circula por una bobina que rodea al crisol que funde la carga.

El horno de inducción tiene una capacidad probada de 430 kilos de material. El proceso se inicia colocando el "retorno" (material sobrante de los sistemas de alimentación de las últimas fundiciones y las piezas rechazadas por defectos) hasta que se funda, posteriormente se coloca el silicio y el grafito.

A continuación se carga el col roll, hasta completar la carga (430 kilos). Es preferible ingresar material compactado ya que esto facilita la fusión. Posteriormente se realiza una prueba para determinar la cantidad de grafito y si es necesario ajustarla. El estándar establece que el hierro debe tener 3,95 % de carbono y 1,4 % de Silicio.

Durante el proceso se mide constantemente la temperatura hasta que ésta alcance los 1500 °C. Temperatura en la cual el hierro se ha fundido y es un material líquido, al que se lo recibe en una cayana grande. Ya en la cayana se coloca la liga. Este material se lo reparte en cayanitas más pequeñas y ahí se coloca el inoculante y el *slax*, el cual ayuda a aglomerar la escoria permitiendo que los operadores la retiren con una paleta metálica con lo que se evita que el material a colarse contenga escoria. Al material libre de escoria se lo lleva a los moldes en donde es vaciado lentamente en cada uno de ellos, restando esperar que se enfríen, para ya fríos retirarlos de la arena como piezas fundidas.

Como se indicó en párrafos anteriores, la cantidad de hierro nodular que se produce por colada es de 430 kilos, y si por ejemplo se va a producir tapas de alcantarilla de 600 cm de diámetro, con un peso unitario de 28 kilos, esta

cantidad permite producir aproximadamente 15 unidades por colada. La planta puede producir una colada por hora.

Ilustración 3.7: Proceso de fusión



Fuente: JCR Fundiciones

3.2.7. Terminados

Luego de que las piezas se han solidificado, enfriado y se ha retirado la arena, están listas para ser terminadas. Este proceso comienza con la separación de los vaciaderos que son parte del producto y sirven para verter el metal líquido. Según el tipo de pieza unas solo requieren la eliminación de excesos de material.

Posterior a esto las piezas son granalladas, esta es una técnica de limpieza de la arena restante de las piezas por medio de la proyección de pequeñas partículas abrasivas (perdigones de acero) a una velocidad de 65 a 100 metros /segundo, los cuales impactan en la pieza produciendo la eliminación de la arena en la superficie y un pulido superficial.

Cuando las piezas ya se encuentran granalladas se procede al ensamble, es decir, a la unión de la tapa con su cerco, se pule cualquier tipo de exceso de material y cuando la pieza ya está perfectamente ensamblada, se procede a pintarla con una pintura anti oxidante conocida como *bate piedra* y *washprimer*.

Cabe mencionar que antes del proceso de terminado las piezas fundidas son sometidas a un estricto control de calidad.

Ilustración 3.8: Proceso de terminado



Fuente: JCR Fundiciones

3.2.8. Control de calidad

Durante todo el proceso se realiza un control de calidad.

Moldeo: En el área de moldeo es crítico controlar la calidad de la arena que se va a utilizar para la elaboración de los moldes, ya que de esta depende en gran parte, si una pieza sale bien o sale mal. Los operadores del mezclador realizan pruebas en cada parada del molino, para saber si la arena tiene la resistencia y la humedad adecuada, tomando un puñado de arena y apretándolo en la mano, si la arena se queda pegada, quiere decir, que no tiene la compactabilidad adecuada, en cuyo caso, habría que aumentar el contenido de agua de la mezcla hasta que la arena se compacte por completo. Si la arena sobrepasaría la humedad requerida, esta arena debe ser reprocesada ya que de ser usada para moldeo, el producto final se verá afectado y se obtendrá producto no conforme con sopladuras.

A nivel de laboratorio se realizan otras pruebas dos veces al día, de resistencia y de humedad.

- Secador de arena: por medio de la emisión de un aire caliente la arena se seca y se pesa y la pérdida de peso determina la humedad.
- Medidor de resistencia por peso muerto.
- Permeámetro: este nos ayuda a medir la permeabilidad de la arena.

Fusión: En cada colada se mide la temperatura del material que se está fundiendo con la ayuda de un pirómetro. Antes de colar se debe realizar esta prueba ya que el material debe estar entre 1495 y 1505 °C.

Otra prueba que realiza diariamente en cada colada es la medición del % de Carbono y el % de silicio del material, esta prueba se la realiza con un medidor conocido como Q lab, este equipo mide la curva de enfriamiento del hierro

dependiendo del % de carbono y % de Silicio en el metal. El metal debe tener 3.95 % de Carbono y 1.4 % Silicio en la carga de 430 kg de hierro.

También se efectúan pruebas metalográficas diarias con la utilización de un microscopio metalográfico, el cual ayuda a analizar la estructura del nódulo del hierro para determinar que el hierro que se está produciendo cumple con los requerimientos de nodulización.

Para los productos de la empresa el % de nodulización mínimo aceptable es de un 70%, ya que, si es menor a éste, las piezas podrían perder su resistencia mecánica. La nodulización, es dar la estructura de nódulos al hierro.

Ilustración 3.9: Control de calidad



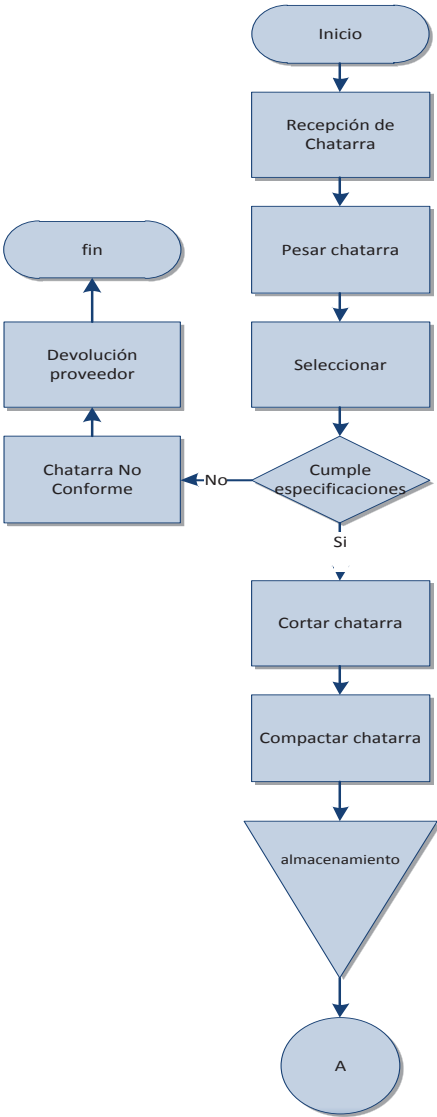
Fuente: JCR Fundiciones

3.3 Levantamiento de procesos

Ayudan a describir gráficamente como están estructurados los procesos más importantes desde su inicio hasta el fin, para entender de mejor manera el proceso.

3.3.1. Proceso recepción de materia prima

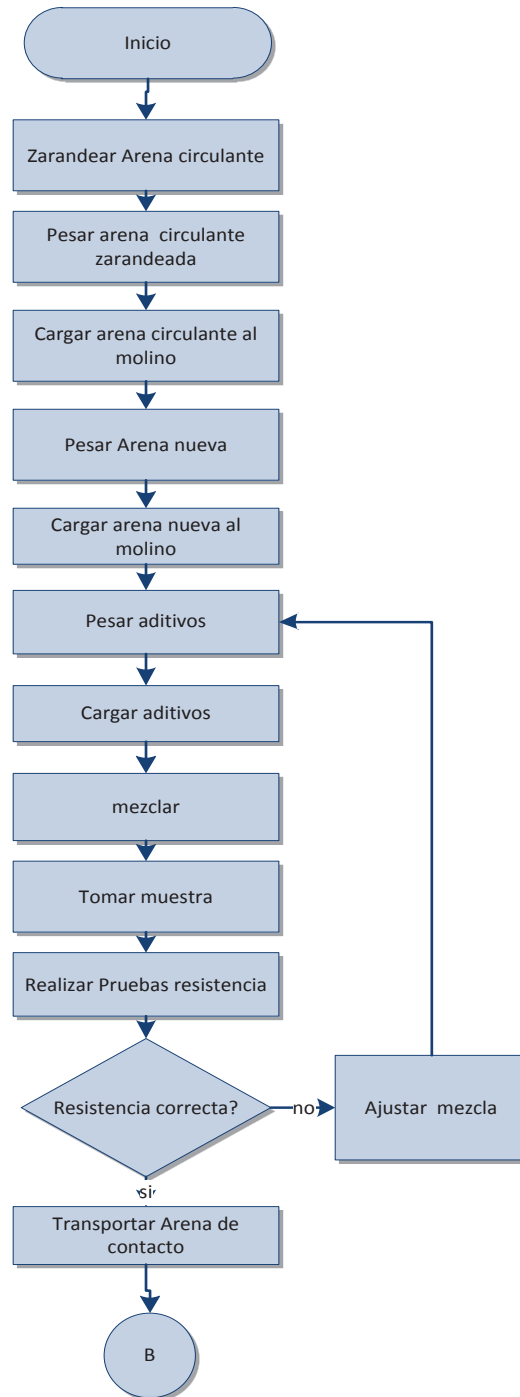
Diagrama 3.1: Proceso recepción de materia prima



Elaborado por: La Autora

3.3.2 Proceso Preparación de arena

Diagrama 3.2: Proceso preparación de arena



Elaborado por: La Autora

3.3.3. Proceso de moldeo

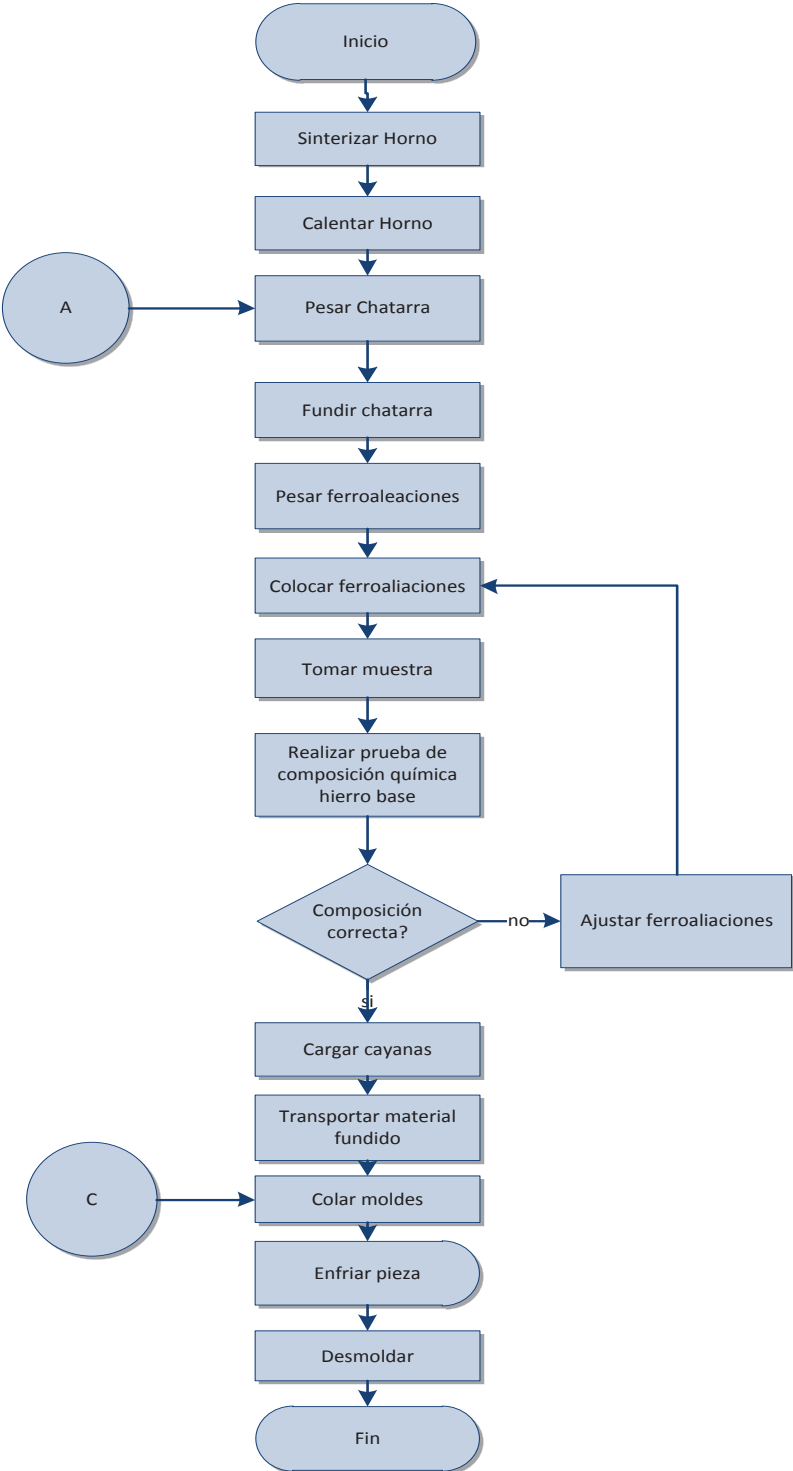
Diagrama 3.3: Proceso de moldeo



Elaborado por: La Autora

3.3.4 Proceso de Fusión

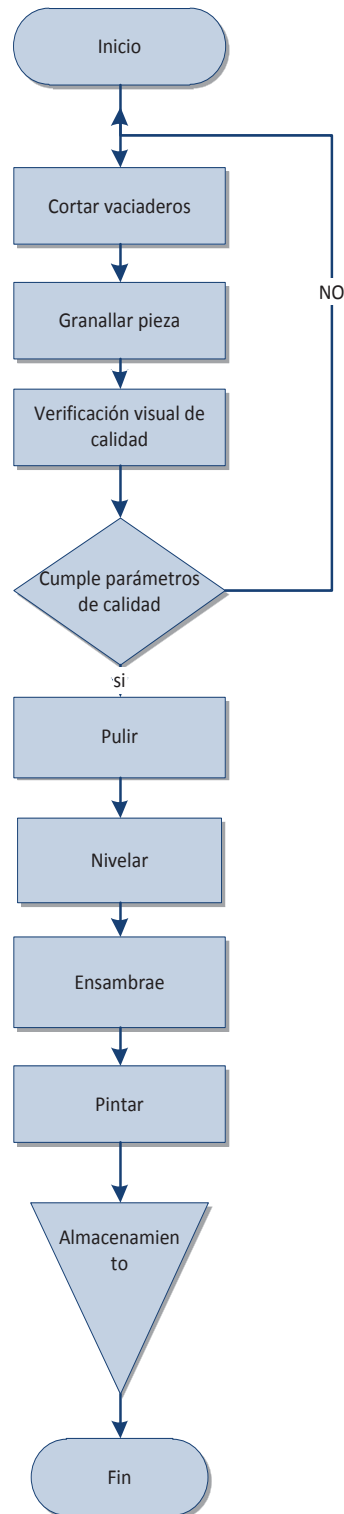
Diagrama 3.4: Proceso de Fusión



Elaborado por: La Autora

3.3.5. Proceso de Terminados

Diagrama 3.5: Proceso de Terminados



Elaborado por: La Autora

3.4. Jerarquización de los problemas

Se elaboró una lista con los problemas en base de la cual se realizó una matriz de priorización para de esta manera poder concentrarse en los problemas de mayor impacto.

Para el efecto, se convocó a una reunión con los trabajadores, jefes de cada área, para trabajar en equipo y poder valorar de una manera real y con el criterio de todos lo que afecta a la calidad de los productos y a la productividad de la planta. Criterios que sirvieron de base para la elaboración de la tabla de priorización. Los pesos de los criterios, se establecieron de acuerdo a su importancia, para un resultado a corto plazo, tomando el impacto como el más importante.

Tabla 3.2: Priorización de problemas

Oportunidad de mejora	Tiempo	Impacto	Costo	Facilidad	Total	Porcentaje
Pesos	30	50	10	20		
Trabajo en equipo	3 90	4 200	4 40	3 60	390	3,9
Mantenimiento	4 120	3 150	3 30	4 80	380	3,8
Orden y limpieza	5 150	1 50	5 50	5 100	350	3,5
Rotación del personal	1 30	4 200	3 30	2 40	300	3
Placas de moldeo	3 90	3 150	5 50	3 60	350	3,5
Capacitación	3 90	4 200	2 20	3 60	370	3,7
Producto no conforme y reproceso	2 60	5 250	5 50	2 40	400	4
Variación en la calidad de la chatarra	3 90	3 150	2 20	4 80	340	3,4
Manipulación de la arena	2 60	3 150	1 10	3 60	280	2,8
Herramental	4 120	3 150	2 20	5 100	390	3,9
Errores en el proceso	3 90	3 150	4 40	3 60	340	3,4

Elaborado por: La Autora

En la priorización se consideraron 4 variables que son: tiempo, impacto, el costo y facilidad. Para su cuantificación, se elaboraron escalas para cada una de ellas.

Tabla 3.3: Escalas para la priorización

TIEMPO	ESCALA	IMPACTO	ESCALA
mayor a 2 años	1	Muy alto impacto	5
1 a 2 años	2	Alto impacto	4
de 6 meses a 1 año	3	Mediano Impacto	3
3 meses a 6 meses	4	Bajo Impacto	2
menor a 3 meses	5	Muy bajo Impacto	1

COSTO	ESCALA	FACILIDAD	ESCALA
Muy costoso	1	Muy Fácil	5
Costoso	2	Fácil	4
Medianamente Costoso	3	Medianamente fácil	3
Bajo costo	4	Difícil	2
Muy bajo costo	5	muy difícil	1

Elaborado por: La Autora

Al finalizar la priorización se tuvo como resultado que los tres problemas u oportunidades de mayor impacto son: producto no conforme y reprocesos, trabajo en equipo y el herramental.

Como se puede observar en la tabla 3.4 los resultados de Priorización.

El presente estudio y en razón de la importancia e impacto que el problema tiene, se centrará en analizarlo y definir acciones de mejora del problema *“Producto no conforme y reprocesos”*

Tabla 3.4: Resultado de la priorización

Producto no conforme y reproceso	4
Trabajo en equipo	3,9
Herramental	3,9
Mantenimiento	3,8
Capacitación	3,7
Orden y limpieza	3,5
Placas de moldeo	3,5
Variación en la calidad de la chatarra	3,4
Errores en el proceso	3,4
Rotación del personal	3
Manipulación de la arena	2,8

Elaborado por: La Autora

3.5. Descripción del problema “Producto no conforme y reproceso”

Para catalogar a un producto como producto conforme se debe verificar que cumpla con las especificaciones técnicas solicitadas por el cliente y que no presenten ningún tipo de defecto.

A continuación se conocerá los principales defectos que la empresa ha identificado.

- Rechupes: se produce por la deficiencia de carbono en el material, alta temperatura del material o cuando el molde tiene variaciones altas en la dureza es decir altas y bajas durezas en un mismo molde

Ilustración 3.10: Pieza con rechupe



Fuente: JCR Fundiciones

- Desprendimiento de arena: este defecto se produce cuando la composición de la arena no es la adecuada esto quiere decir que no se realizó bien el proceso de mezclado, la cantidad de bentonita no es la adecuado o también porque la arena se encuentra muy seca.

Ilustración 3.11: Pieza con desprendimiento de arena



Fuente: JCR Fundiciones

- Molde mal cargado: cuando se presenta este defecto es debido a que el personal que se encarga de colocar las pesas en los moldes las colocó mal o de una manera muy brusca lo que ocasiona que el molde se dañe.

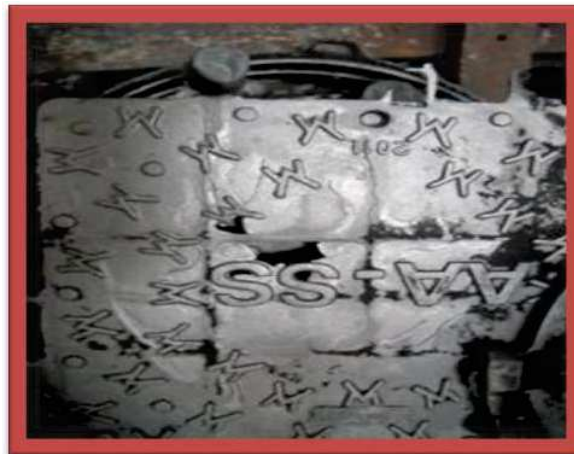
Ilustración 3.12: Molde mal cargado



Fuente: JCR Fundiciones

- Unión fría Cuando la composición del material no es la adecuada, evitando su adecuada fluidez.

Ilustración 3.13: Pieza con unión fría



Fuente: JCR Fundiciones

- Sopladura: Es cuando se producen muchos gases y se queda atrapado en el molde y no permite que el material corra y cubra toda la superficie del molde.

Ilustración 3.14: Pieza con sopladura



Fuente: JCR Fundiciones

- Molde regado: Sucede cuando el molde queda con baja dureza en las zonas más cercanas a las paredes, la presión del metal rompe el molde.

Ilustración 3.15: Molde regado



Fuente: JCR Fundiciones

- Exceso de rebaba: Ocurre cuando el molde queda mal tapado, o mal cargado. La presión del metal levanta el molde y permite que este se filtre por zonas muy delgadas.

Ilustración 3.16: Exceso de rebaba



Fuente: JCR Fundiciones

3.6 Cuantificación del problema.

En la cuantificación del problema se han utilizado datos estadísticos, tanto históricos como generados mediante la investigación de campo, los mismos que permiten dimensionar el problema de defectos y el de desperdicios, tanto en volumen como en tiempo.

3.6.1 Defectos

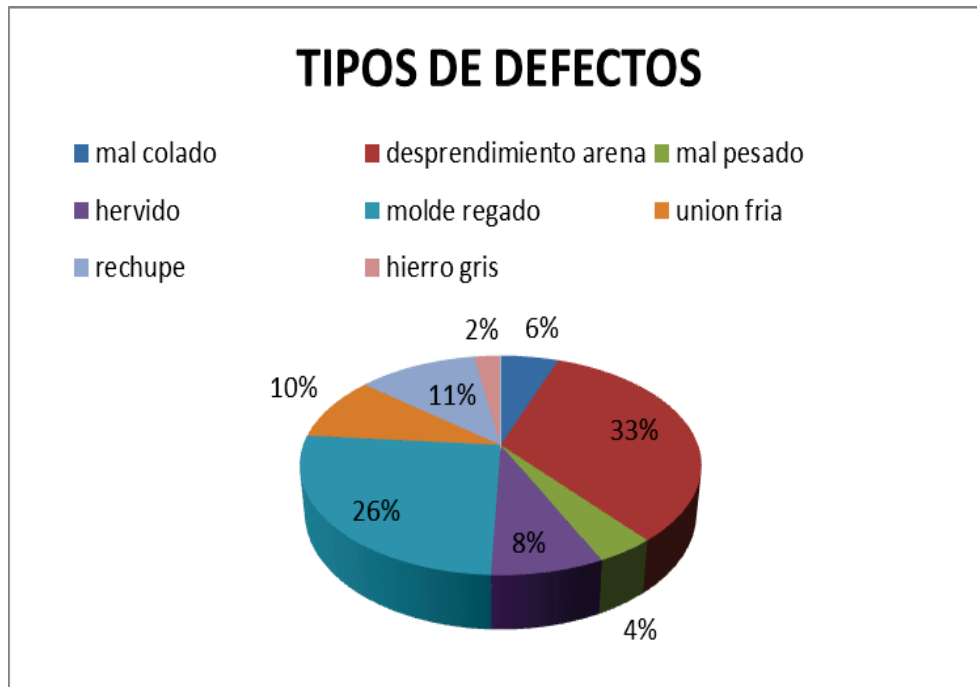
En el primer semestre del año 2011 se detectaron los siguientes defectos:

Tabla 3.5: Tipos de defectos

TIPO DE DEFECTO	PORCENTAJE
mal colado	5,6
desprendimiento arena	33,4
mal pesado	4,0
hervido	7,6
molde regado	25,8
unión fría	9,6
rechupe	11,5
hierro gris	2,5

Elaborado por: La Autora

Ilustración 3.17: Tipos de defectos



Elaborado por: La Autora

3.6.2 Rechazos

Todas las piezas no conformes son rechazadas en el área de terminados. Una vez que la pieza es granallada y que ha quedado limpia de arena y rebabas, se puede controlar si la pieza contiene o no los distintos tipos de defectos, de tenerlos, la pieza es rechazada por la persona encargada de operar la granalladora, bajo la supervisión del jefe de control de calidad.

Una pieza es catalogada como no conforme, cuando tiene algún tipo de defecto antes mencionados, eventualmente, se puede presentar otro tipo de desperfecto que no están identificados plenamente, siempre que algo afecte a la calidad de la pieza, esta será rechazada para posteriormente ser reprocesada, lo cual incrementa los costos de producción

Tabla 3.6: Costo rechazos desde el 2009 hasta el primer semestre del 2011

Periodo	Total Kilogramos Producidos	Total Kilogramos Rechazados	Costos de Perdida USD	% Desperdicio
total 2009	662.085,00	30764,0	76910	5,18
total 2010	930.278,00	33339,0	83347,5	4,21
ene-11	144.202,78	4101,0	10252,5	3,37
feb-11	150.606,16	4046,0	10115	3,11
mar-11	152.459,70	3279,0	8197,5	2,52
abr-11	106.238,58	3178,0	7945	3,52
may-11	128.788,36	4860,7	12151,75	4,46
jun-11	129.061,00	6197,0	15492,5	4,80
jul-11	129.724,00	7635,0	19087,5	5,89
Total	2.533.443,58	97.399,7	243.499,25	4,12

Elaborado por: La Autora

Algunos de estos datos se encuentran visibles en el anexo 1 y anexo 2.

Debido a que la pérdida en estos dos años siete meses, por producto no conforme es de 243.499,25 dólares, valor que se ha dejado de facturar, es alto en relación a las ventas del mismo periodo que alcanzaron los \$3'702.000. Por tanto el valor perdido por producción no conforme significa el casi 6,6 % de las ventas en el mismo periodo.

De fuentes históricas se ha podido conocer que el porcentaje de desperdicio de los años 2009,2010 y el primer semestre del 2011 tiene un promedio del 4.11%.

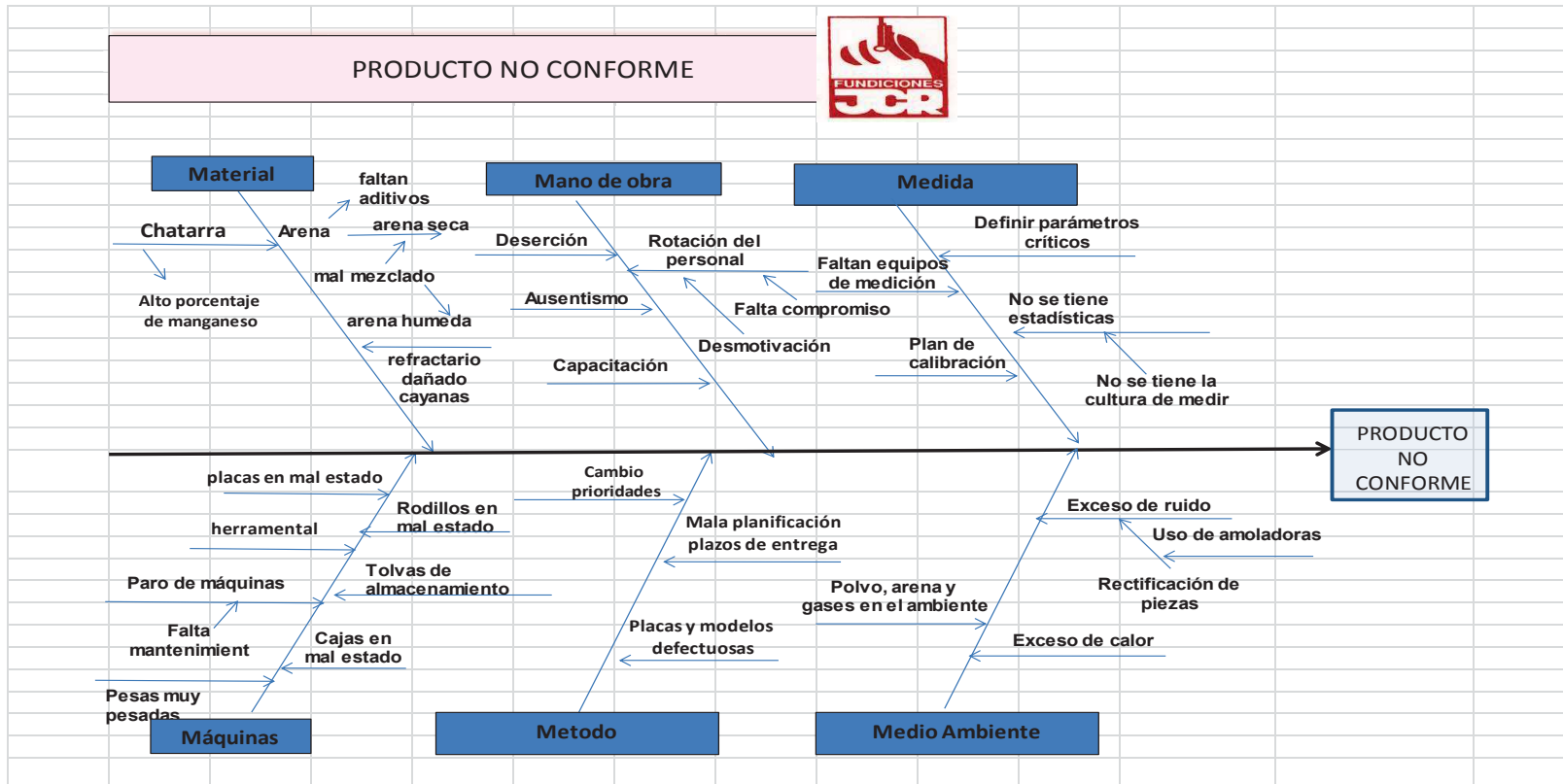
3.7 Análisis del problema

A fin de visualizar las causas potenciales de los defectos y de las no conformidades, y con el apoyo de los jefes departamentales, Supervisores y personal clave de producción, se elaboró el diagrama Causa-Efecto partiendo de una lluvia de ideas y analizando las razones para ir estructurando este diagrama que nos ayudará a establecer posteriormente posibles soluciones.

En este caso para realizar el diagrama se partió de seis elementos, conocidos como elementos sistémicos de la producción: mano de obra, materiales, maquinaria, métodos, medio ambiente y medida.

Los problemas más importantes son los siguientes:

Diagrama 3.6: Causa –Efecto: PRODUCTO NO CONFORME



Elaborado por: La Autora

Tabla 3.7: Análisis diagrama de Ishikawa producto no conforme

PROBLEMA EN EL MATERIAL	CAUSA	EFECTO
Material fundido	Alto porcentaje de manganeso	Alta probabilidad de formación perlita
	Bajo porcentaje de carbono	Rechupe en la pieza
	Alto porcentaje de carbono	Oxidación del material, por grafito libre que forma escorias
	Bajo porcentaje de silicio	Piezas demasiado blandas
Arena	Humedad en la arena	Piezas con sopladura
	Arena seca	Piezas con desprendimiento de arena e inclusiones del metal en la arena
	Arena sin aditivos (arena con baja permeabilidad, baja compactibilidad)	Pieza con desprendimiento de arena, moldes regados, moldes caídos, sopladuras.
Refractario	Refractario en mal estado en las cayanás	Se mezcla con el metal ocasionando inclusiones en las piezas

PROBLEMA EN LA MANO DE OBRA	CAUSA	EFECTO
	Rotación del personal Ausentismo Falta de compromiso Desmotivación Deserción	Retardo en la entrega del producto, piezas en mal estado, alto porcentaje de reprocesos

PROBLEMA EN LA MEDIDA	CAUSA	EFEECTO
	Falta utilización de equipos de medición. No se tiene la cultura de medir	Arena en mal estado, metal con alto o bajo porcentaje de carbono, metal con alto o bajo porcentaje de silicio
	No existen estadísticas	No se tiene historial de producto no conforme, de causas, correcciones. Falta control estadístico
	Definir parámetros críticos	No se tiene registros de la temperatura del material, de los porcentajes de carbono y silicio, permeabilidad de la arena, de la humedad de la arena.

PROBLEMAS EN LAS MÁQUINAS	CAUSA	EFEECTO
	Herramental Placas en mal estado Rodillos en mal estado Cajas en mal estado	Moldes con defectos que ocasionan piezas con defectos Moldes regados Desprendimiento de arena
	Pesas muy pesadas	Molde mal cargado
	Falta de mantenimiento de tolvas de almacenamiento	Se acumule la arena seca en la tolva, lo que ocasiona piezas con desprendimiento de arena
	Paro de máquinas por falta de mantenimiento	Retraso en la planificación por ende retraso en la entrega del producto a los clientes

PROBLEMAS EN EL MÉTODO	CAUSA	EFEECTO
	Cambio prioridades Mala planificación	Retrasos en la entrega
	Placas y modelos defectuosos	Producto no conforme

PROBLEMAS EN EL MEDIO AMBIENTE	CAUSA	EFEECTO
	Exceso de ruido, de calor. polvo, arena y gases en el ambiente	Cansancio y disminución de la productividad que ocasiona producto no conforme y retrasos en la entrega.

Elaborado por: La Autora

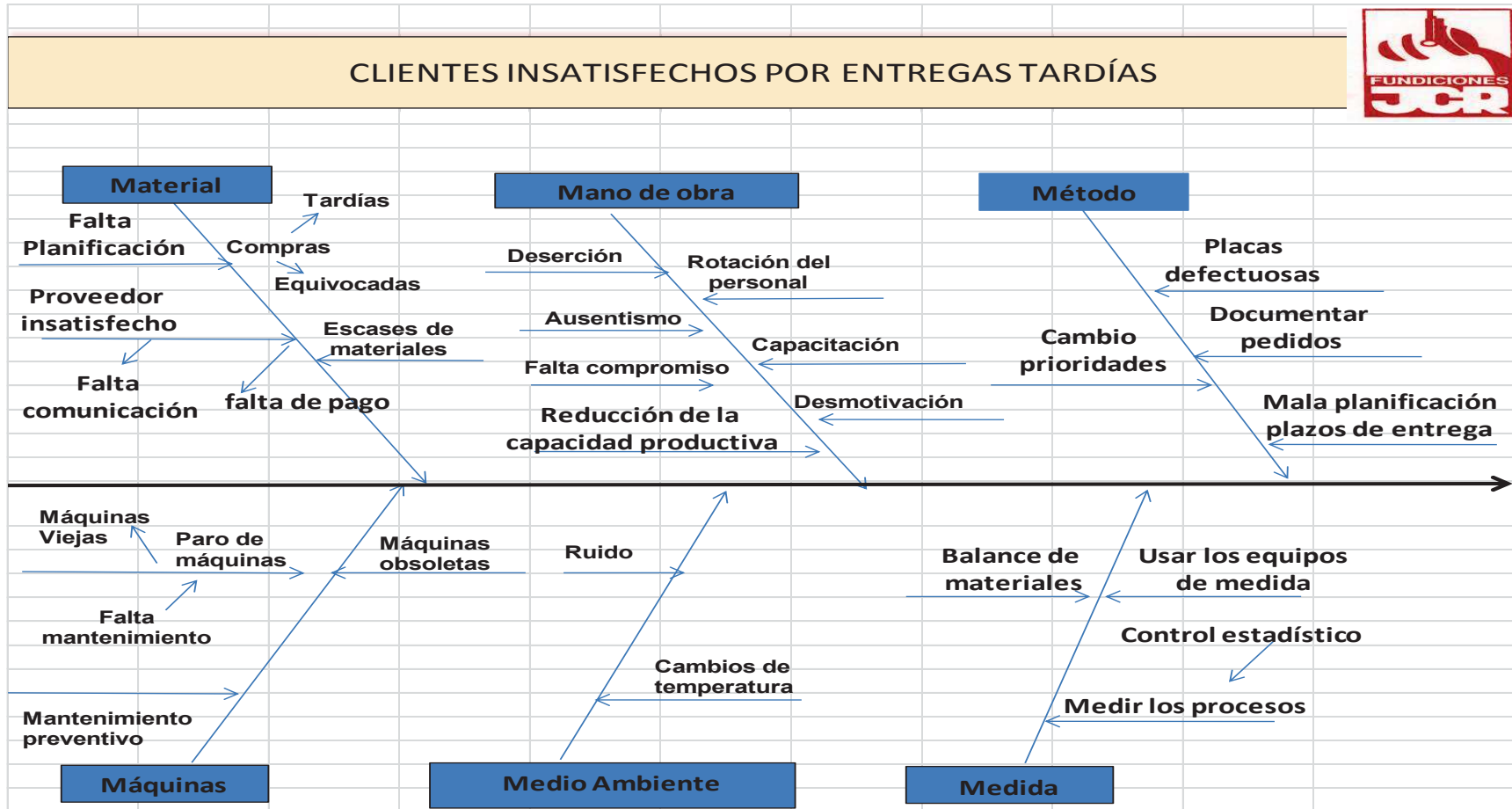
3.8 PROBLEMAS COLATERALES.

Otro de los problemas que se presentan a partir del producto no conforme es la insatisfacción del cliente por entregas tardías y en algunos casos por la calidad del servicio, por lo cual se ha realizado un análisis de causa y efecto de la insatisfacción de los clientes por entregas tardías.

El cual se puede apreciar en el Diagrama 3.7 Causa- Efecto, Clientes insatisfechos por entregas tardías. A continuación se describirá lo encontrado en el Diagrama de Ishikawa.

A nivel de materiales no se maneja stocks máximos y mínimos por una falta de planificación que ocasiona compras tardías y equivocadas, lo que genera proveedores insatisfechos y escasos de materiales.

Diagrama 3.7: Causa – Efecto: Clientes insatisfechos por entregas tardías



Elaborado por: La Autora (2011).

En cuanto a la mano de obra existen niveles de alta rotación del personal y ausentismo, con índices altos de rotación de personal. Existe una falta de compromiso, capacitación, motivación, que redundan en una reducción de la capacidad productiva.

No existe una adecuada planificación en los plazos de entrega, pues se cambian constantemente de prioridades, no se documentan los pedidos lo que genera insatisfacción en los clientes.

Las máquinas no tienen un mantenimiento preventivo, y por su estado de obsolescencia, ocasionan paros de la producción, afectando los pedidos y entregas.

No se elaboran balances de los materiales utilizados y falta de indicadores para medir los procesos.

La causa raíz de estos problemas son: la falta de planificación, organización y control en el proceso productivo, ya que, no se cumple con las órdenes de producción, tiempos de entrega.

3.9 Optimización del tiempo

Se realizó un estudio de tiempo con el fin de medir la eficacia de los actuales estándares de producción, para lo cual se utilizó la metodología de medición continua, en una muestra compuesta por dos personas y en diferentes horas seleccionados al azar, con el fin de que los resultados sean representativos de la población. Se tomó el tiempo de 4 productos que tienen una alta demanda.

Según los resultados de la toma de tiempos, se establecieron tiempos promedios, en la elaboración de una pieza por pareja de moldeadores y se los comparó con los actuales estándares, determinándose que estos son muy bajos y que existen tiempos muertos y una baja productividad.

En este contexto, se encontró la necesidad de colocar nuevos estándares, que permitan una optimización de los recursos, que redunde en un incremento de la productividad, con los consiguientes beneficios económicos. En la definición de los nuevos estándares se ha considerado los actuales, los resultados del estudio de tiempos y la duración de la jornada de acuerdo a la ley.

Para la obtención de nuevos estándares se ha considerado el 15% del tiempo para imprevistos, actividades como ir al baño, tomar agua, entre otros.

Este 15% se le multiplica por el número de piezas que se deberían realizar en la jornada de trabajo y se le resta del total de número de piezas por jornada de trabajo y de esta manera tenemos el nuevo estándar de producción.

Se ha utilizado la siguiente fórmula:

$$\# \text{ de piezas por turno} = \frac{\text{jornada de trabajo}}{\text{tiempo promedio por pieza}}$$

Los resultados del análisis son:

Producto: Cerco hunter para cajetín de medidor

Tipo de fundición: Nodular

Tipo de moldeo: Moldeo en prensa

Tabla 3.8: Análisis de tiempos producto cerco hunter

No.	ACTIVIDAD	TIEMPO 1 (Seg)	TIEMPO 2 (Seg)	TIEMPO 3(Seg)	TIEMPO 4(seg)	TIEMPO 5 (seg)	TIEMPO PROMEDIO
1	Montar Placa de moldeo	0,08	0,06	0,06	0,11	0,09	0,08
2	Llenado de arena	0,2	0,19	0,22	0,29	0,29	0,238
3	Zapateado	0,22	0,23	0,31	0,33	0,31	0,28
4	Prensado	0,33	0,31	0,34	0,4	0,4	0,356
5	Dar la vuelta al molde	0,35	0,36	0,4	0,45	0,42	0,396
6	Colocar varillas	0,45	0,46	0,52	0,5	0,49	0,484
7	Llenado de arena	0,59	1,09	0,57	1,07	1,24	0,912
8	Zapateado	1,03	1,12	1,07	1,1	1,28	1,12
9	Prensado	1,14	1,21	1,13	1,21	1,4	1,218
10	Hacer Vaciaderos	1,23	1,3	1,17	1,35	1,47	1,304
11	Levantar molde superior	1,26	1,45	1,2	1,37	1,5	1,356
12	Quitar placas	1,31	1,48	1,35	1,42	1,58	1,428
13	Unir base superior	2,13	2,05	1,57	2,01	2,25	2,002
14	Ir a dejar en piso	2,24	2,15	2,09	2,14	2,35	2,194
15	Regresar a puesto de Trabajo	2,3	2,19	2,15	2,2	2,46	2,26

Elaborado por: La Autora

$$\frac{480 \text{ min}}{2.26 \text{ min } \times \text{pieza}} = 212.382.12 \text{ piezas por turno } \times 0.15 = 31 \text{ piezas}$$

En ocho horas de trabajo actualmente se producen 120 cerco hunter en el estudio de tiempos se determinó que utilizan 2,26 minutos en la elaboración de una pieza, por lo tanto, en dicha jornada laboral deberían producir 212,38 piezas, considerando el 15% del tiempo para imprevistos.

Se considera como un Nuevo estándar 181 piezas diarias.

$$Productividad\ de\ mano\ de\ obra = \frac{181}{120} \times 100\% = 150.8\%$$

Es decir que con la implementación de este nuevo estándar la productividad será de 150%.

Producto: Tapa hunter para cajetín de medidor

Tipo de fundición: Nodular

Tipo de moldeo: Moldeo en prensa

Tabla 3.9: Análisis de tiempos producto tapa hunter

No.	ACTIVIDAD	TIEMPO 1 (Seg)	TIEMPO 2 (Seg)	TIEMPO 3(Seg)	TIEMPO 4(seg)	TIEMPO 5 (seg)	TIEMPO PROMEDIO
1	Montar Placa de moldeo	0,2	0,14	0,1	0,08	0,15	0,134
2	Llenado de arena	0,36	0,27	0,2	0,25	0,27	0,27
3	Zapateado	0,39	0,3	0,24	0,28	0,31	0,304
4	Prensado	0,51	0,44	0,34	0,39	0,44	0,424
5	Dar la vuelta al molde	0,55	0,47	0,38	0,43	0,47	0,46
6	Llenado de arena	1,04	1,03	0,47	0,48	0,59	0,722
7	Zapateado	1,07	1,07	0,51	0,56	1,04	0,85
8	Prensado	1,24	1,21	1,06	1,16	1,2	1,174
9	Hacer Vaciaderos	1,31	1,28	1,16	1,2	1,26	1,242
10	Levantar molde superior	1,34	1,32	1,2	1,24	1,31	1,282
11	Quitar placas	1,37	1,34	1,22	1,26	1,34	1,306
12	Unir base superior	1,41	1,39	1,28	1,32	1,4	1,36
13	Ir a dejar en piso	1,57	1,55	1,38	1,46	1,54	1,5
14	Regresar a puesto de Trabajo	2,03	2,01	1,47	1,5	2,01	1,804

Elaborado por: La Autora

El estándar establecido en la empresa para tapa hunter, actualmente es de 120 moldes por jornada de trabajo de 8 horas, en el estudio de tiempos se ha detectado que es muy bajo pues existen tiempos muertos durante el proceso que influyen en el bajo rendimiento de los trabajadores, se ha podido determinar que se pueden realizar 266 piezas en la jornada laboral, tomando en cuenta el 0,15 % para otras actividades, se ha considerado un nuevo estándar de 226 piezas por jornada laboral.

$$\frac{480 \text{ min}}{1,80 \text{ min } \times \text{pieza}} = 266 \text{ Piezas por jornada de trabajo}$$

$$266 \text{ piezas por jornada de trabajo} \times 0.15 = 40$$

Nuevo estándar 226 piezas por jornada de trabajo.

$$\text{Productividad de mano de obra} = \frac{226}{120} \times 100 \% = 188.3 \%$$

La productividad será de un 188%

Producto: Tapa de alcantarillado 600

Tipo de fundición: Nodular

Tipo de moldeo: Moldeo en prensa

Tabla 3.10: Análisis de tiempos producto tapa alcantarillado

No.	ACTIVIDAD	TIEMPO 1 (Seg)	TIEMPO 2 (Seg)	TIEMPO 3(Seg)	TIEMPO 4(seg)	TIEMPO 5 (seg)	TIEMPO PROMEDIO
1	Buscar caja de moldeo	0,09	0,12	0,09	0,08	0,15	0,106
2	Colocar Placa de moldeo	0,21	0,24	0,2	0,23	0,26	0,228
3	Tamizar arena	0,39	0,49	0,45	0,36	0,4	0,418
4	Llenado de arena	1,04	1,19	1,32	1,13	1,25	1,186
5	Apisonado arena	1,43	1,5	2,06	2,06	1,56	1,722
6	Llenado de arena	2,12	2,28	2,45	2,3	2,25	2,28
7	Colocar Tarima	2,21	2,37	2,54	2,44	2,41	2,394
8	Dar la vuelta al molde	2,45	2,55	3,1	3,02	2,58	2,74
9	Colocar placa y caja moldeo superior	3,12	3,14	3,3	3,25	3,2	3,202
10	Tamizar arena	3,27	3,34	3,53	3,43	3,35	3,384
11	Llenado de arena	4,05	4,22	4,19	4,22	4,2	4,176
12	Apisonado arena	4,28	4,47	4,43	4,49	4,45	4,424
13	Llenado de arena	4,55	5,21	5,3	4,58	5,1	4,948
14	Prensado	5,35	5,59	6,2	5,25	5,54	5,586
15	Hacer Vaciaderos	5,56	6,17	6,54	5,46	6,12	5,97
16	Levantar molde superior	6,03	6,25	7,04	6,05	6,24	6,322
17	Quitar placas	6,12	6,31	7,1	6,25	6,3	6,416
18	Llevar molde listo a las rieles de transporte	6,21	6,4	7,21	6,37	6,41	6,52

Elaborado por: La Autora

Actualmente, el estándar es de 45 moldes de tapa de alcantarillado de 600 por jornada de 8 horas de trabajo, según los resultados obtenidos del estudio de tiempos, se pueden realizar 73 tapas de alcantarillado, el nuevo estándar sería de 62 tapas por jornada laboral.

$$\frac{480 \text{ min}}{6,52 \text{ min} \times \text{pieza}} = 73 \text{ Piezas por jornada de trabajo}$$

73 piezas por jornada de trabajo $\times 0,15 = 11$ piezas

Nuevo estándar 62 piezas por jornadas de trabajo

$$\text{Productividad de mano de obra} = \frac{62}{45} \times 100 \% = 137,7\%$$

La productividad llegará a un 198%

Producto: REJILLA DE 320X570

Tipo de fundición: Nodular

Tipo de moldeo: Moldeo en prensa

Tabla 3.11: Análisis de tiempos rejilla

No	ACTIVIDAD	TIEMPO 1 (Seg)	TIEMPO 2 (Seg)	TIEMPO 3(Seg)	TIEMPO 4(seg)	TIEMPO 5 (seg)	TIEMPO PROMEDIO
1	Buscar caja de moldeo	0,08	0,13	0,07	0,08	0,1	0,092
2	Montar Placa de moldeo	0,2	0,25	0,19	0,22	0,21	0,214
3	Llenado de arena	0,42	0,43	0,32	0,45	0,42	0,408
4	Apisonado arena	1,02	1,06	0,52	1,09	1,04	0,946
5	Llenado de arena	1,26	1,25	1,23	1,3	1,28	1,264
6	Colocar Tarima	1,34	2,05	1,31	1,4	1,39	1,498
7	Dar la vuelta al molde	1,43	2,14	1,41	1,49	1,45	1,584
8	Llenado de arena	1,58	2,48	1,5	2,01	2	1,914
9	Apisonado arena	2,19	3,11	2,08	2,19	2,2	2,354
10	Llenado de arena	2,4	3,24	2,24	2,36	2,35	2,518
11	Prensado	3,15	4,05	2,59	3,1	3,08	3,194
12	Hacer Vaciaderos	3,31	4,28	3,11	3,24	3,2	3,428
13	Levantar molde superior	3,4	4,38	3,25	3,38	3,38	3,558
14	Quitar placas	4,09	5,07	3,58	4,06	4,05	4,17
15	Llevar molde listo a las rieles de transporte	4,2	5,17	4,11	4,18	4,15	4,362

Elaborado por: La Autora

El estándar actual en la empresa para la rejilla de 320 x 570 es de 45 unidades en 8 horas de trabajo, tomando en cuenta el tiempo de refrigerio y otros el nuevo estándar sería de 94 piezas por turno.

$$\frac{480 \text{ min}}{4,36 \text{ min} \times \text{pieza}} = 110 \text{ Piezas por jornada de trabajo}$$

110 piezas por jornada de trabajo x 0,15 por imprevistos = 16 piezas menos

Nuevo estándar = 94 piezas por jornada de trabajo

$$\textit{Productividad de mano de obra} = \frac{94}{45} \times 100 \% = 209\%$$

La productividad llegará a un 209%

3.10 Orden y limpieza

En la observación de campo efectuada también se pudo apreciar que existe una falta de orden, limpieza, aseo y señalización en los puestos de trabajo y se realizó una aplicación piloto de la técnica de gestión japonesa conocida como las 5S.

Esta metodología de trabajo pretende:

- Mejorar las condiciones del área de trabajo del personal. Es más agradable y seguro trabajar en un sitio limpio y ordenado.
- Reducir gastos de tiempo y energía.
- Reducir riesgos de accidentes laborales.
- Mejorar la calidad de la producción.
- Incrementar la seguridad en el trabajo.

Como parte del procedimiento de aplicación de esta técnica, se entregó a los empleados cartulinas rojas, para que ellos coloquen donde crean que existe artículos o herramientas inútiles que recargan el puesto de trabajo e impiden el buen desempeño.

Se realizó un análisis para determinar si efectivamente los artículos o herramientas debían ser desechados y luego se asignaron lugares específicos para cada cosa considerando la frecuencia, orden de utilización, evitando duplicación de movimientos y desperdicio de tiempo en la ejecución de los procesos.

En el área de almacenamiento de las placas de moldeo, se realizó parte del proceso de las 3S (Separar, ordenar y limpiar) como un plan piloto para conocer el impacto que tendrá, si la metodología de las 5 S se aplicará en el resto de la planta.

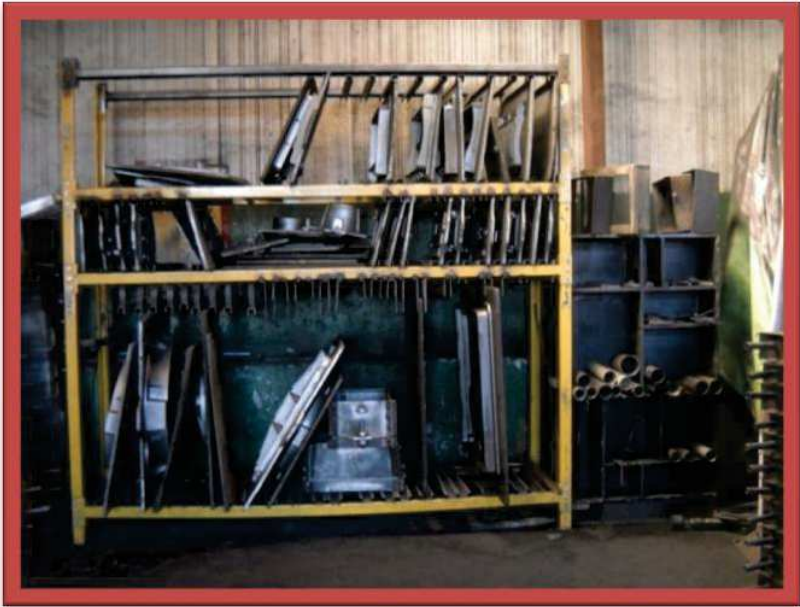
El cambio se puede apreciar en las fotos tomadas en el antes y el después.

Ilustración 3.18: 5 S Áreas de cajas de moldeo antes y después



Fuente: JCR Fundiciones

Ilustración 3.19: 5 S Almacenamiento placas modelo antes y después



Fuente: JCR Fundiciones

Después de realizar la organización y la limpieza de las placas, el lugar de trabajo quedó ordenado y limpio, lo cual facilita la localización de las placas de una manera rápida, pues, esto ayuda a que estén visibles para cualquier persona.

Los empleados involucrados respondieron favorablemente a esta iniciativa, demostrando motivación y satisfacción por la nueva imagen proyectada en sus puestos de trabajo, comprometiéndose a mantenerlos limpios, ordenados y aseados, pues podían localizar más fácilmente sus herramientas de trabajo y materiales requeridos o elaborados y sentían que su espacio de trabajo lucía más amplio.

Ilustración 3.20: 5 S Área de residuos antes y después



Fuente: JCR Fundiciones



Fuente: JCR Fundiciones

A continuación se presentan algunas fotografías de sitios que requieren la aplicación de esta metodología.

PUESTO DE TRABAJO (MOLDEADORAS PEQUEÑAS)

Ilustración 3.21: 5 S a implementar puesto de trabajo moldeadoras pequeñas



Fuente: JCR Fundiciones

RECEPCION DE MATERIA PRIMA

Ilustración 3.22:5 S a implementar recepción de materia prima



Fuente: JCR Fundiciones

ÁREA DE MANTENIMIENTO

Ilustración 3.23:5 S a implementar Área de mantenimiento



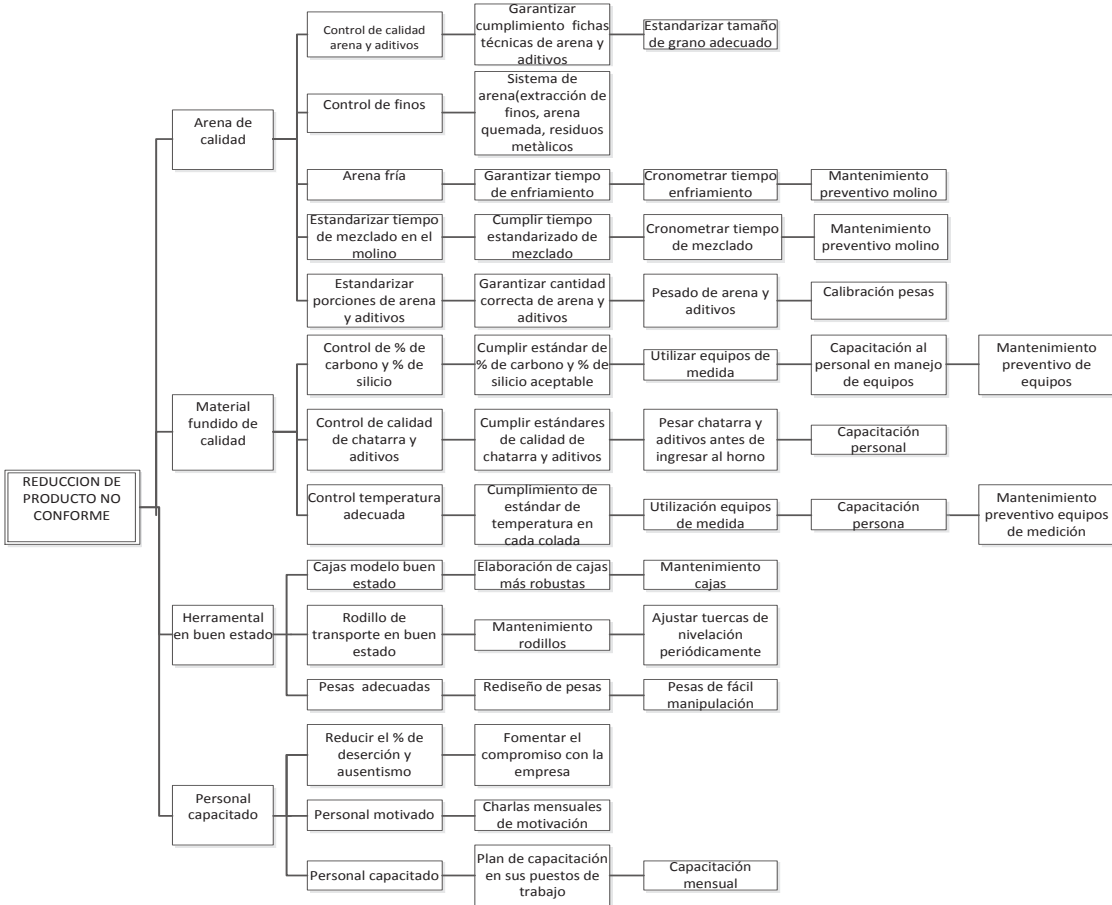
Fuente: JCR Fundiciones

3.11 IDENTIFICACION DE CAUSAS

Reducción de producto no conforme

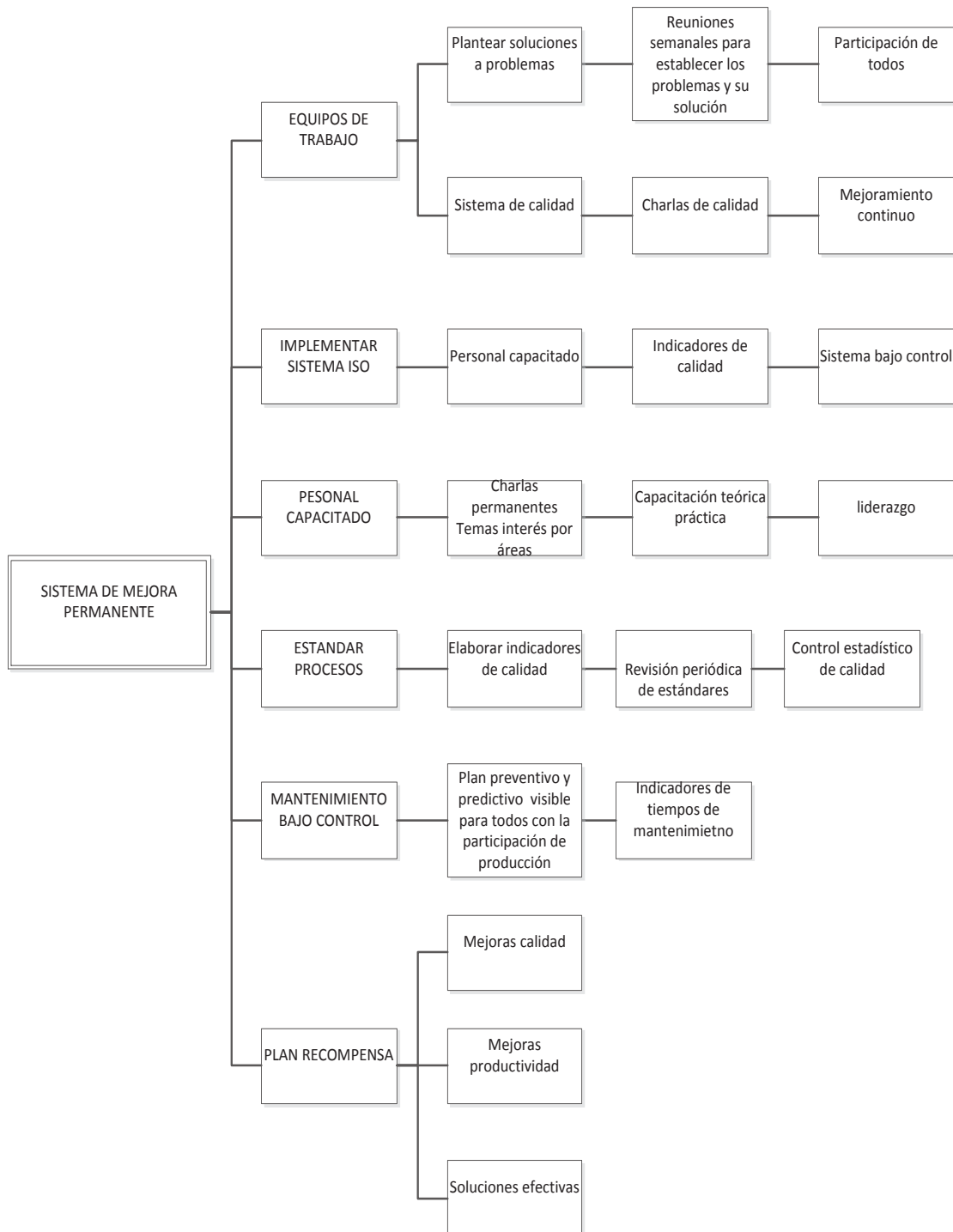
El problema más impactante que se encontró es el de producto no conforme y las causas y efectos de mayor importancia ya fueron determinadas en el diagrama de Ishikawa. Para encontrar las alternativas de solución se ha utilizado el diagrama de árbol, que es una variante que permite explicar los vínculos racionales entre los diferentes niveles, para definir las potenciales soluciones para lo que se utiliza el Diagrama 3.8 de árbol de reducción de producto no conforme y en 3.9 el Diagrama de árbol mejora permanente se evidencia.

Diagrama 3.8: Diagrama de árbol de reducción de producto no conforme



Elaborado por: La Autora

Diagrama 3.9: Diagrama de árbol mejora permanente



Elaborado por: La Autora

3.12 PROPUESTA DE MEJORA

Considerando las soluciones determinadas utilizando los Diagramas 3.8 y 3.9 se procede a escoger aquellas más viables que generen mayor impacto en el desempeño de los procesos de la organización.

- **MANTENIMIENTO DE PLACAS DE MOLDEO**

En cuanto a placas modelo se propone que el departamento de Modelería tenga un plan de mantenimiento de las placas moldeo que permita su adecuada conservación, identificación y almacenamiento, a fin de cumplir con la planificación del Departamento de Producción, optimizar el tiempo y recursos que permitan cumplir los objetivos.

La planificación se realizará utilizando el diagrama de Gantt en un pizarrón visible en el Departamento de Modelería, donde se podrá verificar diariamente su cumplimiento. Adicionalmente, se elaborarán reportes de novedades semanalmente, mismos que serán informados a todas las áreas involucradas.

- **MEJORA DEL DISEÑO EN LA PLACAS DE MOLDEO**

Se propone un cambio total en las cajas del moldeo, utilizando un tol de 5mm de espesor, de ese modo se eliminará el porcentaje de desperdicios que se produce por el mal estado de las cajas.

- **REEMPLAZO DEL SISTEMA DE TRANSPORTE DE CAJAS DE MOLDEO**

Reemplazar el sistema de transporte con el que actualmente se cuenta por un sistema elaborado con material de mayor resistencia como UPN de 200 x 6 y

ángulos de 75x 8mm los cuales resistirán de mejor manera el peso de los moldes, los cuales son de aproximadamente 70 kilos.

- **IMPLANTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

La propuesta se refiere a establecer un plan de mantenimiento preventivo en el que intervengan los jefes departamentales, verificable mediante una lista de chequeo semanal en el que se indique el estado de funcionamiento de la maquinaria, evitando la paralización de la misma intempestivamente, afectando el proceso de producción.

- **CONTROL DE CALIDAD DE LA ARENA**

Para disponer de una arena de calidad se deben realizar tres pruebas por turno: de resistencia, humedad, dureza y compactibilidad, garantizar el tiempo de mezclado por medio de la cronometrización del tiempo. También se propone implementar un sistema de extracción de finos, que garantizará la calidad de la arena, eliminando los finos, los cuales son la arena quemada que producen defectos en la fabricación de las piezas.

Se debe estandarizar las porciones de arena y aditivos que deben ingresar al molino, pesándolos en cada carga, para lo cual se requiere la adquisición de balanzas.

Establecer un sistema de control de calidad, se llevarán registros diarios de las diferentes pruebas que se deben realizar para garantizar la calidad de la arena de moldeo.

- **IMPLANTACIÓN DE ESTANDARES DE CALIDAD PARA EL MATERIAL FUNDIDO**

Cumplir con los estándares establecidos para garantizar la calidad del material, mediante el cumplimiento de los procedimientos como: medición de temperatura, porcentaje de carbono y porcentaje de silicio del material, pesar todo lo que ingresa al horno (insumos, chatarra y retorno) lo que requiere la realización de pruebas por colada y su respectivo registro como parte del control. Se deben establecer formatos que ayuden a la retroalimentación del proceso.

- **PLAN DE CAPACITACIÓN**

Para poder cumplir con esto se requiere realizar un plan de capacitación y charlas de motivación, logrando disminuir el ausentismo, el proceso de reclutamiento y selección de personal debe ser por perfiles y competencias. Llevar un registro sobre las capacitaciones a realizarse. Implementar un sistema de incentivos para los mejores empleados.

Se recomienda tener un plan de capacitación de un mínimo de 20 horas, en el cual se incluyan charlas generales para el bienestar del personal ya sea físico, mental y charlas específicas para cada área de producción, como son: arenas, moldeo, fundición, entre otros.

- **IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD**

La implementación y la certificación del sistema de calidad ISO garantizaran que todos los procesos se encuentren documentados y estandarizados, se deben fijar indicadores de calidad que reflejen la mejora continua en cada departamento.

Optimización de tiempos

Se ha podido determinar que existe una subutilización del tiempo del personal del área de producción, por lo que se establecieron nuevos estándares de 4 productos, con cuya aplicación la productividad se incrementará en un 90% en promedio.

En el proyecto se establece una metodología para la medición de tiempos, el cual podría ser aplicado a todos los productos que elabora la compañía.

5 s

Se realizó un plan piloto para determinar la aceptación que el personal tenía ante la implementación de las 5 S, satisfacción, compromiso y aceptación

Para la implantación de las 5 S en la organización, se preparó mentalmente a los empleados del área de producción para que acepten las 5 s, para de esta manera crear un ambiente de trabajo limpio higiénico agradable y seguro, que al extenderlo a todo el personal redundará sustancialmente en el estado de ánimo, moral y motivación de los empleados, al comprender que esta técnica facilita su trabajo, minimiza el esfuerzo y les permite disponer de espacios más amplios.

Simultáneamente se obtendrán beneficios como mejoras de eficiencia en el trabajo, incrementar confiabilidad de las máquinas, mejora de procesos beneficios económicos para la empresa y reducción de accidentes.

Como una variante de las 5 s se propone aprovechar nuestras costumbres y realizar mingas periódicas de limpieza y organización para que la gente se habitúe y entienda lo beneficioso de tener un puesto de trabajo bajo las 5S.

Se recomienda realizar concursos entre los trabajadores para revisar el estado de las 5 S en cada puesto de trabajo y posteriormente seleccionar el mejor y peor puesto de trabajo. Al mejor se le entrega un reconocimiento y al peor una escoba y un balde, que es un incentivo para mejorar su trabajo ya que en una próxima ocasión será otro el que reciba estos elementos. Las evaluaciones se realizarán de forma periódica.

4. CAPITULO IV.

ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

4.1. INVERSIÓN A CORTO PLAZO

Para poder cuantificar la propuesta mencionada anteriormente a corto plazo como: la elaboración de nuevas cajas de moldeo, cambio del sistema de transporte de molde y control de pesaje de materiales.

Se obtuvieron algunas cotizaciones para conocer el costo total de esta inversión.

Tabla 4.1 Inversión a corto plazo

CANTIDAD	ITEM	ESPECIFICACIONES	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL
2	BALANZAS	electrónica de 30 kilos de capacidad	240,00	480,00
50	TOOL NEGRO	Lizo de 5 mm	114,73	5.736,50
5	PERFIL	UPN 200 X 6	211,15	1.055,75
18	TUBO	Redondo de 6 mm	9,41	169,38
23	ANGULO	75 x 8 mm	66,50	1.529,50
250	PERNOS	Hexagonal ½ x 1½	0,21	52,50
250	RODELA	Presión ½	0,04	10,00
800	PERNOS	Hexagonal 3/8 x 2 1/2	0,17	135,00
800	RODELAS	Presión 3/8	0,03	24,00
16 h/semestre	CAPACITACIÓN	Mejoramiento continuo, motivación y calidad	40,00	640,00
1	IMPLEMENTACIÓN ISO 9001	Asesoramiento, capacitación y certificación	6.000	6.000
TOTAL				15.832.63

Elaborado por: La Autora

Los valores mencionados anteriormente se pueden verificar en las cotizaciones de Anexo 3, Anexo 4, Anexo 5.

Los costos descritos se tomaron en cuenta para hacer la mejora en las cajas de moldeo, haciéndolas más robustas y resistentes. A su vez se cotizó para la realización de un nuevo sistema de transporte, con materiales más robustos.

En la actualidad, la empresa es la que se encarga de fabricar las cajas de moldeo y los sistemas de transporte, por lo que la implementación de los cambios es realizable en un corto tiempo.

El porcentaje de rechazo por moldes regado es 25.8% y por molde mal pesado es del 4%, los cuales se estiman se reducirán en un 80%, ya que este proceso depende mucho del capital humano y si este falla se tiene producto no conforme.

La implementación del sistema de gestión de calidad ISO 9001 - 2008 permite a la empresa incrementar la aceptación de sus clientes por la garantía de calidad de sus productos, tanto a nivel nacional como internacional, mejorar el servicio y desarrollo de productos y por ende su eficiencia operacional, reduciendo gastos y desperdicios.

Obtener la certificación ISO garantizará el mejoramiento continuo de la empresa. Este es un proceso que inicia con el levantamiento de los procesos y la realización de procedimientos donde consta todos los pasos para desarrollar cada una de las actividades

Con la implementación de esta mejora, los costos de producción disminuirán como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 4.2 Beneficios económicos por implementación de la propuesta

PRODUCCIÓN PRIMER SEMESTRE 2011	PRODUCTO NO CONFORME (kilos)	29.8 % por moldes regados y mal pesado	COSTO POR NO FACTURAR POR REPROCESO
941.080.58	33.296.7	9.922.41	\$ 29.767.23

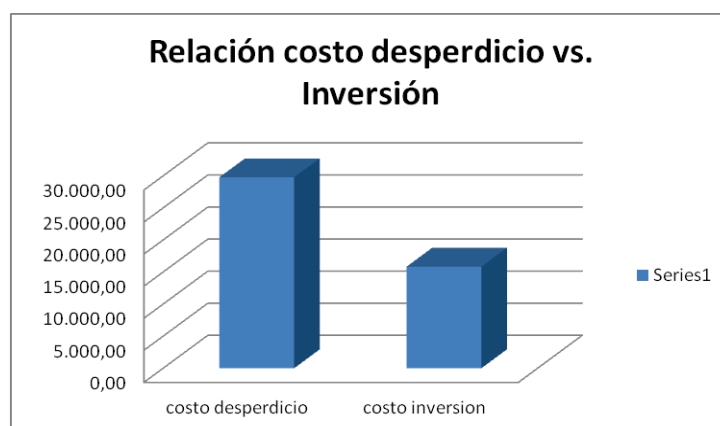
Elaborado por: La Autora

Para la estandarización de pesado el área de arenas y chatarra se ha cotizado las balanzas para su adquisición, lo que ayudará a cumplir con las fórmulas de preparación establecidas.

El mejoramiento continuo requiere de capacitación con un mínimo de 20 horas anuales en el área productiva, motivación, calidad y seguridad industrial.

Relacionando los costos de la mejora que son de \$ 15.832,63 con el costo de producto no conforme que asciende a \$29767,23 se puede determinar que la nueva inversión representa el 53.18% respecto del beneficio que se puede obtener.

Ilustración 4.1 Relación costo desperdicio vs. Inversión



Elaborado por: La Autora

4.2 Inversión a largo plazo

La propuesta considera que la empresa debe invertir en un sistema integral de arenas, para de esta manera reducir el porcentaje de defectos por causa de desprendimiento de arena, que actualmente está en un 33.4%.

Los valores mostrados a continuación se podrán verificar en el Anexo 6.

Tabla 4.3 Valor de la inversión a largo plazo

ITEM	ESPECIFICACIONES	VALOR
Sistema integral de arena	Sistema de almacenamiento Transporte Extracción de finos Mezclado de arena de moldeo	\$55.000,00
Transporte internacional, flete, impuestos		\$30.000,00
Impuestos nacionales, pago verificadora, trámites aduaneros		\$20.000,00
Infraestructura, instalación y puesta en marcha		\$30.000,00
TOTAL		\$135.000,00

Elaborado por: La Autora

Defectos por desprendimiento de arena

En el primer semestre del 2011 se pudo constatar que del total de producto no conforme el 33.4% son causados por desprendimiento de arena.

Tabla 4.4 Porcentajes de las causas que originan producto no conforme primer semestre 2011

TIPO DE DEFECTO	PORCENTAJE
mal colado	5,6
desprendimiento arena	33,4
mal pesado	4,0
hervido	7,6
molde regado	25,8
unión fría	9,6
rechupe	11,5
hierro gris	2,5

Elaborado por: La Autora

Tabla 4.5 Costo del reproceso

PRODUCCIÓN 1 SEMESTRE 2011 (KILOS)	PRODUCTO NO CONFORME (kilos)	33.4% por desprendimiento de arena	COSTO POR NO FACTURAR POR REPROCESO
941.080.58	33.296.7	11121.1	\$33363.3

Elaborado por: La Autora

Si se proyecta este valor a un año representa \$ 66.726 por lo cual en aproximadamente 24 meses se recuperará la inversión, debido a que el sistema de arenas tendrá el proceso bajo control.

Relacionando los costos de la mejora que son de \$135.000.00 con el costo anual de producto no conforme que asciende a 66.726, se puede determinar, que aunque esta representa el doble, existen otros beneficios que se deben considerar como son la solución de los problemas colaterales que provocan insatisfacción e inconformidad en los clientes por los productos no conformes.

4.3 PLAN DE ACCIÓN

Tabla 4.6 Plan de acción

ACTIVIDAD	TIEMPO	RECURSOS	RESPONSABLE	COMENTARIO
Elaboración de nuevas cajas	1 mes	TOLL NEGRO TUBO REDONDO	JEFE DE PRODUCCIÓN	
Elaboración de sistema de transporte	2 meses	ÁNGULOS, PERNOS, RODELAS, PERFILES UPN	JEFE DE PRODUCCIÓN	
Adquisición balanzas	15 días	BALANZAS	ADQUISICIONES	
Capacitación	3 meses	INSTRUCTOR	RECURSOS HUMANOS	
Plan de mantenimiento preventivo y predictivo	1 mes	Capacitación del personal	JEFE DE MANTENIMIENTO	
Implementación 5 S	4 meses	Capacitación del personal	DIRECTIVOS Y JEFES DE AREA	
Implementación ISO	10 meses	Empresa asesora y certificadora	GERENCIA GENERAL CONTROL DE CALIDAD	
Implementación sistema integral de arena	10 meses	Maquinaria, personal capacitado para el montaje	GERENCIA GENERAL	Para la implementación de este sistema se debe realizar obras de infraestructura.

Elaborado por: La Autora

4.4 Cronograma de implementación de la propuesta.

Diagrama 4.1 Cronograma implementación propuesta

	ACTIVIDADES	TIEMPO	MESES										
			ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
1	Elaboración de nuevas cajas	1 mes	■										
2	Elaboración de sistema de transporte	2 meses	■	■									
3	Adquisición balanzas	15 días		■									
4	Capacitación	10 meses			■	■	■						
5	Elaboración Plan de mantenimiento preventivo	1 mes	■										
6	Implementación 5 S	4 meses		■	■	■	■						
7	Implementación ISO 9001		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
7	Implementación sistema integral de arena	10 meses	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Elaborado por: La Autora

5. CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

1. Para determinar los problemas de mayor importancia se realizó una matriz de jerarquización con la intervención de los trabajadores, jefes de cada área y se encontró que los tres problemas de mayor impacto son: producto no conforme, trabajo en equipo y herramental, seleccionando al de mayor importancia el producto no conforme.
2. De la aplicación de la herramienta conocida como diagrama de Ishikawa se identificaron las causas y los efectos del problema producto no conforme determinándose como causas más relevantes la alta rotación del personal, desmotivación, inexistencia de control estadístico, falta de estandarización en los procesos, el uso inadecuado de equipos de medición, herramental en mal estado, es decir placas modelos, rodillos y cajas. Causas que sirvieron de base para realizar el respectivo análisis y la propuesta de mejora.
3. Al realizar el estudio de tiempos, se encontró que los estándares que la empresa utiliza son muy bajos, ya que al calcular nuevos estándares se determinó que con su implementación se incrementará la productividad en un promedio del 90%.
4. Del plan piloto de las 5 S realizado en algunas áreas de la empresa con la ayuda del personal involucrado, se encontró que existía desorden, herramental obsoleto, uso inadecuado del espacio que generaba retardo en el trabajo, desmotivación, riesgos de accidentes, entre otros. Con una adecuada motivación los empleados colaboraron para que los puestos de trabajo tengan orden, aseo y limpieza.

5. Luego del estudio realizado se concluye que es necesario la implantación de estándares de calidad, en todos los procesos de la organización con la finalidad de disminuir el porcentaje de producto no conforme, reducir costos de producción, y mejora de la calidad del producto.

5.2 RECOMENDACIONES:

1. Se recomienda implementar los cambios en la calidad de las cajas, en el rediseño de las pesas, los rodillos de transporte, placas modelo, calidad de la arena y calidad del metal, los cuales influyen significativamente en el porcentaje de producto no conforme y el costo de este reproceso que es del 38% el total de las ventas, que afecta directamente a la utilidad y en consecuencia a la productividad y rentabilidad de la empresa.
2. Extender la aplicación del modelo de las 5 S que fue implementado como plan piloto en una de las áreas de la empresa, ampliándola a toda la organización ayudara a tener una empresa ordenada y aportara con grandes beneficios a toda la organización.
3. La implementación del sistema de arenas como propuesta sugerida garantizara la calidad de la arena, aumentara la productividad; lo cual se evidenciara en la reducción de desperdicios causados por desprendimiento de arena.
4. La empresa deberá implementar un sistema de mejora continua que incluya el trabajo en equipo, detectar y solucionar problemas, la implementación del sistema ISO, la priorización de la capacitación del personal, la estandarización de procesos fijando indicadores de calidad, un sistema de control estadístico de la calidad y un plan predictivo y preventivo de mantenimiento.
5. Diseñar de un plan de capacitación al personal tanto en actividades de su puesto de trabajo, como en calidad, relaciones humanas, liderazgo y otros que los motiven y comprometan.

BIBLIOGRAFÍA

Libro:

ALEXANDER SERVAT, ALBERTO. (2002). *Mejora continua y acción correctiva*. Prentice Hall. México

APRAIZ BARREIRO, JOSE.(1978). *Fabricación de hierro, aceros y fundiciones*. Limusa, S.A. de ediciones. España.

ARENAS REINA, JOSE MANUEL.(2000).*Control de Tiempos y Productividad ¡La ventaja competitiva!* .Parainfo Thomson Learning.

CAMISON CESAR. *Gestión de calidad. Conceptos, enfoques, modelos y sistemas*. Editorial Alberto Cañizal. Pearson Educación S.A. Madrid.

ESCUELA POLITÈCNICA NACIONAL. FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA.(1979). *La fundición nodular*.

Gibson, James .(2001).*Las organizaciones. Comportamiento estructura procesos*. Mc Graw Hill Interamericana de Chile Ltda.

GITLWY HOWARD S. Y GITLOW SHELLY. (1992).*Como mejorar la calidad y la productividad con el método Deming*. Grupo Editorial Norma. Colombia 1992.

HARRINGTON H. J. HARRINGTON. (1993). *Mejoramiento de los procesos de la empresa*. Mc. Graw Hill. Colombia.

IMAI, MASA AKI. (1998). *Como implementar el Kaizen en el sitio de trabajo*. Mc Graw Hill. Colombia.

IMAI, MASA AKI. (2000). *Kaizen La Clave de la Ventaja Competitiva Japonesa*. Compañía Editorial Continental.

LÓPEZ VICENTE, JOSE MANUEL.(1987). *Mecánica de Taller, Materiales Metrología I*. Editorial Cultural S.A.

MANUAL DEL SISTEMA. (2005) *Instrucciones para la operación y el mantenimiento*. Archivo de Instel/Inductoterm. Brasil.

REY SACRISTAN, FRANCISCO. (2005). *Las 5 S: Orden y limpieza en el puesto de trabajo*. Fundación Confemetal.

SCHERKENBACH, WILLIAM. *La ruta Deming a la Calidad y la Productividad vías y barreras*. Editorial Continental.

Documento de Internet:

DRA. STELA ORDOÑEZ: *Departamento de Ingeniería Metalúrgica*. Universidad Santiago de Chile. (2011)

<http://www.metalurgiausach.cl/TECNICAS%20EXPERIMENTALES/UNID8.pdf>.

Descargado 12/07/11

ANEXOS

ANEXO 1

PRODUCCION - ACUMULADA /2009											
A DICIEMBRE / 2009						NODULAR					
REFERENCIA	PESO BRUTO CON VACIADERO	PESO UNITARIO	PRODUCCION EN UNIDADES	RECHAZOS UNOS	RECHAZOS KILOS	TOTAL UNDS BUENAS	KILOS PRODUCIDOS BRUTOS	TOTAL KILOS PRODUCIDOS NETOS	KILOS DESPUES DE RECHAZOS	% DE RECHAZOS UNDS	% DE RECHAZOS KILOS
TAPA 600 250 KN	42,9	39,0	669	43	1677	626	28700,3	26091	24434	6,43	6,43
CERCO 600 750 KN	24,2	21,0	704	29	525	675	17036,8	14784	14259	3,55	3,55
TAPA DE 600 400 KN	48,4	44,0	74	5	220	69	3581,6	3256	3036	6,76	6,76
TAPA DE 635 125 KN	28,5	26,0	5181	331	8606	4850	147658,5	134706	126100	6,39	6,39
CERCO DE 635 125 KN	12,1	11,0	4957	99	1089	4858	59979,7	54527	53088	2,00	2,00
TAPA DE 600 125 KN	25,5	24,0	721	25	600	696	18385,5	17304	16704	3,47	3,47
CERCO DE 600 125 KN	11,0	10,0	727	24	240	693	7887	7170	6930	3,35	3,35
TAPA DE ARQUETA DE 80 X 60	37,2	31,00	303	44	1364	259	11271,6	9393	8029	14,52	14,52
CERCO ARQUETA DE 60 X 60	8,4	7,00	303	11	147	282	2345,2	2121	1974	6,93	6,93
TAPA FLIP	0,38	0,25	13546	608	152	12938	5147,48	3386,5	3234,5	4,49	4,49
TAPA HUNTER PORTOVIEJO	2,86	1,93	2564	130	250,9	2424	7304,44	4929,22	4678,32	5,09	5,09
TAPA HUNTER	2,50	2,00	17086	673	1346	16423	49578,4	34192	32846	3,94	3,94
CERCO HUNTER MODIFICADO	2,00	1,71	4400	162	259,52	4238	8800	7524	7264,08	3,45	3,45
CERCO HUNTER	2,99	2,60	14885	648	1684,8	14237	44506,15	38701	37016,2	4,35	4,35
TAPA PETIT	1,00	0,80	20	2	1,6	18	20	16	14,4	10,00	10,00
TAPA # 3 GUANO	2,70	2,40	1586	212	568,8	1374	4282,2	3806,4	3297,6	13,37	13,37
TAPA CAJON DE ALUMINIO	13,50	12,00	134	4	48	130	1809	1608	1560	2,99	2,99
TAPA 800 X 600	78	65,00	124	14	910	110	9077	9060	7150	11,20	11,20
TAPA 800 X 300	43,2	36,00	28	1	36	27	1209,6	1008	972	4,57	4,57
TAPA TRIANGULAR	44,00	37,00	6	0	0	6	264	222	222	0,00	0,00
TAPA CUADRADA 70 X 70	48,0	46,00	17	0	0	17	816	782	782	0,00	0,00
CERCO DE 70 X 70	16,0	14,00	15	0	0	15	240	210	210	0,00	0,00
REJILLA DE 300 X 600	18,0	15,80	1539	25	395	1514	27702	24316,2	23921,2	1,62	1,62
CERCO DE 300 X 600	16,2	13,40	1853	104	1383,6	1449	25138,6	20910,2	19416,6	6,70	6,70
CERCO DE 40 X 40	8,04	6,70	401	8	33,6	393	3224,04	2686,7	2633,1	2,00	2,00

TAPA DE 40 X 40	15,8	13,40	457	55	797	402	7770,8	6173,8	5386,8	12,04	12,04
TAPA 600 400 KN	48,4	41,00	4	0	0	4	193,6	178	176	0,88	0,00
TAPA TRIPLEFORO	2,415	2,10	196	3	6,3	152	376,74	327,8	321,3	1,99	1,92
TAPA - II 2 LAGO AGRIO	2,645	2,30	325	74	170,2	751	3182,175	1897,5	1727,2	8,97	8,97
BOCINES	0,36	0,30	80	22	5,5	58	78,8	24	17,4	27,60	27,60
BOCIN DIAMETRO 71	1,8	1,50	15	1	1,5	14	27	22,5	21	6,67	6,67
BOCIN DIAMETRO 91	2,2	2,00	17	1	2	11	26,4	24	22	8,33	8,33
REJILLA MODULAR 1000 X 600	66,00	60,00	19	2	120	17	1254	1140	1020	10,53	10,53
REJILLA MODUL AP 1000 X 500	60,50	55,00	3	1	55	2	381,5	165	110	33,33	33,33
TAPA HORMIGONABLE 60 X 60	49,00	42,1	137	10	421	122	4488	1557,2	1136,7	7,58	7,58
CERCO HORMIGONABLE 60 X 60	33,30	29,00	134	31	399	133	5494	4756	3957	18,90	18,90
TAPA HORMIGONABLE 70 X 70	72,00	65,80	55	6	354,8	47	3960	3610	3224,7	10,91	10,91
CERCO HORMIGONABLE 70 X 70	42,00	39,00	48	1	78	46	3016	1972	1794	4,17	4,17
TAPA OVALADA	3,80	3,40	2360	54	191,6	1066	3858	3024	2892,4	4,35	4,35
CAJON OVALADO	6,40	5,00	2010	133	565	1897	12884	10060	8485	5,67	5,67
POLEA DE 20"	65,0	60,00	8	1	50	7	420	480	420	12,50	12,50
POLEA DE 24"	86,0	80,00	4	0	0	4	344	320	320	0,00	0,00
COLLARIN 88 - 108	1,15	1,00	284	30	30	134	325,6	284	254	10,56	10,56
REJILLA VERTICAL 12 H	5,5	5,00	30	5	35	25	155	150	125	16,67	16,67
CERCO DE 800	25	19,00	3	0	0	3	69	57	57	0,00	0,00
REJILLA DE 600	47	44,00	1	0	0	1	47	44	44	0,00	0,00
CERCO DE REJILLA DE 60 X 60	42	20,00	161	19	360	143	4541	3270	2860	11,18	11,18
REJILLA DE 60 X 60	52,8	48,00	123	19	912	104	6494,4	5904	4992	15,45	15,45
REJILLA 320 X 570	18,5	11,70	689	27	315,9	662	17746,5	8061,3	7745,4	3,97	3,97
CERCO DE 320 X 570	14,8	11,60	621	26	301,6	585	9190,8	3203,8	6907	4,19	4,19
CERCO DE 800 125 KN	32,5	30,00	420	14	110	409	13650	12000	12270	2,61	2,62
TAPA DE 800 175 KN	64,40	56,00	427	27	1517	4511	30718,8	25712	25200	5,66	5,66
TAPA DE 800 400 KN	78,00	67,80	1	0	0	1	78	67	67	0,00	0,00
CHIRIMOLLA	1,9	1,60	123	18	28,8	100	233,7	196,8	168	14,68	14,68
BASE CON PERFORACIONES METALTRONIC	1,82	1,01	210	8	8,56	202	382,2	224,7	216,14	3,81	3,81
MARIAS METALTRONIC	0,7	0,60	140	25	15	118	170,1	145,8	130,8	10,29	10,29

BOCÓN METALTRONIC P.	2,5	1,80	92	8	14,4	84	230	185,0	153,2	8,70	8,70
BOCÓN METALTRONIC G.	3,2	2,80	173	4	11,2	119	383,6	344,4	333,2	3,25	3,25
TUERCA METALTRONIC	1,1	0,80	186	4	3,2	182	236,6	198,8	145,6	2,15	2,15
PIEZAS METALTRONIC	5,5	5,00	6	0	0	6	38	30	30	0,00	0,00
COLLARIN PEQUEÑO	0,6	0,50	57	14	7	43	34,2	28,5	21,5	24,56	24,56
COLLARIN 158-182	1,7	1,30	5	0	0	5	8,5	7,5	7,5	0,00	0,00
COLLARIN 65 mm	0,9	0,80	732	115	97	817	668,8	585,5	495,6	15,73	15,71
COLLARIN 55-71	0,7	0,47	12	0	0	12	8,4	5,84	5,64	0,00	0,00
SELLO CNT	2,2	2,20	18	2	4,4	51	32,1	28,0	24,2	15,38	15,38
BOCÓN METALTRONIC DIAMETRO 8 CMS	8,0	7,00	8	0	0	8	72	56	56	0,00	0,00
BOCÓN PEQUEÑO	1,0	0,80	24	0	0	24	24	19,2	19,2	0,00	0,00
BURS METALTRONIC	1,2	1,00	32	0	0	32	38,4	32	32	0,00	0,00
PIRÓN SEGÚN MUESTRA	5,5	5,00	1	0	0	1	3,5	8	5	0,00	0,00
ANILLO SEGÚN MUESTRA	38,0	35,00	1	0	0	1	38	35	35	0,00	0,00
BRAZO MOLINO	36,0	30,00	1	0	0	1	98	90	30	0,00	0,00
ELEMENTO DE PRENSA	25,0	22,00	1	0	0	1	25	22	22	0,00	0,00
RUEDA TROLEY PEQUEÑO	80,0	25,00	6	0	0	6	180	150	150	0,00	0,00
RUEDA TROLEY GRANDE	34,0	30,00	11	0	0	11	874	530	330	0,00	0,00
POLEA SEGÚN MODELO	70,0	60,00	1	0	0	1	70	60	60	0,00	0,00
PIEZAS ESPECIALES	9,5	8,15	8	2	0	5	47,5	40,78	40,78	0,00	0,00
RETRAINER DE 4"	1,4	0,82	372	38	33,06	833	1220,8	758,64	774,48	4,46	4,36
RETRAINER DE 6"	2,3	1,50	4712	133	188,5	4579	10837,6	7008	6778,4	4,30	4,10
RETRAINER 12"	12,5	8,60	556	18	154,8	1336	5838,88	6780,6	4626,8	3,24	3,24
RETRAINER 10"	11,4	7,00	203	35	251	170	2254,2	1421	1180	16,26	16,26
RETRAINER DE 8"	8,10	3,09	2909	164	362,76	2748	8017,8	6079,83	5737,05	5,64	5,64
BARREL DE 6" ENSAYO	14,80	10,30	4	0	0	4	57,6	41,2	41,2	0,00	0,00
PROBETA DE TRACCION	7,0	7,00	61	0	0	61	427	427	427	0,00	0,00
YUNQUE SEGÚN MODELO	12,0	8,50	1	0	0	1	12	8,5	8,5	0,00	0,00
LINGOTERA PARA CONSUMO INTERNO	54,0	40,00	1	0	0	1	54	40	40	0,00	0,00
TAPA CENTRAL T.D.	87,0	88,00	28	0	0	28	2716	2464	2464	0,00	0,00
SUPORTE CENTRAL T.D.	15,5	11,00	38	0	0	38	434	308	308	0,00	0,00

SOPORTE LATERAL T.O.	15,5	11,00	28	0	0	28	431	308	308	0,00	0,00
SOPORTE PRINCIPAL T.O.	20,8	19,00	17	3	57	14	353,6	323	326	17,65	17,65
CAJON TAPA DESARMABLE	5,4	5,40	14	0	0	14	89,5	75,6	75,6	0,00	0,00
SOPORTE IZQUIERDO T.O.	18,5	13,60	20	0	0	20	310	272	272	0,00	0,00
SOPORTE DERECHO T.O.	18,5	13,60	20	0	0	20	310	272	272	0,00	0,00
REJILLA VERTICAL 10 H	6,5	6,00	6	1	5	5	39	36	30	16,67	16,67
REJILLA DE 1000 X 400 NODULAR	57,0	47,40	172	2	94,8	170	9804	8152,8	8058	1,15	1,16
REDILITAS QUEMADOR	3,0	2,60	381	148	284,8	493	1748	1510,5	1125,8	25,47	25,47
TAPA ESTACION DE GASOLINA	5,8	5,20	8	6	31,8	2	34,4	42,4	16,5	75,00	75,00
CERCO TAPA ESTACION DE GASOLINA	12,3	10,50	5	0	0	5	61,5	52,5	52,5	0,00	0,00
POLIA	10,0	7,50	1	0	0	1	10	7,5	7,5	0,00	0,00
TAPA DE 742 125 KN	48,4	46,00	1	0	0	1	48,4	46	46	0,00	0,00
CERCO DE 742 125 KN	36,6	30,60	1	0	0	1	36,6	30,6	30,6	0,00	0,00
REJILLA DE 30 X 15	6,0	5,04	7	0	0	7	42	35,28	35,28	0,00	0,00
BALANON	2,9	2,00	13	2	4	11	32,5	26	27	15,38	15,38
BARRA DE NODULAR	6,0	4,50	1	0	0	1	6	4,5	4,5	0,00	0,00
SELLO BNF NODULAR	1,4	1,20	18	2	6	18	25,2	21,6	21,6	0,00	0,00
LATERAL PARA SUIA	15,0	13,60	20	0	0	20	300	260	260	0,00	0,00
BASTAGO MESA	8,0	7,00	7	1	7	1	16	14	7	50,00	50,00
TAPA NUEVA 600 RESONDA 400 KN ENSAYO	71,5	65,00	1	0	0	1	71,5	65	65	0,00	0,00
TOTAL NODULAR			9289	4584	30763,8	88115	662084,66	565136,74	532372,94	4,95	5,46

ANEXO 2

PRODUCCION ACUMULADA ENERO - MARZO / 2010											
HIERRO NODULAR											
REFERENCIA	PESO BRUTO CON VACIADERO	PESO UNITARIO	PRODUCCION EN UNIDADES	RECHAZOS UNDS	RECHAZO KILOS	TOTAL UNDS BUENAS	KILOS PRODUCCION BRUTOS	TOTAL KILOS PRODUCCION NETOS	KILOS DESPUES DE RECHAZOS	% DE RECHAZOS UNDS	% DE RECHAZO S KILOS
TAPA DE 600 250 KN	41,0	39,0	66	3	117	63	2706	2574	2457	4,55	4,55
CERCO DE 600 250 KN	23,0	21,0	63	0	0	63	1449	1323	1323	0,00	0,00
TAPA DE 600 400 KN	27,0	24,0	9	3	72	6	243	216	144	33,33	33,33
TAPA DE 635 125 KN	30,5	27,0	627	49	1323	578	19124	16929	15606	7,81	7,81
CERCO DE 635 125 KN	13,4	12,5	653	15	187,5	638	8750,2	8162,5	7975	2,30	2,30
TAPA HORMIGONABLE 60 X 60	49,0	42,1	50	0	0	50	2490	2105	2105	0,00	0,00
CERCO HORMIGONABLE 60 X 60	33,5	29,0	52	1	29	51	1742	1508	1479	1,92	1,92
TAPA HORMIGONABLE 70 X 70	72,0	65,8	22	2	131,6	20	1584	1447,6	1316	9,09	9,09
CERCO HORMIGONABLE 70 X 70	42,0	39,0	22	2	78	20	924	858	780	9,09	9,09
CERCO DE 642 250 KN	29,8	26,0	1	0	0	1	29,8	26	26	0,00	0,00
TAPA DE 642 250 KN	37,9	34,0	1	0	0	1	37,9	34	34	0,00	0,00
CERCO DE 642 400 KN	30,9	28,0	1	0	0	1	30,9	28	28	0,00	0,00
TAPA DE 642 400 KN	42,6	39,0	1	0	0	1	42,6	39	39	0,00	0,00
TAPA DE 800 125 KN	64,4	56,0	31	1	56	30	1996,4	1736	1680	3,23	3,23
CERCO DE 800 125 KN	32,5	30,0	29	0	0	29	942,5	870	870	0,00	0,00
TAPA DE 70 X 70 250 KN	54,0	52,0	25	2	104	23	1350	1300	1196	8,00	8,00
CERCO DE 70 X 70 250 KN	36,0	32,0	23	0	0	23	828	736	736	0,00	0,00
TAPA CAJON 2 AGUA 2010	3,50	2,60	408	44	114,4	364	1428	1060,8	946,4	10,78	10,78
CAJON # 2 SIN FONDO NODULAR	8,20	7,40	392	39	288,6	353	3214,4	2900,8	2612,2	9,95	9,95
TAPA HUNTER PORTOVIEJO	2,86	1,93	3374	354	683,22	3020	9649,6	6511,82	5828,6	10,49	10,49
CERCO HUNTER	2,99	2,60	3299	151	392,6	3148	9864	8577,4	8184,8	4,58	4,58
TAPA FLIP	0,38	0,25	1202	57	14,25	1145	456,76	300,5	286,25	4,74	4,74
TAPA WATER METER HUNTER	2,90	2,00	799	28	56	771	2317,1	1598	1542	3,50	3,50

TAPA HUNTER INTERAGUA	2,90	2,00	271	28	56	243	785,9	542	486	10,33	10,33
TAPA DE 800 X 600	78,00	65,00	3	1	55	2	234	195	130	33,33	33,33
TAPA DE 60 X 60 ARQUETA	37,20	31,00	22	0	0	22	818,4	682	682	0,00	0,00
CERCO 60 X 60 ARQUETA	8,40	7,00	26	1	7	25	218,4	182	175	3,85	3,85
TAPA DE 40 X 40	15,80	13,40	123	0	0	123	1943,4	1648,2	1648,2	0,00	0,00
CERCO DE 40 X 40	8,04	6,70	132	1	6,7	131	1061,8	884,4	877,7	0,76	0,76
TAPA DE 70 X 70 ARQUETA	48,00	46,00	17	0	0	17	816	782	782	0,00	0,00
CERCO DE 70 X 70 ARQUETA	16,00	14,00	19	1	14	18	304	266	252	5,26	5,26
REJILLA DE 320 X 570	18,50	11,70	36	1	11,7	35	666	421,2	409,5	2,78	2,78
CERCO DE 320 X 570	14,80	11,60	47	1	11,6	46	695,6	545,2	533,6	2,13	2,13
CERCO DE 300 X 600	16,20	13,40	190	2	26,8	188	3078	2546	2519,2	1,05	1,05
REJILLA DE 300 X 600	18,00	15,80	203	2	31,6	201	3654	3207,4	3175,8	0,99	0,99
BUJE PARA MANTENIMIENTO	5,00	5,00	1	0	0	1	6	5	5	0,00	0,00
BOCIN PARA MANTENIMIENTO PRENSA	9,00	8,00	2	0	0	2	18	16	16	0,00	0,00
PIEZA PARA TALADRO DE MANTENIMIENTO	6,30	4,30	1	0	0	1	6,3	4,3	4,3	0,00	0,00
BOCIN METALTRONIC 93 X 83	2,20	2,00	20	4	8	16	44	40	32	20,00	20,00
BOCIN METALTRONIC 71 X 90	1,80	1,50	48	6	9	42	86,4	72	63	12,50	12,50
BOCIN METALTRONIC 120 DIA. X 136 LARGO	9,50	5,50	28	8	44	20	266	154	110	28,57	28,57
PUNZON METALTRONIC	101,0	71,0	2	0	0	2	202	142	142	0,00	0,00
BASTAGO DE MESA	8,4	7,4	2	0	0	2	16,8	14,8	14,8	0,00	0,00
SOPORTE DE MESA	2,4	2,2	2	1	2,2	1	4,8	4,4	2,2	50,00	50,00
BASE DE MESA 4 PATAS	6,6	5,6	1	0	0	1	6,6	5,6	5,6	0,00	0,00
COLLARINES VARIOS	2,5	2,0	6	0	0	6	15	12	12	0,00	0,00
BLOQUE DE 15 X 6 X 4 Cms (CRISTIAN ADMON)	4,0	3,0	4	0	0	4	16	12	12	0,00	0,00
COLLARIN 240-267	2,5	2,0	2	0	0	2	5	4	4	0,00	0,00
COLLARIN 311-336	3,5	3,0	2	0	0	2	7	6	6	0,00	0,00
CORTADOR DE GUADUA 4 VENAS	5,8	4,8	10	0	0	10	58	48	48	0,00	0,00
CORTADOR DE GUADUA 6 VENAS	6,9	5,9	10	0	0	10	69	59	59	0,00	0,00

CORTADOR DE GUADUA 8 VENAS	7,7	6,7	10	0	0	10	77	67	67	0,00	0,00
CERCO HUNTER PARA TAPA DOBLE ACCESO	2,4	1,9	1	0	0	1	2,4	1,9	1,9	0,00	0,00
TAPA HUNTER DOBLE ACCESO	2,0	1,6	1	0	0	1	2	1,6	1,6	0,00	0,00
TAPA FLIP DOBLE	0,7	0,4	4	0	0	4	2,8	1,6	1,6	0,00	0,00
CAJA VALVULA ABISAGRADA EN NODULAR	5,4	6,4	55	3	19,2	52	297	352	332,8	5,45	5,45
LINGOTE DE 18 Cm DIAMETRO X 7 Cm LARGO	18,0	15,0	2	0	0	2	36	30	30	0,00	0,00
PIEZAS FAUSTO	5,0	4,2	2	0	0	2	10	8,4	8,4	0,00	0,00
RETRAINER DE 4"	1,4	0,87	184	6	5,22	178	257,6	160,08	154,86	3,26	3,26
RETRAINER DE 6" (2)	2,3	1,50	3	0	0	3	6,9	4,5	4,5	0,00	0,00
RETRAINER DE 6"	3,1	1,50	3813	402	603	3411	11820	5719,5	5116,5	10,54	10,54
RETRAINER DE 12"	12,5	8,6	543	43	369,8	600	8037,5	5529,8	5160	6,69	6,69
RETRAINER DE 8"	3,10	2,09	2716	263	549,67	2453	8419,6	5676,44	5126,77	9,68	9,68
RETRAINER DE 10"	11,40	7,00	77	2	14	75	877,8	539	525	0	0,03
TOTAL NODULAR			19891	1527	5502	18364	116108	91434	85932	8,32	6,02

ANEXO 3 Cotización Balanza

DIRECCION: AV. CORONA 1123 Y COLON			
TELEFONOS: 2503398 / 2504678 / 2557512			
HORARIO: LUNES A VIERNES 8:30 A 18:30			
SABADOS 9:00 A 13:00			
PROFORMA			
Cliente: SR. EDUARDO BUENO	JUAN CARLOS RECALDE FUNDICIONES		
Atencion: REINALDO GARZON	TELEFONO: 2333891		
Ciudad: QUITO	FECHA: 21/10/2011		
Dirección: SANGOLQUI	VENDEDOR: EDGAR C.		
Mail: compras@delvallemetalcast.com.ec	Proforma n: 5535		
BALANZA			
CANT.	DESCRIPCION	PRECIO UNIT	TOTAL USD
1	BALANZA ASC CAPACIDAD DE 30 KG O 60 LIBRAS	240,00	240,00
	ESTA BALANZA POSEE PESO		
	PRECIO MEMORIAS		
			
SARANTIA		SUBTOTAL	240,00
UN AÑO POR DEFECTO DE FABRICA		IVA 12%	28,80
CONDICIONES DE PAGO:		TOTAL	268,80
CONTADO CONTRA ENTREGA			
TIEMPO DE ENTREGA			
INMEDIATA			
PROFORMA VALIDA			
10 DIAS			
INFORMACION ADICIONAL			
ventas@casapazmino.com.ec			
servicioalcliente@casapazmino.com.ec			
557461 2557523 095286785			
QUITO			
www.casapazmino.com.ec			
		ATENTAMENTE	
		LCDO. JOSÉ LUIS PAZMIÑO	
		GERENTE	

Anexo 4 Cotización pernos



R.U.C. 1704998119001
PROFORMA
 N° 0001869

E-mail: casadelperno@andinanet.net
 CONTRIBUYENTE OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

FECHA:	17 Octubre 2011	DIRECCION:	URBANIZACION LOS CHILLOS PORTAL 1 L 372
CLIENTE:	DEL VALLE METALCAST FOUNDRY S.A	TELEFONO:	2333898 VENDEDOR: ALFREDO GUERRA
CONTACTO:	ING. REYNALDO GARZON	CIUDAD:	SANGOLQUI F. PAGO: CONTADO

CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	% DSCTO.	TOTAL
PHRW1211	PERNERO C/HEXAGONAL NEGRO 1/2 X 1 1/2	250.00	0.210	10.00	52.50
RPR12	RODELA PRESION PULGADA 1/2	250.00	0.040	10.00	19.00
PHRW38212	PERNERO C/HEXAGONAL NEGRO 3/8 X 2 1/2	800.00	0.170	10.00	136.00
RPR38	RODELA PRESION PULGADA 3/8	800.00	0.030	10.00	24.00

VALIDEZ PROFORMA: TRES DIAS	SUMAN	222.50
	DESCUENTO	22.25
	SUBTOTAL	200.25
	12% I.V.A.	24.03
	TOTAL	224.28

FIRMA AUTORIZADA

RECIBI CONFORME

Anexo 5 Cotización tubos y ángulos



www.dipacmanta.com

MANTAS S.A. es una empresa que opera en el sector de la construcción y la industria, dedicada a la fabricación y comercialización de productos de acero, tales como: tubos, ángulos, perfiles, chapas, laminados, etc. Nuestra principal actividad es la fabricación y comercialización de productos de acero, tales como: tubos, ángulos, perfiles, chapas, laminados, etc. Nuestra principal actividad es la fabricación y comercialización de productos de acero, tales como: tubos, ángulos, perfiles, chapas, laminados, etc.

DIPAC MANTA S.A.
R.U.C. 1390060757001
 CONTRIBUYENTE ESPECIAL
 REGISTRO EN EL REGISTRO NACIONAL DE EMPRESAS

Num. Pedido
54500025

25/10/2011

NOMBRE/RAZON SOCIAL: 006001299 RECALDE CARVAJAL JUAN CARLOS
COD. DIRECCION: 006004829 RECALDE CARVAJAL JUAN CARLOS
 AV GENERAL ENRIQUEZ N48-85 Y

2333888 2333891
Forma/Pago: 01 CONTADO

ESTA COTIZACION ES VALIDA SOLO POR 1 DIA

Ord.	Articulo	Descripción	Und.	Cantidad	Precio	Total USD.
1	ERE1002	TUB EST.NEG.RED. 1 x 2mm ²	u	10.00	8,67	86,70
2	AL07508	ANG.MP. 75m x 8mm	u	10.00	78,96	789,60

ESTE DOCUMENTO NO CONSTITUYE VENTA Y LOS PRECIOS PUEDEN CAMBIAR SIN PREVIO AVISO

VENDEDOR: GALLO VACA DIANA ELIZABETH	Subtotal	876,30
Celular:	IVA	105,16
	Total USD.	981,46

Anexo 6 cotización Sistema arenas



WORLD EQUIPMENT & MACHINE SALES CO.
 6111 Cochran Road, Solon, Ohio 44139-3305
 Phone 440/519-1745 Fax 440/519-1748 www.foundry-eqpt.com

INVOICE

No. 7132

Sold To **DEL VALLE METAL CAST FOUNDRY S.A.**
 Address **AV. GENERAL ENRIQUEZ 4885**
SANGOLQUI, ECUADOR

Date **AUGUST 8, 2011**
 Cust. P.O. No **VERBAL**
 Issued By **JUAN CARLOS RECALDE C**
 Shp Via **EXPORT**
 Terms **IN FULL PRIOR TO SHIPMENT**
 Sold By **MIKE SPIEGLE**

Shp to

Stock No.	Quan	MACHINE	Unit Price	Total
		FOUNDRY SAND SYSTEM IN PITTSBURGH, PA INCLUDING THE FOLLOWING:		
	1	Overhead Self Supported System, with Molder's Hoppers, Belt Conveyor, Flows, Sand Gates, Support and Structure		
	1	New Sand Silo with Bucket Elevator and Discharge Belt Conveyor		
	1	Pallet Line with Tracks, Pallet Cars, (42) 13" x 19" Boards, (29) 13" x 19" Aluminum Jackets, (40) Aluminum Jackets		
	1	Fox Double End Belt Grinder		
	1	Spill Sand Drag Chain Conveyor		
	1	Sand Weight Hopper with Dust Collector and Load Cells		
		TOTAL PACKAGE PRICE	55,000.	
		F.O.B. RIGGING CHARGES, REMOVAL AND LOADING	35,000.	
		TOTAL F.O.B. PITTSBURGH PLANT		\$90,000.00
		08-08-2011 CHECK # 1004		USD 40,000.00
		BALANCE DUE		\$50,000.00
		THANK YOU!		

IMPORTANT NOTICE: "All sales subject to the terms and conditions of sale appearing on the reverse side of this form."

Company

Authorized Signature

WORLD EQUIPMENT & MACHINE SALES CO.

PLEASE SIGN AND RETURN ONE COPY