

**PLANIFICACIÓN DE TÉCNICAS Y ESTRATEGIAS PARA MINIMIZAR LOS
DEFECTOS ENCONTRADOS EN LAS PIEZAS DE FUNDICIÓN, DE LA
COMPAÑÍA SIHI PUMPS COLOMBIA SAS**

JEISSON DANIEL DIAZ PRIETO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO QUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES
BUCARAMANGA**

2015

**PLANIFICACIÓN DE TÉCNICAS Y ESTRATEGIAS PARA MINIMIZAR LOS
DEFECTOS ENCONTRADOS EN LAS PIEZAS DE FUNDICIÓN, DE LA
COMPAÑÍA SIHI PUMPS COLOMBIA SAS**

JEISSON DANIEL DIAZ PRIETO

**PRACTICA EMPRESARIAL PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OPTAR
AL TÍTULO DE INGENIERO METALURGICO.**

DIRECTOR

**ARNALDO ALONSO BAQUERO
INGENIERO METALÚRGICO**

CODIRECTOR

**JAVIER PLATA CASTILLO
INGENIERO MECÁNICO**

GERENTE DE INGENIERIA SIHI PUMPS COLOMBIA SAS

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO QUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES
BUCARAMANGA**

2015

DEDICATORIA

*Dedico este proyecto de grado a Dios y a mis padres.
A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy,
cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis
padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi
bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento;
depositando su entera confianza en cada reto que se me
presentaba sin dudar ni un solo momento de mi inteligencia
y capacidad.
Los amo con mi vida.*

*A mis queridos amigos Ingrid, Deisy, Fabito, Jhon, Edinson,
Merly, Mayerly, Aylén, Vivi, David, Laura y Diego. Gracias
por su apoyo.*

AGRADECIMIENTOS

A la empresa SIhi Pumps Colombia SAS por brindarme la oportunidad de trabajar con ellos y poder realizar esta práctica empresarial.

Al profesor Arnaldo Alonso Baquero por su acompañamiento e instrucción con su conocimiento a lo largo de este proyecto.

A la Universidad Industrial de Santander y a la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales, por su formación en aspectos importantes para mi desarrollo como profesional.

A Los profesores y compañeros de la Universidad que fortalecieron mi paso por esta etapa enriquecedora en mi vida.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	15
1. OBJETIVOS	17
1.1. Objetivo General.....	17
1.2. Objetivos Específicos.....	17
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	18
2.1. Fundición Gris.....	18
2.1.1. Microestructuras típicas de fundiciones más frecuentes.	18
2.2. Influencia De Los Principales Elementos Aleantes En Las Fundiciones.....	20
2.2.1. Carbono.....	20
2.2.2. Silicio.....	21
2.2.3. Azufre.....	22
2.2.4. Fósforo.....	22
2.2.5. Manganeso.....	23
2.2.6. Oxígeno.....	23
2.2.7. Hidrógeno.....	23
2.3. Influencia De La Velocidad De Enfriamiento En Las Fundiciones.....	23
2.4. Diagrama Hierro-Carbono Estable.....	24
2.5. Formación Del Grafito.....	26
3. GENERALIDADES	28
3.1. Bomba.....	28
3.1.1. ZInd.....	28
3.1.2. Hega multietapas.....	29
3.2. Características De Las Piezas Fundidas.....	30
3.2.1. Resistencia a la tracción.....	30
3.2.2. Dureza.....	31
4. METODOLOGÍA.....	32
5. DESARROLLO	33

5.1. Evaluación De Parámetros.	33
5.1.1.Cálculo de índices de aceptación por proveedor de las diferentes piezas, año 2009-2013.33	
5.1.2.Pareto de defectos por proveedor (año SIHI 2014).	36
5.1.3.Matriz de seguimiento de piezas no conformes (año SIHI 2014).	39
5.2. Análisis, Planeación y Mejora.	42
5.2.1.Análisis y tratamiento de mejora por cada pieza.	42
5.2.2.Tratamiento térmico fundición nodular.	57
5.3. Referencial De Calidad.	57
5.3.1.Socialización del documento a proveedores.	57
6. CONCLUSIONES.....	58
7. RECOMENDACIONES.....	59
BIBLIOGRAFÍA.....	60
ANEXOS.....	61

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Fundición Blanca hipoeutéctica	19
Figura 2. Fundición Blanca hipoeutéctica	19
Figura 3. Fundición Maleable	19
Figura 4. Fundición Dúctil	19
Figura 5. Fundición Gris Hipereutéctica	19
Figura 6. Fundición Gris Hipoeutéctica	20
Figura 7. Fundición Atruchada	20
Figura 8. Diagrama de Norbury (piezas de 25 mm de espesor colados en arena)	22
Figura 9. Influencia del espesor en la velocidad de enfriamiento y en la microestructura (composición: C=3,25%; Si=1,75%; S=0,045% y P=0,050%)	23
Figura 10. Influencia de la velocidad de enfriamiento en la microestructura de las fundiciones, y las transformaciones que sufren en el proceso de solidificación.....	24
Figura 11. Diagrama hierro-carbono estable (línea discontinua) y diagrama hierro carbono metaestable (líneas continuas).	25
Figura 12. Tipos de grafitos	27
Figura 13. Bomba ZLND y características técnicas	28
Figura 14. Bomba HEGA multietapas y características técnicas.	29
Figura 15. Metodología	32
Figura 16. Defectos más frecuentes en Tecnicast	37
Figura 17. Defectos más frecuentes en D&Matech.....	37
Figura 18. Defectos más frecuentes en Funtecsa.....	38
Figura 19. Defectos más frecuentes en Difusor Hega 50	38
Figura 20. Defectos más frecuentes en impulsor Hega 65	39
Figura 21, Difusor hega 50.....	42
Figura 22. Difusor hega 50 libre de defectos.	44
Figura 23. Cuerpo succión hega 32.	44
Figura 24. Descentre cuerpo succión hega 32.....	45
Figura 25. Cajas de moldeo cuerpo succión hega 32	46
Figura 26. Machos y caja de moldeo cuerpo succión hega 32	47
Figura 27. Piezas sin descentre, cuerpo succión hega 32	47
Figura 28. Soporte de rodamiento Zlnd 25.....	48
Figura 29. Inclusiones de arena soporte de rodamiento Zlnd 25	48
Figura 30. Placa modelo soporte de rodamiento Zlnd 25.....	49
Figura 31. Esquema de nuevo sistema de llenado soporte de rodamiento Zlnd 25	50

Figura 32. Nuevo sistema de llenado, soporte de rodamiento ZInd 25	50
Figura 33. Soporte de rodamiento ZInd 25, libre de inclusiones	51
Figura 34. Impulsor hega 40	51
Figura 35. Impulsor hega 40.inclusiones de arena	52
Figura 36. Placa modelo impulsor hega 40, zona inferior.	52
Figura 37. Placa modelo impulsor hega.40 zona superior	53
Figura 38. Sistema de llenado impulsor hega.40	53
Figura 39. Esquema nuevo sistema de llenado impulsor hega.40	54
Figura 40. Impulsor hega.65	54
Figura 41. Placa modelo impulsor hega.65.....	55
Figura 42. Esquema de sistema de llenado impulsor hega.65.....	55
Figura 43. Esquema nuevo sistema de llenado impulsor hega.65.....	56
Figura 44. Placa modelo con nuevo sistema de llenado (pocillo) impulsor hega.65	56

TABLA DE TABLAS

Tabla 1. Composición fundiciones de uso más frecuente	21
Tabla 2. Índices de aceptación de materia prima bomba HEGA.....	34
Tabla 3. Índices de aceptación de materia prima bomba ZLND	36
Tabla 4. Matriz de seguimiento de piezas.....	41
Tabla 5. Composición química de colada.	43

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Referencial de calidad para proveedores de fundición de sihi pumps colombia s.a.s.....	64
Anexo B. Informe comité de calidad.....	67

RESUMEN

TITULO*

PLANIFICACIÓN DE TÉCNICAS Y ESTRATEGIAS PARA MINIMIZAR LOS DEFECTOS ENCONTRADOS EN LAS PIEZAS DE FUNDICIÓN, DE LA COMPAÑÍA SIHI PUMPS COLOMBIA SAS*

AUTORES**

JEISSON DANIEL DIAZ PRIETO

PALABRAS CLAVE

Fundición Gris, Bombas centrifugas, Inclusiones de Arena

DESCRIPCIÓN

La empresa SIHI Pumps Colombia SAS con sede en Bogotá DC pertenece al grupo de ingeniería de cobertura mundial SIHI; el cual fabrica y comercializa bombas centrifugas industriales en diversos materiales, fundición gris, fundición nodular, bronce y acero inoxidable. SIHI Pumps Colombia SAS cuenta con cuatro proveedores de fundición gris: Fundiciones Técnicas Sabogal Ltda. - Funtecsa, Fundespa Ltda., Tecnicast Industriales SAS, Y D&Matech SAS. La competitividad del mercado día a día hace que la exigencia de los clientes en la calidad del producto sea cada vez mayor, por esto SIHI y sus proveedores establecieron realizar un análisis, una documentación y un seguimiento tanto a sus procesos de fabricación como administración. Dentro de este programa se planeó: evaluar a los proveedores mediante índices de aceptación de materia prima (fundición gris), socializar el referencial de calidad y realizar un análisis de las causas de los diferentes defectos más frecuentes en las piezas moldeadas, y trazar un plan de mejora continua para minimizar así la cantidad de piezas rechazadas. Se estudiaron defectos como: alta dureza, descentre, e inclusiones de arena. La dureza en una pieza depende de varios factores entre los cuales destacamos su composición química y dimensiones. El descentre y las inclusiones de arena son defectos relacionados con el moldeo y llenado de la pieza, lo cual se ve afectado por el trabajo del operario de fundición. Para estos diferentes tipos de defectos se plantearon soluciones efectivas, tales como cambios de sistema de llenado, tratamientos térmicos, entre otras; Las mejoras aplicadas a los procesos de fabricación de cada una de las piezas analizadas, se comprueban en los informes del comité de calidad 2014 de la compañía durante el tiempo que se realizó la práctica empresarial.

*Práctica empresarial

**Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas. Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales. Director Arnaldo Alonso Baquero. Codirector Ingeniero Javier Plata C. (Sihi Pumps Colombia SAS)

ABSTRACT

TITLE*

PLANNING OF STRATEGIES AND TECHNICS TO MINIMIZE THE DEFECTS FOUND IN THE CAST IRON, AT THE SIHI PUMPS COLOMBIA SAS COMPANY

AUTHOR**

JEISSON DANIEL DIAZ PRIETO

KEYWORDS

Cast iron, Centrifugal Pumps, Sand Inclusions.

DESCRIPTION

The SIHI Pumps Colombia SAS Company located in Bogotá DC belongs to the worldwide engineering group: SIHI; this company manufactures and commercializes industrial centrifugal pumps made of different materials, such as, grey cast iron, ductile cast, bronze and stainless steel. SIHI Pumps Colombia SAS Company counts with four suppliers of cast iron: Fundiciones Técnicas Sabogal Ltda-Funtecsa, Fundespa Ltda., Tecnicast Industriales SAS, and D&Matech SAS. Day by day, competitiveness demands high quality products; this is why SIHI and its suppliers decided to monitor, analyze and document both manufacturing and administration processes. During this program we planned, first, to evaluate the suppliers by taking into account the acceptance rates of raw materials (grey cast iron); and, second, to socialize the quality references and analyze the causes of the most common defects with the castings in order to design a plan to minimize the amount of rejected parts; in this way, aspects like high hardness, off center and sand inclusions were studied. The high hardness of the pieces depends of several factors, but we focused on the chemical composition and dimensions. The sand inclusions and off center are related to the models and filler, it is caused by the process done by the foundry worker. To overcome these problems, we proposed some effective solutions, for example, changing the filler system and implement heat treatments. The improvements applied to the manufacturing processes of each of the parts analyzed are presented in the quality committee reports 2014 of the company during the time of the practice.

*Work Degree

**Physical-Chemical Sciences Faculty, Metallurgical Engineering School. Directed by Arnaldo Alonso Baquero. Codirected by Ingeniero Javier Plata C. (Sihi Pumps Colombia SAS).

INTRODUCCIÓN

La empresa SIHI Pumps Colombia SAS con sede en Bogotá DC pertenece al Grupo de ingeniería de cobertura mundial SIHI, fabricantes de equipos y sistemas para el bombeo de fluidos, con más de 30 centros de operación en todo el mundo.

SIHI Pumps Colombia fabrica y comercializa bombas centrifugas industriales de una etapa en ejecución eje libre y monoblock, y bombas multietapas horizontales y verticales, en diferentes materiales según las condiciones de operación. Además, comercializa y presta servicio técnico a bombas de proceso, bombas de alta presión, bombas de vacío, equipos y sistemas completos, importados de otras empresas del Grupo SIHI.

De acuerdo con la competitividad del mercado, y para cumplir con los más altos estándares de la industria y así asegurar los requisitos de seguridad y calidad demandados por los clientes, SIHI vio la necesidad de explorar y exigir a sus proveedores de materia prima documentación, análisis y planes de mejoras tanto como para sus procesos de fabricación, su administración y desarrollo.

La competitividad del mercado día a día hace que la exigencia en la calidad del producto sea cada vez mayor, la calidad y el precio son factores importantes en la oferta y demanda de los productos, sin embargo el factor “tiempo de entrega” juega un papel muy relevante a la hora de mantener altas las expectativas de los clientes, este se ve afectado por la calidad de la materia prima; con una materia prima que no cumple con las especificaciones exigidas, no se cumplen con los tiempos propuestos de producción (maquinado, torneado, pruebas hidráulicas, hidrostática), debido a que una pieza rechazada en tales procesos descompleta un lote, el pedido se retrasa y produce gastos adicionales para la empresa.

En este marco de mejora del proceso de fabricación, SIHI junto con los proveedores de fundición de hierro gris: FUNDICIONES TECNICAS SABOGAL LTDA - FUNTECSA, FUNDESPA LTDA, TECNICAST INDUSTRIALES SAS, y D&MATECH SAS, establecidos en Bogotá, planearon realizar un programa sobre el análisis de las causas de los diferentes defectos más frecuentes en las piezas moldeadas y trazar un plan de mejora continua para minimizar así la cantidad de piezas rechazadas y por ende los tiempos de entrega. Bajo estas condiciones y con supervisión del área de Aseguramiento de Calidad, el trabajo realizado consistió en la evaluación de los defectos más concurrentes en las piezas no conformes, la documentación y análisis de las causas que los producen, y la planificación e implementación de estrategias para la mitigación de los defectos encontrados.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL.

Evaluar y analizar el comportamiento de las piezas no conformes de la fundición gris en la empresa SIHI PUMPS COLOMBIA SAS, para planificar e implementar estrategias y minimizar los defectos encontrados y su recurrencia.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Evaluar el comportamiento de la materia prima (fundición gris) mediante datos estadísticos de las piezas no conformes.
- Analizar e identificar las posibles causas de los defectos más frecuentes en las piezas no conformes, para posteriormente establecer un plan de mejora.
- Dar a conocer e implementar el nuevo referencial de calidad tanto a proveedores antiguos como a posibles nuevos.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

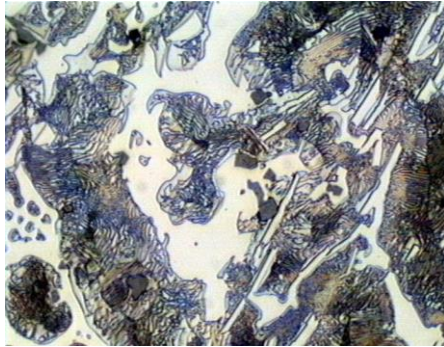
2.1. FUNDICIÓN GRIS.

Las fundiciones son aleaciones de hierro, carbono y silicio que contienen también manganeso, fósforo, azufre. Su contenido en carbono (2 a 4.5 %) es superior al contenido en carbono de los aceros (0,1 a 1,5 %). Se caracterizan porque adquieren su forma definitiva directamente por colada, en general las fundiciones no son sometidas a procesos de deformación plástica ni en frío ni en caliente. Se llama fundición gris por el aspecto de su fractura, que es de color gris, en aquella la cual el carbono se encuentra en alto grado o en su totalidad en estado libre en forma de grafito laminar. El silicio es un elemento que promueve la formación de fundición gris y su contenido es de 1.5% a 3.5%, otro de los factores importantes para fabricar fundiciones grises es la velocidad de enfriamiento, cuando estas son lentas favorecen su formación. El azufre y el manganeso ejercen también una cierta influencia contraria a la del silicio, y favorecen la formación de la fundición blanca, debido a esto sus cantidades deben ser muy bajas.

Durante la solidificación y enfriamiento de la fundición gris se forman láminas de grafito que originan discontinuidades en la matriz metálica (ferrítica o perlítica), confiriéndole, junto con su composición, diversas propiedades mecánicas para sus diferentes aplicaciones, estas dependen en gran manera de la forma del grafito, de su tamaño, cantidad y de la forma en que se encuentra distribuido.

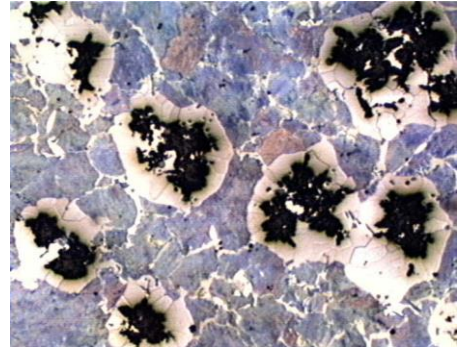
2.1.1. Microestructuras típicas de fundiciones más frecuentes.

Figura 1. Fundición Blanca hipoeutéctica



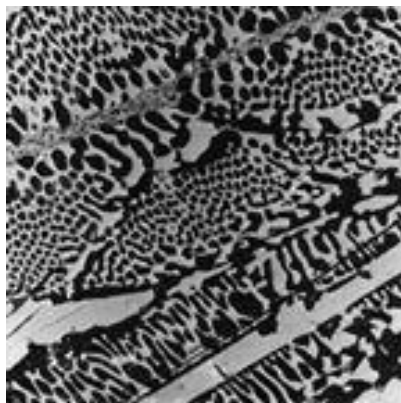
Fuente: <http://www.esi2.us.es/IMM2/Pract-htm/y1.html>

Figura 3. Fundición Maleable



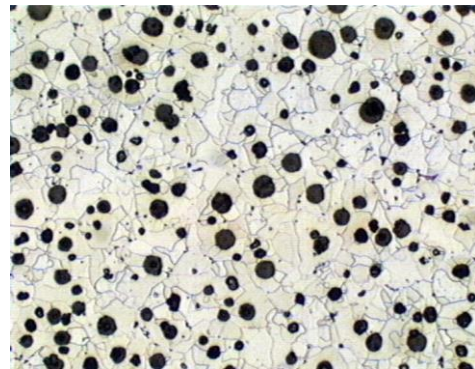
Fuente: <http://www.esi2.us.es/IMM2/Pract-htm/y5.html>

Figura 2. Fundición Blanca hipoeutéctica



Fuente: <http://www.utp.edu.co/~publio17/maleable.htm>

Figura 4. Fundición Dúctil



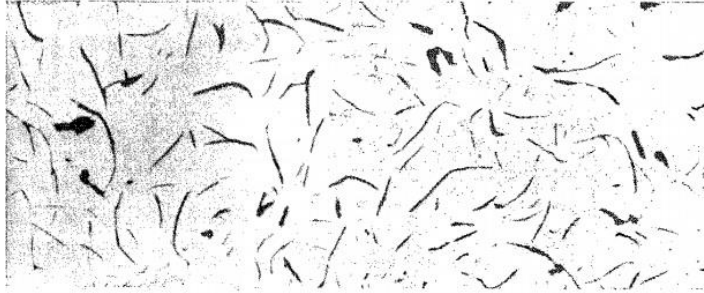
Fuente: <http://www.esi2.us.es/IMM2/Pract-htm/y3.html>

Figura 5. Fundición Gris Hipereutéctica



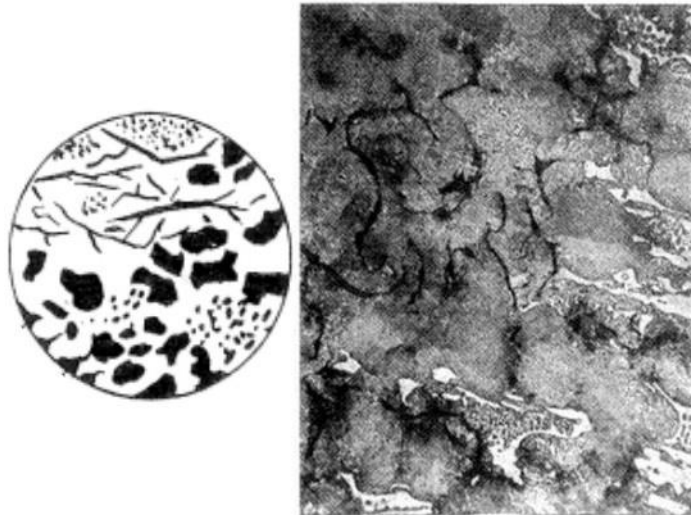
Fuente: Fundiciones. Jose Apraiz Barreiro. 6ED. Madrid: limusa: cie inversiones editoriales Dossat 2000, 1998

Figura 6. Fundición Gris Hipoeutéctica



Fuente: Fundiciones. Jose Apraiz Barreiro. 6ED. Madrid: limusa: cie inversiones editoriales Dossat 2000, 1998

Figura 7. Fundición Atruchada



Fuente: Fundiciones. Jose Apraiz Barreiro. 6ED. Madrid: limusa: cie inversiones editoriales Dossat 2000, 1998

2.2. INFLUENCIA DE LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ALEANTES EN LAS FUNDICIONES.

2.2.1. Carbono.

A medida que aumenta el carbono en la fundición disminuyen sus características mecánicas, Las fundiciones resistentes son de bajo carbono, por otro lado, el

carbono reduce la tendencia al temple, mejora la colabilidad y la exactitud del moldeo. (Ver tabla 1).

Tabla 1. Composición fundiciones de uso más frecuente

Clase de Fundición		Composición en %				
		C	Si	Mn	P	S
Gris	Corriente	2,50-4,00	1,00-3,80	0,40-1,00	0,05-1,00	0,05-0,25
	Alta Resistencia	2,80-3,30	1,40-2,00	0,50-0,80	0,05-0,15	0,05-0,12
Blanca		1,80-3,20	0,50-1,90	0,25-0,80	0,05-0,20	0,06-0,18
Maleable (Composiciones de las fundiciones blancas que se emplean para obtener fundición maleable)	Europea (Blanca)	2,50-3,00	0,50-1,25	0,40-0,60	0,05-0,10	0,05-0,10
	Americana (Negra)	2,00-2,75	0,50-1,20	0,40-0,60	0,05-0,10	0,05-0,10

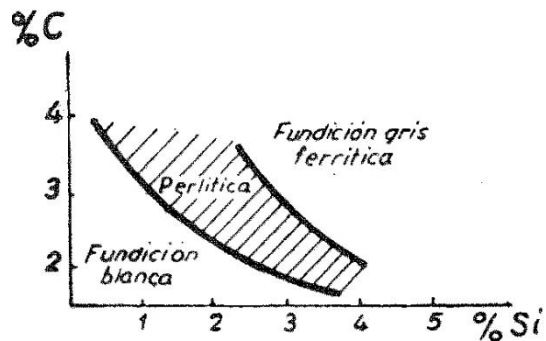
Fuente: Fundiciones. Jose Apraiz Barreiro. 6ED. Madrid: limusa: cie inversiones editoriales Dossat 2000, 1998

2.2.2. Silicio.

El silicio es el principal elemento aleante después del carbono en las fundiciones grises, influye positiva e indirectamente en la formación del grafito y modifica completamente el carácter y las propiedades de las aleaciones hierro carbono al variar la líneas de transformación del diagrama hierro-carbono.

El diagrama de Norbury es uno de los más aceptados para señalar la relación que existe entre los porcentajes de carbono y silicio, la clase de fundición que se obtiene de sus combinaciones. (Ver figura 8). Aunque estos diagramas no toman en cuenta la velocidad de enfriamiento, si hacen referencia al espesor de la pieza y el tipo de moldeo.

Figura 8. Diagrama de Norbury (piezas de 25 mm de espesor coladas en arena)



Fuente: Fundiciones. Jose Apraiz Barreiro. 6ED. Madrid: limusa: cie inversiones editoriales Dossat 2000, 1998

2.2.3. Azufre.

El azufre favorece la formación de cementita y su efecto es contrario a la grafitización del carbono. El azufre tiene una fuerte afinidad con el manganeso, y al combinarse ambos elementos forman el sulfuro de manganeso, que no tiene ninguna influencia en la formación del grafito o de la cementita. Por lo tanto para una fundición relativamente con altos contenidos de azufre o manganeso; adicionar porciones del elemento contrario minimiza el efecto de uno u otro, favoreciendo así la grafitización.

2.2.4. Fósforo.

El fósforo favorece la colabilidad para trabajar piezas de geometrías complicadas; no tiene una influencia significativa en la grafitización pero la presencia del fósforo aumenta la fragilidad y la dureza de las piezas, esto debido a la Steadita, esta aparece regularmente en las fundiciones grises como un compuesto eutéctico de ferrita y fosfuro de hierro, en las fundiciones blancas y atruchadas como un compuesto de naturaleza ternaria (ferrita, fosfuro de hierro y cementita)

2.2.5. Manganeso.

Aunque el manganeso tiene un efecto negativo sobre la grafitización, cabe resaltar que su principal uso es la neutralización del azufre, evitando así la formación del SFe.

2.2.6. Oxígeno.

El oxígeno se presenta principalmente en forma de inclusiones no metálicas, muchas de ellas submicroscópicas, de óxido de hierro, de manganeso, de aluminio y de silicio.

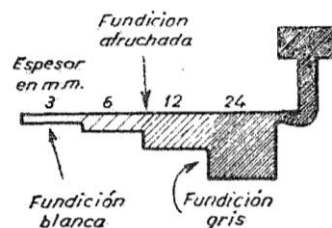
2.2.7. Hidrógeno.

Con porcentajes relativamente altos el hidrogeno es uno de los causantes de las porosidades en las piezas; las principales fuentes de hidrogeno son: la humedad del molde, vapor de agua contenido en el aire soplado y la humedad del coque.

2.3. INFLUENCIA DE LA VELOCIDAD DE ENFRIAMIENTO EN LAS FUNDICIONES.

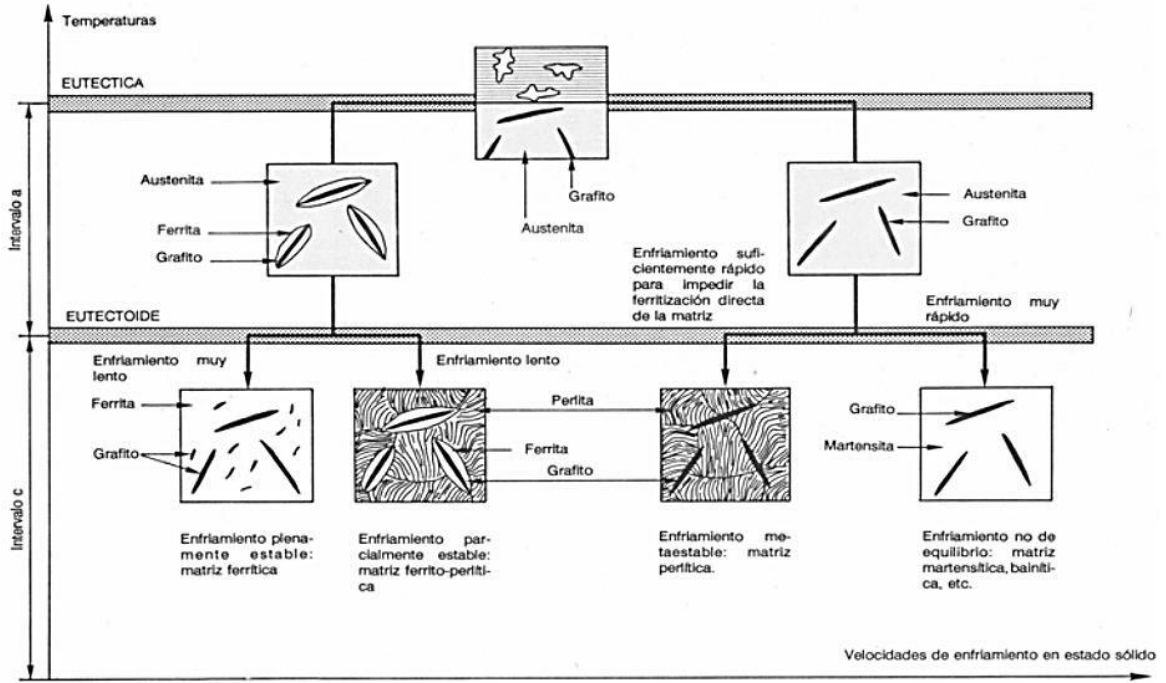
La velocidad de enfriamiento es un factor determinante para definir las transformaciones y microestructuras que se producen en las fundiciones. (Ver figura 10), esta depende del tipo de material del molde y del espesor de las piezas. (Ver figura 9).

Figura 9. Influencia del espesor en la velocidad de enfriamiento y en la microestructura (composición: C=3,25%; Si=1,75%; S=0,045% y P=0,050%)



Fuente:https://alojamientos.uva.es/guia_docente/uploads/2011/493/46441/1/Documento18.pdf

Figura 10. Influencia de la velocidad de enfriamiento en la microestructura de las fundiciones, y las transformaciones que sufren en el proceso de solidificación.

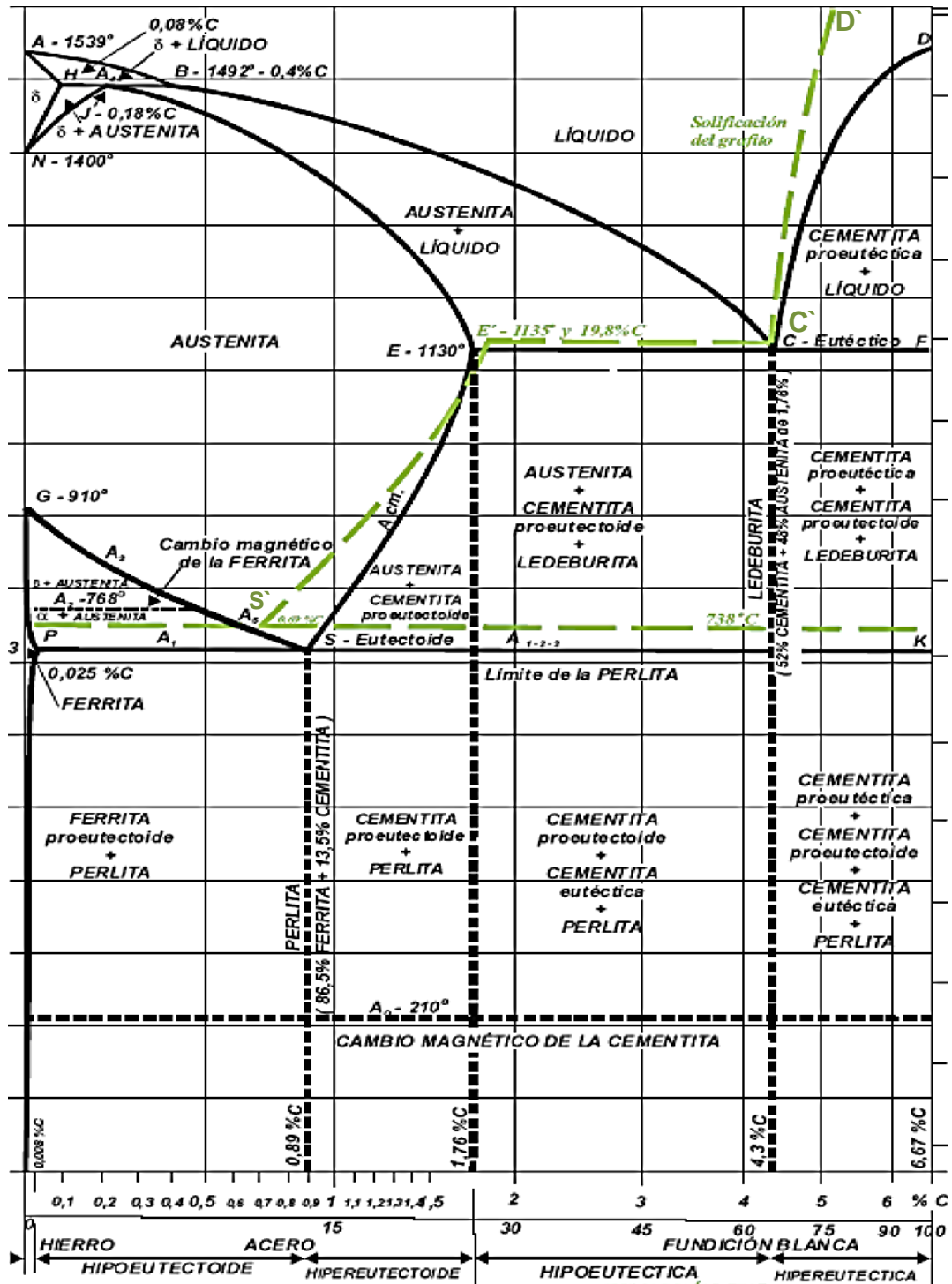


Fuente: http://www.biblioteca.udep.edu.pe/BibVirUDEP/tesis/pdf/1_43_187_9_279.pdf

2.4. DIAGRAMA HIERRO-CARBONO ESTABLE.

Las transformaciones que se producen en los calentamientos y enfriamientos de las fundiciones grises deben de estudiarse con ayuda de un diagrama hierro-carbono estable (se refiere en general a aleaciones con alto contenido de silicio, no metaestable como el de los aceros), la característica principal de este diagrama es que sus constituyentes son grafito y hierro en lugar de cementita y hierro. (Ver figura 11). Se debe tener en cuenta como se mencionó anteriormente mantener una velocidad de enfriamiento lenta.

Figura 11. Diagrama hierro-carbono estable (línea discontinua) y diagrama hierro carbono metaestable (líneas continuas).



Fuente: http://cesarmetalugista.blogspot.com/p/hierros-vaciados_4.html

El contenido de carbono en el diagrama estable varía con el contenido de silicio, y es menor que el que corresponde al diagrama metaestable. Con cierta aproximación se puede conocer el contenido de carbono en la aleación eutéctica de diverso contenido de silicio con ayuda de la siguiente fórmula:

$$\text{Carbono eutéctico} = 4,3 - \frac{\%Si}{3} ; \text{Carbono eutectoide} = 0,9 - \frac{\%Si}{9}$$

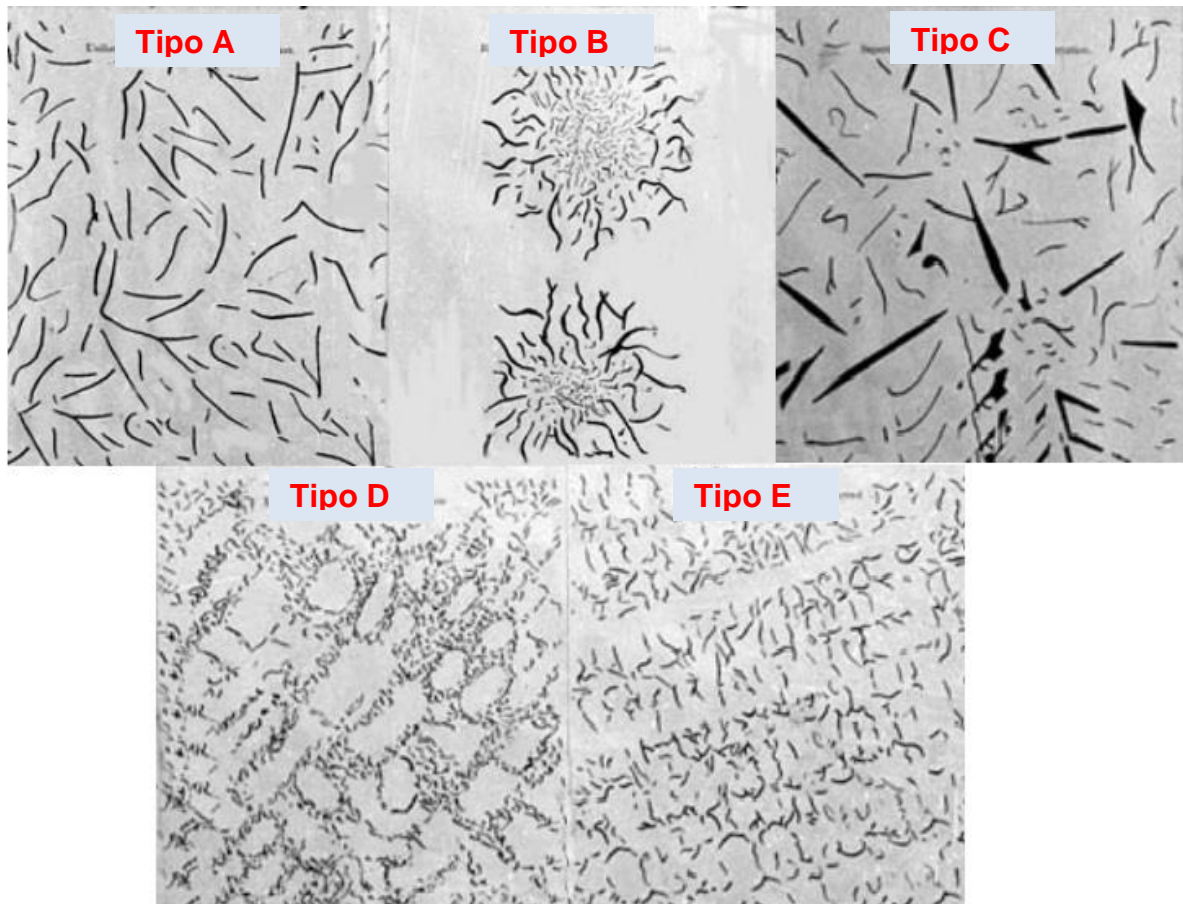
2.5. FORMACIÓN DEL GRAFITO.

La aparición del grafito en las aleaciones hierro-carbono, es debido a la inestabilidad de la cementita que en determinadas condiciones se hace imposible su existencia y favorecen, en cambio la formación del grafito. El porcentaje de carbono y silicio, la velocidad de enfriamiento, la máxima temperatura alcanzada por la aleación durante la fusión y la temperatura de colada, influyen en la cantidad, tamaño y distribución de las láminas de grafito. (Ver figura 12).

“En los procesos de enfriamiento correspondientes al diagrama estable, la separación del grafito puede realizarse en zonas y a temperaturas parecidas, en general, a las de aparición de la cementita en el diagrama metaestable. En las aleaciones hipereutécticas se puede formar grafito durante la solidificación (ver figura 11) según la línea C'D' (grafito primario). Luego, se puede formar grafito a la temperatura eutéctica, 1135°C aproximadamente. A esta temperatura eutéctica, de acuerdo con el diagrama estable, se forma austenita saturada y grafito (en proporciones eutécticas). Al continuar el enfriamiento, el grafito también se puede precipitar según la línea E'S' y finalmente, a la temperatura eutectoide la austenita, descomposición eutectoide, puede transformarse en ferrita y grafito.” [Jose Apraiz Barreiro. Fundiciones. Cap. 2. Diagrama hierro-carbono estable]

En la industria se evidencia que casi nunca se transforma todo el carbono en grafito, y es muy usual que durante el enfriamiento se forme grafito al realizarse una parte de las transformaciones de acuerdo con el diagrama estable, y luego se forme cementita al realizarse otra parte de las transformaciones según el diagrama metaestable. La cantidad de grafito depende de la influencia que ejercen los factores que favorecen la formación del grafito. En general, el grafito se forma más fácilmente a temperaturas elevadas que a bajas y cuando se trata de piezas con geometría complicadas con zonas delgadas y gruesas, se puede producir en diferentes partes del material, la formación de grafito y cementita.

Figura 12. Tipos de grafitos



Fuente:https://alojamientos.uva.es/guia_docente/uploads/2011/493/46441/1/Documento18.pdf

3. GENERALIDADES


3.1. BOMBA.

Las bombas son las máquinas actualmente más utilizadas para el transporte de fluidos en general, su clasificación es extensa entre las cuales se destacan bombas hidráulicas, rotativas, pistón y centrifugas. Estas últimas son máquinas hidráulicas que mueven un cierto volumen del líquido entre dos niveles y transforman la energía mecánica en energía cinética y potencial requerida, la energía se comunica al líquido por medio de alabes del impulsor y el movimiento de rotación del eje. Entre su amplia gama de productos SIHI PUMPS COLOMBIA cuenta con bombas centrifugas para el transporte de fluidos, las cuales destacamos la serie ZLND y la HEGA MULTIETAPAS, principalmente fabricadas en fundición gris. A continuación presentamos las características principales de las bombas ZLND y HEGA.

3.1.1. ZInd.

Figura 13. Bomba ZLND y características técnicas

Datos Técnicos	
Tamaño	32-125 a la 300-500
Caudal Max.	1800 m ³ /h
Altura Max.	140 m
Velocidad Max.	3600 rpm
Material	Fundición Gris, Nodular y Acero Inoxidable
Temperatura Max.	170°C
Presión de carcasa	16 bar



Fuente: Catalogo ZLN (eje libre horizontal), SIHI PUMPS COLOMBIA SAS

Aplicaciones.


Las bombas con carcasa en espiral de la gama ZLN (según DIN 24255 / EN 733 e ISO 9908) son utilizadas cuando se tienen que bombear líquidos limpios o turbios no abrasivos que no contengan partículas sólidas en suspensión. Entre otros campos, estas bombas son aplicables a:

- Industrias del automóvil, mecánica e ingeniería en general.
- Industria alimenticia y de bebidas.
- Industria farmacéutica.
- Industria de pinturas.
- Industria del plástico y gomas.
- Industria del hierro y metales no férricos.
- Industria papelera.
- Industria textil.
- Industria de la construcción.
- Calefacción y aire acondicionado.
- Achique.
- Suministro de agua.
- Riego.

3.1.2. Hega multietapas.

Figura 14. Bomba HEGA multietapas y características técnicas.

Datos Técnicos	
Caudal Max.	190 m ³ /h
Altura Max.	425 m
Velocidad Max.	3600 rpm
Material	Fundición Gris, Nodular y Acero Inoxidable
Temperatura Max.	190°C
Presión de carcasa	40 bar



Fuente: Catalogo HEGA, SIHI PUMPS COLOMBIA SAS

Aplicaciones.

Las bombas centrífugas multietapas de la serie HEGA son usadas en aplicaciones donde se requiere bombear sin problema líquidos limpios o ligeramente sucios, no agresivos. Son utilizadas principalmente en:

- Plantas térmicas (instalaciones de calefacción)
- Plantas de distribución y suministro de agua
- Plantas elevadoras de presión
- Plantas de circulación de agua y condensados
- Equipos contra incendio
- Plantas de purificación
- Plantas de irrigación
- Plantas de alimentación de calderas
- Estaciones de producción de agua a presión

Para SIHI PUMPS COLOMBIA cumplir con altos estándares de la industria, es necesario contar con fundición de excelente calidad, y exigir a los proveedores unas características específicas en la materia prima, y así obtener un material de ingeniería confiable en sus productos.

3.2. Características De Las Piezas Fundidas.

La fundición de hierro gris exigida a los proveedores es bajo la norma DIN 1691 (GG 25), y su equivalente con otras es NTC 1370 (FG 250), ASTM A-48 (Clase 40 B).

3.2.1. Resistencia a la tracción.

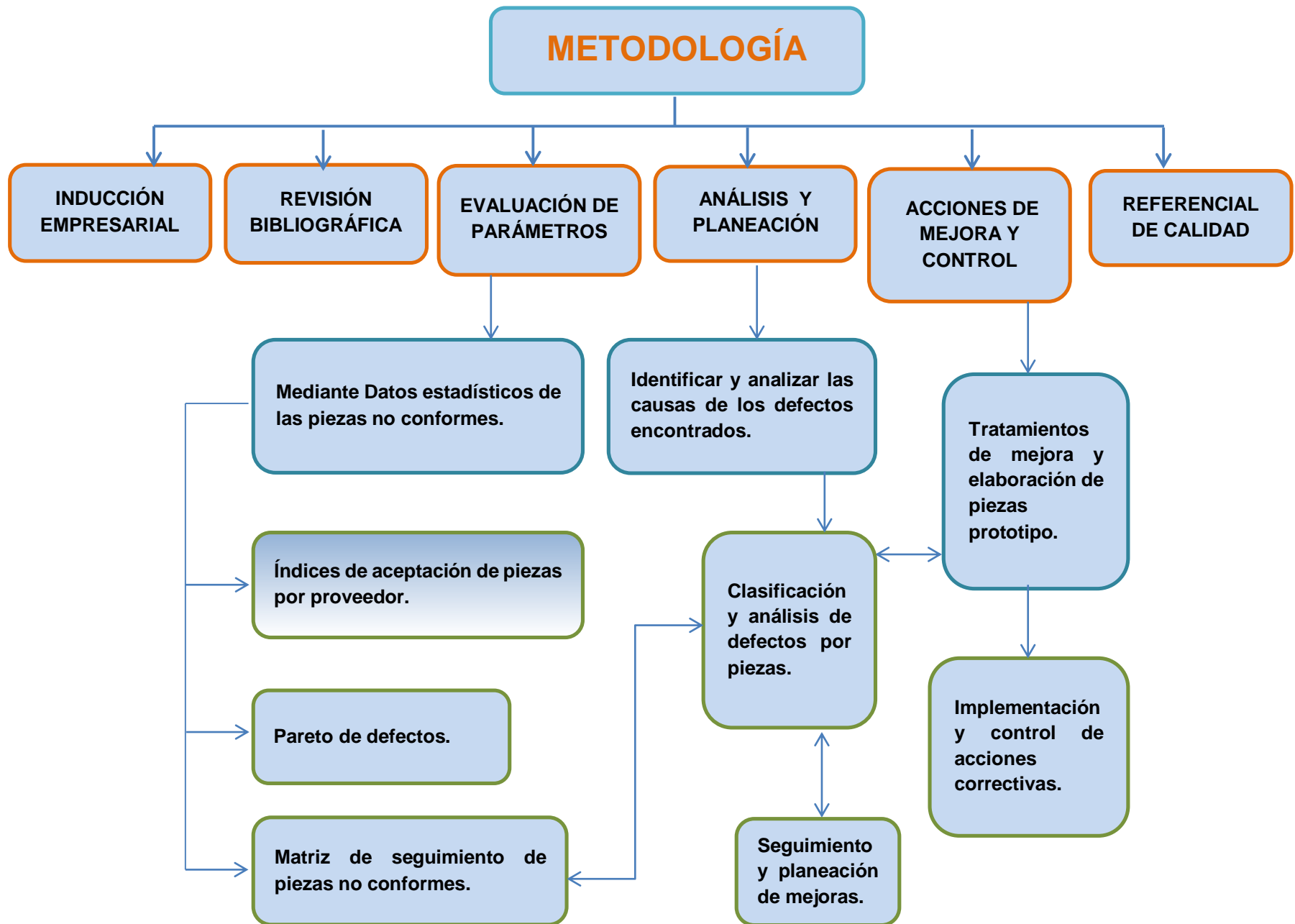
La resistencia a la tracción se verifica periódicamente mediante ensayos de tensión y es controlada continuamente a través de la medición de la dureza. Debe haber tres probetas por cada colada y su valor debe oscilar entre 250 y 350 Mpa.

3.2.2. Dureza.

La medición de la dureza se realiza sobre una probeta “Botón Brinell” colada y a la vez adherida a una pieza fundida. Los valores de dureza son 210 HB como mínimo y 230 HB como máximo.

Los criterios de aceptación y rechazo para las siguientes especificaciones: dimensiones y tolerancias, acabados, estanqueidad, marcación de la fundición, se encuentran descritos en los instructivos y fichas técnicas internos de SIHI PUMPS COLOMBIA: N-SC-025 “Plan de calidad para inspección y ensayo en recepción”, T-IG-115 “Fundición de hierro gris”, T-IG-647 “Defectos y acabados de fundición”, T-IG-274 “Tabla de tolerancias”, I-CC-029 “Inspección en recepción de las piezas fundidas”.

Figura 15. Metodología



5. DESARROLLO

5.1. Evaluación De Parámetros.

La evaluación del comportamiento de la materia prima se llevó a cabo mediante tres parámetros fundamentales; primero, eficiencia del proveedor (tabla de índices de aceptación de materia prima); segundo, estudio de defectos más recurrentes (Pareto de defectos), y tercero seguimiento de piezas defectuosas (Matriz de piezas no conformes).

5.1.1. Cálculo de índices de aceptación por proveedor de las diferentes piezas, año 2009-2013.

Para determinar estos indicadores se tuvo en cuenta la base de datos de los rechazos de materia prima del 2009 al 2013 año SIHI (el año SIHI va de diciembre a noviembre), con base a estos índices (ver tabla 2 y 3), y de la mano de otros factores se toman decisiones como: cambio de modelo de un proveedor a otro, número de piezas para un pedido, entre otras.

Las tablas comparan los índices de aceptación de cada una de las piezas que conforman cada tipo de bomba, entre los diferentes proveedores. Con base en estos indicadores se tomaron decisiones como:

- El Cuerpo succión de la hega 32, (ver tabla 2), se ha fabricado en los 4 proveedores durante este periodo de tiempo, obteniéndose sus índices de aceptación más altos en Sabogal y Tecnicast; esta pieza posee dos placas modelo, por lo tanto se traslada un modelo de D&Matech a Sabogal y el otro permanecerá en Tecnicast.

Tabla 2. Índices de aceptación de materia prima bomba HEGA

	TAMAÑO	PIEZA	PROVEEDOR			
			Fundespa	Sabogal	D&Matech	Tecnicast
BOMBA HEGA	HEGA 25	Cuerpo succión	69,58%			
		Cuerpo descarga	54,46%	59,62%		
		Cuerpo etapa	71,13%			
		Cuerpo etapa CP	97,14%			
		Impulsor	83,07%			
		Difusor	52,63%	90,21%		
		Tapa de rodamiento				
		Casquete				
		Tapa sello				
	HEGA 32	Cuerpo succión	63,64%	87,56%	55,88%	82,76%
		Cuerpo descarga	83,26%		100,00%	95,45%
		Cuerpo etapa	0,00%	82,18%	100,00%	98,77%
		Cuerpo etapa CP	92,86%	94,60%		95,24%
		Impulsor	75,01%	86,21%		100,00%
		Difusor	93,80%	89,74%		97,40%
		Tapa de rodamiento		97,22%		100,00%
		Casquete	96,36%			
		Tapa sello	100,00%	99,13%		100,00%
	HEGA 40	Cuerpo succión	81,90%	83,55%	84,00%	
		Cuerpo descarga	87,95%		92,11%	
		Cuerpo etapa	91,33%	98,49%		
		Cuerpo etapa CP	91,39%	96,03%		
		Impulsor	77,43%	87,73%		
		Difusor	91,48%	90,09%		
		Tapa de rodamiento				
		Casquete				
		Tapa sello				

Fuente: Autor

Continuación tabla 2. Índices de aceptación de materia prima bomba HEGA

	TAMAÑO	PIEZA	PROVEEDOR				
			Fundespa	Sabogal	D&Matech	Tecnicast	
BOMBA HEGA	HEGA 50	Cuerpo succión	80,71%		68,61%		
		Cuerpo descarga	90,07%		84,21%		
		Cuerpo etapa	94,32%		94,79%	100,00%	
		Cuerpo etapa CP			95,99%		
		Impulsor	71,28%	83,39%			
		Difusor	90,26%	84,65%	97,94%	99,04%	
		Tapa de rodamiento		88,83%			
		Casquete	92,12%				
		Tapa sello		99,06%			
	HEGA 65	Cuerpo succión	80,36%		77,55%		
		Cuerpo descarga	80,00%	70,71%	85,71%		
		Cuerpo etapa	90,20%		72,05%		
		Cuerpo etapa CP	91,80%		70,97%		
		Impulsor	76,98%	96,54%	97,78%		
		Difusor	94,33%	94,95%			
		Tapa de rodamiento	100,00%				
		Casquete	89,91%				
		Tapa sello	92,21%	100,00%			
	HEGA 80	Cuerpo succión	62,22%	45,45%			
		Cuerpo descarga	65,52%	70,00%			
		Cuerpo etapa	69,32%	94,74%			
		Cuerpo etapa CP	100,00%	100,00%			
		Impulsor	45,16%	96,67%			
		Difusor	56,60%	99,11%			
		Tapa de rodamiento	100,00%				
		Casquete					
		Tapa sello	92,31%				
	PROMEDIO			82,86%	87,44%	84,56%	99,52%

Fuente: Autor

Tabla 3. Índices de aceptación de materia prima bomba ZLND

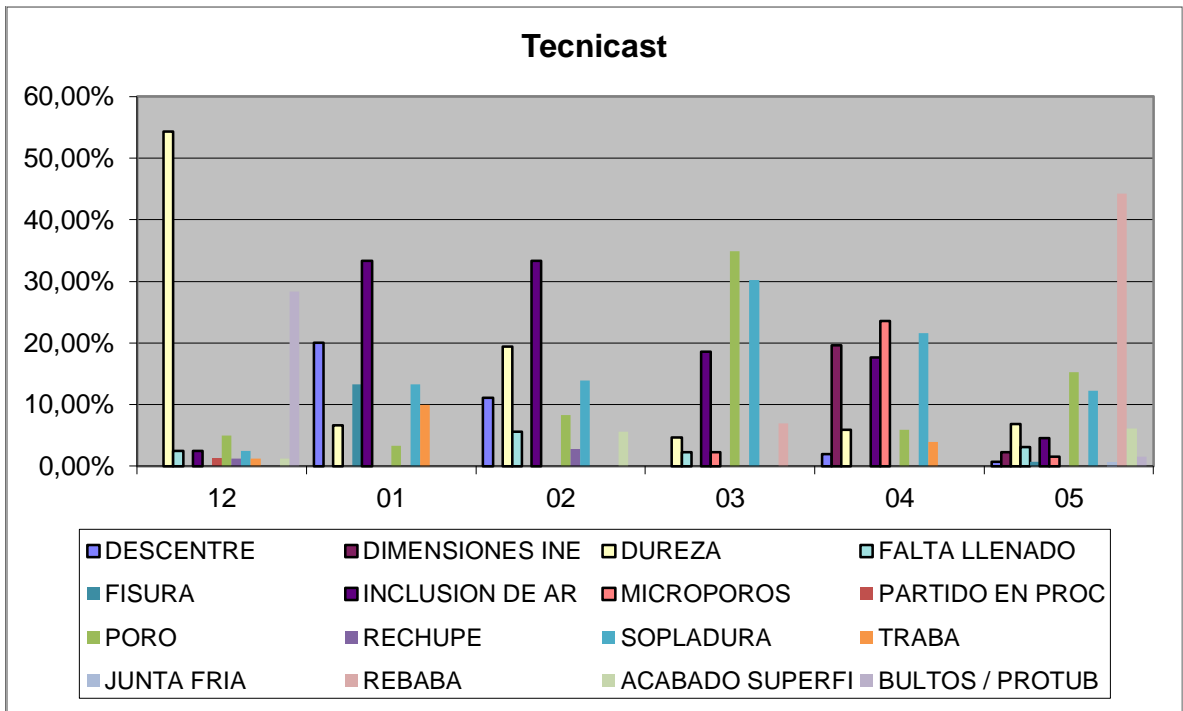
	TAMAÑO	PIEZA	Fundespa	Sabogal	D&Matech	Tecnicast
BOMBA ZLND- NOWA	Tipo 25	Carcasa	86,62%	84,99%	86,67%	94,12%
		Impulsor	76,63%	77,33%		87,50%
		soporte de rodamiento	77,69%	72,73%		100,00%
	Tipo 35	Carcasa	80,61%	77,02%	66,67%	
		Impulsor	69,98%	68,25%	82,76%	
		soporte de rodamiento	83,39%			
	Tipo 45	Carcasa	79,79%	75,40%	90,00%	
		Impulsor	83,62%	100,00%	66,67%	
		soporte de rodamiento	83,82%		70,33%	
	NOWA Tipo 55	Carcasa	86,13%	67,14%		
		Impulsor	75,24%	65,91%	50,00%	100,00%
		soporte de rodamiento	91,05%			
	Otros	Adaptador ZLMD	96,28%	87,66%		
		Buje	87,78%	84,21%		100,00%
			PROMEDIO	82,76%	78,24%	73,30%

Fuente: Autor

5.1.2. Pareto de defectos por proveedor (año SIHI 2014).

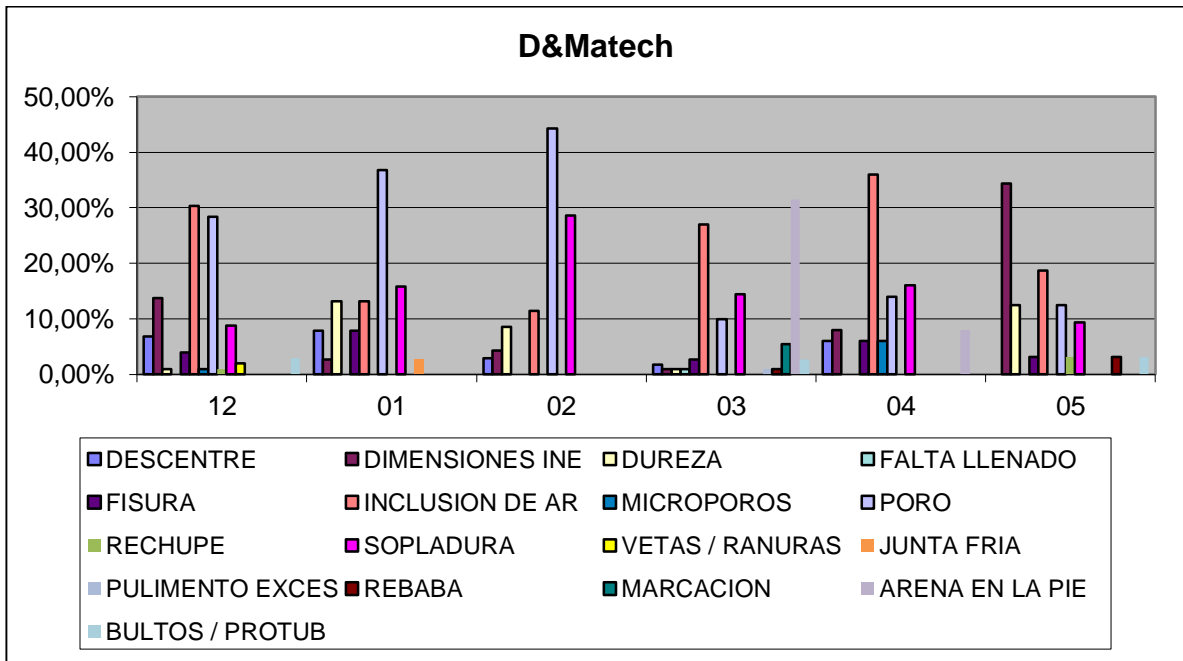
La gráfica de Pareto es una gráfica dinámica que muestra mes a mes en qué defectos se concentran más el número de piezas rechazadas en total, o por proveedor; también se observa los defectos más frecuentes en una determinada pieza, esto con el fin de hacer un análisis en conjunto entre SIHI y el proveedor, de las posibles causas generales de estos defectos y tener un panorama del comportamiento de las piezas rechazadas.

Figura 16. Defectos más frecuentes en Tecnicast



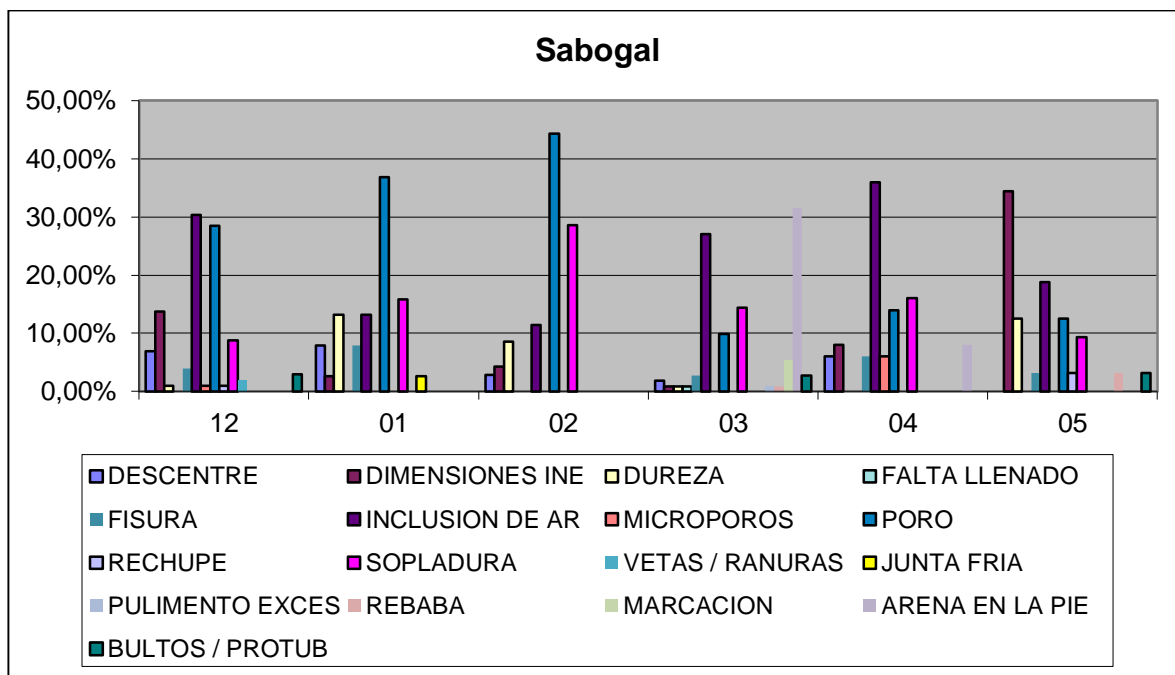
Fuente: Autor

Figura 17. Defectos más frecuentes en D&Matech



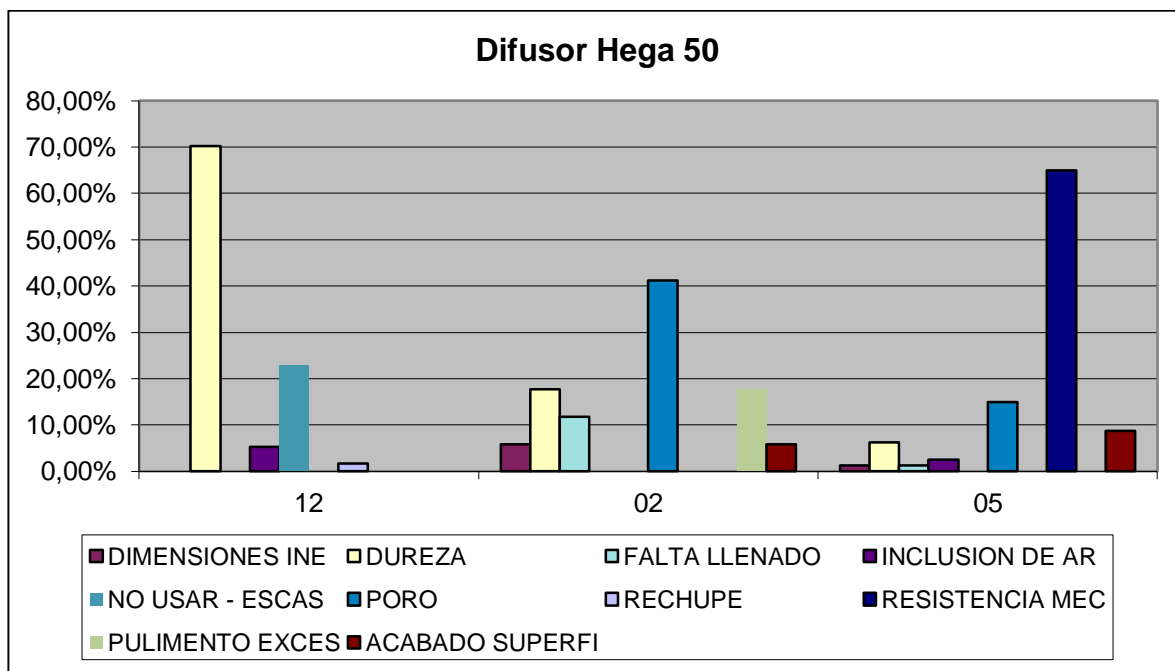
Fuente: Autor

Figura 18. Defectos más frecuentes en Funtecsa.



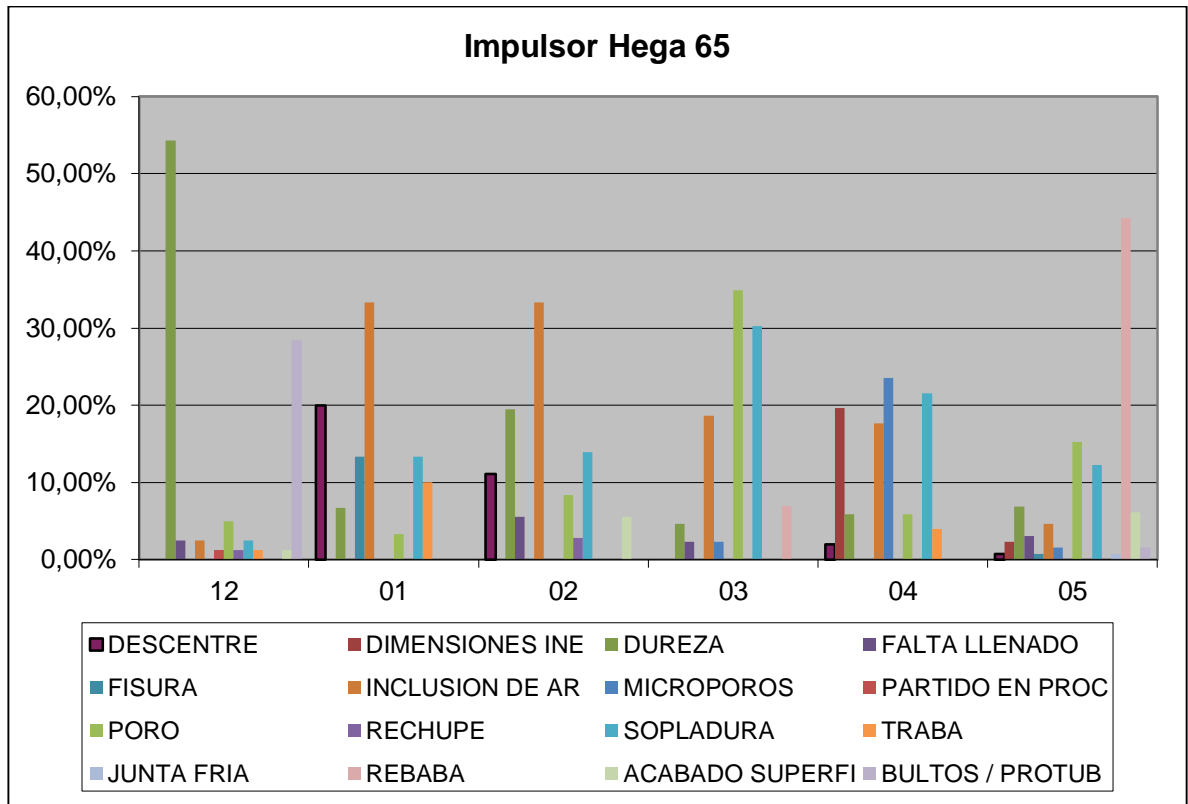
Fuente: Autor

Figura 19. Defectos más frecuentes en Difusor Hega 50



Fuente: Autor

Figura 20. Defectos más frecuentes en impulsor Hega 65



Fuente: Autor

5.1.3. Matriz de seguimiento de piezas no conformes (año SIHI 2014).

Esta matriz es un esquema general de los seguimientos a cada una de las piezas no conformes analizadas, se tiene en cuenta factores como: proveedor, defecto, colada de la pieza, índice de aceptación. (Ver tabla 4). En la tabla se observa el avance sobre el análisis de los defectos en las piezas, en qué etapa se encuentra: análisis, pendiente pieza prototipo, pendiente mecanizado, etc. Una pieza puede contener varios defectos, estos se tratan uno a uno y al minimizar la recurrencia de uno, se trata el siguiente y así sucesivamente.

La tabla nos muestra primero el tipo de pieza a estudiarse, seguidamente el proveedor o proveedores que la fabrican, luego los defectos y en que colada se presentaron. También está la casilla de seguimiento, esta se divide en:

- **Análisis:** Si está casilla está marcada con una (x) hace referencia a que se está recopilando información acerca del defecto y analizando.
- **Acción Correctiva (AC):** El tratamiento de mejora se indica con un número, este número es el consecutivo de las acciones correctivas que se toman para cada pieza y están enunciadas en la etapa de **análisis y planeación**, ya que esta matriz como se mencionó antes es un esquema general.
- **Socialización (SF):** Esta etapa comprende la exposición del análisis realizado de los defectos al proveedor. Los tratamientos de mejora para los procesos de fabricación de las piezas son recomendaciones que aporta SIHI al proveedor, el cual las evalúa y posteriormente se toma una decisión en conjunto para llevarlo a la práctica elaborando piezas prototipo.
- **Pendiente:** Esta casilla se subdivide en tres y nos muestra el proceso después de la socialización con la fundidora, si está pendiente la pieza prototipo (PP), mecanizado de la pieza (MP) o prueba hidrostática (PH)
- **Resultados:** Las casillas de resultados nos muestran la eficiencia de la acción correctiva, si las piezas empeoraron (E), mejoraron (M) o se mantuvieron igual (i).
- **Índice de aceptación:** Con este indicador vamos observando la aceptación de las piezas en el 2014 día a día.

Tabla 4. Matriz de seguimiento de piezas

MATRIZ SEGUIMIENTO DE PIEZAS								Índice Aceptación Acumulado					
Pieza	Proveedor	Defecto	Colada	Seguimiento									
				Análisis	SF	P				R			
		AC	PP			MP	PH	E	i	M	2014-Hasta MAYO 27		
Difusor Hega 50	Tecnicast	Dureza	08/11/2013	x	x	1					x	88,25%	
			30/01/2014								x		
			28/02/2014			2							x
			11/03/2014										x
Cuerpo Succión Hega 32	Tecnicast	Descentre	08/11/2013	x	x							57,28%	
			06/12/2013	x	x	1							
			14/02/2014										x
			21/02/2014										x
Soporte De Rodamiento S- 25	Tecnicast	Inclusiones. Arena.	14/01/2014	x	x							71,29%	
			11/03/2014			1							x
			06/05/2014										x
Impulsor Hega 65	Funtecsa	Poros (inclusiones arena)	15/04/2014								x	86,28%	
			25/04/2014	x	x	1							x
Impulsor Hega 40	Funtecsa	Poros (inclusiones arena)	08/04/2014	x	x	1					x	83,88%	

Fuente: Autor

5.2. Análisis, Planeación y Mejora.

5.2.1. Análisis y tratamiento de mejora por cada pieza.

Una pieza puede presentar varios defectos, debido a esto se clasificaron para ir tratando un defecto a la vez por cada pieza. Esta clasificación se ve reflejada en la matriz de seguimiento de piezas. (Ver tabla 4). Se elaboró un documento para analizar y llevar un seguimiento de los defectos presentes en cada pieza e ir implementando estrategias para mejorar su proceso de fabricación (documento interno Sihi Pumps Colombia); estos tratamientos de mejora se socializarán con los diferentes proveedores, los cuales lo evaluarán y posteriormente se tomará una decisión en conjunto para llevarlo a la práctica.

5.2.1.1. Difusor Hega 50. Defecto alta dureza.

Figura 21, Difusor hega 50



Fuente: Autor

En el informe de calidad del acumulado del 2014 (diciembre-enero) año SIHI, se encontró que la pieza más crítica y de mayor rechazo por motivo de dureza fue el difusor hega 50. En el marco de las variables críticas de la fundición (composición química y velocidad de enfriamiento) se estableció un análisis preliminar.

Enfriamiento rápido.

El enfriamiento es tan rápido que no da lugar a la formación del carbono libre (grafito) característico de la fundición gris. Este enfriamiento puede ser producto de las dimensiones de la pieza, entre las cuales están sus cambios de sección y espesor delgado, en comparación con otras piezas de la misma colada que no presentaron dureza alta.

Composición química indeseada.

La diferencia en composiciones de la fundición gris a la blanca difiere en pequeños porcentajes en ciertos elementos críticos como lo son el Si S y Mn. Para valores altos de Si, bajo S y bajo Mn predomina la formación de fundición gris, debido a que el Si es un agente grafitizante y el S (el mayor porcentaje agregado a la fundición es del coque) y Mn favorecen la formación de la fundición blanca. En la tabla 1 podemos observar los rangos aproximados de una fundición gris de alta resistencia comparándolos con la composición química (ver tabla 5) obtenida para las piezas, observamos que el azufre y fosforo sobre pasa los límites aceptables y puede ser una de las causas de la alta dureza.

Tabla 5. Composición química de colada.

Composición Química						
C	Si	Mn	S	P	Cu	Cr
3,2%	2,15%	0,52%	0,17%	0,16%	0,37%	0,21%

Fuente: Proveedor Tecnicast Industriales SAS, hoja de producción.

Acciones Correctivas.

1. Para el lote de piezas que se rechazaron por dureza se realizó un tratamiento térmico de revenido para aliviar tensiones, después de este tratamiento las piezas fueron conformes.
2. Para posteriores piezas se realizó un tratamiento en cuchara: el cual correspondió en la adición de un porcentaje de ferro-silicio y ferro-manganeso para disminuir dureza en la pieza y modificar su carbono equivalente.

Resultados.

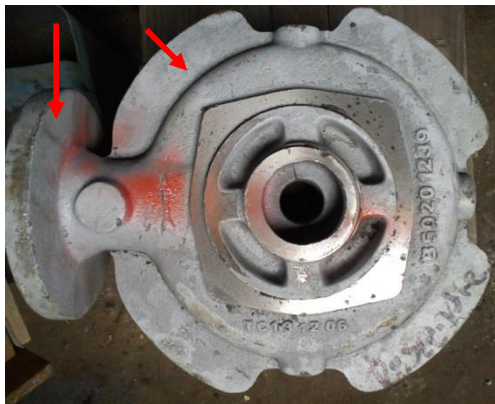
Figura 22. Difusor hega 50 libre de defectos.



Fuente: Autor

5.2.1.2. Cuerpo Succión Hega 32. Defecto descentre.

Figura 23. Cuerpo succión hega 32.

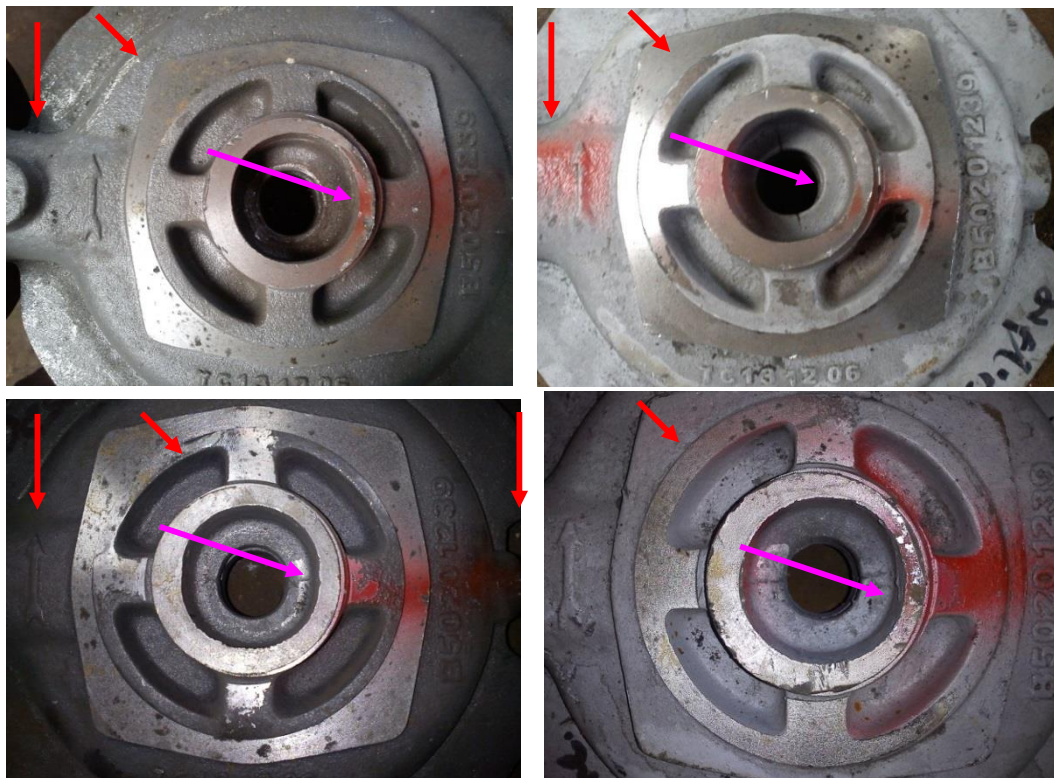


Fuente: Autor

El descentre es un defecto relacionado con el moldeo y el modelo de la pieza, depende en gran manera del operario de fundición y de la durabilidad de la placa modelo; El descentre por lo general es causado por:

- Desplazamiento del macho durante la colada: velocidad de llenado rápido que desplaza el macho o mal ajuste del macho que se mueve durante la colada.
- Degradación muy rápida del macho central: Antes que solidifique la pieza el macho se degrada y ocurre desplazamiento del eje central de la pieza.
- Traba en el molde: Mal ajuste de las cajas de moldeo que perjudica el empalme entre semi-moldes y machos de cada caja.
- El descentre también puede ser problema en el proceso de mecanizado, un mal montaje en el torno nos dará como consecuencia un descentre de la pieza.

Figura 24. Descentre cuerpo succión hega 32.



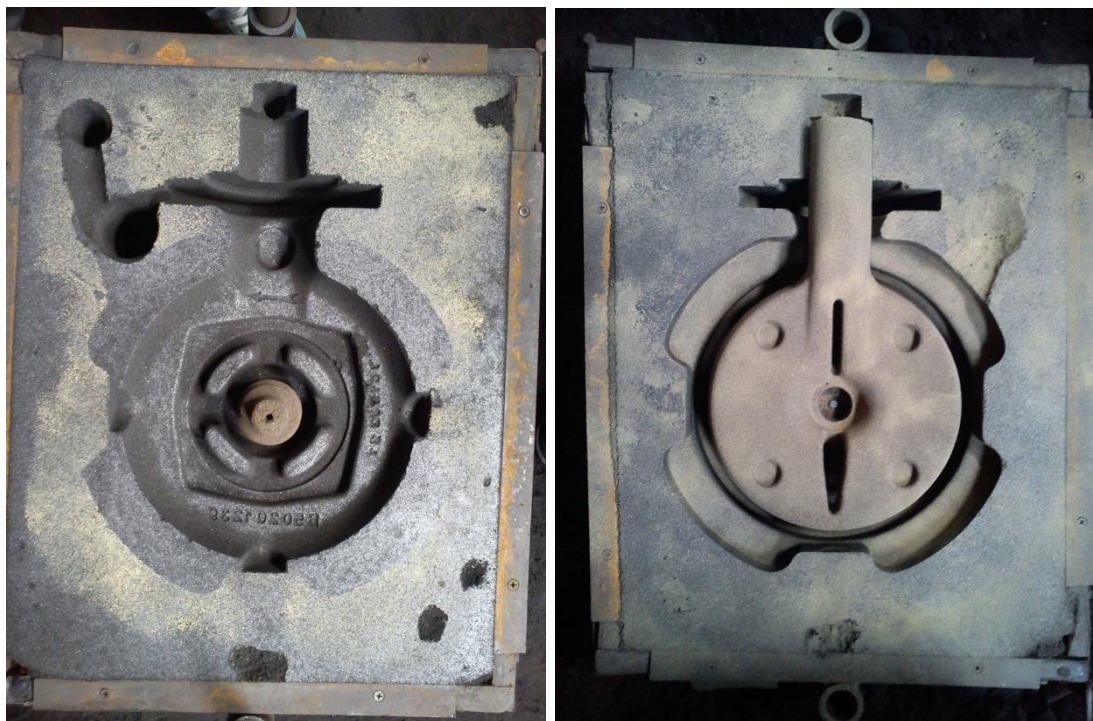
Fuente: Autor

Analizando los ataques (flechas rojas) en la pieza y el descentre de la pieza se establecen posibles causas del defecto:

- Desplazamiento del macho central: Durante la colada y debido a la velocidad de vaciado, el macho se está desplazando hacia la dirección de llenado (flecha fucsia). Es decir hacia la derecha en la figura 24, al moverse del eje pierde la concentricidad el anillo central. También podría ser producto de la fractura en el empalme de los machos de cada semi-molde.

Se moldeó una pieza para descartar una posible traba en el moldeo y para verificar la unión de los machos entre la caja superior y la caja inferior, en el ensayo sobre la caja inferior se agregó bentonita para marcar el empalme entre los dos semi-moldes (ver figura 25), después de un tiempo se desmontó la caja superior observándose un buen ajuste entre los machos de las dos cajas y también un buen empalme por la marcación de la caja inferior en la superior

Figura 25. Cajas de moldeo cuerpo succión hega 32



Fuente: Autor

Figura 26. Machos y caja de moldeo cuerpo succión hega 32



Fuente: Autor

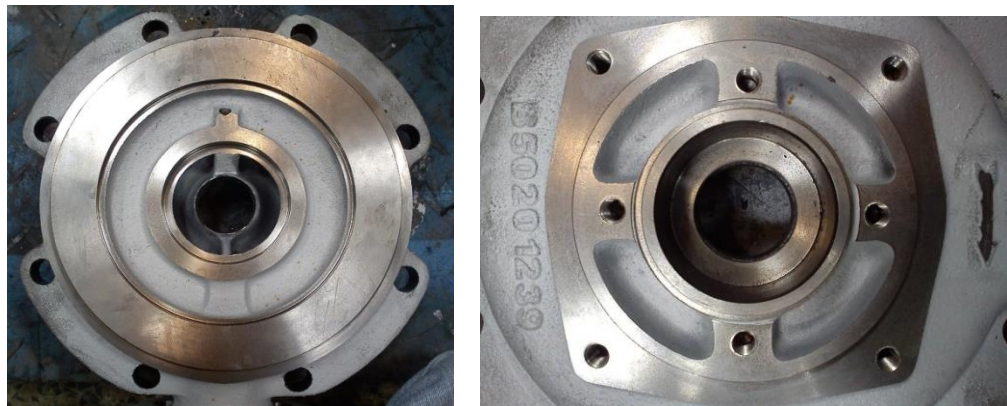
Acciones Correctivas.

Las piezas rechazadas por descentre pertenecen a coladas de Tecnicast del año 2013 131108 y 131206.

1. Para la colada 140214 se modificó el empalme entre machos y entre el molde y los machos, agregando una puntilla para darle más agarre al macho de la caja superior y con una mezcla de bentonita húmeda para darle más adherencia. (ver figura 26). Las piezas a partir de la colada 140214 no presentaron descentre.

Resultados.

Figura 27. Piezas sin descentre, cuerpo succión hega 32



Fuente: Autor

5.2.1.3. Soporte De Rodamiento S-25. Defecto Inclusiones de arena.

Figura 28. Soporte de rodamiento ZInd 25



Fuente: Autor

Las inclusiones de arenas son defectos relacionados con el moldeo y llenado de las piezas y dependen en gran manera del operario de fundición (moldeo y colada); las inclusiones por lo general son internas, y son causadas por el desprendimiento de granos de arena del molde por:

- Erosión de las paredes del molde o macho: Es la degradación de la arena debido a cambios térmicos. (refractariedad de la arena).
- Alta velocidad de llenado: Remoción de arena durante el llenado por falta de compactación del molde y turbulencia del metal fundido. (resistencia de arena).

Figura 29. Inclusiones de arena soporte de rodamiento ZInd 25

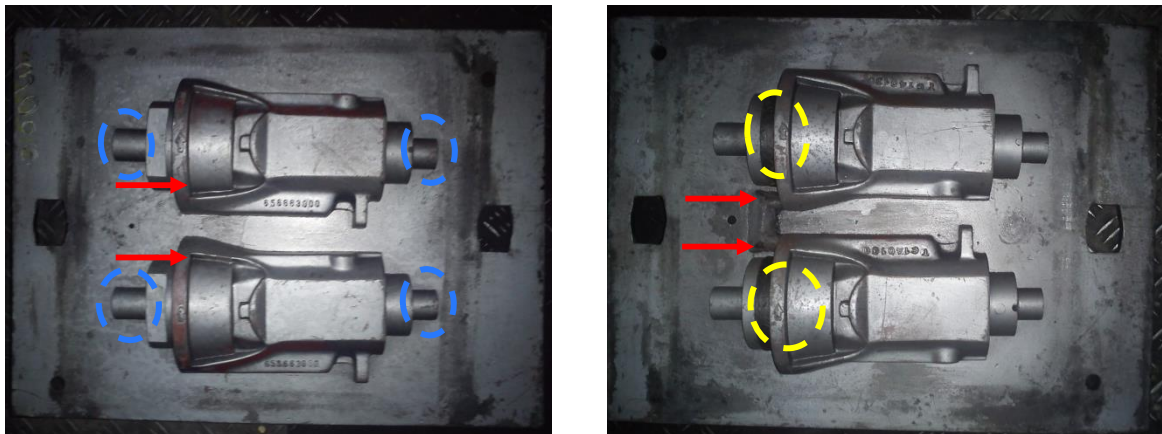


Fuente: Autor

Durante el moldeo se identificó los ataques (flechas rojas) a la pieza y la zona afectada (círculo amarillo) por los defectos (ver figura 29 y 30), la aparición de estos defectos puede ser causada:

- La parte del macho en la zona afectada es muy grueso con respecto a las dimensiones de esta, y durante la degradación del macho en la colada se incrustan granos de arena en la pieza.
- Las inclusiones también pueden ser causas por un flujo turbulento del metal fundido, debido a que su canal de distribución es muy corto y el ataque está en una sección muy aislada y delgada de la pieza; esto llevaría a desprendimientos de granos que se almacenan en la parte superior del molde por diferencia de densidades.

Figura 30. Placa modelo soporte de rodamiento ZInd 25



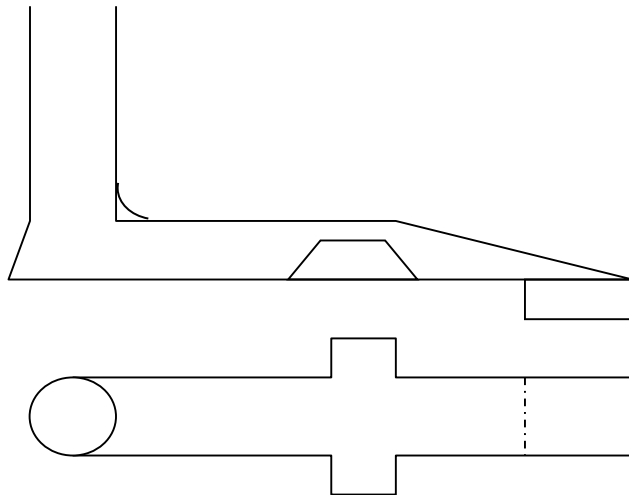
Fuente: Autor

Acciones Correctivas.

1. Se diseñó un nuevo sistema de llenado (ver figuras 31 y 32), el cual comprende:
 - a. Separación entre los modelos de 3cm adicional a la que tienen actualmente, y modificación de la posición de los modelos para que los 2 queden alimentados por la parte inferior de la pieza que es la zona más gruesa.

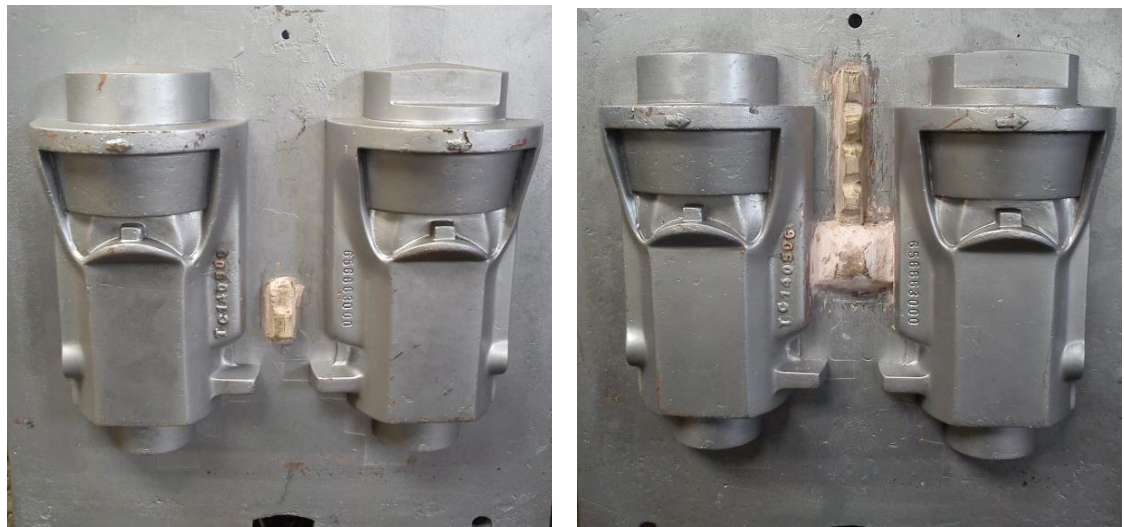
- b.** Nuevo canal de distribución para que el metal fluya más libremente y disminuir turbulencia.
- c.** Adición de un pocillo en la parte final del canal de distribución para retener elementos indeseados durante la colada.
- d.** Eliminación de una parte en la placa modelo (circulo azul figura 30).

Figura 31. Esquema de nuevo sistema de llenado soporte de rodamiento ZInd 25



Fuente: Autor

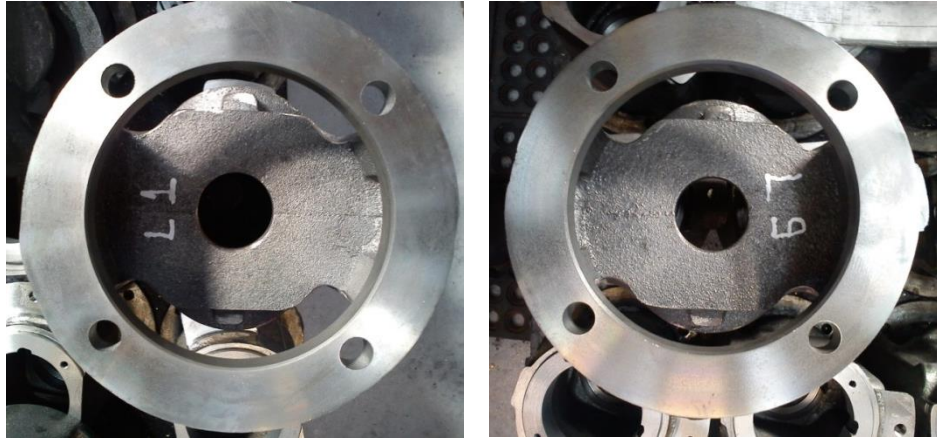
Figura 32. Nuevo sistema de llenado, soporte de rodamiento ZInd 25



Fuente: Autor

RESULTADOS

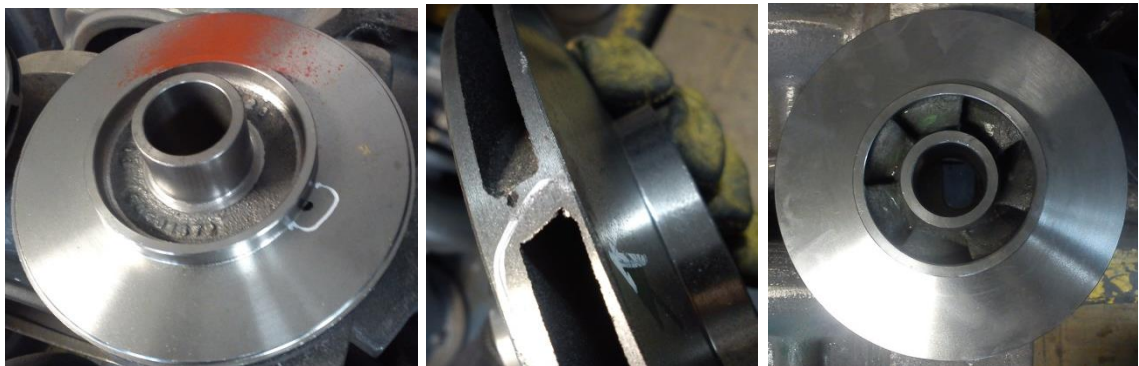
Figura 33. Soporte de rodamiento ZInd 25, libre de inclusiones



Fuente: Autor

5.2.1.4. Impulsor Hega 40. Defecto inclusiones de Arena.

Figura 34. Impulsor hega 40

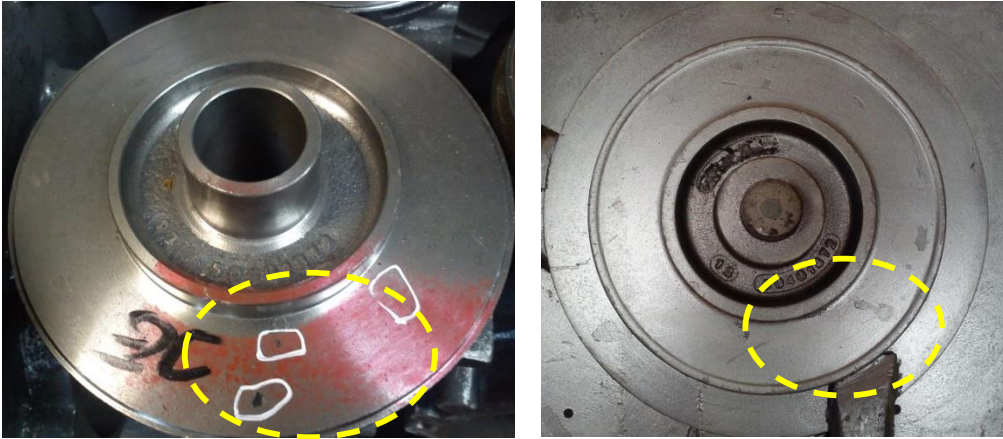


Fuente: Autor

Las inclusiones se están presentando en la zona cercana al ataque en cada modelo de la placa, en el semi-molde inferior, por ejemplo para el impulsor en la posición número 13 (ver figuras 35 y 36). El llenado de la pieza se hace a través de un sistema vertical, de dos niveles y cada nivel con dos ataques uno para cada pieza (ver figura 38), este sistema puede ser el causante de las inclusiones de arena ya

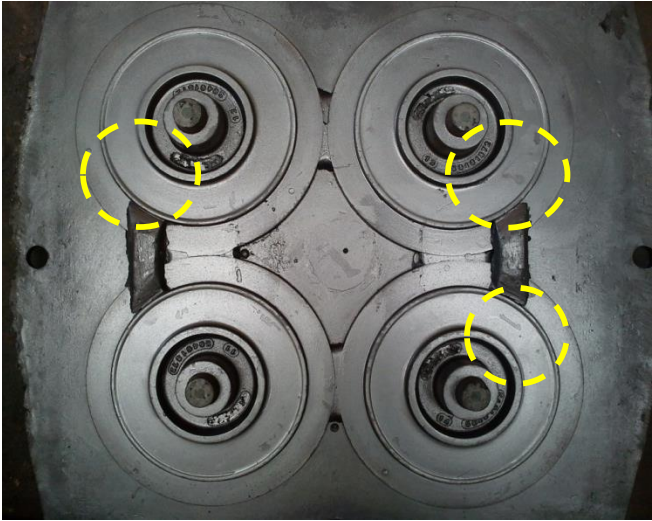
que el fluido entra al molde con turbulencia en el segundo nivel, debido a que cuando se trabajan sistemas verticales las dimensiones del segundo nivel y del conducto que los conecta deben ser menores que las del primer nivel y el bebedero respectivamente; siendo estas dimensiones muy parecidas el flujo del metal es como se muestra en la figura ocurriendo así degradación del molde en el segundo nivel por causa de una turbulencia mayor.

Figura 35. Impulsor hega 40.inclusiones de arena



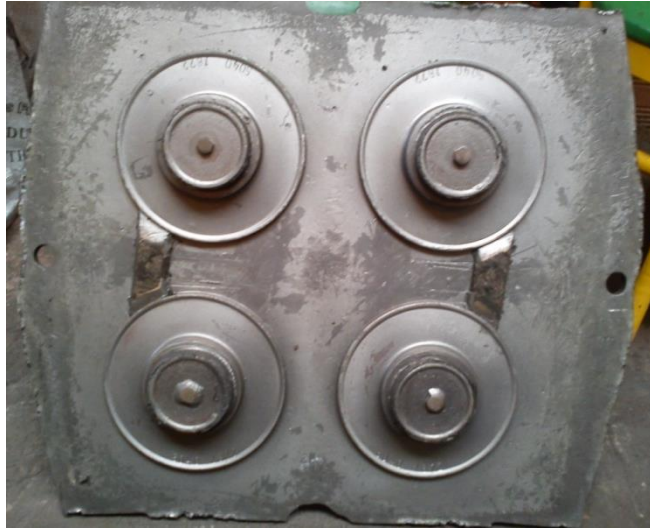
Fuente: Autor

Figura 36. Placa modelo impulsor hega 40, zona inferior.



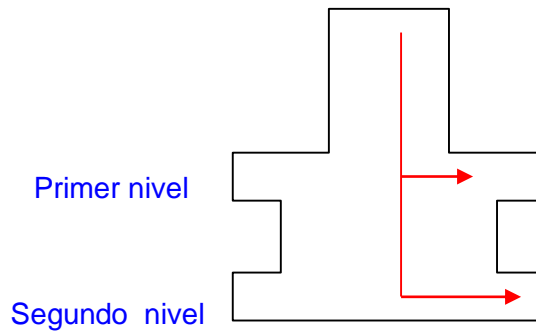
Fuente: Autor

Figura 37. Placa modelo impulsor hega.40 zona superior



Fuente: Autor

Figura 38. Sistema de llenado impulsor hega.40

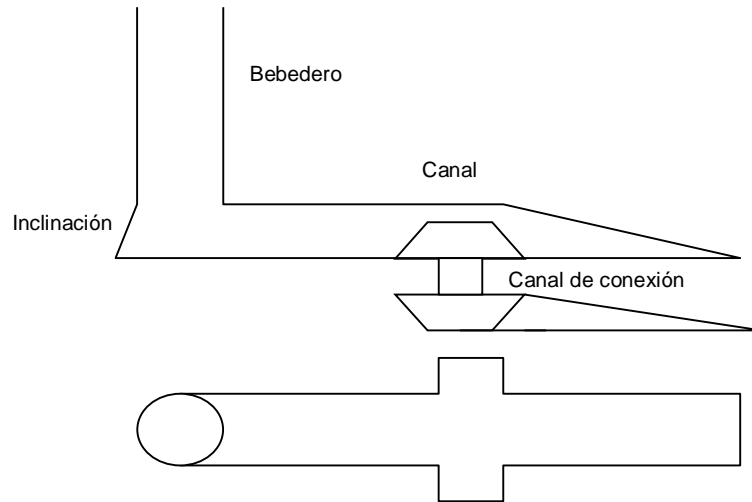


Fuente: Autor

Acciones Correctivas.

1. El sistema de llenado implementado es horizontal y en la unión del bebedero con el canal lleva una inclinación para evitar zonas muertas a la hora de llenado, también lleva una prolongación en la parte del canal de distribución con 2 finalidades, atrapar elementos indeseables durante la colada y disminuir la velocidad de llenado para obtener menos turbulencia por el fluido y evitar así la degradación del molde.

Figura 39. Esquema nuevo sistema de llenado impulsor hega.40

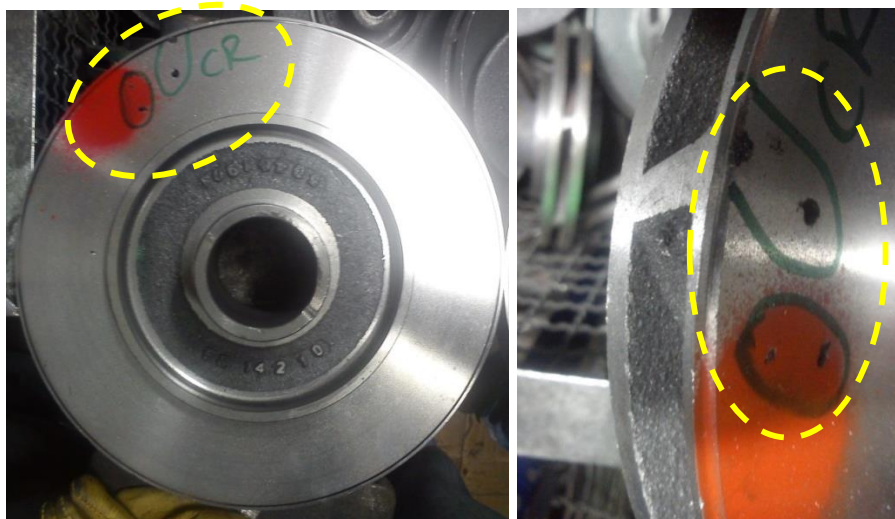


Fuente: Autor

Las piezas fabricadas con este nuevo sistema de llenado han sido conformes a partir de la colada 15/04/2014

5.2.1.5. Impulsor Hega 65. Defecto Inclusiones de arena.

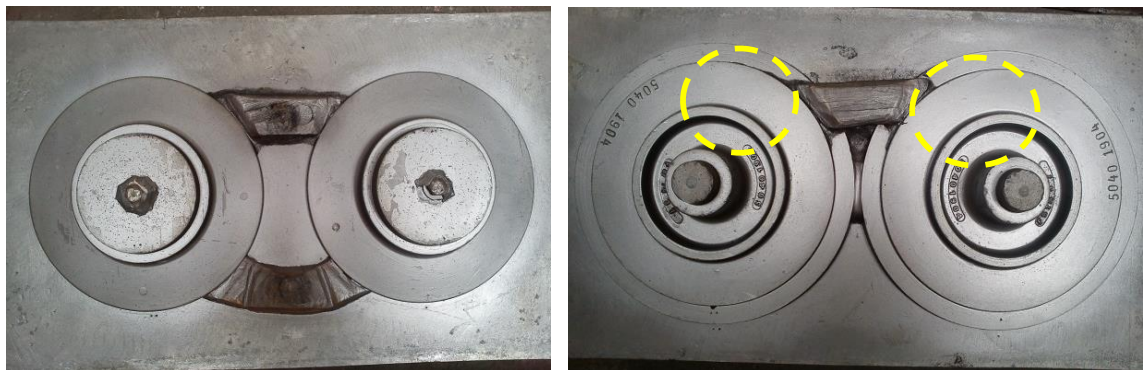
Figura 40. Impulsor hega.65



Fuente: Autor

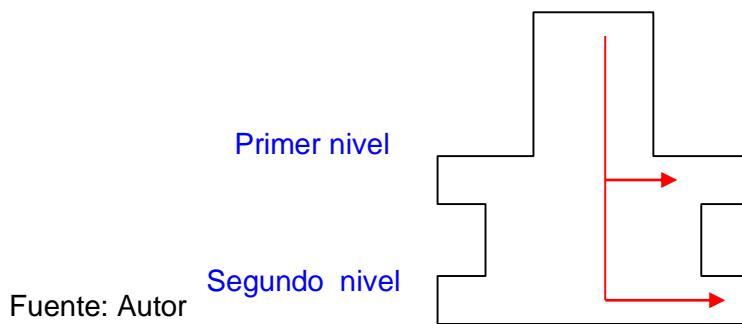
Las inclusiones se están presentando en la zona cercana al sistema de llenado en cada modelo presente en la placa (círculos amarillos), en el semi-molde inferior (ver figura 41). El llenado de la pieza se hace a través de un sistema vertical, de dos niveles y cada nivel con dos ataques uno para cada pieza. (Ver figura 42); este sistema puede ser el causante de las inclusiones de arena, ya que el fluido entra al molde con turbulencia en el segundo nivel, debido a que cuando se trabajan sistemas verticales las dimensiones del segundo nivel y del conducto que los conecta deben ser menores que las del primer nivel y el bebedero respectivamente; siendo estas dimensiones muy parecidas el flujo del metal es como se muestra en la figura del sistema de llenado actual (*flechas rojas*) ocurriendo así degradación termo-mecánica del molde en el segundo nivel por causa de una turbulencia mayor.

Figura 41. Placa modelo impulsor hega.65



Fuente: Autor

Figura 42. Esquema de sistema de llenado impulsor hega.65

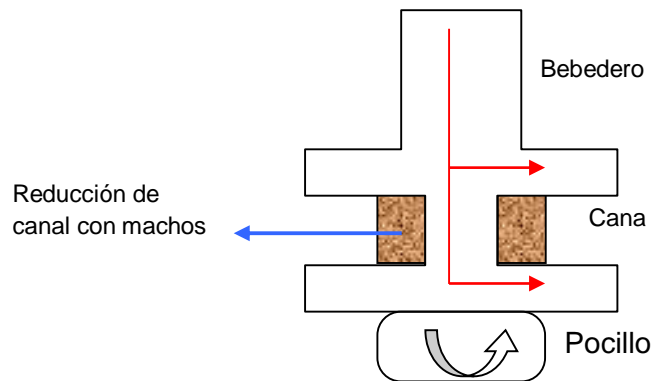


Fuente: Autor

Acciones Correctivas.

1. Debido a que las dimensiones de la placa modelo y la geometría complicada de la pieza no son las mejores para implementar un sistema de llenado horizontal se procedió a mejorar el diseño del sistema de llenado vertical para disminuir turbulencia del fluido durante la entrada al molde en el segundo nivel, y un mejor llenado de la pieza. El nuevo sistema (ver figuras 43 y 44), lleva una reducción de área en el canal que conecta a los niveles como se recomienda para los sistemas verticales, adicional a esto la implementación de un pocillo en la parte final del conducto de entrada para atrapar elementos indeseados en las piezas (escoria, arena, etc.)

Figura 43. Esquema nuevo sistema de llenado impulsor hega.65



Fuente: Autor

Figura 44. Placa modelo con nuevo sistema de llenado (pocillo) impulsor hega.65



Fuente: Autor

Resultados.

El sistema se implementó a partir de la colada 15/04/14, esta colada y en la colada 25/04/14 se recibieron en total 51 piezas de las cuales solo se rechazó una por inclusiones de arena

5.2.2. Tratamiento térmico fundición nodular.

Según la ficha técnica interna de SIHI “T-IG-120 FUNDICIÓN DE HIERRO NODULAR” con base en la norma NTC 1415 (ISO 1083) la fundición de hierro nodular con matriz predominante ferrítica se recomienda un recocido tipo normalizado para eliminar tensiones internas. Debido a las especificaciones mencionadas anteriormente se diseñó un tratamiento térmico para la fabricación de futuras piezas. Debido a la diversidad de las piezas fabricadas se mencionan las características generales del tratamiento térmico.

- Velocidad De Calentamiento: 100°C/h hasta 550°C
- Tiempo De Sostenimiento: 1 hora por cada 25mm de espesor.
- Velocidad De Enfriamiento: Menor a 50°C/h en el horno hasta temperatura ambiente.

NOTA: para una mayor eficiencia del tratamiento se recomienda:

- 1 hora adicional en el tiempo de sostenimiento
- Velocidad de enfriamiento menor a 30°C/h

5.3. Referencial De Calidad.

5.3.1. Socialización del documento a proveedores.

El referencial de calidad enuncia los requisitos de obligatorio cumplimiento por parte de las empresas que aspiren o sean proveedoras de componentes de fundición para Sihi Pumps Colombia SAS; mediante la supervisión de los departamentos de AQ y compras se socializo en cada uno de los proveedores dicho documento. (Ver anexo A).

6. CONCLUSIONES

- El estudio estadístico (años 2009-2013) realizado al comportamiento de la materia prima, nos permitió establecer que proveedor fabrica mejor los diferentes tipos de piezas que conforman una bomba, de esta manera se realizó movimientos de modelos de un proveedor a otro con mejores indicadores; manteniendo siempre en lo posible un balance entre los modelos a cada proveedor, y así aumentar los índices de aceptación de la fundición gris.
- La matriz de seguimientos y la gráfica de Pareto realizados con la base de datos del 2014 (diciembre 2013- mayo 2014), nos permiten tener presente un panorama general de la recurrencia de los defectos en cada fundidora, en cada pieza, y el avance que le ocurre a una determinada pieza en su proceso de mejora.
- Las mejoras realizadas a los procesos de fabricación de cada una de las piezas analizadas, se evidencian en los informes del comité de calidad SIHI (ver anexo B), en el cual se observa un aumento en la gráfica de las conformidades de la fundición gris durante los meses que se realizó la práctica empresarial (Diciembre 2014-Abril 2015).
- Mediante trabajo en conjunto con los departamentos de AQ y Compras, bajo la supervisión de la gerencia de ingeniería, se socializo con los proveedores de fundición el referencial de calidad, el cual define los requisitos de obligatorio cumplimiento por parte de los proveedores de componentes de fundición (ver anexo A).

7. RECOMENDACIONES

Se recomienda implementar un mejor control para el almacenamiento y manejo de la materia prima, ya que algunas veces se rechazaban piezas de coladas muy antiguas.

También se hace necesario conocer y profundizar en la identificación de defectos de fundición, para así evitar piezas rechazadas por defectos que no correspondan, es decir poros en lugar de inclusiones de arena y viceversa. Esto nos conduciría a un mejor análisis de los defectos en las piezas.

BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO A. Diseño, operación y control del cubilote. Ediciones UIS Bucaramanga 2000.
- ALONSO A. Las propiedades de fundición. Segunda edición. División de publicaciones Uis, 2009.
- APRAIZ BARREIRO J. Fundiciones. 6ED. Madrid: limusa: cie inversiones editoriales Dossat 2000, 1998.
- CAPELLO E. Tecnología De La Fundición. Gustavo gili, 1974.
- HOWARD F. TAYLOR, MENTON F. FLEMMINGS AND WUEFF J. Fundición para ingenieros. Continental, 1961.
- LÓPEZ RODRÍGUEZ J. Fundamentos De Conformación Por Fusión De Metales. Edita Universidad Politécnica de Cartagena. 2011.
- VALENCIA GIRALDO A. Tecnología Del Tratamiento Térmico De Los Metales. Editorial universidad de Antioquia, 2009.

ANEXOS

ANEXO A. REFERENCIAL DE CALIDAD PARA PROVEEDORES DE FUNDICIÓN DE SIHI PUMPS COLOMBIA S.A.S.

El presente documento define los requisitos de obligatorio cumplimiento por parte de las empresas que aspiren o sean proveedoras de componentes de fundición para SIHI PUMPS COLOMBIA SAS.

1. Generalidades

- 1.1. El proveedor debe documentar y mantener controlados los siguientes procesos:
 - 1.1.1. Recepción técnica de materia prima
 - 1.1.2. Preparación de arenas
 - 1.1.3. Moldeo y matachado
 - 1.1.4. Calculo de cargas
 - 1.1.5. Colado
 - 1.1.6. Desmoldeo y limpieza
 - 1.1.7. Inspección y alistamiento para despacho a cliente.
- 1.2. El proveedor debe asegurar que cuenta con los recursos necesarios para la ejecución normal de la operación de la planta de fundición.
- 1.3. Ambiental a materia prima.

2. Administración de modelos

- 2.1. El proveedor debe destinar un espacio para el almacenamiento seguro de los modelos propiedad de SIHI PUMPS COLOMBIA S.A.S., dicho espacio debe contar como mínimo con lo siguiente:
 - 2.1.1. Facilidad de acceso del personal que manipula los modelos.
 - 2.1.2. Muebles e infraestructura requerida para el almacenamiento y transporte adecuado de los modelos.
 - 2.1.3. Programa documentado de limpieza que incluya cronograma y responsables de ejecución.

- 2.1.4. Identificación de la zona de almacenamiento que permita la fácil ubicación de los modelos dentro de la misma.
- 2.1.5. Medidas de seguridad para la prevención de accidentes (connato de incendio, etc.).
- 2.2. El proveedor debe reportar a SIHI PUMPS COLOMBIA S.A.S. las diferentes novedades que presenten los modelos de manera oportuna, evitando así la fabricación de piezas con modelos defectuosos.
- 2.3. Si hay un defecto o daño obvio en el modelo, y se funden piezas sin previo aviso a SIHI PUMPS COLOMBIA S.A.S, los costos derivados de la devolución, si la hubiese, aún por falla del modelo, serán asumidos por el fundidor.
- 2.4. Los modelos son propiedad SIHI PUMPS COLOMBIA S.A.S., por lo cual se prohíben las modificaciones a los mismos sin la previa autorización escrita.
- 2.5. Los modelos serán utilizados para la fabricación de componentes para SIHI PUMPS COLOMBIA SAS, por lo cual se prohíbe la utilización de dicho modelos para fabricar cualquier tipo de componente a otro cliente. El incumplimiento de este requisito puede acarrear denuncias de tipo penal.
- 2.6. Los modelos no pueden ser entregados a terceros sin previa autorización de SIHI PUMPS COLOMBIA S.A.S.
- 2.7. Una vez entregado el modelo a la fundición, toda responsabilidad por pérdida parcial o total, será asumida por el fundidor.

3. Documentos de conformidad de producto

Todas las partes suministradas a SIHI PUMPS COLOMBIA S.A.S., deben ser entregadas con los siguientes documentos de acuerdo a la ficha técnica interna correspondiente al tipo de material:

- 3.1. Certificado de conformidad del producto evaluando las siguiente variables:
 - 3.1.1. Acabado superficial
 - 3.1.2. Inspección de configuración geométrica (Centrado)
 - 3.1.3. Marcación identificando el nombre proveedor y la colada.

3.1.4. Ausencia superficial de poros

3.2. Certificado de Resistencia mecánica para cada una de las coladas de fundición (Hierro gris y nodular)

3.3. Espectrometría (Bronces y aceros)

3.4. Metalografía (Hierro nodular)

4. Documentación legal

Anualmente, el proveedor deberá enviar a SIHI PUMPS COLOMBIA S.A.S., copia de los soportes de pagos a los aportes relacionados a continuación:

4.1. Seguridad Social:

4.1.1. Aportes a salud

4.1.2. Aportes a pensión

4.1.3. Pagos de ARP

4.2. Parafiscales:

4.2.1. Caja de compensación familiar

4.2.2. ICBF

4.2.3. SENA (Revisar con Juan Carlos)

5. Documentación de recepción

Todas las entregas de pedidos por parte del proveedor deben estar soportadas con los siguientes documentos:

5.1. Remisión, relacionando código de SIHI PUMPS COLOMBIA S.A.S, relación de la colada de fundición y cantidad entregada.

5.2. Factura, relacionando código de SIHI PUMPS COLOMBIA S.A.S., cantidad entregada, valor unitario, valor total, IVA y todos los requisitos de carácter tributario.

5.3. Certificados de calidad, relacionados en el requisito 3.

6. Devoluciones

- 6.1. Las devoluciones de productos deben ser recogidas por parte del proveedor, siempre que se haga una entrega de material y el costo asociado a dicha devolución será descontado en la siguiente factura a abonársele.
- 6.2. Cuando la proporción de cantidades defectuosas entregadas a SIHI PUMPS COLOMBIA SAS dentro de un periodo correspondiente a un mes exceda la meta establecida por SIHI, le será facturado al proveedor el valor correspondiente al mecanizado no exitoso.

7. Capacidad instalada y disponible

- 7.1. El proveedor debe informar de manera anual la capacidad instalada para la fabricación de piezas de fundición tanto en cantidad como en peso.
- 7.2. El proveedor debe informar trimestralmente a SIHI PUMPS COLOMBIA SAS acerca de la capacidad disponible para la fabricación de piezas para SIHI PUMPS COLOMBIA SAS.
- 7.3. SIHI PUMPS COLOMBIA SAS se abstiene de comprometerse con una cantidad mínima de pedidos, y, podrá tomar la decisión unilateral de retirar parcial o totalmente los modelos asignados a la empresa proveedora de fundición.

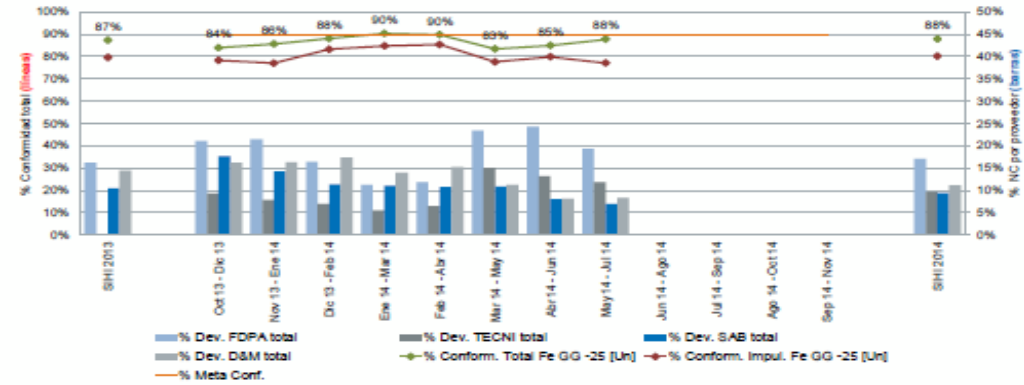
8. Evaluación de desempeño de proveedores

- 8.1. Como parte de las actividades del sistema de gestión de calidad de SIHI PUMPS COLOMBIA SAS., se realizarán periódicamente evaluaciones de desempeño a los proveedores que miden calidad comercial, calidad de conformidad y sistema de gestión de calidad, donde el proveedor debe:
 - 8.1.1. Obtener una calificación de al menos 350/500 para poder seguir recibiendo pedidos de la compañía.
 - 8.1.2. Generar planes de mejoramiento que le permitan incrementar su calificación y así poder aspirar a obtener mayores pedidos.

ANEXO B. INFORME COMITÉ DE CALIDAD

1. COMPORTAMIENTO DE LA FUNDICIÓN
1.1 MATERIA PRIMA - FUNDICIÓN DE HIERRO

Meta: **2 90%**



A. COMPORTAMIENTO TOTAL DE LA FUNDICIÓN DE HIERRO GRIS

Prov.	Periodo	Mes			Año			Último trimestre mayo - julio	
		may-14	jun-14	jul-14	2012	2013	2014		
Fundespa	Recibido	Piezas Unds.	793	1.385	1.360	6.550	11.811	7.127	3.538
		Peso [Kg]	3.764	10.429	9.811	94.171	110.287	53.877	23.805
	Aceptación	% piezas	57,1%	54,4%	50,5%	52,3%	53,8%	53,9%	50,3%
		%Peso	58,5%	50,7%	50,2%	54,0%	51,3%	55,1%	50,4%
	Rechazados en mec. Vs. total rechazados	% piezas miles \$	13,2%	12,5%	10,0%	42,2%	41,2%	42,2%	25,3%
Tecnicast	Recibido	Piezas Unds.	453	1.071	1.353	0	938	6.063	2.877
		Peso [Kg]	3.330	8.031	8.987	0	5.248	38.842	18.333
	Aceptación	% piezas	73,0%	52,0%	51,3%	0,0%	38,0%	50,4%	55,2%
		%Peso	78,5%	58,0%	58,5%	0,0%	57,0%	58,4%	58,5%
	Rechazados en mec. Vs. total rechazados	% piezas miles \$	42,6%	33,7%	57,6%	0,0%	35,7%	58,7%	45,6%
Sabogal	Recibido	Piezas Unds.	625	1.195	1.753	8.840	12.405	6.828	3.574
		Peso [Kg]	3.168	7.214	8.235	52.152	60.218	36.196	18.618
	Aceptación	% piezas	94,4%	52,4%	53,1%	57,0%	50,0%	50,5%	53,1%
		%Peso	82,6%	58,8%	59,6%	55,0%	58,0%	57,5%	58,1%
	Rechazados en mec. Vs. total rechazados	% piezas miles \$	57,1%	27,5%	53,6%	32,0%	43,0%	53,0%	49,4%
D&Matech	Recibido	Piezas Unds.	141	405	454	45	2.365	1.715	1.050
		Peso [Kg]	2.472	5.809	6.851	958	34.696	30.446	15.133
	Aceptación	% piezas	91,5%	95,1%	88,6%	78,0%	86,0%	88,8%	91,7%
		%Peso	90,0%	89,9%	88,7%	67,0%	78,0%	86,8%	89,4%
	Rechazados en mec. Vs. total rechazados	% piezas miles \$	91,7%	50,0%	98,0%	40,0%	35,0%	78,8%	85,5%
TOTAL	Recibido	Piezas Unds.	2.013	4.058	4.920	19.518	28.174	21.533	10.989
		Peso [Kg]	12.733	29.484	33.964	185.088	214.097	158.161	75.881
	Aceptación	% piezas	74,0%	59,8%	51,6%	55,0%	57,0%	57,9%	57,7%
		%Peso	75,0%	59,5%	59,3%	55,0%	53,0%	56,8%	57,1%
	Rechazados en mec. Vs. total rechazados	% piezas miles \$	25,6%	22,0%	71,1%	37,0%	42,0%	53,7%	38,5%
	%Costo	7.280	6.035	15.429	30.721	38.601	63.689	28.720	
	%Costo	3,22%	3,00%	5,78%	2,51%	2,63%	3,73%	4,14%	

B. COMPORTAMIENTO DE IMPULSORES DE HIERRO

Prov.	Periodo	Mes			Año			Último trimestre mayo - julio	
		may-14	jun-14	jul-14	2012	2013	2014		
Fundespa	Recibido	Piezas Unds.	177	290	210	2.698	3.295	2.067	877
		Peso [Kg]	700	1.089	1.084	15.648	15.418	9.061	2.873
	Aceptación	% piezas	41,8%	73,8%	59,5%	95,0%	71,0%	75,3%	51,0%
		%Peso	47,3%	71,3%	62,6%	46,3%	69,0%	72,5%	62,2%
	Rechazados en mec. Vs. total rechazados	% piezas miles \$	26,2%	13,2%	75,3%	35,0%	33,0%	53,0%	38,3%
Tecnicast	Recibido	Piezas Unds.	47	61	139	0	35	586	247
		Peso [Kg]	161	170	304	0	0	1.790	725
	Aceptación	% piezas	66,0%	93,4%	89,2%	0,0%	94,3%	90,4%	85,8%
		%Peso	67,0%	91,5%	85,9%	0,0%	0,0%	89,8%	83,0%
	Rechazados en mec. Vs. total rechazados	% piezas miles \$	88,8%	25,0%	20,0%	0,0%	100,0%	50,0%	42,9%
Sabogal	Recibido	Piezas Unds.	220	532	273	2.774	3.970	2.221	1.025
		Peso [Kg]	822	1.656	959	9.026	13.665	7.961	3.437
	Aceptación	% piezas	90,9%	88,3%	75,5%	89,0%	86,0%	82,2%	85,5%
		%Peso	89,4%	85,5%	75,9%	91,6%	89,0%	85,1%	85,2%
	Rechazados en mec. Vs. total rechazados	% piezas miles \$	30,0%	14,5%	40,3%	50,0%	38,0%	49,2%	28,2%
D&Matech	Recibido	Piezas Unds.	8	3	1	0	84	33	12
		Peso [Kg]	34	30	11	0	644	451	134
	Aceptación	% piezas	87,5%	96,7%	100,0%	0,0%	88,0%	80,8%	83,3%
		%Peso	94,0%	96,1%	100,0%	0,0%	80,0%	58,2%	81,4%
	Rechazados en mec. Vs. total rechazados	% piezas miles \$	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	30,0%	53,8%	50,0%
TOTAL	Recibido	Piezas Unds.	452	888	623	5.610	7.384	4.907	1.951
		Peso [Kg]	1.778	2.945	2.448	25.249	29.717	19.263	7.169
	Aceptación	% piezas	69,0%	83,9%	73,2%	83,0%	80,0%	80,1%	77,1%
		%Peso	70,4%	82,1%	71,7%	63,7%	77,0%	77,7%	75,7%
	Rechazados en mec. Vs. total rechazados	% piezas miles \$	32,1%	14,0%	56,3%	38,0%	34,9%	51,3%	35,3%
	%Costo	2.081	1.147	5.445	10.818	13.519	21.817	8.874	
	%Costo	0,92%	0,57%	2,04%	0,68%	0,92%	1,28%	1,25%	

1.1.2 Análisis de causas de No Conformidades (Fundición GG-26) 3IN IMPULSORES

JULIO DE 2014

Porcentaje del total de rechazos	Denominación	Recibido [Piezas]	NC	Devoluciones Detectado en mec.			Detalle por proveedor								
				Miles [COP]	% de costo total de NC	Proveedor	Recibido [Piezas]	NC	Tipo	%	Defectos Tipo	%	Tipo	%	
15,7%	CUERPO ETAPA HEGA 50	271	14,4%	100,0%	1.663	16,9%	D&M	75	41,8%	14	79%	4	12%		
10,8%	SOP. ROD. HEGA 40-50 AM	52	51,9%	55,6%	1.060	10,8%	TECNI	182	3,1%	14	83%	12	17%		
6,0%	SOP. ROD. HEGA 65 AM	31	48,4%	100,0%	866	8,7%	TECNI	92	51,0%	13	95%	2	26%	14	15%
5,2%	CUERPO ETAPA HEGA 65	145	9,0%	100,0%	694	7,0%	SAB	31	48,4%	14	27%	12	33%	22	20%
3,2%	CUERPO ETAPA CP HEGA 40	75	10,7%	100,0%	551	5,5%	FPA	145	9,0%	13	77%	12	23%		
4,8%	CUERPO ETAPA CP HEGA 32	36	33,3%	100,0%	323	3,2%	SAB	75	10,7%	12	50%	14	50%		
							TECNI	36	33,3%	14	100%				

ACUMULADO 2014

Porcentaje del total de rechazos	Denominación	Recibido [Piezas]	NC	Devoluciones Detectado en mec.			Detalle por proveedor								
				Miles [COP]	% de costo total de NC	Proveedor	Recibido [Piezas]	NC	Tipo	%	Defectos Tipo	%	Tipo	%	
13,7%	DFUSOR HEGA 50	1.598	14,0%	37,1%	1.732	4,1%	FPA	627	19,5%	23	43%	22	34%	31	11%
6,4%	DFUSOR HEGA 32	900	11,6%	9,6%	241	0,6%	TECNI	971	10,1%	22	48%	13	14%	17	14%
5,5%	CASQUETE HEGA 65	277	32,5%	2,2%	19	0,0%	FPA	275	8,5%	4	94%	12	8%		
3,6%	CUERPO SUCCIÓN HEGA 32	181	32,6%	100,0%	3.264	7,6%	TECNI	625	13,8%	1	67%	4	20%		
4,3%	CUERPO ETAPA HEGA 50	1.113	6,3%	100,0%	2.661	6,4%	FPA	277	32,5%	3	72%	23	28%		
2,6%	CUERPO ETAPA HEGA 65	464	9,1%	100,0%	1.859	4,4%	SAB	73	4,1%	7	33%	12	33%	14	33%
							TECNI	108	51,9%	12	36%	7	21%	13	16%
							D&M	377	11,7%	14	77%	4	9%		
							TECNI	736	3,5%	14	54%	13	19%	22	15%
							D&M	30	13,3%	13	100%				
							FPA	434	Cart. 8	13	56%	14	21%	12	11%

REFERENCIA - ACUMULADO 2013

Porcentaje del total de rechazos	Denominación	Recibido [Piezas]	NC	Devoluciones Detectado en mec.			Detalle por proveedor								
				Miles [COP]	% de costo total de NC	Proveedor	Recibido [Piezas]	NC	Tipo	%	Defectos Tipo	%	Tipo	%	
9,3%	SOP. ROD. HEGA 40/50	1.201	16,6%	52,0%	1.249	3,2%	FPA	635	17,3%	16	45%	13	22%	14	19%
6,3%	CUERPO ETAPA HEGA 65	767	17,5%	35,6%	1.095	2,8%	SAB	500	7,2%	13	30%	16	26%	14	19%
5,3%	DFUSOR HEGA 32	951	11,8%	17,9%	369	1,0%	FPA	533	11,8%	22	24%	13	21%	14	19%
5,1%	CUERPO SUCC. HEGA 32	288	37,5%	62,0%	1.793	7,4%	D&M	234	30,3%	23	92%	4	4%		
0,3%	CARCASA NOWA 15050 CP	22	31,8%	100,0%	1.066	4,4%	FPA	339	1,2%	3	25%	9	25%	11	25%
2,2%	CUERPO SUCCIÓN HEGA 50	306	15,4%	70,2%	950	3,9%	SAB	535	19,8%	16	79%	13	7%		
							FPA	136	42,6%	12	43%	23	19%	13	16%
							D&M	102	44,1%	12	33%	23	27%		
							FPA	22	31,8%	9	43%	15	29%		
							FPA	169	1,8%	7	33%	11	33%	12	33%
							D&M	137	31,4%	12	42%	3	16%		

1.1.2 Análisis de causas de No Conformidades IMPULSORES fundición (GG-26)

JULIO DE 2014

Porcentaje del total de rechazos	Denominación	Recibido [Piezas]	NC	Devoluciones Detectado en mec.			Detalle por proveedor								
				Miles [COP]	% de costo total de NC	Proveedor	Recibido [Piezas]	NC	Tipo	%	Defectos Tipo	%	Tipo	%	
52,1%	IMPULSOR HEGA 50	106	82,1%	82,6%	3.886	71,0%	FPA	45	122,2%	16	80%	14	29%		
24,0%	IMPULSOR HEGA 40	145	27,6%	12,5%	154	2,6%	SAB	81	52,5%	16	47%	14	28%	4	19%
7,2%	IMPULSOR HEGA 65	122	9,8%	66,7%	396	7,3%	FPA	81	11,1%	14	33%	9	33%		
2,1%	IMPULSOR NOWA 20040	6	33,3%	100,0%	527	9,7%	SAB	64	48,4%	4	94%				
1,1%	IMPULSOR ZLND 150400	7	14,3%	100,0%	212	3,9%	FPA	34	32,4%	11	36%	14	36%		
3,2%	IMPULSOR ZLND 100315	2	Cart. 3	100,0%	183	3,4%	SAB	88	1,1%	9	100%				
							FPA	6	50,0%	12	67%	13	33%		
							TECNI	7	14,3%	14	100%				
							FPA	2	Cart. 3	13	67%	12	33%		

ACUMULADO 2014

Porcentaje del total de rechazos	Denominación	Recibido [Piezas]	NC	Devoluciones Detectado en mec.			Detalle por proveedor								
				Miles [COP]	% de costo total de NC	Proveedor	Recibido [Piezas]	NC	Tipo	%	Defectos Tipo	%	Tipo	%	
35,3%	IMPULSOR HEGA 50	1.360	25,4%	52,2%	6.891	31,6%	FPA	732	33,7%	4	26%	14	17%	16	13%
16,6%	IMPULSOR HEGA 40	470	35,1%	47,9%	2.294	10,5%	SAB	628	15,6%	4	42%	14	16%	16	15%
16,1%	IMPULSOR HEGA 32	911	17,2%	30,6%	1.285	5,9%	FPA	229	32,3%	4	51%	14	15%	9	14%
11,1%	IMPULSOR HEGA 65	769	14,0%	100,0%	4.126	18,9%	SAB	315	28,9%	4	36%	14	33%	13	26%
1,1%	IMPULSOR ZLND 150400	28	39,3%	100,0%	932	4,3%	SAB	378	31,0%	19	35%	4	30%	14	15%
2,9%	IMPULSOR HEGA 25	205	13,7%	100,0%	867	4,1%	TECNI	533	7,1%	12	53%	1	16%	13	13%
							FPA	353	16,1%	14	40%	4	19%	11	11%
							SAB	419	12,3%	14	49%	13	41%		
							FPA	26	39,3%	14	45%	12	36%	3	16%
							FPA	205	13,7%	12	36%	13	25%	14	21%

REFERENCIA - ACUMULADO 2013

Porcentaje del total de rechazos	Denominación	Recibido [Piezas]	NC	Devoluciones Detectado en mec.			Detalle por proveedor								
				Miles [COP]	% de costo total de NC	Proveedor	Recibido [Piezas]	NC	Tipo	%	Defectos Tipo	%	Tipo	%	
22,9%	IMPULSOR HEGA 50	1.853	16,6%	0%	0	0,0%	FPA	648	28,2%	14	40%	4	25%	13	12%
22,8%	IMPULSOR HEGA 32	1.463	23,7%	52,2%	3.630	24,7%	SAB	1.207	13,8%	14	35%	13	24%	16	14%
16,5%	IMPULSOR HEGA 40	1.568	15,7%	56,2%	2.529	17,2%	FPA	410	44,1%	14	44%	13	19%	12	14%
14,8%	IMPULSOR HEGA 65	1.051	21,5%	38,1%	2.362	16,1%	SAB	1.038	16,0%	13	29%	12	25%		
0,9%	IMPULSOR NOWA 20040	22	59,1%	84,6%	1.263	8,6%	FPA	458	22,5%	14	21%	9	17%		
							SAB	1.140	13,0%	14	52%	13	18%	4	14%
							FPA	717	30,0%	13	25%	11	18%	14	15%
							SAB	289	3,5%	13	40%	14	30%		
							FPA	22	59,1%	14	77%				

Informe:

COMITÉ DE CALIDAD SIHI - JULIO DE 2014

SIHI Pumps Colombia

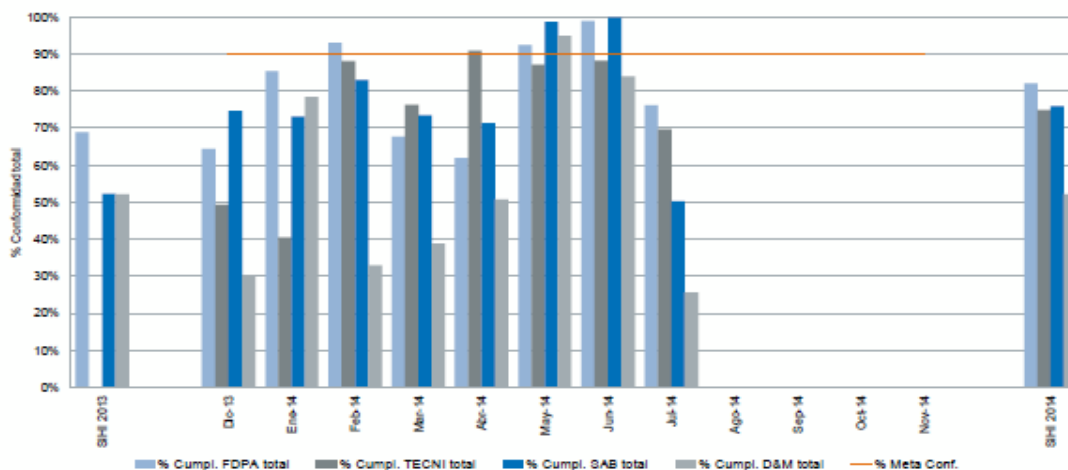


1.2 MATERIA PRIMA - OTROS MATERIALES FUNDIDOS

Proveedor	Periodo	Reobido		Aceptado		Re-trabajos Int. Vc. Unid. Aceptados		Rechazados en meo. Vc. total rechazados	
		Piezas	Peso [Kg]	% Piezas	% Peso	%	Miles [COP]	%	Miles [COP]
D&Matech	Mes actual	10	106	100%	100%	0,00%	0	0,0%	0
	SIHI 2014	53	1.221	85%	88%	0,00%	0	75,0%	614
	SIHI 2013	603	8.238	94%	91%	0,00%	0	32,0%	257
Alescol	Mes actual	39	183	100%	100%	0,00%	0	0,0%	0
	SIHI 2014	365	3.243	92%	83%	4,76%	879	65,5%	2.631
	SIHI 2013	255	2.810	92%	97%	2,14%	13	5,0%	19
Tecmetel	Mes actual	2	19	-150%	-178%	0,00%	0	60,0%	283
	SIHI 2014	42	696	71%	63%	3,33%	26	75,0%	723
	SIHI 2013	747	1.509	95%	99%	4,22%	41	8,0%	186
Wuxi	Mes actual	0	0	0%	0%	0,00%	0	0,0%	0
	SIHI 2014	18	30	100%	100%	55,56%	517	0,0%	0
	SIHI 2013	87	613	100%	100%	0,00%	0	0,0%	0
Aifa	Mes actual	0	0	0%	0%	0,00%	0	0,0%	0
	SIHI 2014	0	0	0%	0%	0,00%	0	0,0%	0
	SIHI 2013	0	0	0%	0%	0,00%	0	0,0%	0
Dongying	Mes actual	0	0	0%	0%	0,00%	0	0,0%	0
	SIHI 2014	0	0	0%	0%	0,00%	0	0,0%	0
	SIHI 2013	0	0	0%	0%	0,00%	0	0,0%	0

DEFECTOS DE FUNDICIÓN					
1	Rebaba	10	Junta fría	19	Arena en la pieza
2	Ynaba	11	Falta de llenado	20	Pulimento excesivo
3	Descorche	12	Sopladuras	21	Vetas / ranuras
4	Dimensiones incorrectas	13	Poros	22	Dunza
5	Forma incorrecta	14	Inclusión de arena	23	Resistencia mecánica
6	Rechupe	15	Inclusión de escoria	24	Composición química
7	Microporos	16	Acabado superficial	25	Marcación
8	Contracción interna	17	Bultos / Protuberancias	31	Escaso
9	Fisura	18	Costuras		

1.3 CUMPLIMIENTO DE ENTREGAS



A. COMPORTAMIENTO TOTAL DE LAS ENTREGAS - HIERRO GRIS

Proveedor	Periodo	Program.	Aceptadas		
			Piezas	A tiempo	de 1 a 3 días
Fundespa	Mes actual	1.363	58%	18%	24%
	SIHI 2014	7.127	63%	19%	20%
	SIHI 2013	11.811	48%	21%	31%
Tecnicast	Mes actual	1.357	41%	28%	31%
	SIHI 2014	6.063	60%	15%	25%
	SIHI 2013	940	69%	19%	12%
Sabogal	Mes actual	1.753	43%	7%	50%
	SIHI 2014	6.628	56%	20%	24%
	SIHI 2013	12.406	31%	21%	48%
D&Matech	Mes actual	467	20%	5%	75%
	SIHI 2014	1.715	45%	8%	51%
	SIHI 2013	2.365	44%	8%	48%
TOTAL	Mes actual	4.940	44%	16%	40%
	SIHI 2014	21.533	63%	19%	20%
	SIHI 2013	28.175	41%	20%	39%