



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

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

**ÁREA
SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTIÓN CALIDAD**

**TEMA
“DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DEL PROCESO DE
COLADA CONTINUA MEDIANTE LA RUTA DE
CALIDAD EN LA EMPRESA ANDEC S.A.”**

**AUTOR
MÉNDEZ ZÚÑIGA CARLOS EDUARDO**

**DIRECTOR DEL TRABAJO
ING. IND. SILVA FRANCO LEONARDO A., MSC.**

**2016
GUAYAQUIL - ECUADOR**

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

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

Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

C.C: 0924213036

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi madre. Por estar conmigo en cada momento, por haberme dado la mejor herencia que un hijo puede tener, que es el amor, la comprensión y la infinita paciencia que tan solo ella pudo tener.

A mi familia, por estar en cada momento, en cada proyecto que he realizado y emprendido.

AGRADECIMIENTO

Primero gracias a Dios, por estar con nosotros en cada paso. Por fortalecer nuestras mentes y espíritus cuando los problemas parecían insalvables.

A mis padres, gracias por su amor, paciencia, apoyo espiritual y económico a lo largo de mi carrera universitaria y vida.

A mi tutor, Ing. Leonardo Silva Franco, por su ayuda constante a lo largo del desarrollo de este trabajo.

A la Universidad Estatal de Guayaquil, por haber sido parte de la misma a lo largo de mi carrera universitaria, a sus profesores y docentes.

ÍNDICE GENERAL

Nº	Descripción	Pág.
	PRÓLOGO	1

CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO

Nº	Descripción	Pág.
1.1	Antecedentes	2
1.1.1	Introducción	3
1.1.2	Contexto del Problema	4
1.1.3	Objetivos	7
1.1.3.1	Objetivo General	7
1.1.3.2	Objetivo Específicos	8
1.1.4	Justificación	8
1.1.5	Marco Teórico	9
1.1.6	Metodología	13
1.2	Datos generales	14
1.2.1	Ubicación General	16
1.2.1.1	Organización	17
1.2.1.2	Producto	18
1.2.2	Recursos Productivos	24
1.2.3	Procesos Productivos	28

CAPÍTULO II

ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

Nº	Descripción	Pág.
2.1	Definir la meta	37
2.1.1	Recolección de datos	38
2.1.2	Representación y análisis de datos	38
2.2	Análisis de variables	44
2.2.1	Analizar hechos y datos para aislar la causa raíz	52
2.3	Análisis de la Frecuencia de Presentación de Problemas Pareto	55

CAPÍTULO III

PROPUESTA

Nº	Descripción	Pág.
3.1	Planteamiento de alternativa de solución al problema	57
3.2	Garantizar calibración de equipos de toma de muestra de temperatura y revisión del área de toma de muestra	57
3.2.1	Reafirmación de obligaciones del personal de colada continúa	61
3.2.2	Elaborar plan de mantenimiento preventivo de equipos de calentamiento	62
3.2.3	Operatividad de los calentadores de Cuchara y del Tundish	64
3.3	Conclusiones y Recomendaciones	68
3.3.1	Conclusiones	68

Nº	Descripción	Pág.
3.3.2	Recomendaciones	70
	GLOSARIO DE TÉRMINOS	72
	ANEXOS	75
	BIBLIOGRAFÍA	82

ÍNDICE DE CUADROS

Nº	Descripción	Pág.
1	Producción mundial de acero en el año 2014	3
2	Producto no conforme	6
3	Costo de la mala calidad	6
4	Especificación técnica de la composición química	32
5	Temperatura de acero líquido en colada continua	37
6	°c de temperatura acero en tundish	41
7	Perforación de líneas por sobrecalentamiento	42
8	°c temperatura acero en tundish por turnos	44
9	Minutos de espera en torreta por turnos	48
10	Temperatura acero solicitada por cucharas	49
11	Minutos de espera de cucharas analizado por cuchara	49
12	°c de temperatura pérdida por cucharas	50
13	Circuito de cucharas	50
14	Causas que originan variabilidad de la temperatura de acero líquido en el tundish	53
15	Encuesta al personal técnico de acería	55
16	Reafirmación de obligaciones del personal de colada continúa	61
17	Guía ejecución actividades mantenimiento preventivo	63
18	Diagnóstico de calentadores de cuchara	65
19	Diagnóstico calentador de tundish	66
20	Cronograma de actividades para revisión de calentadores	67

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Nº	Descripción	Pág.
1	Producto fuera de norma	7
2	Complejo Siderúrgico Andec	17
3	Varillas Soldables	18
4	Barras Cuadradas	19
5	Alambrón	19
6	Alambre grafilado	20
7	Alambre trefilado	21
8	Mallas Electro soldadas	21
9	Armaduras Conformadas	22
10	Dowells	22
11	Estribos	23
12	Palanquilla de acero	24
13	Patio de chatarra	26
14	Tipos de chatarra	29
15	Horno eléctrico	30
16	Estructura del horno cuchara	31
17	Espectrómetro de emisión óptica	32
18	Revestimiento de refractario de cuchara	33
19	Configuración de las máquinas de colada continua	34
20	Diseño del tundish o distribuidor	35
21	Calentamiento de la cuchara	35
22	Interfaz Cuchara - Tundish	36
23	Gráfico de puntos	39
24	Perforación de líneas por sobrecalentamiento	42
25	Análisis de macrografía en palanquilla	43

Nº	Descripción	Pág.
26	Grados perdidos en temperatura tundish por turno	45
27	Gráfica XBARRA-R en temperatura tundish turno a	46
28	Gráfica XBARRA-R en temperatura tundish turno b	47
29	Gráfica XBARRA-R en temperatura tundish turno c	48
30	Correlation: espera perdido	51
31	Correlation: espera.tundish	52
32	Funcionamiento de termocuplas	58
33	Partes de una termocupla	59
34	Condiciones de medición	60
35	Distribución de calentadores de cuchara	65
36	Distribución de calentadores de tundish	67

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Nº	Descripción	Pág.
1	Estructura orgánica de Andec	17
2	Proceso de producción	28
3	Histograma	38
4	Análisis capacidad del proceso	40
5	Consecuencias de sobrecalentamiento de acero líquido	41
6	Diagrama Ishikawa	54
7	Diagrama de Pareto	56

ÍNDICE DE ANEXOS

Nº	Descripción	Pág.
1	Informe de control de temperatura en colada continua	76
2	Informe del horno	77
3	Informe de tiempo de espera en la torreta	78
4	Organigrama de acería	79
5	Formato de encuesta	80
6	Cronograma de la investigación	81

AUTOR: MÉNDEZ ZÚÑIGA CARLOS EDUARDO
TEMA: DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DEL PROCESO DE COLADA CONTINUA MEDIANTE LA RUTA DE CALIDAD EN LA EMPRESA ANDEC S.A.
DIRECTOR: ING. IND. SILVA FRANCO LEONARDO ÁNGEL, MSC.

RESUMEN

Las organizaciones eficientes reconocen que para ofrecer lo que sus clientes necesitan, deben enfocarse en mantener y mejorar los procesos; con este antecedente se buscará controlar el proceso de colada continua mediante la Ruta de la Calidad. El presente trabajo se ha dividido en dos partes, en la primera fase se realiza una introducción de la Empresa Acería Nacionales del Ecuador S.A. ANDEC y su área de fundición enfatizando el calentamiento del acero líquido para la colada continua. En el capítulo dos se explica las actividades de la Ruta de la Calidad basadas en el círculo de Deming: Planear, Hacer, Verificar y Actuar, basado en el diagnóstico de la situación inicial del proceso, se aplican algunas herramientas ajustadas a la realidad de la empresa. Se concluye con el capítulo tres con el previo diagnóstico y evaluación de colada continua mediante la Ruta de la Calidad donde permite ajustar la variable temperatura dentro de los límites de control para garantizar que el sistema automatizado de enfriamiento se extraiga el calor uniformemente.

PALABRAS CLAVES: Diagnóstico, Evaluación, Proceso, Mejora, Continua, Ruta, Calidad, Colada, Palanquilla, Sistemas, Integrados, Gestión

AUTHOR: MÉNDEZ ZÚÑIGA CARLOS EDUARDO
TOPIC: DIAGNOSIS AND EVALUATION OF THE CONTINUOUS
CASTING PROCESS THROUGH THE ROAD QUALITY IN
THE COMPANY ANDEC S.A.
DIRECTOR: IND. ENG. SILVA FRANCO LEONARDO ÁNGEL, MSC.

ABSTRACT

Effective organizations recognize that to offer what their customers need, they should focus on maintaining and improving processes; this background will look for control the continuous casting process through the quality route. This work has been divided into two parts, in the first stage an introduction of the Empresa Acero National del Ecuador ANDEC is made and smelting area emphasizing heating the liquid steel continuous casting. In its chapter two the activities of the quality route based on the circle of Deming are explained. Plan, Do, Check and Act, based on the diagnosis of the initial situation of the process, some adjusted tools are applied to the reality of the company. It concludes with chapter three with the previous diagnosis and evaluation of continuous casting by quality route which permits to adjust temperature variable within the control limits to ensure that automated cooling system heat is extracted uniformly.

KEY WORDS: Diagnosis, Evaluation, Process, Continuous, Improvement,
Route, Quality, Casting, Billet,
Systems, Integrated, Management

Méndez Zúñiga Carlos Eduardo
C.C: 0924213036

Ind. Eng. Silva Franco Leonardo Ángel, MSc.
Director of Work

PRÓLOGO

Para tener un nivel competitivo en la fabricación de los aceros, la calidad se ha vuelto un factor muy importante para las empresas siderúrgicas.

Para llegar a comprender el tema, este trabajo se divide en tres capítulos que son:

Capítulo I: Marco Teórico, el primero habla todo sobre la empresa y donde se llevó a cabo la investigación, los problemas que presentan, sus objetivos y los equipos utilizados para la investigación.

Capítulo II: Metodología y Análisis, hablaremos sobre la situación actual de la empresa, los métodos que se utilizaran para nuestra investigación como: recolección de datos, lluvia de ideas, diagrama de Pareto, etc. Para hacer un análisis y dar un diagnóstico del problema.

Capítulo III: Propuesta, es la propuesta de mejora para la solución del problema, los pasos a seguir y las acciones correctivas del caso, realizando un cronograma de trabajo, finalizando con las conclusiones a lo largo de esta investigación y recomendaciones para que no vuelvan a presentarse este problema nuevamente.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

El complejo siderúrgico ANDEC S.A se compone de dos instalaciones principales: FUNASA que se encarga de producir palanquillas de acero mediante fundición de chatarra con horno de arco eléctrico (HAE) y ANDEC que es donde se produce la laminación de las palanquillas para obtener los productos finales.

A partir del año 2003 como parte de estrategia empresarial, se decidió fusionar ambas empresas y llamarla complejo siderúrgico ANDEC S.A

La acería conocida antiguamente como FUNASA inicia sus operaciones en septiembre de 1978, su producción cubre el 30% de las necesidades de laminación. Contaba con un proceso de fusión con un horno de arco eléctrico (HAE) de capacidad 20 toneladas por colada, mediante proceso de colada continua de dos líneas.

Actualmente su capacidad fue aumentada y le permite producir 150.000 Tm anuales, mediante el proceso de colada continua de tres líneas.

El 31 de julio de 2003, la familia ANDEC S.A – FUNASA, recibe la certificación ISO:9001:2000 al Sistema de Gestión de Calidad.

1.1.1 Introducción

Las empresas del mundo se esfuerzan cada día más por mejorar sus procesos de producción y reducir defectos buscando ser más competitivas y atractivas.

A lo largo de los años la demanda mundial del acero ha incrementado los precios especialmente de la materia prima o subproductos de como es el caso de la palanquilla, siendo esta la base para la fabricación de varillas y perfiles utilizados en la construcción.

CUADRO N° 1 PRODUCCIÓN MUNDIAL DE ACERO EN EL AÑO 2014

Crude Steel production 2014

the figure in thousand tonnes

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
European Union (28)	14 624	13 874	15 453	14 344	14 980	14 386	13 852	12 135	14 218	14 754	14 225	12 504	169 301
Other Europe	3 075	2 908	3 072	2 834	3 208	3 117	2 995	3 100	3 087	2 909	2 978	2 905	36 199
North America	10 139	9 493	10 353	9 812	10 225	10 058	10 455	10 610	10 107	10 231	9 729	9 947	121 159
Africa	1 285	1 203	1 298	1 361	1 134	1 312	1 059	1 233	806	1 113	1 193	1 248	14 247
Middle East	2 047	2 185	2 345	2 461	2 490	2 339	2 247	2 250	2 335	2 490	2 476	2 365	28 031
Asia	94 400	85 429	96 119	94 309	97 000	94 556	94 298	94 365	92 971	93 530	89 271	92 773	1 121 384
Oceania	410	468	488	411	437	451	513	419	504	513	390	462	5 466
Total 66 countries	138416	127309	142319	138408	143011	139123	138672	136656	135963	137942	132227	134357	1646729,3
Ecuador	49	47	54	54	57	58	59	58	61	58	57	54	667
Paraguay	1	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	47
Peru	93	85	97	90	91	88	93	75	90	92	90	95	1 078
Uruguay	0	7	7	7	8	8	8	9	9	10	10	11	94
Venezuela	159	122	109	153	100	86	104	97	103	161	142	148	1 485
South America	3 634	3 423	3 959	3 790	3 806	3 628	3 923	3 862	3 792	4 061	3 634	3 527	45 043

Fuente: World Steel Group, (2014) Crude Steel Production 2014

Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

Se observa que en el Ecuador el área siderúrgica está en proceso de desarrollo, este país es apenas productor de 667.000t de acero crudo. En tal sentido la presente investigación pretende determinar las principales causas que afectan la calidad en el proceso de colada continua en la Empresa ANDEC S.A.

1.1.2 Contexto del Problema

En la planta de Acería donde se elaboran palanquillas de acero, se observó la necesidad de realizar un análisis al proceso de colada continua por encontrarse productos fuera de normas, uno de los principales problemas existentes en la planta, son las paradas no programadas, debido a la temperatura del acero en el distribuidor.

Es decir el acero líquido debe llegar al distribuidor a una temperatura de 1545 °C a 1560 °C.

El operador de cabina de colada continua es quien solicita la temperatura a la que se debe subir el acero líquido contenido en la cuchara, para esto se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Tiempo de espera en la torreta (tonelaje de cuchara en proceso)
- Número de coladas con la que se encuentra la cuchara.
- Temperatura de colada en Tundish.
- Número de coladas en el Tundish.

Esta solicitud de temperatura es realizada rápidamente por el operador y al no tener todas estas variables disponibles los cálculos son erróneos, por lo que al medir la temperatura en Tundish estos en su gran mayoría están sobre o bajo la especificación.

El Jefe de Turno “para asegurar su trabajo” pide una colada con sobrecalentamiento de acero líquido, pues según su percepción aunque la temperatura llegue alta no se va a parar la producción por enfriamiento del acero líquido. Pero en cambio con temperaturas sobre la especificación genera defectos internos y externos en la palanquilla

(Rombosidad lo que genera grietas internas).

Actualmente estos equipos no tienen un control a través de una curva de calentamiento lo que dificulta al personal saber a qué temperatura pedir el acero líquido pues hay pérdida al contacto del acero líquido con el recipiente que lo alberga, considerando este caso los operadores piden temperaturas aún más altas pero no siempre el Tundish o la cuchara tienen los mismos grados centígrados.

El personal carece de indicadores que les sirvan para realizar el cálculo correcto de la temperatura del acero y por ende estas son pérdidas a ciegas, viéndose reflejado en el descontrol en el calentamiento de acero líquido para los procesos de colada continua.

La temperatura por debajo de lo especificado, da lugar al retorno de Acero líquido al proceso de Horno Cuchara, con lo que se genera un retraso en el proceso productivo, y puede causar daño al ladrillo refractario de la cuchara.

Al solicitar temperaturas sobre la especificación se corre el riesgo de perforar líneas con lo que se genera desperdicios de productos por despuntes de material originados en el proceso de abertura de líneas.

Como consecuencia de este inconveniente, se deriva en producto fuera de norma y baja productividad.

En el cuadro N° 2 se muestra el porcentaje de desperdicio con respecto a los kilos producidos de planta de los meses de octubre y noviembre, que genera costos de producción altos, así como la pérdida de tiempo, retrasos y reproceso.

CUADRO N° 2
PRODUCTO NO CONFORME

CONTROL DE CALIDAD		- LABORATORIO QUÍMICO		
PRODUCTO NO CONFORME : NOVIEMBRE 2015				
	OCTUBRE 2015		NOVIEMBRE 2015	
DEFECTOS	PESO Kg	%	PESO Kg	%
GRIETAS	8,770	0,062%	1,057	0,008%
FLECHA	0,000	0,000%	0,000	0,000%
RECHUPE	0,000	0,000%	0,000	0,000%
ROMBOIDEZ	6,579	0,047%	23,679	0,168%
JUNTA FRIA	0,000	0,000%	0,000	0,000%
POROSIDAD	139,239	0,989%	90,098	0,640%
INCLUCION NO METALICA	1,096	0,008%	2,641	0,019%
SEGREGACION DE MANGANESO	0,000	0,000%	0,548	0,004%
BAJO MANGANESO	0,000	0,000%	0,532	0,004%
COMP.QUIMICA	0,000	0,000%	0,000	0,000%
Error de Digitación	0,000	0,000%	0,000	0,000%
Digitacion por Retorno	0,000	0,000%	0,000	0,000%
TOTAL =	155,6840	1,11%	118,5550	0,84%

Fuente: Andec S.A

Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

En el cuadro N° 3 se muestra el costo de la mala calidad que en el mes de noviembre fue de 2,04\$/t esto genera pérdidas y reproceso.

CUADRO N° 3
COSTO DE LA MALA CALIDAD

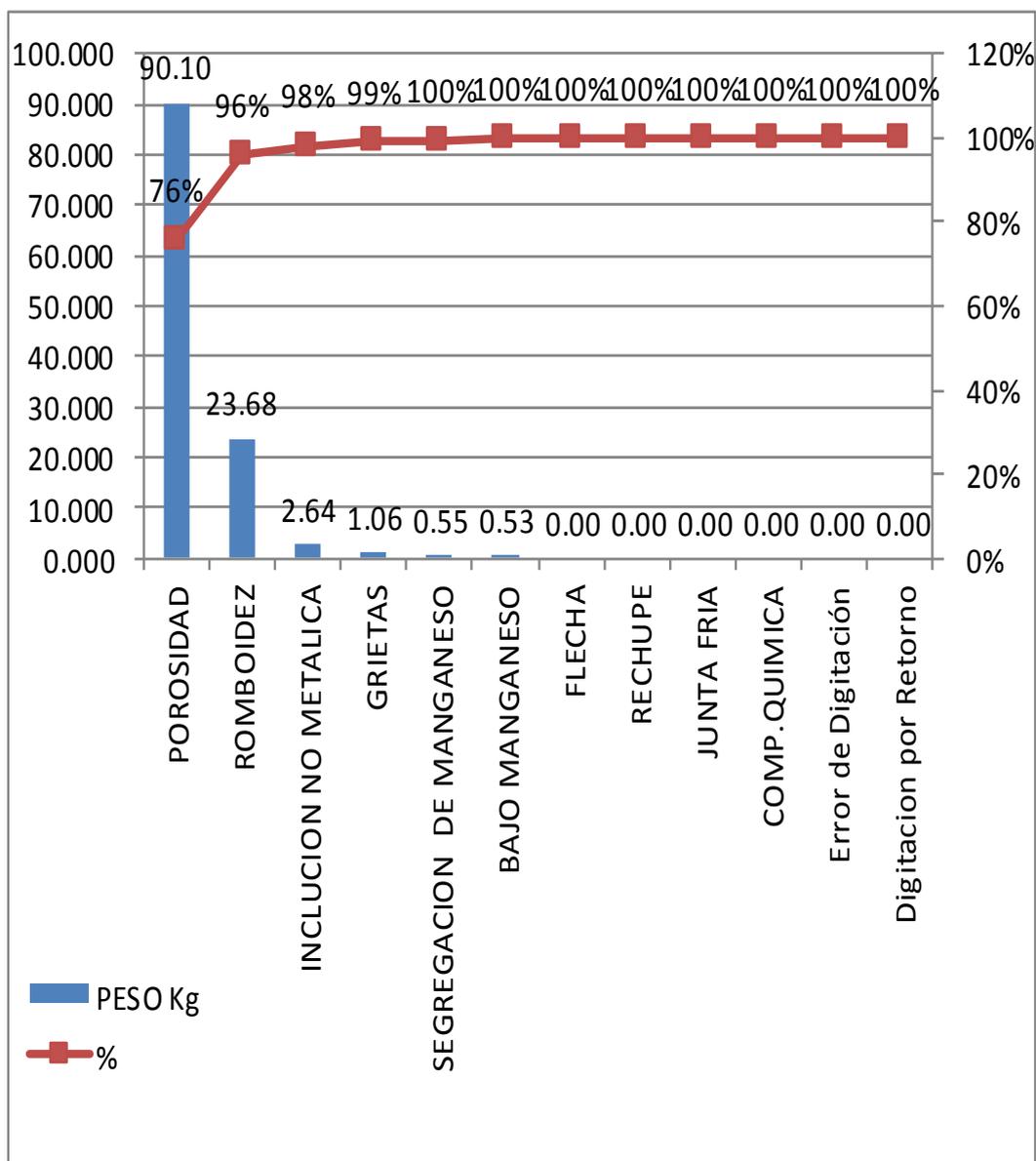
Producción Optima Acería	13960,326 t	99,16 %
Material Rechazado Acería	118,5555 t	0,84 %
Producción Total	14078,881 t	100 %
Costo de la mala calidad (CMC)	2,04 \$/t	

Fuente: Andec

Elaborado Por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

En el grafico N°1 se muestra el gráfico de Pareto con respecto a los defectos y se observa el que genera más desperdicio es el defecto poro que abarca el 76%.

GRÁFICO N° 1
PRODUCTO FUERA DE NORMA



Fuente: Andec S.A
Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

1.1.3 Objetivos

1.1.3.1 Objetivo General

Diagnosticar la situación actual del proceso de colada continua mediante la ruta de calidad, en la empresa ANDEC S.A

1.1.3.2 Objetivo Específicos

- Evaluar el proceso de colada continua mediante el procedimiento de la ruta de calidad.
- Desarrollar un procedimiento de control de la calidad del proceso de la variable temperatura.
- Estandarizar las mejoras obtenidas en el proceso de calentamiento de acero líquido para la colada continua.

1.1.4 Justificación

Frente a la problemática de crisis económicas que ha sufrido el país es necesario que las empresas ecuatorianas sean capaces de compenetrarse en el mercado con el sello de competitividad, que pueda ofrecer productos y/o servicios necesarios con la calidad exigida.

La calidad interna y externa de productos tratados a altas temperaturas como el caso de la palanquilla de acero, está relacionado con el proceso de solidificación.

Un sistema de enfriamiento automatizado como el que posee Andec debe considerar la temperatura con la que se inicia el enfriamiento para que se extraiga uniformemente el calor a lo largo de la palanquilla y se evite la aparición de grietas internas producidas por tensiones térmicas de contracción y expansión debido al cambio brusco de temperatura y las condiciones de refrigeración.

Por otro lado se busca tener una cultura de procesos estables en la empresa, siendo la temperatura de acero líquido una variable crítica.

El control de la temperatura de acero líquido para la colada

continua permite reducir problemas operativos por la perforación de líneas, causada por un sobrecalentamiento del acero, además de cuidar la seguridad del personal y los equipos.

Una baja temperatura del acero, puede causar que se solidifique antes de llegar al molde o lingotera y sea necesario detener violentamente el proceso de producción generando pérdidas a la organización, con un factor adicional, el acero líquido a temperaturas bajas impide la apertura libre de cucharas.

Por tanto la presente investigación tiene como objetivo diagnosticar y evaluar el proceso de colada continua que permita mejorar la situación inicial de la empresa Acería Nacional del Ecuador S.A (ANDEC) al estabilizar dicho proceso con lo que se evitará pérdidas por solidificación prematura, pérdidas de equipos (cuchara, Tundish), estandarización del proceso y sobre todo la calidad interna de la palanquilla.

1.1.5 Marco Teórico

Los procesos de Mejora Continua

El incremento de la competencia mundial en plantas industriales ha creado la necesidad de desarrollar capacidades de producción que permitan a las organizaciones una ventaja competitiva sostenible sobre sus adversarios como lo manifiestan Poler Raúl y Mula Josefa en su artículo Gestión de la Calidad Total y mantenimiento productivo total en la fabricación de alto rendimiento; y resaltan que para ello es indispensable Mejorar Continuamente.

Según (Summers D., 2010), (Administración de la Calidad. México, Pearson Educación, 2006) “La empresa cuenta con una diversidad de estrategias que pueden utilizar para mejorar: Formación de equipos,

aseguramiento de la calidad, justo a tiempo, administración de la calidad total, Seis Sigma, Manufactura delgada, Ruta de la Calidad y varias más (D 1997)”, la selección depende de cada empresa y como desea aplicar la estrategia.

El Control del Proceso

Un “proceso es la acción de tomar entradas y transformarlas en salidas mediante la ejecución de actividades de valor agregado” como lo referencia (Summers D., 2010) (Administración de la Calidad. México, Pearson Educación, 2006)

El control del proceso implica establecer una gestión de los indicadores que miden los resultados de dichos procesos. El seguimiento de un proceso ayuda a identificar la causa que origina un resultado no esperado e inclusive identificar oportunidades de mejorarlo.

“Las organizaciones eficientes reconocen que para ofrecer lo que sus clientes necesitan, desean y esperan, deben enfocarse en mantener y mejorar los procesos que les permite cumplir estas necesidades, deseos y expectativas” (Summers D., 2010) (Administración de la Calidad. México, Pearson Educación, 2006)

El Ciclo de Control

El ciclo PHVA proporciona una metodología para la resolución de problemas o mejora de procesos, ya que se enfoca en atacar las causas raíz identificando el camino directo para alcanzar la meta establecida como se menciona en (Pole R, Mula J, 2011) (Gestión de la calidad total y mantenimiento productivo total en la fabricación de alto rendimiento (pp.68). 2011)

Control Estadístico

EL Control Estadístico de Procesos (SPC) tiene como objetivo hacer predecible un proceso en el tiempo. Las herramientas usadas para este fin son las gráficas de control que permiten distinguir causas especiales de las causas comunes de variación.

Luego de identificarlas con el grafico, el paso siguiente es eliminar las causas especiales, ya que son ajenas al desenvolvimiento natural del proceso con lo que se logra el estado de Proceso Bajo Control Estadístico; es decir, un proceso predecible y afectado exclusivamente por causas comunes (aleatorias) de variación. (PAZ, 2012) (Administración de las Operaciones (pp.3). 2012.)

Diagrama de Causa y Efecto

Este instrumento está estructurado en base a un grupo de ramas entre las que constan: máquinas y equipos, procesos, entorno, personas y métodos; lo que facilita obtener una visión general sobre las causas de los problemas analizados, por lo tanto se pueden definir como un conjunto de factores (o causas) que producen un resultado (o efecto). (Summers D., 2010) (Gestión de la calidad total y mantenimiento productivo total en la fabricación de alto rendimiento (pp.68). 2011.)

Diagrama de Flujo

El diagrama de flujo es una técnica básica que permite describir gráficamente un proceso existente o uno nuevo propuesto, mediante símbolos, líneas y palabras simples, demostrando las actividades que se realizan desde un punto de partida hasta un punto final. (Mariño H., 2002) (Gerencia de Procesos (pp.43). Bogota Alfaomega)

Métodos Gráficos

Las gráficas representan ilustrativamente los datos que permiten ver un panorama general de la situación, según se grafiquen los datos, (Histograma de Barras, Gráficas de líneas, Gráficas de Pastel, etc.)

Histogramas

Esta herramienta permite conocer “la frecuencia de ocurrencia de los datos que haya tomado en sus procesos, al medir una variable, esto es un medidor o un medidor que puede asumir cualquier cifra en un rango definido. También permite visualizar la distribución seguida por el conjunto total de datos analizados, proveyendo información sobre la variación de su proceso en relación con dicha variable” (Mariño H., 2002)

Gráficas de Líneas

El control de procesos se lo puede realizar a través de los gráficos de control “la función de estos gráficos es proporcionar una señal (en este caso estadística) cada vez que se presenten causas especiales de variación, de tal forma que permita la adopción de medidas para poder eliminar y evitar su repetición, se utiliza con límites de control superiores o inferiores dentro de los cuales se trazan valores de alguna medición estadística para una serie de muestras o subgrupos. (Vilar J, 2004)

Diagrama de Pareto

Mediante este diagrama se conoce el número pequeño de factores o causas que son responsables de un porcentaje desproporcionadamente alto de las ocurrencias de algunos eventos “un análisis de Pareto permite distinguir los pocos factores vitales de los muchos factores triviales, permitiendo asignar prioridades en la asignación de recursos para enfocar

el mejoramiento de los pocos vitales. (Mariño H., 2002)

Hojas de Registros

Consisten en formularios diseñados para recolectar organizadamente información relacionada a un tema específico. La hoja puede ser elaborada de acuerdo a las necesidades de cada proceso dependiendo del propósito deseado.

1.1.6 Metodología

Para desarrollar el presente estudio se basa primeramente en el diagnóstico y evaluación del proceso de medición de temperaturas, además en la importancia de la ruta de la calidad asumida como secuencia normalizada de actividades utilizadas para solucionar problemas o llevar a cabo cualquier proyecto de mejora en cualquier área de trabajo.

La ruta de la calidad se centra en:

- La solución de problemas: al entrar en ciclo de mejora se enfatiza en resolver las causas que originan los problemas o solucionar un mal desempeño del proceso.
- Las oportunidades de mejora: aprovechar las posibilidades de mejorar el desempeño, encontrar opciones que están “escondidas”; aunque se hayan cumplido con las metas siempre existirá una mejor manera de hacer el trabajo.

La mejora continua o la rotación del ciclo PHVA facilitan la solución de problemas como la realización de mejoras, ayuda a optimizar el nivel de calidad de los procesos en forma sostenida, conduciendo así a lo que se conoce como la mejora continua.

“La Ruta de la Calidad es una metodología basada en el círculo de Deming (Planear, Hacer, Verificar, Actuar) que permite solucionar problemas relacionados con el control de la calidad y que se caracteriza, además, por un uso intensivo de las herramientas básicas de control de la calidad”.

Los 8 pasos de la Ruta de la calidad:

1. Selección del problema
2. Razón de la selección
3. Establecimiento de objetivos
4. Programa de actividades
5. Diagnóstico de la situación actual
6. Analizar diagramas de control
7. Identificación de causas
8. Análisis de soluciones

1.2 Datos generales

Durante los últimos cuarenta años en el Ecuador, la actividad que mantiene la acería en el país tiene una estrecha relación con los inicios de su desarrollo económico, y muy en particular con los proyectos del gobierno tanto en sus obras de infraestructura como en el desarrollo de la construcción.

La Empresa del HOLDING DINE, Andec históricamente dedicada a dicha actividad ha hecho un aporte significativo a la economía y al crecimiento de su aparato productivo, en el han participado todos los sectores industriales. Andec y sus operaciones fueron el inicio de una gestión trascendente en el desarrollo económico del país.

El Complejo Siderúrgico ANDEC se encuentra ubicado en el sur

de la ciudad de Guayaquil, a orillas del río Guayas por su cercanía al Puerto marítimo tiene una gran facilidad y rapidez en la llegada de los insumos y palanquillas que la empresa importa para su proceso, otra ventaja es que al estar cerca al río Guayas cuenta con un canal el mismo que sirve para poder anclar chatarra naval que también utiliza en el proceso.

Desde el 19 de octubre de 1969 ha mantenido vigente su espíritu que la vio nacer, ofrecer a sus clientes un producto garantizado de primer nivel priorizando calidad, servicio y protección al medio ambiente y a la fecha Diciembre 2013 se han producido más de 2 400 000 toneladas métricas de varillas de acero para el mercado de la construcción, siendo la principal empresa en producir este tipo de acero de alta calidad gracias a sus procesos de alta tecnología, abasteciendo al sector de la construcción y significando una base firme en el desarrollo del País.

Ha sido partícipe en las obras de infraestructura más importantes para el Ecuador como son: Túneles del Cerro del Carmen, Malecón 2000, Malecón del Salado.

Por lo cual la Producción de varillas y perfiles para la Industria de la Construcción ha estado respaldada por dicha empresa, orgullosamente nacional, miembro de la Dirección de Industria del Ejército (DINE).

Desde 1981 las acciones pertenecen en un 95 % al DINE y el 5% a manos privadas. Para el proceso de fundición de la chatarra ANDEC utilizaba un horno eléctrico llamado Horno KGYV, el mismo que cumplía con dos tipos de proceso; fundición y afinación.

En Diciembre del año 2009, ANDEC instala en el área de Acería un nuevo horno eléctrico de origen Italiano llamado horno cuchara el cual servirá exclusivamente para el afino del acero, es aquí donde se realiza el

ajuste de la composición química agregando las ferroaleaciones correspondientes para que el material esté listo para el próximo proceso.

Así pues, en el mismo año la empresa instala un nuevo extractor de polvos y gases de última tecnología el cual mejora las condiciones ambientales dentro del área y a su vez emitir menos contaminación al ambiente. Andec como una manera de mantener sus estándares de calidad mantiene un sistema de Gestión de Calidad certificado por **Bureau Veritas S.A**, única Industria con Calidad INEN, sus elevados Estándares de competencia internacional testimonian el nivel al que pueden acceder las empresas ecuatorianas cuando se lo proponen, con lo cual es la única Industria del país cuyos productos y procesos son sometidos a los estrictos controles de Calidad.

En el área de preparación de materia prima, donde se clasifica y se le da el debido proceso a la chatarra se instaló una prensa cizalla nueva de origen italiana llamada VESANNI, dicha maquinaria consta con una tecnología de punta ya que en su interior consta de un electroimán que selecciona el material ferroso del no ferroso, obteniendo una materia prima más limpia para el proceso de fundición y a su vez una palanquilla de mejor calidad.

1.2.1 Ubicación General

El Complejo Siderúrgico ANDEC se encuentra ubicado en la provincia del Guayas, en la ciudad de Guayaquil y en el área Urbana Guasmo Central.

De acuerdo a la nomenclatura urbana de la ciudad de Guayaquil se encuentra ubicada en el cuadrante sur-este de esta ciudad, en la Av. de las Esclusas Solar 9 Primer Pasaje 12C SE.

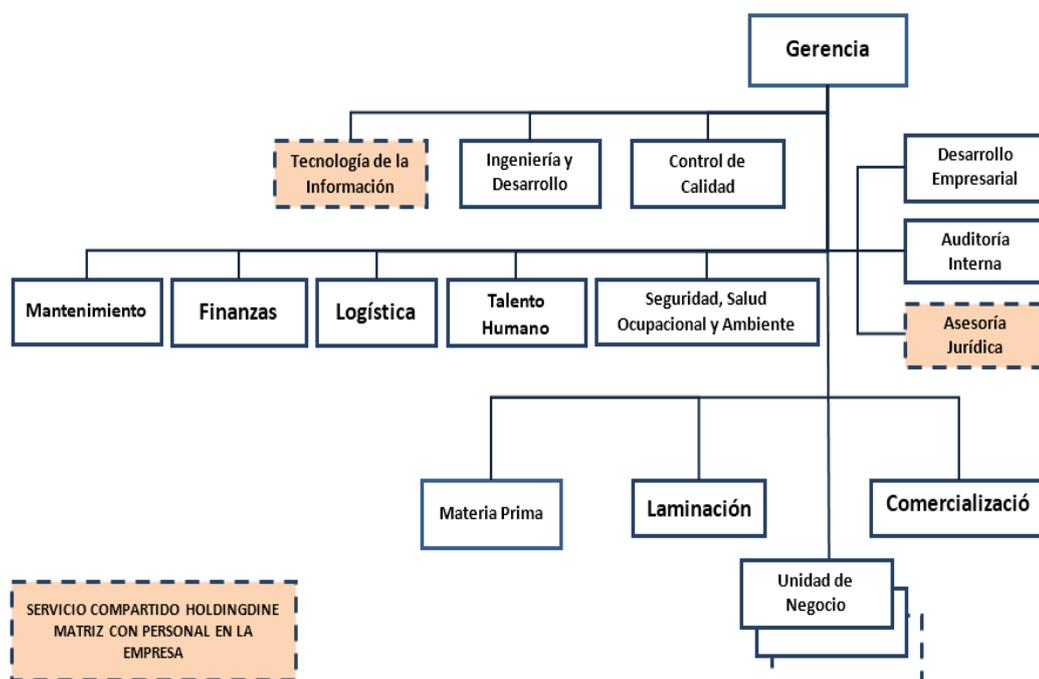
GRÁFICO N° 2 COMPLEJO SIDERÚRGICO ANDEC



Fuente: Andec S.A
Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

1.2.1.1 Organización

DIAGRAMA N° 1 ESTRUCTURA ORGÁNICA DE ANDEC



Fuente: Andec S.A
Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

1.2.1.2 Productos

Andec ofrece hoy en el Ecuador una gama completa de productos con Calidad Total, producidos con acero sismo resistente que garantiza máxima seguridad en Tenacidad, Adherencia, Seguridad, Ductibilidad, Flexibilidad.

Sus principales productos para este sector para este sector de la economía son: varillas soldables, electro malla, barras cuadradas, alambre trefilado, alambre grafilado, alambrón, estribos, pletinas, armaduras conformadas, dowells.

Varillas Soldables

Son barra de acero de baja aleación, que recibieron tratamiento térmico controlado y adquirieron magnificas propiedades mecánicas: alta ductilidad, resistencia y flexibilidad, durante el proceso de laminación, por lo que son ideales para las estructuras de hormigón armado.

GRÁFICO N° 3 VARILLAS SOLDABLES



Fuente: Andec S.A
Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

Las varillas soldables se fabrican de acuerdo a la norma NTE-INEN-2167 Y ASTM A-706 Internacional.

Barras Cuadradas

Producto de acero de sección cuadrada, uniforme y superficie lisa, obtenido a partir de palanquillas laminadas en caliente. Material utilizado en rejas, puertas, ventanas y cerrajería industrial. Se producen de acuerdo a la norma NTE-INEN-2222

GRÁFICO N° 4 BARRAS CUADRADAS



Fuente: Andec S.A
Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

Alambrón (rollos)

Producto laminado en caliente, de sección circular maciza, diámetro no inferior a 5.5mm y se presenta en rollos. Material adecuado para la trefilación y elaboración de electro mallas, clavos, remaches, grapas, alambres, cadenas, entre otros. Se elabora en base a la norma NTE-INEN-1324.

GRÁFICO N° 5 ALAMBRÓN

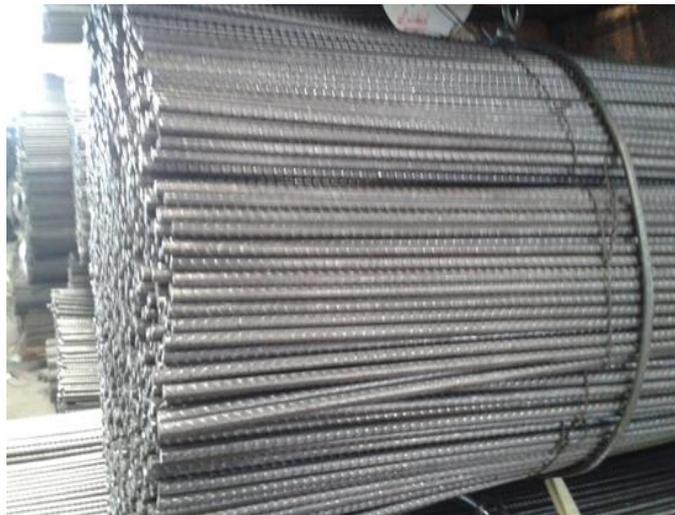


Fuente: Andec S.A
Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

Alambre grafilado

El alambre grafilado es obtenido por trefilación de la máquina beta System, para aumentar sus propiedades mecánicas. Se usa como refuerzo en estructuras de hormigón armado y para la fabricación de mallas electrosoldadas. El alambre grafilado se fabrica de acuerdo a las norma NTE INEN 1511/ASTM A49.

GRÁFICO N° 6 ALAMBRE GRAFILADO



Fuente: Andec S.A
Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

Alambre trefilado

Es un alambre de acero obtenido por trefilación en frío, cuya sección es circular y de superficie lisa, es de alta resistencia a la tracción, por el cambio de estructura en el proceso de trefilación. El proceso de fabricación garantiza una excelente soldabilidad para que este producto sea útil en los siguientes campos: estructural, electrodos de soldadura, fabricación de armaduras, postes de luz, viguetas, tapas de canalización, mallas electrosoldadas, tuberías de hormigón armado artesanal, ganchos y pasadores.

GRÁFICO N° 7 ALAMBRE TREFILADO

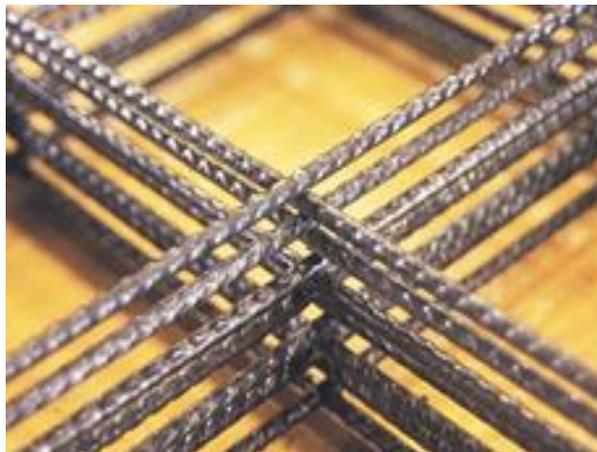


Fuente: Andec S.A
Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

Mallas Electrosoldadas

Alambres de acero conformado o liso, que se entrecruzan; cuyos puntos de contacto se sueldan por el proceso de soldadura por resistencia eléctrica. Se utilizan en la construcción de losas de entrepiso, cubiertas, cisternas, piscinas, canchas, muros de contención, paredes, pisos, terrazas y canales hidráulicos. Las electro mallas son producidas en forma plana, de acuerdo a la norma ecuatoriana INEN 2209 e internacional ASTM A-479 y ASTM A-185.

GRÁFICO N° 8 MALLAS ELECTROSOLDADAS



Fuente: Andec S.A
Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

Armaduras Conformadas

La armadura conformada de acero ANDEC S.A es un sistema que nace de la malla electro soldada, la misma que al ser doblada compone una estructura conformada. La armadura de acero o el conformado, optimizan el armado, simplifica la utilización del acero en obra, elimina completamente los desperdicios del material en obra. Las armaduras conformadas se aplican en cimentaciones, riostras, columnas, vigas para losas, cubiertas y dinteles.

GRÁFICO N° 9 ARMADURAS CONFORMADAS



Fuente: Andec S.A

Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

Dowells

Los Dowells, pasa juntas o canastillas soldadas tienen la función de transferir cargas axiales de un paño de losa a otro. Reduce deflexiones y minimiza la resistencia al vaciado del hormigón manteniéndolas firmes y alineadas, la aplicación principal de este producto es en toda pavimentación rígida (Hormigón) como: Área de maniobra en aeropuertos, Bodegas, Vías, Carreteras, parqueaderos, Canchas deportivas.

GRÁFICO N° 10 DOWELLS



Fuente: Andec S.A
Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

Estribos

Es un elemento que se elaboran en diámetros de 5,5 a 12,0mm; al doblar varillas o alambres en amplia gama de figuras, tales como: cuadrados, polígonos, rectángulos, triángulos, redondos, etc. Se emplea en: columnas, vigas, escaleras, zapatas, viguetas, entre otras aplicaciones

GRÁFICO N° 11 ESTRIBOS



Fuente: Andec S.A
Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

Palanquilla de acero

La palanquilla de acero es la materia prima que utiliza Andec para fabricar las varillas corrugadas termo tratadas es la palanquilla, según la norma (INEN-105), nos dice que la palanquilla es un producto semiterminado de acero al carbono. La palanquilla utilizada tiene una sección 130X130 mm y una longitud de 4.17 m a un grado de acero SAE 1029 y 4,00 m a un grado de acero SAE 1008, SAE 1010, SAE 1026 y SAE 1040.

GRÁFICO N° 12
PALANQUILLAS DE ACERO



Fuente: Andec S.A
Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

1.2.2 Recursos Productivos

Terreno y maquinaria

La empresa Andec, cuenta con dos ventajas competitivas que ratifican su liderazgo en el mercado de acero en el Ecuador. La primera es que al encontrarse ubicada en el puerto marítimo, sus insumos y materia prima (palanquillas) llegan con un menor costo por concepto de transporte y en menos tiempo al complejo.

Alimentación de las dos Plantas

La planta de acería cuenta con una subestación eléctrica que transforma el voltaje de la línea de 69.000 voltios al consumo local. En cambio la planta de laminación se alimenta de una línea de alta tensión de 13.800 voltios para luego mediante la sala de transformadores reducir el voltaje, dependiendo el diseño y potencia de los motores de la planta.

Recursos Humanos

El recurso humano que forma esta empresa, se siente comprometido e identificado con los objetivos de la organización. En cada proceso dan todo de sí para que la compañía crezca y se mantenga en el lugar de privilegio, y la retribución es el crecimiento intelectual y personal.

A continuación, se detalla la distribución del personal que labora en la empresa Andec, tanto administrativos, como operativos.

- Administrativos 360
- Operativos 510
- Total 870

Recursos Materiales

La Chatarra

La chatarra es la materia prima para la industria de la fundición, es decir para la elaboración de la palanquilla; es todo desperdicio metálico, desperdicios de laminación, entre otras fuentes.

En las siguientes imágenes observamos la manipulación de la chatarra.

GRÁFICO N° 13 PATIO DE CHATARRA



Fuente: Departamento Materia Prima Acería
Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

Recursos Físicos

Descripción de las máquinas utilizadas

Horno eléctrico

Calienta la chatarra por el Arco Eléctrico que salta en el interior del Horno entre electrodos dispuestos para este fin, por intermedio del baño. Está formado por una cuba de chapa de acero de forma cilíndrica, revestida de material refractario. Tiene una capacidad nominal de 15 toneladas, pero se ha logrado obtener hasta 18 toneladas de acero líquido.

Alimentación Eléctrica

Este sistema está formado por un transformador de 7500 kilo voltio amperio de potencia, cuyo primario está conectado a la red de alta tensión, con un sistema de regulación, cables y pinzas de conexión con electrodos.

Horno de Laminación

Compuesto por tres zonas de calentamiento, con 6 quemadores en cada una. Al llegar la temperatura a 1300 °C, la palanquilla esta apta para ser ingresada al tren de laminación. El horno tiene una capacidad de almacenamiento de 100 toneladas métricas, para una laminación promedio de 30t/h.

Tren desbastador

Es designado con este nombre porque así se reduce la sección de la materia prima en un 60%, al pasar por estos tres cilindros de laminación, el diámetro de estos cilindros es de 440mm.

Tren laminador

Este tren está compuesto por varias cajas laminadoras (depende del diámetro que vamos a fabricar), cada una está constituida por dos cilindros de 340 mm y al final de 280 mm de diámetro, que van reduciendo la sección del material de un 11 a 13%.

Mesa de Enfriamiento

Es un equipo transportador que permite el enfriamiento al ambiente del producto terminado, posteriormente la barra llega a la cizalla, donde es cortada en longitudes comerciales de 6, 9 y 12 metros.

Tren Pomini Farrel

Es una caja terminadora que permite producir solo en forma de rollos, ya sea alambrión o producto corrugado, el material a laminar viene desde el tren laminador LAGUN ARTEA y finalmente pasa por el tren

POMINI FARREL.

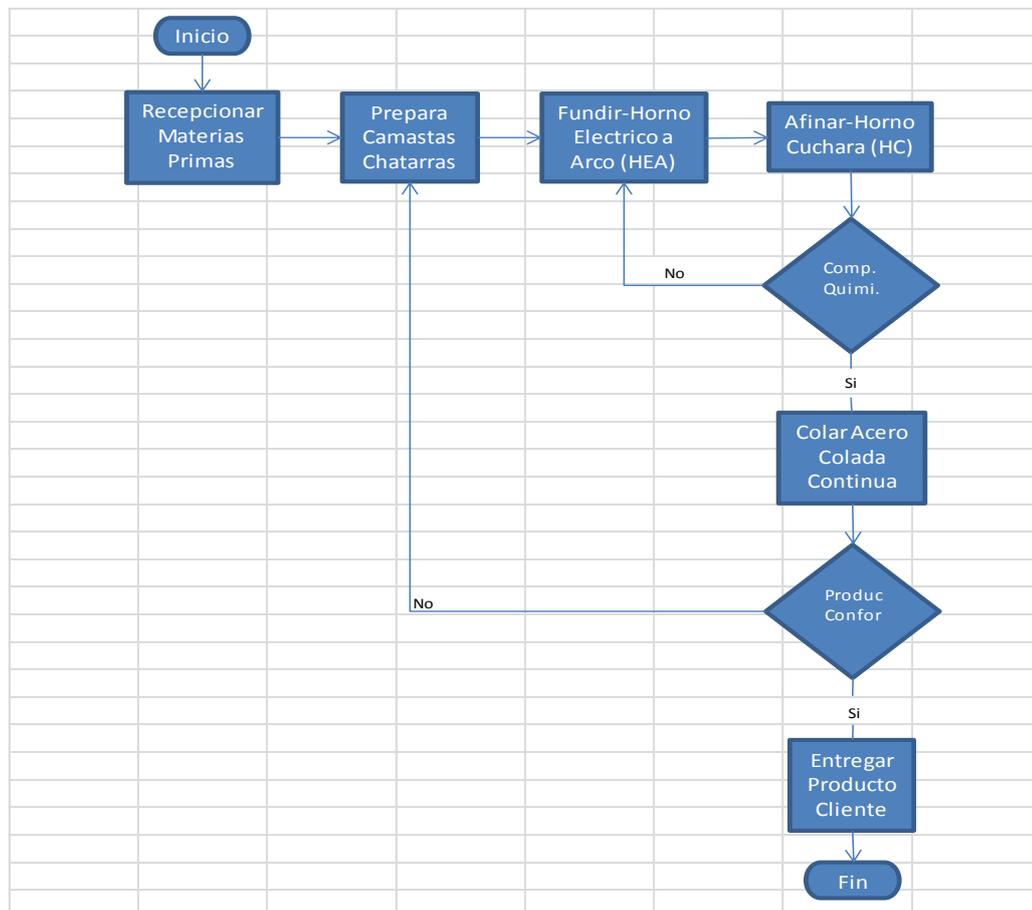
Máquinas Enderezadoras

En estas máquinas se enderezan los rollos en frío y se procede a cortar el producto a longitudes comerciales y especiales solicitadas por los clientes.

1.2.3 Procesos Productivos

El proceso de producción de acería se ha descrito simplificado en el siguiente diagrama de flujo:

**DIAGRAMA N° 2
PROCESO DE PRODUCCIÓN**



Fuente: Andec S.A
Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

Preparación de Cargas de Cesta

Como parte del proceso de preparación de carga, se considera la recepción de materia prima (chatarra) y colocación de cal cálcica y dolomítica dentro de una cesta de 24 m³ de capacidad; considerando un mix de 2 cargas.

La chatarra se funde y se convierte en acero líquido a través de arcos eléctricos de alta potencia por 3 columnas de electrodos de grafito que descienden por la tapa del horno.

En Andec, la chatarra se ha clasificado de la siguiente manera:

GRÁFICO N° 14
TIPOS DE CHATARRA

TIPO DE CHATARRAS	Chatarra Tipo A	Chatarra Tipo B	Chatarra Tipo C
	Chatarra pesada	Chatarra semipesada	Chatarra liviana
Dimensiones Maxima	40 * 40 * 40 cm	40 * 40 * 40 cm	40 * 40 * 40 cm
Descripcion	No requiere de procesos de preparación: compactación (proceso de compresión de chatarra mediante el uso de maquinaria dotada de cilindros que se accionan a través de sistemas hidráulicos), oxicorte (proceso de seccionamiento o corte mediante el uso de sopletes que trabajan bajo el principio de oxidación violenta a través de la mezcla de oxígeno y gas propano),.	Chatarra compactada en paquetes de 40 x 40 x 40 cm, Requiere de procesos de preparación: corte o cizallado.	Requiere de procesos de preparación: compactación, cizallado.
			

Fuente: Andec S.A

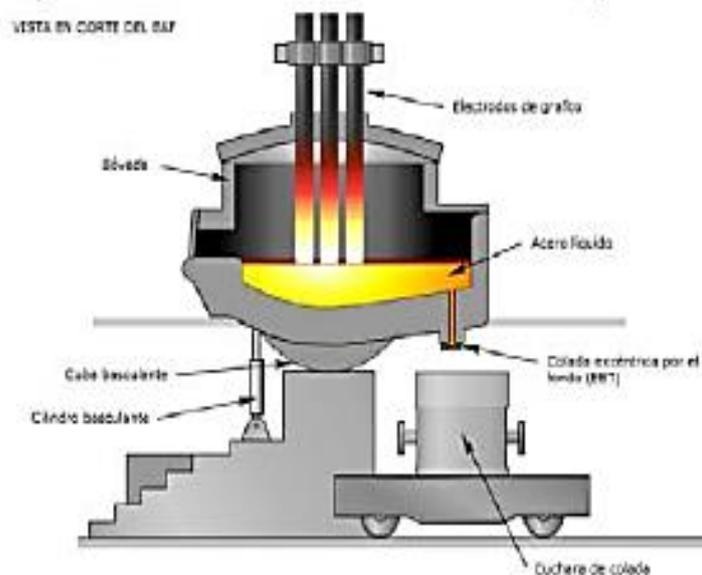
Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

Fundición de Chatarra

El área de fundición está equipada con un horno eléctrico a arco de una capacidad de producción de 300.000t de acero por año, tiene un diámetro aproximado de 5m, está conformado por una serie de paneles refrigerados, e internamente recubierto por material refractario diseñado para resistir altas temperaturas.

La principal función del horno eléctrico a arco es convertir la materia prima sólida (chatarra) en acero líquido, para luego afinarlas. La configuración del horno se muestra a continuación:

GRÁFICO N° 15
HORNO ELÉCTRICO



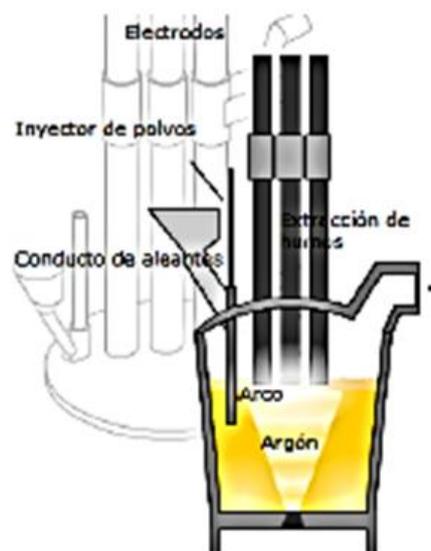
Fuente: Steel University (2012) Configuración Del Horno Eléctrico A Arco
Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

Una vez introducida la chatarra y los escoriificantes en el horno, se bajan los electrodos originando el arco hasta fundir completamente los materiales cargados dando lugar a la creación de una colada o acero líquido con alrededor de 1650 °C el tiempo de este proceso va desde de 35 a 40 minutos.

Calentamiento y Homogenización de Acero Líquido

Una vez que el acero es colado en un recipiente provisto de material refractario, es trasladada hacia el área de horno cuchara, de configuración muy similar a la del horno eléctrico, con electrodos de menor tamaño. En el horno cuchara, se calienta el acero a través de energía eléctrica y se ajusta la composición química del acero según especificación solicitada, para ello homogeniza la mezcla mediante un burbujeo con gas argón.

GRÁFICO N° 16
ESTRUCTURA DEL HORNO CUCHARA



Fuente: Steel University (2012) Estructura Del Horno Cuchara
Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

El ajuste de la composición química del acero consiste en adicionar paulatinamente ferroaleaciones como Fe Si (Ferro Silicio), Fe Si Mn (Ferro Silico Manganeso), en el acero líquido. La composición del acero es verificada mediante la toma de muestras analizadas en el laboratorio de aceria utilizando un espectrómetro. Su utilidad es realizar análisis espectroscópicos para identificar materiales. La variable medida es generalmente intensidad de la luz”. Es decir el equipo codifica la intensidad de luz generada por un chispazo en la muestra y le asigna un

determinado elemento del acero como C%, Mn%, Si%, P%, S%, etc. Se trabaja según clasificación de la Norma Internacional SAE que califica a la aleación con cuatro dígitos, los dos últimos dígitos especifica la cantidad de carbón presente. El producto más fabricado en Andec según solicitud del cliente es el acero SAE 1029, según esta norma la composición química del acero debe tener:

CUADRO N° 4
ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA

	C%	Mn%	Si%	P%	S%	Cu%	Cr%	Ni%	Sn%	Mo%
Min	0,260	0,800	0,100							
Max	0,300	1,000	0,500	0,043	0,045	0,025	0,200	0,250	0,060	0,060

Fuente: Hoja De Especificación Técnica Andec-Composición Química
Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

GRÁFICO N° 17
ESPECTRÓMETRO DE EMISIÓN ÓPTICA



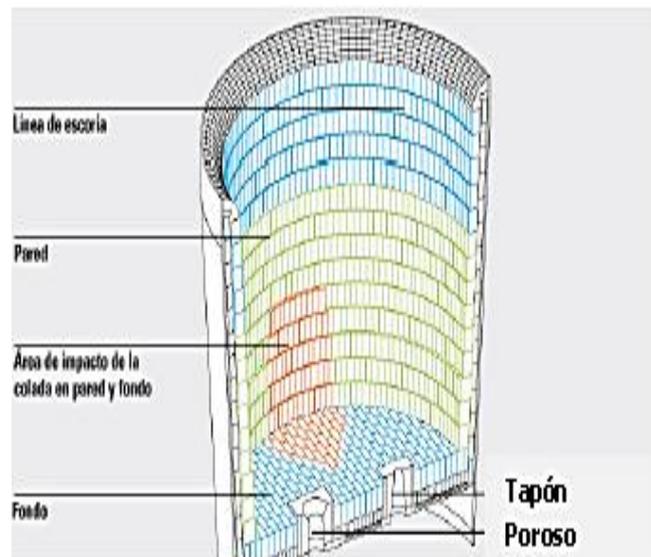
Fuente: Laboratorio Químico de Acería
Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

La Cuchara

La cuchara es un recipiente de almacenamiento temporal de acero líquido, por lo que exige la colocación de un revestimiento refractario capaz de soportar estas condiciones de trabajo. Las cucharas son protegidas en los puntos de impacto con ladrillos de magnesita fundida.

En el fondo de la cuchara se ubican dos compartimientos, el tapón poroso por lo cual se conecta el nitrógeno para homogenizar la temperatura y el otro corresponde a la válvula gaveta que es un mecanismo que permite verter la colada en el Tundish.

GRÁFICO N° 18 REVESTIMIENTO DE REFRACTARIO DE CUCHARA



Fuente: Refratechnik Steel (2012) Concepciones Para Cuchara De Colado De Acero
Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

En la empresa Andec se cuenta con un juego de 7 cucharas con capacidad de recepción de 25t de acero líquido, mientras una cuchara está en el proceso de Horno Cuchara, una está colocada en la torreta y la otra está siendo vaciada según la velocidad de las líneas en colada continua.

Colado Continuo de Acero

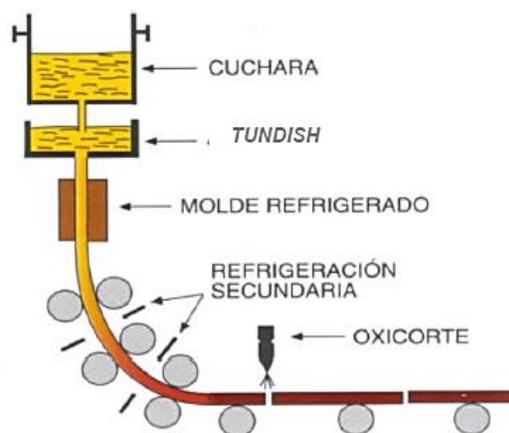
El acero líquido que proviene de las operaciones de Horno cuchara reside temporalmente en el Tundish o distribuidor para mediante el proceso de solidificación obtener el producto terminado: la palanquilla. En el proceso de colada continua se establece la longitud (4000, 8000, o 12000, 12100mm y sección del producto (100x100 o 130x130 mm) que no

implica más que un cambio en el molde o configurar el proceso automático de oxicorte.

Configuración de las Máquinas

En la plataforma se fijan los equipos principales que conducen el acero líquido hasta el molde.

GRÁFICO N° 19 CONFIGURACIÓN DE LAS MÁQUINAS DE COLADA CONTINUA

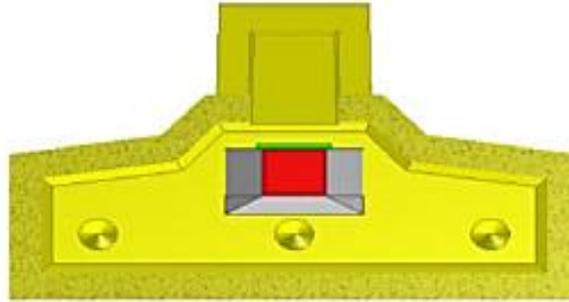


Fuente: Chevrand L. (2010) Curso De Colada Continua
Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

El Tundish o Distribuidor

La función principal del Tundish es distribuir el acero líquido entre las múltiples líneas, promover la flotación de las inclusiones, homogenizar la temperatura del acero, abastecer al molde de un flujo constante de acero líquido y servir de depósito durante los cambios de cucharas. La vida útil de los distribuidores es crucial para la secuencialidad de las coladas, pues cuando este o las válvulas se desgastan debe ser cambiado, interrumpiendo el proceso continuo. Las válvulas son piezas fijas de zirconio instaladas en el piso del Tundish, tienen un juego de 2 orificios con aberturas de 12 a 15 mm, en el momento de la operación estas piezas son abiertas con lanzas de oxígeno.

GRÁFICO N° 20 DISEÑO DEL TUNDISH O DISTRIBUIDOR



Fuente: Chevrant L. (2010) Curso De Colada Continua
Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

Equipos de Calentamiento

Al trabajar con recipientes que resisten altas temperaturas, estos deben estar sometidos a un proceso de precalentamiento, para ello el área cuenta con calentadores para Cuchara y para Tundish. Los calentadores de Cuchara “tienen un doble objeto, secar el refractario cuando se arma una nueva cuchara y calentarlas cada vez que van a recibir la colada del horno. Se entiende por “secado” el hecho de eliminar toda la humedad, un correcto secado requiere cierta temperatura y tiempo que permita la penetración del calor hasta la parte posterior del refractario. Cuanta más alta sea esta, menor es la pérdida de temperatura del acero.

GRÁFICO N° 21 CALENTAMIENTO DE LA CUCHARA



Fuente: Andec S.A
Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

Parámetros de Colada Continua (Variables del Proceso)

El proceso de solidificación en la fabricación de acero requiere un control de variables entre ellos la temperatura, la velocidad de colado, el enfriamiento primario y secundario, con esto se garantiza la productividad en Colada continua y la calidad del producto final: la palanquilla. De ahí la importancia de centrar este proceso de mejoramiento en la interfaz Cuchara y Temperatura de acero líquido en Tundish, pues este es el repositorio temporal para pasar al proceso de solidificación.

GRÁFICO N° 22
INTERFAZ CUCHARA - TUNDISH



Fuente: Madias J. (2013) Curso De Colada Continua
Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

El cálculo de temperatura de acero al ser una operación manual depende de las consideraciones que tenga el operador de turno en cuanto a las variables del proceso. Cuando el proceso requiere de una temperatura precisa, el control del sobrecalentamiento debe referenciar el buen calentamiento de la cuchara y el Tundish como recipientes refractarios receptores de acero líquido.

CAPÍTULO II

ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

2.1 Definir la meta

La meta alcanzar es reducir a 15 °C la variabilidad de la temperatura de Acero líquido tomado en Tundish, para el proceso de Colada Continua.

CUADRO N° 5

TEMPERATURA DE ACERO LÍQUIDO EN COLADA CONTINUA

Salida	Ítem de Control		
	Características de calidad	Índice	Meta
Colada Continua	Temperatura de Acero líquido en Tundish	°C (Grados Centígrado)	1545°C-1560°C

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

Se consideró este rango de temperatura pues según recomendación siderúrgica para un proceso de solidificación la temperatura del Acero en el Tundish debe estar entre 1545°C y 1560°C, para evitar la formación de grietas internas, actualmente se está trabajando con rangos muy amplios desde 1530°C hasta 1580°C, tendiendo a sobrecalentar el acero.

En el análisis de datos se puede observar de mejor la situación inicial del proceso.

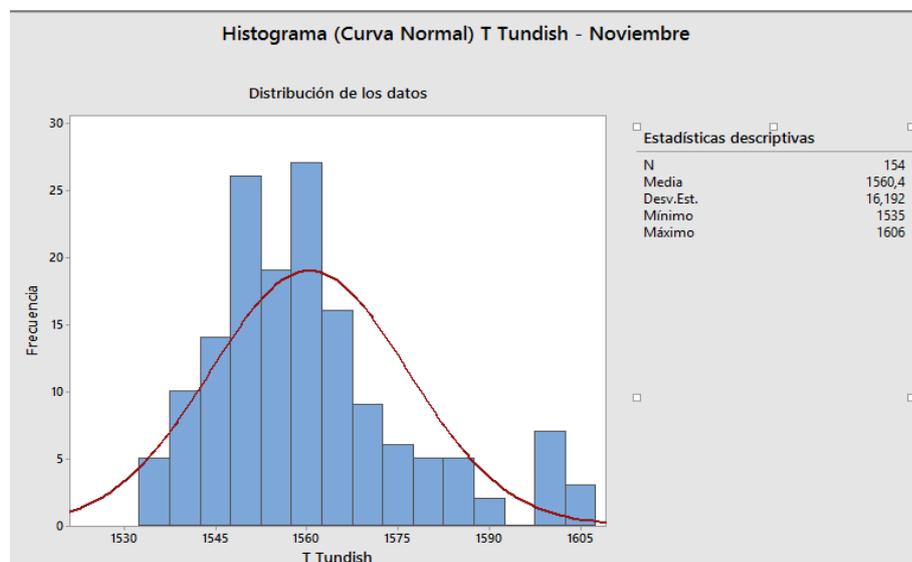
2.1.1 Recolección de datos

Se recolecto la información referente a la fecha, turno de trabajo, el número de colada, la temperatura que solicito el Colador 1 de colada continua, y la temperatura que se registra en el acero líquido, considerando el número de Tundish, los grados centígrados perdidos La recopilación de datos de todas las coladas generadas se realizó en el mes de noviembre del año 2015, es decir 154 muestras (coladas).

2.1.2 Representación y análisis de datos

Todos los datos recopilados y presentados, han sido analizados y graficados con el programa MINITAB. Representar gráficamente la información es un paso fundamental del análisis de datos permitiendo detectar anormalidades, errores de medición o digitación. El primer análisis implica la revisión de la distribución de datos de la Temperatura de Acero líquido tomada en el Tundish del mes de noviembre, a través de histogramas:

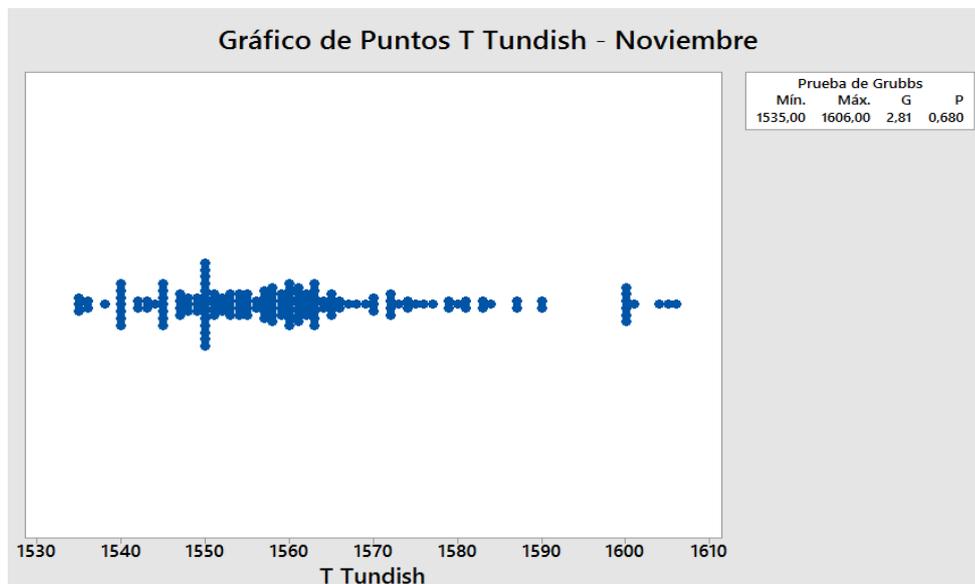
DIAGRAMA N° 3 HISTOGRAMA



Fuente: Andec S.A
Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

En el mes de noviembre, la media de temperatura de acero líquido en Tundish está en 1560 °C, pero se puede observar valores atípicos tanto en el límite superior como en el límite inferior. En el gráfico N° 23 de puntos mostrado a continuación se identifica de mejor manera la distribución de los datos, hallando que en noviembre va desde 1535 °C hasta algunas coladas esporádicas de 1606 °C, estos valores extremos ha sido atribuidas por los operadores a la descalibración de las lanzas de toma de temperatura, pero estas fueron las temperaturas observadas.

GRÁFICO N° 23 GRÁFICO DE PUNTOS



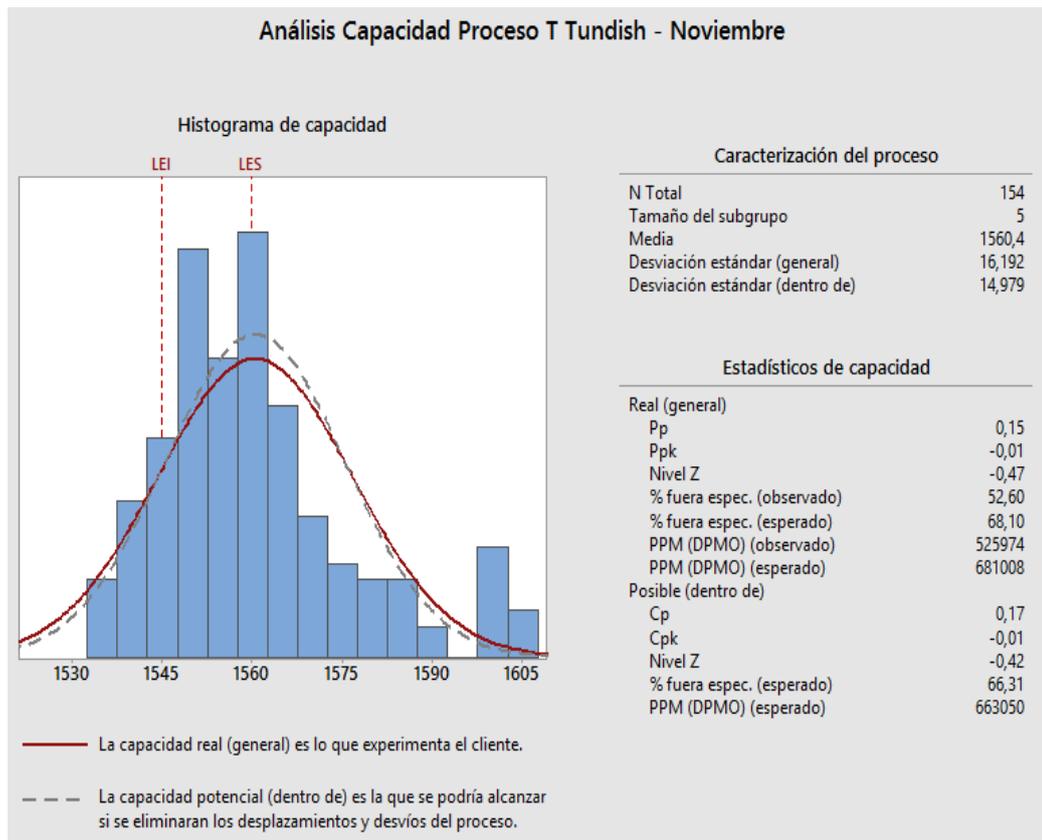
Fuente: Andec S.A

Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

En el diagrama n° 4 de análisis capacidad del proceso se puede observar se ha analizado la capacidad de este proceso, es decir que la temperatura de acero líquido en Tundish este entre 1545 °C a 1560 °C según especificación, y se determina que en el proceso no está en esta capacidad pues los indicadores Cp y Cpk tienen valores menores a uno.

En el diagrama n° 4 del porcentaje fuera de especificación es de 52,60%, y el análisis de capacidad del proceso Cp es 0,17 menor que uno.

DIAGRAMA N° 4 ANÁLISIS CAPACIDAD DEL PROCESO



Fuente: Andec S.A

Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

Índice Cp: Capacidad Potencial Del Proceso

Capacidad Potencial Noviembre

Cp < 1 = la variación natural es mayor a la tolerancia

En cuanto a la variabilidad es un proceso incapaz.

Índice Cpk: Capacidad Real Del Proceso

Capacidad Real Noviembre

Cpk < 1 = la variación natural es mayor a la tolerancia

En cuanto a desplazamiento; es un proceso incapaz

El resumen estadístico de la Variable Temperatura de Acero Líquido en Tundish, se muestra a continuación:

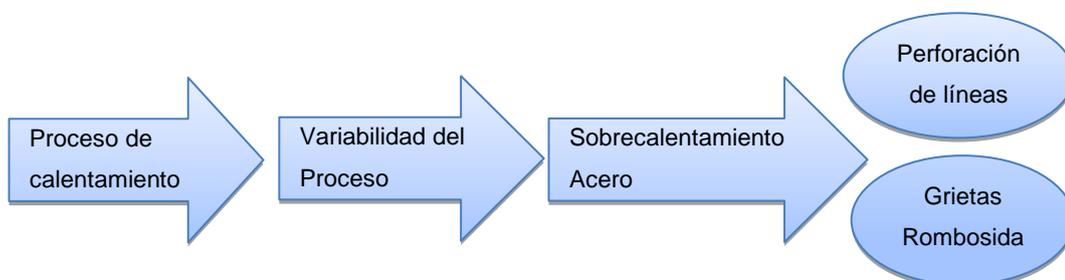
CUADRO N° 6
°C DE TEMPERATURA ACERO EN TUNDISH

				Desviación	
	Promedio	Mínima	Máximo	Estándar	Moda
Noviembre	1560,4	1535	1606	16,2	1550

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

Como se puede observar en el mes de noviembre el promedio de temperatura es de 1560 °C considerando una desviación estándar de los datos alrededor de 16,2 °C, dando valores de temperatura de entre 1535 °C y 1606 °C, estos puntos son esporádicos pero presentes en la toma de datos. Como parte de la problemática de la variación del proceso de calentamiento de acero líquido se ve como efecto la perforación de líneas, es decir la salida brusca del acero líquido por rompimiento de la piel solidificada, afectando a la productividad por el cierre de líneas inesperados, también origina la formación de grietas en el producto final.

DIAGRAMA N° 5
CONSECUENCIAS DE SOBRECALENTAMIENTO DE ACERO LÍQUIDO



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

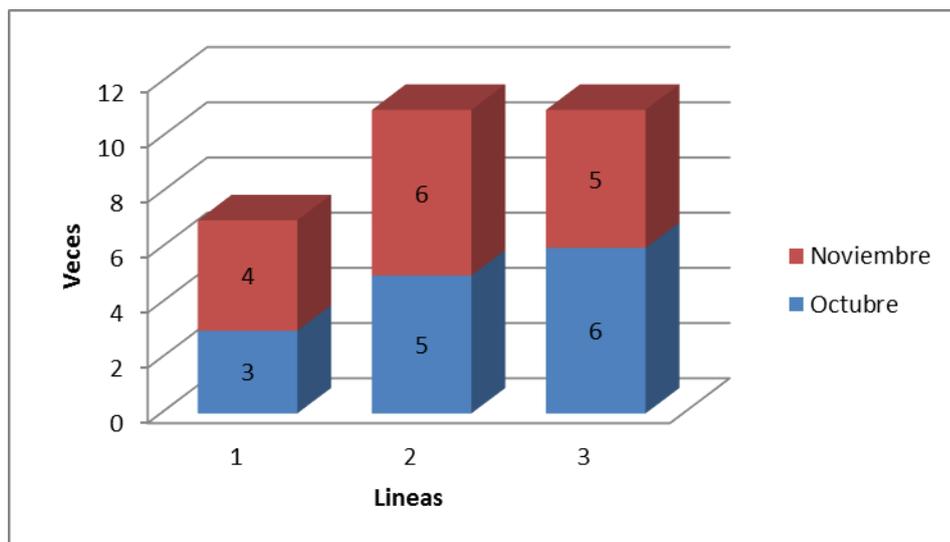
En cuanto a la perforación de líneas causadas por sobrecalentamiento de acero, se tiene el siguiente resumen correspondiente:

CUADRO N° 7
PERFORACIÓN DE LÍNEAS POR SOBRECALENTAMIENTO

Mes	VECES POR LÍNEA			TOTAL
	1	2	3	
Octubre	3	5	6	14
Noviembre	4	6	5	15
TOTAL	7	11	11	29

Fuente: Andec S.A
Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

GRÁFICO N° 24
PERFORACIÓN DE LÍNEAS POR SOBRECALENTAMIENTO



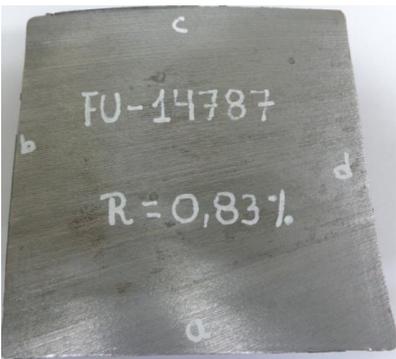
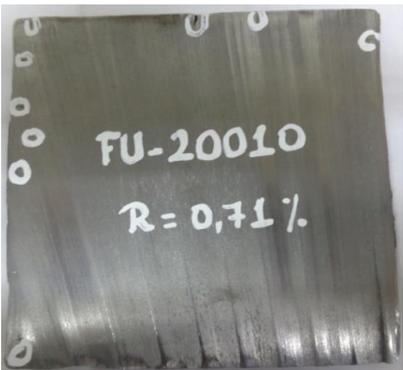
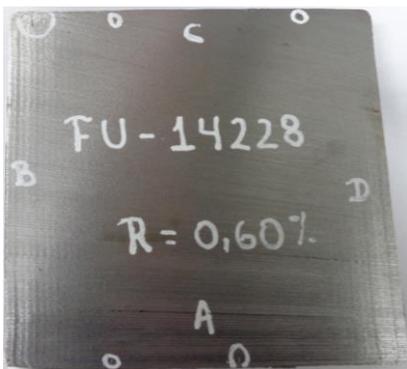
Fuente: Andec S.A
Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

“La Rombosidad es determinada por la diferencia entre las diagonales de la sección transversal de la palanquilla. Es considerada severa si sobrepasa los 6 – 8mm. La Rombosidad se expresa en porcentaje. Un estudio de la British Steel indica que la influencia principal es un alto sobrecalentamiento del acero. (LAURO, 2010)

En cuanto a la situación inicial del producto, y para demostrar las consecuencias del sobrecalentamiento del acero en la palanquilla se ha analizado coladas por turno a manera de ejemplo, se toma una muestra de palanquilla para realizar una macrografía, es decir una pieza de acero

solidificada para cepillarla y colocada en ácido clorhídrico a 200 °C por 40 minutos, se observa en las fotografías el comportamiento general de la palanquilla organizada por turno. La muestra fue tomada en la colada que se solicita una temperatura mayor a lo especificado se ha podido observar lo siguiente.

GRÁFICO N° 25
ANÁLISIS DE MACROGRAFÍA EN PALANQUILLA

TURNO	COLADA	MUESTRA	°C EN TUNDISH	ROMBOSIDAD
C	14787		1584	8,30%
B	20010		1578	7,10%
A	14228		1572	6,00%

Fuente: Andec S.A

Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

2.2 Análisis de variables

Confirmada la inestabilidad general en el proceso, se realizó un análisis detallado por turno para ver si alguno tiene un comportamiento atípico o requiere mayor atención en el proceso de mejora. Los tres tienen una Temperatura de Acero en el Tundish, pero la desviación está en $17,3^{\circ}\text{C}$, la variación es bastante amplia, más se evidencia en el turno A

CUADRO N° 8
 $^{\circ}\text{C}$ TEMPERATURA ACERO EN TUNDISH POR TURNOS

TURNO	PROMEDIO	MAX	MIN	DESVIACIÓN ESTANDAR	MODA
A	1561,2	1606	1535	17,34	1550
B	1564,9	1605	1540	16,02	1558
C	1555,6	1600	1535	13,84	1550

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

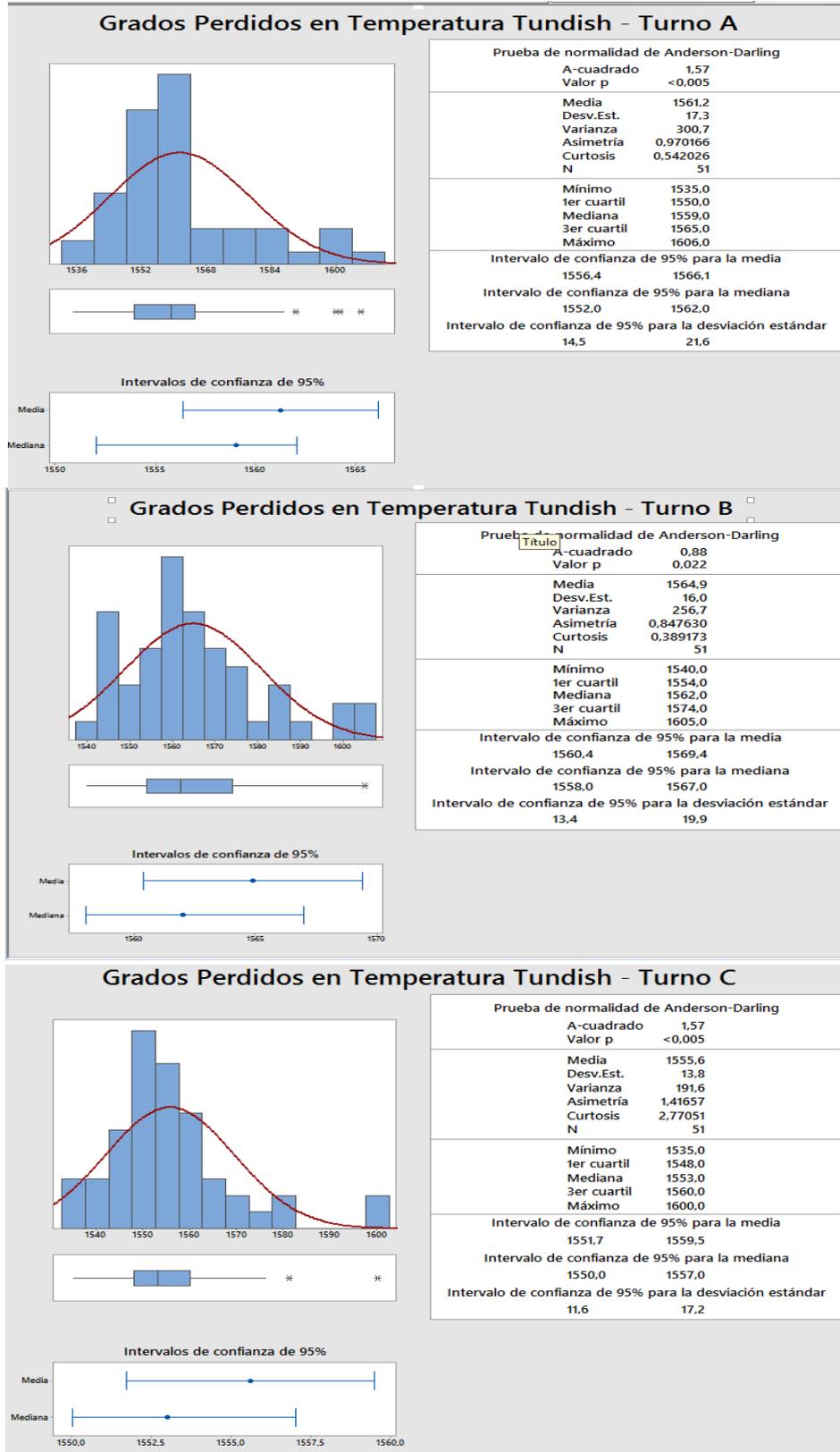
La temperatura de acero líquido en el distribuidor llega en promedio 1561°C , la moda por turno es: A 1550°C , B 1558°C , C 1550°C , el comportamiento es muy similar en los tres turnos.

Por parte de los operadores, se mencionó algunos factores que aportan a la variabilidad del proceso, como el caso de $^{\circ}\text{C}$ de Temperatura de acero líquido perdido, minutos perdidos por posicionamiento de cuchara por Tundish; estos considerados desde el fin de arco eléctrico de Horno Cuchara hasta la abertura de cuchara.

Los grados centígrados perdidos en el proceso son los mismos, aunque a veces los tiempos perdidos no reflejan la realidad, y se los asocia con el desconocimiento de la temperatura con la que ingresan los recipientes luego del proceso de precalentamiento.

GRÁFICO N° 26

GRADOS PERDIDOS EN TEMPERATURA TUNDISH POR TURNO



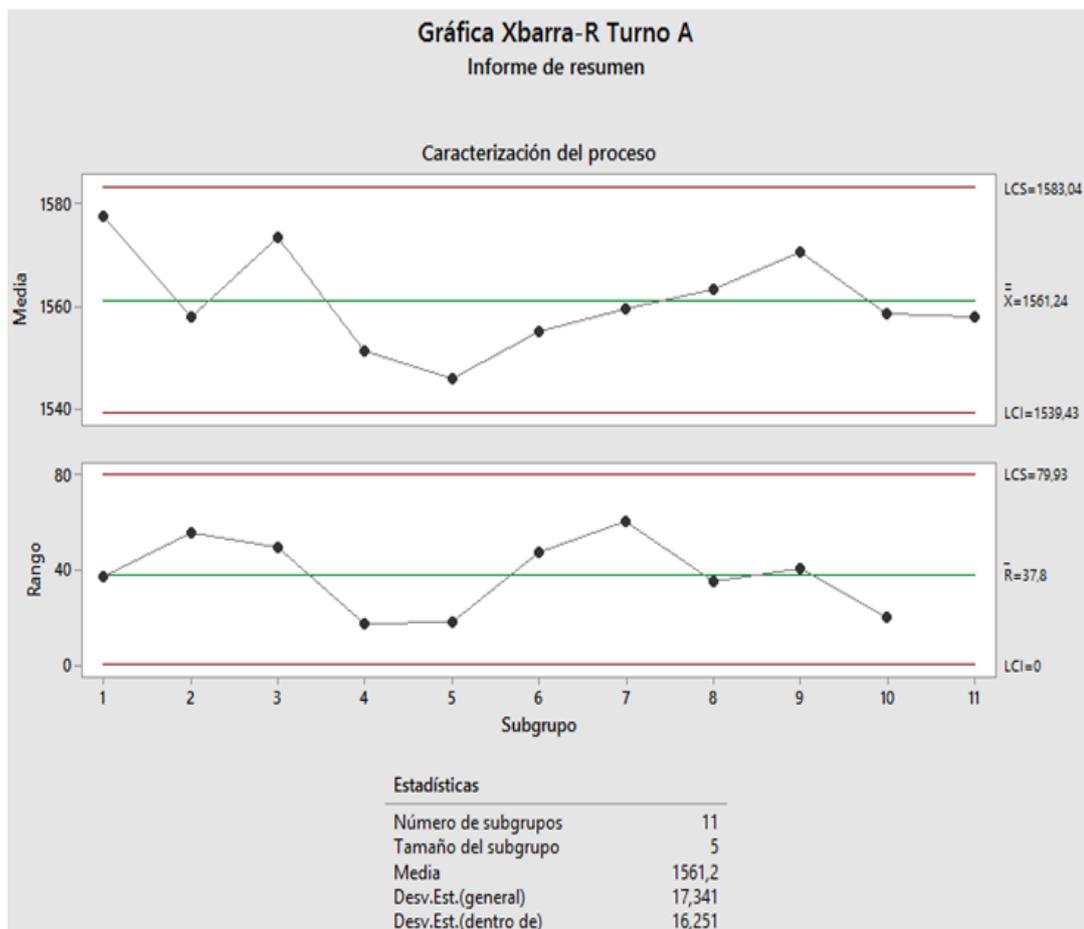
Fuente: Andec S.A

Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

Gráficas de Control de temperatura acero en Tundish por turnos

Se realizó un análisis detallado por turno para ver si alguno tiene un comportamiento atípico y se observan en el gráfico N° 27 que la medida del proceso es estable, ningún subgrupo esta fuera de control en la gráfica Xbarra.

GRÁFICO N° 27
GRÁFICA XBARRA-R EN TEMPERATURA TUNDISH TURNO A



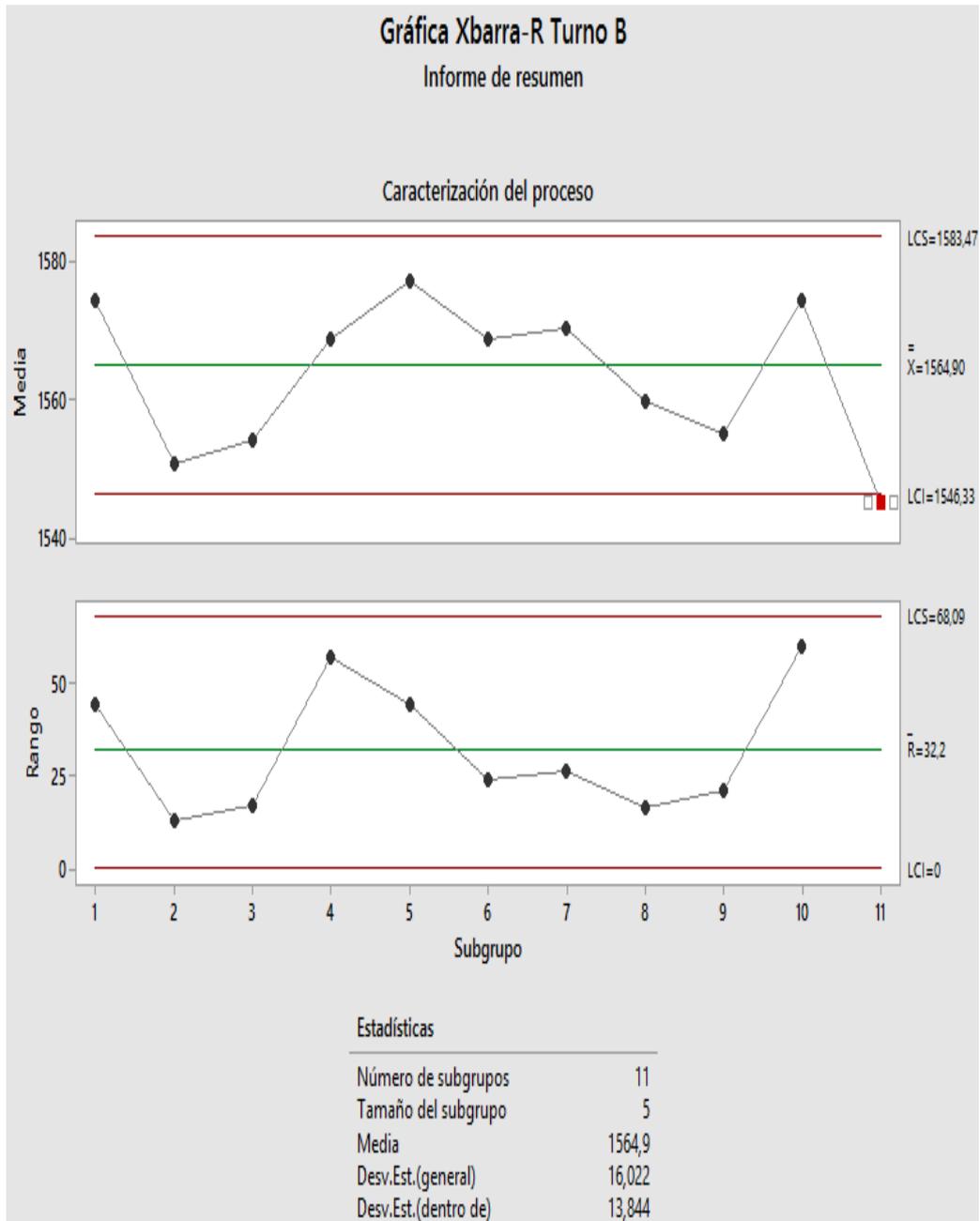
Fuente: Andec S.A

Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

En el gráfico n° 27 la media del proceso es estable, pero se observa la existencia de un punto fuera de control e correspondiente a la observación número 11. Se debe analizar a fondo las causas atribuibles y realizar un estudio exhaustivo de materiales, mano de obra y circunstancias que pudieran incidir en el proceso de fabricación.

GRÁFICO N° 28

GRÁFICA XBARRA-R EN TEMPERATURA TUNDISH TURNO B



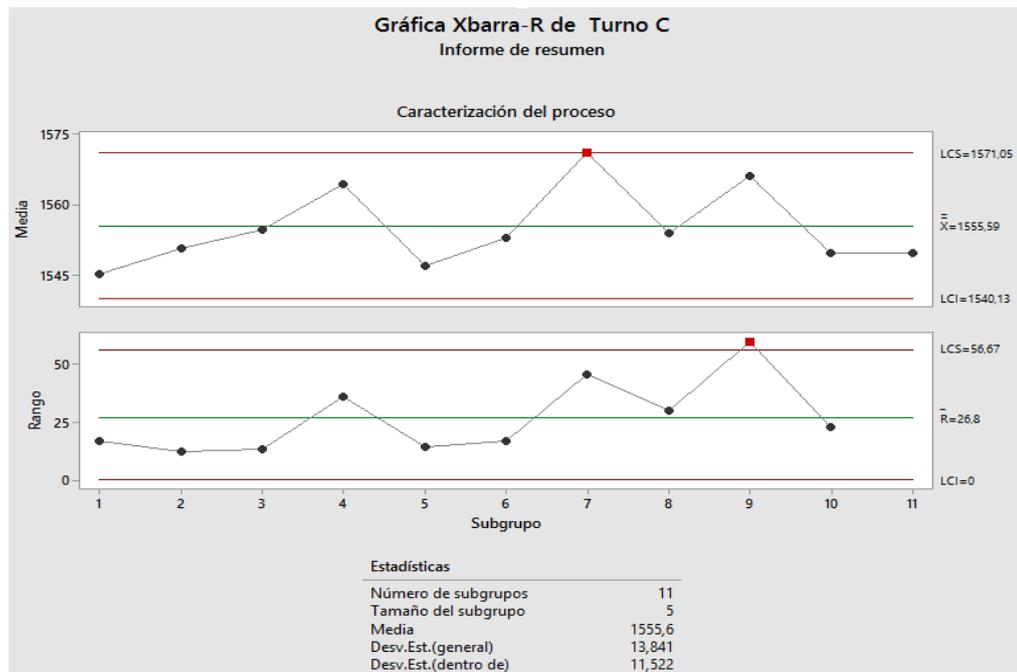
Fuente: Andec S.A

Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

En el gráfico n° 29 la media del proceso es estable, pero se observa la existencia de un punto fuera de control e correspondiente a la observación número 7. Debemos analizar a fondo las causas atribuibles y realizar un estudio exhaustivo de materiales, mano de obra y circunstancias que pudieran incidir en el proceso de fabricación.

GRÁFICO N° 29

GRÁFICA XBARRA-R EN TEMPERATURA TUNDISH TURNO C



Fuente: Andec S.A
Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

Otro factor adicional mencionado y que se recopiló en la recolección de datos, es el tiempo de espera de posicionamiento de la cuchara en la torreta desde la subida del proceso del horno cuchara. El resumen estadístico de minutos de espera en torreta por turnos es el siguiente:

CUADRO N° 9

MINUTOS DE ESPERA EN TORRETA POR TURNOS

TURNO	PROMEDIO	MAX	MIN	DESVIACIÓN ESTANDAR	MODA
A	10,67	34	1	5,74	12
B	10,96	35	1	6,77	12
C	10,38	30	1	5,25	9

Fuente: Andec S.A
Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

El tiempo promedio fue similar en los 3 turnos, la desviación estándar fue entre los minutos, con el valor más repetitivo en el turno A y

B de minutos. Según la experiencia del personal, también se mencionó que uno de los factores que también incide en la variación de la temperatura del personal es el tipo de material del que están armadas las cucharas. Se hace un análisis por cuchara de esta información recolectada:

CUADRO N° 10
TEMPERATURA ACERO SOLICITADA POR CUCCHARAS

CUCHARA	PROMEDIO	MAX	MIN	DESVIACIÓN ESTANDAR	MODA
1	1561,68	1671	1514	11.77	1564
2	1559,66	1594	1536	8.13	1557
3	1559,66	1586	1537	8.06	1563
4	1561,39	1586	1530	7.56	1558
5	1561,01	1606	1534	8.79	1563
6	1560,09	1582	1536	7.04	1563

Fuente: Andec S.A

Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

Se observó en todas las cucharas tienen en promedio el mismo tiempo de espera, lo cual no estuvo relacionada por el número de cuchara que ingresa al proceso.

CUADRO N° 11
MINUTOS DE ESPERA DE CUCCHARAS ANALIZADO POR CUCCHARA

CUCHARA	PROMEDIO	MAX	MIN	DESVIACIÓN ESTANDAR	MODA
1	10,5	27	1	5,49	14
2	10,77	26	1	5,69	12
3	10,68	27	1	6,52	3
4	11,04	32	1	5,88	12
5	11,12	30	1	5,56	12
6	9,79	29	1	6,31	2

Fuente: Andec S.A

Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

En el resumen estadístico de los datos analizados sobre grados centígrados de temperatura perdida en el acero analizado por cuchara, se observó que la cuchara 1, fue la que tiene mayor desviación adicionalmente que tiene una moda más alta.

CUADRO N° 12
°C DE TEMPERATURA PÉRDIDA POR CUCHARAS

CUCHARA	PROMEDIO	MAX	MIN	DESVIACIÓN ESTANDAR	MODA
1	45,75	92	-46	14.29	49
2	45,87	83	25	11.10	38
3	48,19	97	25	12.11	41
4	44,85	88	-7	11.20	47
5	45,46	106	-7	11.84	41
6	47,01	90	26	12.86	37

Fuente: Andec S.A
Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

Se buscó información sobre el tipo de cucharas que estaban en el circuito de trabajo durante el periodo de recolección de datos.

CUADRO N° 13
CIRCUITO DE CUCHARAS

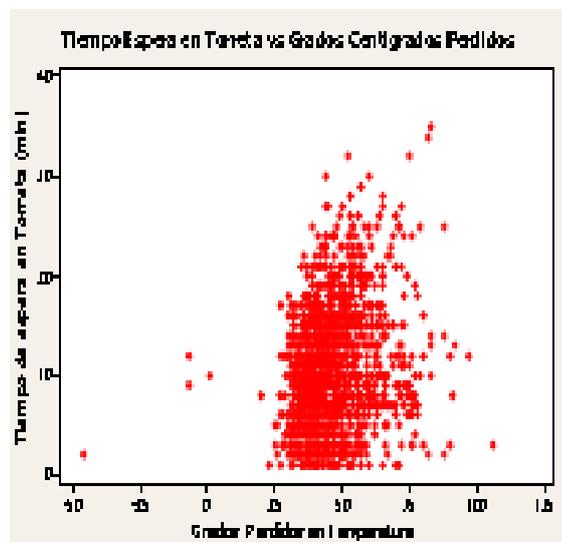
CUCHARA	TIPO MATERIAL
1	Básico
2	Dolomítico
3	Dolomítico
4	Dolomítico
5	Dolomítico
6	Básico

Fuente: Andec S.A
Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

En la temperatura de acero solicitada por cuchara, se observó nuevamente la cuchara 1 presenta mayor desviación, a pesar que es muy similar la moda con las otras cucharas. En la cuchara N^o1 que tuvo mayor desviación en la mayoría de todos los puntos analizados, se observó que estuvo elaborada de material Básico (Sílice y Alúmina) y las demás de material dolomítico (Magnesita). Según datos la mayor desviación en temperaturas corresponde a cucharas Básicas.

Para considerar si existe alguna relación con estas variables atribuidas a los operadores mediante el uso del Programa MINITAB se determinó que tan relacionadas están las variables; se analizó la correlación existente entre el Tiempo de espera de una colada en la torreta con la relación entre los grados centígrados que pierde la colada mostrando una relación fortuita o insignificante, es decir las dos variables no están relacionadas. No tiene ningún impacto el tiempo que espera la colada en la torreta, con los grados centígrados que pierde.

GRÁFICO N° 30 CORRELATION: ESPERA PERDIDO



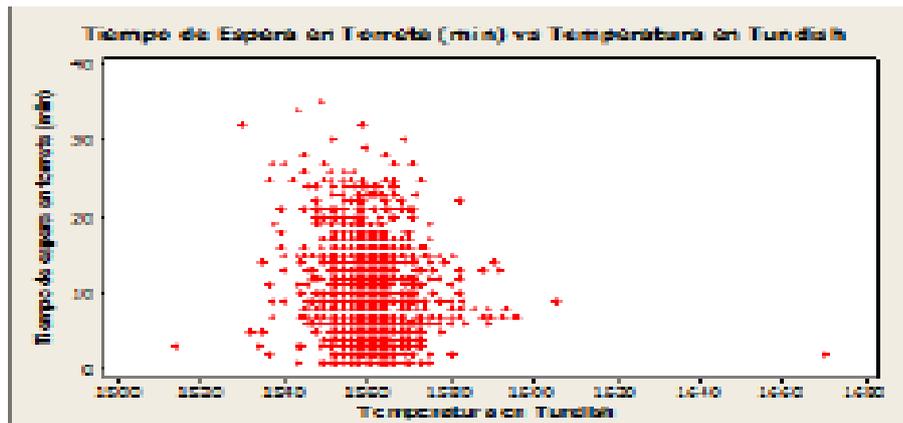
Pearson correlation of Espera and Perdido = 0,190

P-value=0,000

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

Al analizar la correlación existente entre los minutos de espera de la colada de acero líquido en la torreta contra la temperatura del acero en el tundish, apareció una relación negativa fortuita o insignificante, es decir no tiene nada que ver el tiempo que espere la colada en la torreta con la temperatura que tenga el acero líquido en el Tundish.

GRÁFICO N° 31 CORRELATION: ESPERA.TUNDISH



Pearson correlation of Espera and Tundish = - 0,160

P-value=0,000

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

Al analizar la correlación existente entre los minutos de espera de la colada de acero líquido en la torreta contra la temperatura del Acero en el Tundish, apareció una relación negativa fortuita o insignificante, es decir no tiene nada que ver el tiempo que espere la colada en la torreta con la temperatura que tenga el acero líquido en el Tundish.

2.2.1 Analizar hechos y datos para aislar la causa raíz

Determinar las causas probables

En base a la información analizada y la experiencia de los operadores, se recolectó mediante una lluvia de ideas las causas probables que general coladas fuera de especificación establecida

referente a la Temperatura de Acero Líquido en Tundish, lo que se resume en el siguiente cuadro y diagrama, causa y efecto.

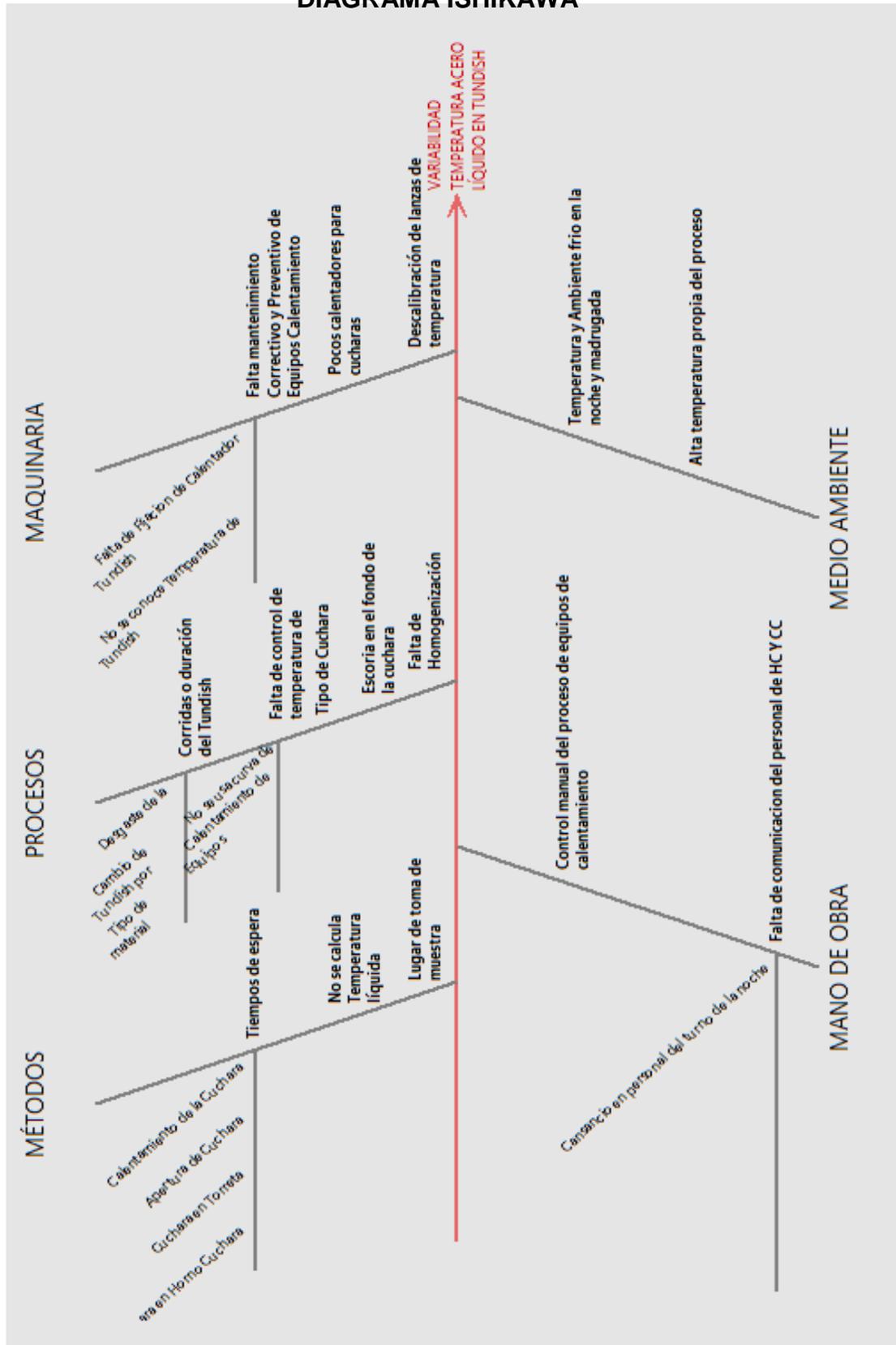
CUADRO N° 14
CAUSAS QUE ORIGINAN VARIABILIDAD DE LA TEMPERATURA DE
ACERO LÍQUIDO EN EL TUNDISH

ESTRATIFICACIÓN LLUVIA DE IDEAS				
MAQUINARIA	MEDIO AMBIENTE	MÉTODO	PROCESO	MANO DE OBRA
No se conoce Temperatura de Tundish	Alta temperatura ambiente de proceso	Lugar toma de muestra de temperatura	No se usa curva de calentamiento de cucharas	Cansancio del personal del turno de la noche
Descalibración de las lanzas de toma de temperatura		Demora de apertura de cuchara	No se controla temperatura de calentamiento de Tundish	Modo de apertura manual de las válvulas del Tundish
Daño de termocuplas en los equipos de calentamiento (Tundish, Cucharas)		Tiempo que tarda el Horno Cuchara en enviar Colada de acero líquido	Tipo de cuchara que se utiliza en el proceso	Control manual del proceso de equipos de calentamiento
Pocos calentadores para cucharas		Tiempo de espera de cuchara en la torreta	Tipo de material refractario del Tundish	
No hay mantenimiento preventivo de equipos de calentamiento		Tiempo de residencia de Cuchara en el Horno Cuchara	Escoria en el Fondo de la cuchara	
		No se sabe cómo calcular temperatura líquido del acero	No hay homogenización de la temperatura del Acero líquido en el Tundish	
			Cambio de Tundish por calentamiento prematuro	
			El desgaste de las válvulas del Tundish	

Fuente: Andec S.A

Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

DIAGRAMA N° 6 DIAGRAMA ISHIKAWA



Fuente: Andec S.A

Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

2.3 Análisis de la Frecuencia de Presentación de Problemas Pareto

Para el análisis de la situación actual se realizó una encuesta al personal técnico de acería (Ver Anexo N° 5) Encuesta por lo que se reflejo los siguientes resultados:

- 7 del departamento eléctrico
- 6 del departamento mecánico
- 4 jefes de turno de acería
- 5 lab. Químico de acería
- 4 del departamento de Refractario
- 3 Planta de humos de acería
- 1 especialista de acería

CUADRO N° 15
ENCUESTA AL PERSONAL TÉCNICO DE ACERIA

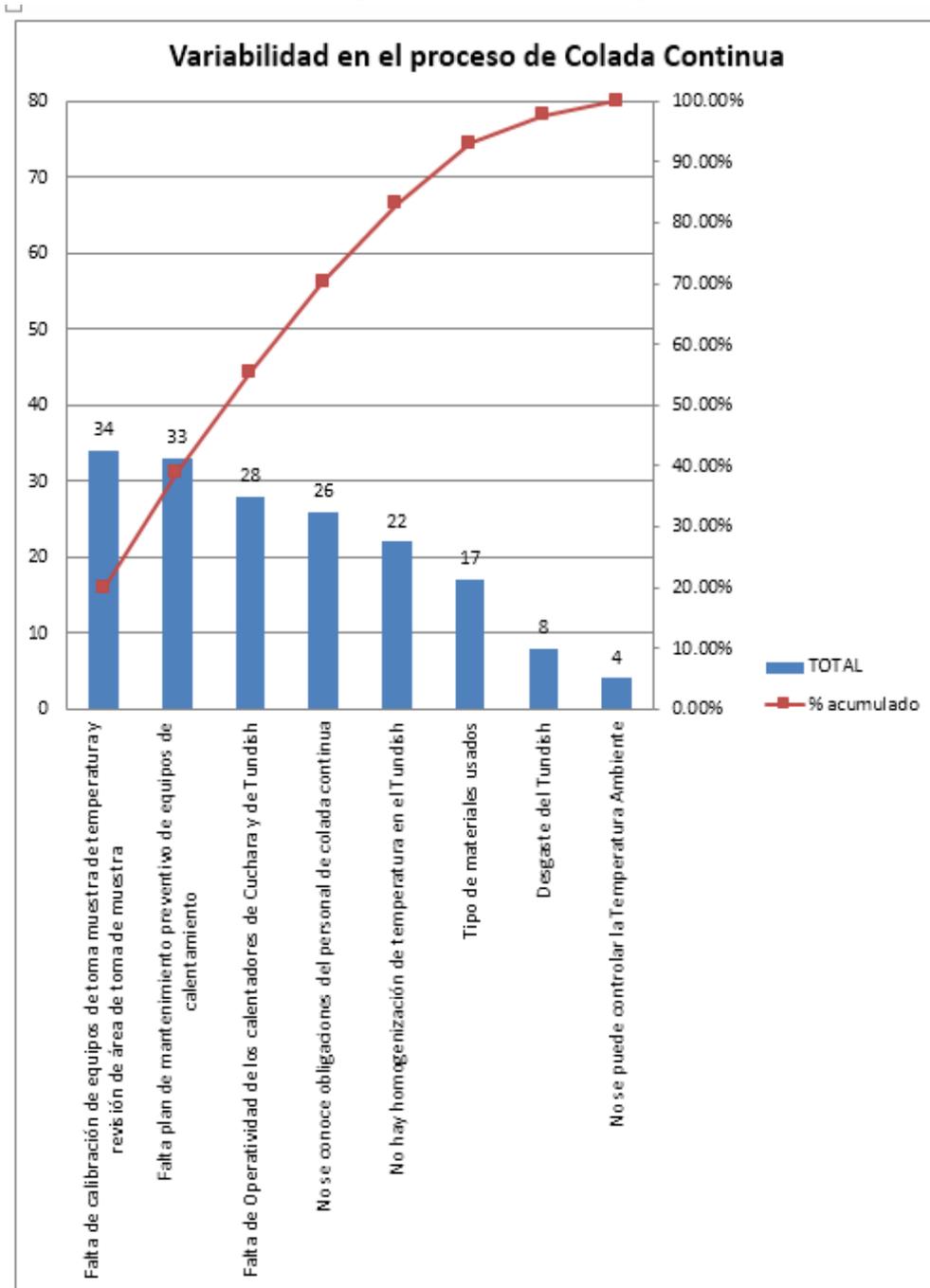
VARIABILIDAD DE CONTROL DE TEMPERATURA EN EL PROCESO DE COLADA CONTINUA			
CAUSAS	TOTAL	%	% ACUMULADO
Falta de calibración de equipos de toma muestra de temperatura y revisión de área de toma de muestra	34	19.77%	19.77%
Falta plan de mantenimiento preventivo de equipos de calentamiento	33	19.19%	38.95%
Falta de Operatividad de los calentadores de Cuchara y de Tundish	28	16.28%	55.23%
No se conoce obligaciones del personal de colada continua	26	15.12%	70.35%
No hay homogenización de temperatura en el Tundish	22	12.79%	83.14%
Tipo de materiales usados	17	9.88%	93.02%
Desgaste del Tundish	8	4.65%	97.67%
No se puede controlar la Temperatura Ambiente	4	2.33%	100%
TOTAL	172	100%	

Fuente: Andec S.A

Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

En el cuadro N° 15 se observan las causas principales por las cuales no existe un debido control en el Proceso de Colada Continua. Se representan en la siguiente figura.

DIAGRAMA N° 7
DIAGRAMA DE PARETO



Fuente: Andec S.A
Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

CAPÍTULO III

PROPUESTA

3.1 Planteamiento de alternativa de solución al problema

En el análisis del proceso de Colada Continua que corresponde al Capítulo II (análisis y diagnóstico del problema), se determinó las causas que generan desperdicio y retraso en el proceso. En el proceso de Colada Continua vamos a reducir y llevar un control sobre las causas que generan la variabilidad de control de temperatura en Colada Continua, en este Capítulo se procederá con la presentación de la propuesta de soluciones, las que ayudarán a mejorar y minimizar el impacto que generan. Las principales causas que generan desperdicio por no llevar un debido control son:

- Garantizar calibración de equipos de toma de muestra de temperatura y revisión del área de toma de muestra.
- Reafirmación de obligaciones del personal de colada continua
- Elaborar plan de mantenimiento preventivo de equipos de calentamiento
- Operatividad de los calentadores de Cuchara y del Tundish

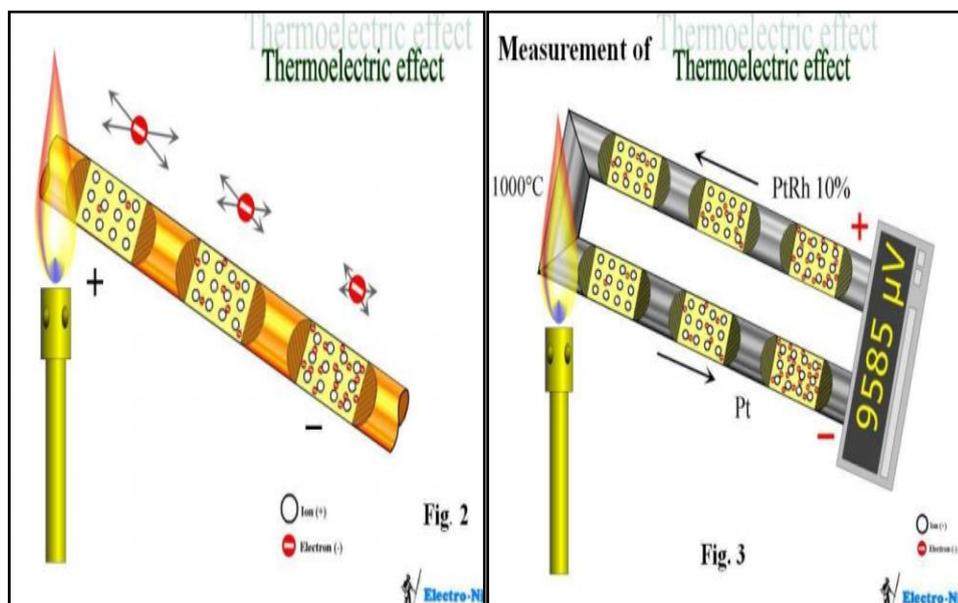
3.2 Garantizar calibración de equipos de toma de muestra de temperatura y revisión del área de toma de muestra

El conocimiento de la temperatura del acero líquido es esencial para la producción y control de calidad del acero, esto debe estar dentro de los límites determinados. Por lo tanto, la exactitud, reproducibilidad y

fiabilidad de las mediciones influyen directamente en el control de la temperatura.

El método utilizado por Acería Nacional del Ecuador S.A ANDEC es la medición de temperatura termoeléctrica con termopares. El efecto termoeléctrico puede ser explicado por la teoría de que al calentar un alambre de metal en un lado, los electrones externos de los átomos de metal será puesto en libertad y se moverá hasta el final más frío. Por esto, el lado caliente del alambre queda cargado positivamente debido a un exceso de iones, y será el lado frío quedan cargados negativamente debido a un exceso de electrones.

GRÁFICO N° 32 FUNCIONAMIENTO DE TERMOCUPLAS

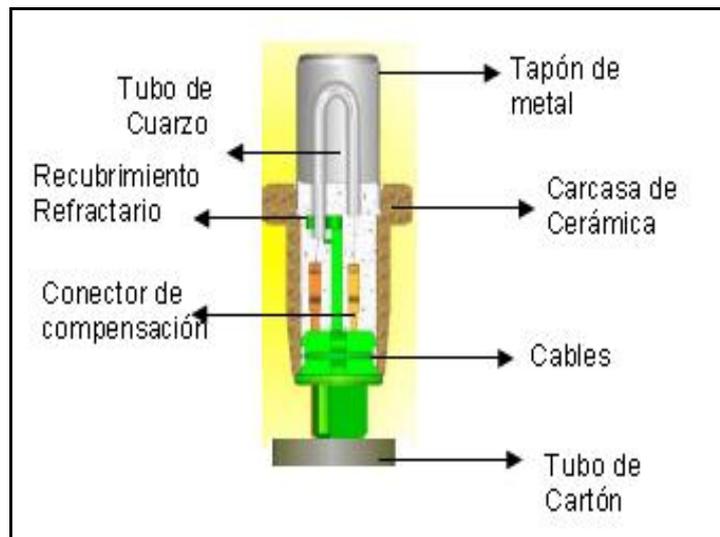


Fuente: Electronite, (2012), Funcionamiento De Termocuplas
Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

En los instrumentos digitales de medición de temperatura esta tensión eléctrica es transformada en impulsos mediante el uso de una termocupla que es un transductor de temperatura, es decir un dispositivo que convierte una magnitud física en una señal eléctrica. Las termocuplas están compuestas por:

GRÁFICO N° 33

PARTES DE UNA TERMOCUPLA



Fuente: Electronite, (2012), Funcionamiento De Termocuplas
Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

La temperatura se analiza utilizando lanzas que permiten la inmersión de las termocuplas conectadas a una sonda que transmite los impulsos a una pantalla digital que muestra la temperatura al personal.

Se estableció los siguientes criterios los cuales han sido comunicados mediante letreros:

- Todas las coladas deben registrar su temperatura de Acero Líquido.
- Se debe verificar diariamente el instrumento de medición de temperatura y las veces que sean necesarias si se detecta algún problema.
- No golpear la punta de la lanza.

El resultado de una medición puede mostrar variación en el proceso o variación en la medición por lo que luego de la aplicación del procedimiento de toma de muestras en colada continua, a la par que se garantizó la verificación del equipo de toma de muestra de temperatura se realizó una evaluación del sistema de medición de Temperatura de Acero Líquido en el Tundish.

GRÁFICO N° 34
CONDICIONES DE MEDICIÓN

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
	<p>El operador de Cuchara coloca el Cartucho de medición en la lanza de temperatura.</p>
	<p>El operador de Cuchara sumerge en el Tundish la lanza de toma de temperatura.</p>
	<p>La lanza de temperatura debe estar dentro del area demarcada para la toma de muestra inmediatamente el otro operador de Cuchara toma la muestra de</p>
	<p>La temperatura de la colada aparece en el display y es registrada para el analisis de la variabilidad del proceso medición.</p>

Fuente: Andec S.A

Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

Es importante mencionar que para la medición de temperatura el instrumento de medición (Cartuchos de cartón) ya no se vuelven utilizar, siendo esta la razón que limita el muestreo, pues es un ensayo destructivo.

3.2.1 Reafirmación de obligaciones del personal de colada continua

Se realizó una entrevista al Jefe de Acería y se revisó las actividades y responsabilidades de cada uno y se puede concluir que cada turno trabaja de forma distinta al otro, además no hay una evaluación del proceso de capacitación al personal nuevo que ingresa.

CUADRO N° 16

REAFIRMACIÓN DE OBLIGACIONES DEL PERSONAL DE COLADA CONTINUA

ÁREA	ACERIA - Colada Continua		Pág. 1/2
AREA	ACERIA- Colada Continua		Pág. 1/2
RESPONSABLE	PRODUCTO	CLIENTE	NECESIDADES
Refractarios	<i>Tundish</i> revestimiento refractario	Colador 1 Cabina	<i>Tundish</i> , válvulas y refractarios según especificación
Eléctrico - Electrónico CC	Calentador de <i>Tundish</i> operativo electrónicamente	Colador 1 Cabina	Realizar un mantenimiento preventivo en el área eléctrico-electrónico al <i>Tundish</i>
Mecánico CC	Calentador de <i>Tundish</i> operativo mecánicamente	Colador 1 Cabina	Realizar mantenimiento preventivo mecánico al calentador de <i>Tundish</i>
Refractarios	<i>Tundish</i> precalentado	Colador 1 Cabina	<i>Tundish</i> sometido a un proceso de precalentamiento
Operador de Cuchara	Cuchara con revestimiento refractario revisado	Hornero 1 HC Colador 1 cabina	Cuchara con válvulas gaveta y refractario revisados
Eléctrico - Electrónico CC	Calentador de Cuchara operativo electrónicamente	Colador 1 Cabina	Realizar mantenimiento preventivo eléctrico-electrónico al calentador de cuchara
Mecánico CC	Calentador de Cuchara operativo mecánicamente	Colador 1 Cabina	Realizar mantenimiento preventivo mecánica al calentador de cuchara
Operador de Cuchara	Cuchara precalentada	Hornero 1 HC Colador 1 cabina	Cuchara sometido a un proceso de precalentamiento
Hornero 1 Horno Cuchara	Cuchara precalentada en Carro Porta Cuchara	Hornero 1 HEA	Cuchara lista para recibir acero líquido sin ajuste
Colador 2	<i>Tundish</i> precalentado en Carro Porta <i>Tundish</i>	Colador 1 Cabina	<i>Tundish</i> listo para recibir acero líquido sin ajuste
Colador 1	°C de temperatura al que debe subir la colada de Acero líquido	Hornero 1 Horno Cuchara	Considerar variables para calcular la temperatura Acero líquido para <i>Tundish</i>
Hornero 1 HC	Colada de Acero Líquido Caliente	Colador 1	Acero líquido entre 1545 a 1580 °C
Hornero 1 HC	Temperatura de Acero Líquido	Colador 1	Lanza de Temperatura Calibrada
Hornero 1 HC	Colada de Acero Líquido lista para ser trasladada a Torreta	Colador 1	Disponibilidad de Gruero de 80t el para traslado de cuchara
Gruero de 80 t	Colada de Acero Líquido lista para ser trasladada a Torreta	Colador 1	Cuchara de fácil accesibilidad
Gruero de 80 t	Colada de Acero Líquido lista para el traslado	Colado 1	Torreta en posición para colocar cuchara
Colador 1	Colada de Acero líquido en cuchara lista para girar	Colador 2	Término de la cuchara antes ora para girar Torreta
Operador de cuchara	Cuchara de acero líquido lista para abrirse	Colador 1	Funcionamiento del sistema de válvula gaveta

Colador 1	°C de temperatura al que debe subir la colada de Acero líquido	Hornero 1 Horno Cuchara	Considerar variables para calcular la temperatura Acero líquido para <i>Tundish</i>
Hornero 1 HC	Colada de Acero Líquido Caliente	Colador 1	Acero líquido entre 1545 a 1550 °C
Hornero 1 HC	Temperatura de Acero Líquido	Colador 1	Lanza de Temperatura Calibrada
Hornero 1 HC	Colada de Acero Líquido lista para ser trasladada a Torreta	Colador 1	Disponibilidad de Gruero de 80t el para traslado de cuchara
Gruero de 80 t	Colada de Acero Líquido lista para ser trasladada a Torreta	Colador 1	Cuchara de fácil accesibilidad
Gruero de 80 t	Colada de Acero Líquido lista para el traslado	Colado 1	Torreta en posición para colocar cuchara
Colador 1	Colada de Acero líquido en cuchara lista para girar	Colador 2	Término de la cuchara antesora para girar Torreta
Operador de cuchara	Cuchara de acero líquido lista para abrirse	Colador 1	Funcionamiento del sistema de válvula gaveta
Operador de cuchara	Acero líquido en <i>Tundish</i> con nivel estable	Colador 1	Fluidez del proceso de colado por las líneas de colada continua
Colador 2	Acero líquido listo para fluir por líneas	Colador 1	Temperatura controlada de <i>Tundish</i> (en arranque) para facilitar apertura de líneas
Colador 2	Acero líquido fluyendo por líneas de colada continua	Colador 1	Acero libre de escoria a temperatura controlada para evitar perforaciones
Eléctrico - Electrónico CC	Lanza lista para toma de temperatura	Colador 1 Cabina	Verificar la lanza de temperatura
Operador de cuchara	Acero líquido listo para verificar temperatura	Colador 1	Tiempo de toma de temperatura 10 min, Lanza toma de temperatura verificada

Fuente: Andec S.A

Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

Luego de lo establecido, todas las partes involucradas de cada turno reconocieron sus responsabilidades, traducidas en un producto (servicio) con las necesidades requeridas por cada uno de los clientes internos.

3.2.2 Elaborar plan de mantenimiento preventivo de equipos de calentamiento

El área de acería se encuentra distribuida por áreas de trabajo Horno Eléctrico, Horno Cuchara y Colada Continua, cada uno con sus respectivos jefes de área, los calentadores al ser equipos de trabajo compartidos, han sido reparados por todos, pero al mismo tiempo no hay un responsable directo de los mismos, motivo por el cual no están incluidos en los planes de mantenimiento preventivo.

Según el Gerente de mantenimiento se designó como único responsable del mantenimiento correctivo al Jefe de Colada Continua, quien mediante su equipo de trabajo debe distribuir el mantenimiento eléctrico-electrónico y mecánico de los calentadores de Cuchara y de Tundish entre otras actividades.

CUADRO N° 17

GUÍA EJECUCIÓN ACTIVIDADES MANTENIMIENTO PREVENTIVO

 GUÍA DE EJECUCIÓN Acería					Guía No 401-1											
					Hoja 1 de 1					Frecuencia semanal						
Equipo: Calentador de cuchara Parte: Dispositivos de control			EDD. DEL EQUIPO Parado		Personal 1 electronico					Fecha Progr.		Fecha Ejec.				
DESCRIPCION DE EQUIPO					Electrónico / IDADES											
DESCRIPCIÓN DE EQUIPO					Letrero de advertencia	Limpieza externa	Limpieza interna	Apriete dispositivo	Apriete conexiones	Ajuste de detección	Rev. Tuberías eléctricas	Revisar operación	Revisar botones	Revisar focos piloto	Sopletar con aire	Probar equipo
Num	Cant.	Unid.	Dispositivo	Descripción												
Quemador 1 1 pza Termocupla Detecc. Temperatura 2 1 pza Cables Control 3 1 pza Caja de conexiones Bomerás																
Observaciones																
Tablero electrico 1 16 pza contactores Descripción																
Observaciones																
Instrumentacion 1 2 pza Sensores inductivos Posicion alta 2 2 pza sensores inductivos Posicion baja 3 1 pza Limite de carrera Pres. palanca en cadena 4 4 pza Electrovalvula hidr. Mandos bajar subir 5 2 pza Caja de conexiones Bomerás																
Observaciones																
Equipos mecanicos 1 1 pza Cilindro hidraulico Subir-bajar tapa 2 1 pza Levas Movimiento 3 1 pza Brazos Soportes																
Observaciones																
_____ Nombre encargado de la guia					_____ Nombre jefe de departamento											

Fuente: Andec S.A

Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

Estos formatos deben ser llenados diariamente por el personal de mantenimiento y forma parte de la rutina de trabajo al igual que la revisión de los otros equipamientos. Este Check List, permite detectar síntomas de daños que se presentarán en los calentadores.

Con estas actividades se busca normar las actividades de mantenimiento preventivo de los Equipos de calentamiento, lo cuales se van a incorporar al procedimiento de Mantenimiento General establecido para la planta de acería.

3.2.3 Operatividad de los calentadores de Cuchara y del Tundish

Para establecer los parámetros de operación de los calentadores de Tundish y de Cuchara fue necesario garantizar que estén habilitados totalmente.

Para ello se debió realizar una evaluación preliminar para conocer el estado inicial de los equipos y coordinar con el departamento de mantenimiento la respectiva revisión de los mismos.

Calentadores de Cucharas

En la Empresa Andec se cuenta con 4 calentadores de Cucharas distribuidos a continuación.

Las condiciones básicas de funcionamiento de los Calentadores de Cuchara fueron dados por el conocimiento de la temperatura y el funcionamiento básico de todos los botones de operación como encendido, apagado, selector de nivel temperatura de trabajo.

En la evaluación inicial realizada por el mecánico y el eléctrico responsables de estos equipos se determinó que:

GRÁFICO N° 35
DISTRIBUCIÓN DE CALENTADORES DE CUCHARA

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN
1		Plataforma de Cuchara
2		Área de Refractarios

Fuente: Andec S.A
 Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

CUADRO N° 18
DIAGNÓSTICO DE CALENTADORES DE CUCHARA

CÓDIGO	LECTURA DE TEMPERATURA	OBSERVACIÓN
1	No	Termocuplas Dañada/ Lectura Mostrada -17 °C
2	No	Termocupla Dañada/ Lectura Mostrada -1540 °C
3	No	Dañada/ No funciona selector de Nivel
4	No	Dañada/ No funciona selector de Nivel

Fuente: Andec S.A
 Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

Calentadores de Tundish

Al igual que las condiciones básicas de funcionamiento de los calentadores de Cuchara, en los calentadores de Tundish se debe tener habilitado el indicador de temperatura y el funcionamiento básico de todos los botones de operación como encendido, apagado, selector de nivel temperatura de trabajo.

Es importante mencionar que el calentador de Tundish 3 ubicado en el área de refractarios es utilizado en caso de emergencia, por ese motivo los operadores justifican el descuido y deterioro de ese equipo. En la evaluación inicial realizada por el mecánico y electrónico se determinó que:

CUADRO N° 19
DIAGNÓSTICO CALENTADOR DE TUNDISH

CALENTADOR	LECTURA DE TEMPERATURA	OBSERVACIÓN
1	Si	Fibra Cerámica deteriorada
		Llama de calentamiento de válvula sin fijación
2	Si	Fibra Cerámica deteriorada
		Llama de calentamiento de válvula sin fijación
3	No	Termocuplas dañada
		Fibra Cerámica deteriorada
		Llama de calentamiento de válvula sin fijación
		No funciona selector de nivel de temperatura
4	No	Fibra Cerámica deteriorada
		No funciona selector de nivel de temperatura

Fuente: Andec S.A

Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

GRÁFICO N° 36

DISTRIBUCIÓN DE CALENTADORES DE TUNDISH

CÓDIGO	DESCRPCIÓN	UBICACIÓN
1		Lado Derecho de <i>Tundish</i>
2		Lado Derecho de <i>Tundish</i>
3		Área De refractarios

Fuente: Andec S.A

Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

CUADRO N° 20

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA REVISIÓN DE CALENTADORES

DONDE	QUE
Calentador de Cuchara	Revisión de materiales a ser necesarios para habilitación de Quemadores de Cuchara
	Colocación de termocuplas en quemadores de cuchara, con la respectiva protección
	Revisión de otros instrumentos deteriorados que fueran necesarios reemplazar en el calentador de <i>Tundish</i>
	Elaboración de un borrador del plan de mantenimiento preventivo (Parte eléctrica-electrónica)
	Colocación de lana refractaria en las tapas de calentadores de cuchara
	Presencia de la llama piloto. Revisión de la cantidad de GLP y oxígeno en la llama de los calentadores
	Revisión de Unidad hidráulica (calidad del aceite, filtros, mangueras).
	Elaboración de un borrador del plan de mantenimiento preventivo (Parte mecánica)
<i>Tundish</i>	Revisión de termocuplas de <i>Tundish</i>
	Revisión de otros instrumentos deteriorados que fueran necesarios reemplazar en el calentador de <i>Tundish</i>
	Elaboración de un borrador plan de mantenimiento preventivo (Parte eléctrica-electrónica)
	Revisión de fugas de GLP o aire equipos de calentamiento de <i>Tundish</i>
	Colocación de lana refractaria en las tapas de <i>Tundish</i>
	Elaboración de un soporte para mantener fija la tubería de calentamiento válvulas
	Presencia de la llama piloto. Revisión de la cantidad de GLP y oxígeno en la llama de los calentadores
	Colocación de lana refractaria en las tapas de <i>Tundish</i>
	Revisión de Unidad hidráulica (calidad del aceite, filtros, mangueras).
	Elaboración de un borrador plan de mantenimiento preventivo (Parte Mecánica)

Fuente: Andec S.A

Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

3.3 Conclusiones y Recomendaciones

De la aplicación de la Ruta de la Calidad aplicada al proceso del control de temperatura de Colada continua de la Empresa ANDEC, se ha concluido lo siguiente:

3.3.1 Conclusiones

- Para lograr el mejoramiento del proceso de calentamiento del acero líquido, varias herramientas de la Gestión de la calidad fueron aplicadas ya que permiten diagnosticar adecuadamente el proceso productivo crítico, tal como lo establece la metodología de la Ruta de la Calidad y de esta forma analizar las principales causas que generan su problema de variabilidad.
- La Ruta de la Calidad proporciona las bases para la aplicación y la gestión eficaz de actividades orientadas a resolver los problemas relacionados con la inestabilidad de un proceso, en este caso el control de temperatura del Acero líquido para Colada Continua, lo cual permite aprovechar las oportunidades, fortalecer a la organización y reducir los efectos de las debilidades y amenazas.
- Acciones como: garantizar la calibración de equipos de toma de muestra de temperatura, la operatividad de los calentadores de cuchara y del Tundish, adquirir un nuevo calentador de cuchara automatizado junto a un plan de mantenimiento preventivo de los equipos de calentamiento, además de ayudar a conservar adecuadamente la maquinaria y equipo; reafirmar las obligaciones del personal de colada continua, propiciando una cultura de mejora continua en el área de Fundición.
- Los resultados de la implementación de la Ruta de Calidad en el proceso de Colada continua permitió mejorar la situación de la empresa ACERIA NACIONAL DEL ECUADOR S.A ANDEC al estabilizar y estandarizar dicho proceso, evitando pérdidas por solidificación

prematura, pérdidas de equipos (Cuchara, Tundish), que llevo a mejorar la calidad interna de la palanquilla al mismo tiempo que se mejoró también el desempeño del recurso humano.

- El recurso humano de ACERIA NACIONAL DEL ECUADOR S.A ANDEC, jugó un papel importante a lo largo del proceso de implementación de la Ruta de la Calidad ya que ofrecieron la apertura necesaria y se habituaron a una cultura de trabajo en equipo, creando un ambiente de confianza al momento de desempeñar sus actividades logrando la estandarización de las mejoras obtenidas en el proceso de Colada continua.
- Un sobre calentamiento del acero líquido en el Tundish genera grietas internas en la palanquilla, afectando la calidad interna del producto, pudiendo causar la perforación de líneas o del recipiente refractario, siendo un grave riesgo para el personal que trabaja en el área.
- La cultura organizacional que “vive” el personal de ACERIA NACIONAL DEL ECUADOR S.A ANDEC, es de Estilo Constructivo o una Cultura de Logro, orientada hacia los resultados, valora la competitividad, iniciativa personal y el trabajo en equipo para lograr resultado lo que se refleja en el nivel de producción y productividad del área.
- Para iniciar un proceso de mejora continua en una empresa se debe contar con la decisión y el apoyo humano, material y financiero por parte de los directivos de la organización, quienes deben estar conscientes de la inversión que debe realizarse para mitigar sus principales problemas tanto en el aspecto económico, tiempo de asignación y capacitación del personal, para mejorar continuamente.
- Una vez que una empresa se embarca en la mejora continua, nunca podrá permanecer estática, o considerar que ha alcanzado la cima en lo que a los logros en la calidad se refiere.
- La disciplina es el canal para fomentar una cultura de trabajo en las actividades establecidas y el mejoramiento continuo, lo que implica el respeto por sí mismo y por lo demás, así como el respeto por las normas y procedimientos establecidos para garantizar el éxito de la

Ruta de Calidad. La Cultura de Trabajo es la parte más importante en cualquier proceso de mejora.

3.3.2 Recomendaciones

- Es fundamental concientizar al personal de la empresa sobre la importancia que tienen las actividades que se realizan durante la toma de tiempos para que los datos recopilados reflejen la realidad del proceso productivo y así generar un diagnóstico adecuado y veraz.
- Buscar siempre el apoyo del personal operativo y de los técnicos de mantenimiento y refractarios quienes conocen perfectamente los procesos que llevan a cabo y son los que ofrecen ideas y soluciones para mejorarlos haciendo propios los objetivos establecidos en el proceso de mejora.
- Efectuar cumplidamente todas y cada una de las reuniones establecidas llevando el acta de respaldo, para verificar los seguimientos a las actividades y conocer oportunamente los retrasos que existieren.
- Realizar una toma de tiempos semestral del proceso del calentamiento del acero para evaluar continuamente la aplicación de las actividades implementadas a lo largo de la ruta de la calidad y reconocer oportunidades de mejoras futuras.
- Se debe diseñar los documentos y formularios de acuerdo a las necesidades y requerimientos de la empresa considerando el uso amigable de estos para el ingreso de datos por parte del personal.
- Concientizar al personal que la Ruta de Calidad en el proceso de calentamiento del acero para colada continua, no termina con el cumplimiento de los objetivos del proceso sino que es el inicio de un camino de mejora, siendo este un ciclo repetitivo.
- Establecer en forma conjunta los objetivos del Proyecto de Mejora que se desean alcanzar, pues uno de los grandes errores consiste en pretender que la gente trabaje en base a objetivos ya planteados, sin

aterrizarlos a cada uno de las actividades concretas de los puestos de trabajo.

- Actualizar constantemente los registros y documentos ya establecidos a lo largo de la implementación de la Ruta de la Calidad, de acuerdo a las necesidades que se vayan presentando.
- Generar empoderamiento en el equipo de trabajo, motivar a los líderes en cada área, formalizar con los directivos las nuevas responsabilidades del personal, y otorgarles la capacidad de tomar decisiones con el acompañamiento de los jefes de área.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Acero líquido.- Acero sometido a temperaturas mayores a 1535 °C para que se funda y se encuentre en estado líquido.

Barra falsa.- Es un conjunto de eslabones unidos entre sí de ciertas características.

Buza.- Placa con orificio de zirconio por donde fluye el acero.

Calibración.- Acción que permite fijar o determinar los rangos de trabajo del sensor radioactivo de nivel (nivel alto y nivel bajo) que mide el nivel del acero en colada continua.

Calentador.- Equipo con uso de GLP sirve para generar llamas controladas que permite calentar el refractario de un recipiente.

Cierre de línea.- Es la acción que realiza el Colador para bloquear el chorro de acero mediante el uso de un tapón.

CNC (Intercambiador de buzas calibradas).- Sistema que sirve para intercambiar las buzas del Tundish sin detener el colado del acero líquido.

Colada.- Es la cantidad de acero líquido contenido en una cuchara, obtenido de la fusión de materias primas como la chatarra.

Colada continua.- Pasar el acero líquido del Tundish a la lingotera, de una forma continua sin interrupción logrando una palanquilla que puede tener largas longitudes.

Cuchara.- recipiente de estructura metálica, de forma cilíndrica, revestida con ladrillos refractarios de ciertas características, la cual se usa para recibir el acero líquido que se obtiene en el vaciado del Horno Eléctrico.

Homogenización.- agitación del acero con la finalidad de uniformizar la composición química y temperatura de la colada.

Horno cuchara.- equipo electromecánico donde se realiza el ajuste de la composición química y temperatura del acero.

Inhibidor de turbulencia.- pieza refractaria tipo cajón utilizadas en los Tundish, que se ubica en la zona de la caída del chorro de acero líquido de la cuchara. También se emplea para reducir al erosión en la zona de impacto y minimizar la turbulencia.

Línea de colada.- es una unidad operativa con un conjunto de equipos instalados en serie en el que se realiza el proceso de transformación del acero líquido a sólido.

Lingotera.- molde de cobre eléctrico el cual es utilizado para la formación de las palanquillas a través del paso del acero líquido a sólido.

Palanquilla.- producto terminado que se obtiene luego del proceso de transformación del acero líquido a sólido, es la materia prima para la fabricación de productos laminados en caliente.

Termocuplas.- medio de medición destinado a proporcionar una indicación del valor de la magnitud medida, en este caso temperatura.

Torreta giratoria porta cuchara.- equipo electromecánico que permite la recepción y manipulación de la cuchara en la máquina de

Colada.

Tundish.- recipiente metálico de forma rectangular y delta, revestido interiormente por materiales refractarios diseñado para contener acero líquido; tiene 3 buzas por donde se distribuye el acero a las lingoteras.

Tapón.- cordón de cobre acondicionado para ser introducido en las buzas y sellar la salida del acero líquido.

ANEXOS

ANEXO N° 1

INFORME DE CONTROL DE TEMPERATURA EN COLADA CONTINUA

Turno A		Turno B		Turno C	
1563	1556	1568	1553	1549	1550
1565	1587	1579	1567	1553	1564
1579	1550	1560	1575	1551	1555
1580	1542	1561	1572	1538	1550
1600	1540	1604	1577	1536	1547
1590	1540	1558	1583	1554	1554
1562	1549	1545	1584	1557	1600
1563	1551	1556	1558	1545	1561
1535	1600	1545	1563	1548	1581
1540	1558	1550	1563	1550	1560
1606	1587	1564	1566	1559	1555
1573	1560	1555	1559	1560	1552
1572	1555	1550	1558	1560	1563
1557	1552	1547	1565	1547	1565
1559	1563	1554	1550	1548	1535
1550	1565	1600	1566	1581	1540
1543	1562	1570	1557	1576	1600
1552	1561	1562	1560	1570	1562
1551	1563	1543	1545	1545	1572
1560	1601	1569	1547	1550	1557
1550	1570	1605	1600	1554	1559
1542	1561	1561	1590	1540	1548
1535	1550	1574	1583	1545	1536
1550	1551	1572	1558	1544	1557
1553	1561	1574	1540	1553	1549
	1558		1545		1550

Fuente: Andec S.A

Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

ANEXO N° 3
INFORME DE TIEMPO DE ESPERA EN LA TORRETA

Turno A		Turno B		Turno C	
12,1	1,2	10,24	18,02	9,29	8,5
10,2	20,3	11,14	10,57	10,6	7,1
7,3	10,47	8,21	1,04	10,33	10,1
9,25	10,07	8,7	10,09	10,57	10,5
10,3	10,36	10,5	10,29	10,57	10,41
10,8	9,54	7,21	9,51	14,21	11,04
10,24	9,87	7,89	9,41	15,2	10,21
9,56	8,21	9,29	8,5	10,02	7,23
9,32	7,14	10,6	7,1	10,27	9,97
20,21	7,36	10,33	10,1	10,33	10,1
30,4	10,47	10,57	10,5	10,22	10,31
10,08	10,48	10,41	10,58	9,35	11,41
10,1	9,25	10,47	7,1	9,87	10,06
10,57	8,14	31,02	8,4	30,07	8,3
5,21	10,2	6,57	10,03	6,57	10,03
5,14	10,57	5,17	9,24	5,17	9,24
10,57	10,41	10,35	10	10,35	10
14,21	11,04	14,27	12,54	14,27	12,54
15,2	10,21	17,2	5,2	12,1	1,2
10,02	7,23	10,67	6,3	10,2	20,3
10,27	9,97	10,01	9,85	7,3	10,47
11,5	11,08	10,87	10,47	9,25	10,07
12,47	12,5	10,22	10,31	10,3	10,36
8,2	12,07	9,35	11,41	10,8	9,54
7,5	10,01	9,87	10,06	8,9	10,2

Fuente: Andec S.A

Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

ANEXO N° 5

FORMATO DE ENCUESTA

1.-INSTRUCCIONES	
a) Lea cuidadosamente cada una de las siguientes preguntas y responda según su criterio b) Marque solo una respuesta c) Es importante que sus respuestas sean las mas objetivas y honestas posibles	
a.- Cual de los siguientes factores que considere usted que influya en el proceso de Colada Continua Marque 1 una causa nada de influyente y siendo 5 una causa directa de variacion	
Desgaste del Tundish	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>
Falta plan de mantenimiento preventivo de equipos de calentamiento	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>
No se puede controlar la Temperatura Ambiente	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>
No se conoce obligaciones del personal de colada continua	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>
Tipo de materiales usados	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>
Falta de calibración de equipos de toma muestra de temperatura y revisión de área de toma de muestra	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>
No hay homogenización de temperatura en el Tundish	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>
Falta de Operatividad de los calentadores de Cuchara y de Tundish	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>
Otros	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>

Fuente: Andec S.A

Elaborado por: Méndez Zúñiga Carlos Eduardo

BIBLIOGRAFÍA

Duffus, Dayana. 2007. Estudio de factibilidad para la producción de Fundente Fundido al Manganeso en Cuba. . Santa Clara : Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, 2007.

FONDONORMA-ISO 9000:2005. 2006. SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD. 2006.

Galgano, Alberto. 1995. Los siete instrumentos de la calidad total. Madrid : E. Díaz de Santos. S.A., 1995.

García, Ramón. 2012. Attribution Non-commercial. [En línea] 24 de 3 de 2012. [Citado el: 30 de 9 de 2015.] <http://es.scribd.com/doc/86534746/Concepto-Mejora-Continua>.

INEN-105. Palanquillas de acero al carbono para productos laminados de uso estructural. [En línea] www.normalizacion.gob.ec/.

Johnson, Gerry. 2006. Dirección Estratégica. s.l. : Pearson Educación, 2006.

Juran J. M., Gryna F.M. 1998. Análisis y Planeación de la Calidad. México : MC Graw Hil, 1998.

Kotler, Philip y Armstrong, Gary. 2013. Fundamentos de Marketing. s.l. : Pearson College Division, 2013.

Lauro, Chevrand. 2010. Curso De Colada Continua. 2010.

Mariño H. 2002. 2002.

Paz, Roberto Carro. 2012. ADMINISTRACIÓN DE LAS OPERACIONES.
2012.

Perez, Fernando de velazco. 1996. Gestión por procesos. Reingeniería y mejora de los procesos de la empresa. Madrid. 379 pp : ECIC, 1996.

Pole R, Mula J. 2011. Gestión de la calidad total y mantenimiento productivo total en la fabricación de alto rendimiento (pp.68). 2011.

Primitivo Reyes, A. 2011. SlideShare. [En línea] 2011. [Citado el: 30 de 9 de 2015.] <http://es.slideshare.net/jcfdezmx2/la-ruta-de-la-calidad-presentation>.

REFA. 1998. Arbeitsstudien, Arbeitsorganization und Quanlitsmanagement in der forstwirtschaft. Verlag Institut fur Arbeintsorganization e.v Stuttgart. 174 pp. 1998.

Summers D. 2010. Administración de la Calidad. México : Pearson Educación, 2010.

Vilar J. 2004. Como mejorar los procesos en su empresa. s.l. : Confemetal, 2004.

Xelhuantzi Calleja, Nallely. 2015. [En línea] 2015. [Citado el: 30 de 9 de 2015.] <http://nalle22.weebly.com/13-rutas-de-la-calidad.html>.

2011. Superintendencia de Economía Popular y Solidaria. [En línea] Mayo

de 2011. <http://www.seps.gob.ec/web/guest/leyes>.

2015. Wikipedia. [En línea] 14 de 9 de 2015. [Citado el: 30 de 9 de 2015.]
https://es.wikipedia.org/wiki/Calidad#Definiciones_formales.