



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“Implementación de metodología PDCA para optimizar la productividad del área de colada continua de una empresa Siderúrgica, Chimbote-2020”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Licenciado en Ingeniería Industrial

AUTORES:

Finochetti Romero, Alexis Martín (ORCID: [0000-0001-5421-0407](https://orcid.org/0000-0001-5421-0407))

Villalobos Zegarra, César Rubén (ORCID: [0000-0003-4060-3116](https://orcid.org/0000-0003-4060-3116))

ASESORA:

Dra. Pérez Campomanes, María Delfina (ORCID: [0000-0003-4087-3933](https://orcid.org/0000-0003-4087-3933))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
Gestión Empresarial y Productiva

CHIMBOTE – PERÚ

2020

Dedicatoria

Esta tesis la dedico a mi esposa por el incondicional apoyo, comprensión y estar a mi lado, a mis dos hijas quienes son lo más preciado en mi vida y que son mi constante motivación para seguir adelante y lograr mis objetivos. A mis padres y hermanos por su apoyo y porque también forman parte importante de mi vida.

Alexis Martin Finochetti Romero

La presente tesis a mis padres que me inculcaron y enseñaron el sentido de poder superarme, la perseverancia y ante todo poner todo el esfuerzo para cumplir con todos mis retos. Del mismo modo es dedicado a mis hijos que fueron el motor y motivo de poder decir lo logré, siendo ellos mi razón de esforzarme cada día.

César Rubén Villalobos Zegarra

Agradecimiento

En primer lugar, agradecemos a Dios por cuidarnos y protegernos en todo este tiempo, llenándonos de fuerzas para poder superar cada obstáculo presentado.

A nuestros padres que nos apoyaron de manera directa, brindándonos soporte emocional, para alcanzar las metas propuestas.

A nuestros profesores y asesores por sus consejos y asesoría para poder culminar nuestra tesis de manera satisfactoria

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	17
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	17
3.2 Variables y operacionalización	18
3.3 Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis. .	18
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	19
3.5 Procedimientos	21
3.6 Método de análisis de datos	22
3.7 Aspectos éticos	23
IV. RESULTADOS.....	24
V. DISCUSIÓN.....	40
VI. CONCLUSIONES.....	44
VII. RECOMENDACIONES	45
REFERENCIAS.....	46
ANEXO.....	52

Índice de tablas

Tabla 1: <i>Pasos para la solución del problema</i>	11
Tabla 2: Técnica de recolección de datos	21
Tabla 3: Método de análisis de datos.....	23
Tabla 4: Datos antes de la implementación de la metodología	24
Tabla 5: Principales interrupciones en colada continua	27
Tabla 6: Actividades de PDCA	29
Tabla 7: Indicadores de medición.....	30
Tabla 8: Comparación de eficiencia antes y después de la aplicación de la metodología PDCA.....	36
Tabla 9: Comparación de eficacia antes y después de la aplicación de la metodología PDCA.....	37
Tabla 10: Operacionalización de la variable independiente	52
Tabla 11: Operacionalización de la variable dependiente	53
Tabla 12: Calificación del ing. Paredes Silva Roberto.....	58
Tabla 13: Calificación del ing. Rossel Romaña Ricardo.....	58
Tabla 14: Calificación del ing. Altuna Obeso Carlos Manuel.....	58
Tabla 15: Consolidado de la calificación de expertos.....	59
Tabla 16: Escala de validez de instrumento.....	59
Tabla 17: Detalle de insumos de <i>tundish</i>	67
Tabla 18: Seguimiento de pérdida de acero del mes de setiembre.....	71
Tabla 19: Eficiencia de lotes de producción - febrero.....	73
Tabla 20: Eficiencia de lotes de producción - junio	74
Tabla 21: Eficiencia de lotes de producción - julio.....	75
Tabla 22: Eficiencia de lotes de producción - agosto	76
Tabla 24: Cumplimiento del programa mensual	78
Tabla 25: Capacidad de producción en toneladas por hora	79

Índice de figuras

Figura 1: Productividad enero	25
Figura 2: Rendimiento metálico	26
Figura 3: Diagrama de Pareto de evolución de interrupciones.....	27
Figura 4: Acero perdido del año 2020	28
Figura 5: Pérdida metálica.....	31
Figura 6: Fabricación del <i>tundish</i>	32
Figura 7: Formato de inspección	32
Figura 8: Remanente de <i>tundish</i> julio.....	34
Figura 9: Remanente de <i>tundish</i> agosto	35
Figura 10: Rendimiento metálico agosto	38
Figura 11: Evolución de pérdida de acero	39
Figura 12: Diagrama de Ishikawa.....	60
Figura 13: Diagrama de Pareto	60
Figura 14: Histograma.....	61
Figura 15: Gráfico de control.....	61
Figura 16: Formación de equipo de trabajo.....	62
Figura 17: Capacitación de líderes de turno.....	62
Figura 18: Formato de capacitación de mejora continua.....	63
Figura 19: Formato de capacitación de mejora continua.....	64
Figura 21: Medidas de construcción de contenedor de acero líquido.	66
Figura 22: Personal de refractarios	67
Figura 23: Plano de repuesto de carro portacuchara.	68
Figura 24: Ruta de inspección de carro <i>portatundish</i>	69
Figura 25: Pesaje de acero perdido en balanza de horno cuchara.	70
Figura 26: Pérdida de acero líquido antes y después	70
Figura 27: Seguimiento de proceso de pérdidas metálicas.....	72

Figura 28: Productividad después de la implementación	78
Figura 29: Acta de Turnitin	79

Resumen

El objetivo principal de la investigación fue demostrar que la implementación de la metodología PDCA optimiza la productividad del área de colada continua de una empresa Siderúrgica, Chimbote. El método empleado para el desarrollo de la investigación es cuantitativo, tipo aplicada y de diseño experimental porque se manipuló intencionalmente la variable independiente para evaluar las consecuencias sobre la variable dependiente. La población para la presente investigación estuvo representada por la producción mensual y la muestra fue conformada por lotes de producción generadas de manera diaria para lo cual se emplearon como técnicas de recolección de datos, la encuesta y el análisis de documentos; los instrumentos que se emplearon fueron la ficha de registros y la guía de preguntas. Concluyendo que se logró optimizar la productividad respecto a su situación antes de la aplicación de la metodología PDCA incrementándose en un 16.06%; respecto a la eficiencia en 6.5% y con relación a la eficacia en 1.3%.

Palabras claves: Ciclo PDCA, productividad, eficacia, eficiencia.

Abstract

The main objective of the research was to demonstrate that the implementation of the PDCA methodology optimizes the productivity of the continuous casting area of a steel company, Chimbote. The method used for the development of the research is quantitative, applied type and experimental design because the independent variable was intentionally manipulated to evaluate the consequences on the dependent variable. The population for the present investigation was represented by the monthly production and the sample was made up of production batches generated on a daily basis for which data collection techniques, the survey and the document analysis were used; the instruments used were the record sheet and the question guide. Concluding that it was possible to optimize productivity with respect to their situation before applying the PDCA methodology, increasing it by 16.06%; with respect to efficiency in 6.5% and in relation to efficiency in 1.3%.

Keywords: PDCA cycle, productivity, effectiveness, efficiency

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día las empresas en el mundo siempre están en la búsqueda de optimizar sus procesos con la finalidad de ser y mantenerse vigentes en el mercado donde actúan, buscando la competitividad tanto en volumen de producción, como en reducir sus costos operacionales y por consiguiente mejorar sus márgenes de ganancias ya sea implementando e invirtiendo en tecnologías (industria 4.0), equipos modernos y eficientes, en automatización e instrumentación, aplicando mejoras en las etapas y procedimientos de su proceso productivo para conseguir optimizar los indicadores o ratios con las que cuentan, buscando reducir o minimizar las pérdidas o mermas que se presentan durante su proceso productivo.

No obstante, la industria siderúrgica a nivel de Sudamérica tiene como gran competidor no solo en volumen de producción, sino también por sus precios en el mercado al país de China, quién produce casi la mitad del acero fabricado a nivel mundial, por ello la producción de aceros de alta calidad requiere de procesos estandarizados y reproducibles. Es por ello que en Sudamérica se implanta una filosofía denominada mejora continua para aplicarlo en un proceso productivo, que es una de las herramientas más usadas cuando se desea incrementar la competitividad de las empresas. Dicha filosofía está basada principalmente por el adecuado empleo de los recursos que cada organización gestiona, el factor humano, así como también el conocimiento. Al implementar la mejora continua debe ser considerada como un estilo de vida al interior de la organización, con el fin de que esta metodología se convierta, en una herramienta vital importancia y que mediante su implementación permitirá que se mantenga competente.

La investigación se desarrolló en una empresa que pertenece al sector siderúrgico, que es una de las más importantes que están operando en Perú, su producción total de manera mensual está abocada a la fabricación de barra de construcción producida en la Planta de Laminación Largos. Inició sus operaciones en abril de 1958 con el encendido del horno en la planta de hierro durante la Presidencia del Perú de Manuel Prado, fue diseñada en un extenso terreno de alrededor de 600 hectáreas, en la actualidad cuenta con tres áreas productivas; Área de Tubos, Área de Largos, y Área de Acería, ostenta una capacidad de producción anual superior a 330 000 toneladas de acero. Dentro de la empresa siderúrgica existen factores que ocasionan el incumplimiento de la producción de palanquilla, como es el caso

de la área de colada continua encargada de la transformación de acero líquido en su producto final que es una barra de sección cuadrada llamada palanquilla, pero debido a problemas que se vienen presentando en dicha área ocasionan incumplimiento de producción ya sea como el corte de secuencia por cierre de *buzas* (orificio por donde pasa el acero líquido), enfriamiento de metal en *tundish* (recipiente de refractario que acumula acero líquido), temperatura del acero que se envía a colada continua bajo el límite establecido, todo ello ocasiona que se pierda acero líquido en varios puntos como son: palanquillas fuera de medida, acero líquido en el *tundish*, acero los canales y en la batea de emergencia, todo esto origina que el rendimiento metálico del día sea afectado por la cantidad de acero perdido cuya merma va desde 1 a 4%; además de ello, paraliza en proceso de producción tanto del horno cuchara como del horno eléctrico por tiempo determinado o hasta que el área de colada continua esté nuevamente disponible para continuar con el proceso, está parada repercute en los indicadores de Poff (horno parado) y ritmo de producción (t/h).

El propósito del presente informe de investigación es que se implementó una mejora basada en la metodología PDCA optimizando la productividad de palanquillas, reduciendo el remanente de acero líquido que se queda en el *tundish* (recipiente de refractario que acumula acero líquido) minimizando las pérdidas por defectos de palanquillas; por ello se implementó la metodología PDCA que permitió la modificación y cumplimiento del estándar de operación del horno cuchara que contempló el rango de temperatura requerida del acero líquido (elaboración de LUP), implementando sistema de pesaje en carro de acero líquido que mantuvo la cantidad de *Hot Heel* (cantidad de acero líquido dentro del horno), se modificó el plano de fabricación de *tundish* considerando algunas modificaciones en su construcción (fabricación de corralito) con masa refractaria, elaboración y seguimiento al sistema de control de defectos de las palanquillas, control de mediante pesaje de los remanentes generados, todas estas acciones permitieron aminorar las pérdidas metálicas.

De acuerdo con el informe de investigación se formuló el siguiente problema ¿De qué manera el implementar la metodología PDCA (Planear, hacer, verificar, actuar) optimizó la productividad de palanquillas del área de colada continua de una empresa siderúrgica, Chimbote-2020?

En el presente informe de investigación se logró tener un proceso más estable en el área de colada continua aminorando las pérdidas metálicas originadas durante la fabricación de palanquilla que ocasionan como resultado una baja producción de manera diaria, los resultados nos permitió optimizar los recursos utilizados en el proceso de solidificación de palanquilla, del mismo modo ayudó a reducir los tiempos de paradas de proceso, lo que dio lugar a que se disponga de un mayor tiempo para producir, generando cada fin de mes un aporte significativo de toneladas de acero. Del mismo modo se logró evitar la sobreexposición a altas temperatura del acero líquido de los colaboradores por las interrupciones operacionales originadas durante el proceso. Este informe de investigación forma parte de la carrera de Ingeniería Industrial que logró la implementación de mejora de métodos que lleven a formar dentro de la empresa una cultura para el empleo, manejo racional y eficiente de los recursos para su proceso productivo mediante el conocimiento del tema. Para estar siempre a la vanguardia se buscó optimizar los recursos al máximo posible, siendo está siderúrgica una empresa adaptable a los cambios continuos que tienen los procesos y tecnologías. El proceso de lingoteamiento continuo genera pérdidas metálicas durante su proceso productivo, lo que da lugar que su capacidad de producción se vea reducida debido a la falta de una implementación de mejora de método en sus procedimientos de operación. Se tiene como hipótesis de que la implementación de la metodología PDCA optimiza la productividad de palanquilla del área colada continua de una empresa siderúrgica, Chimbote-2020.

El siguiente trabajo de investigación tiene como objetivo general: Determinar el efecto de la Implementación de la metodología PDCA en la optimización de la productividad del área de colada continua de una empresa siderúrgica, Chimbote-2020. Y como objetivos específicos son el de: Realizar diagnóstico a la situación actual del proceso productivo de palanquillas del área de colada continua de una empresa siderúrgica, Chimbote-2020. Aplicar la metodología PDCA al proceso de producción de palanquilla del área de colada continua de una empresa siderúrgica, Chimbote.2020. Evaluar el resultado después de haber realizado la implementación de la metodología PDCA para optimizar la productividad de palanquilla del área de colada de una empresa siderúrgica, Chimbote-2020.

II. MARCO TEÓRICO

Dentro de los antecedentes se consideran a, Quispe y Roldan (2018) quienes realizaron la investigación de “Mejora de método de trabajo para incrementar la Productividad del proceso de laminación del tren Modulador 1 en la Empresa Siderúrgica del Perú S.A.A.”, cuyo objetivo fue determinar el efecto de la mejora de método de trabajo en la productividad del proceso de laminación del tren Modulador 1 en la empresa siderúrgica del Perú S.A.A, concluyendo que la productividad obtenida en su etapa productiva de laminación fue de 16.67 ton/h trabajador, la productividad económica general fue de 1.21 y el rendimiento en materia prima de 96.62%; estos indicadores fueron conseguidos partiendo de una productividad de 25 ton/h como también de 12 trabajadores/ turno, logrando ingresar por ventas por tonelada de \$970.54 a un costo por tonelada de \$799.

Rojas (2015) sobre su investigación “Propuesta de un método de mejora continua, en la actividad de producción de productos plásticos para uso doméstico aplicando la metodología PHVA”, que tuvo como objetivo la implementación de un sistema de mejora continua en el proceso de producción de productos de plástico aplicando la metodología de PHVA, concluyó con el diagnóstico realizado a la empresa LEÓN PLAST, donde precisa que la productividad registrada era baja debido a su tecnología empleada como también porque tenía una baja capacidad de producción. También observó maquinaria en condiciones deficientes debido a un errado manejo ocasionado porque no tenían capacitación.

Castellanos (2018) en su investigación “El Ciclo de Deming para mejorar la productividad en los procesos de una empresa textil”, cuyo objetivo fue precisar que aplicando el ciclo de Deming se logra aumentar la productividad a los procesos pertenecientes a la empresa de Servicios Textiles Asociados SAC, Lima – 2018, concluyendo que se ha determinado que el ciclo Deming permite obtener mejoras significativas en productividad en el área de procesos de servicios textiles asociados SAC, 2018. ($p=0.000<0.05$), porque la diferencia de la productividad de sus procesos antes y después de que se aplicó el círculo Deming es de 44.6%.

Calderon (2019) en su investigación, “Aplicación del Ciclo de Deming para incrementar la productividad reduciendo las mermas de preformas de bebidas gasificadas en Arca Continental Lindley - planta Trujillo”, cuyo objetivo fue

demostrar la influencia de la implementación del ciclo Deming con el objetivo de incrementar la productividad reduciendo las mermas de preformas de bebidas gasificadas en la empresa Arca Continental Lindley. Se concluye que se realizó la evaluación actual de la máquina sopladora de envases PET de la empresa corporación Lindley S.A. de Trujillo, determinando que existe paradas imprevistas, lo que ocasiona la merma de las preformas al no poder recuperarlas por el diseño actual de la máquina.

Espinoza (2015) en su tesis “Diseño de mejoramiento en los procedimientos de la línea de tubos de horno aplicando el círculo de Deming en la empresa Mabe S.A.”, que tuvo como objetivo diseñar un plan de mejora en el procedimiento de la línea de tubos de horno en la empresa Mabe S.A, concluyendo que la mejora continua que se aplicó en la línea de tubos de horno, se enfocó sobre el sistema de control de calidad con el fin de que sus productos estén en condiciones óptimas.

Chalén (2017) en su investigación titulada “Aplicación de un modelo de gestión por procesos mediante la metodología PHVA para la optimización de procesos en la empresa XOMER Cía. Ltda.; de la ciudad de Riobamba”, que tiene como objetivo la de aplicar un modelo de gestión mediante la metodología PHVA para la optimización de procesos en la empresa XOMER Cía. Ltda.; de la ciudad de Riobamba concluyendo que se estableció un modelo para la gestión por procesos así como se realizó la simulación del proceso logrando constatar los tiempos empleados en su proceso y su estabilidad.

Ayuni y Matheus (2015) en su investigación “Sistema de mejora continua en la Empresa Arnao S.A.C. bajo la Metodología PHVA”, que tuvieron como objetivo la implementación de un sistema de mejora continua en las operaciones de la Empresa ARNAO SAC. Concluyendo que aplicar la metodología PHVA es la elección más idónea para resolver fallas detectadas en la empresa, logrando instaurar un rumbo definido con la finalidad de ejecutar tareas para conseguir el mejoramiento deseado, del mismo modo implementaron planes de acción que se trazaron, siendo necesario adquirir recursos nuevos tanto en el factor humano como en lo material y la ejecución de actividades de capacitación.

Valenzuela (2018) con su tesis “Aplicación del ciclo PHVA en el proceso de agregados para la mejora de la productividad en el área de premezclado, empresa Concremax S.A.” cuyo objetivo fue evaluar cómo la aplicación del ciclo PHVA en el proceso de agregados mejora la productividad en el área de premezclado, empresa Concremax S.A.” y concluye que el ciclo PHVA en los procesos de agregados mejoró su productividad, llegando a alcanzar una mejora del 7,06%, permitiendo que los objetivos del área se logren cumplir.

Ortiz (2018) mediante su investigación cuyo título es “Aplicación del PDCA para mejorar la productividad de piezas metálicas en el área de habilitado de vigas de la empresa Faminma Contratistas Generales SAC, Callao 2018” teniendo su objetivo la de determinar cómo la aplicación del PDCA mejora la productividad de piezas metálicas en la empresa Faminma contratistas Generales S.A.C... Concluyendo que con la implementación del PDCA, logrando mejoras en su productividad en el área de habilitado de vigas incrementando así su rentabilidad.

Quiñones y Salinas (2016), en su tesis sobre “Sistema de mejora continua en el área de producción de la empresa Textiles Betex S.A.C. utilizando la metodología PHVA”, teniendo el objetivo la de aumentar la productividad del área de producción de la empresa Textiles Betex S.A.C, mediante el diseño e implementación de un sistema de mejora continua aplicando la metodología PHVA, concluyendo que obteniendo un incremento en la disponibilidad y rendimiento de los equipos que cuenta en su proceso productivo de calcetines, lograron reducir los porcentajes de productos con defectos en un 42% en su línea de caballero, un 34% en su línea de bebe y un 43% en la línea de producción para damas.

Flores y Mas (2015), con su tesis “Aplicación de la metodología PHVA para la mejora de la productividad en el área de producción de la empresa Kar & Ma S.A.C., tuvieron como objetivo la aplicación de metodología PHVA para mejorar la productividad del área de producción de la empresa Kar & Ma S.A.C.. Concluyeron que lograron que su productividad en forma global mejore de 0.213 a 0.219 paquetes por sol representando un incremento de 2.3% relacionado a los recursos utilizados y la forma de aprovecharlos, lo que se manifiesta con la disminución de costos por paquete de 4.69 a 4.58 soles, consiguiendo ahorrar la cantidad de manera anual un promedio de S/. 20,209.

Quiroz (2019), en su investigación “Implementación de la metodología PHVA para incrementar la productividad en una empresa de servicios” que tuvo como objetivo determinar si la implementación de la mejora continua aplicando la metodología PHVA en la empresa de servicios, permite incrementar la productividad del servicio de operaciones que brinda al cliente. Concluyó demostrando que aplicar en la empresa la metodología PHVA, mejora su productividad relacionada al servicio que entrega al cliente, de 1.67 a 2.67.

Aliaga (2015) en su tesis, “Análisis y mejora del proceso productivo de una línea de galletas en una empresa de consumo masivo” cuyo objetivo fue realizar el análisis del aprovechamiento de materiales en la producción de galletas en una empresa de consumo masivo, concluyendo que si se requiere reducir las pérdidas durante el proceso de laminado de la familia Graneles, se necesita cambiar la banda actual por otra de mejores propiedades aunque se cuente en su almacén con 2 unidades de la banda actual como repuestos, así como volver a procesar la merma obtenida porque se logra conseguir una mejor ganancia en 5 años, lo que corresponde un valor neto actual de S/.408,745.

Llamuca y Moyón (2019), en su investigación “Implementación de la metodología PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar) para incrementar la productividad en la línea de producción de casco de seguridad de uso Industrial en la Empresa Halley Corporación”, quienes dispusieron como objetivo el incrementar la productividad del área de producción de cascos de seguridad para uso industrial de la empresa Halley Corporación, mediante la aplicación de la metodología PHVA. Concluyeron que a través del análisis de la actual situación se logró identificar algunos elementos de mejora dentro de la empresa como la falta de un estándar de su proceso productivo como consecuencia de la variabilidad de las horas de producción y también la carencia de un procedimiento sobre el orden y la limpieza.

Apaza y Sauñe (2019), en la tesis “Mejora de la productividad en la empresa IC Industrial SRL mediante la metodología PHVA”, tuvo como objetivo la de mejorar la productividad de la empresa Ic-Industrial SRL mediante la metodología PHVA. Concluyendo con lograr aumentar el nivel de productividad en un 7.98% ya que pasó de producir 0.0399 sacos por cada sol invertido a 0.0426 sacos.

Cocachi y Salas (2019), en su investigación “Diseño e implementación de un proceso de mejora continua utilizando la metodología PHVA en la Industria Denz S.A.C., que tuvieron como objetivo el incrementar la productividad en la industria Denz S.A.C... Se concluyó que para el cumplimiento del objetivo se tomó en base de los indicadores de gestión; por ello, para el periodo final, se evaluó la eficacia total obteniendo un resultado de 51.75% (incremento del 36.29%), la eficiencia total se obtuvo un valor de 76.05% (incremento del 59.80%) y la efectividad total resultó un porcentaje de 39.49%.

Dentro de las teorías relacionadas al tema tenemos a Fernández (2010) donde menciona que la mejora continua se emplea como herramienta que les posibilita incrementar la productividad favoreciendo el desarrollo estable y sólido en la totalidad de departamentos que un proceso contiene, asegurando la estabilidad del proceso con posibilidades de mejora, generalmente esto se consigue reduciendo la confusión y los puntos potenciales de fracaso, para ello se debe mejorar la comunicación, automatización y herramientas. De esta manera la mejora continua permite que organicemos el trabajo a nuestra necesidad, de manera mucho más cómoda y al mismo tiempo de una forma que sea más productiva (p.29).

Asimismo, González y Arciniegas (2016) definen que, el mejoramiento continuo es la actividad reiterativa empleada con la finalidad de incrementar la capacidad de poder cumplir los requisitos y de este modo las empresas deben mantenerse en una actitud constante en la búsqueda de mejorar la calidad del proceso productivo, lógicamente de los productos con el objetivo de cumplir los requerimientos de los clientes. Este principio filosófico es la razón que ocasionó el progreso tecnológico del mundo y podemos aplicarlos en cada sistema de gestión de la calidad de las empresas en las cuales para ello utilizan el ciclo Deming (p.105).

Dentro de la metodología sobre mejora continua que realizan una serie de pasos y de este modo te llevan cumplir con tus objetivos se mencionan a las más conocidas: Hernandez y Vizán (2013), indican que Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo, establecida para las personas, donde indica la manera de mejorar y optimizar un sistema productivo orientando los recursos en reconocer y suprimir todo tipo de defectos, determinandolos como aquellas actividades que utilizan más recursos de los que son rigurosamente necesarios. Identificar diferentes tipos de

defectos que se perciben en el sistema productivo: producción en exceso, el tiempo perdido por espera, transporte, procesamiento excesivo, inventarios y movimiento. Lean identifica lo que no tendríamos que hacer debido a que no agrega valor al cliente y procede a eliminarse (p. 10).

Así mismo Buzón (2019, p.12) define la metodología Lean como una filosofía que transforma a las empresas en una organización para el aprendizaje que se encarga de la búsqueda de la excelencia a través del desarrollo de las personas, proporcionando un técnica para hacer salir los desperdicios a la superficie de forma permanente y luego eliminarlo de forma implacable y basándose en la adaptación a las necesidades del cliente.

González y Paz (2012, p.11) definen que esta metodología Kaizen se sustenta en dos pilares que son los equipos de trabajo y la ingeniería industrial, empleándose para mejorar todos los procesos productivos. De esta manera Kaizen se centra principalmente en las personas y a estandarizar los procesos. La práctica de esta metodología requiere de un equipo formado por personas de las áreas productivas, de mantenimiento, de calidad, de ingeniería y demás que la empresa considere necesario. Asimismo Kumar (2019) menciona que la palabra Kaizen proviene del idioma japonés que significa mejora continua. Hace hincapié en mejora, que se hace para mejorar los parámetros del proceso. Es una herramienta que se usa para terminar otra política japonesa 3M- MUDA, MURA y MURI que significan inconveniencia, inconsistencia y desperdicio respectivamente (p.1).

De acuerdo a Navarro, Gisbert y Pérez (2017) indican Six Sigma es una metodología formada por cinco fases: definir, medir, analizar, mejorar y controlar. Constituye el número de desviaciones estándar conseguidas a la salida del proceso productivo. Su objetivo principal está abocada a incrementar la capacidad de los procesos, con la finalidad que estos presenten los mínimos desperfectos por millón de unidades producidas. Estos defectos deben ser imperceptibles a los sentidos del cliente (p.76)

Patel y Deshpande(2017), mencionan que el ciclo PDCA es una serie sistemática de pasos para obtener en aprendizaje y conocimiento valiosos para la continua mejora de un producto o proceso. PDCA es un proceso iterativo de mejora de la calidad y la productividad en cuatro pasos normalmente se utiliza para mejorar la

estrategia empresarial. PDCA es un ciclo sucesivo que comienza pequeño para probar los efectos potenciales en procesos, pero luego conduce gradualmente a un cambio mayor y más focalizado. Aunque el método es aplicable a procesos, negocios y organización como la utiliza generalmente la industria, pero este es un intento de intentar adoptar la misma a nivel individual para traer una mejora de la productividad en las personas que desencadenará una mejora en el proceso y la calidad para la organización en un nivel mayor. Cómo este método ayudaría a un individuo a ser más responsable, lo que finalmente permitirá a un grupo, una línea de productos y una organización para poder marcar la diferencia en la mejora de la calidad general. El método intenta traer cambios en las formas tradicionales de cómo un individuo realiza una actividad y con pocas mejoras, la productividad general puede ser aumentada, que en última instancia beneficiará a la organización.

Gonzales y Arciniegas (2016, p.24) mencionan que la metodología denominada PHVA o Ciclo de Deming, se usa actualmente de la misma manera para diseñar, así como desarrollar y aplicar sistemas de gestión de calidad. De esta manera durante el período de la mejora continua, el ciclo PDCA se logra constituir por excelencia como una herramienta para el análisis, seguimiento, aplicación de mejoras en los procesos y el sistema. Como término general la metodología PDCA se definiría como una aplicación de la teoría “del control” sobre procesos y sistemas. El ciclo de Deming está conformada por elementos que son: Planificar, Hacer, Controlar y Actuar”

Asimismo Gutiérrez y De la Vara (2013, p.12) señalan, el ciclo de la calidad (ciclo PHVA), está diseñado para lograr mejorar la calidad y poder solucionar problemas recurrentes y críticos, para ello es necesario seguir una metodología bien estructurada, a fin de encontrar la causa raíz de los problemas que son muy importantes. De esta forma la mayoría de las metodologías para resolver los problemas se inspiraron en el ciclo de la calidad con la cual aplica de forma objetiva y a profundidad un plan (planificar); que se prueba a una pequeña escala o en base a una prueba tal y como ha sido ideado (hacer); luego se realiza un análisis para ver si alcanzaron los efectos deseados así como la dimensión de los mismos (verificar), y basado con lo anterior se interviene (actuar), iniciando mediante la

publicación del plan en caso haya dado resultado, aplicando acciones preventivas con la finalidad de que los resultados positivos obtenidos no sean reversibles. Una forma de desarrollar en la práctica el ciclo PHVA, es dividirlo en 8 pasos para una fácil solución, tal como se indica en la tabla 1.

Tabla 1: *Pasos para la solución del problema*

Etapa	Paso	Descripción del paso
Planear	1	Seleccionar y determinar el problema: eligiendo un problema que sea concretamente muy significativo, delimitarlo y detallar, estudiando su antecedente y su relevancia, por último poder cuantificar su actual magnitud.
	2	Investigar todas las causas probables: tormenta de ideas, el diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto y donde todos los involucrados tienen participación.
	3	Realizar una investigación sobre cuáles de las causas mencionadas son las más importantes: para ello se recurre a los datos obtenidos, analizando y teniendo conocimiento del problema.
	4	Elaboración de un plan centrado en corregir las más importantes causas del problema: para cada acción, describir en qué consiste, cuál es el objetivo y cómo se implementaría; mencionar responsabilidades, con fechas y los costos a incurrir.
Hacer	5	Ejecutar las medidas de solución: siguiendo el plan e iniciarlo a una escala pequeña.
Verificar	6	Revisión de los resultados logrados: haciendo una comparación entre el problema antes y después de la mejora implementada.
Actuar	7	Prevenir la recurrencia: si las acciones realizadas dieron resultado, éstas deben de extenderse y normalizarse su aplicación. Establecer medidas para evitar recurrencia.
	8	Conclusión y evaluación de lo realizado: evaluando todo lo realizado anteriormente y a su vez documentarlo.

Fuente: Gutiérrez y De la Vara (2013)

De igual modo Gonzáles, Domingo y Sebastián (2013, p.19) mencionan que, el ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act, lo que quiere decir, Planear, Hacer, Verificar, Actuar) fue una creación de Shewhart y difundido por Deming, quien lo utilizó para explicar que la mejora continua en cada una de las actividades de la empresa sigue un ciclo que se repita de forma constante; esta metodología también es conocida como el ciclo o rueda de Deming, los pasos del ciclo son los siguientes:

La etapa de planificar consiste en, antes del inicio de una mejora es obligatorio diagnosticar cómo es actualmente la situación de la empresa para cerciorarse que los métodos utilizados están documentados y estandarizados, en base a los datos seleccionados para identificar y definir los problemas se procede a realizar una planificación de las acciones a iniciar durante un periodo determinado de tiempo, en este plan se incluye las técnicas de mejora de la calidad que van a analizarse posteriormente.

En la etapa de hacer, consiste en implantar el plan propuesto. Es conveniente antes de la implantación definitiva, realizar un plan piloto en un área de la empresa, para descubrir posibles actitudes de resistencia de los trabajadores a los propuestos, es aconsejable que toda variación con respecto a lo programado quede documentada. En la etapa de verificar, los datos registrados durante la fase de elaboración son evaluados para comprobar los desvíos respecto a lo planificado

En la etapa de actuar, en función a los resultados obtenidos durante la etapa de verificación se adoptan acciones oportunas, si el plan funciona conforme a lo establecido se instauran los cambios, se fijan nuevos estándares en los procesos, se comunica a todo el personal.

Cuatrecasas (2012, p. 592) define que, las herramientas básicas para la implementación de la metodología PDCA, se identifica por la facilidad de su comprensión y su aplicación sencilla, otra de las características de igual importancia es su capacidad para integrarse entre sí, facilitando su relación, lo que nos llevará a multiplicar los resultados de los objetivos alcanzados. Estas herramientas son las siguientes: El diagrama causa – efecto, conocido también como el diagrama de Ishikawa o diagrama de espina de pez, este diagrama analiza de una forma ordenada y sistemática los factores y las causas que incurren en la generación de un problema a partir de los efectos detectados. En este diagrama las flechas que son inclinadas (véase figura 12 del anexo 5) y que están dirigidos hacia la línea central representan aquellos elementos que actúan en el proceso que fue analizado, el diagrama más conocido es el denominado “6M”, porque los elementos analizados comienzan con la letra “M”.

Así mismo Cuatrecasas (2012, p.593) menciona que el diagrama de Pareto es de gran apoyo al momento de decidir cuáles de las causas se tienen que resolver

preferentemente para conseguir una gran efectividad en la solución del problema. Luego de haber reconocido las causas que ocasionan los defectos a través del diagrama de Ishikawa, posiblemente aparezcan otras posibles causas, pero lo importante es centrarse solo en las que son muy relevantes. Con objetivo de seleccionar las causas más notables, dependiendo del grado de incidencia estas se ordenan de mayor a menor, empezando desde la izquierda (véase figura 13 del anexo 5). Este diagrama manifiesta la importancia referente de las distintas causas y que su ayuda permite decidir cómo actuar frente a un problema. El Histograma consiste en un gráfico de barras que nos indica cómo se distribuyen de manera estadística los datos. Donde su eje horizontal está representado por un rango de posibles valores (máximo – mínimo) que puede abarcar una variable, lo cual se divide en un número determinado de intervalos, dependiendo de la cantidad de datos que se tiene de la variable, y el eje vertical está representado por la frecuencia o cantidad de datos existentes en cada intervalo (véase figura 14 del anexo 5). De esta manera los histogramas son muy importantes para poder llevar un control de la efectividad a conseguir debido a los cambios introducidos permitiendo comparar la temporal evolución, mostrar esta distribución permitirá hacer los cambios necesarios para su modificación.

Del mismo modo la hoja de registro u hoja de verificación, como se menciona, la función principal de esta herramienta consiste en recopilar ordenadamente y de manera estructurada toda la información relevante y útil generada durante las actividades y procesos. En su elaboración se tiene que tomar en cuenta que solamente se va a recoger datos que verdaderamente importe y evitar recoger datos que nos hagan difícil el desarrollo del proceso, lo que conlleva a pérdidas de tiempo y complica visualizar la información útil. Los gráficos de control nos permiten realizar análisis, vigilar y gobernar la estabilidad sobre el comportamiento de los procesos, a través del seguimiento efectuado a las variables, los gráficos de control muestran (véase figura 15 del anexo 5). Los valores que posee una característica de calidad de una variable (en el eje de las ordenadas) para cada unidad observada (en el eje de las abscisas, una tras de otra). Las coordenadas se sitúan como origen en el valor nominal de las características de la calidad, fijando límites a los valores por la parte superior e inferior (Cuatrecasas 2012, p.593).

Dentro de las teorías vinculadas al tema de productividad se indica a Gutiérrez (2014) donde explica que la productividad tiene relación con los resultados logrados en un proceso, de manera que cuando la productividad aumenta es porque se consigue mejorar los resultados teniendo en consideración los recursos utilizados en poder generarlos. En general el término productividad viene a ser la relación existente entre los resultados que se obtienen y los recursos empleados, la medición resulta de poder dar valor apropiadamente a los recursos utilizados con la finalidad de originar u obtener resultados (p.21).

De acuerdo con Münch (2010) menciona que la productividad viene a ser los máximos resultados obtenidos mediante el mínimo empleo de los recursos, de esta manera la productividad viene a ser la relación existente entre la cantidad o volumen requeridos de insumos con el fin de producir un determinado bien o servicio y los resultados que se obtienen de ello (p.23).

Así mismo Krajewski, Ritzman y Malhotra (2008) define a la productividad como la valorización del producto final sea bienes o servicios, las cuales se divide entre la valorización de los recursos (salarios, materias primas, etcétera) que han sido empleados como insumos, básicamente la productividad se utiliza para medir el desempeño que presentan las economías, empresas, industrias y todos los procesos que competen (p.13).

Del mismo modo Cruelles (2012) en su definición de la productividad menciona que viene a ser una ratio o índice con la cual medimos la relación entre lo que se ha conseguido de producción y la cantidad empleada de insumos para su fabricación, por lo que cuando mayor es la productividad de una empresa, los costos que acarrea su producción serán menores, debido a ello incrementará nuestro poder competitivo logrando mantenerse el mercado (p.11).

Según Gutiérrez y De la Vara (2013) indican que, la eficiencia es la relación entre los resultados alcanzados y los recursos utilizados. Esto mejorará al optimizar los recursos y minimizando tiempos perdidos debido a fallas en los equipos, escasez de material, atrasos, carencia de materiales y otros factores (p.7).

$$Eficiencia = \frac{\text{producción obtenida}}{\text{recursos utilizados}} \times 100$$

Fleitman (2007) define a la eficacia, como la encargada de medir los resultados conseguidos en función a los objetivos propuestos, admitiendo que estos objetivos se están cumpliendo de forma organizada y ordenada basándose en su prioridad (p.98).

$$Eficacia = \frac{\textit{producción real}}{\textit{producción obtenida}} \times 100$$

De acuerdo a Gutiérrez (2014, p.20) indica que, calidad es el grado mediante el cual un conjunto de características satisface una necesidad establecida, de manera que la calidad la define el cliente y se considera su opinión que tiene para un determinado producto o servicio donde generalmente indica si lo aprueba o rechaza. De manera que la calidad está enlazada con la satisfacción del cliente, relacionándolo a que cumplan las expectativas que se esperan del producto o servicio. Dichas expectativas son originadas basado a sus necesidades, al precio, publicidad, uso de tecnología, la imagen que tiene como empresa y los antecedentes. Por último la efectividad es la relación de los resultados logrados y los resultados propuestos, este resultado nos permitirá medir el grado de cumplimiento de los objetivos proyectados. Este indicador define su función evaluando algunos parámetros de calidad establecidos por la empresa, con la finalidad de controlar los desperdicios del proceso productivo y establecer políticas que generen valor agregado al producto terminado.

$$Efectividad = \textit{eficiencia} \times \textit{eficacia}$$

Dentro de las definiciones de marco conceptual se considera al acero que es una aleación de hierro con carbono que contiene en su composición menos del 2% de carbono y 1% de manganeso y mínimas cantidades silicio, fósforo, azufre y oxígeno. El acero viene siendo el material más utilizado en trabajos y proyectos en ingeniería y construcción más importantes del mundo. Su empleo es prácticamente en todas las actividades o necesidades relacionadas de nuestro vivir; automóviles, productos de construcción, equipos tecnológicos, buques de diferentes rubro o actividad y equipos quirúrgicos (Worldsteel Association, 2020).

Se llama colada continua porque el producto sale de manera ininterrumpida de la máquina hasta que la cuchara o cucharas en caso de coladas de acero que están en secuencia haya vaciado todo el acero líquido que contiene ya sea por una interrupción o por restricción de energía. La solidificación de las palanquillas es la base de partida para la obtención de productos largos. Las cucharas de colada es un gran recipiente metálico de forma circular construido con chapa de acero dulce de 10 a 50 mm de espesor, recubierto interiormente con ladrillos o masas refractarias de composiciones diversas. Su capacidad de almacenamiento de acero líquido debe ser mayor que la del horno eléctrico, ya que además del acero va a contener también parte de la escoria durante el vaciado. Los ladrillos sílico aluminosos que forman el revestimiento de la cuchara deben ser de elevado contenido de alúmina en el rango (36 a 42 %) y de la mejor calidad posible para que puedan resistir la temperatura del acero líquido (Enríquez, Tremps, Segovia, 2009, p.3).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

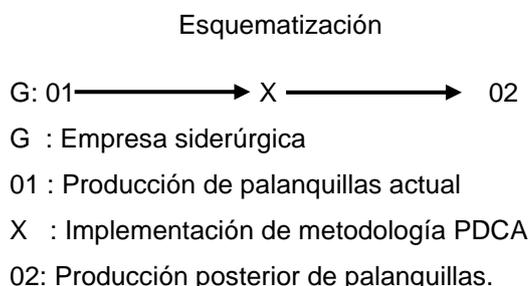
La presente investigación es tipo aplicada, con relación a este tema Rodríguez (2005, p.23) nos menciona que, también se le denomina activa o dinámica encontrándose íntimamente relacionada con la de tipo básica porque depende de sus descubrimientos y aportes teóricos, empleándose en problemas concretos, donde las circunstancias y características son concretas. Mediante la cual se realizaron las acciones de mejora en el área de colada continua lo cual favoreció satisfactoriamente mejorando la productividad en la producción de palanquillas.

Asimismo es de diseño experimental, por su parte Gómez (2006, p.86) nos indica que el término “experimento” tiene al menos dos conceptos, la definición científica más coherente se refiere al estudio donde se alteran intencionalmente una o varias variables independientes con la finalidad de realizar un análisis a los resultados de la manipulación sobre la o las variables dependientes. Igualmente se manipuló la variable independiente y se analizó los efectos que ocasionaron sobre la variable dependiente.

Además, es pre-experimental, de acuerdo con Cruz del Castillo, Gonzales y Olivares (2014, p.130) y Hernández, Fernández y Baptista (2014, p.141) quienes coinciden al definir a este diseño como de un solo grupo donde el grado para el control es mínimo con limitaciones para medir los resultados, donde el investigador controla lo que desea estudiar. Usualmente se aprovecha su utilidad para un primer paso para acercarse al problema de investigación, en otras oportunidades sirven como estudios exploratorios, en este tipo de investigación se realizó una prueba con el objetivo de diagnosticar el problema para luego aplicar los planes de acción evaluados que tuvo por finalidad mejorar la producción, finalmente se realizó una prueba posterior dando como resultado un impacto favorable en la producción.

De igual forma Arias (2016), define que la investigación explicativa se hace cargo de encontrar la razón de los hechos a través del establecimiento de relaciones causa – efecto. De tal modo que los estudios explicativos pueden encargarse de la definición de las causas, como también de los efectos haciendo uso de la prueba de hipótesis, de esta manera los resultados y conclusiones conforman un nivel de conocimientos más profundo (p.26). Dicho nivel nos permitirá establecer las causas y resultados de un fenómeno consistente, permitiéndonos indagar no sólo el “qué”

sino también el “porqué” de los fenómenos y a su vez como logro llegar a su condición actual. Expresaremos la conducta que tiene una variable en función de otras, debido a que estos estudios de causa – efecto requieren de un control y es necesario que cumplan diversos criterios de causalidad.



3.2 Variables y operacionalización

De acuerdo con Navarro (2014) respecto a las variables de estudio; denominado variable independiente a todo aspecto, hecho, condición, rasgo, etcétera que sea considerado la “causa de” en una relación entre variables. Del mismo modo menciona como variable dependiente al “resultado” o “consecuencia” originado por acción de la variable independiente (p. 235). Para el actual trabajo de investigación se consideró como variable independiente la metodología PDCA, mientras que la variable dependiente estuvo representada por la productividad.

Dentro de la operacionalización de la variable, mencionamos la definición conceptual que define el término o variable con otros términos que especifican las características y atributos principales del objeto de estudio. Esto constituye la adaptación a los requerimientos prácticos de la investigación. Mientras que una definición operacional se trata del conjunto de procedimientos que detallan las actividades que el observador debe efectuar para obtener datos concretos del objeto observado, en resumen se especifican las actividades u operaciones que tiene que ejecutarse y poder medir la variable, en esta definición el investigador elige la que proporcione mayor información de la variable (Díaz, 2009, p.185), la matriz de la operacionalización de la variable se muestra en la tabla 10 y 11 del anexo 3

3.3 Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis.

De acuerdo a Lerma (2009) nos indica que la población viene a ser el conjunto de la totalidad de los elementos de una sola especie que presentan una condición

definida o que corresponden a una misma definición de la que se evaluarán sus características y relaciones, esta población la define el investigador ya que está conformada por personas o por unidades diferentes a personas (p.72), para esta investigación la población se representó por la producción mensual del área de colada continua.

Dentro de los criterios para la selección tenemos como criterios de inclusión a todas las operaciones que tengan relación con el proceso de colada continua y como criterios de exclusión no se tomarán en cuenta otras actividades o métodos que no posean relación directa con las actividades del área de colada continua.

La muestra se establece como un subconjunto de la población, se utiliza la muestra cuando la población a analizar es de gran tamaño, debido a las restricciones técnicas o económicas no es factible aplicar mediciones a todos los elementos que se está estudiando (Lerma, 2009, p.73), la muestra estuvo representada por lotes de producción generadas de manera diaria. La técnica de selección de datos fue por muestreo no probabilístico a lo que Arias (2016) define como procedimiento de selección en el cual desconocemos la probabilidad que tienen los elementos de la población para poder integrar la muestra seleccionada (p.85).

De acuerdo con Kuckartz (2014, p.45) menciona que, existe la unidad básica de análisis y se seleccionan de los datos que se va analizar el contenido, utilizando un método de selección específico, una unidad de análisis de muestreo podría ser una edición específica de un periódico, en muchos aspectos las unidades de muestreo representan unidades físicas. El presente proyecto consideró como unidad de análisis un lote de producción.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

De acuerdo con Kumar (2014), menciona que la técnica de recopilación de datos son procedimientos de medición mediante los cuales es posible recopilar datos o mediciones exactas, datos que sean válidos, confiables y objetivas, de manera que ayuden a resolver el problema de investigación. En su mayoría los métodos para la recopilación de datos se pueden utilizar en los estudios que se clasifican como cualitativos o cuantitativos. La forma en que se emplea un método específico para la recopilación de datos determina la clasificación de un estudio en gran medida (p.170). Así mismo Georg (2008, p.148) menciona que en ciencias sociales, y especialmente al medir actitudes y percepciones humanas, es importante verificar

la confiabilidad de la prueba administrada. Las pruebas de confiabilidad tienen dos objetivos importantes el primero es verificar si el grupo de preguntas o ítems utilizados mide la misma elaboración teórica, y segunda es verificar si hay dos o más ítems que son similares, para que dupliquen la medición y, por lo tanto, se puede eliminar de la escala. Debido a que es difícil o imposible establecer estándares absolutos para el significado de las respuestas humanas a una encuesta, el análisis de confiabilidad puede medir la consistencia de la escala.

Del mismo modo Groves *et al.* (2009) define que, la validez es un término utilizado en diferentes sentidos por otras disciplinas e inclusive dentro de la investigación de las encuestas, por diferentes investigadores. Una definición común de validez es la medida en que la encuesta refleja con precisión la construcción de la teoría pretendida, esta definición se aplica de muchas maneras a diferentes elementos.

Desafortunadamente, no sugiere un método específico para evaluar la validez, es decir, cada medición de la encuesta podría repetirse (solo en concepto) para que cada respuesta de un encuestado de una serie de preguntas sea solo un ensayo dentro de ese conjunto infinito de ensayos (p.274). El presente trabajo de investigación empleó la técnica de la observación, análisis documentarios, y encuesta, que fue validada por los expertos obteniéndose una calificación de 16.67, lo que representa el 83.3% de la validez del instrumento, este porcentaje en la escala de validez indica que el instrumento está en el rango de validez excelente como se puede apreciar en el anexo 4. La recolección de datos que se manejó son informaciones proporcionadas por la empresa siderúrgica, y los colaboradores del área de colada continua, el detalle de la recolección se visualiza en la tabla 2.

Tabla 2: Técnica de recolección de datos

Variable	Técnica	Instrumento	Fuente
V.I. Ciclo de Deming	Investigación bibliográfica	Ficha bibliográfica	Bibliotecas físicas, virtuales
	Análisis de documentos	Ficha de registros	Base de datos de la empresa
	Encuesta	Guía de preguntas/ cuestionario	Facilitadores de área de producción y área de apoyo. Área de colada continua de una empresa siderúrgica.
V.D. Productividad	Investigación bibliográfica	Ficha bibliográfica	Bibliotecas físicas, virtuales
	Análisis de documentos	Ficha de registro	Base de datos de la empresa, carpeta acería.
	Encuesta	Cuestionario	Colaboradores del área de colada continua, horno cuchara, operadores de grúa.

Fuente: Elaboración propia

3.5 Procedimientos

Para desarrollar esta investigación se realizó el siguiente procedimiento: se visitó el área de colada continua para visualizar la situación actual que estaba generando la baja producción, recopilando toda la información mediante la observación directa, se aplicó encuesta a los colaboradores y análisis de sus datos de las hojas de proceso, la información brindada fue llenada por los investigadores. Con la información que se recolectó, se realizó análisis mediante el uso de diagrama de Pareto, histogramas, encontrando lo que estaba ocasionando que el área tenga baja producción y que condiciones el proceso se encontraba. Por último, se plantearon y realizaron acciones mejorando las condiciones logrando tener un proceso productivo más estable.

3.6 Método de análisis de datos

Analizar los datos mediante métodos sirve para reducir la información obtenida a una forma que se pueda entender e interpretar para que los problemas de investigación puedan ser estudiados y probados. La elección del método de análisis a utilizar depende de los datos que se hayan recolectado, de la medición de las variables, y del nivel de interés del investigador. Cada método de análisis cuantitativo tiene una razón de ser y un propósito específico (Albert, 2007, p.65). Así mismo Sarathi y Bhattacharjee (2018) mencionan que, el análisis de datos es el proceso de llevar orden, estructura y significado de la cantidad de datos recopilados. Estos datos pueden ser experimentales (gran parte de las aplicaciones de ingeniería) o secundarios (encuestas a las áreas de humanidades y gestión). La recopilación y el análisis de datos requieren un profundo conocimiento de comprensión de la teoría y de las técnicas de esto. El análisis de datos no es un proceso fácil, para ello requieren de una recolección cuidadosa, atención al detalle del problema, acceso a programas estadísticos y habilidades en la interpretación de resultados. Estas no son tareas imposibles, pero requieren tiempo, experiencia, dedicación y paciencia para el éxito (p.1). El método de análisis que se utilizó es la encuesta que estuvo dirigido a los colaboradores del área de colada continua, posteriormente se procesó mediante el uso de Ms Excel, Minitab, software de la empresa, el procesamiento de datos se va a ver también en el capítulo de resultados, el detalle del análisis se muestra en la tabla 3.

Tabla 3: Método de análisis de datos

Objetivos Específicos	Técnicas	Herramientas	Resultados
Realizar diagnóstico a la situación actual del proceso de productivo de palanquillas del área de colada continua de una empresa siderúrgica, Chimbote-2020.	Encuesta Análisis de datos	Cuestionario Histograma, Minitab	Se identificará la situación actual del área de colada continua,
Aplicar la metodología PDCA al proceso de producción de palanquilla del área de colada continua de una empresa siderúrgica, Chimbote.2020.	Encuesta Cuestionario	Diagrama de Pareto Hoja de análisis de datos	Establecer los objetivos necesarios para obtener los resultados esperados.
Evaluar el resultado después de la implementación de la metodología PDCA para optimizar la productividad de palanquilla del área de colada de una empresa siderúrgica, Chimbote-2020.	Encuesta Análisis de datos	Cuestionario, Minitab Pareto	Lograr estandarizar el procedimiento para tener una producción más estable

Fuente: Elaboración propia

3.7 Aspectos éticos

Para desarrollar el presente Proyecto de Investigación se trabajó de acuerdo a los parámetros establecidos por la Universidad César Vallejo, del mismo modo se respetó la confidencialidad de la información y la autenticación de datos, se emplearon datos reales que fue suministrado directamente de la fuente, que se emplearon sólo para los fines del presente estudio y no de manera irresponsable para otros fines ajenos al proyecto, el uso responsable y ético permitió desarrollar con éxito esta investigación. El porcentaje de similitud de acuerdo al Turnitin es del 17% ubicado en anexos figura 29.

IV. RESULTADOS

4.1 Diagnóstico de la situación actual del proceso productivo de palanquillas del área de colada continua de una empresa siderúrgica, Chimbote-2020.

El detalle del diagnóstico fue realizado en el área de colada continua de la empresa siderúrgica S.A. donde se realiza el proceso de solidificación de palanquillas de sección cuadrada en formato de 100mm x 100mm y 130mm x 130mm, esta área pertenece a la última del proceso, que recibe el acero líquido por medio de una cuchara dejada por la grúa puente en el carro portacuchara, para luego a través de un orificio en su parte inferior verter el acero líquido al recipiente llamado tundish, una vez ahí, cuando el acero está a mitad en el recipiente se apertura la líneas para descargar sobre los moldes cuadrados lubricados con aceite, ello da origen al proceso de lingoteamiento continuo.

Tabla 4: Datos antes de la implementación de la metodología

Días	t. real	t. progr.	Prod. real	Prod. Progr	Eficiencia	Eficacia	Productividad
1	19.5	22	939	1045	0.886	0.899	0.797
2	21.5	23	1035	1092	0.935	0.948	0.886
3	19	21	915	997	0.905	0.918	0.830
4	19	21	915	997	0.905	0.918	0.830
5	19	21	915	997	0.905	0.918	0.830
6	19	21	915	997	0.905	0.918	0.830
7	19.5	21	939	997	0.929	0.942	0.875
8	19.5	22	939	1045	0.886	0.899	0.797
9	21	23	1011	1092	0.913	0.926	0.846
10	19	21	915	997	0.905	0.918	0.830
11	19	21	915	997	0.905	0.918	0.830
12	19	21	915	997	0.905	0.918	0.830
13	19	21	915	997	0.905	0.918	0.830
14	19.5	21	939	997	0.929	0.942	0.875
15	20	22	963	1045	0.909	0.922	0.838
16	21	23	1011	1092	0.913	0.926	0.846
17	19	21	915	997	0.905	0.918	0.830
18	19	21	915	997	0.905	0.918	0.830
19	19	21	915	997	0.905	0.918	0.830
20	19	21	915	997	0.905	0.918	0.830
21	19	21	915	997	0.905	0.918	0.830
22	20	22	963	1045	0.909	0.922	0.838
23	20.5	23	987	1092	0.891	0.904	0.806
24	20	21	963	997	0.952	0.966	0.920
25	20	21	963	997	0.952	0.966	0.920
26	20	21	963	997	0.952	0.966	0.920
27	19	21	915	997	0.905	0.918	0.830
28	19	21	915	997	0.905	0.918	0.830
29	19	22	915	1045	0.864	0.876	0.756
30	21	23	1011	1092	0.913	0.926	0.846

Fuente: Elaboración propia

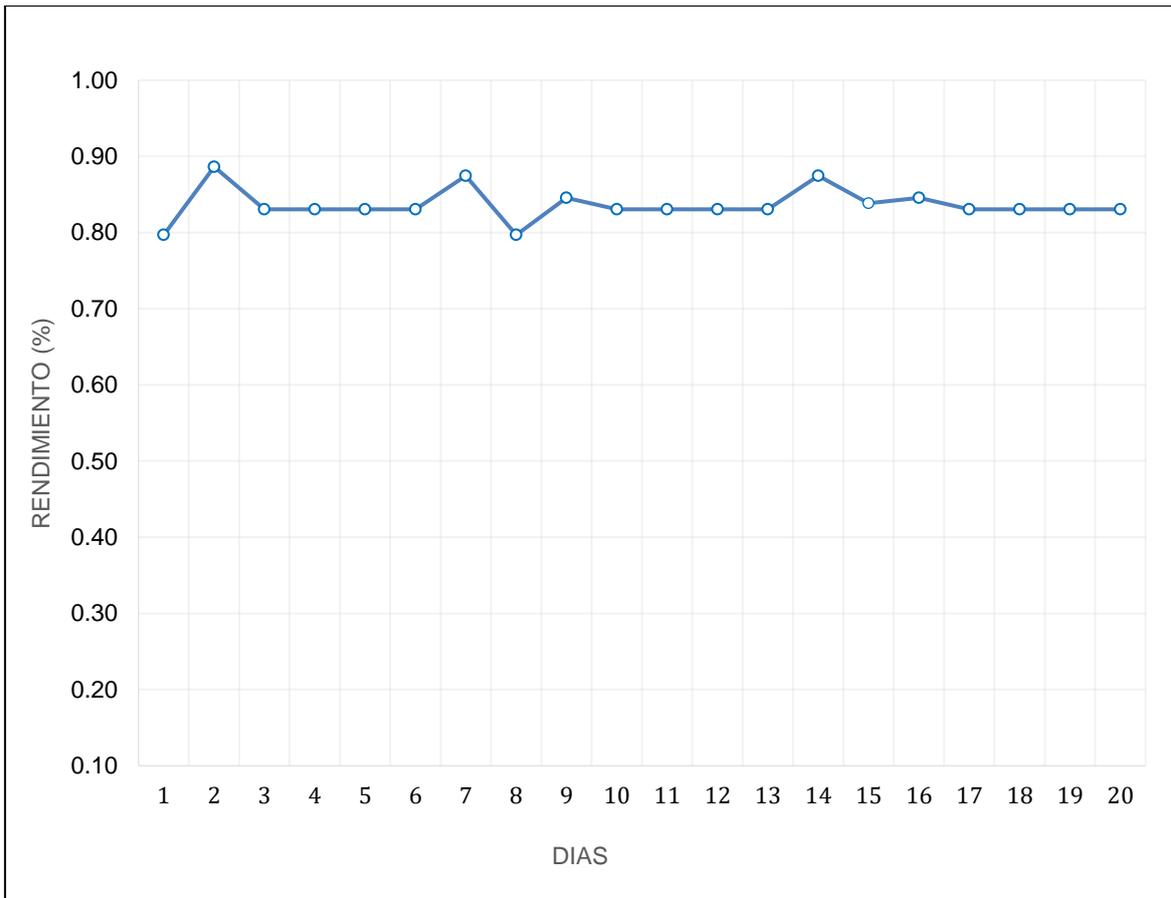


Figura 1: Productividad enero

Fuente: Elaboración propia

La siguiente figura 1, de acuerdo con el seguimiento realizado y tomando los datos del sistema de apuntamiento de dato nos muestra cómo se venía dando de manera diaria la evolución del rendimiento metálico de acero del área de colada continua, los datos recopilados corresponden a los primeros 20 días del periodo de enero.

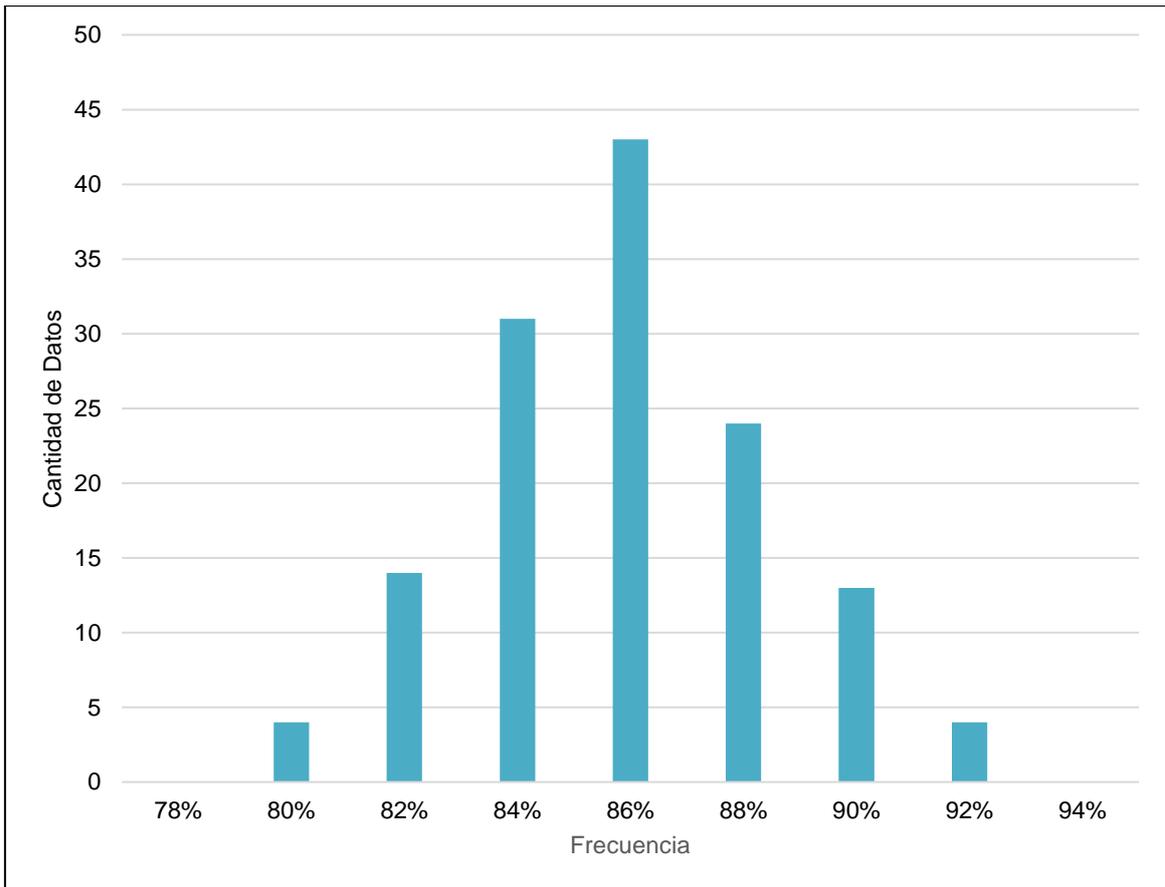


Figura 2: Rendimiento metálico

Fuente: Elaboración propia.

La figura 2, muestra los datos del rendimiento metálico de cada lote de producción de los meses de enero a junio, como se puede apreciar que gran número de lotes analizados, la tendencia está hacia la izquierda lo que indica que el aprovechamiento del material para la transformación en acero sólido fue ineficiente.

Tabla 5: Principales interrupciones en colada continua

N°	Fallas	Frecuencia	%	Acumulado	% Acumulado
1	Temperatura fuera de estándar de acero líquido.	84	26.25	84	26.25
2	Cierre de líneas	51	15.94	135	42.19
3	Apertura de cuchara	41	12.81	176	55.00
4	Sistema de corte	35	10.94	211	65.94
5	Problema mecánico en grúa 8/12	27	8.44	238	74.38
6	Módulos de Extracción	23	7.19	261	81.56
7	Perforación de línea	21	6.56	282	88.13
8	Enfriamiento de acero en tundish	19	5.94	301	94.06
9	Obstrucción de palanquillas en tope	12	3.75	313	97.81
10	Falla en el sistema de CNC	7	2.19	320	100.00
	Total	320	100.00		

Fuente: Elaboración propia

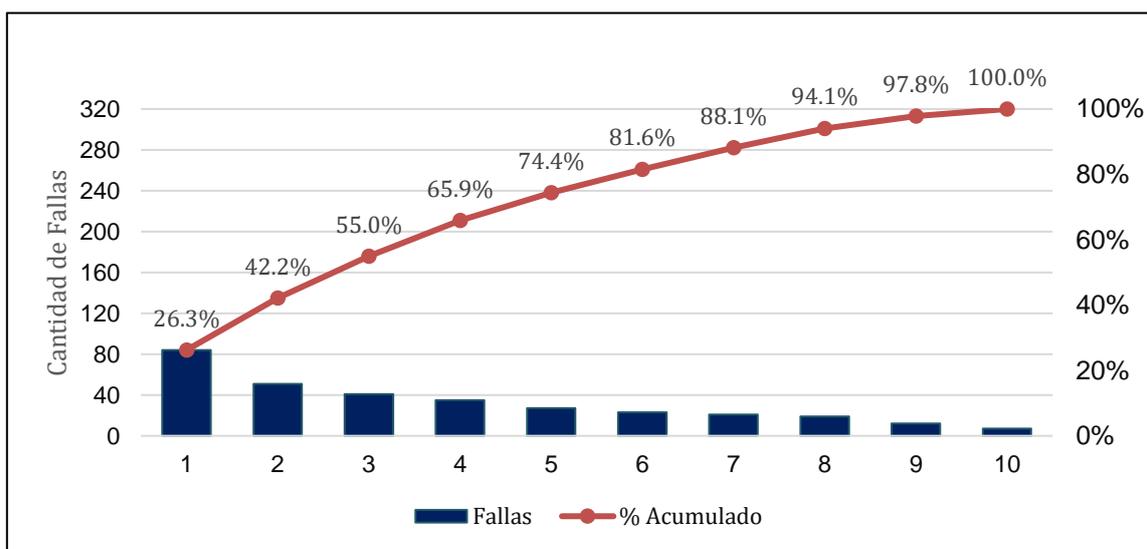


Figura 3: Diagrama de Pareto de evolución de interrupciones

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 3 podemos identificar que interrupciones tienen mayor impacto sobre la pérdida de acero durante el proceso de solidificación de palanquilla, como se puede apreciar, las interrupciones que más afectan y las cuales se debe de tratar son dos: las temperaturas de envío fuera de estándar y el cierre de las líneas, ambos representan un total de 42% del total de las interrupciones, mientras las demás interrupciones (8 fallas), están sobre los 58%.

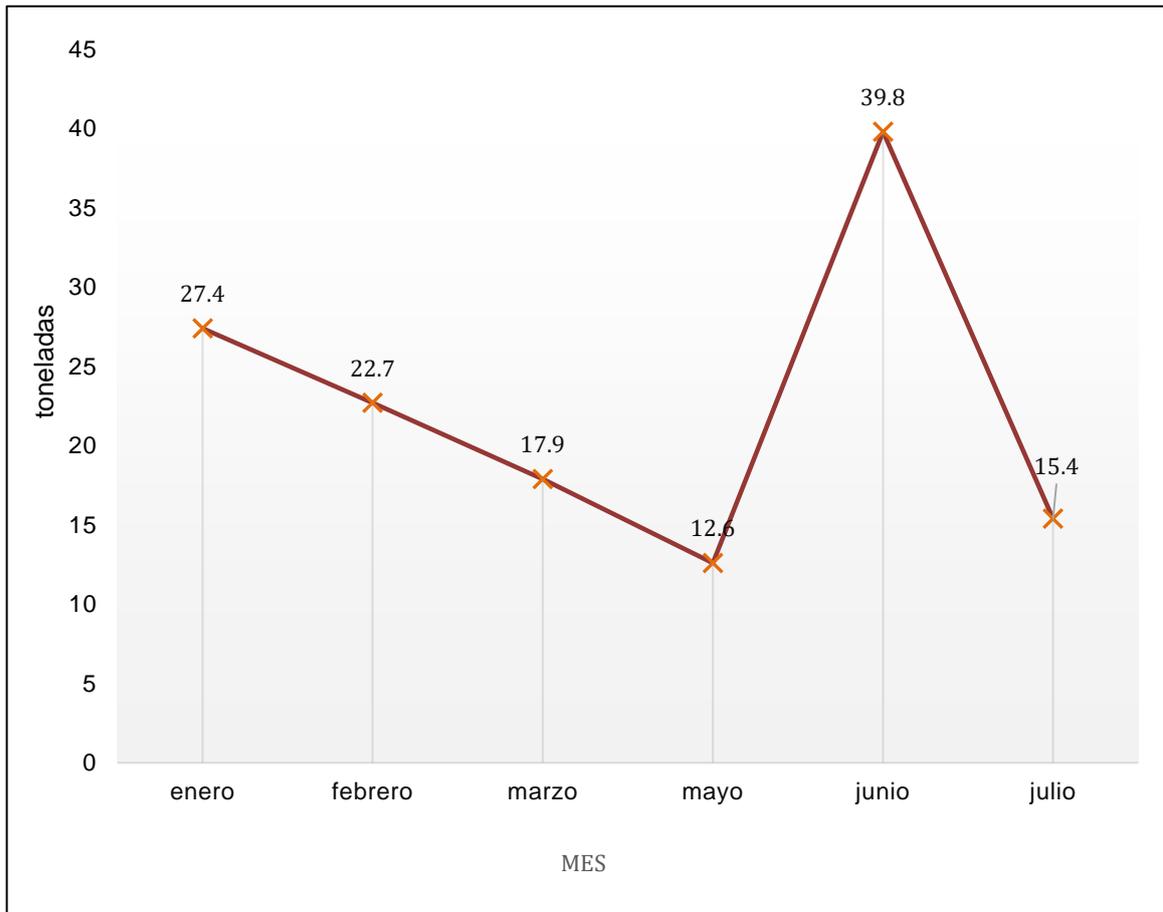


Figura 4: Acero perdido del año 2020

Fuente: Elaboración propia

El área de colada continua presenta pérdidas de acero líquido en recipiente que lo contiene denominado *tundish*, ello se visualiza en los indicadores de gestión de manera mensual, dichas pérdidas que se generan de manera diaria afectan el rendimiento metálico del acero sólido producido, esta pérdida generada de cada mes se ve reflejado como se muestra en la figura 4, indicando como fue la tendencia de acero perdido en toneladas mes a mes en lo que va del periodo 2020 de la Empresa siderúrgica S.A.. Los meses de junio y enero los valores en toneladas de acero perdido el impacto son mayores debido a que no se lleva un control durante el proceso de solidificación de la palanquilla, el mes de mayo se aprecia una pérdida de aproximadamente 12 toneladas debido al efecto pandemia ya que solo se produjo 18 días.

4.2 Aplicar la metodología PDCA al proceso de producción de palanquilla del área de colada continua de una empresa siderúrgica, Chimbote.2020.

La metodología PDCA, está constituida por cuatro etapas: planificar, hacer, verificar y actuar. Planificar, para visualizar lo ya hecho, identificar las causas del problema a solucionar. Hacer, donde se construye en base al entorno de aprendizaje, la aplicación de lo establecido en el plan de acción en el paso anterior. Verificar, para observar la evolución de la aplicación al problema identificado; y Actuar, teniendo en consideración la retroalimentación observada del proyecto.

Tabla 6: Actividades de PDCA

Actividad	Detalle	Fecha	Responsable
	Identificación del problema.	22/07/2020	César Villalobos
	Identificación de los indicadores a monitorear.	25/07/2020	Giancarlo Tagle
Planificación	Formación de los equipos de trabajo	25/07/2020	Giancarlo Tagle
	Recopilación de información sobre el problema presentado.	27/07/2020	César Villalobos
	Análisis de causa raíz (árbol de hipótesis)	27/07/2020	César Villalobos
	Construcción de inhibidor de turbulencia en recipiente que contiene en acero líquido	30/07/2020	Personal de refractarios
Ejecución	Difundir las medidas de construcción del tundish con masa refractaria.	01/08/2020	Giancarlo Tagle
	Planificar con la empresa de insumos sobre stock de seguridad de buzas (anillos por donde pasa el acero líquido) de 13 mm	01/08/2020	Carlos Altuna
	Instalación de vigas en colada continua para prevenir la caída del accesorio móvil de la cuchara hacia el tundish.	04/08/2020	Personal de mantenimiento
Seguimiento	Medición de manera diaria de acero perdido en tundish.	01/09/2020	Personal de apoyo
	Control de hoja de datos sobre remanente mínimo de acero perdido.	15/09/2020	Personal de procesos acería
Mejora	Pesaje de acero perdido en balanza de horno cuchara.	30/09/2020	Personal de refractarios
	Generación de LUP del inhibidor de turbulencia.	07/08/2020	Ángela Chira

Fuente: Elaboración propia

La primera etapa es la de planificar, donde se plantea el problema que se va a trabajar, debido a que la planta de acería busca optimizar la productividad, para ello está reduciendo las pérdidas metálicas que se generan en los diferentes puntos de la producción de palanquillas. Durante el proceso de solidificación de palanquillas de sección cuadrada, el recipiente que contiene el acero líquido, por razones diversas una cantidad de la misma no logra pasar por los orificios hacia las líneas de operación quedándose en el distribuidor, a este acero se le conoce como pérdida metálica de *tundish*, que se genera de manera muy frecuente, por lo que se desea reducir al mínimo posible como se muestra en la siguiente tabla 6.

Tabla 7: Indicadores de medición

Nombre de indicador	Actual	Objetivo
Pérdida Metálica	2.1 Kilogramo/tonelada	0.4 kilogramo/tonelada
Rendimiento perdido	1.2 %	0.17 %R
Rendimiento de acero	86.5 %	87.4%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 7 se puede apreciar los indicadores que los operadores del área de proceso van a monitorear de cada punto de mejora indicada a los equipos de trabajo, para ello se sacó las referencias del sistema de control de producción de los valores actuales y los valores que se va a lograr.



Figura 5: Pérdida metálica
Fuente: Elaboración propia.

La figura 5 muestra la pérdida de acero que se venía generando en el proceso de solidificación de palanquillas por diferentes diversos, ya sea operacional o por mantenimiento, ello representa acero que se pierde ya que en ese estado no se puede continuar con el proceso, por ende este material se desecha en la poza y evacuado por la empresa de recuperaciones metálicas, repercutiendo en el rendimiento de acero sólido producido en el día, la no existencia de un control por parte de los operadores del área de colada continua ocasionaba que se desperdicie material que podía llegar a pesar hasta 10 toneladas.

La segunda etapa es la de ejecución; es cuando se implementan las soluciones planificadas en la actividad anterior.



Figura 6: Fabricación del *tundish*

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 6, se aprecia la construcción del recipiente con material refractario para contención de acero líquido con el diseño modificado del inhibidor de turbulencia que permite pasar la mayor cantidad de acero a través de las líneas (agujeros), de esa manera se reduce la generación de acero perdido. Este modelo de construcción fue difundido al personal de refractarios para mantener el estándar.

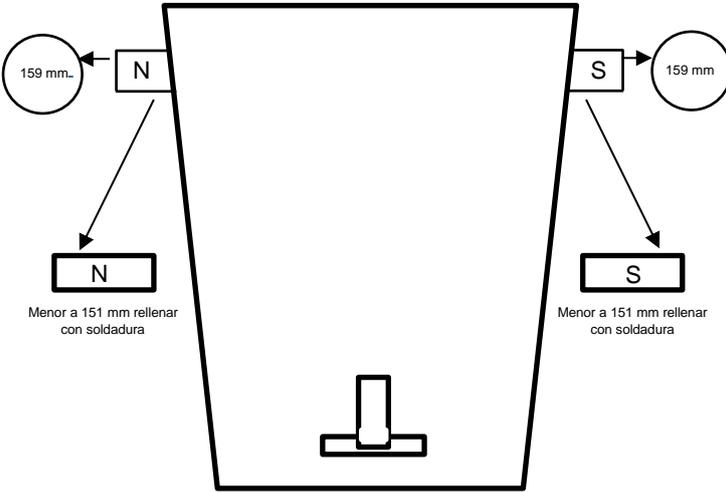
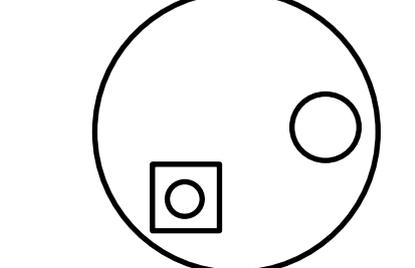
FORMATO DE INSPECCION DE MANTENIMIENTO DE CUCCHARAS											
Fecha	<input style="width: 90%;" type="text"/>	N° Cuchara	<input style="width: 90%;" type="text"/>								
		Reparación (P/T)	<input style="width: 90%;" type="text"/>								
			Responsable								
			<input style="width: 90%;" type="text"/>								
INSPECCION DE MUÑONES		INSPECCION DE FONDO									
<p style="font-size: small;">Marcar zona donde se realiza soldadura v/o reparación</p> 		<p style="font-size: small;">Marcar zona donde se realiza soldadura v/o reparación</p> 									
INSPECCION DE SECTORES		OBSERVACIONES									
<p style="font-size: small;">Marcar zona donde se realiza soldadura v/o reparación</p> <p style="text-align: center;">ESCOREO</p> 		<table border="1" style="width: 100%; height: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="height: 20px;"></td></tr> </table>									

Figura 7: Formato de inspección

Fuente: Empresa siderúrgica S.A.

Se elabora *check list* para inspección del mantenimiento de cuchara que será realizado por personal de la célula de taller de cucharas e incluida en su rutina de inspección cada vez que la cuchara esté programada su mantenimiento, donde se inspeccionará las partes móviles (muñones, fondo de cuchara).

Se agrega en el programa de inspección de mantenimiento el equipo carro *portatundish*, incluyéndose en el *SAP* como parte de la rutina del personal de mantenimiento como se puede apreciar en la figura 24 del Anexo 6.

Asimismo, en reunión con empresa que abastece de material refractarios se acuerda implementar stock de seguridad mínimo para cada tipo de diámetro de buza (placa de salida de acero líquido) para los *tundish*, como se aprecia en la tabla 17 del anexo 6.

La tercera etapa es la de seguimiento, en la cual se verifican todos los resultados obtenidos durante el seguimiento del proceso.

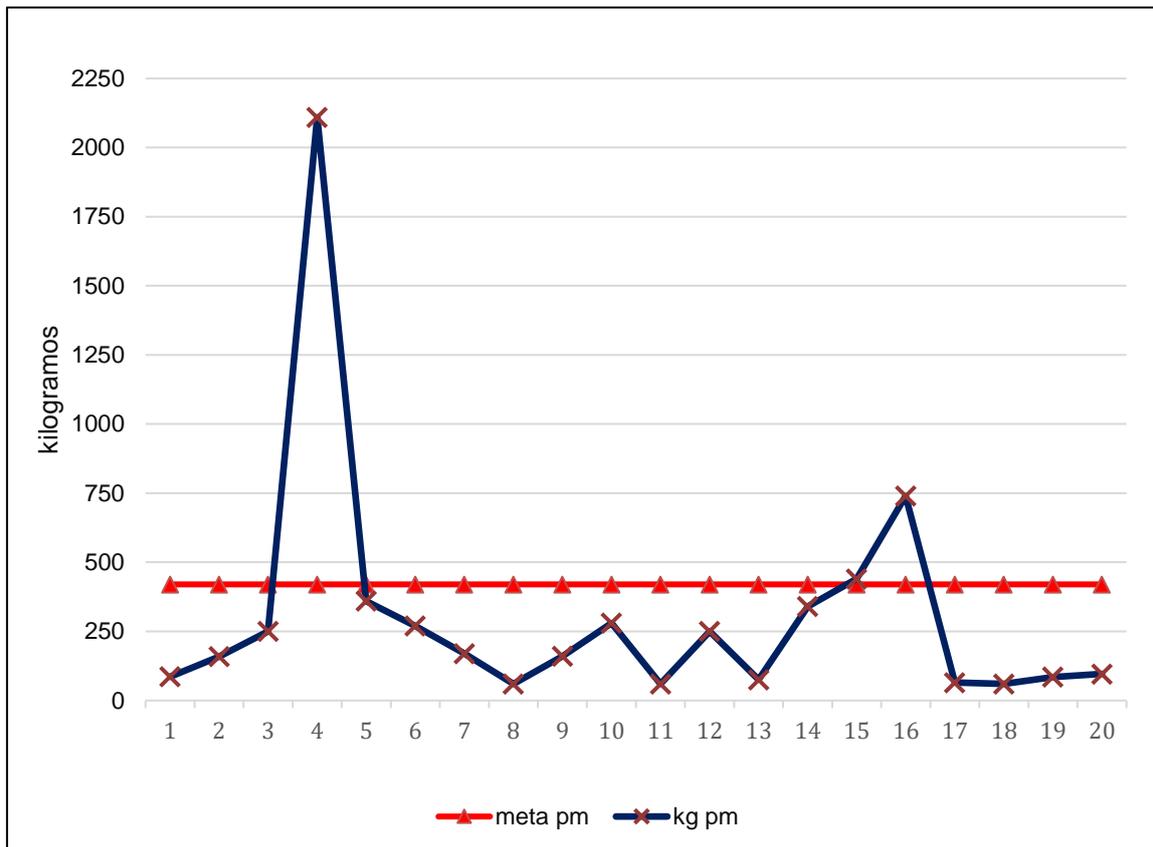


Figura 8: Remanente de *tundish* julio

Fuente: Elaboración propia

En la figura 8, se puede apreciar el seguimiento realizado en cuando a las pérdidas de acero en el *tundish* que se registra de manera diaria en el sistema nivel dos de la Empresa siderúrgica S.A., donde se aprecia la evolución diaria de la pérdida de acero líquido en el área de colada continua el cual según los datos proporcionados desde el día 1 al 20 de Julio, en el presente gráfico se resalta una reducción de pérdida metálica representada en kilogramos/día la cual está bajo la meta (420 kg/día) durante ese periodo, a excepción de los días 4 y 16 de julio que no se cumplió la meta por motivos que durante el proceso de solidificación el elemento químico del plomo generó inestabilidad del proceso.

Por último, en la cuarta etapa que es la de actuar; se adoptaron acciones oportunas para prevenir la recurrencia de tener pérdidas metálicas con valores por encima de la meta mensual, como la capacitación a los líderes de cada área de producción (figura 17 del Anexo 6), monitorear el indicador de pérdida de acero de manera diaria, llenar registro datos de acero perdido durante el proceso.

4.3 Evaluar el resultado después de haber realizado la implementación de la metodología PDCA para optimizar la productividad de palanquilla del área de colada de una empresa siderúrgica, Chimbote-2020.

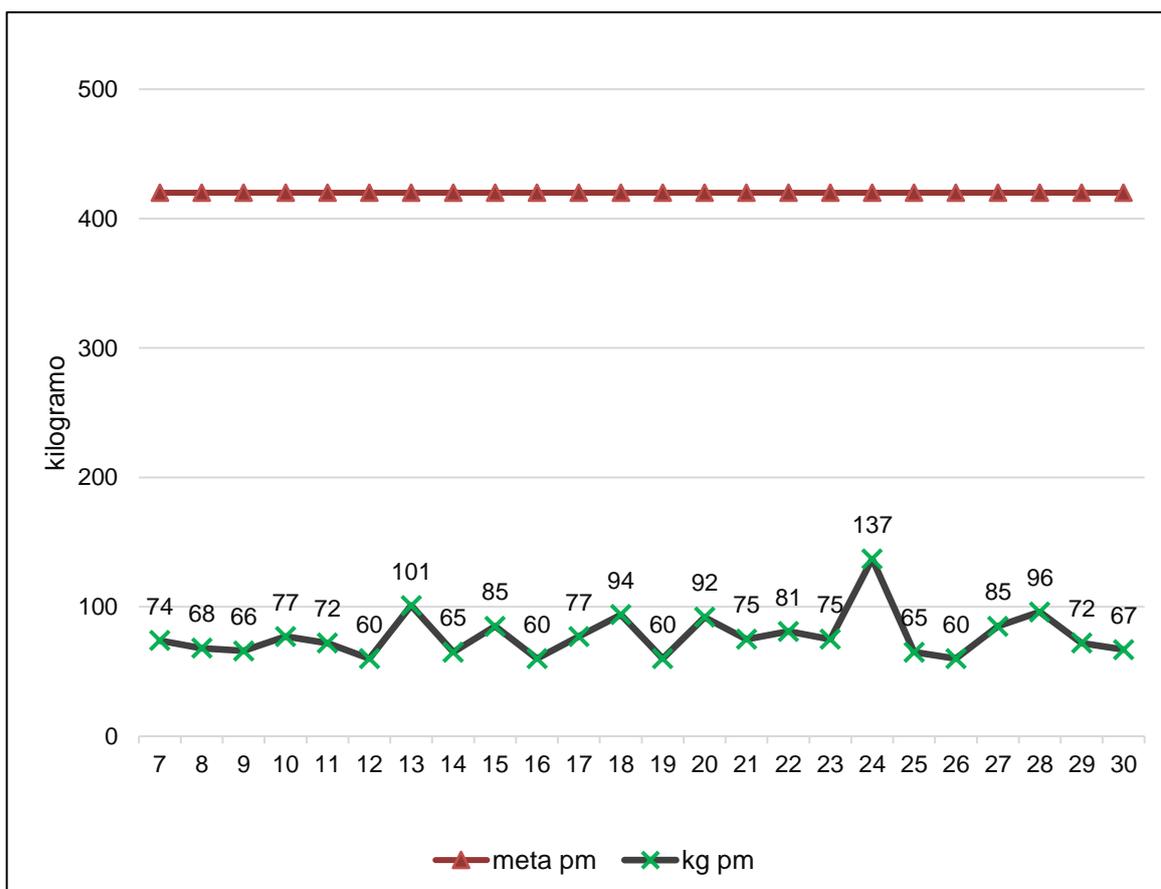


Figura 9: Remanente de *tundish* agosto

Fuente: Elaboración propia

La figura 9 muestra una evolución más estable de la pérdida de acero que se venía dando, posterior a la aplicación de la mejora continua en el proceso y el control de los indicadores que están llevando lo líderes de las áreas productivas, ello se puede apreciar en la figura como es el comportamiento diario de la pérdida metálica durante el periodo del 7 al 30 de agosto, que está debajo de la meta diaria.

Tabla 8: Comparación de eficiencia antes y después de la aplicación de la metodología PDCA

Días (Ene – Set) 2020	Eficiencia antes	Eficiencia después
1	0.886	1.000
2	0.935	0.976
3	0.905	0.976
4	0.905	0.976
5	0.905	0.976
6	0.905	0.953
7	0.929	0.976
8	0.886	0.976
9	0.913	0.952
10	0.905	0.976
11	0.905	0.976
12	0.905	0.976
13	0.905	0.953
14	0.929	0.976
15	0.909	0.976
16	0.913	0.976
17	0.905	0.976
18	0.905	1.000
19	0.905	0.976
20	0.905	0.976
21	0.905	0.976
22	0.909	0.976
23	0.891	0.952
24	0.952	0.976
25	0.952	1.000
26	0.952	0.976
27	0.905	1.000
28	0.905	0.976
29	0.864	0.976
30	0.913	0.952
Promedio	0.910	0.975

Fuente: elaboración propia

Tabla 9: Comparación de eficacia antes y después de la aplicación de la metodología PDCA

Días (Ene – Set) 2020	Eficacia antes	Eficacia después
1	0.899	1.094
2	0.948	0.978
3	0.918	1.028
4	0.918	1.084
5	0.918	0.852
6	0.918	0.944
7	0.942	1.042
8	0.899	1.127
9	0.926	1.083
10	0.918	1.107
11	0.918	1.027
12	0.918	0.886
13	0.918	1.131
14	0.942	1.071
15	0.922	0.941
16	0.926	1.067
17	0.918	1.135
18	0.918	0.948
19	0.918	1.076
20	0.918	1.139
21	0.918	1.073
22	0.922	1.046
23	0.904	0.643
24	0.966	0.880
25	0.966	1.040
26	0.966	0.975
27	0.918	1.018
28	0.918	1.151
29	0.876	1.113
30	0.926	1.089
Promedio	0.923	1.026

Fuente: elaboración propia

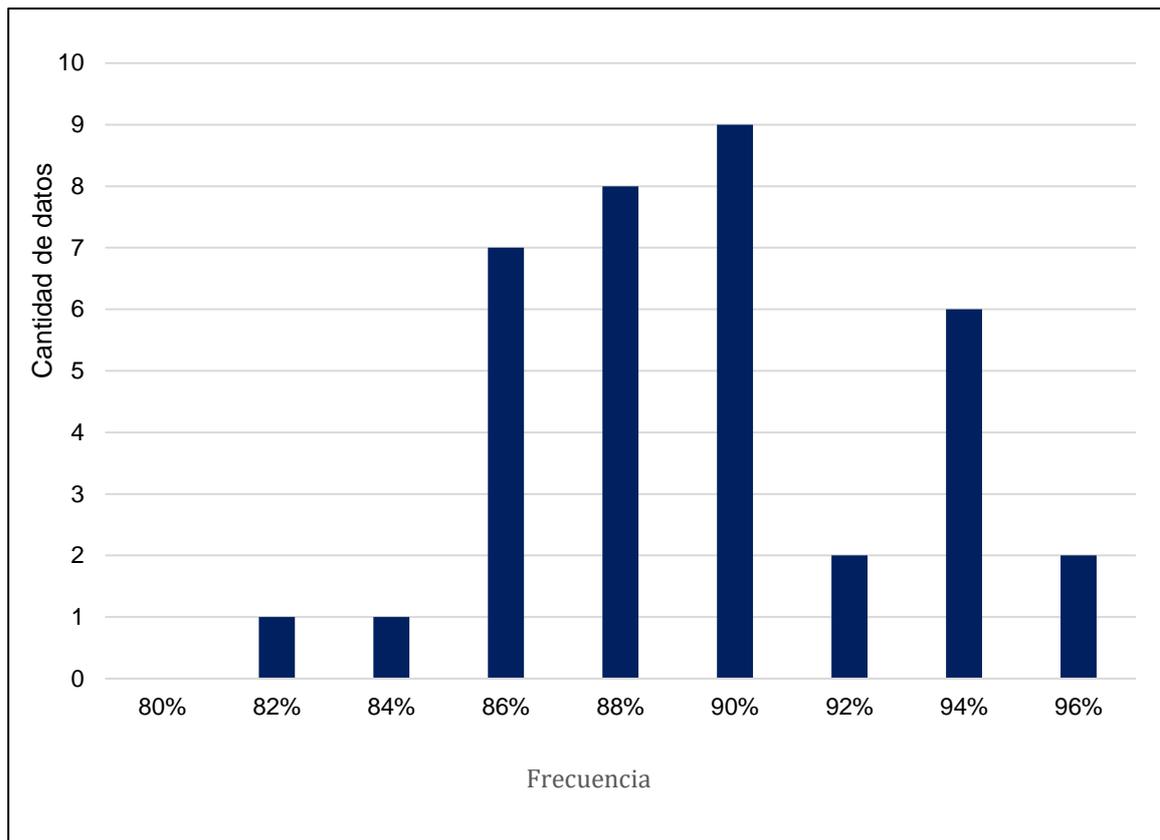


Figura 10: Rendimiento metálico agosto

Fuente: Elaboración propia

La figura 10, muestra los resultados de los lotes de producción analizados en cuanto a rendimiento de acero producido, en dicha figura se puede apreciar que la tendencia de los datos presenta una inclinación más a la derecha (mayor a 86%) lo que hace indicar que hay un mejor aprovechamiento de la materia prima (chatarra), ello se ve reflejado en que se tiene valores por encima de 88%.

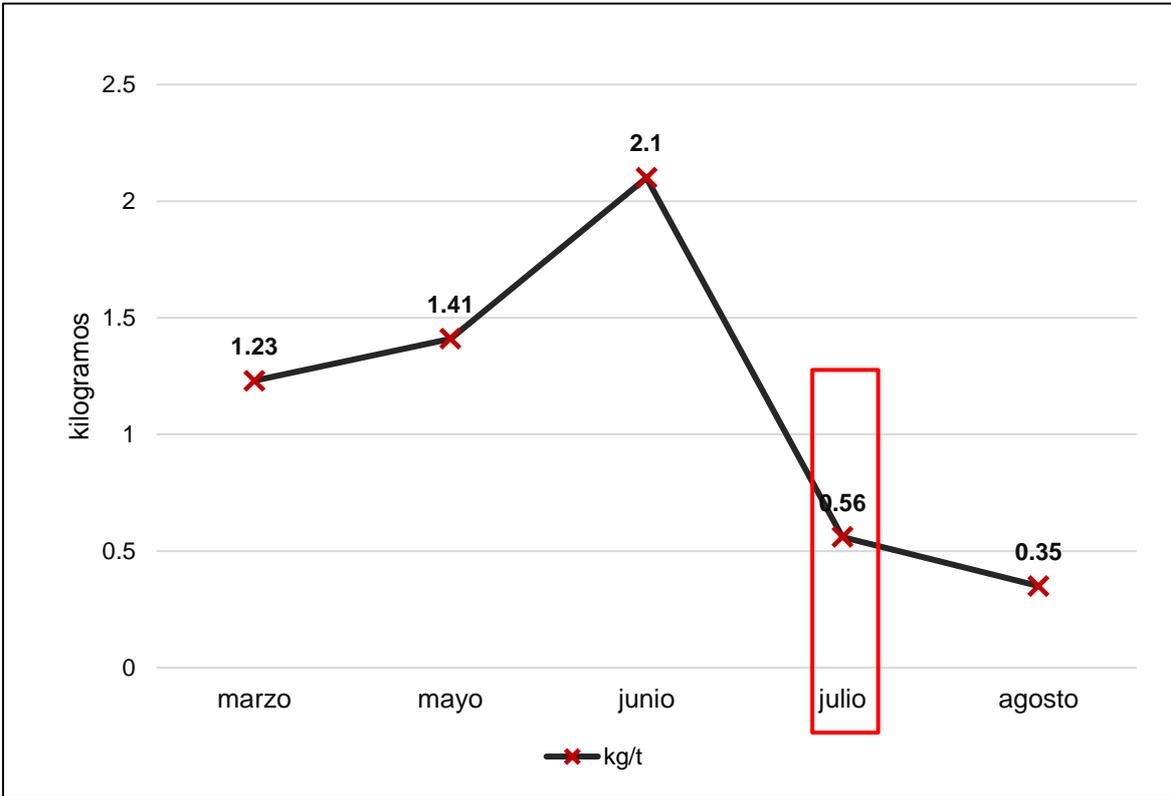


Figura 11: Evolución de pérdida de acero

Fuente: Elaboración propia

En la figura 11 se muestra la evolución de la pérdida de acero en kilogramo por tonelada de acero producido, ello muestra el resultado mensual de los meses de marzo hasta junio donde no se tenía un control de dicha pérdida, y de los meses de julio y agosto cuando se implementó la mejora en el proceso productivo, el impacto en kilogramo producido se vio reducido significativamente lográndose aminorar la pérdida metálica antes de la mejora de 1.32 a 0.45 kilogramos de acero producido ello logrado a la mejora realizada

V. DISCUSIÓN

La presente investigación tuvo como objetivo principal la determinación del efecto de la Implementación de la metodología PDCA en la optimización de la productividad del área de colada continua de una empresa siderúrgica, donde se llegó utilizar las herramientas de la metodología como planificar, hacer, verificar y actuar. De acuerdo con los resultados encontrados en la presente investigación y comparándolos con resultados de otras investigaciones se indica lo siguiente:

De acuerdo a los resultados conseguidos, queda demostrado que con la implementación de la metodología PDCA se llegó a incrementar la productividad de manera positiva del área de colada continua en una empresa siderúrgica en donde se aplicaron diversos instrumentos para analizar datos, como el diagrama de Pareto que permitió identificar el factor o los factores que ocasionan la mayor cantidad de las interrupciones que afectan su proceso productivo de acero sólido que son: las temperaturas de envío de acero líquido fuera de estándar y el cierre de las líneas (moldes sin fondo de sección transversal cuadrada) estos dos tipos de interrupciones principales representaron el 42% de un total de diez tipos de interrupciones identificados y lo restante (8 fallas) esta representada por el 58%, y en base a los resultados del presente proyecto de investigación se plantearon mejoras que consiguieron incrementar la productividad del área colada continua, donde se concuerda con Valenzuela (2018) quien aplicó la herramienta del diagrama de Pareto, logrando identificar los problemas críticos y los motivos que ocasionan los deficiencias en el área de premezclado. Así mismo los datos presentados tiene coherencia con la investigación realizada por Llamuca y Moyón (2019) quienes a través de la evaluación del estado inicial se reveló los factores que perjudican el proceso de elaboración y para neutralizar esta problemática se diseñó un programa de mejora continúa empleando el instrumento de gestión PHVA. Del mismo modo coincide parcialmente con Huayna y Valiente (2018) quienes realizaron el seguimiento de los indicadores de gestión, que midió los 2 meses considerados en el diagnóstico, los meses en los que el proyecto se puso en marcha y la comparación con los meses anteriores.

Se aplicó la metodología PDCA en el área de colada continua, debido que respeta una estructura clara de los pasos del ciclo de Deming (planificar, hacer, verificar y actuar) que ayudaron a llevar un mejor control de los indicadores de gestión relacionadas con la baja productividad y con ello se logró aminorar las pérdidas metálicas del acero, de este modo se coincide con Rojas (2015) quien al definir los lineamientos indispensables decidió emplear la metodología PHVA para desarrollar e implementar el sistema de mejora continua, porque tiene fácil estructura de pasos a ejecutar. Así mismo tiene coherencia con Ortiz (2018) quien indica que el instrumento utilizado denominado Círculo de Deming – PDCA se vincula con los procedimientos de la compañía. Del mismo modo guarda relación con Ayuni y Matheus (2015) indicando que la mejor opción para solucionar los problemas detectados en la empresa es el empleo de la metodología PHVA, con la cual consiguieron instaurar un camino lógico y ordenado para la obtención de las actividades de mejora, como parte de esta metodología se emplearon diversas herramientas de calidad que posibilitaron evidenciar con claridad el estado inicial de la empresa.

Se evaluó las mejoras obtenidas después de la implementación de la metodología PDCA en el área de colada continua donde se obtuvo los resultados, una eficacia del 102.6% y una eficiencia de 97.5% este resultado coincide con Apaza y Sauñe (2019), quienes al implementar los planes de mejora obtuvieron una eficacia de 51.75%, la eficiencia en un 76.05% y la efectividad un 39.49%. Con estas valoraciones se consiguió incrementar en un 5.84% su productividad. Del mismo modo coincide con la investigación realizada por Quiroz (2019), que después de la implementación de la metodología PDCA logra mejorar su servicio de operaciones en cuanto a la eficiencia y eficacia que se brinda al cliente de 1.67 a 2.67, así mismo tiene coherencia con Cocachi y Salas (2019) quienes concluyeron que para el cumplimiento del objetivo se tomó en base de los indicadores de gestión; por ello, para el periodo final, se evaluó la eficacia total obteniendo un resultado de 51.75% (incremento del 36.29%), la eficiencia total se obtuvo un valor de 76.05% (incremento del 59.80%) y la efectividad total resultó un porcentaje de 39.49%, también concuerda con Valenzuela (2018), quien demostró como el Ciclo PDCA

mejora la productividad en el área de premezclado con el cumplimiento de los objetivos específicos demostró estadísticamente que la dimensión y la variable tienen buena relación en el aumento de la eficiencia y eficacia en un 12.98% y 8.34% respectivamente

Así mismo se evaluó los resultados obtenidos permitiendo demostrar que al implementar la metodología PDCA en el proceso de palanquillas permitió obtener mejoras en la productividad del área de colada continua de una empresa siderúrgica, consiguiendo incrementarla en 16.06% coincidiendo con Valenzuela (2018) que evaluó cómo aplicando el ciclo PHVA en el proceso de agregados mejoró la productividad en el área de premezclado, empresa Concremax S.A. obtuvo un incremento en la productividad de 17.06%. Así mismo coincide con Quispe y Roldan (2018), quienes con la mejora de método de trabajo consiguieron incrementar la productividad del proceso de laminación en 1.5% demostrando la presencia de diferencias relevantes entre la productividad antes y después a la mejora. Además, tiene coherencia con Hildebrando (2018) quien aplicó la metodología PHVA en el área de producción de la empresa DISCOPHER SAC logrando incrementar la productividad en 20.4%. Del mismo modo concuerda con Flores y Mas (2015) quienes indican que al implementar las mejoras planteadas lograron aumentar la productividad total de 0.213 a 0.219, también lograron incrementar el índice de productividad de la empresa de 1.70 a 1.75.

Del mismo modo se evaluó los resultados referido a las pérdidas metálicas que se tienen en el área de colada continua lográndose aminorar este indicador de gestión de pérdidas metálicas en 0.86 kilogramos por tonelada de acero sólido producido, este resultado guarda relación con Calderón (2019) quien utilizó la herramienta de calidad (PDCA) en el área de envasado de la empresa de bebidas gasificadas y logró reducir el porcentaje de mermas a 0.17%, indicando que la aplicación de la herramienta brinda mejoras en los procesos que se ejecutan, del mismo modo coincide con Aliaga (2015) quien ha evidenciado que involucrando al personal administrativo como a los operadores del área de producción obtienes enormes

mejoras como la instalación del “Guiador de galletas” lo que permitió reducir un 49% los desperdicios en las cintas de enfriamiento y con la implementación de cartas de control logró disminuir las pérdidas de cada familia, permitiendo mejorar el control del proceso estimando una reducción inicial del 33% de los desperdicios de la familia 1, con el tiempo se espera conseguir reducir más el porcentaje de desperdicios, de igual modo coincide con Ortiz (2018) quien concluyo que la aplicación de la metodología PDCA logró mejorar la productividad del área de habilitado de vigas logrando que la organización incremente su rentabilidad.

VI. CONCLUSIONES

La presente investigación demuestra que las variables en estudio están relacionadas entre sí, concluyendo lo siguiente:

6.1 En base al objetivo general, ha quedado demostrado que ambas variables tienen una correlación favorable; es decir, que la metodología PDCA en el área de colada continua mejoró notablemente la productividad logrando alcanzar como resultado un incremento del 16.05% con respecto a la productividad del área antes de la implementación de la metodología PDCA.

6.2 Por medio del diagnóstico situacional realizado en la empresa siderúrgica se llegó a la conclusión que existen deficiencias en el control de las pérdidas metálicas realizadas por los operadores del área de colada continua, impactando notablemente en el indicador del rendimiento de acero producido.

6.3 Después de definir los lineamientos necesarios sobre el empleo de una mejora a realizar en el área de colada continua, se decidió implementar la metodología PDCA para el desarrollo y ejecución de un sistema de mejora continua, por su fácil estructura de pasos, en la cual han intervenido la totalidad de los niveles de la empresa siderúrgica para el desarrollo y su aplicación.

Con la implementación de la metodología PDCA se logró aumentar la productividad del área de producción colada continua de la empresa Siderúrgica logrando incrementar después de la mejora un 2.2% sobre el resultado mensual, esta ganancia significa 200 toneladas más cada fin de mes.

6.4 En la evaluación del resultado después de la implementación de la metodología PDCA con el fin de optimizar la productividad de palanquilla del área de colada de una empresa siderúrgica, se ha logrado una mejora con respecto a la variable relacionada con la eficiencia lográndose un 10.5% de tiempo programado para producir en comparación al mes antes de la mejora.

VII. RECOMENDACIONES

De acuerdo con la investigación que se realizó se recomienda continuar con la aplicación de manera constante y permanente con la metodología PDCA, de manera que los cambios obtenidos sean constantes, por esta razón la implementación de la metodología en las demás áreas de producción también será constante.

Cumplir de manera periódica con el control de las pérdidas metálicas de *tundish* originadas durante el proceso productivo, manteniendo sus indicadores de gestión, todo esto con el fin de descubrir las deficiencias que se puedan estar presentando en su proceso productivo, identificando sus causas y las correctas acciones de control.

Desarrollar auditorías de manera mensual con la finalidad de supervisar si se mantienen los resultados alcanzados después de establecer la estrategia de la mejora continua, para luego fomentar una cultura en todos los niveles de la empresa siderúrgica para consolidar la continuidad y sostenibilidad de las mejoras logradas en la presente tesis.

Realizar el seguimiento a la actualización de los procedimientos de rutina y registros de datos que proporcionen el soporte eficiente a los procesos con la finalidad de tener información disponible y poder mantener el conocimiento logrado durante el proceso de la implementación.

Incluir en el programa de capacitaciones periódicas temas enfocados en la mejora continua del proceso, del mismo modo a los colaboradores forman parte fundamental de la empresa, lo cual fortalecerá sus habilidades y competencias, asimismo medir la eficacia de las capacitaciones, para ello se debe capacitar a todo el personal tanto de operación como de mantenimiento en la metodología PDCA.

Modificar el plano de fabricación de *tundish* con masa refractaria para un mejor diseño para luego difundirlo a los colaboradores del área de apoyo de acería, colada continua.

REFERENCIAS

- ALARCÓN Gavilanes, Juan Carlos. 2017. *Modelo de mejora continua basado en procesos y su impacto en la calidad de los servicios que perciben los clientes de la empresa de servicios ServiFreno de la ciudad de Quito - Ecuador*. Lima: s.n., 2017.
- ALBERT Gómez, María José. 2007. *La investigación educativa: clases teóricas*. Madrid: Mc Graw-Hill, 2007. ISBN: 978-84-481-5942-9.
- APAZA Chipana, Pamela Milagros y Sauñe Palacios, Paola Estefany. 2019. *Mejora de la Productividad en la Empresa IC Industrial SRL mediante la metodología PHVA*. Lima - Perú : s.n., 2019.
- ARIAS, Fidias G. 2016. *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica*. Caracas: Ediciones El Pasillo 2011, 2016. ISBN: 980-07-8529-9.
- AYUNI Campos, Denisse Irene y Matheus Diaz, Annie de los Milagros. 2015. *Sistema de la mejora continua de la Empresa Arnao S.A.C. bajo la Metodología PHVA*. Lima - Perú : s.n., 2015.
- BUZÓN Quijada, Jose Antonio. 2019. *Lean Manufacturing*. s.l. : Editorial Elearning S.L., 2019. ISBN: 978-84-17814-90-8.
- CALDERON Torres, Jose Luis. 2019. *Aplicación del ciclo de DEMING para incrementar la productividad reduciendo las mermas de preformas de bebidas gasificadas en Arca Continental Lindley - planta Trujillo*. Trujillo: s.n., 2019.
- CARRO Paz, Roberto y González Gómez, Daniel. 2012. *Administración de la calidad Total*.
- CASTELLANOS Martel, Iván Alex. 2018. *El Ciclo Deming para mejorar la productividad en los procesos de una empresa textil*. Huancayo: s.n., 2018.
- CHALÉN Ramírez, Janner Fernando. 2017. *Aplicación de un modelo de gestión por procesos mediante la metodología PHVA para la optimización de procesos en la empresa XOMER Cia. Ltda. de la ciudad de Riobamba*. Riobamba : s.n., 2017.
- CRUELLES Ruiz, José Agustín. 2012. *Productividad e incentivos: Cómo hacer que los tiempos de fabricación se cumplan*. Barcelona: Marcombo ediciones técnicas, 2012. ISBN: 978-84-267-2036-8.

CRUZ del Castillo, Cinthia, Gonzáles García, Martín y Olivares Orozco, Socorro. 2014. *Metodología de la Investigación*. S.l.: Grupo editorial Patria S.A., 2014. Vol. 1era edición. 978-607-438-876-3.

CUATRECASAS Arbós, Lluís. 2012. *Gestión de la calidad total*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 2012. 978-84-9969-353.8.

DELERS, Antoine. 2016. *La filosofía del Kaizen: pequeños cambios con grandes consecuencias*. España: 50 minutos.es, 2016. ISBN: 978-2806276490.

DÍAZ Narváez, Víctor Patricio. 2009. *Metodología de la investigación científica y bioestadística para profesionales y estudiantes de ciencias de la salud*. Segunda edición. Santiago: RIL editores, 2009. ISBN: 978-956-284-685-1.

ENRÍQUEZ Berciano, Jose Luis, Tremps Guerra, Enrique y Fernández Segovia, Daniel. 2009. *Colada continua*. Madrid: s.n., 2009.

FERNÁNDEZ García, Ricardo. 2010. *La mejora de la productividad en la pequeña y mediana empresa*. San Vicente: Imp. Gamma, 2010. ISBN: 978-84-8454-978-9.

FLEITMAN, Jack. 2007. *Evaluación integral para implantar modelos de calidad*. Santa Cruz: Editorial Pax México, 2007. ISBN: 976-968-860-920-0.

FLORES Guivar, Elizabeth y Mas Cruz , Arianna. 2015. *Aplicación de la metodología PHVA para la mejora de la productividad en el área de producción de la Empresa Kar & Ma S.A.C.* 2015.

FUENTES Sayas, Leonela Leonor. 2017. *Aplicación de Kaizen para incrementar la productividad del área de pre-producción de una empresa textil, ATE*. 2017. Lima: 2017.

GEORG Gartner, Karl Rehrl. 2008. *Location based services and telecartography II*. Salzburg: Springer-Verlag, 2008. ISBN: 978-3-540-87392-1.

GÓMEZ M., Marcelo. 2006. *Introducción a la metodología de la investigación científica*. 1º Edición. Córdoba: Editorial Brujas, 2006. ISBN: 987-591-026-0.

GONZÁLES Gaya, Cristina, Domingo Navas, Rosario y Sebastián Pérez, Miguel Ángel. 2013. *Técnica de mejora de la calidad*. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2013. ISBN: 978-84-362-6641-2.

GONZÁLEZ Ortiz, Óscar Claret y Arciniegas Ortiz, Jaime Alfonso. 2016. *Sistema de gestión de la calidad: Teoría y práctica bajo la norma ISO*. Bogotá: Ecoe ediciones, 2016. 978-958-771-300-8.

GUTIÉRREZ Pulido, Humberto. 2014. *Calidad total y productividad*. Cuarta edición. México: Mc Graw Hill, 2014. ISBN: 9786071511485.

GUTIÉRREZ Pulido, Humberto y De la Vara Salazar, Román. 2013. *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma*. Tercera edición. México: Mc Graw Hill, 2013. ISBN: 978-607-15-0929-1.

GROVES, Robert M., y otros. 2009. *Survey methodology*. Second edition. New Jersey: John Wiley and Sons, INC. Publication, 2009. ISBN: 978-0-470-46546-2.

HERNANDEZ Matías , Juan Carlos y Vizán Idiopé, Antonio. 2013. *Lean manufacturing: Conceptos, técnicas e implementación*. Madrid : s.n., 2013. ISBN: 978-84-15061-40-3.

HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto, Fernández Collado, Carlos y Baptista Lucio, Pilar del Pilar. 2014. *Metodología de la investigación*. 6ta edición. México: Mc Graw Hill Education, 2014. 978-1-4562-2396-0.

KRAJEWSKI, Lee J., Ritzman, Larry p: y Malhotra, Manoj K. 2008. *Administración de Operaciones: Procesos de cadenas de valor*. [ed.] Luis Miguel Cruz Castillo. Octava edición. México: Pearson Education, 2008. ISBN: 978-970-26-1217-9.

KUCKARTZ, Udo. 2014. *Qualitative Text analysis*. Los Angeles: SAGE Publications Ltd, 2014. ISBN: 978-1-4462-6774-5.

KUMAR Ray, Ranjit. 2014. *Research methodology: a step-by-step guide for beginners*. New Delhi: SAGE publications Ltd, 2014. ISBN: 978-1-4462-6996-1.

KUMAR, Ravinder. 2019. *Kaizen a tool for continuous quality improvement in Indian manufacturing organization*. India : s.n., January de 2019, International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences, Vol. 4, 2

LERMA González, Héctor Daniel. 2009. *Metodología de la investigación: Propuesta, anteproyecto y proyecto*. Cuarta edición. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2009. ISBN: 978-958-648-602-6.

LLAMUCA Llanga, Jenny Paola y Moyón Moyón, Laura Maritza. 2019. *Implementación de la Metodología PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar) para Incrementar la Productividad en la línea de Producción de casco de Seguridad de uso Industrial en la Empresa Halley Corporación*. Riobamba - Ecuador : 2019.

MARTIN, Karen y Osterling, Mike. 2014. *The Kaizen event planner: achieving rapid improvement in office, service and technical environments*. New York: Productivity Press, 2014. ISBN: 978-1-4398-2782-6.

MIRANDA Espinoza, Karina Elizabeth. 2015. *Diseño de mejoramiento en los procedimientos de la línea de tubos de horno aplicando en círculo de Deming en la empresa Mabe S.A*. Guayaquil 2015.

MÜNCH Galindo, Lourdes. 2010. *Administración Gestión organizacional, enfoques y proceso administrativo*. [ed.] Pablo Miguel Guerrero Rosas. Naucalpan de Juárez: Pearson, 2010. ISBN: 978-607-442-389-1.

NAVARRO Albert, Eduardo, Gisbert Soler, Victor y Pérez Molina, Ana Isabel. 2017. *Metodología e implementación de Six Sigma*. 2017, 3C Empresa: investigación y pensamiento crítico.

NAVARRO Chávez, César Lenin. 2014. *Epistemología y Metodología*. Azcapotzalco: Grupo editorial Patria, 2014. ISBN: 978-607-438-864-0.

ORTIZ Juarez, Nicole Linda. 2018. *Aplicación del PDCA para mejorar la productividad de piezas metálicas en el área de habilitado de vigas de la Empresa FAMINMA Contratistas Generales S.A.C., Callao, 2018*. Lima : s.n., 2018.

PATEL, Pratik M. y Deshpande, Vivek A. 2017. I, Enero de 2017. *Application of Plan-Do-Check-Act cycle for quality and productivity improvement - A review.*, International Journal for Research in Applied Science & Engineering, Vol. 5, págs. 197 - 201. ISSN: 2321-965.

QUIROZ Cuadros, Miguel Angel. 2019. *Implementación de la Metodología PHVA para incrementar la Productividad en una Empresa de Servicios*. Lima : s.n., 2019.

QUISPE Ortega, Esthefanie Joanne y Roldan Luna, Shesira Saraí. 2018. *Mejora de método de trabajo para incrementar la productividad del proceso de laminación de laminación del tren modulador 1 en la Empresa Siderúrgica del Perú S.A.A.* Chimbote: 2018.

QUIÑONES Villa, Nicolas y Salinas Gamboa, Claudia. 2016. *Sistema de mejora continua en el área de producción de la Empresa Textiles Betex S.A.C. utilizando la metodología PHVA*. 2016.

RAJASEKARAN, V. y Laltha, R. 2011. *Cost Accounting*. Delhi: Dorling Kindersley (India), 2011. ISBN: 978-81-317-3207-6.

RAMOS Matta, Pedro. 2016. *El impacto de la herramienta "PDCA" en los niveles de ventas de una empresa del sector construcción en Lima - Perú*. Lima : , 2016.

RODRIGUEZ Moguel, Ernesto A. 2005. *Metodología de la investigación*. 5ta edición. Juárez: 2005. 968-5748-66-7.

ROJAS Álvarez, Sandra. 2015. *Propuesta de un sistema de Mejora Continua, en el proceso de producción de productos de plástico domésticos aplicando la metodología PHVA*. Lima: 2015.

SARATHI Bishnu, Partha y Bhattacharjee, Vandana. 2018. *Data Analysis: Using statistics and probability with R Language*. Delhi: Asoke K. Ghosh, 2018. ISBN: 978-93-87472-65-5.

The Institute of Chartered Accountants of India (Set up by an Act of Parliament). 2010. *Cost accounting and financial management*. India: Sahitya Bhawan Publications, 2010. Vol. Volume II. ISBN: 978-81-8441-302-1.

TORO López, Francisco J. 2016. *Costos ABC y presupuestos: herramientas para la productividad*. Segunda edición. Bogotá: Ecoe ediciones Ltda., 2016. ISBN: 978-958-771-304-6.

VALENZUELA Bendezú, Edgard. 2018. *Aplicación del ciclo PHVA en el proceso de agregados para la mejora de la productividad en el área de premezclado, empresa Concremax S.A.* Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2018. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/22575>.

Worldsteel Association. 2020. Acerca Del Acero. *Worldsteel Association*. [En línea] Worldsteel Association, 2020. [Citado el: 18 de Abril de 2020.] Worldsteel.org/about-steel.htm

ANEXO

Anexo 1: Matriz de operacionalización de la variable

Tabla 10: Operacionalización de la variable independiente

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala
V.I. Metodología PDCA	Conforma una herramienta por excelencia para el análisis, seguimiento y mejora de los procesos y del sistema. De manera general se puede describir como la aplicación de la teoría “del control” de procesos y sistemas administrativos, utilizada actualmente para el diseño, así como en el desarrollo e implementación de sistemas de gestión de calidad (Gonzales y Arciniegas, 2016, p.24).	Es una estrategia basada en la mejora continua de la calidad, este proceso de planificación y optimización es diseñado para que las empresas u organizaciones puedan incrementar sus estándares de productividad.	Planificar	$\frac{\text{tiempo real}}{\text{tiempo cumplido}} \times 100$ % tiempo cumplido	Razón
			Hacer	$\frac{\text{producción observada}}{\text{producción inspeccionada}} \times 100$ % errores de producción	Razón
			Verificar	$\frac{\text{lotes conformes}}{\text{total de lotes de conformes}} \times 100$ % lotes de producción conforme	Razón
			Actuar	$\frac{\text{acciones correctiva}}{\text{total de obs. encontradas}} \times 100$ % de acciones correctivas	Razón

Fuente: Elaboración propia

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala
V.D. Productividad	Está relacionado con los resultados logrados en un proceso o un sistema, por lo que incrementarlo es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos, la medición resulta de valorar adecuadamente los recursos utilizados para producir o generar resultados (Gutiérrez, 2014, p.21)	Es la relación que existe entre lo producido y los recursos que son necesarios para conseguirlo. Siendo estos recursos del tipo tecnológicos, humanos o de infraestructuras.	Eficiencia	$\frac{\text{producción día}}{\text{recursos utilizados}} \times 100$	Razón
			Eficacia	$\frac{\text{producción real}}{\text{producción programada}} \times 100$	Razón
			Capacidad	$\frac{\text{producción día}}{\text{horas utilizadas}}$	Razón
			Pérdida metálica	$\frac{\text{producción día}}{\text{toneladas de mermas del día}} \times 100$	Razón

Tabla 11: Operacionalización de la variable dependiente

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Instrumento de recolección de datos

Encuesta anónima y confidencial

Ítem	Pregunta	Alternativa	
1	¿Conoce sobre la filosofía de la Mejora Continua?	Si	No
2	¿Conoce la metodología PDCA (planear, hacer, verificar, actuar)?	Si	No
3	¿Aplican la metodología PDCA (planear, hacer, verificar, actuar) en la empresa?	Si	No
4	¿Existen factores que afectan la productividad diaria del área colada continua?	Si	No
5	Si su respuesta fue "Si" indicar que factores: Equipo. <input type="text"/> Máquina. <input type="text"/>		
6	¿Se generan pérdidas metálicas durante el proceso de solidificación de palanquillas formato 100mm x 100mm o 130mm x 130mm?	Si	No
7	¿Su área cuenta con un procedimiento establecido para el proceso de solidificación de palanquilla?	Si	No
8	¿Se lleva un control de las pérdidas metálicas que se generan durante la solidificación de palanquillas?	Si	No
9	¿Considera Usted que implementar la metodología PDCA en el proceso mejorará la productividad?	Si	No
10	¿Se cumple con el programa de producción diario establecido por el área de planeamiento?	Si	No
11	¿Consideras importante la capacitación al personal sobre el proceso de producción de acero?	Si	No
12	¿Consideras necesario la capacitación al personal sobre la metodología PDCA?	Si	No
Observaciones:			

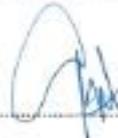
CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo Roberto Fernando Silva con
DNI 18178673, ingeniero Químico de profesión. Por medio de la presente
hago constar que he revisado con fines de validación de instrumento el cuestionario
que será aplicado a los colaboradores de la planta de acería de una empresa
siderúrgica.

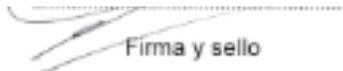
	Deficiente	Aceptable	Buena	Excelente
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido			X	
Redacción del ítem			X	
Claridad y precisión				X
Pertinencia				X

Observaciones:

.....
.....



.....
Firma y sello



.....
Firma y sello

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo Ricardo Rosel Román con
DNI 16141573, ingeniero Metalurgia de profesión. Por medio de la presente
hago constar que he revisado con fines de validación de instrumento el cuestionario
que será aplicado a los colaboradores de la planta de acería de una empresa
siderúrgica.

	Deficiente	Aceptable	Buena	Excelente
Congruencia de ítems				/
Amplitud de contenido				/
Redacción del ítem			/	
Claridad y precisión			/	
Pertinencia				/

Observaciones:

.....
.....


.....
Firma y sello

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo CARLOS MANUEL ALTAMIRANO OBESO con
DNI. 18207215, ingeniero METALURGISTA de profesión. Por medio de la presente
hago constar que he revisado con fines de validación de instrumento el cuestionario
que será aplicado a los colaboradores de la planta de acería de una empresa
siderúrgica.

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido			X	
Redacción del ítem			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

Observaciones:

.....
.....


..... 98352602

Firma y sello

Anexo 3: Calificación

Tabla 12: Calificación del ing. Paredes Silva Roberto

Criterio de validez	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Total parcial
Congruencia de ítems	1	2	3	4	3
Amplitud del contenido	1	2	3	4	3
Redacción de ítems	1	2	3	4	3
Claridad y precisión	1	2	3	4	4
Pertinencia	1	2	3	4	4
TOTAL					17

Tabla 13: Calificación del ing. Rossel Romaña Ricardo

Criterio de validez	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Total parcial
Congruencia de ítems	1	2	3	4	4
Amplitud del contenido	1	2	3	4	4
Redacción de ítems	1	2	3	4	3
Claridad y precisión	1	2	3	4	3
Pertinencia	1	2	3	4	4
TOTAL					18

Tabla 14: Calificación del ing. Altuna Obeso Carlos Manuel

Criterio de validez	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Total parcial
Congruencia de ítems	1	2	3	4	3
Amplitud del contenido	1	2	3	4	3
Redacción de ítems	1	2	3	4	3
Claridad y precisión	1	2	3	4	3
Pertinencia	1	2	3	4	3
TOTAL					15

Tabla 15: Consolidado de la calificación de expertos.

Nombre del experto	Calificación de validez	% Calificación
Ing. Paredes Silva Roberto	17	85
Ing. Rossel Romaña Ricardo	18	90
Ing. Altuna Obeso Carlos Manuel	15	75
Calificación	16.67	83.3

Tabla 16: Escala de validez de instrumento

Escala	Indicador
0.00 - 0.53	Validez nula
0.54 - 0.59	Validez baja
0.60 - 0.65	Valida
0.66 - 0.71	Muy valida
0.72 - 0.99	Excelente validez
1	Validez perfecta

Anexo 4: Herramientas básicas de la metodología PDCA

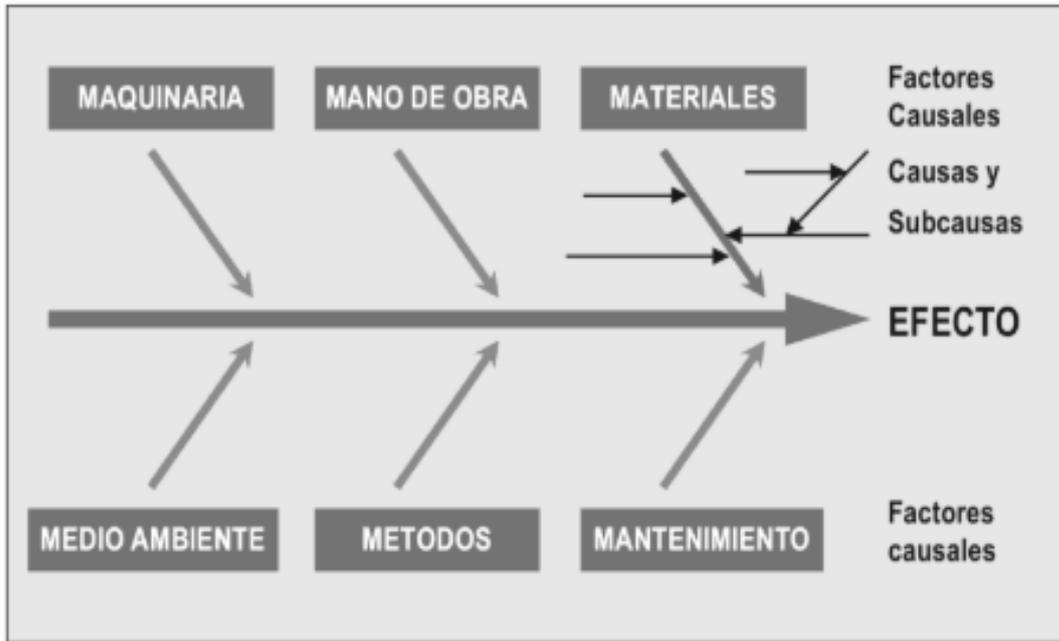


Figura 12: Diagrama de Ishikawa

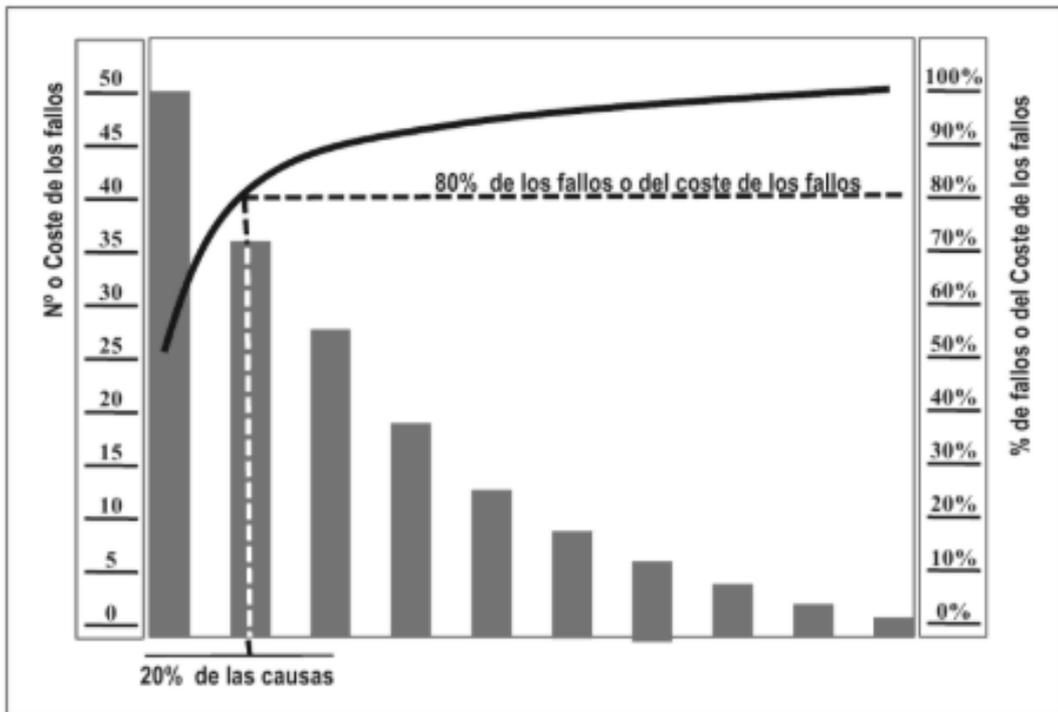


Figura 13: Diagrama de Pareto

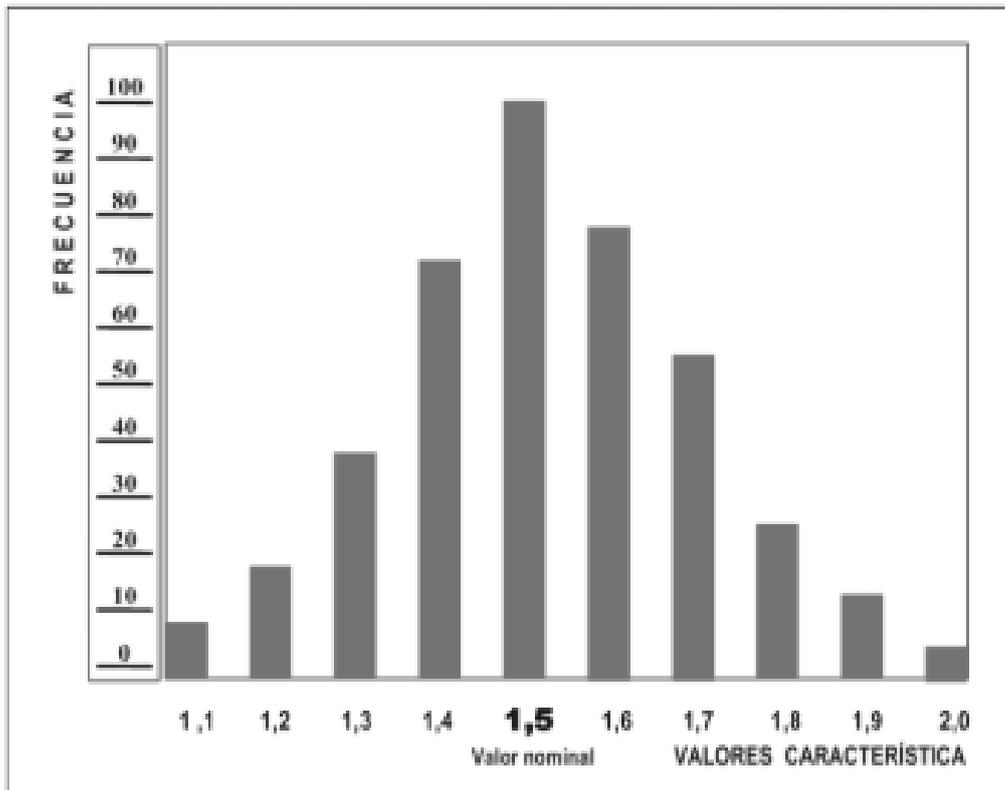


Figura 14: Histograma

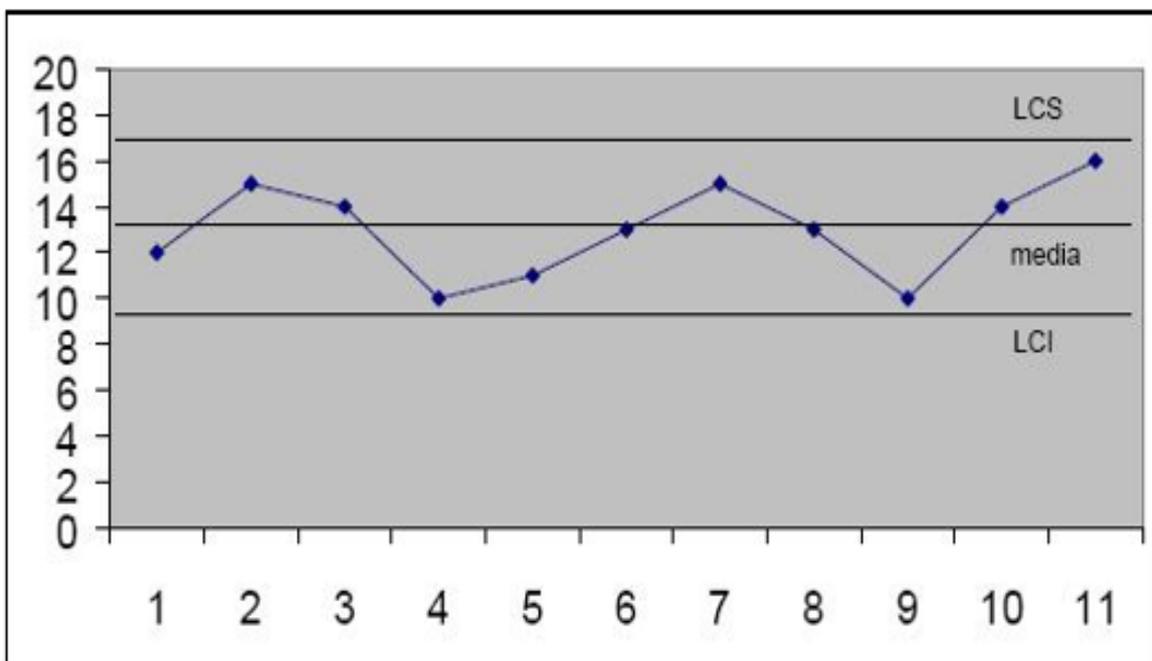


Figura 15: Gráfico de control

Anexo 5: Actividades de implementación de metodología PDCA

Equipo de Análisis Árbol de Hipótesis Tareas

Área *: ACERÍA Célula *: PROC. ACERÍA

Equipo

Miembro del equipo: Ingrese nombre de Usuario

GIANCARLO ANDRE TAGLE ESPINOZA	<input checked="" type="checkbox"/> Responsable
CARLOS MANUEL ALTUNA OBESO	<input type="checkbox"/>
JUAN PABLO YNGA GUERRERO	<input type="checkbox"/>
CESAR RUBEN VILLALOBOS ZEGARRA	<input type="checkbox"/>
CESAR ALBERTO MADRID QUEZADA	<input type="checkbox"/>
ORLANDO FELIX MUÑOZ RIVEROS	<input type="checkbox"/>
CALIXTO FORTUNATO VIDAL VASQUEZ	<input type="checkbox"/>
ABEL ASUNCION ALVA ENRIQUE	<input type="checkbox"/>
DETTMAR ALEJANDRO ZEÑAS PEREZ	<input type="checkbox"/>

Figura 16: Formación de equipo de trabajo

Fuente: empresa siderúrgica S.A.



Figura 17: Capacitación de líderes de turno.

Fuente: empresa siderúrgica S.A.

N° REGISTRO: REGISTRO DE INDUCCIÓN, CAPACITACIÓN, ENTRENAMIENTO Y SIMULACROS DE EMERGENCIA				
DATOS DEL EMPLEADOR:				
RAZÓN SOCIAL	RUC	DOMICILIO	ACTIVIDAD ECONÓMICA	N° TRABAJADORE
EMPRESA SIDERURGICA DEL PERU SAA	20402885549	Av. Antunez de Mayolo S/N*	Fabric. de Productos de Acero	
MARCAR (X)				
INDUCCIÓN	CAPACITACIÓN	ENTRENAMIENTO	SIMULACRO DE EMERGENCIA	
	X			
TEMA:		FECHA	NOMBRE DEL CAPACITADOR O ENTRENADOR	N° HORAS
Mejora Continua - Metodología PDCA		29/07/2020	Giancarlo Tagle E.	2
APELLIDOS Y NOMBRES DE LOS CAPACITADOS	CODIGO SAP / DNI	FIRMA	OBSERVACIONES	
1 C. Velasquez	99351585	[Firma]	Carls	18
2 Cesar Robalo S.	99351423	[Firma]		20
3 Cesar Rojas Terpin	1425	[Firma]		20
4 Ronald Ponce A.	99351555	[Firma]		15
5 Segundo Ferreroes Redar	99351084	[Firma]		17
6 Espinacio Sana Wilkam	99351549	[Firma]		14
7 WALTER BUDENIKH SOLIS	99350273	[Firma]		18
8 Melvin Rodriguez Cerezo	99351435	[Firma]		19
9 Cristhian Cabrera Aguirre	99352727	[Firma]		20
10 NOEL BALTA MARCO	99351011	[Firma]		17
11 Selva Muelle CIF	99351688	[Firma]		17
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
RESPONSABLE DEL REGISTRO				
NOMBRES Y APELLIDOS		CARGO	FECHA	FIRMA

Figura 18: Formato de capacitación de mejora continua.
Fuente: empresa siderúrgica S.A.

N° REGISTRO:					REGISTRO DE INDUCCIÓN, CAPACITACIÓN, ENTRENAMIENTO Y SIMULACROS DE EMERGENCIA				
DATOS DEL EMPLEADOR:									
RAZÓN SOCIAL		RUC		DOMICILIO		ACTIVIDAD ECONÓMICA		N° TRABAJADORES	
EMPRESA SIDERURGICA DEL PERU SAA		20402885549		Av. Antunez de Mayolo S/N°		Fabric. de Productos de Acero			
MARCAR (X)									
INDUCCIÓN		CAPACITACIÓN		ENTRENAMIENTO		SIMULACRO DE EMERGENCIA			
		X							
TEMA:				FECHA		NOMBRE DEL CAPACITADOR O ENTRENADOR		N° HORAS	
Mejora Continua - Metodología PDCA				02/08/2020		Carlos Altuna O.		2	
APELLIDOS Y NOMBRES DE LOS CAPACITADOS			CODIGO SAP / DNI		FIRMA		OBSERVACIONES		
1	Barrada Rexell Adnan		99352583				17		
2	RICHAR ROJO BARRIOCE		99351582				17		
3	CARLOS CARRASCO PRINCIPE		99351055				19		
4	ALEXANDER LEON M.		0895				19		
5	MORRO GUISO VEGA		99352982				18		
6	ANITA CUSINE HANDEL		99350271				15		
7	Walter Mediana M.		69351499				20		
8	Ricardo Lombardi Tulla		99350716				19		
9	MARCO A. CANCIA FLORES		99350786				17		
10	Ligand Racchunq P.		99350778				19		
11	Ceballos Crisolo esteban Poben		99352385				17		
12	DANIEL DIDAZ PEVALINOS		99351661				17		
13	ROBERTA PADILLA GIVOLI		99350201				17		
14	JUAN HUMBERTO FRISTA TAFUR		99351528				16		
15	EDWIN HUERTAS PADILLA		99350170				16		
16	Henny Sagastegui Shunnez		99350412				15		
17	RONCAYES ARMAS LEONARDO		99351416				18		
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
RESPONSABLE DEL REGISTRO									
NOMBRES Y APELLIDOS			CARGO		FECHA		FIRMA		

Figura 19: Formato de capacitación de mejora continua.
Fuente: empresa siderúrgica S.A.

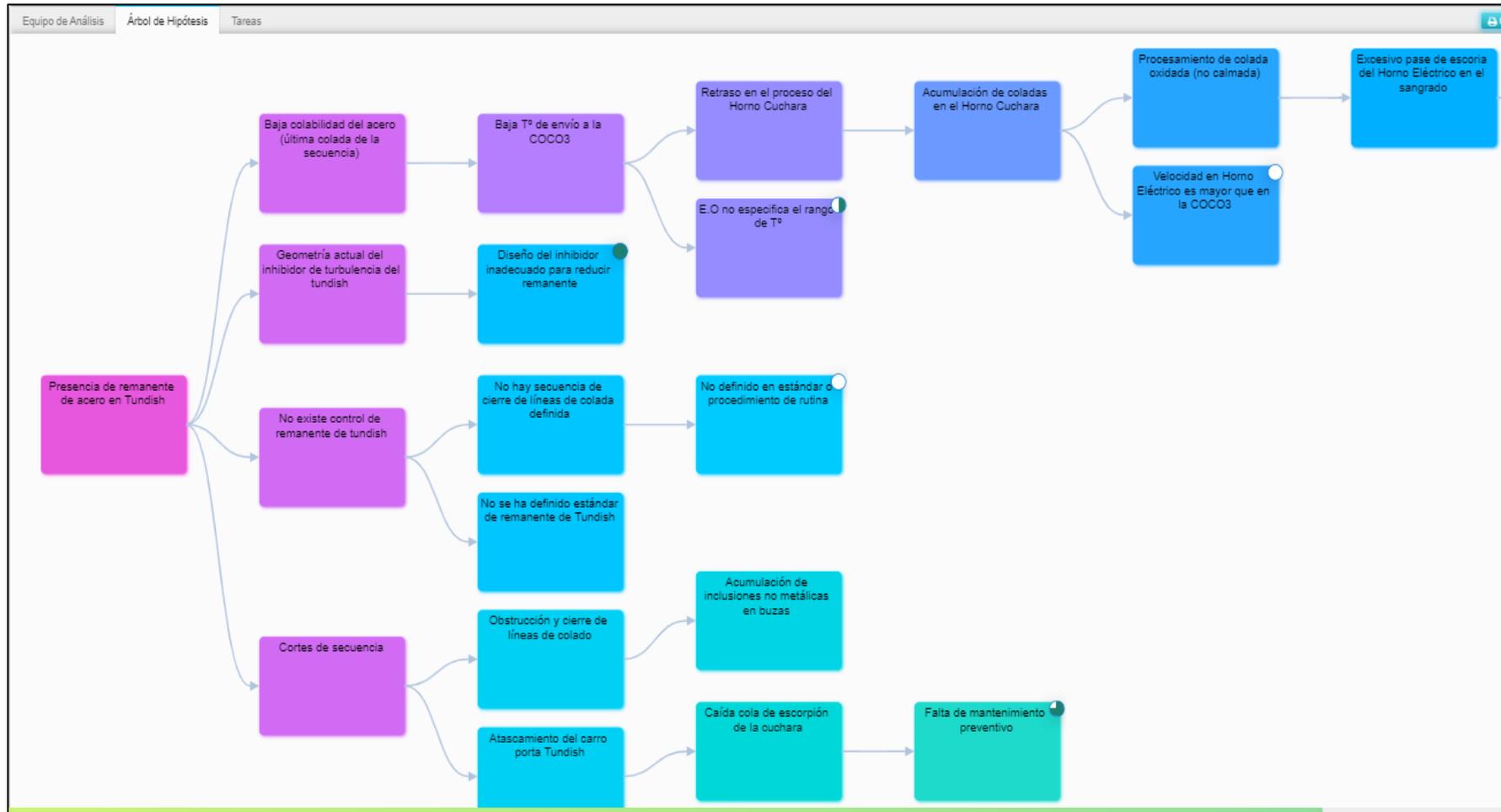


Figura 20: Árbol de hipótesis

Fuente: empresa siderúrgica S.A.

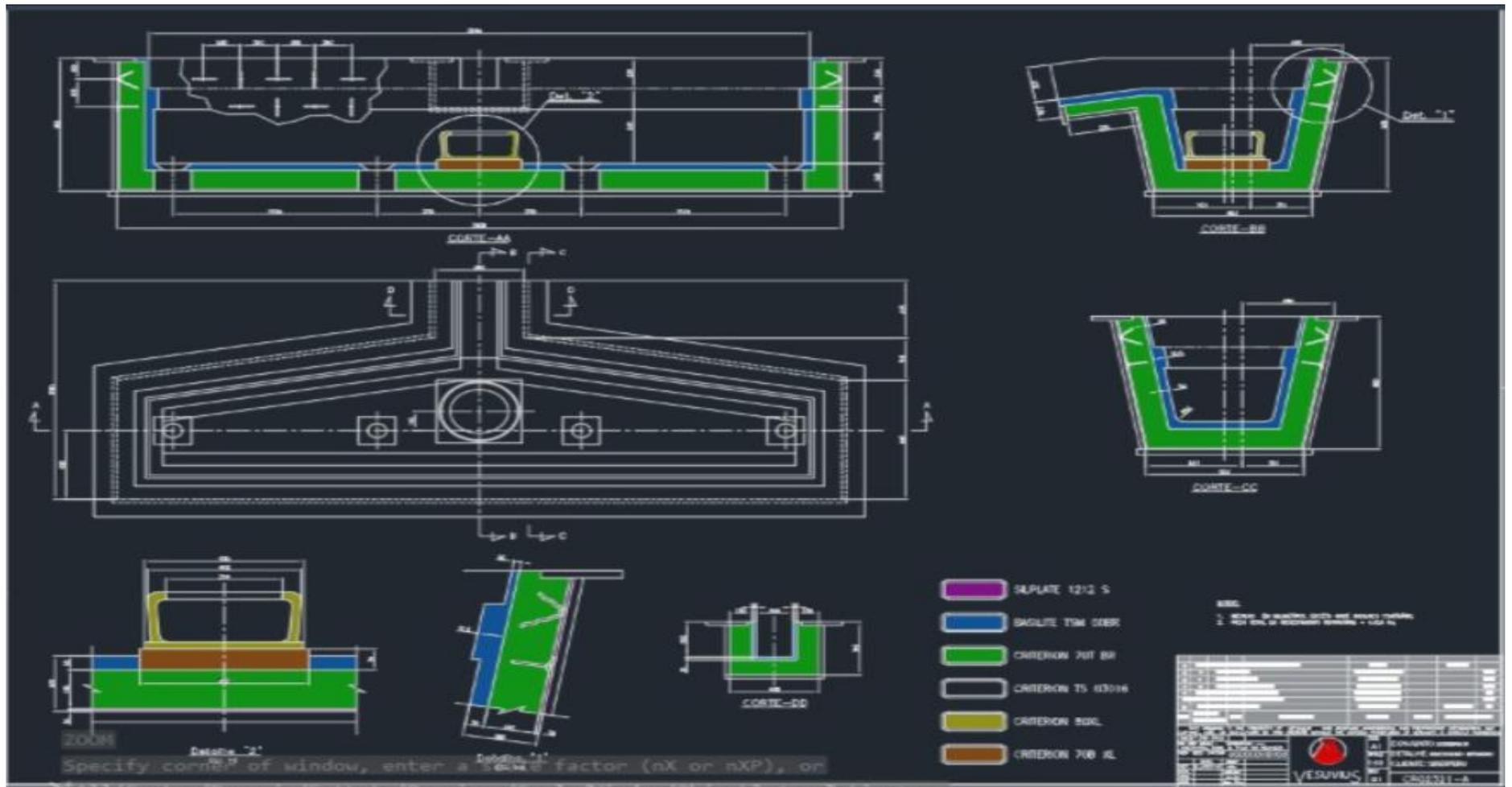


Figura 21: Medidas de construcción de contenedor de acero líquido.

Fuente: empresa siderúrgica S.A.



Figura 22: Personal de refractarios

Tabla 17: Detalle de insumos de *tundish*

Equipo	MARCA	UN.	KG/ Unid.	\$/Unid.	Stock Inicial	Stock Seg.	Stock Final	Consumo
	Placa Inferior 13.5 mm	CU	1.40	21.09	164	60	122	42
	Placa Inferior 14 mm	CU	1.40	21.09	166	60	123	43
	Placa Inferior 15 mm	CU	1.40	21.09	50	25	24	26
<i>Tundish</i> + CNC	Placa Inferior 15.5 mm	CU	1.40	21.09	40	20	28	12
	Placa Inferior 16 mm	CU	1.40	21.09	58	25	51	7
	Placa Inferior 17 mm	CU	1.40	21.09	140	60	112	28
	Placa Inferior 17.5 mm	CU	1.40	21.09	102	60	88	14

Fuente: Empresa siderúrgica S.A.

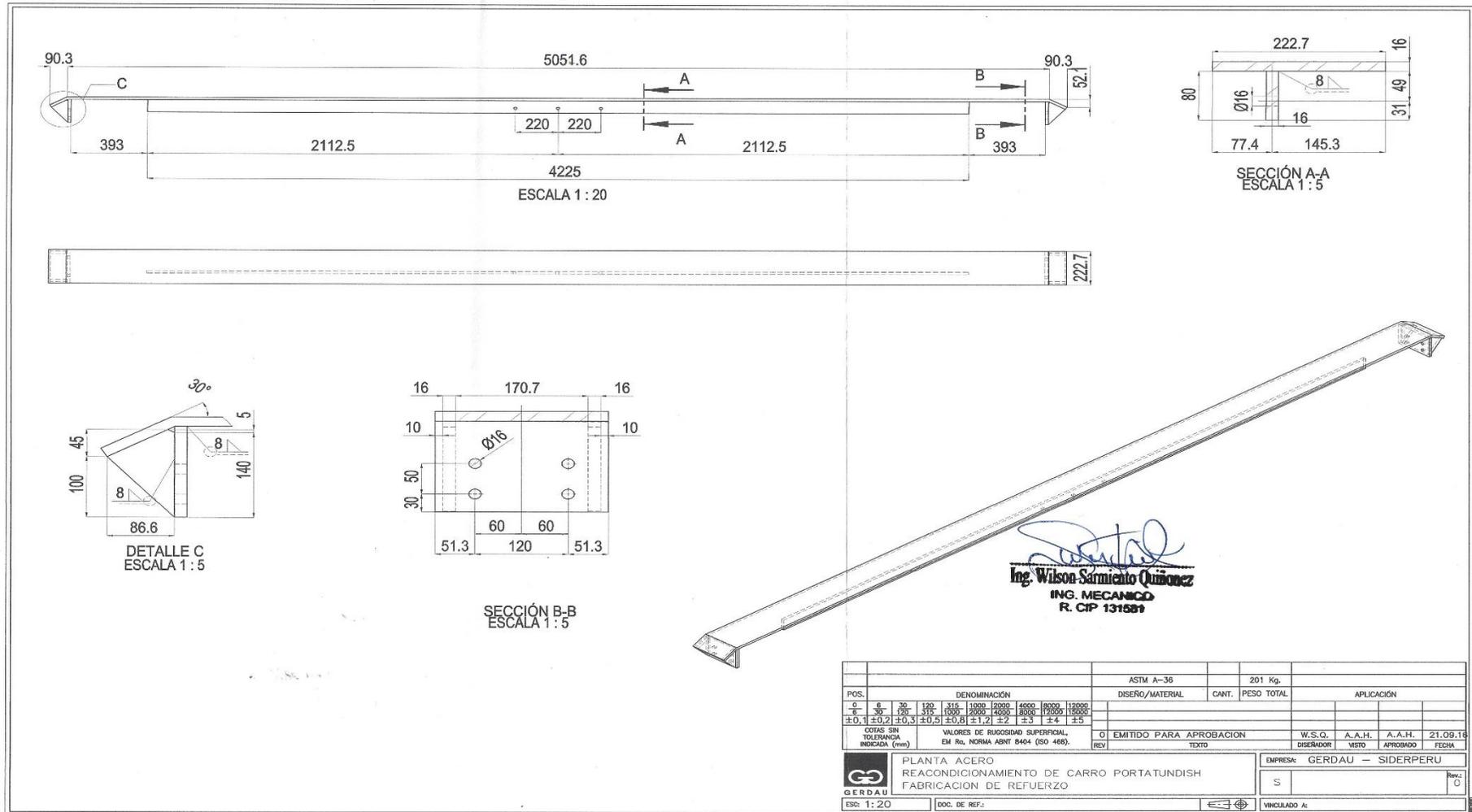


Figura 23: Plano de repuesto de carro portacuchara.

Fuente: Empresa siderúrgica S.A

Hoja de ruta para mantenimiento

GrHRuta: 5714 / CGrHR: 1 / Descripción: INMA-M-1M-CARRO PORTA TUNDISH

Modificar instrucción: resumen operaciones

GrHRuta: 5714 INMA-M-1M-CARRO PORTA TUNDISH ContGipoHR: 1

Resumen general operación

Op.	SOp	Psto Tbjto	Ce.	Ctrl	Descripción operación	T.	Trabajo	Un. Nº	Dur.	Un. C %	DetTribInt	Fac	CAct
0010	AC-MR-ME	1020	ZM01		ASPECTOS DE SEGURIDAD E INTEGRIDAD	✓	2	MIN 2	1	MIN 2	100	1	
0020	AC-MR-ME	1020	ZM01		HERRAMIENTAS	✓	2	MIN 2	1	MIN 2	100	1	
0030	AC-MR-ME	1020	ZM01		REVISAR ESTRUCTURA	✓	0.4	H 2	0.2	H 2	100	1	
0040	AC-MR-ME	1020	ZM01		INSPECCIONAR REDUCTOR	✓	0.4	H 2	0.2	H 2	100	1	
0050	AC-MR-ME	1020	ZM01		INSPECCIONAR COMPONENTES DEL TUNDISH	✓	0.4	H 2	0.2	H 2	100	1	

Modificar Texto explicativo: Operación 0030 Idioma ES

SAP

Búsqueda avanzada, Reemplazar, Seleccionar, Undo, Redo, Reset Paragraph Format, Restablecer formato de carácter, Styles, * Párrafo ali..., Referencia, Traducir, Sinónimos, Establecer idioma, Ortografía y gramática, Contar palabras

1- COORDINAR CON OPERADOR EL POSICIONAMIENTO DEL CARRO PORTA TUNDISH Y CARRO PORTA CUCHARA
 2- REVISAR AMETALAMIENTO EN ESTRUCTURA (COORDINAR LIMPIEZA SI REQUIERE)
 3- REVISAR AMETALAMIENTO EN SOPORTES ASIENTO DE TUNDISH (COORDINAR LIMPIEZA SI REQUIERE)
 4- INSPECCIONAR LA PLACA PARA DESVÍO DE LA COLA DE ESCORPION

Figura 24: Ruta de inspección de carro portatundish

Fuente: Empresa siderúrgica S.A.

Anexo 6: Evaluación de resultados



Figura 25: Pesaje de acero perdido en balanza de horno cuchara.

Fuente: Empresa siderúrgica S.A



Figura 26: Pérdida de acero líquido antes y después

Fuente: Empresa siderúrgica S.A.

Tabla 18: Seguimiento de pérdida de acero del mes de setiembre

<i>Fecha</i>	<i>(Tn)</i>	<i>(%)</i>	<i>Tundish</i>	<i>Cabezas</i>	<i>Cola</i>	<i>Total</i>	<i>Tundish</i>	<i>Cabezas</i>	<i>Cola</i>	<i>Total</i>
1/09/2020	1,060.0	88.3	221	390	858	1,469.0	0.21	0.37	0.81	1.4
2/09/2020	970.5	88.0	500	951.6	1045.2	2,496.8	0.52	0.98	1.08	2.6
3/09/2020	1,020.0	88.3	260	1014	1638	2,912.0	0.25	0.99	1.61	2.9
4/09/2020	1,050.0	87.0	180	390	897	1,467.0	0.17	0.37	0.85	1.4
5/09/2020	845.0	87.2	500	904.8	858	2,262.8	0.59	1.07	1.02	2.7
6/09/2020	959.0	86.8	212	616.2	1006.2	1,834.4	0.22	0.64	1.05	1.9
7/09/2020	1,009.0	89.1	209	507	1092	1,808.0	0.21	0.50	1.08	1.8
8/09/2020	1,118.0	87.6	167	507	491.4	1,165.4	0.15	0.45	0.44	1.0
9/09/2020	1,075.0	88.9	168	585	483.6	1,236.6	0.16	0.54	0.45	1.2
10/09/2020	1,098.0	88.1	157	468	538.2	1,163.2	0.14	0.43	0.49	1.1
11/09/2020	995.0	87.3	184	1092	936	2,212.0	0.18	1.10	0.94	2.2
12/09/2020	879.0	89.0	320	273	881.4	1,474.4	0.36	0.31	1.00	1.7
13/09/2020	1,149.0	87.7	177	483.6	624	1,284.6	0.15	0.42	0.54	1.1
14/09/2020	1,037.0	88.4	145	507	600.6	1,252.6	0.14	0.49	0.58	1.2
15/09/2020	934.0	87.5	212	1014	639.6	1,865.6	0.23	1.09	0.68	2.0
16/09/2020	1,034.0	88.7	160	600.6	803.4	1,564.0	0.15	0.58	0.78	1.5
17/09/2020	1,126.0	88.3	150	382.2	577.2	1,109.4	0.13	0.34	0.51	1.0
18/09/2020	918.0	89.1	132	499.2	842.4	1,473.6	0.14	0.54	0.92	1.6
19/09/2020	1,067.0	88.4	198	936	702	1,836.0	0.19	0.88	0.66	1.7
20/09/2020	1,157.0	88.4	156	741	670.8	1,567.8	0.13	0.64	0.58	1.4
21/09/2020	1,039.0	88.9	145	553.8	1029.6	1,728.4	0.14	0.53	0.99	1.7
22/09/2020	1,038.0	88.4	280	429	920.4	1,629.4	0.27	0.41	0.89	1.6
23/09/2020	653.0	85.7	160	837	945	1,942.0	0.25	1.28	1.45	3.0
24/09/2020	873.0	87.1	187	837	1795.5	2,819.5	0.21	0.96	2.06	3.2
25/09/2020	1,007.0	85.9	210	783	1120.5	2,113.5	0.21	0.78	1.11	2.1
26/09/2020	960.0	86.9	196	823.5	1431	2,450.5	0.20	0.86	1.49	2.6
27/09/2020	537.0	86.4	160	729	1269	2,158.0	0.30	1.36	2.36	4.0
28/09/2020	1,114.0	87.6	180	742.5	1188	2,110.5	0.16	0.67	1.07	1.9
29/09/2020	1,103.7	87.4	145	810	931.5	1,886.5	0.13	0.73	0.84	1.7
30/09/2020	1,080.6	85.5	323	715.5	1093.5	2,132.0	0.30	0.66	1.01	2.0

Fuente: elaboración propia

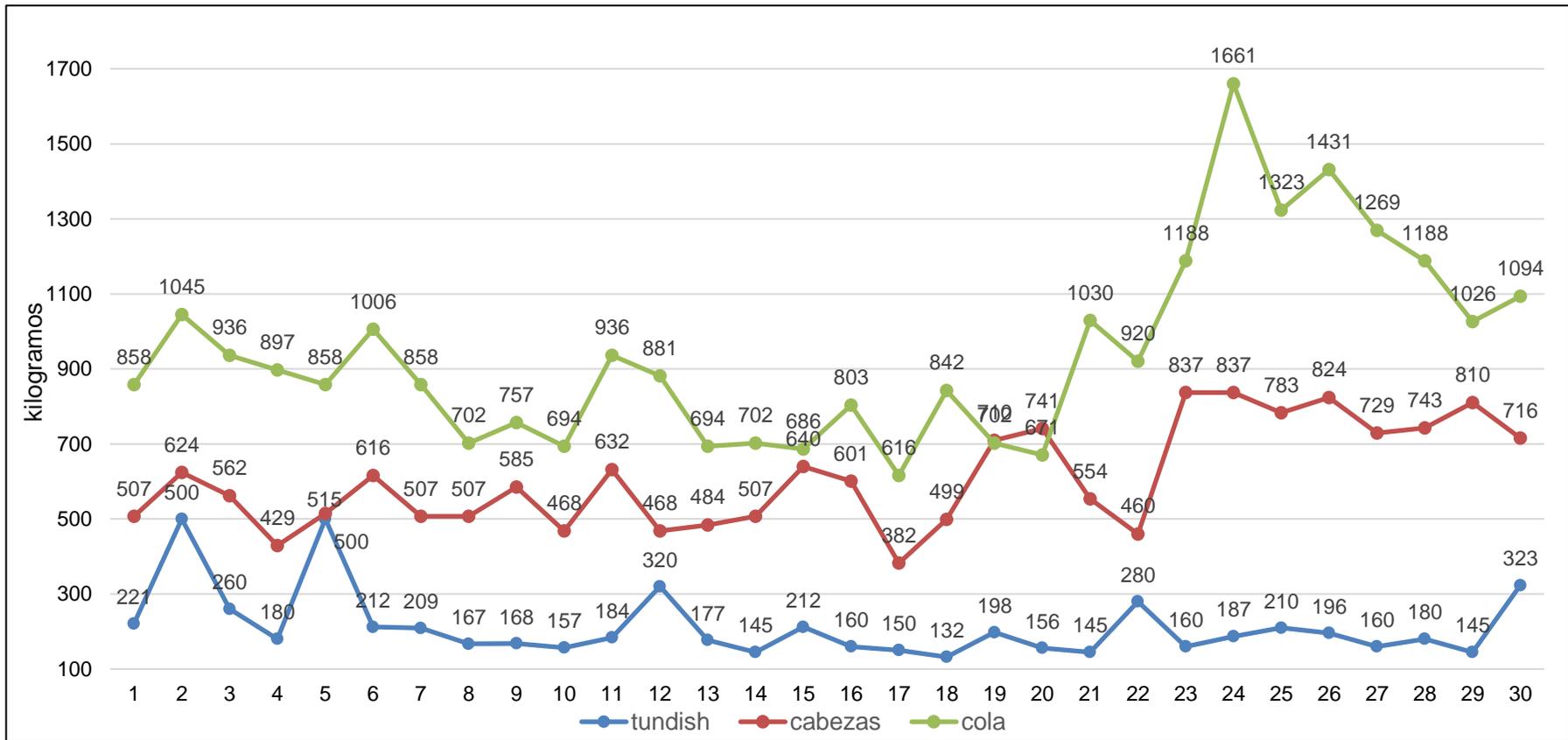


Figura 27: Seguimiento de proceso de pérdidas metálicas

Fuente: elaboración propia

Anexo 7: Indicadores de productividad

Tabla 19: Eficiencia de lotes de producción - febrero

Lote producción	Materia prima				FeSiMn	Acero sólido	%
	Consumo cizallada	Consumo liviana	Consumo pesada	Consumo importada			
2008251000	14,630	10,840	3,720	4,940	320.3	28,600	83.02%
2008251300	13,760	11,000	4,860	4,240	320.4	28,600	83.67%
2008252400	12,410	12,720	4,630	4,560	320.4	28,600	82.56%
2008252700	12,780	11,820	4,680	4,630	320.6	28,600	83.55%
2008283100	14,220	11,280	3,010	5,640	300.3	27,900	80.99%
2008285500	11,470	11,700	5,510	5,870	310.4	29,200	83.76%
2008285900	11,530	12,710	4,720	5,340	310.4	30,010	86.71%
2008286100	9,120	11,560	4,920	8,520	310.3	29,200	84.81%
2008286200	10,630	13,220	4,870	5,330	310.6	29,600	86.15%
2008286700	11,790	12,710	4,110	5,540	310.5	29,600	85.90%
2008286800	12,470	13,450	3,550	4,980	310.6	29,600	85.15%
2008287100	12,560	13,840	4,080	4,200	310.4	28,300	80.88%
2008287400	13,540	12,860	4,700	3,190	310.4	28,300	81.79%
2008287700	12,990	11,780	3,550	5,890	310.6	28,300	81.98%
2008288300	14,040	16,050	2,410	3,110	310.6	29,600	82.40%
2008330500	13,580	12,310	3,920	4,210	310.5	28,300	82.43%
2008331900	10,820	12,720	5,570	5,190	310.6	29,000	83.79%
2008332300	7,100	15,990	5,400	4,920	310.5	28,300	83.93%
2008333000	12,620	12,510	5,100	4,090	310.6	29,000	83.74%
2008333400	13,200	11,230	5,080	4,660	310.6	29,000	84.11%

Fuente: Empresa siderúrgica S.A.

Tabla 20: Eficiencia de lotes de producción - junio

Lote producción	Materia prima					FeSiMn	Acero sólido	%
	Consumo Arrabio	Consumo cizalla	Consumo liviana	Consumo pesada	Consumo importada			
2008435700	3,090	13,020	12,580	1,780	3,780	310.6	29,100	84.20%
2008435800	1,950	14,880	11,600	2,470	3,270	310.5	28,400	82.37%
2008436700	3,040	16,870	10,870	910	2,510	310.9	27,700	80.26%
2008436800	2,460	7,820	18,400	2,530	3,290	310.6	29,100	83.60%
2008439100	2,430	14,760	13,510	1,240	2,370	310.4	28,400	82.03%
2008440600	2,100	15,730	10,160	3,610	2,510	310.5	26,300	76.41%
2008440700	2,050	12,200	14,010	2,750	3,270	310.7	28,400	82.10%
2008440800	2,050	8,840	17,190	3,010	3,360	310.5	28,400	81.70%
2008440900	2,690	15,380	11,480	1,630	3,120	310.8	28,400	82.06%
2008444800	5,500	10,090	9,700	2,000	7,070	310.4	28,400	81.91%
2008444900	2,530	18,920	8,710	1,620	2,890	310.7	28,400	81.19%
2008445200	2,360	14,410	12,300	2,400	2,840	310.5	28,400	82.03%
2008447300	2,900	13,290	13,040	1,860	3,100	310.6	29,800	84.38%
2008447700	3,240	14,540	10,780	1,360	4,020	310.5	28,800	84.09%
2008447900	2,750	14,220	10,890	2,280	4,120	310.8	28,400	82.15%
2008448000	2,320	9,530	14,630	3,800	3,740	310.7	28,400	82.72%
2008448100	1,550	15,040	11,110	4,250	2,300	310.6	29,100	84.20%
2008448200	2,550	18,080	9,970	1,820	1,750	310.8	28,400	82.36%
2008449500	2,620	13,510	11,470	2,760	3,750	310.5	28,400	82.51%
2008450200	2,480	14,170	12,250	2,520	3,250	310.5	28,400	81.19%
2008491201	3,020	14,160	12,750	2,550	2,170	310.4	28,800	82.38%
2008491901	870	13,450	13,730	3,060	3,350	310.6	29,200	83.98%
2008493201	1,270	10,200	16,660	3,090	3,320	310.4	28,800	82.64%
2008493404	1,420	14,790	12,040	2,720	3,420	310.7	28,300	81.55%

Fuente: Empresa siderúrgica S.A.

Tabla 21: Eficiencia de lotes de producción - julio

Lote producción	Materia prima				FeSiMn	Acero sólido	%
	Consumo cizalla	Consumo liviana	Consumo pesada	Consumo importada			
2008508900	16,820	6,890	6,010	4,330	310.7	30,500	88.76%
2008509600	16,160	9,420	4,550	3,910	310.6	30,500	88.79%
2008509700	15,690	9,480	5,020	3,850	310.5	30,500	88.79%
2008509800	18,840	7,230	4,940	2,810	310.3	30,500	89.36%
2008510200	16,440	9,700	4,560	3,840	310.7	31,200	89.52%
2008511300	16,380	8,680	4,000	4,130	300.6	29,800	88.98%
2008511600	16,450	8,690	4,370	3,550	300.5	29,800	89.33%
2008512500	16,110	8,390	5,740	2,870	310.8	29,800	89.17%
2008515600	14,960	10,160	5,240	3,740	300.7	30,500	88.66%
2008521600	13,010	11,380	5,540	3,990	380.4	30,700	89.50%
2008523300	16,380	7,740	4,330	4,240	380.3	29,300	88.60%
2008523500	18,610	9,100	3,840	2,620	380.6	30,700	88.86%
2008530400	15,550	9,620	5,590	3,280	360.7	30,700	89.24%
2008531100	17,070	8,690	5,270	3,120	360.4	30,700	88.96%
2008541400	15,720	10,160	3,900	4,080	320.7	31,100	90.99%
2008542700	17,260	9,760	3,580	3,510	320.7	30,400	88.29%
2008545500	18,450	7,560	5,650	3,150	320.8	31,100	88.53%
2008546100	17,190	7,040	4,720	5,170	320.5	30,400	88.27%
2008547700	16,900	8,530	4,790	3,800	320.6	30,400	88.53%
2008548300	16,150	8,950	4,940	4,390	320.8	31,100	89.49%
2008551800	16,140	10,500	3,690	3,870	320.5	31,100	90.09%
2008552800	16,160	9,310	4,710	3,640	320.6	30,400	89.04%
2008556300	13,860	12,330	4,740	3,200	320.6	31,100	90.27%
2008561900	12,520	12,890	3,940	4,050	300.5	31,100	92.28%
2008567500	17,640	6,960	5,550	4,120	300.6	31,100	89.96%

Fuente: Empresa siderúrgica S.A.

Tabla 22: Eficiencia de lotes de producción - agosto

Lote producción	Materia prima				FeSiMn	Acero sólido	%
	Consumo cizalla	Consumo liviana	Consumo pesada	Consumo importada			
2008589200	11,440	17,430	2,100	3,460	340.6	30,900	88.87%
2008590100	15,790	10,880	3,960	3,290	300.4	30,900	90.30%
2008590600	15,990	10,970	3,420	3,820	300.5	30,900	89.56%
2008591400	15,150	10,170	4,230	4,410	300.7	30,500	89.02%
2008594300	16,310	10,490	3,570	3,820	300.4	30,500	88.43%
2008597200	22,070	7,990	710	4,570	300.6	31,700	88.94%
2008599800	19,430	7,210	3,570	3,690	300.7	30,500	89.18%
2008602400	14,790	10,650	4,720	4,250	300.6	30,900	89.02%
2008603600	17,460	8,080	4,470	4,030	300.6	30,900	89.98%
2008603800	14,660	12,320	4,130	3,500	300.9	30,900	88.51%
2008604800	18,410	9,160	4,170	3,080	300.6	31,700	90.26%
2008605300	15,920	10,400	3,740	4,020	300.6	31,300	91.04%
2008605900	18,190	8,870	3,680	3,480	300.5	30,500	88.35%
2008607100	15,190	11,650	3,600	3,650	300.7	30,500	88.69%
2008607300	17,240	8,960	5,190	2,760	300.5	30,500	88.53%
2008610500	14,840	10,730	4,500	4,430	300.6	31,300	89.94%
2008611200	11,150	11,930	5,640	4,960	300.4	30,100	88.58%
2008613600	14,120	8,230	6,320	4,770	300.7	30,500	90.40%
2008615600	18,620	7,460	4,720	3,510	300.5	30,900	89.28%
2008618500	12,600	16,400	1,150	4,030	300.7	30,900	89.62%
2008623200	7,510	9,650	3,440	13,510	300.4	30,500	88.64%
2008626000	12,660	11,280	2,480	7,650	300.4	30,500	88.74%
2008631100	14,790	8,400	5,070	6,070	300.6	30,900	89.23%
2008636200	13,530	9,400	4,060	6,710	300.5	30,900	90.88%
2008642100	15,710	10,250	3,230	4,850	300.4	30,900	89.98%
2008650700	12,470	10,080	4,080	5,770	300.4	29,600	90.52%

Fuente: Empresa siderúrgica S.A.

Tabla 23: Datos después de la implementación de la metodología

Días	t. real	t. progr.	Prod. real	Prod. Progr	Eficiencia	Eficacia	Productividad
1	20.5	20.5	1060	968	1.000	1.094	1.094
2	20.5	21	971	992	0.976	0.978	0.955
3	20.5	21	1020	992	0.976	1.028	1.004
4	20	20.5	1050	968	0.976	1.084	1.057
5	20.5	21	845	992	0.976	0.852	0.831
6	20.5	21.5	959	1016	0.953	0.944	0.900
7	20	20.5	1009	968	0.976	1.042	1.016
8	20.5	21	1118	992	0.976	1.127	1.100
9	20	21	1075	992	0.952	1.083	1.032
10	20.5	21	1098	992	0.976	1.107	1.081
11	20	20.5	995	968	0.976	1.027	1.002
12	20.5	21	879	992	0.976	0.886	0.865
13	20.5	21.5	1149	1016	0.953	1.131	1.079
14	20	20.5	1037	968	0.976	1.071	1.045
15	20.5	21	934	992	0.976	0.941	0.919
16	20	20.5	1034	968	0.976	1.067	1.041
17	20.5	21	1126	992	0.976	1.135	1.108
18	20.5	20.5	918	968	1.000	0.948	0.948
19	20.5	21	1067	992	0.976	1.076	1.050
20	20.5	21	1157	1016	0.976	1.139	1.112
21	20.5	21	1039	968	0.976	1.073	1.048
22	20.5	21	1038	992	0.976	1.046	1.021
23	20	21	653	1016	0.952	0.643	0.613
24	20.5	21	873	992	0.976	0.880	0.859
25	20.5	20.5	1007	968	1.000	1.040	1.040
26	20.5	21	967	992	0.976	0.975	0.952
27	12	12	577	567	1.000	1.018	1.018
28	20	20.5	1114	968	0.976	1.151	1.122
29	20.5	21	1104	992	0.976	1.113	1.086
30	20	21	1081	992	0.952	1.089	1.037

Fuente: elaboración propia

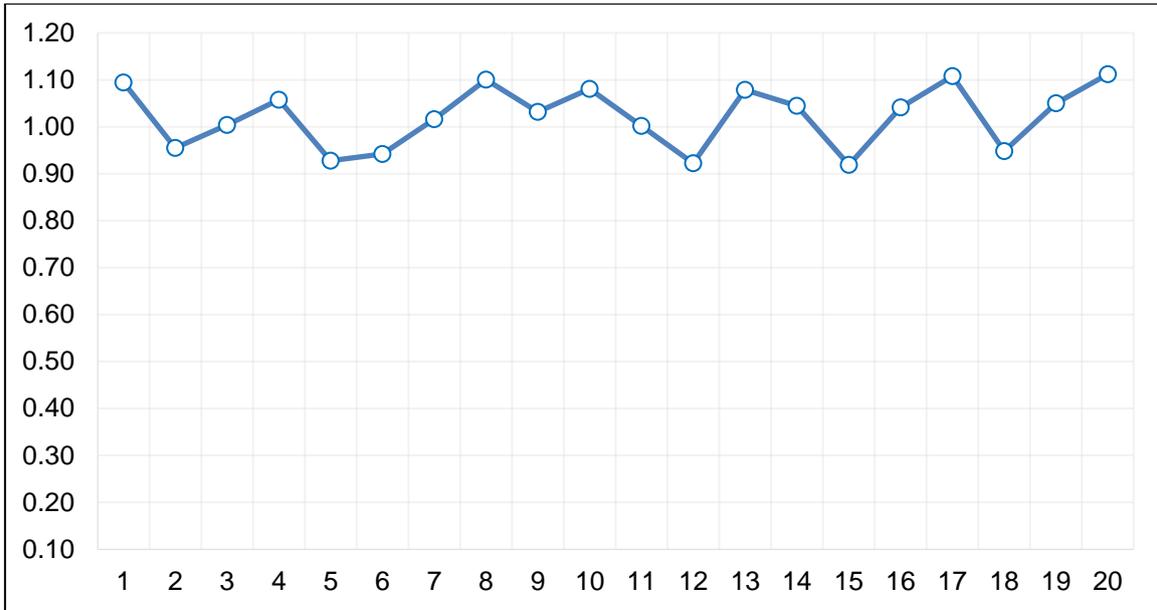


Figura 28: Productividad después de la implementación

Fuente: elaboración propia

Tabla 24: Cumplimiento del programa mensual

Producción mensual		Palanquilla 100mm x 100mm	Palanquilla 130mm x 130mm	Total (t)
Enero	Programado	15,996	13,338	29,334
	Real	15,511	13,142	28,653
	% cumplimiento	0.970	0.985	
Febrero	Programado	20,240	7,989	28,229
	Real	20,131	7,861	27,992
	% cumplimiento	0.995	0.984	
Junio	Programado	15,855	7,072	22,927
	Real	15,782	7,002	22,784
	% cumplimiento	0.995	0.990	
Julio	Programado	1,581	26,079	27,660
	Real	1,758	26,554	28,312
	% cumplimiento	1.112	1.018	
Agosto	Programado	25,097		25,097
	Real	26,500		26,500
	% cumplimiento	1.056		29,334

Fuente: Empresa siderúrgica S.A.