



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**Aplicación de la metodología del ciclo Deming para mejorar la
productividad en el área de fabricación de estructuras metálicas
en la empresa P.M.H. Famsteel E.I.R.L., Lurigancho, 2018**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA INDUSTRIAL

AUTORA:

Paredes Guerra, Katia Lourdes (ORCID: 0000-0001-5879-0269)

ASESORA:

Dra. Sánchez Ramírez, Luz Graciela (ORCID: 0000-0002-2308-4281)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LIMA – PERÚ

2019

Dedicatoria

A Dios por haberme dado sabiduría, fortaleza y salud durante todos estos años para poder lograr mis objetivos. A mi madre, que me inspira a ser la mujer que soy y cuyos consejos me motivan a seguir adelante, a pesar de las adversidades que puedan ocurrir.

Agradecimiento

A mi familia por inculcarme valores y por brindarme su apoyo en los momentos más difíciles, en especial a mi madre que a lo largo de estos cinco años fue mi motor y motivo para seguir adelante. Y finalmente, a mis docentes y amigos por su apoyo incondicional.

Índice de contenidos

Índice de tablas.....	v
Índice de figuras	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	12
III. METODOLOGÍA	29
3.1. Tipo y diseño de investigación	29
3.2. Variables y operacionalización.....	31
3.3. Población, muestra y muestreo.....	32
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	33
3.5. Procedimientos	34
3.6. Métodos de análisis de datos.....	43
3.7. Aspectos éticos.....	44
IV. RESULTADOS.....	45
V. DISCUSIÓN.....	61
VI. CONCLUSIONES	65
VII. RECOMENDACIONES.....	66
REFERENCIAS	67
ANEXOS.....	71

Índice de tablas

Tabla 1.	Exportaciones chinas del acero a países de América Latina.	1
Tabla 2.	Principales rubros de actividades manufactureras en el Perú.	2
Tabla 3.	Número de ocurrencias de las causas de la baja productividad.	6
Tabla 4.	Acumulación de frecuencia 80-20	6
Tabla 5.	Resultado de validación de contenido, por expertos	34
Tabla 6.	Grado de Confiabilidad.....	34
Tabla 7.	Tipos de defectos del sub proceso	39
Tabla 8.	Cronograma de Evaluaciones y Capacitaciones	43
Tabla 9.	Línea de producción en metalmecánica empresa FamSteel	46
Tabla 10.	Variable independiente: % Estructuras entregadas a tiempo.....	47
Tabla 11.	Variable independiente: % Estructuras conformes	48
Tabla 12.	Variable independiente: % Estructuras defectuosas.....	49
Tabla 13.	Variable independiente: % Evaluaciones aprobadas.....	50
Tabla 14.	Variable dependiente: Indicador de Eficiencia	51
Tabla 15.	Variable dependiente: Indicador de Eficacia.....	52
Tabla 16.	Variable dependiente: Indicador de Productividad.....	53
Tabla 17.	Estadígrafos según valor de la significancia.....	54
Tabla 18.	Prueba de normalidad de eficiencia	54
Tabla 19.	Resumen de Procesamiento de datos Pre y Post Eficiencia	55
Tabla 20.	Prueba de Rangos con signo Wilconxon	55
Tabla 21.	Prueba de normalidad Eficacia.....	55
Tabla 22.	Descriptivo de la Prueba de normalidad Pre y Post Eficacia	56
Tabla 23.	Prueba de Rangos con Signo WILCOXON	56
Tabla 24.	Prueba de normalidad Productividad.....	56
Tabla 25.	Resumen de procesamiento de datos Pre y Post Productividad	57
Tabla 26.	Prueba de Rangos con Signo WILCOXON	57
Tabla 27.	Contrastación de la hipótesis general según los estadísticos descriptivos	58

Tabla 28. Prueba de Wilcoxon de Productividad.....	58
Tabla 29. Contrastación de la hipótesis general según los estadísticos descriptivos	59
Tabla 30. Prueba de Wilcoxon de Eficiencia	59
Tabla 31. Contrastación de la hipótesis general según los estadísticos descriptivos	60
Tabla 32. Prueba de Wilcoxon de Productividad.....	60

Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Organigrama funcional de la empresa Famsteel EIRL.	4
<i>Figura 2.</i> Diagrama causa y efecto de la baja productividad en la empresa P.M.H. Famsteel E.I.R.L., Lurigancho, 2018.	5
<i>Figura 3.</i> Diagrama de Pareto de causas de baja productividad en la empresa P.M.H. Famsteel E.I.R.L., Lurigancho, 2018.	7
<i>Figura 4.</i> Ciclo PHVA o de Deming.	18
<i>Figura 5.</i> Curva S: Cronograma de fabricación de puente Combapata.	40
<i>Figura 6.</i> Curva S: Cronograma de fabricación de puente Urubamba	41
<i>Figura 7.</i> Ubicación de la empresa.	45
<i>Figura 8.</i> % Estructuras entregadas a tiempo.	47
<i>Figura 9.</i> . % Estructuras conformes.	48
<i>Figura 10.</i> % Estructuras defectuosas.	49
<i>Figura 11.</i> % Evaluaciones aprobadas.	51
<i>Figura 12.</i> Indicador de eficiencia.	52
<i>Figura 13.</i> Indicador de eficacia.	53
<i>Figura 14.</i> Indicador de productividad.	54

Resumen

La presente investigación titulada Aplicación de la metodología del Ciclo Deming para mejorar la Productividad en el área de Fabricación de estructuras metálicas en la empresa P.M.H. Famsteel E.I.R.L., Lurigancho, 2018, tuvo como objetivo determinar de qué manera la aplicación del Ciclo Deming para la mejora la productividad en el área de fabricación de estructuras metálicas en la empresa P.M.H. Famsteel E.I.R.L., este estudio se realizó con una metodología aplicada, su nivel de investigación fue descriptiva y explicativa, el tipo de diseño metodológico fue cuasi experimental, por consecuencia los datos se obtuvieron mediante la manipulación de la variable independiente, Ciclo de Deming para observar su efecto sobre la variable dependiente, Productividad. La población y la muestra fueron conformadas por un grupo de trabajadores, evaluados en un periodo de 4 meses antes y después. La técnica de la investigación fue la observación y los instrumentos fueron fichas de recolección de datos. La validez de los instrumentos se realizó por el criterio de Juicio de Expertos, datos recolectados fueron procesados y analizados por el SPSS Statistics versión 25 y se observó mejora de la productividad en la fabricación de estructuras metálicas semi-terminado de habilitado, soldeo, armado y limpieza en promedio 43%.

Palabras clave: Ciclo de Deming, productividad, reprocesos, eficiencia, eficacia.

Abstract

The present investigation titled Application of the Deming Cycle methodology to improve Productivity in the area of Manufacture of metallic structures in the company P.M.H. Famsteel E.I.R.L., Lurigancho, 2018, aimed to determine how the application of the Deming Cycle to improve productivity in the area of metal structure manufacturing in the company P.M.H. Famsteel EIRL, this study was carried out with an applied methodology, its research level was descriptive and explanatory, the type of methodological design was quasi experimental, consequently the data were obtained by manipulating the independent variable, Deming cycle to observe its effect on the dependent variable, Productivity. The population and the sample were made up of a group of workers, evaluated in a period of 4 months before and after. The research technique was observation and the instruments were data collection sheets. The validity of the instruments was carried out by the criterion of Expert Judgment, collected data were processed and analyzed by SPSS Statistics version 25 and it was possible to improve productivity in the manufacture of semi-finished metal structures of enabled, welding, assembly and cleaning on average 43%.

Keywords: Deming cycle, productivity, reprocessing, efficiency, effectiveness.

I. INTRODUCCIÓN

En el contenido de este primer capítulo de la investigación, se basó en describir los temas de estudio con respecto a su implicancia en el mundo, en el país y en el ámbito local. También luego del análisis de las diversas causas fue posible formular el problema general de la investigación, las justificaciones del estudio y determinar los objetivos e hipótesis de esta investigación.

Se evidenció un notable desarrollo de empresas de sector minero e industrial. Ese rápido desarrollo se debió en su mayoría a actividades que empresas multinacionales habituaban operaban internamente y que se fueron externalizando en países emergentes. Así mismo, otro factor que facilitó dicho aumento fue la reducción de las barreras para el comercio internacional de servicios.

La Asociación Latinoamericana del Acero (2019) señaló que los envíos de acero chino a América Latina aumentaron en un 17% en el 2018, totalizando US \$ 47.468 millones. En comparación con el año anterior, la cantidad de ingresos por acero de China aumentó en un 12%. (p.1)

Tabla 1. *Exportaciones chinas del acero a países de América Latina.*

País	2017	2018	2018 / 2017
	USD	USD	% de cambio
El Mundo	646.631.413.631	719.649.638.937	11.29%
América Latina	40.719.899.847	47.468.740.297	16.57%
México	12.934.350.865	16.210.349.326	25.33%
Brasil	7.693.612.872	10.590.432.136	37.65%
Chile	3.441.518.238	3.843.973.763	11.69%
Centroamérica	3.344.598.111	3.364.788.328	0.60%
Argentina	3.696.795.491	3.082.330.513	-16.62%
Colombia	2.047.277.826	2.403.100.077	17.38%
Perú	2.024.124.743	2.230.134.385	10.18%
Ecuador	1.110.389.089	1.305.204.787	17.54%
República Dominicana	452.815.580	590.402.057	30.38%
Venezuela	774.957.772	579.624.373	-25.21%
Paraguay	632.850.585	565.942.642	-10.57%
Cuba	578.587.659	534.577.803	-7.61%
Costa Rica	431.955.280	513.228.227	18.80%

Nota: Asociación Latinoamericana del Acero 7^{ma} ed. 2019

Este organismo mencionó la importante participación de China en las exportaciones de acero a los países de América latina.

La revista *Metalmeccánica Perú* (2015) publicó que:

El 68% de las empresas metalúrgicas encuestadas se dedicaban principalmente a la fabricación de estructuras, el 36% al mantenimiento de equipos industriales, el 34% a la reparación de maquinaria y equipos, el 38% a la fabricación de piezas, el 18% al diseño y fabricación de moldes y el 6% a matrices diseño y fabricación. (p. 10)

Tabla 2. *Principales rubros de actividades manufactureras en el Perú.*

PRODUCTO	No DE EMPRESAS	%
Fabricación de Estructuras	96	30%
Mantenimiento Equipo Industrial	52	16.25%
Reparación de maquinaria y equipo	53	16.56%
Fabricación de piezas	50	15.62%
Diseño y Fabricación de Moldes	27	8.44%
Diseño y Fabricación de Troqueles	10	3.13%
Otros	32	10%

Fuente: La revista *Metalmeccánica Perú* 3^a. ed. 2015

En el Perú, desde el trazo económico, se incrementó la participación en el sector minero e industrial; por lo que importantes empresas mineras requerían servicios dentro del rubro de la metalmeccánica para la implementación de diferentes proyectos en la minería peruana.

No obstante, la demanda de trabajos de metalmeccánica se vió afectada por la fluctuación de precios en los metales y también por el alto comercio indirecto con China en América Latina, por ello, fue más susceptible a la competitividad empresarial; las micro y pequeñas empresas (MYPE) cesar sus actividades en un promedio de 5 años y esto ocurrió debido a que se vieron afectadas con notables caídas en sus respectivas utilidades.

El Diario *Gestión* (2018) publicó que, según el informe, la producción del sector metalmeccánico aumentó un 6,1% en el inicio del semestre del 2018 comparado con el semestre del año anterior (s.p). Esto reveló una proyección positiva para el 2018, incentivando a las empresas a invertir, a fin de afianzar su productividad y rentabilidad.

Sobre gestión de calidad, Gonzales y Arciniegas (2016) indicaron que es el plan de gestión empresarial que una organización desarrolla en todo lo relacionado con la calidad de sus productos y servicios, así como los procedimientos que utiliza para producirlos (p.11). Los autores mencionaron que con esto se busca incrementar la calidad de sus productos y/o servicios, con el fin de obtener mejores resultados.

Tal es el caso de P.M.H Famsteel E.I.R.L., empresa peruana constituida en el año 2014, perteneciente al rubro de metalmecánica. Su principal era la fabricación de estructuras metálicas para el sector construcción y principalmente minero.

Esta empresa fue constituida en el año 2014 como P.M.H Famsteel E.I.R.L., siendo el más importante abastecedor de la empresa Heap Leaching Consulting. La cual buscaba obtener un vínculo estratégico con los clientes para que estos puedan gestar un importante valor a sus empresas, continuando a su vez con una adecuada gestión de calidad. Sin embargo, dicha misión no se ejecutaba adecuadamente, debido a una serie de problemas en la planta de fabricaciones, ocasionados por diversos factores.

Entre ello tenemos: falta de personal calificado, ausencia de programa de capacitaciones a los colaboradores, carencia de compromiso laboral, desorden en el taller, fallas abruptas de la máquina, baja capacidad de producción de los equipos, fabricación de estructuras con defectos, demora en la entrega de fabricaciones, falta de manual de procedimientos, retraso en la procura de materiales, material no cumplía con las especificaciones técnicas, Inadecuado almacenamiento de materiales, detención de estructuras no conformes, ausencia de control de avance de fabricación y carencia de IPER; esto ocurría pese a que existían múltiples estudios que habían procurado ofrecer una solución al respecto, sin éxito en su implementación.

Mediante una lluvia de ideas se elaboró las 6M's, los cuales se representó en el diagrama causa y efecto, según figura 2, en el cual se identificaban las causas que perjudican el normal proceso en la mencionada empresa; se realizó la encuesta para obtener las posibles causas del problema de la fabricación de estructuras metálicas ver Figura 3 y la tabla de frecuencia.

De no tomar las medidas correctivas ante la situación se seguirían generando deficientes resultados en cuanto a la productividad, perjudicando la

competitividad de la empresa. Por ello, se tuvo como objetivo una mejora global de la fabricación de estructuras metálicas y con ello acrecentar la productividad en la empresa P.H.M. Famsteel E.I.R.L.

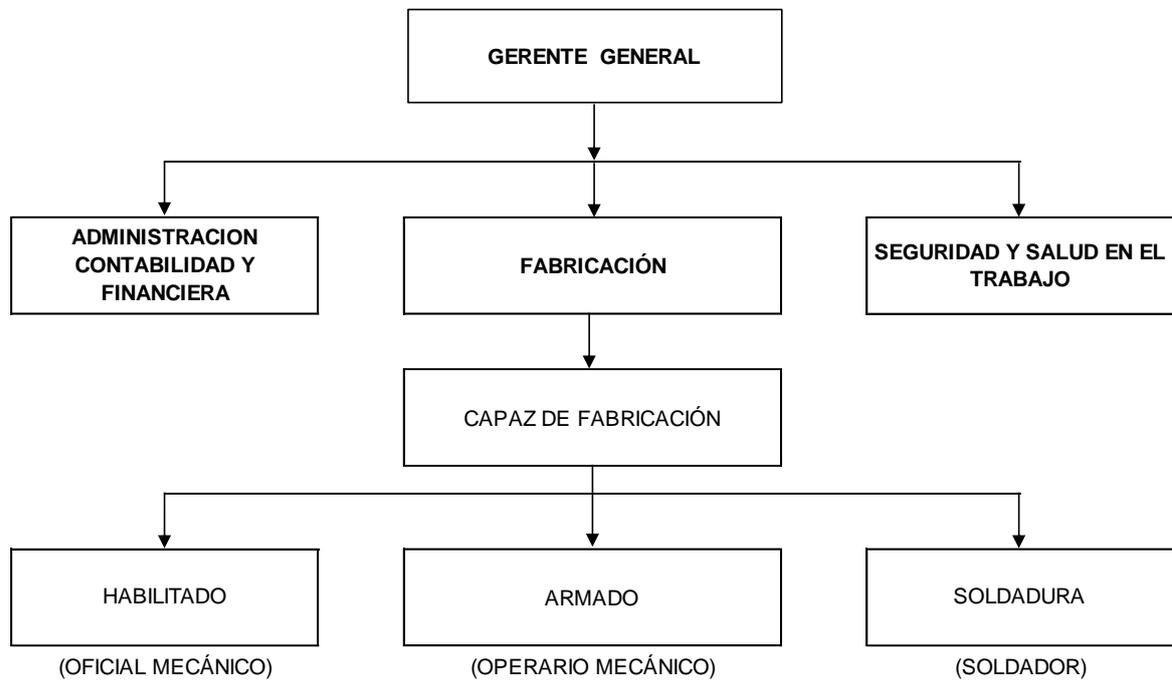


Figura 1. Organigrama funcional de la empresa Famsteel EIRL.

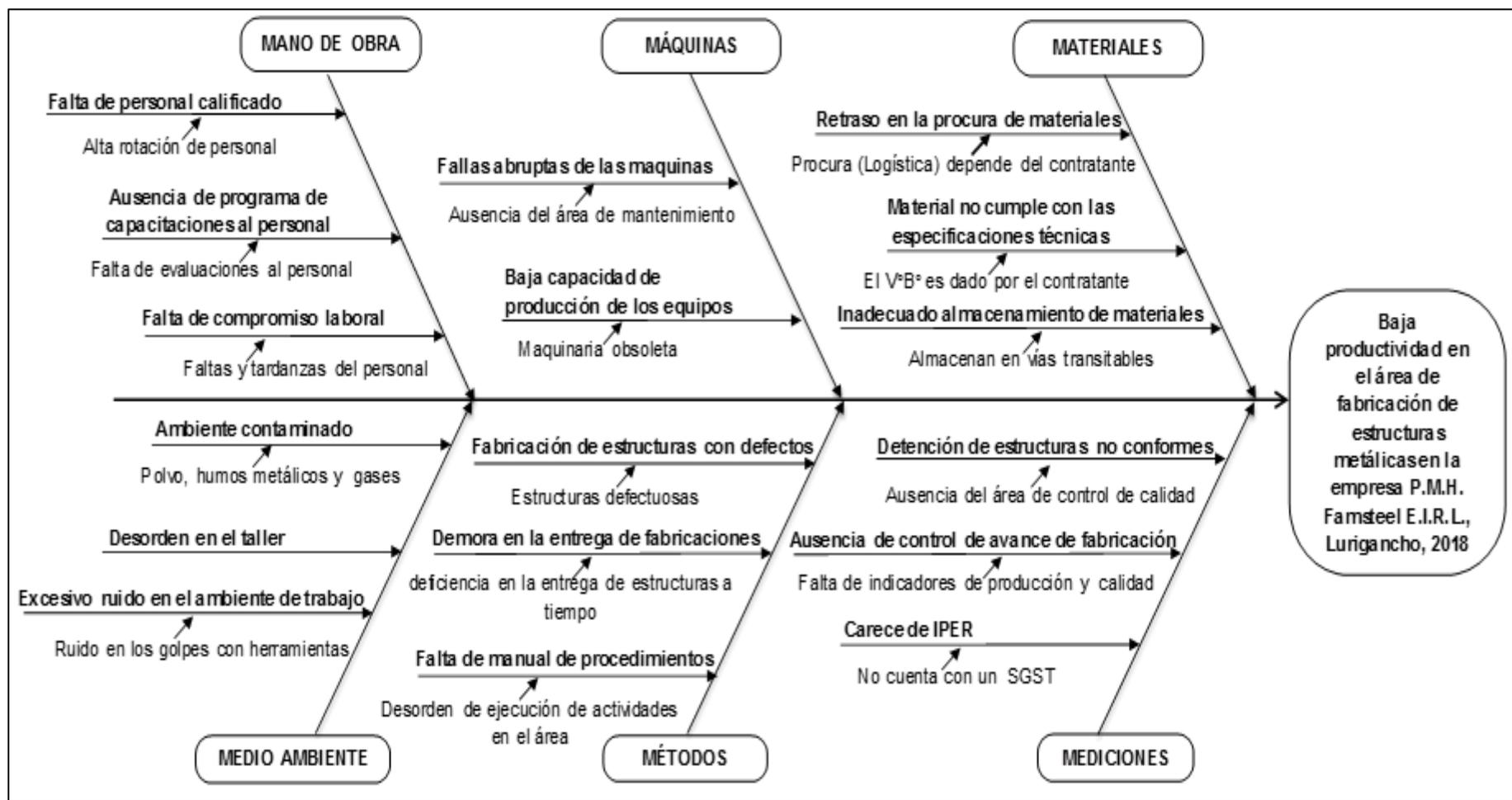


Figura 2. Diagrama causa y efecto de la baja productividad en la empresa P.M.H. Famsteel E.I.R.L., Lurigancho, 2018.

Tabla 3. *Número de ocurrencias de las causas de la baja productividad.*

Detalle	Causas	Frecuencia	% Acumulado	80-20
Demora en la entrega de fabricaciones	C1	17	17%	80%
Ausencia de programa de capacitaciones al personal	C2	16	33%	80%
Fabricación de estructuras con defectos	C3	15	48%	80%
Detención de estructuras no conformes	C4	14	62%	80%
Falta de personal calificado	C5	7	69%	80%
Baja capacidad de producción de los equipos	C6	5	74%	80%
Falta de manual de procedimientos	C7	5	79%	80%
Falta de compromiso laboral	C8	4	83%	80%
Fallas abruptas de las maquinas	C9	3	86%	80%
Retraso en la procura de materiales	C10	3	89%	80%
Material no cumple con las especificaciones técnicas	C11	2	91%	80%
Ausencia de control de avance de fabricación	C12	2	93%	80%
Carecer de IPER	C13	2	95%	80%
Inadecuado almacenamiento de materiales	C14	2	97%	80%
Excesivo ruido en el ambiente de trabajo	C15	1	98%	80%
Desorden en el trabajo	C16	1	99%	80%
Ambiente contaminado	C17	1	100%	80%
Total		100		

Elaboración Propia

Tabla 4. *Acumulación de frecuencia 80-20*

Acumulado	Clasificación	#	Acumulado #
0% - 44%	A	4	24%
52% - 89%	B	8	47%
93% - 100%	C	5	29%

Elaboración Propia

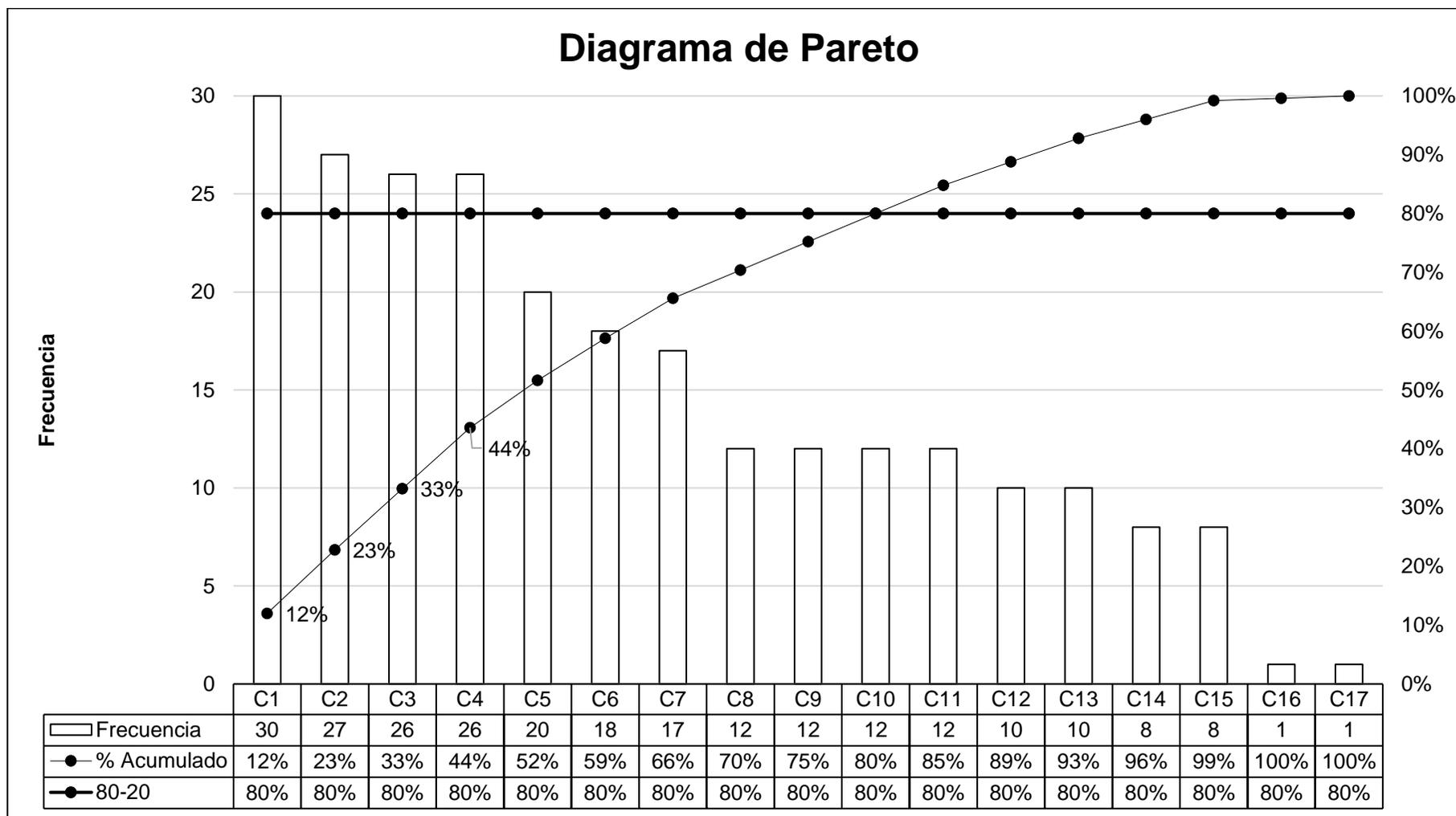


Figura 3. Diagrama de Pareto de causas de baja productividad en la empresa P.M.H. Famsteel E.I.R.L., Lurigancho, 2018.

Mediante el diagrama que se muestra en la figura 3 se demostró que casi el 80% de la problemática en la empresa eran en base a causas comunes, dicho de otra manera, correspondía a problemas o situaciones que intervienen de manera permanente en el desarrollo de los procesos. Por el principio de Pareto, se concluyó que: la mayor parte de las causas de la baja productividad son demora en la entrega de fabricaciones (17%), ausencia de programa de capacitaciones al personal (33%), fabricación de estructuras con defectos (48%), detención de estructuras no conformes (62%), falta de personal calificado (69%), baja capacidad de producción de los equipos (74%) y falta de manual de procedimientos (79%), de manera que si se eliminaban las causas, desaparecería la mayor parte de problemas que originaban la baja productividad.

Luego de describir el problema que se presentó a raíz de las diversas causas que fueron identificados y cuantificados con el apoyo de los diagramas de calidad que fueron vistos en la parte inicial de la investigación se pasó a formular el problema general de la investigación que fue: ¿De qué manera la aplicación de la metodología del Ciclo de Deming mejora la productividad en el área de fabricación de estructuras metálicas en la empresa P.M.H. Famsteel E.I.R.L., Lurigancho, 2018?

Los problemas específicos fueron los siguientes:

- ¿De qué manera la aplicación de la metodología del Ciclo de Deming mejora la eficiencia en el área de fabricación de estructuras metálicas en la empresa P.M.H. Famsteel E.I.R.L., Lurigancho, 2018?
- ¿De qué manera la aplicación de la metodología del Ciclo de Deming mejora la eficacia en el área de fabricación de estructuras metálicas en la empresa P.M.H. Famsteel E.I.R.L., Lurigancho, 2018?

También se explicó las diversas justificaciones que se tuvo para la realización de la investigación; estas justificaciones fueron:

Justificación teórica, sobre el que Carrasco (2014) indicó que se fundamenta en el concepto de que los hallazgos del estudio pueden extenderse e incorporarse al conocimiento científico, así como llenar vacíos o espacios cognitivos existentes

(p.119). El autor indicó que la justificación teórica es la sustentación e investigación para comprobar la teoría tomada para el desarrollo de dicha investigación.

La investigación se justifica de manera teórica, debido a que este estudio permite tener una visión más compleja de los conocimientos teóricos sobre la aplicación de la metodología del Ciclo de Deming y sus herramientas para aumentar la productividad en el área de fabricación de estructuras metálicas en la empresa P.M.H. Famsteel E.I.R.L., por ende, obtener un mejor manejo del proceso productivo.

Justificación metodológica, al respecto de esta justificación Carrasco (2014) argumentó que:

Podemos afirmar que tiene justificación metodológica si los métodos, procedimientos, técnicas e instrumentos ideados y empleados en la creación de la investigación tienen validez y confiabilidad, y cuando se utilizan en otros trabajos de investigación son efectivos, y de esto se sigue que pueden estar estandarizado. (p.119).

La investigación tiene esta justificación ya que se utilizó nuevos instrumentos para la recolección de datos y medir la variable independiente “Ciclo de Deming” y su influencia en la variable dependiente “Productividad”, cuyos instrumentos serán gestados antes de iniciar la aplicación, asimismo serán evaluados y validados por 03 (tres) experto. Por medio de la aplicación de los instrumentos de medida y el proceso de datos mediante el SPSS versión 25, se buscan los objetivos que es mejorar la productividad en el área de fabricación de estructuras metálicas en la empresa P.M.H. Famsteel E.I.R.L.

Justificación práctica, Carrasco (2014) indicó que se refiere al hecho de que, si el trabajo de investigación resolverá problemas prácticos (p.119). El autor indicó que mediante estrategias se podrá resolver los diversos problemas que ocurren en una empresa. La investigación se justifica por ser práctica debido a que propone la aplicación de la metodología del Ciclo de Deming permitirá controlar e identificar los puntos críticos de la calidad en cada subproceso de la empresa P.M.H. Famsteel E.I.R.L. Asimismo conocer como la eficiencia y la eficacia impacta significativamente en la productividad de la organización.

Justificación económica, Carrasco (2014) señaló se encuentra en los beneficios y utilidades que los hallazgos del estudio reportan al público en general, ya que sirven como base necesaria y punto de partida para implementar programas de mejora social y económica para el público en general (p.120). El autor señaló que mediante utilidades se podrá generar proyectos en beneficio de la sociedad.

La investigación tiene una justificación económica puesto que la aplicación del Ciclo de Deming permitirá evitar los reprocesos de fabricación durante los subprocesos, reduciendo los tiempos de producción y costo en procedimientos o gestiones innecesarias.

Justificación social, Hernández, Fernández y Baptista (2014) indicaron que la justificación social tiene como objetivo demostrar la trascendencia social de la investigación identificando quiénes se beneficiarán de sus hallazgos (p. 40). Los autores indicaron que la justificación social, busca el desarrollo e integración de la sociedad. La presente investigación cuenta con justificación social debido a que la aplicación del Ciclo de Deming permitirá detectar los problemas actuales en la productividad del área de fabricación de estructuras metálicas en la empresa P.M.H. Famsteel E.I.R.L., para involucrar al personal operativo y administrativo en cada proceso productivo obteniendo un mejoramiento continuo a mediano y largo plazo, evitando que el personal labore doble turno, por ende, mejorando la calidad de vida de los mismo.

Se determinó también, el objetivo general del estudio que fue: determinar de qué manera la aplicación del Ciclo Deming para la mejora la productividad en el área de fabricación de estructuras metálicas en la empresa P.M.H. Famsteel E.I.R.L., Lurigancho, 2018

Los objetivos específicos fueron los siguientes:

- Determinar de qué manera la aplicación de la metodología del Ciclo Deming para la mejora la eficiencia en el área de fabricación de estructuras metálicas en la empresa P.M.H. Famsteel E.I.R.L., Lurigancho, 2018
- Determinar de qué manera la aplicación de la metodología del Ciclo Deming para la mejora la eficacia en el área de fabricación de estructuras metálicas en la empresa P.M.H. Famsteel E.I.R.L., Lurigancho, 2018

Luego en función de la interrogante de nuestro problema de estudio, se planteó la hipótesis general de la investigación que fue: La aplicación del Ciclo Deming mejora significativamente la productividad en el área de fabricación de estructuras metálicas en la empresa P.M.H. Famsteel E.I.R.L., Lurigancho, 2018

Las hipótesis específicas fueron las siguientes:

- La aplicación de la metodología del Ciclo Deming mejora significativamente la eficiencia en el área de fabricación de estructuras metálicas en la empresa P.M.H. Famsteel E.I.R.L., Lurigancho, 2018
- La aplicación de la metodología del Ciclo Deming mejora significativamente la eficacia en el área de fabricación de estructuras metálicas en la empresa P.M.H. Famsteel E.I.R.L., Lurigancho, 2018

II. MARCO TEÓRICO

En este segundo apartado de la investigación se abordó los diferentes antecedentes de estudios que antecedieron al nuestro, además de las teorías que fueron tomados de diversos autores que guardaron relación con los temas de estudio. Como antecedentes internacionales se consideró estudios como los de:

Jara (2012) en su tesis que tuvo como objetivo proponer un estudio de mejora de los procesos productivos, en la línea de metalmecánica. Para el cual empleó la teoría de la restricción (TOC), las 5's, Kanban y Poka Yoke. El autor concluyó que fue necesario adecuar las matrices para el proceso de troquelado en prensas hidráulicas \$7,418.00, sistema para el traslado de material con ventosas \$40,320.00, estantes y afiches para colocación de Kanbans \$1,056.00 entre otros. La capacitación de 5's para el personal de metalmecánica \$710.00, la fabricación de afiches 5'S \$858.00, colocación de dispensadores de afiches, en el área de metalmecánica \$264.00 y colocación de un tablero 5's \$300.00.

Chalén (2017) su investigación cuyo objetivo fue aplicar la metodología PHVA que permita optimizar los procesos en la empresa. Su estudio inició con el reconocimiento de los procesos actuales para luego establecer el mapa procesos en sus tres niveles estratégicos, realizó los flujogramas en base a la notación estándar y definió los formatos de registros; con el fin de medir los procesos que apunten al logro de los sus objetivos. El autor concluyó que antes de la implementación del PHVA tuvo un valor agregado de un 22%, pasando a un incremento del 27%. Pudo verificar que mejoró los tiempos de los procesos recomendó que las mejoras sean monitoreadas regularmente para asegurar la calidad.

Araneda (2016) en su estudio de tesis cuyo objetivo fue diseñar un plan de mejora de sus procesos en una empresa industrial. Usó metodologías de manufactura esbelta, como VSM, para identificar actividades que agregan y no aportan valor a los clientes, así como cuellos de botella en su proceso; por último, aplicó la técnica 5W + 1H. Se concluyó que como resultado del VSM del proceso de reparación, se identificó que 98% del tiempo en esta línea no suma valor al producto, solo el 2% es productivo. Esto establece una línea de base para el estado

actual del proceso, lo que permite evaluar en el futuro la influencia del plan desarrollado a partir del diagnóstico de la condición actual.

Barrios (2015) su investigación que fue determinar el uso correcto de este sistema en el proceso de producción en las empresas que producen chocolate artesanal. Utilizó cada elemento que conforma el ciclo PHVA. El autor concluyó que estas empresas no hacen uso adecuado del sistema de Deming; Emplean procedimientos tales como identificación y causas de problemas, supervisión y control de calidad; implementan acciones para corregir luego de señalar una anomalía en su área y prueban su efectividad; y, finalmente, no emplean acciones que eviten la recurrencia de problemas descubiertos en sus procesos de fabricación.

García (2013) su estudio de tesis cuyo objetivo principal fue alcanzar y mantener el nivel de la tasa mensual de Scrap de 0.6% como máximo al cierre del año 2012. La mejora continua y las herramientas de calidad para la implementación de acciones correctivas permanentes como el ciclo PHVA y el AMEF hicieron posible estos cambios. Luego de la implementación y verificación de acciones correctivas permanentes, el autor encontró que el desperdicio o chatarra se redujo a un máximo de 0.6 por ciento, alcanzando tasas de hasta 0.28 por ciento. El concepto de procesos confiables fue impulsado gracias al desempeño óptimo en la mitigación de los niveles de desperdicios.

Como antecedentes de estudios en el ámbito nacional se consideró a los siguientes autores:

García (2017) su tesis fue determinar si el ciclo PHVA incrementa la productividad en el área de soldadura metalmecánica. La herramienta de ciclo PDCA se utilizó como parte de la técnica de mejora continua. El autor encontró que los hallazgos obtenidos mostraban un aumento del 26% en la productividad, una mejora del 12.20% en la eficiencia y una mejora del 17.40% en la eficiencia. La prueba de hipótesis, que empleó el estadístico t-Student, estableció la conclusión que luego del análisis inferencial que se aplicó al factor, productividad, resultó que se pudo dar por aceptado la hipótesis planteada en su investigación.

Chahuaya (2017) su investigación tuvo por objetivo determinar como la aplicación del PHVA pudo incrementar la productividad de una empresa metalmecánica. La

metodología utilizada fue la mejora continua y consideró como herramienta el ciclo PHVA. Según la conclusión del autor, la productividad pasó de 1.557 a 3.507 hojas por hora, un aumento del 27,62%. De manera similar, la eficiencia del área de litografía podría incrementarse del 51,55% al 84,5%, un aumento del 32,92% y, finalmente, la eficiencia del área de litografía podría incrementarse del 61,74% al 70,34%, un aumento del 8,60%.

Benites (2017) en su estudio de tesis tuvo por objetivo proponer mejoras en el flujo de procesos para la implementación de proyectos mineros de una empresa metalmeccánica. Desarrolló el mapa de procesos y aplicó la metodología de las cinco 5's. Concluyó que las buenas prácticas de las 5's, logró convertir horas-hombre, perdidas (88) en horas productivas. Permitted que el rendimiento de la planta creciera en un 90%; en otras palabras, se podrían crear más piezas en menos tiempo utilizando menos materia prima. Como resultado, en el caso de la construcción de un Skip, el plazo de entrega era previamente de 48 días; hoy, el plazo será de 39 días.

Alva (2016) en su investigación cuyo objetivo fue implementar la metodología Lean para mejorar el proceso de producción de tanques para combustibles. El autor utilizó los enfoques de 5, TPM y Just Time, así como también el desarrollo continuo. El autor concluyó que el nivel podría aumentarse del 24% al 73%, y que, al implementar JIT, los tiempos de producción podrían reducirse, resultando en una reducción de 2 horas en los tiempos de ciclo durante la etapa de ensamblaje del proceso de fabricación del tanque de 6000 gls.

Elías (2017) en su tesis Implementación del Ciclo de Deming para mejorar la productividad en el área de mantenimiento de bombas centrífugas en la empresa metalmeccánica RECOLSA S.A. Su objetivo fue determinar cómo la implementación del Ciclo de Deming mejora significativamente la productividad en el área mantenimiento de bombas centrífugas. La metodología utilizada fue la mejora continua y consideró como herramienta el ciclo PHVA. El autor concluyó que la productividad de la empresa aumentó en un 29%, lo que demuestra que se redujeron los tiempos de reparación, se redujeron los reprocesos de mecanizado, se estandarizaron las hojas de evaluación y reparación para una correcta entrada de datos y se cumplieron los plazos de reparación del cliente.

Luego de mencionar a los antecedentes del estudio, se abordaron los temas relacionados con nuestras variables de estudio, que se para están investigación se consideró a las siguientes variables:

Variable independiente: Metodología del ciclo de Deming

Gonzales y Arciniegas (2016) indicaron que los sistemas modernos de gestión de la calidad se diseñan, desarrollan e implementan utilizando el proceso PHVA (o ciclo de Deming) (p.24). Los autores indicaron que el ciclo de Deming se puede emplear para garantiza un óptimo cumplimiento del proyecto de mejora continua, derivado en procesos y sistemas de calidad.

Zapata (2015) señaló que el PHVA es un método que ayuda a la organización de procesos, reconoce la necesidad de brindar altos estándares de calidad en un producto o servicio; puede emplearse en empresas ya que permite la ejecución eficiente de tareas (p.13). El autor señaló que el resultado del uso de la metodología es que las empresas obtengan mayor competencia en sus procesos, aportando a la realización de estos, con el fin de brindar productos y/o servicio de calidad.

Hoyle (2017) mencionó que el PDCA es una metodología en la que se basa la estructura de ISO 9001, y estos estándares se muestran en cada uno de sus cláusulas (p.77). El autor mencionó que la metodología PDCA está basada en la ISO 9001:2015, de la herramienta CAPDo; Plan - cláusula 6: planificación Do - cláusulas 7 y 8: verificación de soporte y operación - cláusula 9: Ley de evaluación de desempeño - Cláusula 10: Mejora para la supervisión compleja de mejora continua.

El ciclo deming consta de cuatro principales etapas o fases los mismos que fueron considerados como dimensiones de este estudio:

1. Planificar

Gonzales y Arciniegas (2016) explicaron que implica establecer los objetivos y procesos necesarios para lograr resultados de satisfacción del cliente, respetando las políticas de la organización (p.24). Los autores explicaron que, para realizar un buen análisis de proyecto, debemos planificar, siendo este la definición del proyecto, el análisis de las situaciones, el examen de las causas potenciales y la planificación de soluciones.

Zapata (2015) señaló que la planificación debe realizarse de acuerdo con el resultado deseado. Conduce a la identificación de los objetivos deseados y los pasos necesarios para alcanzarlos (p.16). El autor señaló que la etapa de planear se establecen objetivos, los cuales la empresa debe alcanzar, asimismo debe determinar de qué manera alcanzará dichos objetivos.

Vargas y Aldana (2014) indicaron que los objetivos, las medidas a tomar y las formas de seguir el progreso se definen durante la planificación. Además, la situación actual se determina mediante un diagnóstico, del cual se derivan el problema a tratar y las principales áreas de mejora. (p.273). El autor mencionó que hacer es iniciar medidas a partir de la observación para determinar las mejoras que se tienen que realizar durante los procesos.

Hoyle (2017) mencionó que esta fase implica poner en práctica los cambios descubiertos en la fase anterior, reduciendo la brecha entre los requisitos del cliente y la implementación del proceso (p.78). El autor mencionó que mediante la planificación se ejecuta una recolección de datos para determinar el fenómeno de la causa raíz en la situación actual.

2. Hacer

Gonzales y Arciniegas (2016) señalaron que está conformado por los componentes operativos del sistema, como su implementación y desarrollo. (p.24). Los autores señalaron que hacer es una pieza fundamental para la aplicación de la metodología, debido a que es el inicio para concretar las mejoras del proceso.

Zapata (2015) señaló que el hacer conlleva la determinación de las funciones para la ejecución del plan, la definición y provisión de los recursos necesarios para el cumplimiento del plan, el desarrollo de las acciones del plan, la documentación y registro de las actividades realizadas (p.16). El autor señaló que en la etapa de hacer se establece un plan, en el cual se debe precisar todos los recursos para que el resultado sea positivo. Asimismo, se ejecuta, documenta y registra las actividades.

Hoyle (2017) mencionó que en esta etapa se implementa el plan y por lo tanto, habrá planificación o preparación, ejecución, verificación y corrección de muchas de las actividades definidas en el plan (p.80). El autor indicó que hacer es establecer

los objetivos de un patrón de repetición que se muestra en cada escala, es decir como una pequeña mejora.

3. Verificar

Gonzales & Arciniegas (2016) indicaron los procesos y productos se monitorean y miden para comparar el resultado con los objetivos establecidos (p.24). Los autores indicaron que durante la etapa de verificar se utilizan herramientas para comprobar si el plan inicial se alinea al objetivo.

Zapata (2015) señaló que los procesos y productos deben verificarse con estándares establecidos, deben establecerse sistemas de monitoreo y verificación, y deben establecerse indicadores (p.16). El autor señaló que verificar se define cuando se observa que los objetivos planificados se están cumpliendo, en esta etapa se determinan los indicadores con el fin de rastrear todos los procesos a intervenir durante la producción.

Much (2011) mencionó que utilice análisis estadístico para determinar la disminución de desviaciones en el nuevo proceso (p.35). El autor explicó que para verificar después de la implementación se debe insertar un estudio con el fin de eliminar o reducir desviaciones.

Hoyle (2017) mencionó que esta etapa comienza después de que se ha implementado la modificación y se utiliza para determinar si se han alcanzado los resultados esperados (p.80). El autor mencionó que el verificar es establecer la implementación de los cambios si estos fueron los resultados esperados.

4. Actuar

Gonzales & Arciniegas (2016) mencionaron que, sobre la base de la disparidad entre los resultados y los objetivos previstos, repare o elimine las fuentes de desviaciones, o realice actividades para mejorar continuamente el rendimiento del sistema (p.24). Los autores mencionaron que durante esta última etapa se emplean las medidas correctivas para realizar un plan de acción ante una desviación, así obtener una mejora en el proceso de producción.

Zapata (2015) señaló que para actuar se requiere establecer acciones correctivas ante desviaciones reconocidas, especificar perspectivas de mejora y llevar papeles y registros (p.17). El autor señaló que durante el actuar se pueden implementar otras mejoras que apunten a lograr lo establecido como meta, si el

resultado es el esperado entonces se procede con los registros necesarios para mantener el objetivo de mejora continua.

Vargas y Aldana (2014) indicaron que la derivación del método científico que se aplica a las actividades organizativas. Este ciclo se ha convertido en uno de los aspectos más importantes para garantizar el progreso continuo (p.272). Los autores indicaron que mediante la implementación de la metodología del ciclo de Deming se obtiene una mejora constante para los procesos de las empresas, asimismo incrementa la productividad de dichas entidades.

Much (2011) señaló que esta fase implica poner en práctica los cambios descubiertos en la fase anterior, disminuyendo la brecha entre las necesidades del cliente y la implementación del proceso (p.35). El autor mencionó que actuar es implementar todas las correcciones que se realizó en la fase de verificar.

Hoyle (2017) explicó que cuando se tiene información suficiente para tomar decisiones sobre los cambios a realizar sobre el tema financiero o tecnológico. El ciclo debe repetirse utilizando los conocimientos adquiridos para cambiar el plan o el método (p.80). El autor señaló que el actuar es optar por la decisión para la implementación de actividades de acuerdo a los requerimientos del plan o método.

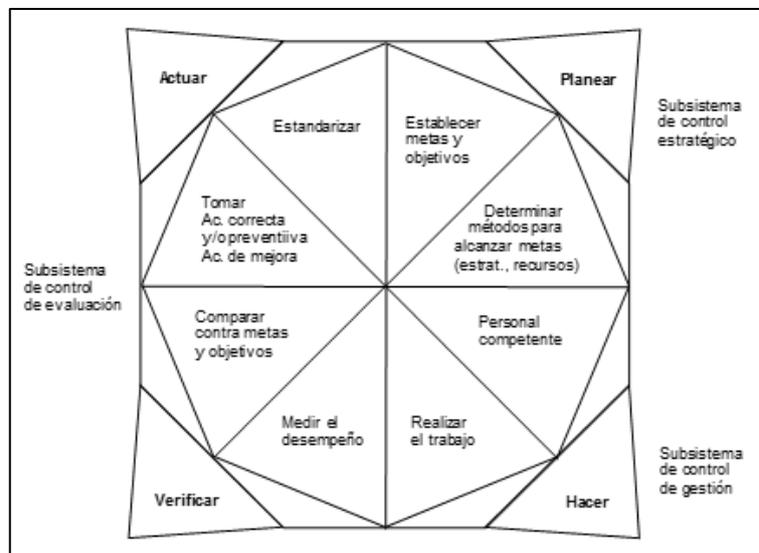


Figura 4. Ciclo PHVA o de Deming.

Principios de la Gestión de Calidad

Estos principios buscan garantizar que el diseño e implementación del sistema de gestión alcancen su objetivo:

- a) Busca satisfacer la necesidad del individuo o cliente.
- b) Liderazgo: En su forma más básica, el trabajo de un líder es inspirar, guiar y dirigir a otros hacia el logro de objetivos predeterminados.
- c) Involucrar a la gente: Las personas son el factor más importante e influyente de una organización.
- d) Orientado a los procesos: Dedicado a mejorar los procesos, o las actividades y recursos que contribuyen al logro de un resultado o producto deseado.
- e) Enfoque sistemático: La organización es un sistema que se relacionan entre todos los elementos para administrar los recursos hacia un objetivo común.
- f) Mejoramiento progresivo: concepto básico de la ingeniería que indica que “siempre hay y habrá una mejor forma de hacer las cosas”.
- g) Decisiones en base a resultados numéricas; lo que hace más certero y predecibles en su comportamiento.
- h) Integración entre los actores de la cadena de gestión, como los proveedores y la organización, se propicia una relación de beneficioso mutuo.

Identificación del problema

Gonzales y Arciniegas (2016) indicó que es el estudio de los síntomas, la recopilación y el análisis de datos y la experimentación para comparar ideas y establecer vínculos causa-efecto (p.56). Cuando un sistema de calidad se diseña de acuerdo con las Normas ISO-9000, el diagnóstico permite determinar el estado actual del sistema en comparación con el sistema propuesto por las Normas ISO-9000.

Las diversas normas asociadas al estándar ISO 9000, son adaptables a todo tipo de organización.

- ISO 9001:2015 Sistema de gestión de la calidad. Requisitos.
- ISO 9004:2015 Sistema de gestión de la calidad. Recomendaciones para llevar a cabo la mejora.
- ISO 9000:2015 Principios y vocabulario.

El sistema de gestión de la calidad ISO 9001:2015, tiene los siguientes requisitos:

1. Objetivo y campo de aplicación
2. Referencias normativas.
3. Términos y definiciones
4. Contexto de la Organización
5. Liderazgo
6. Planificación
7. Apoyo
8. Operación
9. Evaluación y desempeño
10. Mejora

Los siete principios de la gestión de la calidad

- Enfoque al cliente
- Liderazgo
- Compromiso de las personas
- Enfoque a procesos
- Mejora
- Toma de decisiones basada en la evidencia
- Gestión de las relaciones

Diagrama de Ishikawa o diagrama causa-efecto

Sánchez y Enríquez (2013) señalaron que el diagrama de Ishikawa es una representación visual de las diversas fuentes de un problema (p.278). Los autores mencionaron que mediante el diagrama de Ishikawa se puede identificar fenómenos de la causa raíz.

Diagrama de Pareto

Sánchez y Enríquez (2013) señalaron que después de recopilar datos para calificar las causas, el gráfico de Pareto es un gráfico en el que se presentan múltiples calificaciones de datos en orden descendente, de izquierda a derecha, utilizando barras simples (p.282). Los autores mencionaron que mediante el diagrama de Pareto se puede dar un orden de prioridad a las clasificaciones de las causas raíces del problema.

Hojas de verificación

Sánchez y Enríquez (2013) indicaron que es una tabla o formulario basado en un diagrama para registrar y recabar datos de una manera sencilla y metódica, como la anotación de marcas vinculadas con la ocurrencia de eventos específicos. (p.284). Los autores mencionaron que mediante la hoja de verificación se puede una base de datos, incluyendo las incidencias de los procesos.

Gráficos de control

Sánchez y Enríquez (2013) señalaron es una técnica estadística para evaluar la estabilidad de un proceso. Permite diferenciar las causas de variación (p.286). Los autores mencionaron que estos sirven para las valoraciones de los procesos, asimismo se puede observar las alteraciones que existen en el fenómeno de la causa raíz.

Sánchez y Enríquez (2013) señalaron que es difícil identificar y excluir fuentes aleatorias. Es posible identificar y eliminar determinadas causas. Para lograr el objetivo de estabilización del proceso (p.286). Los autores señalaron que existen dos tipos de causas: aleatorias y específicas, la diferencia de una y otra es la variación de identificación para obtener los resultados esperados.

Histogramas

Sánchez y Enríquez (2013) indicaron que representa de forma gráfica una distribución de frecuencia que toma la forma de una columna vertical o un gráfico de barras. La altura de la barra está relacionada con la frecuencia con la que la variable adquiere diferentes valores (p.287). Los autores mencionaron que mediante los histogramas se puede distribuir en mediante gráficos el número de veces que aparece un determinado valor.

Diagrama de correlación

Sánchez y Enríquez (2013) señalaron que es un diagrama matemático que muestra los valores de dos variables para un conjunto de datos utilizando coordenadas cartesianas (p.288). Los autores indicaron que el diagrama de correlación se señala los valores de las variables de la base de datos mediante las coordenadas cartesianas.

Muestreo estratificado o estratificación

Sánchez y Enríquez (2013) señalaron que es una herramienta estadística para clasificar los elementos de una población con afinidades para poder analizarlos y encontrar razones comunes de su comportamiento (p.289). Los autores mencionaron que mediante la estratificación se analizan, establecen y catalogan los componentes de la determinada población.

Pequeña mejora continua

Gonzales y Arciniegas (2016) mencionaron que implica tomar medidas graduales para mejorar la eficiencia y eficacia de los procedimientos y actividades de la empresa. La satisfacción y las expectativas del cliente se cumplen de esta manera (p.108). Los autores mencionaron que para obtener productividad en una empresa se debe desarrollar acciones correctivas o de mejora, finalmente obtener satisfacción del cliente.

Diagrama de operaciones

Gonzales y Arciniegas (2016) señalaron que se utiliza para representar la secuencia de actividades e inspecciones hasta que se alcanza el producto final a través de un proceso específico (p.123). Los autores señalaron que mediante el diagrama de operaciones se puede observar todo el proceso detallado hasta la obtención del producto final.

Diagrama de flujo

Sánchez y Enríquez (2013) señalaron que muestra de manera gráfica la secuencia de como se hace un determinado proceso (p.290). Los autores indicaron que mediante un diagrama de flujo se puede observar la cadena de los procesos hasta la obtención del producto final.

Planificar un sistema de gestión

Gonzales y Arciniegas (2016) señalaron que consiste en contar con procesos normados que permita satisfacer las necesidades y deseos de los clientes ofreciendo productos de calidad. Una certificación ISO 9000, muestra garantía frente al cliente de que los productos fueron producidos con procesos de calidad (p.142). Los autores indicaron que la planificación de un sistema de gestión es el procedimiento para obtener la calidad, pero primordialmente para obtener la

satisfacción del cliente. Una garantía de que los procesos son de calidad es la ISO 9001:2015.

Políticas de calidad

Sánchez y Enríquez (2013) señalaron que describe los parámetros básicos para el desarrollo del sistema y se orienta de manera primordial al cliente (p.116). Los autores indicaron que se debe establecer los puntos importantes para una correcta planificación

Objetivos de la calidad

Sánchez y Enríquez (2013) señalaron: "Podemos definir un objetivo, de un modo general, como una expresión cualitativa o cuantitativa de un propósito, en un periodo determinado; debe responder a la pregunta "que" y "para que"" (p.120).

Los autores indicaron que mediante los objetivos de la calidad pueden ser cualitativos y cuantitativos mediante un determinado tiempo.

Manejo de productos y servicios no conformes

Gonzales y Arciniegas (2016) señalaron que ante el hallazgo de un producto erróneo se deben hacer las correcciones necesarias. De no ser posible su recuperación desechar el producto No conforme (p.170). Los autores mencionan que cuando existen de productos y servicios no conformes, se tiene que tener en cuenta tres pasos, iniciando con la corrección de los productos no conformes; seguidamente obtener el permiso de desviación para evitar el desperdicio de los productos; y finalmente desechar, es decir se debe reciclar o reutilizar el producto no conforme.

Herramientas para el análisis de causas

Gonzales y Arciniegas (2016) señalaron que las herramientas fundamentales para realizar un análisis y determinar una solución a un problema de calidad. Sin embargo, en esta sección, repasaremos el enfoque exacto a seguir cuando intente resolver problemas específicos con artículos o servicios no conformes.

- a) Recoge los datos de los productos No conformes
- b) Se debe evaluar la criticidad del problema.
- c) Analizar las posibles causas del problema y sus soluciones.
- d) Dar solución al problema y evitar que se repita.

Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMEF)

Bureau Veritas (2011) indicó que es una técnica de calidad sofisticada que utiliza un enfoque para una exhaustiva evaluación de términos de cómo surgen las fallas (p.688). Se consideran tres aspectos para identificar una falla:

- frecuencia de la falla
- La criticidad del fallo producido
- Si su detección fue fácil o difícil.

Variable dependiente: Productividad

Medianero (2016) indicó que la productividad se define como el vínculo entre los productos y los insumos en general, lo que hace que este indicador sea una medida de la eficiencia con la que una empresa utiliza sus recursos para producir artículos finales (p.24). Mencionó el autor que la productividad es cantidad de la producción, y mediante la eficiencia se mide producción por factor utilizado, que es por unidad de trabajo o capital.

Salado (2015) señaló que la relación entre los resultados obtenidos y los recursos necesarios para cumplir los objetivos de la empresa (p.54). El autor señaló que la productividad es la dependencia que existe a través los resultados que se obtuvieron y los recursos necesarios para obtener dichos resultados.

Cruelles (2013) indicó que la productividad es un valor de relación que mide el grado en que se utilizan los factores que influyen en la producción de un producto; por lo que se requiere el control de la productividad (p.10). El autor mencionó que la productividad se calcula el máximo empleo de elementos que intervienen durante una producción.

Gavinet (2017) señaló: “Podemos decir que es el resultado del esfuerzo del hombre y no de una maquinaria nueva o más efectiva. Ya que ésta tendría importancia en la producción, pero no en la productividad” (p.258). El autor señaló que la productividad es la consecuencia del trabajo del hombre, no involucrando las maquinarias debido a que está involucrado en la producción y no en la productividad.

Eficiencia

Medianero (2016) indicó que la eficiencia es el enfoque correcto para lidiar con la relación objetivo y recurso y optimizar el uso de los recursos disponibles para proporcionar el mejor producto o resultado con la menor cantidad de trabajo o costo (p.38). El autor concluyó que la utilización óptima de los recursos de un sistema, bajo la consideración de las metas previamente trazadas por la organización.

Salado (2015) señaló es la capacidad de lograr un objetivo predefinido con la menor cantidad de recursos posible, es decir, lograr el resultado deseado con la menor cantidad de recursos posible (p.57). El autor señaló que la eficiencia se basa en obtener los objetivos esperados, pero con lo mínimo de recursos.

ICB (2014) indicó que es la diferencia entre la producción real y esperada de la empresa, y está estrechamente relacionada con el uso de recursos de la empresa (p.6). El autor señaló, que el indicador es el resultado de la producción real con la producción proyectada en relación con los recursos de las organizaciones.

Cruelles (2013) indicó que indica la relación entre insumos y producción, busca minimizar el costo de los recursos; es hacer bien las cosas (p.10). El autor mencionó que la eficiencia es la utilización correcta de los recursos.

Gavinet (2017) señaló que implica reducir los recursos del sistema tanto como sea posible. Mide también la rapidez con la que se completa una actividad (p.258). El autor indicó que la eficiencia se obtiene cuando se minimiza los recursos durante el proceso y evaluando los tiempos utilizados.

Eficacia

Medianero (2016) indicó que la eficacia es el enfoque adecuado para la conexión entre la institución y el entorno, con metas que se basan en necesidades y oportunidades genuinas, objetivas y prácticas (p.38). El autor concluyó, la relación de la eficacia y el cumplimiento de todo aquello que se ha ofrecido al cliente sea interno y principal al externo.

Salado (2015) señaló: “La eficacia hace referencia a la capacidad de alcanzar los objetivos, sin tener en cuenta si ha habido, o no, una gestión óptima de los recursos” (p.58). El autor señaló que la eficacia se basa en la obtención de los objetivos sin importar los recursos utilizados.

ICB (2014) sustentó que es el nivel del alcance de las metas y se relaciona directamente con el desempeño” (p.6). El autor señaló que la eficacia se basa en

obtener las metas, las cuales están asociadas con el desempeño del personal durante la producción.

Cruelles (2013) indicó que es el grado de cumplimiento de los objetivos se denomina eficacia. Está vinculado al logro de objetivos; se trata de hacer las cosas correctas (p.11). El autor mencionó que la eficacia es el resultado de los objetivos con los mínimos recursos.

Gavinet (2017) señaló: “Se produce cuando se cumplen todos los objetivos impuestos” (p.258). El autor concluye que la eficacia se obtiene siempre y cuando se cumplan las metas proyectadas.

Efectividad

Salado (2015) señaló: “(...) Efectividad en el sentido entre eficacia y eficiencia, es decir, somos efectivos, en tanto que conseguimos nuestros objetivos previstos con el menor número posible de recursos” (p.58). El autor señaló que la efectividad es obtener los resultados esperados con el mínimo recurso.

ICB (2014) indicó que el desempeño de un empleado se mide en términos de productividad. Es productivo cuando recibimos la mayor cantidad de productos por la menor cantidad de dinero durante un período de tiempo determinado (p.5). El autor señaló que la productividad en el personal se puede medir mediante el rendimiento.

ICB (2014) señaló que cuando se trata de máquinas y equipos, la productividad se relaciona con sus características técnicas (p.5). El autor indicó que la productividad en las máquinas y/o equipos está relacionada con las especificaciones técnicas.

Capacidad de producción

ICB (2014) señaló que cuando alcanzamos el nivel más alto de actividad que puede alcanzar una determinada estructura de producción, lo denominamos capacidad de producción. La decisión de invertir o no invertir determina si la capacidad productiva aumenta o disminuye (p.7).

El autor señaló que el nivel de producción es la máxima función que se puede realizar, Asimismo depende de la inversión de la empresa puesto que es directamente proporcional.

Tipos de productividad

Producción parcial

ICB (2014) señaló que mide la cantidad que se produce respecto a un único insumo o factor (p.8). El autor mencionó que la producción parcial se obtiene de la relación de la producción y de un insumo.

Producción del factor total

ICB (2014) señaló que es el resultado de lo realmente producido, que incluye tanto la mano de obra y lo invertido (p.9). El autor mencionó que la producción de factor total resulta de la suma de la producción real, mano de obra y capital.

Producción total

ICB (2014) indicó: “Es el número entre la producción total y la suma de todos los factores de insumo” (p.9). El autor mencionó que la productividad total resulta de la producción total y los agentes involucrados en la producción.

Categorización de factores que inciden en la productividad

Factores externos

ICB (2014) indicó factores cómo la competencia, la demanda y la regulación gubernamental afectan la producción y distribución. Estos elementos están fuera del control de la empresa y pueden tener un impacto positivo o negativo en la producción y distribución (p.11). El autor mencionó que los factores externos son aquellos que no pueden ser manejados por la empresa y que puede inducir en que la producción resulte baja o incrementa.

Producto

ICB (2014) respecto a la definición señaló:

Las nuevas tecnologías se desarrollan como resultado de la investigación y el desarrollo de productos para aumentar la producción. De tal manera que invertir en esta área se traduce en cambios significativos en la tecnología empresarial que tienen un impacto directo en la productividad. (p.12)

El autor mencionó que un producto innovador genera incrementa la productividad, asimismo establece mejora en la empresa.

Proceso

ICB (2014) señaló que se presentaran fallas si el tipo de método de producción no se elige correctamente según el producto y el mercado (p.12). El autor mencionó que el proceso depende de una correcta elección del producto y el mercado objetivo, puesto que las debilidades de estas repercuten en la productividad.

Capacidad de inventarios

ICB (2014) mencionó que la capacidad en exceso favorece a la reducción de la productividad, con una adecuada medición de la capacidad, se puede lograr producir lo necesario es decir ni en exceso ni insuficiente (p.12). El autor mencionó que mediante una adecuada planeación se logra una capacidad de inventarios correcta, puesto que la capacidad es inversamente proporcional a la productividad.

Fuerza de trabajo

ICB (2014) mencionó que existen factores que influyen en la fuerza laboral, incluida la selección y ubicación, la capacitación, la supervisión, la estructura organizativa, la remuneración, el diseño del trabajo, los objetivos y los sindicatos (p.12). El autor mencionó que la fuerza de trabajo está vinculada a diversos factores externos e internos a la empresa.

Calidad

ICB (2014) señaló que la productividad está vinculada a la mejora continua del sistema de gestión de la calidad, lo que ayuda a la organización a prevenir fallas en los productos y mejora los estándares de calidad (p.12). El autor mencionó que a través de la calidad se prevé los desfases y contratiempos de los procesos, obteniendo resultados sobre la producción.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Acerca del tipo de estudio, Carrasco (2014) indicó que esta investigación se distingue porque investiga cómo actuar, transformar, modificar o producir cambios en un sector específico de la realidad (p.44). El autor indicó que la investigación aplicada busca el origen que ocasiona los problemas para poder actuar, utilizando los aportes de las teorías científicas ya existentes. Ante el evidente problema que presentó el área de, y verificado sus causas, este estudio es de tipo aplicado, se presentó las propuestas de solución que ayudaron a mejorar el problema de la productividad

Nivel descriptivo, Carrasco (2014) señaló describe las características, los rasgos internos y externos, detalles importantes de los hechos y eventos de la realidad en un momento determinados (p.42). El autor señaló la investigación es descriptiva porque busca las características, rasgos importantes de los hechos para saber la magnitud del problema que se da en el momento. En la presente investigación tiene un nivel descriptivo porque busca especificar y/o describe características, causas con sus consecuencias

Nivel explicativo, Arias (2012) indicó averigua el por qué suceden las cosas estableciendo relaciones de causa y efecto. De esta manera, los estudios se pueden utilizar para determinar tanto las causas como los efectos (p.26). El autor señaló que el nivel explicativo se basa en encontrar los fenómenos de la causa-raíz a través del diagrama de Ishikawa para dar las posibles soluciones. En la presente investigación tiene un nivel explicativo porque buscar la relación entre las variables de estudio y aspectos que interviene en el proceso.

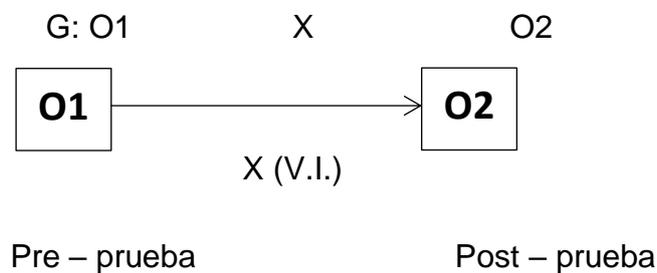
En cuanto al enfoque de la investigación, Hernández *et al.* (2014) indicaron que para establecer patrones de comportamiento y probar teorías, el enfoque cuantitativo emplea la recopilación de datos para probar hipótesis basadas en análisis estadístico numérico (p. 4). Posee un enfoque cuantitativo porque su análisis se basa en aspectos observables y medibles mediante pruebas estadísticas.

Diseño de investigación

Gallardo (2017) indicó que implica exponer un objeto o un grupo de personas a condiciones, estímulos o tratamientos específicos (variable independiente) para observar los efectos y reacciones que se producen (variable dependiente) (p.54).

El autor indicó que diseño de investigación consiste en aplicar el estudio en la primera variable para observar resultados de mejora en la segunda variable. Por lo indicado por el autor se sostiene como diseño experimental, ya que nuestra V.D. (Productividad) se manipuló con la intención de lograr su impacto en la V.I. (Metodología del ciclo de Deming PHVA).

Diseño de relación cuasi-experimental



Dónde:

G: Grupo de prueba

O1: Observación de la aplicación del Ciclo de Deming en la fabricación de estructuras metálicas

O2: Observación del incremento de la productividad

X: Aplicación del Ciclo de Deming

Alcance Temporal

La presente investigación fue longitudinal, porque se analizará el proceso productivo, tomando nota de las actividades e incidencias que acontecen en registros por medio de la observación y medición, para su posterior análisis y determinar cuáles son las causas de la baja productividad.

Hernández, Fernández y Baptista (2014) indicaron que los estudios longitudinales recogen datos en muchos momentos para sacar conclusiones sobre la evolución del problema o fenómeno de investigación, así como sus causas y efectos (p. 159).

3.2. Variables y operacionalización.

Para esta investigación se consideraron las siguientes variables de estudio:

1. Variable Independiente: Metodología del ciclo de Deming PHVA
2. Variable Dependiente: Productividad

Ciclo de Deming PHVA

Según Gonzales y Arciniegas (2016) mencionaron que esta metodología es usada en el diseño e implementación de sistemas de gestión de calidad. Es una excelente herramienta para el análisis, seguimiento y mejora de los procesos del sistema. (p.24)

Definición Operacional

Este variable fue medido a través de cada uno de sus etapas o fases; los mismos que fueron considerados como sus dimensiones de estudio. Estos fueron:

- Planificar: Cuyo indicador es el siguiente:
$$\text{Estructuras entregadas a tiempo (\%)} = \frac{\text{Total de estructuras entregadas (kg)}}{\text{total estructuras programadas (kg.)}}$$
- Verificar: Su indicador fue el siguiente:
$$\text{Estructuras defectuosas (\%)} = \frac{\text{Total de estructuras defectuosas (kg)}}{\text{total estructuras programadas (kg.)}}$$
- Hacer: Tuvo como indicador a las:
$$\text{Estructuras conformes (\%)} = \frac{\text{Total de estructuras conformes (kg)}}{\text{total estructuras programadas (kg.)}}$$
- Actuar: Tuvo como indicador al:
$$\text{Evaluaciones aprobadas (\%)} = \frac{\text{Sumatoria de notas obtenidas}}{\text{total de evaluaciones realizadas}}$$

La escala de medición que fue considerada para cada uno de los indicadores fue: La escala de razón de tipo continua ya que se obtuvieron mediciones diferentes en cada uno de las etapas de estudio.

Variable dependiente: Productividad

Definición conceptual

Medianero (2016) mencionó que la productividad se define como la relación entre productos e insumos en general, por lo que este indicador es una medida de la eficiencia con la que una empresa utiliza sus recursos para producir artículos finales (p.24).

Definición operacional

Para la medición de esta variable productividad se utilizó el instrumento como el formato de recolección de la eficiencia y eficacia los cuales permitieron medir el índice de productividad; tuvo los siguientes indicadores:

- Eficiencia: Cuyo indicador es el siguiente:

Indicador de eficiencia = Total Kg. de estructuras producidas (s/.) / total de recursos utilizados (s/.)

- Eficacia: Cuyo indicador es el siguiente:

Indicador de eficacia = Total de estructuras producidas (s/.) / total estructuras programadas (s/.)

Del mismo modo, la escala de medición que fue considerada para cada uno de los indicadores fue: La escala de razón de tipo continua ya que se obtuvieron mediciones diferentes en cada uno de las etapas de estudio.

La matriz de operacionalización su muestra en el anexo 1.

3.3. Población, muestra y muestreo

Acerca de la población, Carrasco (2014) señaló que es el universo de elementos que forman parte del problema de investigación y tienen características específicas (p.238). El autor indicó que la población es la unidad en donde se encuentra el problema a estudiar. Su población fueron los subprocesos (habilitado, armado, soldeo y limpieza) de fabricaciones del N° de Estructuras metálicas representada en Kg. programados de la empresa P.M.H. Famsteel E.I.R.L., que fueron durante cuatro meses iniciales y cuatro finales

Además, sobre la muestra, Carrasco (2014) señaló que es la porción representativa de la población con las mismas propiedades y características que el resto de la

población. Debe elegirse utilizando técnicas adecuadas para ser objetivo (p.238). El autor indicó que la muestra es la parte de la población que tiene que ser de la misma característica que la última. Para este estudio la muestra fue igual a nuestra población.

Muestreo, Valderrama (2015) señaló que es el proceso de seleccionar una muestra representativa de la población para estimar los parámetros poblacionales. El autor concluyó que el muestreo es una parte de la muestra que se toma aleatoriamente. La presente investigación cuenta con un muestreo no probabilístico debido a que es una población homogénea porque esta relacionando con los diferentes subprocesos de fabricación de las estructuras metálicas de un producto o servicio.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

Bautista (2009) señaló que son los procedimientos o acciones que se llevan a cabo con el fin de adquirir la información necesaria para completar los objetivos de una investigación (p. 38). Se usó la técnica de observación, este permitió obtener la información necesaria de las variables de estudio que se realizara también mediante las dimensiones e indicadores.

Instrumentos de recolección de datos

Bautista (2009) Para definir el instrumento, manifestó que son las herramientas que le permiten observar y registrar datos. El uso correcto de los instrumentos permitirá una correspondencia entre la teoría y los hechos que ocurren en el mundo investigado. (p. 43). Se utilizó, las fichas de recolección de datos, mediante la cual nos permitió obtener la información necesaria de las variables de estudio para realizar mejoras. Estos instrumentos indicados se indican en los anexos 3,4 y 5.

Según el autor sustentó que mediante los instrumentos se toman datos para luego procesarlo y obtener los resultados de los procesos que existen dentro de una empresa.

Validez del instrumento de medición

Carrasco (2014) señaló que implica medir lo que se va a medir de la variable o variables investigadas con objetividad, precisión, veracidad y autenticidad (p.336).

Se hizo válido nuestros instrumentos para garantizar que los indicadores midan y den los resultados requeridos. Estos fueron validados mediante el criterio de juicio de tres expertos, donde se otorgó la validez de contenido a los instrumentos los mismos que se encuentran en los anexos 19, 20 y 21.

Tabla 5. *Resultado de validación de contenido, por expertos*

Experto	Grado	Resultado
Luz Graciela Sánchez Ramírez	Doctora	Aplicable
Carlos Enrique Santos Esparza	Magister	Aplicable
Marco Antonio Meza Velásquez	Magister	Aplicable
Total		Aplicable

Elaboración propia.

Confiabilidad del instrumento

En la investigación se utiliza datos de fuentes reales de la empresa la empresa P.M.H. Famsteel E.I.R.L., que fueron obtenidos del área de fabricaciones.

Carrasco (2014) indicó que la característica o propiedad de un dispositivo de medición que le permite producir los mismos resultados cuando se aplica a la misma persona o grupo de individuos varias veces durante un período de tiempo se llama confiabilidad (p.339).

Tabla 6. *Grado de Confiabilidad.*

0.53 a menos	Confiabilidad nula
0.54 a 0.59	Confiabilidad baja
0.60 a 0.65	Confiable
0.66 a 0.71	Muy Confiable
0.72 a 0.99	Excelente confiabilidad
1.0	Confiabilidad perfecta

Nota. Rangos establecidos de acuerdo al nivel de confiabilidad.

3.5. Procedimientos

El procedimiento que se siguió para el desarrollo de esta investigación, consistió en la toma de información, recopilación de datos para entender los procesos de cada

uno de las líneas de producción; esto permitió elaborar los DOP y DAP los mismos que se ven el anexo 7 y anexo 8.

Además, se fueron registrando información mediante los reportes de control de estructuras entregadas (ver Anexo 3), reporte de control de estructuras defectuosas (ver Anexo 4) y el reporte de control de estructuras conformes (ver Anexo 5), a través de la autorización de la aplicación del instrumento (ver Anexo 21).

Actividades críticas del subproceso de producción

Demora en la entrega de fabricaciones

La fabricación de estructuras cuenta con un cronograma, en el cual se tiene que cumplir fechas específicas, sin embargos por diversos factores es que los entregables semanales según porcentajes contaban con alta incidencia en retraso, ocasionando que el contratante aplicara penalidad por retraso de entrega de estructuras.

Fabricación de estructuras con defectos

La mayor incidencia en la fabricación era por los reprocesos durante la fabricación de estructuras, en la tabla 9. Se puede observar los tipos de defectos por sub procesos. Estos defectos era incidencias que se podían reparar con el mínimo costo es decir no generaba una pérdida considerable para la empresa en comparación a las estructuras no conformes, sin embargo, a gran escala si se consideraba perdida para la empresa.

Detención de estructuras no conformes

La estructura no conforme generaba un costo fuera del presupuesto para la empresa, debido a que el contratista se encargaba de entregar todos los materiales, equipos y demás que involucren los procesos adecuados, sin embargo, cuando las estructuras no eran conforme a los planos, procedimientos e instructivos, el contratista se encargaba de la compra de materiales, insumos y otros para la reparación de estas estructuras no conformes.

La detención de estructuras no conformes básicamente era porque el personal no realizaba un pre y post inspección al proceso realizado, esperando que el jefe o supervisor de control de calidad lo observara.

Ausencia de programa de capacitaciones al personal

El personal es directamente proporcional a los contratos que realiza la empresa, es por ello que la empresa contaba con el 15% de personal fijo, siendo el 75% personal rotativo. Es por ello que carecía de un programa de capacitación, por tal motivo, la mayoría de trabajadores no reconocían el reproceso constante de la fabricación de estructuras metálicas, siendo más propensos a las incidencias durante la fabricación.

Ausencia de control de avance de fabricación

La empresa se regía a los formatos de fabricación del contratante es decir solo contaban con los planos, los procedimientos e instructivos, sin embargo, no llevaba la cuenta de su control de avance, generando perdida para la empresa puesto que el contratista evaluaba según su criterio de avance al cual el contratante no tenía acceso.

Descripción de los procesos de producción de fabricación de estructuras metálicas

Habilitado

El Ingeniero de proyectos del área de ingeniería de fabricaciones, el cual es parte del equipo del contratante, entrega el archivo CNC al área de producción, archivo que contiene detalle de corte de las cartelas y placas de las estructuras a fabricar. En este proceso se realiza el trazado de las láminas para su posterior corte de las láminas. Se trazan los centros de los agujeros necesarios y se perforan con taladros magnéticos o estacionarios según se requiera.

Todo el material habilitado es controlado por el inspector QC, el cual es parte del equipo del contratante, según el plan de pruebas e inspecciones de la disciplina de estructuras.

Armado de elementos

Se entrega los planos de fabricación al jefe de producción quien distribuye los planos a la empresa Famsteel y a su personal operativo del taller mediante el registro de control de entrega de planos. En los talleres ya con los perfiles habilitados y con los agujeros realizados se detallan los diversos trabajos que se realizaran a cada uno de las piezas de la lámina.

Para controlar el armado de los elementos estructurales, se utilizará el formato Trazabilidad de Armado de Estructuras, donde se detalla la fecha de inicio y fin del armado. Se verifican las dimensiones y se controla la distancia entre agujeros. Control de calidad inspecciona el apuntalado y realiza el control dimensional según el plan de pruebas e inspecciones de la disciplina de estructuras.

Soldadura

Antes de ejecutar cualquier trabajo de soldadura se debe considerar la especificación de procedimiento de soldadura WPS, la calificación del procedimiento de soldadura PQR y la homologación de los soldadores WPQ. Los WPS, PQR y WPQ que se usaran para la fabricación de estructuras metálicas son determinados por el jefe de producción y el jefe de calidad.

Se considerarán únicamente los procedimientos aplicables para estructuras metálicas que se encuentran en “FMST-QAC-02-03-10-FO-04 Lista de procedimientos de soldadura WPS+PQR” y soldadores homologados que apliquen para estructuras listados en “FMST-QAC-02-03-10-FO-05 Lista de soldadores calificados”. Las piezas mecanizadas son puestas en los caballetes para su posterior ensamble utilizando soldaduras de tipo GAWW o FCAW.

Antes, durante y después del proceso de soldeo, la soldadura que se ejecuta en los elementos metálicos es controlada, inspeccionados y registrados según el plan de pruebas e inspecciones de la disciplina de estructuras.

Para la trazabilidad de soldadura, se utilizará el registro FMST-GF-F-25 Trazabilidad de Soldadura para Estructuras, donde el soldador registrara todos los elementos que ha soldado durante el día y posteriormente deberá entregarlo al Jefe de Producción para su visto bueno.

El soldador debe tener el conocimiento del procedimiento para la ejecución de su trabajo de soldadura y como proceder en caso de que exista alguna reparación de soldadura por realizar, para ello debe realizar su consulta en el Procedimiento operativo FMST--GF-PR-11 Procedimiento de aplicación y reparación de soldadura.

Limpieza

En la zona de limpieza mecánica se quitan todas las impurezas de las piezas y se quita los restos de soldaduras.

Equipos, herramientas y consumibles para armado de vigas para puentes

Nivel de mano de 24".

Escuadras de 12" y 24".

Cordel de nylon.

Reglas de aluminio.

Máquina de soldar INVERTEC.

Máquina de soldar para proceso M.I.G

Para soldadura de vigas transversales

Máquina de soldar para proceso M.I.G

Esmeril de 4.5"

Consumibles de soldadura, Máquina de Arco Sumergido, Pirómetro

Para soldadura de vigas tipo cajón

Máquina de soldar para proceso M.I.G, Esmeril de 4.5", Consumibles de soldadura,

Máquina de Arco Sumergido, Pirómetro

Situación propuesta de mejora en la empresa

De acuerdo a otros estudios mencionados en nuestros antecedentes, la aplicación del Ciclo de Deming ha demostrado que ayuda a mejorar e incrementar la productividad, también la eficiencia, la eficacia, mejorando los procesos que hay en las empresas. Para el empleo de aplicación del Ciclo de Deming para mejorar la productividad en el proceso de fabricación de estructuras metálicas en la empresa Famsteel E.I.R.L. el proceso de fabricación de estructuras, que contiene los 7 principios de la calidad donde pasa por tres (3) sub procesos: Habilitado, Armado y Soldeo. En cada sub proceso se presentan diversos defectos que afectan la productividad en la fabricación de estructuras metálicas, teniendo en total once (11) oportunidades de defectos en la fabricación de estructuras metálicas.

Tabla 7. *Tipos de defectos del sub proceso*

Proceso	Sub-proceso	Defectos del Sub-proceso	Código
FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS	HABILITADO	Dimensiones inadecuadas	DI
		Deformación térmica	DT
		Cortes inadecuadas	CI
		Desfase de agujeros	DA
	ARMADO	Inadecuada longitud	IL
		Ubicación de cartelas	UC
		Codificación de elementos	CE
		Desalineamiento	DS
	SOLDEO	Poros	PO
		Fisura	FI
		Incurción de escoria	IE

Para llevar a cabo la aplicación del Ciclo de Deming, se realizó un cronograma de actividades de la fabricación del puente Urubamba, en el cual se detalla el tiempo que se demoró en realizar la aplicación de la metodología, ver Anexo N°16

Para la aplicación de la metodología del Ciclo Deming, se realizaron los cuatro (04) pasos o etapas:

1. Planificar

En la etapa planificar, detallaremos el alcance del proyecto para la fabricación de estructuras metálicas. Para esta investigación, se está procesando la fabricación de 282,396.41 Kilogramos de estructuras metálicas para la toma de datos del pre test y 245,698.20 Kilogramos de estructuras metálicas para la toma de datos del post test. De acuerdo a la curva S (ver Anexo 20), el proyecto tiene una duración Total de 118 días, de las cuales consta de dieciséis (16) entregables, en el cual se detalla a continuación y se indica los tiempos de entrega de las estructuras hacia el cliente.



GERENCIA DE OPERACIONES

CURVA "S"

Código de OT : 2018115 Fecha de Corte
 Cliente : HLC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN
 Proyecto : SUMINISTRO Y FABRICACION DEL PUENTE COMBAPATA

ITEM	Peso (Kg)	DESCRIPCION	Inicio programado	Fin programado	Dias
		FABRICACION TALLER - PUENTE	dom 23/09/18	dom	118
	282,396.25	PUENTE COMBAPATA	dom 23/09/18	dom	118
		TABLERO	dom 23/09/18	mar	118
	65,725.25	VIGAS TRANSVERSALES	dom 23/09/18	jue	96 días
	58,948.04	VIGAS DE ARRANQUE	sáb	jue	55 días
	70,220.54	VIGAS LONGITUDINALES	dom 28/10/18	jue 13/12/18	68 días
	13,387.86	PLANCHAS DE CONEXION	jue 4/10/18	vie 2/11/18	30 días
		ARCO	vie 23/11/18		54 días
	68,610.92	ARCO CAJON	vie 23/11/18	lun	53 días
	5,503.64	VIGA AMARRE	sáb	mar	25 días
		PREMONTAJE	sáb 1/12/2018	mié 9/12/18	40 días
		PUENTE COMBAPATA	sáb 1/12/2018	mié 9/12/18	40 días
		Premontaje Puente Combapata	sáb 1/12/2018	mié 9/12/18	40 días
		DESPACHO	lun 17/12/18	mar	29 días
		Inicio de Despacho	lun 17/12/18	mar	2
		Fin de proyecto	mar 15/01/2019	mar	0 días

Figura 5. Curva S: Cronograma de fabricación de puente Combapata

De acuerdo a la curva S del proyecto para el Post test (Anexo 21), el estudio tuvo una duración total de 99 días, de las cuales consta de dieciséis (16) entregables, en el cual se detalla a continuación y se indica los tiempos de entrega de las estructuras hacia el cliente.

	GERENCIA DE OPERACIONES				
	CURVA "S"				
Código de OT :	2019142	Fecha de Corte			
Cliente :	HLC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN				
Proyecto :	SUMINISTRO Y FABRICACION DEL PUENTE URUBAMBA				
ITEM	Peso (Kg)	DESCRIPCION	Inicio programado	Fin programado	Dias
		FABRICACION TALLER - PUENTE URUBAMBA	dom 23/09/18	dom 30/12/18	99
	245,693.13	PUENTE URUBAMBA	dom 23/09/18	dom 30/12/18	99
		TABLERO	dom 23/09/18	vie 21/12/18	90
	57,185.84	VIGAS TRANSVERSALES	dom 23/09/18	dom 16/12/18	85
	61,659.17	VIGAS DE ARRANQUE	mar 23/10/18	vie 21/12/18	60 días
	58,139.53	VIGAS LONGITUDINALES	dom 28/10/18	jue 13/12/18	47 días
	10,618.16	PLANCHAS DE CONEXION	jue	vie	30 días
		ARCO	mar 13/11/18	dom 30/12/18	48 días
	52,691.18	ARCO CAJON	mar 13/11/18	dom 30/12/18	48 días
	5,399.25	VIGA AMARRE	sáb 8/12/18	sáb 15/12/18	8 días
		PREMONTAJE	mar 13/11/18	jue 27/12/18	45 días
		PUENTE URUBAMBA	mar 13/11/18	jue 27/12/18	45 días
		Premontaje Puente Urubamba	14/03/2019	28/04/2019	45 días
		DESPACHO	dom 2/12/18	dom 30/12/18	28 días
		Inicio de Despacho	28/04/2019	28/04/2019	0 días
		Fin de proyecto	26/05/2019	26/05/2019	0 días

Figura 6. Curva S: Cronograma de fabricación de puente Urubamba

Para esta fase se utilizó el indicador “% Estructuras entregadas a tiempo”, para ello se utilizó los días programados de acuerdo al cronograma establecido al inicio del proyecto y los días cumplidos, datos que fueron recogidos de acuerdo al formato “Reporte de control de estructuras entregadas” (ver Anexo 2).

2. Hacer

En la etapa hacer, se utilizó el reporte de producto/servicio no conforme (PSNC) para la recolección de datos por estructura con determinada codificación, bajo los requisitos 7.5 (información documentada), y el formato de control de fabricación de estructuras con defecto (ver Anexo 3), del cual se obtuvo el total de kilogramos de estructuras con defecto por semana y el total de kilogramos de estructuras producidas por cada semana de los subprocesos de fabricación de estructuras metálicas.

En esta etapa se implementó el AMEF (Análisis de Modo y Efecto de la Falla) (ver Anexo 12) de acuerdo al SGC del requisito 6.1. (Acciones para abordar riesgos y

oportunidades). Asimismo, el ADP (Análisis de pérdidas) (ver Anexo 14) contiene las herramientas 5W+1H, 5 ¿Por qué?, Plan de acción, Diagrama de Ishikawa (5M's) (ver Anexo 5), donde se identifica el fenómeno de las causas raíces. Diagrama de Pareto (ver Anexo 5.1, 5.2, 5.3, 5.4). y finalmente un Acta de reunión entre el contratante y el contratista (ver Anexo 5.6).

3. Verificar

En la etapa verificar, se utilizó el indicador “% estructuras conformes”, para ello se implementó el reporte de estructuras conformes (ver Anexo 4), para en el cual se detalla los kilogramos de estructuras conformes por semana sobre el total de kilogramos de estructuras producidas dentro de esa semana.

De acuerdo al SGC del requisito 9.3.3. (Salidas de la revisión por la dirección).

4. Actuar

En la etapa mejorar, se utilizó el indicador “% Evaluaciones aprobadas”; se realizó las siguientes propuestas para la capacitación, presentando:

- Procedimiento Enderezado de Estructuras Metálicas
- Procedimiento de Aplicación y Reparación en Soldadura
- Procedimiento de Reparación en Estructuras Metálicas

Las propuestas descritas en la tabla 10, se realizó las capacitaciones al personal operativo del taller de fabricaciones de P.M.H. Famstell E.I.R.L., también se realizó una evaluación previa a la capacitación sobre “Conocimientos sobre fabricación de metales” (ver Anexo 6), y 03 (tres) evaluaciones posterior sobre “Enderezado de estructuras metálicas” (ver Anexo 9), , “Aplicación y reparación en soldadura” (ver Anexo 7), y “Reparación en estructuras metálicas” (ver Anexo 8), con el fin de incrementar el porcentaje de entendimiento del personal operativo.

Para la participación del personal a las capacitaciones, se utilizó el formato de Control de Asistencia de Capacitación y Entrenamiento (ver Anexo 10). De acuerdo al SGC del requisito 10.2 (No conformidad y acción correctiva).

Tabla 8. *Cronograma de Evaluaciones y Capacitaciones*

Evaluaciones Pre		
Fecha	Tema	Cant. Personas
18/09/2018	Fabricación de estructuras metálicas	30
Capacitación		
Fecha	Tema	Cant. Personas
21/01/2019	Aplicación y reparación de soldadura	30
22/01/2019	Reparación de estructuras metálicas	30
23/01/2019	Enderizado de estructuras metálicas	30
Evaluaciones Post		
Fecha	Tema	Cant. Personas
21/01/2019	Aplicación y reparación de soldadura	30
22/01/2019	Reparación de estructuras metálicas	30
23/01/2019	Enderizado de estructuras metálicas	30

3.6. Métodos de análisis de datos

Gallardo (2017) manifestó que implica extraer los datos esenciales para examinarlas y dar respuesta a las diversas cuestiones planteadas por la investigación (p.81). Para tal caso, se usó los dos tipos de estadísticas que son los usuales para e tipo de investigación planteada:

Estadística descriptiva

Hernández *et al.* (2014) concluyeron que muestra valores numéricos derivados de datos de una distribución de frecuencia e indica una característica de la misma (p.282). El autor indicó que mediante la estadística descriptiva se puede expresar los datos numéricos mediante tablas y gráficos.

En la presente investigación se utiliza la estadística descriptiva porque nos permite especificar los datos de cada variable y sus dimensiones mediante tablas y gráficos.

Estadística inferencial

Hernández *et al.* (2014) manifestaron que la estadística inferencial se utiliza para evaluar hipótesis y extrapolar los resultados de una muestra a la población o al universo de la población (p.299). Con el fin de someter a prueba las hipótesis que puede resultar verdadero o falsa y evaluar los parámetros haciendo uso del software estadístico.

3.7. Aspectos éticos

Sobre la información recogida de la empresa en estudio, para lo cual se solicitó y se obtuvo la autorización correspondiente para el recojo de información de la data y del apoyo de los trabajadores de las diferentes áreas. El documento de autorización por parte de la empresa al que se hace mención se encuentra en el anexo 22, el mismo que permitió el inicio y la culminación de esta investigación.

Asimismo, el estudio fue realizado mediante los criterios de honestidad, respeto a la propiedad intelectual e integridad de cada uno de los involucrados en este estudio. Se utilizó también los lineamientos para la elaboración de productos de investigación de la Universidad César Vallejo.

Fernández (s.f.) indicó que la mayoría de las consideraciones éticas se basan en normas o hábitos. En el proceso de deliberación entran en juego cuatro elementos principales: utilidad social, supervivencia, responsabilidad social y respeto individual (p.2). El autor indicó que los aspectos éticos se basan en las condiciones sociales puesto que existe una responsabilidad social por parte de la empresa como generar valor al personal o al medio que lo rodea.

IV. RESULTADOS

Situación actual de la empresa- generalidades

FAMSTEEL E.I.R.L. empresa peruana constituida en el año 2014, perteneciente al sector industrial y específicamente, al subsector fabril no primario, categoría metalmecánica. Actualmente, es el principal proveedor de la empresa HEAP LEACHING CONSULTING S.A.C., ofrece un servicio de calidad en los trabajos de fabricación de estructuras metálicas. La ejecución de sus trabajos está dirigida al mercado nacional, específicamente a los sectores de rubro de construcción y minería. Se ubicada en Av. Cajamarquilla Mz. D Lt. 4 Urb. Nievería, en el distrito de Lurigancho.

Visión: Ser una empresa líder en el mercado nacional, brindando soluciones integrales de ingeniería, construcción y gestión de proyectos con tecnología de punta en los sectores de minería, metalurgia, hidrocarburos, saneamiento e infraestructura.

Misión: Haga que sus clientes lo vean como su aliado estratégico más esencial, permitiéndole agregar más valor a la firma mientras mantiene un estilo de gestión de vanguardia que prioriza la calidad, la seguridad, la salud en el trabajo, la gestión ambiental y la responsabilidad social.



Figura 7. Ubicación de la empresa

Línea de producción de soluciones en metalmecánicas que brinda la empresa.

Tabla 9. *Línea de producción en metalmecánica empresa FamSteel*

N°	Fabricaciones	Fotos
FM-TPR	Fabricación de Tanques (preparación reactivos, sedimentación, preparación de floculante, reactor, degradación, carbón fino y de almacenamiento de cloruroférico).	
FM-VC	Fabricación de vigas y columnas.	
FM-B	Fabricación de barandas.	
FM-HF	Fabricación de hornos (de fundición y de retorta).	
FM-TOS	Fabricación de tuberías o spools.	
FM-EST	Fabricación de estructuras.	
FM-TUCC	Fabricación de tuberías de columna de Carbón.	
FM-TAC	Fabricación de tolva de almacenamiento de Carbón.	
FM-G	Fabricación de grating.	
FM-AM00	Almacén de materiales.	

Análisis descriptivo de la variable independiente

Tabla 10. Variable independiente: % Estructuras entregadas a tiempo

Ítem	ESTRUCTURAS - ANTES			Estructuras - DESPUÉS		
	A Tiempo	Entregados (Kgs)	Programadas (Kgs)	A Tiempo	Entregados (Kgs)	Programadas (Kgs)
S1	64.25%	1,627.88	2,533.57	97.34%	7,405.62	7,607.85
S2	63.76%	7,088.91	11,117.80	94.13%	14,102.36	14,981.60
S3	72.09%	12,599.82	17,477.53	95.82%	15,205.62	15,868.65
S4	80.33%	14,949.31	18,611.01	99.12%	17,954.25	18,114.14
S5	98.50%	11,385.21	11,558.56	86.52%	9,799.82	11,326.35
S6	80.60%	12,309.55	15,271.67	94.66%	21,548.62	22,764.12
S7	69.87%	11,710.53	16,760.15	70.72%	32,060.06	45,331.22
S8	89.24%	19,043.11	21,340.30	92.61%	19,248.62	20,783.69
S9	78.02%	17,015.00	21,808.30	96.08%	12,584.62	13,097.95
S10	81.00%	18,055.93	22,291.96	94.60%	9,102.32	9,621.61
S11	64.99%	15,442.77	23,760.46	93.70%	10,523.32	11,230.83
S12	69.65%	23,883.19	34,291.48	94.77%	13,895.32	14,662.04
S13	74.40%	23,285.44	31,298.94	96.30%	18,952.62	19,681.56
S14	85.28%	18,583.65	21,791.72	81.39%	12,690.85	15,591.81
S15	97.72%	9,258.35	9,474.47	81.32%	4,001.32	4,920.35
S16	75.00%	2,256.35	3,008.47	100.00%	114.42	114.42
PROMEDIO	77.79%			91.82%		

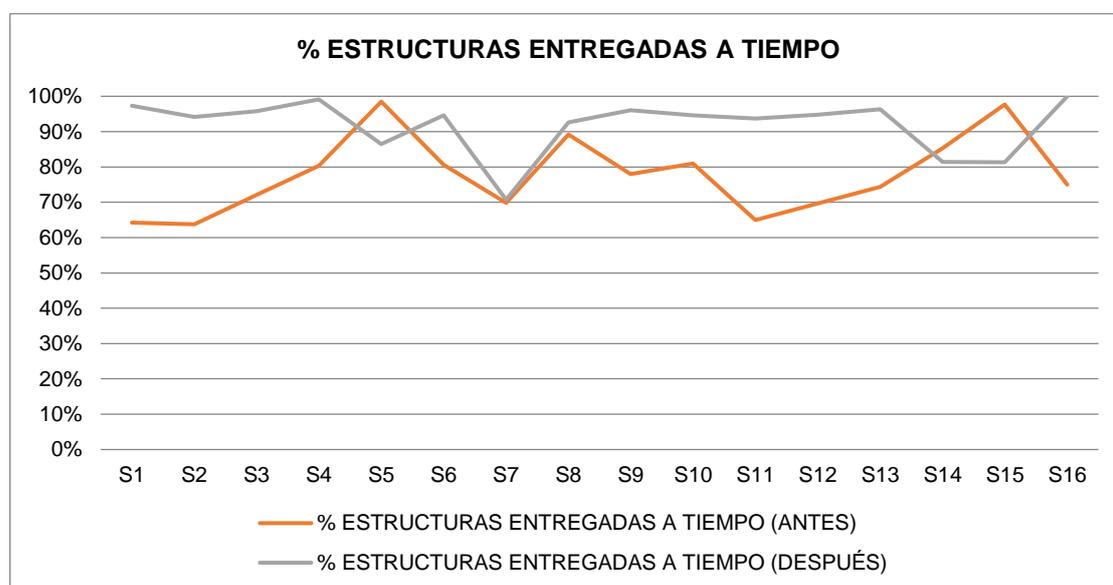


Figura 8. % Estructuras entregadas a tiempo

En la tabla 10 y figura 8, muestra que, en cuanto al porcentaje de estructuras entregadas a tiempo durante la fabricación, se ha incrementado en promedio 14.03%, valor al término de la medición final.

Tabla 11. Variable independiente: % Estructuras conformes

Ítem	ESTRUCTURAS - ANTES			ESTRUCTURAS -DESPUÉS		
	Conformes	Total Conformes (Kgs)	Total Programadas (Kgs)	Conformes	Total Conformes (Kgs)	Total Programadas (Kgs)
S1	64.25%	1,627.88	2,533.57	97.34%	7,405.62	7,607.85
S2	63.76%	7,088.91	11,117.80	94.13%	14,102.36	14,981.60
S3	72.09%	12,599.82	17,477.53	95.82%	15,205.62	15,868.65
S4	80.33%	14,949.31	18,611.01	99.12%	17,954.25	18,114.14
S5	98.50%	11,385.21	11,558.56	86.52%	9,799.82	11,326.35
S6	80.60%	12,309.55	15,271.67	94.66%	21,548.62	22,764.12
S7	69.87%	11,710.53	16,760.15	70.72%	32,060.06	45,331.22
S8	89.24%	19,043.11	21,340.30	92.61%	19,248.62	20,783.69
S9	78.02%	17,015.00	21,808.30	96.08%	12,584.62	13,097.95
S10	81.00%	18,055.93	22,291.96	94.60%	9,102.32	9,621.61
S11	64.99%	15,442.77	23,760.46	93.70%	10,523.32	11,230.83
S12	69.65%	23,883.19	34,291.48	94.77%	13,895.32	14,662.04
S13	74.40%	23,285.44	31,298.94	96.30%	18,952.62	19,681.56
S14	85.28%	18,583.65	21,791.72	81.39%	12,690.85	15,591.81
S15	97.72%	9,258.35	9,474.47	81.32%	4,001.32	4,920.35
S16	75.00%	2,256.35	3,008.47	100.00%	114.42	114.42
PROMEDIO	77.79%			91.82%		

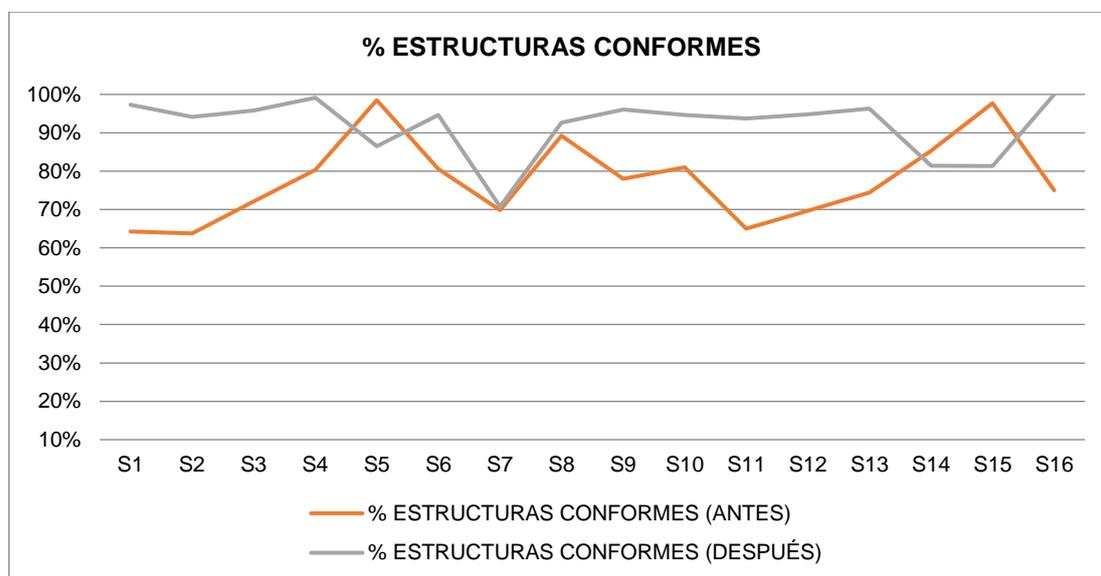


Figura 9. . % Estructuras conformes.

En la tabla 11 y figura 9, muestra que, en cuanto al porcentaje de estructuras entregadas a tiempo durante la fabricación, se ha incrementado en promedio 14.03%, valor al término de la medición final.

Tabla 12. Variable independiente: % Estructuras defectuosas

ítem	Estructuras - Antes			Estructuras - Después		
	% Defectuosas	Total Defectuosas (Kgs)	Total Realizadas(Kgs)	% Defectuosas	Total Defectuosas (Kgs)	Total Realizadas(Kgs)
S1	36%	905.68	2,533.57	3%	202.23	7,607.85
S2	36%	4,028.89	11,117.80	6%	879.24	14,981.60
S3	28%	4,877.71	17,477.53	4%	663.03	15,868.65
S4	20%	3,661.70	18,611.01	1%	159.89	18,114.14
S5	1%	173.35	11,558.56	13%	1,526.53	11,326.35
S6	19%	2,962.13	15,271.67	5%	1,215.50	22,764.12
S7	30%	5,049.62	16,760.15	29%	13,271.16	45,331.22
S8	11%	2,297.19	21,340.30	7%	1,535.07	20,783.69
S9	22%	4,793.30	21,808.30	4%	513.33	13,097.95
S10	19%	4,236.03	22,291.96	5%	519.29	9,621.61
S11	35%	8,317.69	23,760.46	6%	707.51	11,230.83
S12	30%	10,408.29	34,291.48	5%	766.72	14,662.04
S13	26%	8,013.50	31,298.94	4%	728.94	19,681.56
S14	15%	3,208.07	21,791.72	19%	2,900.96	15,591.81
S15	2%	216.12	9,474.47	19%	919.03	4,920.35
S16	25%	752.12	3,008.47	0%	0.00	114.42
PROMEDIO	22%			8.18%		

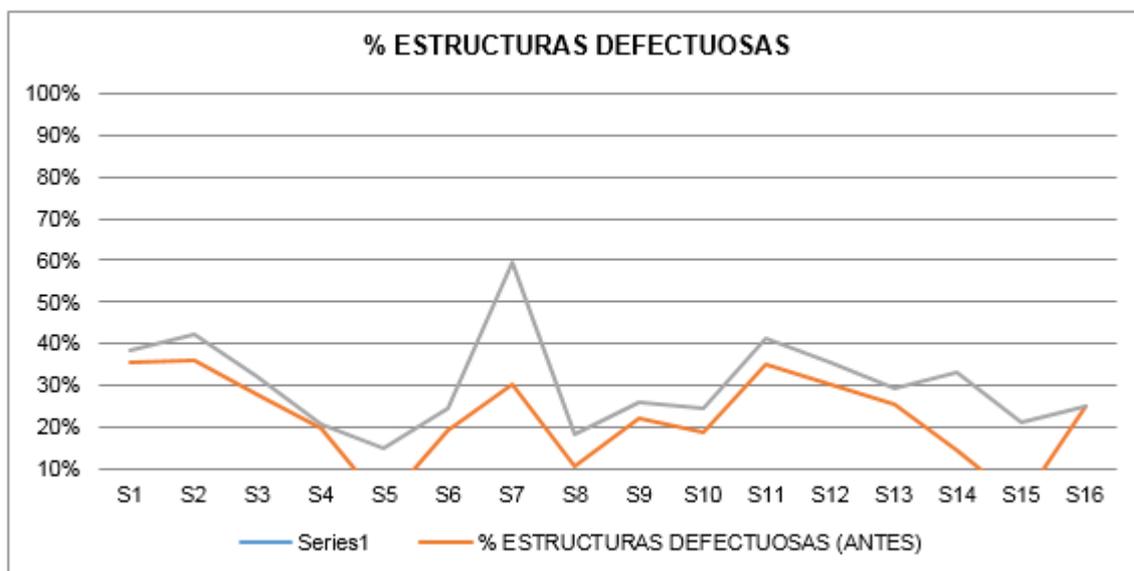


Figura 10. % Estructuras defectuosas.

En la tabla 12 y figura 10, muestra que, en cuanto al porcentaje de estructuras defectuosas durante la fabricación, ha reducido en promedio 13.82%, valor al término de la medición final.

Tabla 13. *Variable independiente: % Evaluaciones aprobadas*

N° De Evaluados	ANTES			DESPUÉS				
	% Evaluaciones Aprobadas (Antes)	Notas De La Evaluación Inicial	Total De Evaluaciones Recibidas (Ter)	% Evaluaciones Aprobadas (Después)	Nota De La 1ra Evaluación	Nota De La 2da Evaluación	Nota De La 3ra Evaluación	Total De Evaluaciones Realizadas
E1	70.00%	14	30	90.00%	16	20	18	90
E2	60.00%	12		93.33%	18	18	20	
E3	60.00%	12		90.00%	18	18	18	
E4	60.00%	12		83.33%	16	16	18	
E5	80.00%	16		86.67%	16	18	18	
E6	60.00%	12		83.33%	16	16	18	
E7	60.00%	12		86.67%	16	18	18	
E8	70.00%	14		80.00%	18	14	16	
E9	60.00%	12		86.67%	18	16	18	
E10	60.00%	12		80.00%	14	16	18	
E11	70.00%	14		83.33%	16	16	18	
E12	60.00%	12		76.67%	14	16	16	
E13	70.00%	14		83.33%	16	18	16	
E14	60.00%	12		83.33%	16	16	18	
E15	60.00%	12		80.00%	16	16	16	
E16	80.00%	16		83.33%	16	18	16	
E17	60.00%	12		86.67%	16	18	18	
E18	70.00%	14		83.33%	16	16	18	
E19	70.00%	14		76.67%	14	16	16	
E20	70.00%	14		83.33%	16	16	18	
E21	70.00%	14		83.33%	16	18	16	
E22	70.00%	14		90.00%	16	20	18	
E23	70.00%	14		86.67%	16	18	18	
E24	90.00%	18		83.33%	16	18	16	
E25	60.00%	12		76.67%	14	16	16	
E26	60.00%	12		86.67%	16	18	18	
E27	50.00%	10		83.33%	16	18	16	
E28	60.00%	12		93.33%	18	18	20	
E29	60.00%	12		76.67%	14	16	16	
E30	70.00%	14		80.00%	14	16	18	
PROMEDIO	65.67%			84.00%				

Elaboración propia

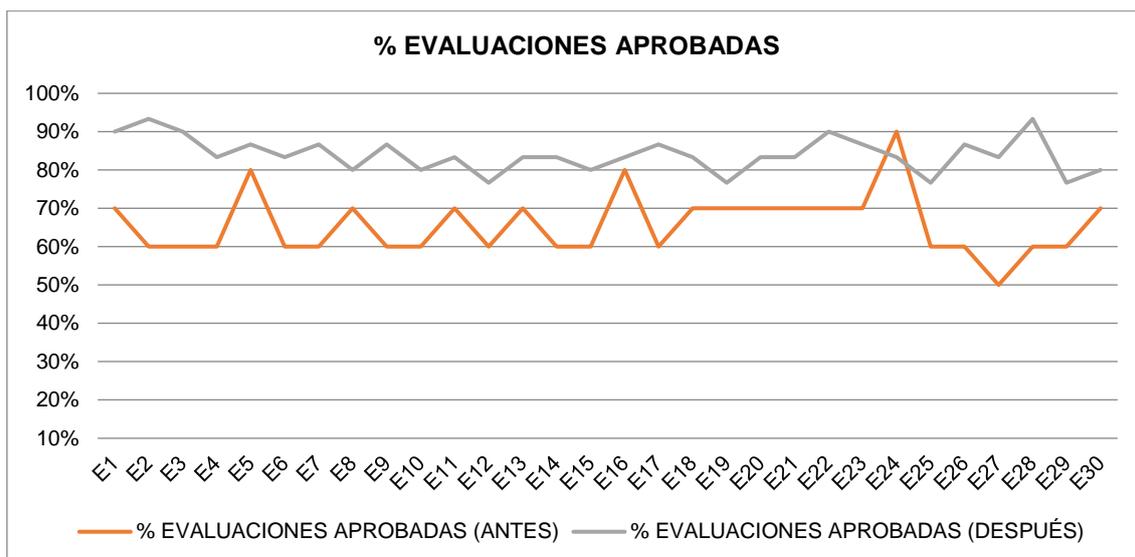


Figura 11. % Evaluaciones aprobadas.

En la tabla 13 y figura 11, muestra que, en cuanto al porcentaje de evaluaciones aprobadas durante la fabricación, se incrementó en promedio 18.33%, valor al término de la medición final.

3.4. Análisis descriptivo de la variable dependiente

Tabla 14. Variable dependiente: Indicador de Eficiencia

DIMENSIÓN VARIABLE DEPENDIENTE - EFICIENCIA										
Ítem	ANTES			DESPUÉS						
	EFICIENCIA (ANTES)	RECURSOS (S/.)	TOTAL ESTRUCTURAS REALIZADAS (S/.)	EFICIENCIA (DESPUÉS)	RECURSOS (S/.)	TOTAL ESTRUCTURAS REALIZADAS (S/.)				
S1	1.15	S/.	1,841.44	S/.	2,116.25	1.75	S/.	5,498.05	S/.	9,627.31
S2	1.14	S/.	8,080.62	S/.	9,215.58	1.69	S/.	10,826.92	S/.	18,333.07
S3	1.29	S/.	12,702.99	S/.	16,379.77	1.72	S/.	11,467.98	S/.	19,767.31
S4	1.44	S/.	13,526.83	S/.	19,434.11	1.78	S/.	13,090.75	S/.	23,340.53
S5	1.76	S/.	8,400.98	S/.	14,800.78	1.56	S/.	8,185.34	S/.	12,739.77
S6	1.44	S/.	11,099.73	S/.	16,002.41	1.70	S/.	16,451.21	S/.	28,013.21
S7	1.25	S/.	12,181.59	S/.	15,223.69	1.27	S/.	32,760.03	S/.	41,678.08
S8	1.60	S/.	15,510.52	S/.	24,756.04	1.67	S/.	15,019.99	S/.	25,023.21
S9	1.40	S/.	15,850.68	S/.	22,119.50	1.73	S/.	9,465.65	S/.	16,360.01
S10	1.45	S/.	16,202.21	S/.	23,472.71	1.70	S/.	6,953.36	S/.	11,833.02
S11	1.16	S/.	17,269.54	S/.	20,075.60	1.69	S/.	8,116.31	S/.	13,680.32
S12	1.25	S/.	24,923.68	S/.	31,048.15	1.70	S/.	10,595.98	S/.	18,063.92
S13	1.33	S/.	22,748.65	S/.	30,271.07	1.73	S/.	14,223.49	S/.	24,638.41
S14	1.53	S/.	15,838.62	S/.	24,158.75	1.46	S/.	11,267.91	S/.	16,498.11
S15	1.75	S/.	6,886.22	S/.	12,035.86	1.46	S/.	3,555.84	S/.	5,201.72
S16	1.34	S/.	2,186.61	S/.	2,933.26	1.80	S/.	82.69	S/.	148.75
PROMEDIO	1.39					1.65				

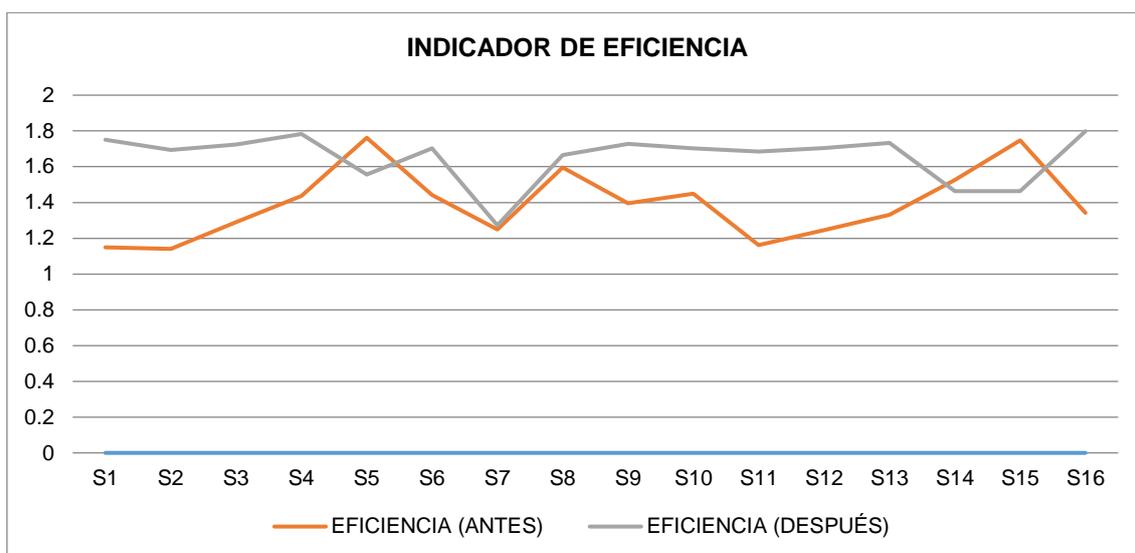


Figura 12. Indicador de eficiencia.

En la tabla 14 y figura 12, se puede observar el indicador de eficiencia durante la fabricación, ha reducido en promedio 0.26, valor al término de la medición final.

Tabla 15. Variable dependiente: Indicador de Eficacia

DIMENSIÓN VARIABLE DEPENDIENTE - EFICACIA										
Item	ANTES			DESPUÉS						
	EFICACIA (ANTES)	ESTRUCTURAS ENTREGADAS (S/.)	ESTRUCTURAS PROGRAMADAS (S/.)	EFICACIA (DESPUÉS)	ESTRUCTURAS ENTREGADAS (S/.)	ESTRUCTURAS PROGRAMADAS (S/.)				
S1	0.64	S/.	2,116.25	S/.	3,293.64	0.97	S/.	9,627.31	S/.	9,890.21
S2	0.64	S/.	9,215.58	S/.	14,453.14	0.94	S/.	18,333.07	S/.	19,476.08
S3	0.72	S/.	16,379.77	S/.	22,720.79	0.96	S/.	19,767.31	S/.	20,629.25
S4	0.80	S/.	19,434.11	S/.	24,194.32	0.99	S/.	23,340.53	S/.	23,548.38
S5	0.99	S/.	14,800.78	S/.	15,026.13	0.87	S/.	12,739.77	S/.	14,724.25
S6	0.81	S/.	16,002.41	S/.	19,853.18	0.95	S/.	28,013.21	S/.	29,593.36
S7	0.70	S/.	15,223.69	S/.	21,788.20	0.71	S/.	41,678.08	S/.	58,930.59
S8	0.89	S/.	24,756.04	S/.	27,742.39	0.93	S/.	25,023.21	S/.	27,018.80
S9	0.78	S/.	22,119.50	S/.	28,350.79	0.96	S/.	16,360.01	S/.	17,027.34
S10	0.81	S/.	23,472.71	S/.	28,979.55	0.95	S/.	11,833.02	S/.	12,508.09
S11	0.65	S/.	20,075.60	S/.	30,888.60	0.94	S/.	13,680.32	S/.	14,600.08
S12	0.70	S/.	31,048.15	S/.	44,578.93	0.95	S/.	18,063.92	S/.	19,060.65
S13	0.74	S/.	30,271.07	S/.	40,688.62	0.96	S/.	24,638.41	S/.	25,586.02
S14	0.85	S/.	24,158.75	S/.	28,329.23	0.81	S/.	16,498.11	S/.	20,269.36
S15	0.98	S/.	12,035.86	S/.	12,316.81	0.81	S/.	5,201.72	S/.	6,396.45
S16	0.75	S/.	2,933.26	S/.	3,911.01	1.00	S/.	148.75	S/.	148.75
PROMEDIO	0.78					0.92				

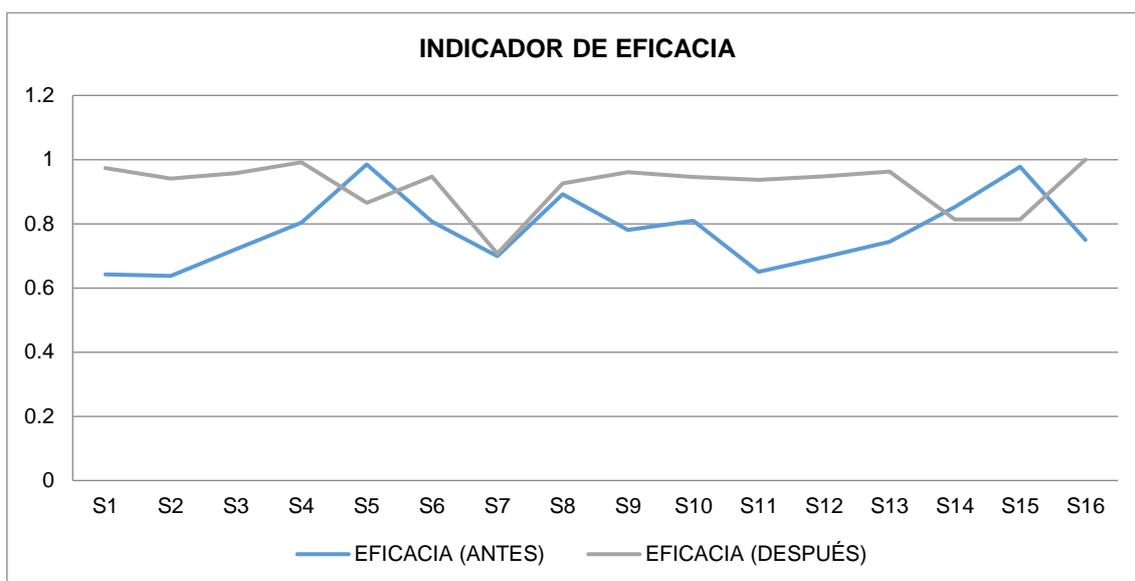


Figura 13. Indicador de eficacia.

En la tabla 15 y figura 13, se puede observar el indicador de eficacia durante la fabricación, ha incrementado en promedio 0.14, valor al término de la medición final.

Tabla 16. Variable dependiente: Indicador de Productividad

DIMENSIÓN VARIABLE DEPENDIENTE - PRODUCTIVIDAD						
Ítem	ANTES			DESPUÉS		
	Productividad (Antes)	Eficiencia (Antes)	Eficacia (Antes)	Productividad (Después)	Eficiencia (Antes)	Eficacia (Antes)
S1	0.74	1.15	0.64	1.70	1.75	0.97
S2	0.73	1.14	0.64	1.59	1.69	0.94
S3	0.93	1.29	0.72	1.65	1.72	0.96
S4	1.15	1.44	0.80	1.76	1.78	0.99
S5	1.74	1.76	0.99	1.36	1.56	0.87
S6	1.17	1.44	0.81	1.62	1.70	0.95
S7	0.88	1.25	0.70	0.90	1.27	0.71
S8	1.42	1.60	0.89	1.55	1.67	0.93
S9	1.09	1.40	0.78	1.66	1.73	0.96
S10	1.17	1.45	0.81	1.62	1.70	0.95
S11	0.75	1.16	0.65	1.59	1.69	0.94
S12	0.88	1.25	0.70	1.62	1.70	0.95
S13	0.98	1.33	0.74	1.66	1.73	0.96
S14	1.30	1.53	0.85	1.18	1.46	0.81
S15	1.72	1.75	0.98	1.18	1.46	0.81
S16	1.01	1.34	0.75	1.80	1.80	1.00
PROMEDIO	1.10			1.53		

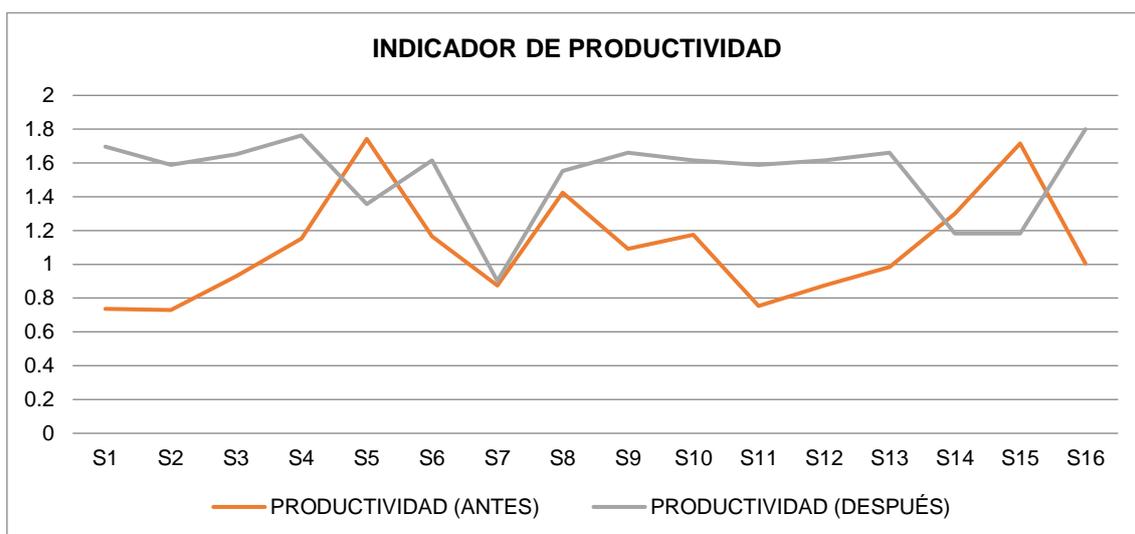


Figura 14. Indicador de productividad.

En la tabla 16 y figura 14, muestra que el promedio de Productividad Pre Test (1.10) y el promedio de Productividad Post Test (1.53) obteniendo un incremento de (0.43), luego de la mejora.

Análisis estadístico inferencial de la variable dependiente

Prueba de Normalidad

Tabla 17. Estadígrafos según valor de la significancia.

Pruebas de normalidad				
	Antes	Después	Conclusión	Estadígrafo
Sig. > 0.05	Si	Si	Paramétrico	t-Student
Sig. > 0.05	Si	No	No paramétrico	Wilcoxon
Sig. > 0.05	No	Si	No paramétrico	Wilcoxon
Sig. > 0.05	No	No	No paramétrico	Wilcoxon

Tabla 18. Prueba de normalidad de eficiencia

Pruebas de normalidad							
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
PRE_TEST_EFICIENCIA	0.134	16	,200 [*]	0.934	16	0.283	
POST_TEST_EFICIENCIA	0.304	16	0.000	0.798	16	0.003	

Nota: Datos obtenidos mediante SPSS versión 25

Interpretación: La tabla 18, muestra el valor del Sig. de eficiencia en el inicio fue (0.283) es > a 0.005, y el valor del Sig. de eficiencia fue de (0.003) es < a 0,005. Esto nos indicó que los datos fueron No paramétricos. Entonces se utilizó el Wilcoxon

Tabla 19. *Resumen de Procesamiento de datos Pre y Post Eficiencia*

Resumen de procesamiento de casos						
	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
PRE_TEST_EFICIENCIA	16	100.0%	0	0.0%	16	100.0%
POST_TEST_EFICIENCIA	16	100.0%	0	0.0%	16	100.0%

Nota: Datos obtenidos mediante SPSS versión 25.

Interpretación: La tabla 19, muestra el procesamiento de datos de 16 semanas antes y 16 semanas después. Donde N=16, se utilizará las 16 semanas al 100%.

Tabla 20. *Prueba de Rangos con signo Wilconxon*

Prueba de Rangos con Signo WILCOXON				
Rangos				
		N	Rango promedio	Suma de rangos
POST_TEST_EFICACIA	Rangos negativos	3 ^a	4.50	13.50
- PRE_TEST_EFICACIA	Rangos positivos	13 ^b	9.42	122.50
	Empates	0 ^c		
	Total	16		

Nota: Datos obtenidos mediante SPSS versión 25

Tabla 21. *Prueba de normalidad Eficacia*

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PRE_TEST_EFICACIA	0.135	16	.200*	0.932	16	0.261
POST_TEST_EFICACIA	0.307	16	0.000	0.787	16	0.002

Nota: Datos obtenidos mediante SPSS versión 25

Interpretación: La tabla 21, muestra el valor del Sig. de eficacia en el inicio fue (0.261) es > a 0.005, y el valor del Sig. de eficiencia fue de (0.002) es < a 0,005. Esto nos indicó que los datos fueron de No Paramétrico, por ende, se utilizó la prueba Wilcoxon.

Tabla 22. *Descriptivo de la Prueba de normalidad Pre y Post Eficacia*

Resumen de procesamiento de casos						
	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
PRE_TEST_EFICACIA	16	100.0%	0	0.0%	16	100.0%
POST_TEST_EFICACIA	16	100.0%	0	0.0%	16	100.0%

Nota: Datos obtenidos mediante SPSS versión 25

Interpretación: La tabla 22, muestra el procesamiento de datos de 16 semanas antes y 16 semanas después. Donde N=16, se utilizará las 16 semanas al 100%.

Tabla 23. *Prueba de Rangos con Signo WILCOXON*

Prueba de Rangos con Signo WILCOXON				
Rangos				
		N	Rango promedio	Suma de rangos
POST_TEST_EFICACIA - PRE_TEST_EFICACIA	Rangos negativos	3 ^a	4.50	13.50
	Rangos positivos	13 ^b	9.42	122.50
	Empates	0 ^c		
	Total	16		

Tabla 24. *Prueba de normalidad Productividad*

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PRE_TEST_PRODUCTIVIDAD	0.167	16	,200 [*]	0.908	16	0.106
POST_TEST_PRODUCTIVIDAD	0.288	16	0.001	0.814	16	0.004

Nota: Datos obtenidos mediante SPSS versión 25

Interpretación: La tabla 23, muestra el valor del Sig. de productividad en el inicio fue (0.106) es > a 0.005, y el valor del Sig. de eficiencia fue de (0.004) es < a 0,005. Esto nos indicó que los datos fueron No paramétricos. Entonces se utilizó el Wilcoxon.

Tabla 25. *Resumen de procesamiento de datos Pre y Post Productividad*

Resumen de procesamiento de casos						
	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
PRE_TEST_PRODUCTIVIDAD	16	100.0%	0	0.0%	16	100.0%
POST_TEST_PRODUCTIVIDAD	16	100.0%	0	0.0%	16	100.0%

Interpretación: La tabla 24, el procesamiento de datos de 16 semanas antes y 16 semanas después. Donde N=16, se utilizará las 16 semanas al 100%.

Tabla 26. *Prueba de Rangos con Signo WILCOXON*

Prueba de Rangos con Signo WILCOXON				
Rangos				
		N	Rango promedio	Suma de rangos
POST_TEST_PRODUCTIVIDAD -	Rangos negativos	3 ^a	4.33	13.00
PRE_TEST_PRODUCTIVIDAD	Rangos positivos	13 ^b	9.46	123.00
	Empates	0 ^c		
	Total	16		

Nota: Datos obtenidos mediante SPSS versión 25

Prueba de la Hipótesis General

HG1: La aplicación del Ciclo Deming mejora significativamente la productividad en el área de fabricación de estructuras metálicas en la empresa P.M.H. Famsteel E.I.R.L., Lurigancho, 2018

HG0: La aplicación del Ciclo Deming no mejora significativamente la productividad en el área de fabricación de estructuras metálicas en la empresa P.M.H. Famsteel E.I.R.L., Lurigancho, 2018

Regla de decisión:

Ho: $u_{Pa} \geq u_{Pd}$

Ha: $u_{Pa} \leq u_{Pd}$

Si $p_{valor} \leq 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Si $p_{valor} > 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Tabla 27. *Contrastación de la hipótesis general según los estadísticos descriptivos*

Pruebas NPar					
Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
PRE_TEST_PRODUCTIVIDAD	16	1.1038	0.31472	0.73	1.74
POST_TEST_PRODUCTIVIDAD	16	1.5275	0.24570	0.90	1.80

Nota: Datos obtenidos mediante SPSS versión 25

Interpretación: En la tabla 27, quedó evidenciado que el valor de productividad pre test (1.1038) valor menor que el después (1.5275), Con lo cual se aceptó la hipótesis de general de la investigación, enunciada (HG1).

Tabla 28. *Prueba de Wilcoxon de Productividad*

Estadísticos de prueba^a	
	POST_TEST_PRODUCTIVIDAD - PRE_TEST_PRODUCTIVIDAD
Z	-2,844 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	0.004

Nota: Datos obtenidos mediante SPSS versión 25

Interpretación: En la tabla 28, la significancia de la prueba Wilcoxon, aplicada a la productividad en ambas mediciones fue 0.004, basándonos en la regla de decisión queda rechazado la hipótesis nula. (H₀)

Hipótesis específica 1

H1: La aplicación del Ciclo Deming mejora significativamente la eficiencia en el área de fabricación de estructuras metálicas en la empresa P.M.H. Famsteel E.I.R.L., Lurigancho, 2018

H0: La aplicación del Ciclo Deming no mejora significativamente la eficiencia en el área de fabricación de estructuras metálicas en la empresa P.M.H. Famsteel E.I.R.L., Lurigancho, 2018

Regla de decisión:

Ho: $u_{Pa} \geq u_{Pd}$

Ha: $u_{Pa} \leq u_{Pd}$

Si $pvalor \leq 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Si $pvalor > 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Tabla 29. *Contrastación de la hipótesis general según los estadísticos descriptivos*

Pruebas NPar					
Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
PRE_TEST_EFICIENCIA	16	1.3925	0.19444	1.14	1.76
POST_TEST_EFICIENCIA	16	1.6506	0.14210	1.27	1.80

Nota: Datos obtenidos mediante SPSS versión 25

Interpretación: En la tabla 29, quedó evidenciado que el valor de eficiencia pre test (1.3925) es menor que la eficiencia post test (1.6506), Con lo cual se aceptó la hipótesis de específica 1 de la investigación, enunciada (HE_1).

Tabla 30. *Prueba de Wilcoxon de Eficiencia*

Estadísticos de prueba^a	
	POST_TEST_EFICIENCIA - PRE_TEST_EFICIENCIA
Z	-2,819 ^p
Sig. asintótica(bilateral)	0.005

Nota: Datos obtenidos mediante el SPSS versión 25

Interpretación: En la tabla 30, se puede verificar que la significancia de la prueba Wilcoxon, aplicada a la eficiencia en ambas mediciones fue 0.005, basándonos en la regla de decisión queda rechazado la hipótesis nula. (H_0)

Hipótesis específica 2

H1: La aplicación del Ciclo Deming mejora significativamente la eficacia en el área de fabricación de estructuras metálicas en la empresa P.M.H. Famsteel E.I.R.L., Lurigancho, 2018

H0: La aplicación del Ciclo Deming no mejora significativamente la eficacia en el área de fabricación de estructuras metálicas en la empresa P.M.H. Famsteel E.I.R.L., Lurigancho, 2018

Regla de decisión:

Ho: $uPa \geq uPd$

Ha: $uPa \leq uPd$

Si $pvalor \leq 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Si $pvalor > 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Tabla 31. *Contrastación de la hipótesis general según los estadísticos descriptivos*

Pruebas NPar					
Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
PRE_TEST_EFICACIA	16	0.7781	0.10901	0.64	0.99
POST_TEST_EFICACIA	16	0.9188	0.07873	0.71	1.00

Nota: Datos obtenidos mediante SPSS versión 25

Interpretación: En la tabla 31, quedó evidenciado que el valor de eficacia pre test (0.7781) es menor que la eficacia post test (0.9188). Con lo cual se aceptó la hipótesis de general de la investigación, enunciada (HG_1).

Tabla 32. *Prueba de Wilcoxon de Productividad*

Estadísticos de prueba^a	
	POST_TEST_EFICACIA - PRE_TEST_EFICACIA
Z	-2,820 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	0.005

Nota: Datos obtenidos mediante SPSS versión 25

Interpretación: En la tabla 32, se pudo verificar que la significancia de la prueba Wilcoxon, aplicada a la eficacia en ambas mediciones fue 0.005, basándonos en la regla de decisión queda rechazado la hipótesis nula. (H_0)

V. DISCUSIÓN

Primera discusión

En la tabla 17 y figura 18 se puede evidenciar que la media de la variable dependiente “Productividad” antes de la aplicación de la propuesta dio como resultado 1.10 bastante menor a la media de la Productividad después de aplicar el tratamiento que resulto en 1.53, en promedio incrementó un 43%, evidenciando una mejora como consecuencia de la aplicación del Ciclo Deming, este resultado coincide con lo investigado por Chalén (2017) en su tesis quien aplicó la metodología de gestión de procesos ciclo de Deming que se basa en el Planificar, Hacer, Verificar y Actuar (PHVA), iniciando con el levantamiento de la información mediante el formato de registro Proveedores, Entradas, Proceso, Salidas y Clientes (SIPOC). El autor concluyó que antes de la implementación del PHVA tuvo un porcentaje de valor agregado de 22,22%, que subió a 27% una vez finalizada la etapa de diseño, conforme a las definiciones presentadas en la investigación explicativa; asimismo, la teoría reflejada en el libro de Gonzáles y Arciniegas (2016) mencionó en su teoría citada que, una buena Aplicación del Ciclo Deming para mejorar la Productividad, mediante la eliminación de las causas raíz, en las estructuras defectuosas.

Segunda discusión

En la tabla15 figura N°16 se puede evidenciar que la media de la dimensión dependiente “Eficiencia” antes del Pre Test es 1.39 bastante menor a la media de la Eficiencia después Post Test que resulto en 1.65, en promedio incrementó un 26%, evidenciando una mejora como consecuencia de la aplicación del Ciclo Deming, este resultado coincide con lo investigado por García (2017) en su estudio que forma parte de la investigación y concluye que la Aplicación del Ciclo Deming para mejorar la Productividad ayuda a incrementar las incidencias en la Eficiencia en un promedio de 26%; asimismo, la teoría del libro de Vargas y Aldana en su libro “Calidad y servicio-conceptos y herramientas” (2014) mencionó en su teoría citada que, una buena Gestión de la aplicación del ciclo Deming ayudaría a incrementar la Eficiencia.

Tercera discusión

En la tabla 16 figura N°17 se puede evidenciar que la media de la dimensión dependiente “Eficacia” antes del Pre Test la aplicación de la propuesta dio como resultado 0.78 bastante menor a la media de la Eficacia después Post test de aplicar que resultó en 0.92, en promedio incrementó un 14%, evidenciando una mejora como consecuencia de la aplicación del Ciclo Deming, este resultado coincide con lo investigado por Elías (2017) en su tesis que forma parte de la presente investigación y que autor concluyó que mediante la aplicación de la metodología se logró mejorar los retrasos en las reparaciones, los reprocesos de mecanizado y el registro correcto de datos se redujeron a medida que la productividad de la empresa aumentó del 13% al 42%, lo que resultó en un aumento del 29%. Como resultado, fue fácil cumplir con los plazos del cliente.; asimismo, la teoría reflejada en el libro de Vargas y Aldana (2014) en su libro “Calidad y Servicio-conceptos y herramientas” mencionó en su teoría citada que, una buena aplicación del Ciclo Deming ayudaría a incrementar la Eficacia.

Cuarta discusión

Como siguiente punto de discusión se consideró relevante mostrar los resultados atribuidos a la variable independiente Ciclo Deming acompañado de cada uno de sus fases o etapas que fueron considerados como dimensiones en este estudio. Los indicadores de esta variable fueron descritos como las estructuras entregadas a tiempo cuyos valores se muestran en la tabla 10, página 47 sus resultados de este indicador en la etapa inicial o en el antes fue de 77.79% y después de la aplicación de la mejora pasó a obtener un valor del 91.82%; logrando así un incremento del 14.03%; otro resultado es del indicador estructuras defectuosas cuyos resultados se muestra en la tabla 12, de la página 49 el cual obtuvo en su medición inicial un valor del 22% para después pasar a un 8.18%; logrando disminuir el porcentaje de estructuras defectuosas en un 13.82% lo cual se evidenció que en particular en la etapa verificar se cumplieron los objetivos de cada actividad o etapa de la producción los cuales permitieron obtener productos con menos errores o no conformes; por último el indicador de evaluaciones aprobadas resultados que se muestra en la tabla 13 de la página 51, se mostró el resultado en la etapa de medición inicial arrojó un valor del

65.67% y en la segunda medición después de la aplicación de la mejora obtuvo un valor del 84%; con lo cual se evidenció una mejora del 18.33% en este indicador de la etapa actuar. Estos resultados obtenidos concuerdan con lo logrado por el investigador Araneda (2016) quien en su estudio diseñó un plan de mejora de sus procesos en una empresa industrial. El investigador concluyó que como resultado del VSM del proceso de reparación, identificó que 98% del tiempo en esta línea no suma valor al producto, solo el 2% es productivo. Esto establece una línea de base para el estado actual del proceso, lo que permite evaluar en el futuro la influencia del plan desarrollado a partir del diagnóstico de la condición actual. Según estos logros obtenidos tras la mejora en los procesos; tienen relación con la mejora continua que plantea el ciclo Deming que en particular tiene la mejora de los procesos y por ende la productividad como la gestión de recursos empleados en la producción.

Quinta discusión

Continuando con las discusiones sobre los resultados obtenidos de las diferentes variables, en particular describiremos lo obtenido como resultado de la variable productividad, siendo esta variable que dependió del efecto que pudo influir la variable independiente es importante indicar sus resultados que se obtuvieron en las dos etapas de medición el cual se detalla en la tabla 16 de la página 54, en dicha tabla se muestra los valores que arrojó dicho indicador que en su medición se obtuvo un valor de 1.10% y en su medición final se obtuvo 1.53%, en apariencia no es un valor elevado o número mayor, sino que este valor expresado en términos monetarios es muy significativo para los objetivos planteados en la investigación, los mismos que respaldaron o validaron la hipótesis general. El incremento que se obtuvo del indicador productividad fue de un 0.43% como se mencionó este valor expresado en términos monetarios fue mayor. En particular este valor como resultado obtenido tiene una coincidencia con lo investigado por García (2017) quien en su tesis determinó que el ciclo PHVA incrementó la productividad en el área de soldadura metalmecánica. El autor encontró que los hallazgos obtenidos mostraron un aumento del 26% en la productividad, una mejora del 12.20% en la eficiencia y una mejora del 17.40% en la eficiencia; los resultados obtenidos también ayudaron a validar su hipótesis planteada en su investigación, dicho valor

también les indicó que la gestión de la aplicación del ciclo Deming tuvo una influencia positiva respecto a la satisfacción de los clientes de la empresa.

Sexta discusión

Como última discusión; respecto a nuestros resultados no se pudo dejar de mencionar a los resultados obtenidos de las dos dimensiones más recurrentes o usuales de la productividad como son la eficiencia y eficacia, siendo estos dos factores los que permiten medir el índice del factor de la productividad. Los resultados de la eficiencia se muestran en la tabla 14 de la página 52, donde arrojó en la primera medición o en el antes un valor del 1.39%, pasó luego a obtener un valor del 1.65% después de la aplicación de la mejora; con ello se logró incrementar en un 0.14%. También los resultados de la eficacia se muestran en la tabla 15 de la página 53, en dicha tabla los valores logrados fueron: en la medición inicial tuvo un valor de 0.76% y en la medición final luego de la aplicación de la mejora el índice de la eficacia fue de 0.92%; lográndose un incremento del 0.43%. Estos valores como se mencionó en el punto anterior de la discusión al expresarlo en términos monetarios adquieren más valor en cantidad. Este resultado coincide con lo investigado por Alva (2016) en su investigación que fue implementar la metodología Lean para mejorar el proceso de producción de tanques para combustibles. El mismo que concluyó que el nivel de su productividad aumentó del 24% al 73%, y que, al implementar JIT, los tiempos de producción podrían reducirse, resultando en una reducción de 2 horas en los tiempos de ciclo durante la etapa de ensamblaje del proceso de fabricación del tanque de 6000 galones.

VI. CONCLUSIONES

1. Se concluye que la buena gestión en la aplicación del Ciclo Deming mejora significativamente la productividad, conforme se puede evidenciar en la Tabla N°17 figura N° 18, se puede observar la mejora de la productividad en la fabricación de estructuras metálicas semi-terminado de habilitado, soldeo, armado y limpieza en promedio 43%.
2. Se concluye que la buena gestión en la aplicación del Ciclo Deming significativamente le eficiencia, conforme se puede evidenciar en la Tabla N°15 figura N°16, se puede observar la mejora de la Eficiencia en la fabricación de estructuras metálicas en promedio 26%.
3. Se concluye que la buena gestión en la aplicación del Ciclo Deming mejora significativamente le eficacia, conforme se puede evidenciar en la Tabla N°16 figura N°17, se puede observar la mejora de la Eficacia en la fabricación de estructuras metálicas en promedio 14%.

VII. RECOMENDACIONES

1. En nuestra variable dependiente “Productividad” se recomienda al Gerente general que apoye en el cumplimiento de las herramientas y uso del ciclo de Deming, también se recomienda realizar una minuciosa verificación de las tareas que se usan en la elaboración de las estructuras metálicas con las herramientas que se implementaron, ya que ello permitirá la mejora continua de la productividad y ayudará en reducir los defectos encontrados en el proceso de fabricación.

2. En la eficiencia se enfoca a todos los recursos empleados para llevar a cabo la fabricación de las estructuras metálicas, de las cuales se debe optimizar los recursos, ya que podemos observar que se presentan defectos en la fabricación y por lo tanto se utiliza más recursos y por consiguiente la eficiencia en el proceso de fabricación disminuye, es por ello que el encargado de producción debe realizar el seguimiento y tratamiento de los defectos encontrados en campo y si los defectos encontrados son repetitivos.

3. En la eficacia se basa en el cumplimiento del objetivo en la fabricación de estructuras producidos reales versus la fabricación de estructuras programadas, para ello se recomienda al jefe de producción en seguir aplicando el ciclo de Deming, para mejorar cada vez el proceso de fabricación e implementar nuevas mejoras a medida que va ejecutando la fabricación de las estructuras metálicas. La aplicación de la mejora continua debe ser constante para cada organización, ya que ello nos ayudará a reducir los defectos, los tiempos de ejecución, etc. y por consiguiente la empresa obtendrá mayor utilidad.

REFERENCIAS

- AHUMADA, V.A., 2017. *Propuesta de implementación del Ciclo de Mejora Continua Deming para incrementar la productividad de la empresa CERÁMICA LIMA S.A. en el año 2018* [en línea]. Tesis de pregrado. Lima, Perú: Universidad Privada del Norte. Disponible en: <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/12579>
- ALACERO, 2019. Brasil y China profundiza la desindustrialización de América Latina. *Alacero* [en línea]. [Consulta: marzo 2018]. Disponible en: https://www.alacero.org/sites/default/files/noticias/docs/press_release_anuario_china_-_es.pdf
- ÁLVAREZ, I.J. y VICUÑA, K.A., 2016. *Mejoramiento de la productividad a base de un modelo de mejora continua en una empresa de calzados* [en línea]. Tesis de pregrado. Lima, Perú: Universidad San Martín de Porres. Disponible en: http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/2309/1/alvarez_sij.pdf
- ÁLVAREZ, N., 2016. *Propuesta de un plan de mejora de la eficiencia de los procesos en una empresa metalmecánica* [en línea]. Tesis de pregrado. Santiago de Chile, Chile: Universidad Técnica Federico Santa María. Disponible en: <https://repositorio.usm.cl/handle/11673/21291>
- ARIAS, F., 2016. *El proyecto de Investigación, Introducción a la Metodología científica*. 6ta Edición. Venezuela: Editorial Episteme C.A. ISBN 9800785299.
- BARRIOS, M. A., 2015. *Círculo de Deming en el departamento de producción de las empresas fabricantes de chocolate artesanal de la ciudad de Quetzaltenango* [en línea]. Tesis de pregrado. Quetzaltenango, Guatemala: Universidad Rafael Landívar. Disponible en: <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2015/01/01/Barrios-Maria.pdf>
- BAUTISTA, M. E. 2009. *Manual de Metodología de Investigación*. 3a ed. Caracas, Venezuela: Editorial TALITIP S.R.L. ISBN 9800781196.
- BENITES, V. S., 2017. *Análisis y propuesta de mejora de procesos para una empresa metalmecánica de sistemas de izajes para centros minero* [en línea]. Tesis de pregrado. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. Disponible en: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/9448>
- CAMPAÑA, D. 2013. *Plan de mejora continua de los procesos productivos para reducir los defectos en los productos lácteos elaborados por la Pasteurizadora San Pablo* [en línea]. Tesis de pregrado. Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/4969>
- CARRASCO, S. 2014. *Metodología de la investigación científica: pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación*. 5ta edición. México D.F.: Editorial McGraw Hill. ISBN 9789972383441.

- CEGARRA, J., 2004. *Metodología de la investigación científica y tecnológica*. Ediciones Díaz de Santos. ISBN 9788499690278.
- CENTTY, D.B., 2013. *Manual metodológico para el investigador científico* [en línea]. Arequipa, Perú: Facultad de economía de la U.N.S.A. ISBN s.n. Disponible en: <https://www.eumed.net/libros-gratis/2010e/816/index.htm>
- CHALÉN, J.F., 2017. *Aplicación de un modelo de gestión por procesos mediante la metodología PHVA para la optimización de procesos en la empresa XOMER CIA. LTDA.* [en línea]. Tesis de pregrado. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Disponible en: <http://dspace.esepoch.edu.ec/handle/123456789/6922>
- GALLARDO, E. E, 2017. *Metodología de la Investigación: manual autoformativo interactivo*. Huancayo: Universidad Continental. ISBN 9786124196
- GANIVET, J. 2014. *Diseño y organización del almacén*. España: Editorial Elearning S.L. ISBN 9788416199310.
- GARCÍA, B., 2013. *Aplicación de herramientas de calidad enfocadas a la disminución de desperdicios durante la producción en un centro de personalización de tarjetas bancarias* [en línea]. Tesis de pregrado. México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México. Disponible en: https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB_UNAM/TES01000707436
- GESTIÓN, 2018. Sector metalmecánico registró crecimiento de 6.1% en primer cuatrimestre 2018. *Gestión* [en línea]. [Consulta: marzo 2018]. Disponible en: <https://gestion.pe/economia/mercados/sector-metalmecanico-registro-crecimiento-6-1-primer-cuatrimestre-2018-237415>
- GONZÁLES, O y ARCINIEGAS, J., 2016. *Sistemas de gestión de calidad Teoría y práctica bajo la norma ISO*. Bogotá: Ecoe Ediciones. ISBN 9789587713008.
- GUTIÉRREZ PULIDO, H., 2014. *Calidad total y productividad*. 4a. ed. Ciudad de México: McGraw-Hill /Interamericana Editores s.a. de C.V. ISBN 9786071503152.
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C., y BAPTISTA, M. del P., 2014. *Metodología de la investigación*. 6ª. ed. México, D.F.: McGraw-Hill / Interamericana Editores, s.a. de C.V. ISBN 9781456223960.
- HOLEY, D., 2018. *ISO 9000 Quality Systems Handbook*. 7th Ed. EE.UU., New York: Routledge Editions. ISBN 9587713001.

- LEIVA, C.S. y PADILLA, J.A., 2016. *Modelo de gestión de procesos por el Ciclo Deming para mejorar la productividad de la empresa calzados SHARON del distrito el porvenir 2016* [en línea]. Tesis de pregrado. Trujillo, Perú: Universidad Privada Leonardo da Vinci. Disponible en: <https://docplayer.es/64438212-Modelo-de-gestion-de-procesos-por-el-ciclo-deming-para-mejorar-la-productividad-de-la-empresa-calzados-sharon-del-distrito-el-porvenir-2016.html>
- METALMECÁNICA INTERNACIONAL, 2019. México y Brasil, principales consumidores de acero chino indirecto. *Metalmecánica* [en línea]. [Consulta: marzo 2018]. Disponible en: <http://www.metalmeccanica.com/temas/Mexico-y-Brasil,-principales-consumidores-de-acero-chino-indirecto+130533>
- METALMECÁNICA PERÚ, 2019. Especial de parques eólicos: como proyecto de inversión pasos de los vientos en el Perú. *MetalPerú* [en línea]. [Consulta: marzo 2018]. Disponible en: https://issuu.com/aldonieto3/docs/revista_metalmeccanica_diciembre
- OCROSPOMA, I., 2017. *Aplicación del ciclo de Deming para mejorar la productividad en el área de producción de la Empresa Tecnipack* [en línea]. Tesis de pregrado. Lima, Perú: Universidad Cesar Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/1711>
- OSINERGMIN, 2016. Reporte de análisis económico sectorial sector minería, Perú. *Osinergmin* [en línea]. [Consulta: marzo 2018]. Disponible en: http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/RAES/RAES-Mineria-Agosto-2016-GPAE-OS.pdf
- PÉREZ, P. y MÚNERA, F., 2007. Reflexiones para implementar un sistema de gestión de la calidad ISO 9001:2000 en cooperativa y empresa de economía solidaria. *SocioEco.org* [en línea]. [Consulta: abril 2019]. Disponible en: http://www.socioeco.org/bdf_fiche-publication-351_es.html
- SALAZAR, R., 2017. *Propuesta de Mejora Continua en el proceso de producción de techos livianos aplicando la metodología PHVA y las 5S* [en línea]. Tesis de pregrado. Lima, Perú: Universidad Privada del Norte. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/12937>
- SÁNCHEZ, A. N., 2014. *Plan de mejora continua en los procesos de producción de la empresa BETO JR. para incrementar la productividad* [en línea]. Tesis de post grado. Ambato, Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Disponible en: <http://repositorio.pucesa.edu.ec/handle/123456789/976>
- SÁNCHEZ, S. A., 2013. *Aplicación de las 7 herramientas de la calidad a través del ciclo de mejora continua de Deming en la sección de hilandería en la fábrica PASAMANERÍA S.A.* [en línea]. Tesis de pregrado. Cuenca Ecuador: Universidad de Cuenca. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/501>
- SERRANO, R., 2003. *Introducción al análisis de datos experimentales: tratamientos de datos en bioensayos*. Publicaciones de la Unisersitat Jaume. ISBN 8480214295.

- VALDERRAMA, S., 2015. *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica: cuantitativa, cualitativa y mixta*, 5a. ed. Lima, Perú: Editorial San Marcos EIRL. ISBN s.n.
- VARGAS, M. E. Y ALDANA L. 2014. *Calidad y Servicio: conceptos y herramientas*. 3ª. ed. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones. ISBN 9789581203918.
- VARGAS, S. y VITERI, N. L., 2016. *Aplicación de la metodología PHVA para aumentar la productividad en el área de producción de la empresa ENVASES GRÁFICOS S.A.C.* [en línea]. Tesis de pregrado. Lima, Perú: Universidad San Martín de Porres. Disponible en: <http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/3371/1/>
- VELIZ, A., 2017. *Aplicación del ciclo de Deming para mejorar la productividad en el área de producción de la Empresa máquinas y equipos de acero* [en línea]. Tesis de pregrado. Lima, Perú: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/13831>
- ZAMBRANO, C. y RODRÍGUEZ, S., 2013. *Propuesta de un modelo de Mejora Continua en los procesos del laboratorio ambiental IPSOMARY S.A. basado en un sistema de gestión de calidad bajo la norma ISO 9001:2008* [en línea]. Tesis de pregrado. Guayaquil, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4293/1/UPS-GT000367.pdf>
- ZAPATA, A., 2015. *Ciclo de la calidad PHVA*. Colombia: Comité editorial de la Universidad Nacional de Colombia. ISBN 9789587753059. Disponible en: <https://www.scribd.com/read/295855132/Ciclo-de-la-calidad-PHVA>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Operacionalización de Variables

Aplicación de la Metodología del Ciclo de Deming para mejorar la Productividad en el área de Fabricaciones de estructuras metálicas de la empresa P.M.H. Famsteel E.I.R.L., Lurigancho, 2018									
Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de los indicadores	Técnica	Instrumento	Unidad de medida	Fórmula
La Metodología del Ciclo de Deming	Gonzales & Arciniegas (2016) indicaron: La metodología conocida como PHVA o ciclo de Deming, es utilizada modernamente, tanto en el diseño como en el desarrollo e implementación de sistemas de gestión de calidad. Durante la etapa del mejoramiento continuo, el PHVA se constituye en la herramienta por excelencia para el análisis, seguimiento y mejora de los procesos y del sistema. (p.24)	La metodología del ciclo de Deming es un proceso de mejora continua desarrollado en cuatro pasos PHVA: planificar cumplimiento de las fechas de entrega, evaluar la cantidad de estructuras con defectos, verificar las evaluaciones aprobadas y finalmente actuar con la calidad en el proceso.	Planificar	% Estructuras entregadas a tiempo	Razón	Observación	Recolección de datos	Porcentaje	$\%EET = \frac{TEET}{TEP} * 100$ %EET: % de estructuras entregadas a tiempo (Kg.) TEET: total de estructuras entregadas (Kg.) TEP: total de estructuras programadas (Kg.)
			Verificar	% Estructuras defectuosas	Razón	Observación	Recolección de datos	Porcentaje	$\%ED = \frac{TED}{TEP} * 100$ %ED: % de estructuras defectuosas TED: total estructuras defectuosas (Kg.) TEP: total estructuras programadas (Kg.)
			Hacer	% Estructuras conformes	Razón	Observación	Recolección de datos	Porcentaje	$\%EC = \frac{TEC}{TER} * 100$ %EC: % de Estructuras conformes TEC: total estructuras conformes (Kg.) TER: total estructuras programadas (Kg.)
			Actuar	% Evaluaciones aprobadas	Razón	Observación	Recolección de datos	Porcentaje	$\%EA = \frac{\sum notas}{TER * nota\ max. (20)} * 100$ %EA: % de evaluaciones aprobadas \sum notas: sumatoria de notas obtenidas TER: total de evaluaciones realizadas
Productividad	Medianero (2016) señaló: La productividad es una medida de la eficiencia con que se transforman los recursos o factores productivos en bienes y servicios. La productividad es más bien el indicador cuantitativo de un proceso de producción, pudiendo ser este eficiente o ineficiente. (p.37)	La productividad es el resultado obtenido mediante la utilización de los recursos empleados, a la vez nos ayuda a mejorar mediante los componentes de eficiencia, (es la relación de resultados logrados optimizando los recursos empleados) y eficacia (lograr los resultados planificados)	Eficiencia	Indicador de eficiencia	Razón	Observación	Recolección de datos	Indicador	$E = \frac{TEPR}{THH} * 100$ E: Eficiencia TEPR: total de Kg. de estructuras producidas (S/.) THH: total de recursos utilizados (S/.)
			Eficacia	Indicador de eficacia	Razón	Observación	Recolección de datos	Indicador	$EF = \frac{TEPR}{TEP} * 100$ EF: Eficacia TEPR: total estructuras producidas (S/.) TEP: total estructuras programadas (S/.)

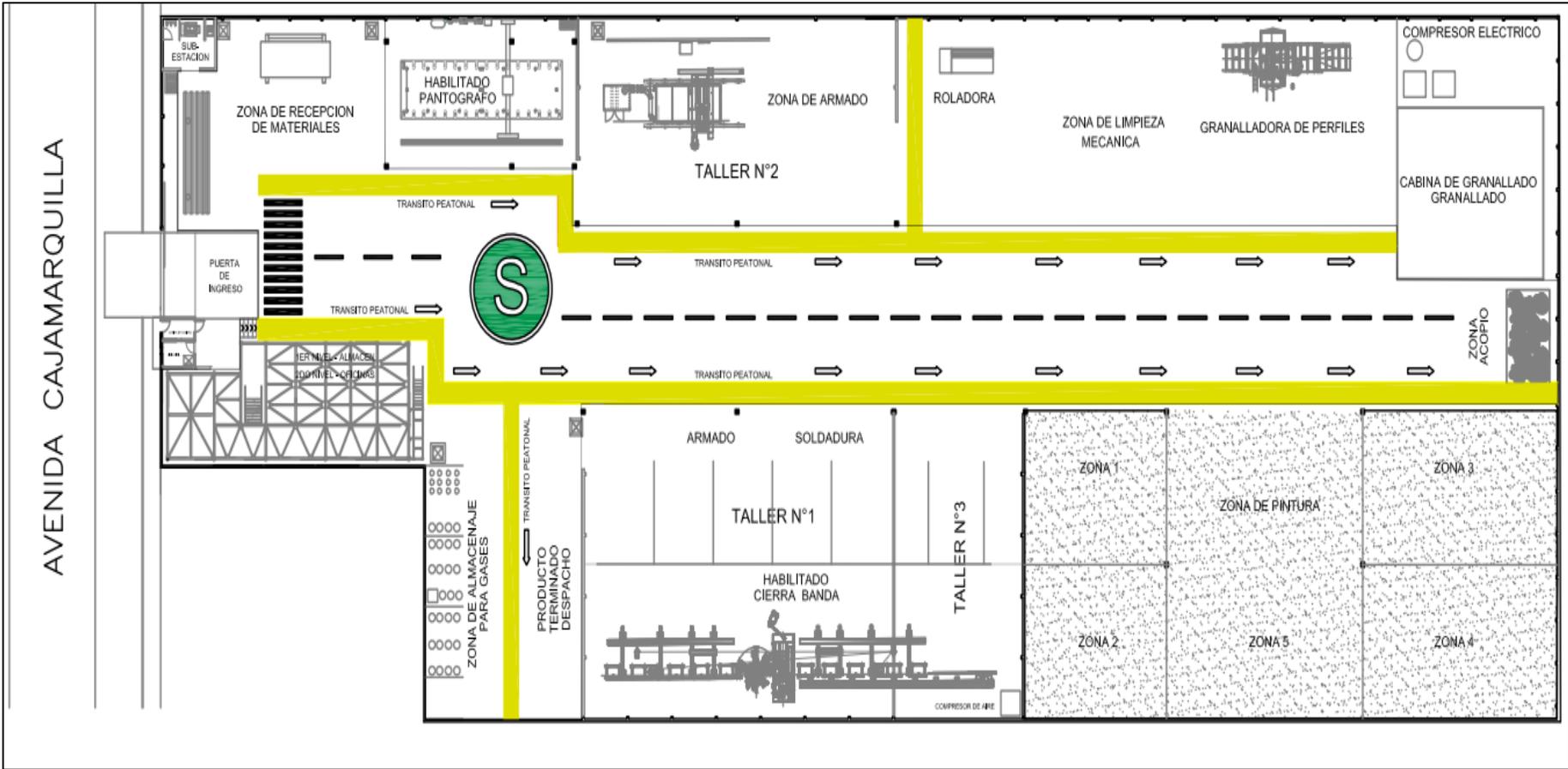
Anexo 2. Matriz de consistencia

Aplicación del Ciclo de Deming para mejorar la Productividad en el área de fabricaciones de estructuras metálicas de la empresa P.M.H. Famsteel E.I.R.L., Lurigancho, 2018									
Problemas de la investigación	Objetivos	Hipótesis	Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de los indicadores	Metodología
General	General	Principal							
¿De qué manera la aplicación de la metodología del ciclo de Deming mejora la productividad en el área de fabricación de estructuras metálicas en la empresa P.M.H. Famsteel E.I.R.L., Lurigancho, 2018?	Determinar de qué manera la aplicación de la Metodología del Ciclo Deming para la mejora la Productividad en el área de Fabricación de estructuras metálicas en la empresa P.M.H. Famsteel E.I.R.L., Lurigancho, 2018.	La aplicación de la Metodología del Ciclo Deming mejora significativamente la Productividad en el área de Fabricación de estructuras metálicas en la empresa P.M.H. Famsteel E.I.R.L., Lurigancho, 2018.	La Metodología del Ciclo de Deming	Gonzales & Arciniegas (2016) indicaron: La metodología conocida como PHVA o ciclo de Deming, es utilizada modernamente, tanto en el diseño como en el desarrollo e implementación de sistemas de gestión de calidad. Durante la etapa del mejoramiento continuo, el PHVA se constituye en la herramienta por excelencia para el análisis, seguimiento y mejora de los procesos y del sistema. (p.24)	La metodología del ciclo de Deming es un proceso de mejora continua desarrollado en cuatro pasos PHVA: planificar cumplimiento de las fechas de entrega, evaluar la cantidad de estructuras con defectos, verificar las evaluaciones aprobadas y finalmente actuar con la calidad en el proceso.	Planear	% Estructuras entregadas a tiempo	Razón	Recolección de datos
						Hacer	% Estructuras con defectos	Razón	Recolección de datos
						Verificar	% Estructuras conformes	Razón	Recolección de datos
						Actuar	% Evaluaciones aprobadas	Razón	Recolección de datos
¿De qué manera la aplicación de la metodología del ciclo de Deming mejora la eficiencia en el área de fabricación de estructuras metálicas en la empresa P.M.H. Famsteel E.I.R.L., Lurigancho, 2018?	Determinar de qué manera la aplicación de la Metodología del Ciclo Deming para la mejora la eficiencia en el área de Fabricación de estructuras metálicas en la empresa P.M.H. Famsteel E.I.R.L., Lurigancho, 2018.	La aplicación de la Metodología del Ciclo Deming mejora significativamente la eficiencia en el área de Fabricación de estructuras metálicas en la empresa P.M.H. Famsteel E.I.R.L., Lurigancho, 2018.	Productividad	Medianero (2016) señaló: La productividad es una medida de la eficiencia con que se transforman los recursos o factores productivos en bienes y servicios. La productividad es más bien el indicador cuantitativo de un proceso de producción, pudiendo ser este eficiente o ineficiente. (p.37)	La productividad es el resultado obtenido mediante la utilización de los recursos empleados, a la vez nos ayuda a mejorar mediante los componentes de eficiencia, (es la relación de resultados logrados optimizando los recursos empleados) y eficacia (lograr los resultados planificados)	Eficiencia	Indicador de eficiencia	Razón	Recolección de datos
						Eficacia	Indicador de eficacia	Razón	Recolección de datos

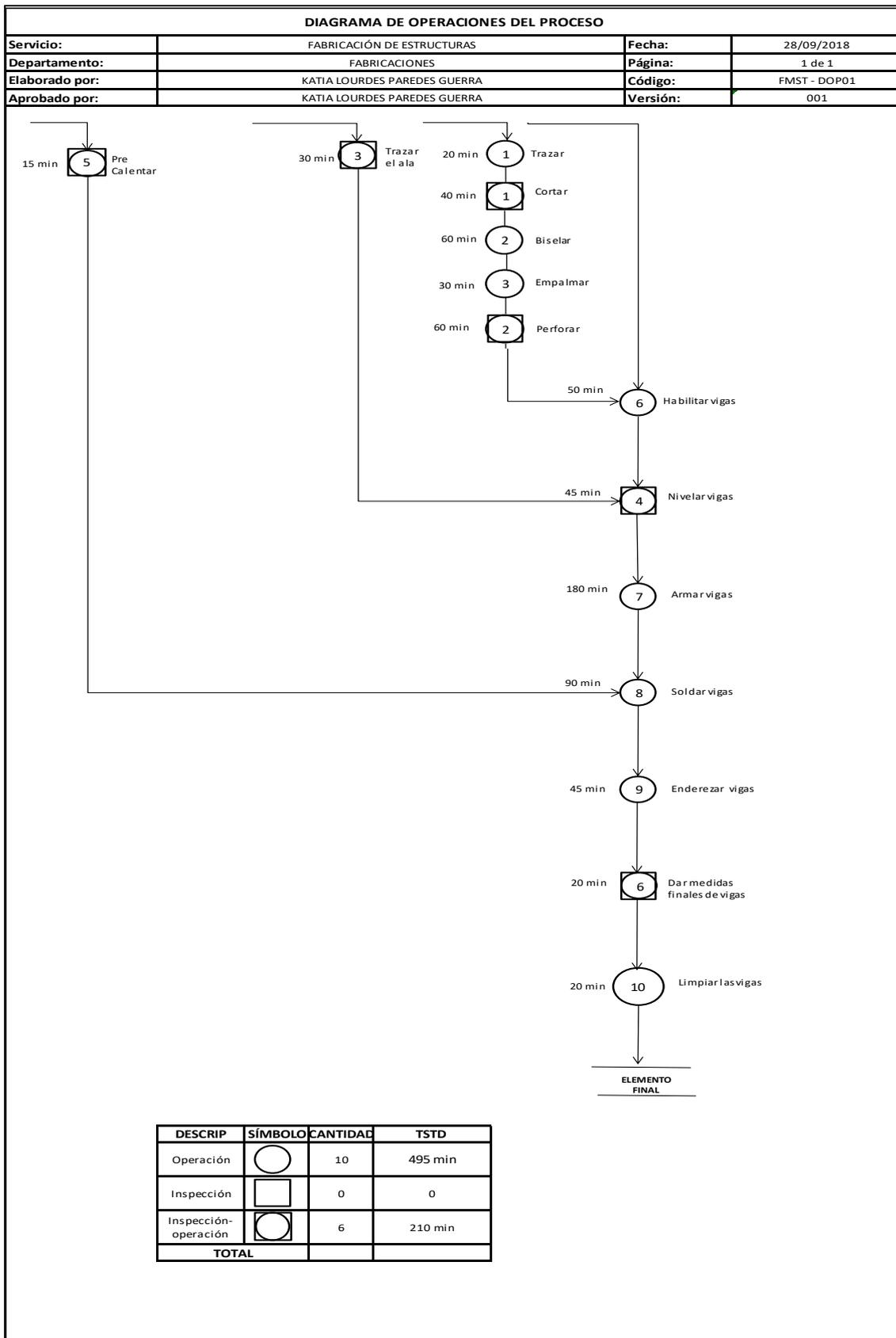
Anexo 5. Formato de Recolección de Datos Código EM01

FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
ENCUESTA			
NOMBRES:		CODIGO EM01 VERSION E001 Página 1 de 1	
APELLIDOS:			
AREA:			
FECHA			
ITEM	CAUSAS QUE AFECTAN EL EXCESO DE FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS DEFECTUOSAS	SI	NO
C1	Ausencia de control de avance en fabricación		
C2	Falta de indicadores en producción y calidad		
C3	Control y seguimiento de la fabricación de estructuras		
C4	Retraso en la procura de materiales		
C5	Inadecuado almacenamiento de materiales		
C6	Material no cumple con las especificaciones técnicas		
C7	Ambiente contaminado		
C8	Desorden en Desorden en Desorden en el taller		
C9	Excesivo ruido en el ambiente de trabajo		
C10	Carece de IPER		
C11	No cuenta un SGSST		
C12	Fabricación de estructuras con defectos		
C13	Falta de compromiso laboral		
C14	Falta de personal calificado		
C15	Falta de manual de procedimientos, instructivo y estandar		
C16	Demora en la entrega de fabricaciones		
C17	Desorden de ejecución de actividades en el área		
C18	Detención de estructuras no conformes		
C19	Faltas y tardanzas del personal		
TOTAL			
OBSERVACIONES			
ELABORADO POR			
REVISADO POR			
APROBADO POR			

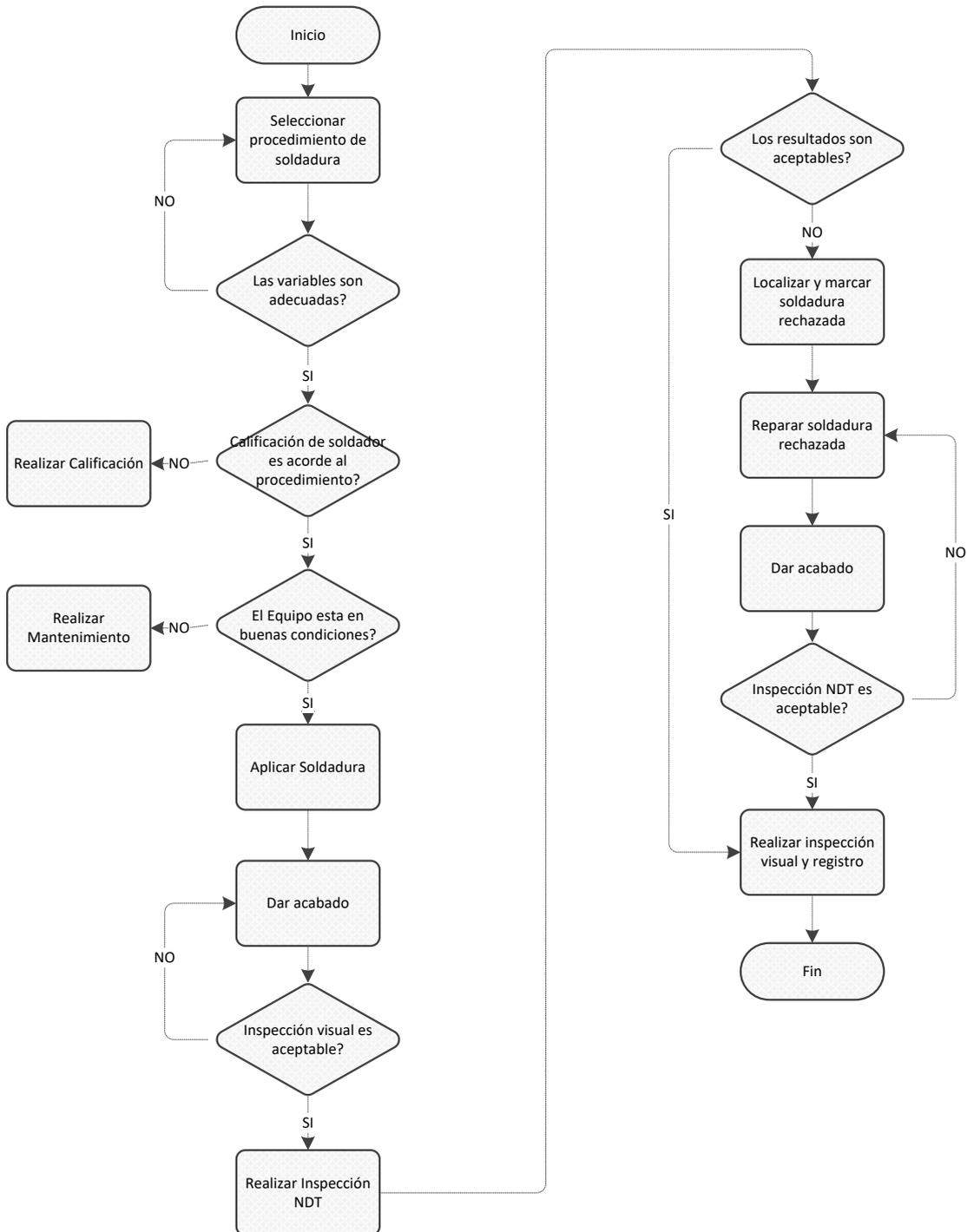
Anexo 6. Layout de la planta de producción de la empresa Famsteel EIRL



Anexo 7. Diagrama de operación de Procesos.



Anexo 9. Diagrama de flujo de procedimiento y aplicación y reparación de soldadura



Anexo 10. Cronograma de ejecución del proyecto de investigación

Actividades		Sem																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1.-	Reunión de coordinación	■								■					■			
2.-	Presentación del esquema de Proyecto de Investigación	■																
3.-	Asignación de los temas de investigación	■	■															
4.-	Pautas para la búsqueda de información	■	■															
5.-	Aproximación temática		■															
6.-	Marco teórico-formulación del problema			■														
7.-	Justificación del estudio				■													
8.-	Supuestos/objetivos del trabajo de investigación					■												
9.-	Método: Diseño de investigación						■											
10.-	JORNADA DE INVESTIGACIÓN N°1							■										
11.-	Método de muestreo								■	■								
12.-	Rigor científico										■	■						
13.-	Análisis Cualitativo de los datos, aspectos éticos, administración. Designación del jurado: un metodólogo y dos especialistas												■					
14.-	Presenta el proyecto de investigación para su revisión y aprobación													■				
15.-	Presenta el proyecto de investigación con observaciones levantadas														■	■	■	
16.-	JORNADA DE INVESTIGACIÓN N°2: Sustentación del proyecto de investigación															■	■	■

Anexo 11. Registro de capacitación

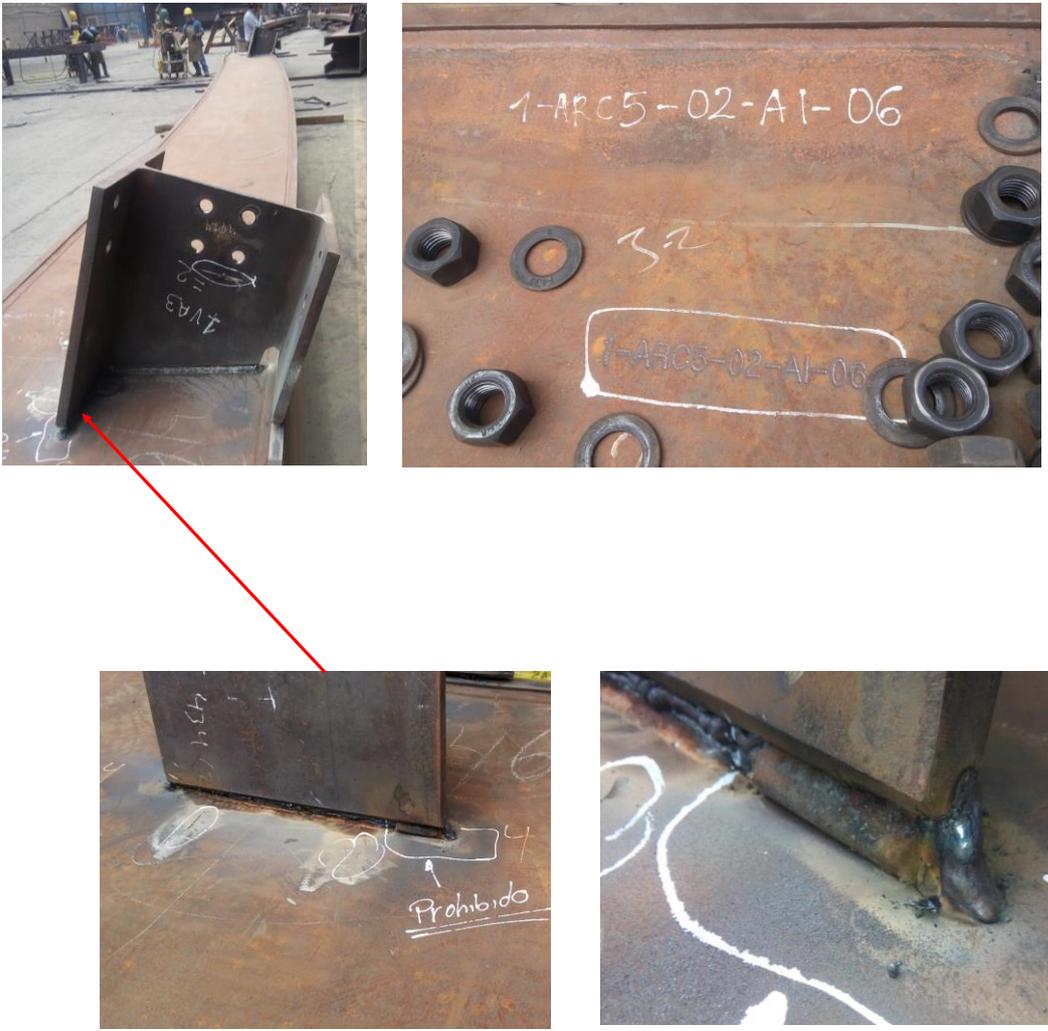
		CONTROL DE ASISTENCIA DE CAPACITACIÓN		CODIGO CAP01 VERSIÓN 001 PAGINA 1 de 1	
Tipo de evento:		Marcar (X)	Especificar:		
1	Calidad				
2	Seguridad y Salud en el Trabajo				
3	Medio Ambiente				
4	Otros:				
Tema tratado:					
Expositor:					
Empresa:			Fecha:		
Hora de inicio:			Duración:		
Hora de termino:			Lugar:		
Lugar:					
N°	Apellidos y Nombres	DNI	Área	Firma	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
Observaciones:					

Firma del expositor

Anexo 12. Formato de producto/servicio No conforme

 REPORTE DE PRODUCTO/SERVICIO NO CONFORME (PSNC)		Documento:	FSTM-FG-26				
		Fecha:					
		Revisión	0				
		Pág 1 de 2					
1.- IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO/SERVICIO NO CONFORME		Aplicado solo a Proyectos (*):					
PNC No.	<u>GF33101002-100-02-PSNC-002</u>	(*) Contratista:	<u>--</u>				
Proceso donde se detectó:	<u>GESTIÓN DE FABRICACIONES</u>	(*) Código del Proyecto:	<u>-</u>				
Identificado por:	<u>JONATHAN ALBARRAN I.</u>	(*) Nombre del proyecto:	<u>SUMINISTRO Y FABRICACION DEL PUENTE METALICOS COMBAPATA</u>				
Fecha de identificación:	<u></u>	(*) Ubicación:	<u>PLANTA CAJAMARQUILLA</u>				
Responsable a cargo:	<u>DANIEL ALMERCO</u>	(*) Disciplina:	<u>02 - ESTRUCTURAS</u>				
Referencia:	<u>1-ARC2-01 // 1-ARC2-02</u>						
2.- DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO /SERVICIO NO CONFORME							
<p>Durante la inspección a planta, se encontró la viga arco 1-ARC5-02 del puente Combapata con observaciones en la preparación de junta, descritas a continuación:</p> <p>1. Se aprecia un material de relleno en la separación de raíz de la junta. Se colocó un barra de acero (diferente material ASTM A709 Gr.50) como relleno debido a la excesiva separación de raíz de la unión entre la cara lateral de la viga cajón y la viga de amarre.</p> <p>Coordinar las reparaciones mediante procedimiento, WPS aprobados y operador calificado</p>							
3.- TRATAMIENTO DEL PRODUCTO/SERVICIO NO CONFORME							
Definido por:	<u>DANIEL ALMERCO P.</u>	Cargo:	<u>JEFE DE PRODUCCIÓN</u>				
		Fecha:	<u></u>				
		Firma:	<u></u>				
<input type="checkbox"/> Reproceso <input type="checkbox"/> Reclasificación <input type="checkbox"/> Desecho <input checked="" type="checkbox"/> Reparación <input type="checkbox"/> Otros (Especificar): <u></u>							
<input type="checkbox"/> Permiso de Desviación <input type="checkbox"/> Concesión <u></u>							
3.1. ACCIONES A TOMAR							
ITEM	ACCIONES	RESPONSABLE	FECHA				
<small>Nota: Adjuntar evidencia (documentos, imágenes, etc.)</small>							
4.- GENERA ACCIÓN CORRECTIVA:							
SI <input type="checkbox"/>		NO <input type="checkbox"/>					
		No.: <u></u>					
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; height: 20px;"></td> <td style="width: 50%; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="font-size: 8px;">VB* RESPONSABLE DEL LLENADO DEL REGISTRO DE SACP</td> <td style="font-size: 8px;">VB* GERENTE / JEFE DEL PROCESO DONDE SE HALLO LA SACP</td> </tr> </table>				VB* RESPONSABLE DEL LLENADO DEL REGISTRO DE SACP	VB* GERENTE / JEFE DEL PROCESO DONDE SE HALLO LA SACP		
VB* RESPONSABLE DEL LLENADO DEL REGISTRO DE SACP	VB* GERENTE / JEFE DEL PROCESO DONDE SE HALLO LA SACP						
5.- VERIFICACIÓN DEL PRODUCTO / SERVICIO NO CONFORME							
RESPONSABLE DEL CIERRE:	<u></u>	FIRMA:	<u></u>				
		FECHA:	<u></u>				
GERENTE / JEFE DEL PROCESO :	<u></u>	FIRMA:	<u></u>				
		FECHA:	<u></u>				

Evidencia en imágenes del PNC (producto no conforme)

	REPORTE DE PRODUCTO/SERVICIO NO CONFORME (PNC)	Documento:	FSTM-FG-26
		Fecha:	
		Revisión:	0
		Pág 1 de 2	
REPORTE FOTOGRÁFICO			
			

Anexo 13. Matriz Análisis del Modo y Efecto de la Falla (AMEF)

	MATRIZ ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE LA FALLA (AMEF)										CÓDIGO:	FMST-AM-01				
											FECHA DE EMISIÓN:	16/01/2019				
											VERSIÓN:	1				
											PÁGINA:	1 de 1				
Nombre de Subproceso:					Elaborado Por:											
Encargado:					Verificado Por:											
					Aprobado Por:											
VALORACION DE CRITERIOS*																
		EFECTO/CAUSA/CONTROL	VALORACION	CRITERIO												
SEVERIDAD (SEV)	NO		1	No hay efecto en el cliente, medio ambiente o usuario de la tecnología												
	MODERADO		3	cliente o Usuario de la tecnología experimenta alguna insatisfacción. Daño Moderado al medio Ambiente												
	PELIGROSO		5	La seguridad del cliente, ambiente o usuario de la tecnología se ve afectada, la falla ocurrió sin aviso												
OCURRENCIA (OCC)	CASI NUNCA		1	Falla improbable												
	MEDIA		3	Las fallas son medianamente probables												
	ALTA		5	Las fallas son casi seguras												
DETECCION (DET)	CASI SEGURA		1	El control actual detecta la existencia del defecto												
	MEDIA		3	Los controles actuales tienen una media eficacia												
	CASI IMPOSIBLE		5	No existe ninguna técnica de control conocido o el control actual no detecta la existencia del defecto.												
MATRIZ AMEF																
FECHA	Subproceso/ procedimiento/ actividad	MODO DE FALLA POTENCIAL	EFECTO DE FALLA POTENCIAL	S I E D V A E D R *	CAUSAS POTENCIALES DE FALLA	O E C N U C * R I R A	CONTROLES ACTUALES	D C E I T O E N C *	RPN* INEICIAL	ACCIONES RECOMENDADAS	SEGUIMIENTO A LA ACCION RECOMENDADA	FECHA DE EVALUACION RPN FINAL	S E V *	O C C *	D E T *	RPN* FINAL
								0								
								0								
								0								
								0								

RESULTADO	NPR
Menor a 45	Bajo
Entre 45 y 75	Medio
Mayor a 75	Alto

Anexo 14. Formato del Análisis de Causas

	SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD	Código:	FMST-SIG-F-08
	ANÁLISIS DE CAUSAS	Versión:	01
		Fecha:	08/01/2019
		Página:	1 de 1
Fecha de realización: _____			
Detalle de la técnica utilizada para detectar mejoras y realización del análisis:			
Primero: Identificación del problema principal			
Descripción del hallazgo: Mediante inspección no destructiva (Radiografía Industrial), se detectaron 04 juntas soldadas con presencia de porosidades rechazadas por el código de soldadura de puentes AWS D1.5.			
Segundo: Usar la técnica de los 5 ¿por qué?			
Pregunte todas las posibles causas que contribuyen a que se origine el problema, hasta llegar a la causa raíz del mismo:			
1 ¿Por qué? Los electrodos de soldadura se encontraban humedecidas al estar expuestas al ambiente			
2 ¿Por qué? El personal no almacenó los electrodos de soldadura dentro de los Hornos de secado que se encuentran en Planta			
3 ¿Por qué? El personal desconocía el correcto almacenamiento de la soldadura			
4 ¿Por qué? Falta de capacitación del personal en procedimientos internos de fabricación			
5 ¿Por qué? ----			
Tercero: Identificación de la causa raíz			
Colocar la última respuesta del por qué ocurrió el problema			
Falta de capacitación del personal en procedimientos internos de fabricación			
Cuarto: Conformación del Plan de Acción para atacar las principales causas del problema:			
Nº	ACCIONES A TOMAR		
1	Capacitación del personal involucrado		
2	Difusión de procedimientos de Fabricación hacia el personal Contratista		
Se realiza el presente análisis de causas con las siguientes personas:			
Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	CARGO	
1	PINEDO CRUZ, CARLOS	SOLDADOR	
ELABORADO: KATIA LOURDES PAREDES GUERRA			
REVISADO: KATIA LOURDES PAREDES GUERRA			
APROBADO: PABLO HUAMAN LLACZA			

Anexo 15. Análisis de Pérdidas (ADP)

		ADP (Análisis de Pérdidas)		Versión: 001-2019	
				Página 1 de 1	
Tema:		Ceros TPM			
Nombre del equipo:	Código:	1. Cero defectos <input type="checkbox"/>	Otra pérdida <input type="checkbox"/>		
		2. Cero accidentes <input type="checkbox"/>	¿Cual?		
Área:	Zona :	3. Cero averías <input type="checkbox"/>	Nombre de persona que reporta:	Cédula:	
Elaborado:		Inicio de avería:	Hora:	Fin de avería:	Hora:
		DD / MM / AAAA	HH : MM: AM PM	DD / MM / AAAA	HH : MM: AM PM
		Nombre de persona que inspecciona:		Cédula:	
Fecha inicio análisis:	Consecutivo:	Número de aviso:	Número de orden:		
5W + 1H					
¿Qué? ¿Qué hace evidente el problema? ¿En qué se manifiesta el inconveniente?					
¿Dónde? ¿En qué lugar, sitio o parte es en la que ocurre el problema?					
¿Cuándo? ¿Cuándo ocurrió el problema? ¿Bajo qué circunstancias ocurre el					
¿Quien? ¿Depende de las actuaciones humanas el hecho de que aparezca o no el problema?					
¿Como? ¿Cómo es la forma en la que se presenta el problema? ¿Cómo difiere de la situación normal o de un patrón?					
¿Cual? ¿Hay una tendencia de problema? ¿Hay un patrón de comportamiento?					
Fenómeno:					
Nota: Si este análisis corresponde a un incidente ocupacional, por favor antes de hacer el por qué porque debe llevar a cabo el análisis de causas que se					
PLAN DE ACCIÓN					
# de Causas Raíz	Plazo acción (Corto,Mediano,Largo)	Tipo de acción (Corrección, correctiva, preventiva, mejoramiento)	Acción	Responsable	Fecha

Anexo 16. Procedimiento de Reparación en Estructuras Metálicas

PROCEDIMIENTO OPERATIVO - GF



ÁREA: FABRICACIONES METALMECÁNICAS

UNIDAD: PRODUCCIÓN

PROCEDIMIENTO OPERATIVO

EJECUCIÓN Y REPARACIÓN DE SOLDADURA

HLC-GF-P0-11

Rev. 0

Aprobado por:

Superintendente de Fabricaciones Metalmecánicas: P. Huamán L.

REV.	EMITIDO PARA	ELABORADO	REVISADO	FECHA	VB°
A	Revisión y comentarios interno.	Jefe de Producción	Superintendente de Fabricaciones Metalmecánicas	29/05/2018	<input type="checkbox"/>
B	Aprobación del Superintendente de Fabricaciones Metalmecánicas	Jefe de Producción	Superintendente de Fabricaciones Metalmecánicas	29/05/2018	<input type="checkbox"/>
0	Para su Aplicación	Jefe de Producción	Superintendente de Fabricaciones Metalmecánicas	29/05/2018	<input type="checkbox"/>

1. OBJETIVO

Establecer la secuencia para la correcta ejecución y reparación de soldadura en materiales metálicos en el taller de fabricaciones de la empresa HLC.

2. ALCANCE

El alcance de este procedimiento detalla los trabajos a realizarse para llevar a cabo la aplicación y reparación de soldadura en materiales metálicos del taller de fabricaciones de HLC.

3. REFERENCIAS LEGALES Y OTRAS NORMAS

- AWS D1.1 Structural Welding Code-Steel
- API Standard 1104 Welding of Pipelines and Related Facilities
- Código ASME Sección IX Boiler & Pressure Vessel Code
- Especificaciones Técnicas del Proyecto.
- HLC-QAC-02-03-10-PO-18 Calificación de Soldador y Operador.

4. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

- **Defecto:** Discontinuidad o grupo de discontinuidades, las cuales rebasan los criterios de aceptación establecidos.
- **Discontinuidad:** Interrupción en la estructura física deseable de la soldadura.
- **Socavación:** Surco que se produce en el metal base, adyacente al borde de la soldadura y que queda sin rellenar.
- **Soldabilidad:** Es la facilidad con que un material puede ser unido por algunos de los procesos comunes de soldadura y producir una junta que tenga las mejores propiedades para el servicio al que se le va a destinar.

PROCEDIMIENTO OPERATIVO – GF

- **Soldador calificado:** Es un soldador que ha demostrado su habilidad para aplicar soldaduras que cumplan con los requerimientos establecidos en el procedimiento de soldadura de referencia.
- **Soldadura a tope:** Es la soldadura que se deposita en la ranura entre dos elementos situados en el mismo plano (a tope) y cuyos bordes están en contacto. Los bordes podrán ser rectangulares, en "V" (simple o doble) o en "U" (simple o doble).
- **Soldadura de filete:** Es toda soldadura de sección triangular aproximadamente, depositada entre dos superficies en ángulo recto en una junta a traslape, en tee o en esquina.
- **Soldadura:** Es una unión de metales producida por calor a temperatura apropiada, seguida de solidificación, con o sin aplicación de presión y con o sin metal de aporte en la soldadura de arco eléctrico; el metal de aporte debe tener un punto de fusión igual o mayor al del metal base.
- **Calificación de Soldadores:** Proceso a través del cual se determina la habilidad de los soldadores para realizar juntas soldadas sanas empleando un WPS calificado o precalificado y que cumpla con los requerimientos de los estándares del Proyecto.
- **Ensayos No Destructivos (END):** Cualquier tipo de prueba practicada a un material que no altere de manera permanente su forma, ni sus propiedades físicas, químicas, mecánicas o dimensionales. Los ensayos más importantes aplicados a la soldadura son: líquidos penetrantes, partículas magnéticas, ultrasonido y radiografía industrial.
- **Grietas en la soldadura:** varios tipos de discontinuidades pueden ocurrir en soldaduras o zonas afectadas por el calor. Las soldaduras pueden contener porosidades, inclusiones de escoria o grietas
- **Porosidad:** es la contaminación del metal de soldadura en forma de un gas atrapado conforme ocurre la solidificación.
- **Inclusiones de escoria:** Son los óxidos no metálicos que se encuentran a veces en forma de inclusiones alargadas y globulares en los cordones de soldadura.

5. RESPONSABILIDADES

Superintendente de Fabricaciones

- Asegurar el cumplimiento del presente procedimiento por todo el personal que está involucrado en la actividad.
- Gestionar y dar todos los recursos necesarios para la implementación y difusión de este procedimiento.

Jefe QC

- Verificar el cumplimiento del “Proceso de Soldadura” y monitorear todos los procesos.
- Controlar que los procesos de soldadura que sean realizados por soldadores calificados.

Inspector QC

- Inspeccionar que se registren todos los controles o pruebas según el manual de Procedimiento y Especificaciones Técnicas de los Proyectos.
- Responsable de informar todos los detalles encontrados durante los procesos de soldadura.

Jefe de Producción

- Implementar y difundir el presente procedimiento.
- Organizar, coordinar y supervisar las operaciones directamente en campo de acuerdo al presente procedimiento, de acuerdo a los estándares, diagramas y documentación técnica aplicable.
- Hacer el requerimiento necesario de recursos humanos, materiales y logísticos para cubrir todas las necesidades que puedan ser necesarias en la realización de los trabajos requeridos.

PROCEDIMIENTO OPERATIVO – GF

- Revisar el alcance de los proyectos.

Supervisor de Producción

- Verificar la correcta aplicación del proceso de soldadura.
- Realizar el seguimiento de la trazabilidad de soldadura de estructuras y tuberías.

Soldador

- Cumplir el presente procedimiento.
- Inspeccionar la maquinaria y/o equipo de soldadura, los accesorios e insumos a emplear según requerimientos de la orden de trabajo.
- Organizar y hacer cumplir las actividades diarias.
- Cuidar y mantener las herramientas y equipos requeridos para desempeñar su función.
- Mantener el área de trabajo limpia y ordenada.
- Realizar tareas propias de su oficio y que le sean asignadas por el superior jerárquico.

6. ESPECIFICACION

6.1. Selección de procedimiento de soldadura

- El Jefe de Producción debe revisar el alcance del proyecto e identificar los requerimientos de soldadura del proyecto, para así seleccionar el procedimiento de soldadura y el proceso adecuado.
- La selección del procedimiento de soldadura para casos específicos se debe llevar a cabo considerando los siguientes puntos:

PROCEDIMIENTO OPERATIVO – GF

- Características de los materiales
- Facilidad de aplicación
- Acceso
- Disponibilidad de materiales y equipo
- Disponibilidad de mano de obra calificada

6.2. Verificar las variables en el procedimiento

- El Jefe de Producción es responsable de verificar que las variables contenidas tanto en la especificación del procedimiento de soldadura como del registro de calificación de soldadura, satisfacen los requisitos del proceso y materiales por utilizar; en caso contrario debe solicitar la elaboración y calificación del procedimiento.

6.3. Verificar la Calificación de los soldadores

- El Jefe de Producción es responsable de verificar que la calificación de los soldadores se haya realizado de acuerdo con el (los) procedimiento (s) de soldadura aplicables.
- En ningún caso se permitirá ejecutar soldadura a personal sin calificación.
- El personal asignado para la ejecución de soldadura debe:
 - Estar calificado.
 - Que la calificación se haya realizado en presencia del supervisor o de un representante externo a la empresa para la cual labora.

6.4. Verificar el estado de los equipos de soldadura

- El supervisor de producción es el responsable de verificar que los equipos, materiales, personal de soldadura y equipo de seguridad, sean acordes con las necesidades del proyecto.

6.5. Verificación de Máquina de Soldar

- Toda maquina de soldar debe contar con el registro HLC-GE-FO-19 Reporte de mantenimiento de equipos menores.

6.6. Ejecución de soldadura

- Es responsabilidad del soldador la correcta ejecucion del proceso de soldadura, siendo relevante la verificación de los siguientes puntos:
 - Identificación del proceso especificado, manual, semiautomático o automático.
 - Identificación del material base
 - Identificación del rango de diámetros y espesores para los cuales aplica el procedimiento.
 - Ángulo de preparación.
 - Tamaño de la cara de la raíz.
 - Abertura de la raíz.
 - Tamaño y forma de la soldadura de filete cuando de este tipo se trate; cuando se utilice respaldo, ésta debe estar localizada de acuerdo con los parámetros del procedimiento calificado.
 - Tipo de corriente eléctrica y polaridad requerida, así como voltaje y amperaje para cada tipo de electrodo o alambre utilizado.
 - La posición de aplicación de la soldadura.
 - Verificar el tiempo máximo entre la aplicación del primer y el segundo cordón, así como entre el segundo y los demás cordones.
 - Verificar la posición del sujetador alineador y el porcentaje de soldadura que debe aplicarse antes de ser retirado.
 - El método de limpieza por utilizar.
 - El tratamiento de pre o post calentamiento requerido, así como los métodos utilizados, la temperatura y su control, rango de temperatura del medio ambiente.
 - La composición del gas protector y el rango del flujo.
 - Indicar el tipo de fundente protector.
 - El rango de velocidad de depósito.
- Durante el proceso de aplicación, el supervisor de producción debe verificar que los valores de la soldadura se encuentren dentro de los rangos establecidos en el procedimiento aplicable del proyecto.

6.7. Acabado de la unión de soldadura

- Posterior a la terminación del soldeo de la unión, debe realizarse la preparación establecida por los procedimientos de referencia y en caso de no existir debe realizarse lo siguiente:
 - a) Cepillar la superficie de soldadura hasta eliminar todo rastro de escoria o elementos ajenos a la unión.
 - b) Mediante el uso del esmeril eliminar los golpes de arco, escoria, salpicaduras de soldadura, etc., hasta una condición tal que el material esté sano y no se haya rebasado la tolerancia estándar para éste proceso.

6.8. Trazabilidad de soldadura

- El Supervisor de producción debe realizar el control y seguimiento a los siguientes registros de trazabilidad de soldadura:
 - HLC-GF-FO-25 Trazabilidad de Soldadura para Estructuras
 - HLC-GF-FO-26 Trazabilidad de Soldadura para Tuberías

6.9. Inspección Visual del depósito de soldadura

- El Jefe QC y/o Inspector QC, debe realizar la inspección visual de los elementos, en cuyo caso la unión debe estar libre de discontinuidades que rebasen las dimensiones aceptables para esta condición. Para ello se utilizará el formato Operativo HLC-QAC-02-03-10-FO-10 Examinación visual a juntas soldadas.

6.10. Inspección por el Método END (Pruebas No- Destructivas)

- Posterior al proceso de inspección visual y siendo aceptada la unión se procede a la inspección de ésta por métodos no destructivos, los cuales podrán ser:

Radiografía, Ultrasonido, Partículas Magnéticas, Líquidos Penetrantes, etc.
Según

- El porcentaje de inspección por métodos no destructivos será establecido por el alcance del proyecto.

6.11. Localización de soldadura no conforme

- En caso de existir resultados negativos arrojados por la inspección END, el área de Control de Calidad debe proceder a marcar dichas zonas en la ubicación correspondiente y debe ser realizado con un marcador que resalte sobre la superficie de la zona bajo examinación.

6.12. Reparación de la unión fuera de norma

- Cuando sea identificada una unión como fuera de norma por rebasar las dimensiones estándares límites tolerables, el Jefe de Producción y/o Supervisor de Producción es responsable de solicitar la reparación inmediata de dicha unión, para lo cual se procederá a realizar lo siguiente:
 - c) Verificar la localización exacta de la discontinuidad.
 - d) Eliminar la discontinuidad mediante el uso de disco abrasivo.
 - e) Explorar la sección en la cual se alojaba la discontinuidad mediante el uso de métodos no destructivos.
 - f) Proceder al soldeo de la sección, mediante el uso del procedimiento de soldadura original con el que fue soldada la sección.
 - g) Realizar limpieza.
 - h) Realizar la inspección no destructiva de la sección.

PROCEDIMIENTO OPERATIVO – GF

7. FLUJOGRAMA



PROCEDIMIENTO OPERATIVO – GF

8. REGISTROS

- HLC-QAC-02-03-10-FO-10 Examinación visual a junta soldadas.
- HLC-GF-FO-25 Trazabilidad de Soldadura para Estructuras.
- HLC-GF-FO-26 Trazabilidad de Soldadura para Tuberías.
- HLC-GE-FO-19 Reporte de mantenimiento de Equipos menores.

9. CONTROL DE CAMBIOS

10 Ítem	Descripción del Cambio	N° Pagina	Fecha	Revisión		A N E X
				Ant.	Act.	

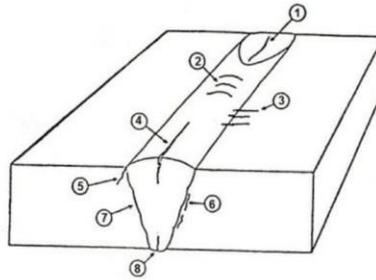
OS

- Anexo N°01: Defectos en soldadura – Causa y Soluciones.

ANEXO N°01: DEFECTOS EN SOLDADURA – CAUSA Y SOLUCIONES

A. GRIETAS EN LA SOLDADURA

CAUSA	SOLUCION
Alta rigidez en la junta	Pre calentamiento: Usar golpeteo; cambie la sucesión de la soldadura por retroceso o aumente la sección transversal del cordón
Electrodos defectuosos (excentricidad, humedad en el revestimiento, núcleo de alambre pobre)	Cambie electrodos, controle la humedad por buen almacenaje
Dilución pobre	Reduzca la separación de raíz
Cordón de escasa profundidad, a ancho	Aumenta la sección transversal profundidad o ancho, del cordón, cambie el tipo del electrodo
Excesivo carbón o aleación tomado del metal de base	Reduzca penetración bajando la corriente y la velocidad de avance, cambie el tipo de electrodo



- TIPOS DE GRIETAS:**
- 1.- Grieta en el cráter
 - 2.- Grieta transversal en el metal de aporte
 - 3.- Grieta transversal en la zona afectada térmicamente (Z.A.T.)
 - 4.- Grieta longitudinal en el metal de aporte
 - 5.- Grieta en el borde del cordón de soldadura
 - 6.- Grieta bajo cordón en la zona afectada térmicamente (Z.A.T.)
 - 7.- Grieta en la línea de fusión
 - 8.- Grieta en la raíz de la soldadura

Imagen 1 - Grietas en la soldadura

B. GRIETAS EN EL METAL BASE

CAUSA	SOLUCION
Alta Dureza (aceros)	Precalentamiento, aumente el calor absorbido en la soldadura, postcalentamiento sin enfriar, después de soldada, suelde con electrodo austenítico
Alta resistencia, con baja ductilidad	Use metal recocido o normal
Fases frágiles	Tratamiento térmico antes desoldar para poner las fases frágiles en solución.
Excesivo esfuerzo.	Rediseño, cambie la sucesión o use recocidos intermedios.

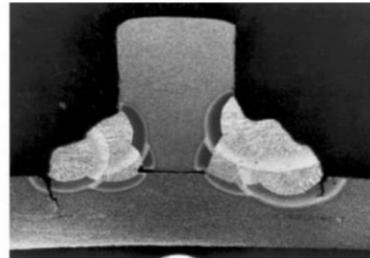
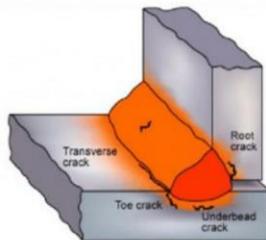


Imagen 2 - Grietas en metal base

C. POROSIDAD

CAUSA	SOLUCION
Excesivo H ₂ , O ₂ , N ₂ o humedad en la atmósfera	Cambie el electrodo o use proceso de gas. Bajo Hidrógeno MIG-TIG (arco sumergido)
Alta velocidad de enfriamiento de soldadura	Aumente el calor absorbido, precalentamiento
Aceite, pintura o herrumbre en el acero	Limpie las superficies de las juntas
Longitud de arco inadecuada corriente o manipulación	Use arco adecuado, controle la técnica de soldar
Excesiva humedad en el electrodo o en la junta	Use electrodos y materiales secos
Revestimientos galvanizados	Use E6010 para remover el Zn

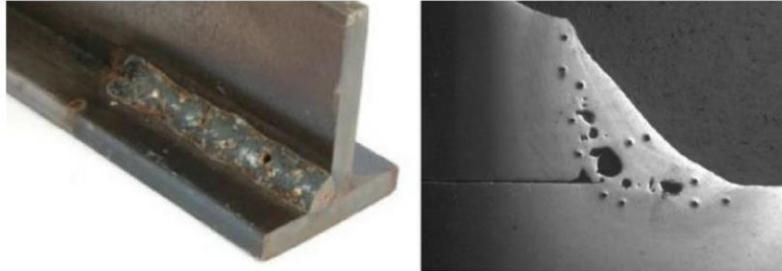


Imagen 3 - Porosidad

D. INCLUSIONES

CAUSA	SOLUCION
Fracaso al remover la escoria de los depósitos previos	Limpie las superficies y los cordones previos, prolijamente.
Atmósfera oxidante en la soldadura	Regule la llama de gas a neutra.
Deficiente diseño de junta	Observe correcta la longitud de acero y manipulación.
Insuficiente protección de arco.	Provea la correcta protección y cubrimiento.

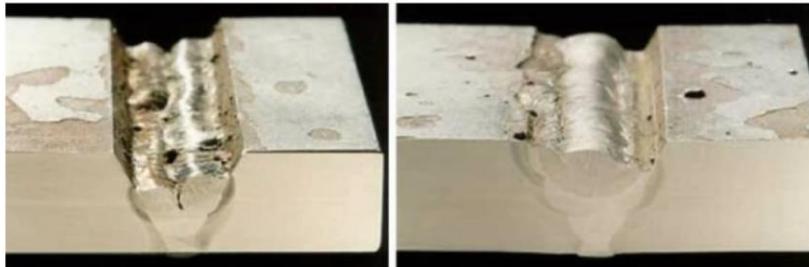


Imagen 4 - Inclusiones

Anexo 17. Procedimiento Fabricación de estructuras metálicas

	GESTIÓN DE FABRICACIONES	Código:	FMST-GF-PR-01
		Versión:	01
	FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS	Fecha:	14/01/19
		Página:	1 de 10



PROCEDIMIENTO:

FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS

	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Nombre	Elvis Daniel Almerco Palomino	Richard Gutierrez Araujo	Richard Gutierrez Araujo
Cargo	Jefe de Producción	Superintendente de Fabricaciones Metalmeccánicas	Superintendente de Fabricaciones Metalmeccánicas
Firma			
Fecha	15/01/19	16/01/19	16/01/19

	GESTIÓN DE FABRICACIONES	Código: FMST-GF-PR-01
	FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS	Versión: 01
		Fecha: 14/01/19
		Página: 2 de 10

ÍNDICE

1. OBJETIVO.....	3
2. ALCANCE.....	3
3. REFERENCIAS LEGALES Y OTRAS NORMAS.....	3
4. TÉRMINOS Y DEFINICIONES.....	3
5. RESPONSABILIDADES.....	4
6. DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO.....	5
7. FLUJOGRAMA.....	8
8. FORMATOS.....	8
9. CONTROL DE CAMBIOS.....	8
10. ANEXOS.....	8

	GESTIÓN DE FABRICACIONES	Código: FMST-GF-PR-01
	FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS	Versión: 01
		Fecha: 14/01/19
		Página: 3 de 10

1. OBJETIVO

Este procedimiento tiene por objeto definir el método para la fabricación de estructuras metálicas en el taller de fabricaciones de la empresa HLC Ingeniería y Construcción S.A.C., teniendo en cuenta las especificaciones y normas aplicables.

2. ALCANCE

El alcance de este procedimiento aplica para todo el proceso de fabricación de estructuras metálicas en el área de producción.

3. REFERENCIAS LEGALES Y OTRAS NORMAS

- **AWS D1.1** Código de Soldadura estructural - Acero
- **AISC 360** Especificaciones para edificios de acero estructural
- **ISO 13920** Tolerancia general para construcciones soldadas.
- **SSPC** Steel Structures Painting Council
- **ASTM A6** Standard Specification for General Requirements for Rolled Structural Steel Bars, Plates, Shapes, and Sheet Piling.
- **AISI** American Iron and Steel Institute.
- Especificaciones técnicas del proyecto

4. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

- **Armado:** Proceso mediante el cual se colocan las placas, clips y otros elementos que se requieran de acuerdo a los planos de fabricación.
- **Soldadura:** Proceso por el cual piezas de metal se unen por aplicación de calor, presión, o una combinación de ambos, con o sin aporte de otro metal.
- **Taller:** Área donde se realiza permanentemente y de manera rutinaria trabajos en caliente y otro tipo de trabajos mecánicos. Es un área no susceptible de movilizarse.
- **WPS (Welding Procedure Specification):** Procedimiento de soldadura escrito y preparado para proporcionar la dirección para la ejecución de soldaduras de producción; contiene en detalle las variables requeridas para asegurar la repetitividad en una aplicación específica. Es soportado por el PQR.
- **PQR:** La calificación del procedimiento de soldadura determina si la soldadura aplicada a los diferentes materiales cumple con las especificaciones requeridas por los estándares.
- **Corte por CNC:** Controlado por computadora, nos da la versatilidad de realizar cortes de una forma rápida, precisa y de alta repetibilidad, logrando con esto desarrollar las más diversas y tamaños en diferentes calidades de aceros y otros materiales.

5. RESPONSABILIDADES

5.1. Superintendente de Fabricaciones Metalmecánicas

	GESTIÓN DE FABRICACIONES	Código:	FMST-GF-PR-01
		Versión:	01
	FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS	Fecha:	14/01/19
		Página:	4 de 10

- Gestionar todos los recursos humanos, materiales, maquinarias y equipos necesarios para una correcta ejecución de los trabajos, que permitan dar fiel cumplimiento al presente procedimiento.
- Controlar la difusión y el cumplimiento de este procedimiento, coordinando los recursos para que las actividades se ejecuten de acuerdo a los estándares de fabricación.
- Planificar y programar la secuencia ordenada de los trabajos a desarrollar.
- Coordinar con otras disciplinas y/o actividades que puedan verse afectadas por la realización de estos trabajos.

5.2. Jefe de Producción

- Es el responsable de la dirección integral, la implementación y cumplimiento de los requerimientos de seguridad contenidos en el presente procedimiento.
- Elaborar el procedimiento, difundir y hacerlo cumplir a todos los trabajadores.
- Inspeccionar, planificar, coordinar y controlar los trabajos a realizar en la zona de trabajo.
- Verificar que el personal asignado a estas tareas cuenten con la experiencia y capacitación específicas para estos trabajos.
- Controlar los trabajos de maquinarias y equipos involucrados en la actividad.
- Coordinar para obtener los permisos necesarios.

5.3. Jefe de QC

- Cumplir con las funciones inherentes al puesto que desempeñan con honestidad, integridad, eficiencia, respeto, y trabajo en equipo, conservando un comportamiento correcto durante la ejecución de éstas y el trato cordial y amable con los directivos y compañeros de trabajo.
- Encargado de planificar, ejecutar y controlar las pruebas necesarias a los equipos y/o productos que se tomen en cuenta en el alcance del proyecto.
- Definir procedimiento de trabajo para las pruebas de calidad.
- Planificar y realizar homologaciones de soldadores si es necesario según el proyecto.

5.4. Inspector QC

- Revisar y controlar el cumplimiento de los estándares de calidad de los equipos y materiales.
- Realizar los registros y protocolos de las pruebas de calidad.
- Elaborar y entregar el dossier de calidad al cliente según el alcance del proyecto.
- Realizar reportes semanales o en caso de petición del cliente o jefes inmediatos que lo necesiten.

5.5. Personal Operativo

- Cumplir con las funciones inherentes al puesto que desempeñan con honestidad, integridad, eficiencia, respeto, y trabajo en equipo, conservando un comportamiento correcto durante la ejecución de éstas y el trato cordial y amable con los directivos y compañeros de trabajo.
 - Acudir al centro de trabajo en buenas condiciones físicas y psicológicas.
 - Capacitarse y cumplir con los estándares indicados en este procedimiento.
-

	GESTIÓN DE FABRICACIONES	Código:	FMST-GF-PR-01
	FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS	Versión:	01
		Fecha:	14/01/19
		Página:	5 de 10

- Mantener el área de trabajo limpia, ordenada y libre de condiciones sub estándares.
- Usar correctamente el EPP apropiado, de acuerdo a lo especificado en el presente procedimiento.
- Mantener en buen estado las herramientas y accesorios.
- Reportar al supervisor inmediato sobre actos y condiciones inseguras que se presenten en la ejecución de su tarea.
- Reportar al supervisor inmediato sobre accidentes e incidentes.

5.6. Supervisor de Almacén

- La dirección de las operaciones de entrada y salida de la mercancía. Lo que incluye la elección y posterior supervisión de los procedimientos de manipulación de la mercancía en su recepción y en su expedición; el control de la preparación de los pedidos y su posterior carga en los vehículos de transporte; además de un control de la calidad de los productos recibidos.
- El control de la circulación de los vehículos que transporten la mercancía de manera que ésta resulte rentable y que cumpla con los criterios de seguridad.
- La verificación del cumplimiento de las órdenes de pedido, asegurándose de que los procedimientos planeados se cumplan en el tiempo, con la calidad y la seguridad previstas.
- El control sobre el mantenimiento del almacén para evitar errores y agilizar los procesos de recepción de las mercancías y preparación de los pedidos.
- Decidir sobre los recursos que se deben emplear, ya sean medios materiales o humanos.
- Decide sobre los procedimientos de control de inventario y supervisa su cumplimiento. Además, tiene que controlar los stocks y las condiciones en las que éste se almacena.

5.7. Ingeniero de Proyectos

- Es el encargado de revisar la información suministrada por el Proveedor de Información, analizar, interpretar y comunicar oportunamente alguna indicación/consulta al respecto.
- Brindar información necesaria al jefe de producción para el desarrollo de las fabricaciones de los distintos proyectos.
- Gestionar la realización de planos As-Built por los cambios que se realizaran en la ejecución de las fabricaciones.

6. DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO

Para todo el proceso de fabricación de estructuras el área de producción controla y registra los avances mediante el registro "Reporte de control de fabricaciones de estructuras".

6.1. Recepción de Materiales

	GESTIÓN DE FABRICACIONES	Código:	FMST-GF-PR-01
	FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS	Versión:	01
		Fecha:	14/01/19
		Página:	6 de 10

- Los materiales (perfiles, tuberías, planchas, etc.) que llegan a la planta de fabricaciones son recepcionados por el almacén asignado por el supervisor de almacén e inspeccionados por el Inspector QC.
- Verificar que el material cumpla con los estándares de calidad: tipo, clase, número de colada y dimensiones.
- Verificar que estos materiales cuenten con los certificados de calidad del fabricante.
- Los datos consolidados, inspecciones, controles y registros se realizara según FMST-QAC-FV-25 El Plan de pruebas e inspecciones disciplina de estructuras.

6.2. Habilitado de Materiales

- Para el uso de la mesa de corte, el operador del pantografo realizara su trabajo de acuerdo a lo indicado en el Instructivo FMST-GF-INS-10 Instructivo de mesa de corte.
- Para iniciar con el habilitado de planchas, estas son trasladadas a la mesa de corte CNC mediante montacargas.
- El Ingeniero de proyectos del área de ingeniería de fabricaciones entrega el archivo CNC al área de producción, archivo que contiene detalle de corte de las carteles y placas de las estructuras a fabricar.
- Se realizan los cortes de cartelas y se les coloca la marca de identificación, estas placas deben ser desbarbadas antes de ser instaladas.
- Simultáneamente en otra de las estaciones de trabajo, las vigas son trazadas y cortadas a la medida que se requiere.
- Se trazan los centros de los agujeros necesarios y se perforan con taladros magnéticos o estacionarios según se requiera.
- Todo el material habilitado es controlado por el inspector QC según el plan de pruebas e inspecciones de la disciplina de estructuras.

6.3. Armado de los elementos.

- Para todos los proyectos que se desarrollan en el taller, el ingeniero de proyectos entrega los planos de fabricación al jefe de producción quien distribuye los planos al personal operativo del taller mediante el registro FMST-GF-F-20 Registro de Control de Entrega de Planos.
 - En los talleres ya con los perfiles habilitados y con los agujeros realizados se colocan las cartelas de amarre, placas base, clips y otros elementos que se requieran de acuerdo a los planos de los elementos metálicos que se están fabricando.
 - Para controlar el armado de los elementos estructurales, se utilizara el formato FMST-GF-F-22 Trazabilidad de Armado de Estructuras, donde se detalla la fecha de inicio y fin del armado.
 - Se verifican las dimensiones y se controla la distancia entre agujeros. Control de calidad inspecciona el apuntalado y realiza el control dimensional según el plan de pruebas e inspecciones de la disciplina de estructuras.
-

	GESTIÓN DE FABRICACIONES	Código:	FMST-GF-PR-01
	FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS	Versión:	01
		Fecha:	14/01/19
		Página:	7 de 10

6.4. Soldadura.

- Antes de ejecutar cualquier trabajo de soldadura se debe considerar la especificación de procedimiento de soldadura WPS, la calificación del procedimiento de soldadura PQR y la homologación de los soldadores WPQ.
- Los WPS, PQR y WPQ que se usaran para la fabricación de estructuras metálicas son determinados por el jefe de producción y el jefe de calidad.
- Se consideraran únicamente los procedimientos aplicables para estructuras metálicas que se encuentran en "FMST-QAC-02-03-10-F-04 Lista de procedimientos de soldadura (WPS + PQR)" y soldadores homologados que apliquen para estructuras listados en "FMST-QAC-02-03-10-F-05 Lista de soldadores calificados".
- Los elementos armados previamente son colocados en caballetes y son soldados mediante proceso de soldadura GMAW o FCAW u otro proceso, según corresponda considerando los planos de fabricación.
- Antes, durante y después del proceso de soldeo, la soldadura que se ejecuta en los elementos metálicos son controlados, inspeccionados y registrados según el plan de pruebas e inspecciones de la disciplina de estructuras.
- Para la trazabilidad de soldadura, se utilizara el registro FMST-GF-F-25 Trazabilidad de Soldadura para Estructuras, donde el soldador registrara todo los elementos que ha soldado durante el día y posteriormente debera entregarlo al Jefe de Produccion para su visto bueno.
- El soldador debe tener el conocimiento del procedimiento para la ejecucion de su trabajo de soldadura y como proceder en caso de que exista alguna repacion de soldadura por realizar, para ello debe realizar su consulta en el Procedimiento operativo FMST-GF-PR-11 Procedimiento de aplicación y reparacion de soldadura.

6.5. Preparación Superficial

- En el zona de limpieza mecánica se limpian, desbarban y se esmerilan los elementos metálicos, eliminando cualquier imperfección, residuos de soldadura y puntales temporales que se hayan colocado para el proceso de armado.
- Los elementos metálicos antes de ser trasladados a la zona de granallado son previamente marcadas en bajo relieve según los planos proporcionados por el área de ingeniería de fabricaciones.
- Posteriormente los elementos son colocados sobre caballetes mediante montacargas, se elimina oxidación y escamas de laminación, dejando el metal con la rugosidad según la especificación requerida.

6.6. Aplicación de Pintura

- En la zona de pintura los elementos metálicos se ubican sobre caballetes mediante montacargas.
 - Antes de iniciar con la aplicación de pintura se miden las condiciones apropiadas de temperatura, humedad del ambiente y temperatura del material.
 - El operario prepara pintura en recipientes cercanos a los equipos de aplicación, y realiza la aplicación de pintura de acuerdo a las especificaciones del cliente.
-

	GESTIÓN DE FABRICACIONES	Código: FMST-GF-PR-01
	FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS	Versión: 01
		Fecha: 14/01/19
		Página: 8 de 10

- Durante todo el proceso de aplicación del recubrimiento el inspector QC realiza las verificaciones necesarias según el plan de pruebas e inspecciones de la disciplina de estructuras.
- Para el resane de pintura, el Operario Pintor, debe realizar su consulta en el Procedimiento operativo FMST-GF-PR-10 Procedimiento de resane de pintura de elementos estructurales de acero al carbono.

6.7. Liberación Final

- Los estructuras metálicas culminados serán inspeccionados por el área de producción, y liberados por área de calidad colocando tarjeta de inspección a cada elemento.
- Todos los elementos liberados serán registrados en el packing list "FMST-GF-F-01" para ser entregados al área de almacén.
- El área de almacén asigna un almacenero quien verifica que las estructuras metálicas liberadas se encuentren en el packing list.

7. FLUJOGRAMA

Ver anexo 1.

8. FORMATOS

- FMST -QAC-FV-25 El Plan de pruebas e inspecciones disciplina de estructuras
- FMST -QAC-02-03-10-F-04 Lista de procedimientos de soldadura (WPS + PQR)
- FMST QAC-02-03-10-F-05 Lista de soldadores calificados
- FMST GF-F-01 Packing List
- FMST -GF-F-18 Control de Avance de Fabricaciones
- FMST -GF-F-20 Registro de control de entrega de planos
- FMST -GF-F-22 Trazabilidad de armado de Estructuras
- FMST -GF-F-25 Trazabilidad de soldadura para estructuras

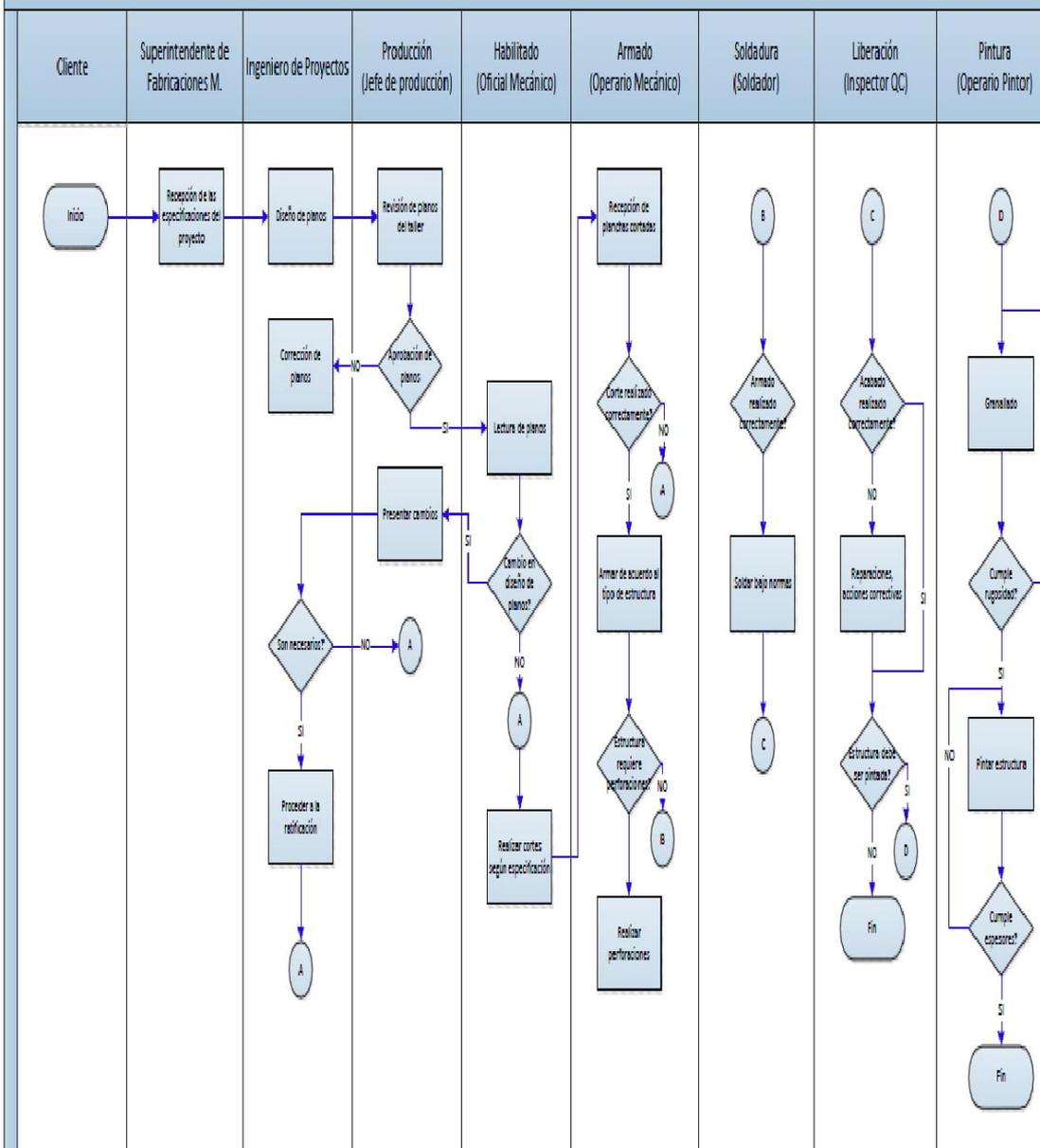
9. CONTROL DE CAMBIOS

Versión	Descripción del Cambio	Fecha

10. ANEXOS

- ANEXO N° 01: Flujograma de Fabricación de Estructuras Metálicas

FLUJOGRAMA DE PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS



Anexo 18. Procedimiento de enderezado

	GESTIÓN DE FABRICACIONES	Código:	FMST-GF-PR-15
		Versión:	01
	ENDEREZADO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS	Fecha:	14/01/19
		Página:	1 de 10



PROCEDIMIENTO:

ENDEREZADO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS

	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Nombre	Elvis Daniel Almerco Palomino	Richard Gutierrez Araujo	Richard Gutierrez Araujo
Cargo	Jefe de Producción	Superintendente de Fabricaciones Metalmeccánicas	Superintendente de Fabricaciones Metalmeccánicas
Firma			
Fecha	15/01/2019	16/01/19	16/01/19

	GESTIÓN DE FABRICACIONES	Código: FMST-GF-PR-15
	ENDEREZADO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS	Versión: 01
		Fecha: 14/01/19
		Página: 2 de 10

ÍNDICE

1. OBJETIVO.....	3
2. ALCANCE.....	3
3. REFERENCIAS LEGALES Y OTRAS NORMAS.....	3
4. TÉRMINOS Y DEFINICIONES.....	3
5. RESPONSABILIDADES.....	3
6. DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO.....	4
7. FLUJOGRAMA.....	10
8. FORMATOS.....	10
9. CONTROL DE CAMBIOS.....	10
10. ANEXOS.....	10

	GESTIÓN DE FABRICACIONES	Código:	FMST-GF-PR-15
		Versión:	01
	ENDEREZADO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS	Fecha:	14/01/19
		Página:	3 de 10

1. OBJETIVO

Alcanzar los requerimientos de diseño y tolerancias dimensionales a través del enderezado térmico de las estructuras metálicas.

2. ALCANCE

Este procedimiento se aplica a aceros estructurales ASTM A-36, ASTM A-514, ASTM A-517, ASTM A-709 y ASTM A-710.

3. REFERENCIAS LEGALES Y OTRAS NORMAS

- **AWS D1.5** - Código de Soldadura para puentes
- **AWS D1.1** - Código de Soldadura estructural - acero
- **AWS C4.4** – Practicas recomendadas para formación de calor y alisado con gas oxicorte

4. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

- **Soldadura:** Proceso por el cual piezas de metal se unen por aplicación de calor, presión, o una combinación de ambos, con o sin aporte de otro metal.
- **Sweep:** Deformación lateral de la flecha en vigas o perfiles metálicos ocasionado por deformaciones térmicas.
- **Camber:** Deformación vertical de la flecha en vigas o perfiles metálicos ocasionado por deformaciones térmicas.
- **Alabeo de Alas:** Deformación de las alas de las vigas para cualquier sección transversal.
- **Llama neutra:** se obtiene por medio de la mezcla de volúmenes iguales de oxígeno y acetileno, se le conoce como destructora de óxidos metálicos, esta llama se utiliza para soldar aceros al carbono y cobre.
- **HSLA:** High Strentgh Low Alloy (Alta Resistencia Baja Aleación).

5. RESPONSABILIDADES

5.1. Superintendente de Fabricaciones Metalmecánicas

- Gestionar todos los recursos humanos, materiales, maquinarias y equipos necesarios para una correcta ejecución de los trabajos, que permitan dar fiel cumplimiento al presente procedimiento.
- Controlar la difusión y el cumplimiento de este procedimiento, coordinando los recursos para que las actividades se ejecuten de acuerdo a los estándares de fabricación.
- Coordinar con otras disciplinas y/o actividades que puedan verse afectadas por la realización de estos trabajos.

5.2. Jefe de Producción

- Es el responsable de la dirección integral, la implementación y cumplimiento de los requerimientos de seguridad contenidos en el presente procedimiento.
-

	GESTIÓN DE FABRICACIONES	Código:	FMST-GF-PR-15
		Versión:	01
	ENDEREZADO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS	Fecha:	14/01/19
		Página:	4 de 10

- Elaborar el procedimiento, difundir y hacerlo cumplir a todos los trabajadores.

5.3. Supervisor de Producción

- Inspeccionar, planificar, coordinar y controlar los trabajos a realizar en la zona de trabajo.
- Verificar que el personal asignado a estas tareas cuenten con la experiencia y capacitación específicas para estos trabajos.
- Controlar los trabajos de maquinarias y equipos involucrados en la actividad.
- Coordinar para obtener los permisos necesarios.

5.4. Jefe de QC

- Cumplir con el presente procedimiento.
- Encargado de planificar, ejecutar y controlar las pruebas necesarias a los equipos y/o productos que se tomen en cuenta en el alcance del proyecto.

5.5. Personal Operativo

- Cumplir con el presente procedimiento.
- Capacitarse y cumplir con los estándares indicados en este procedimiento.
- Mantener el área de trabajo limpia, ordenada y libre de condiciones sub estándares.
- Mantener en buen estado las herramientas y accesorios.
- Reportar al supervisor inmediato sobre actos y condiciones inseguras que se presenten en la ejecución de su tarea.
- Reportar al supervisor inmediato sobre accidentes e incidentes.

6. DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO

6.1. Actividades previa antes del enderezado

- Las discontinuidades inaceptables en el elemento estructural que deban ser reparadas por soldadura; deberán ser corregidas previo al enderezado en caliente.
- El elemento a enderezar deberá estar apoyada en una superficie totalmente Plana, u otro medio que permita determinar la ubicación y el grado de la deformación en la viga.

6.2. Selección del equipamiento

- Para este procedimiento se utiliza un equipo de oxicorte con multiboquillas de calentamiento o en su defecto un equipo convencional.
 - El tipo de soplete a utilizar, depende del espesor del material y de la aplicación.
 - Se puede usar dispositivos de soplete de una sola llama única o multillama y sopletes multiboquillas.
 - Los sopletes de una llama, se usan para calentar puntos, franjas, cuñas y óvalos.
 - Los multillamas se emplean para enderezado en franjas, cuñas u óvalos para espesores mayores a 20 mm. Los multiboquillas, son los más adecuados para enderezar grandes superficies de plancha, tales como cubiertas y superestructuras.
 - Regla de aluminio, nylon, escuadra, nivel manual y nivel óptico a fin de controlar el enderezado.
-

	GESTIÓN DE FABRICACIONES	Código:	FMST-GF-PR-15
		Versión:	01
	ENDEREZADO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS	Fecha:	14/01/19
		Página:	5 de 10

- Tiza térmica, pirómetro u otro dispositivo a fin de controlar el aporte de calor.

6.3. Tolerancias de calentamiento para enderezado

- El tiempo de calentamiento estará en función del espesor del material a enderezar y el grado de deformación existente.
- La conformación por calor puede usarse en cualquier metal que pueda soldarse.
- Las recomendaciones generales para los límites de temperatura superior según AWS C4.4, se muestra a continuación:

Tabla 1 - Prácticas recomendadas para formación de calor y alisado con gas oxicorte

Descripción de material	Temperatura Máx.
Acero al carbono	649 °C
Acero de baja aleación y alta resistencia	649 °C
Aceros templados y revenidos	566 °C
Aceros inoxidables	427 °C

AWS C4.4-C4.4M-2004 Recommended Practices for Heat Shaping and Straightening with Oxyfuel Gas Heating Torches

- De acuerdo a la norma AWS D1.5M, los miembros distorsionados por la soldadura se deben enderezar por medios mecánicos (gatas hidráulicas, se debe limitar el uso de combas) y/o mediante la aplicación limitada de calor en la zona a enderezar. La temperatura de las áreas calentadas, no debe exceder los siguientes límites de temperaturas:

Tabla 2 - Temperatura Máx. para enderezado según AWS D1.5M

	GESTIÓN DE FABRICACIONES	Código:	FMST-GF-PR-15
		Versión:	01
	ENDEREZADO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS	Fecha:	14/01/19
		Página:	6 de 10

Descripción de material	Temperatura Máx.
ASTM 709 Grado 36	650 °C
ASTM 709 Grado 50	650 °C
ASTM 709 Grado 50S	650 °C
ASTM 709 Grado 50W	650 °C
ASTM 709 Grado HPS 70W	600 °C
ASTM 709M Grado HPS 100W	600 °C

AASHTO-AWS D1.5M-D1.5-2015 Bridge Welding Code

6.4. Patrones básicos de calentamiento

6.4.1. Líneas de calor

- Se emplean para reparar un pandeo de una plancha cerca de su eje menor.
- La línea de calor se aplica en la parte inferior de la plancha del elemento sometido a momentos de pandeo producido por fuerzas externas.

6.4.2. Calentamiento en V

- El calentamiento en "V", es la forma más básica utilizada para enderezar ejes principales.
- El calentamiento en "V", comienza con un pequeño punto de calor aplicado al vértice de la zona diseñada, y cubre una superficie en forma de cuña.
- El calentamiento en "V", se utiliza más a menudo en los elementos estructurales.

6.4.3. Puntos de calentamiento

- Un punto de calor se concentra en un área circular, ningún movimiento hacia adelante.
- El punto de calor, se aplica para eliminar contracción de las placas que han sido soldadas en múltiples bordes.

6.4.4. Bloque de calentamiento

- Un bloque de calor se mueve hacia adelante y hacia atrás a lo largo de caminos paralelos, para cubrir un área cuadrada o rectangular.
 - Un bloque de calentamiento se utiliza comúnmente en conjunto con el calentamiento en "V" en los elementos estructurales, para ello se debe manipular el soplete del oxígeno.
-

	GESTIÓN DE FABRICACIONES	Código: FMST-GF-PR-15
	ENDEREZADO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS	Versión: 01
		Fecha: 14/01/19
		Página: 7 de 10

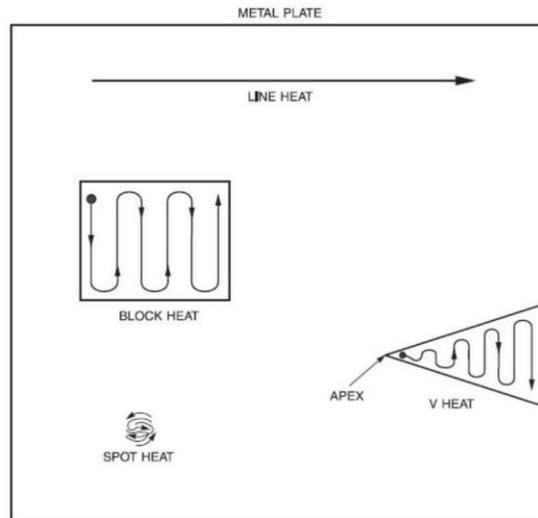


Imagen 1 - Patrones básicos de calentamiento

6.5. Enderezado con llama

- Se utiliza el principio de que todos los metales se dilatan al calentarse y se contraen al enfriarse.
- Primero se usa un marcador metálico para delinear el área a calentar, trazando el patrón de calentamiento seleccionado.
- Comenzar calentando el trabajo en el punto de inicio del patrón.
- Mantener la punta de la llama lo suficientemente por encima de la superficie para evitar que la superficie se derrita.
- Alcanzar la temperatura especificada, para corroborar la temperatura, se utilizará la tiza térmica o pirómetro.
- Avanzar lentamente por el camino marcado, progresivamente, desarrollando la temperatura deseada en cada lugar.
- El material es calentado localmente hasta alcanzar el límite aparente de elasticidad, esto suele ser a unos 550°C para acero común y para el aluminio y sus aleaciones de 350°C a 400°C. A partir de estas temperaturas tendrá lugar la deformación plástica, sin regresar a su forma original, produciendo una tensión de compresión.
- Para aceros HSLA, no se debe añadir agua sobre la zona de calentamiento.

6.6. Métodos de aplicación con llama

6.6.1. Método de puntos

Se emplea para almas deformadas que presenten concavidad circular en alguno de sus lados. Aplicable a planchas con espesores de 6mm a más.

- a) Se procede a regular las válvulas de oxígeno aumentando la presión.

	GESTIÓN DE FABRICACIONES	Código: FMST-GF-PR-15
	ENDEREZADO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS	Versión: 01
		Fecha: 14/01/19
		Página: 8 de 10

- b) Encender el soplete y graduar la llama hasta obtener una llama neutra focalizada.
- c) Proceder a calentar en forma de puntos el material sobre la parte que presenta un levantamiento excesivo.
- d) El diámetro de los puntos de calor y el tiempo de calentamiento será directamente proporcional al espesor de la plancha a enderezar (a mayor espesor, será mayor el diámetro de los puntos de calor)

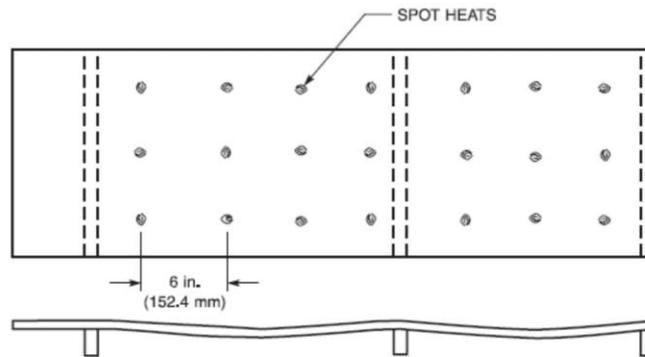


Imagen 2 -Método de Puntos

6.6.2. Método de franjas lineales

Se emplea para deformaciones angulares lineales en planchas (convexidad transversal al alma, caída de alas).

- a) Se procede a regular las válvulas de oxígeno aumentando la presión
- b) Encender el soplete y graduar la llama hasta obtener una llama neutra focalizada.
- c) Proceder a calentar la zona deformada de la siguiente manera.
Se aportará calor en un punto específico, una vez que el calor haya penetrado será transportado mediante movimientos ondulantes lentamente estableciendo el ancho de la franja de calor requerida (en el caso del enderezado de caída de alas a los extremos, es visible el grado de penetración del calor aportado)
- d) El ancho de la franja de calor será directamente proporcional al espesor de la plancha a enderezar (a mayor espesor, será mayor el ancho de la franja de calor y mucho menor la velocidad de avance).

6.6.3. Método de cuñas

Las cuñas de calor se emplean en las vigas con deformaciones que excedan la tolerancia.

- a) Se procede a regular las válvulas de oxígeno aumentando la presión.

	GESTIÓN DE FABRICACIONES	Código: FMST-GF-PR-15
	ENDEREZADO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS	Versión: 01
		Fecha: 14/01/19
		Página: 9 de 10

- b) Encender el soplete y graduar la llama hasta obtener una llama neutra focalizada.
- c) Calentar en forma de cuña el material en el tramo que presenta un desalineamiento excesivo (del lado sobresaliente).

En el caso de las vigas que presenten sweep: Se aportara el calor en forma zigzagueante dando la forma de una cuña de menor a mayor ancho en dirección hacia el borde sobresaliente partiendo del centro, tanto en la cara superior como inferior, para luego seguir aportando el calor lateralmente.

En el caso de las vigas que presenten camber: Se aportara el calor en forma zigzagueante dando la forma de una cuña de menor a mayor ancho en dirección hacia la parte sobresaliente por ambos lados, para luego seguir aportando el calor sobre el centro del ala, de ser necesario se aportara líneas de calor transversales al ala de un ancho no menor a 1 ½ pulgada.

- d) En el caso vigas de espesores altos o que presenten una deformación excesiva se incrementara el número de cuñas de calor aplicadas.

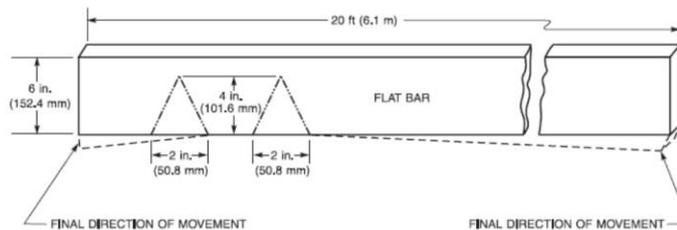


Imagen 3 - Métodos de Aplicación con Llama – Enderezado

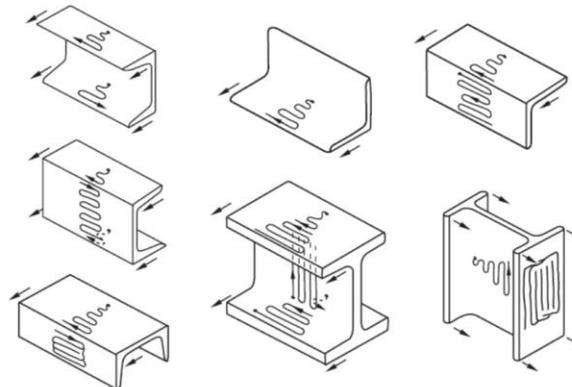


Imagen 4 - Enderezado mediante llama

	GESTIÓN DE FABRICACIONES	Código:	FMST-GF-PR-15
		Versión:	01
	ENDEREZADO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS	Fecha:	14/01/19
		Página:	10 de 10

7. FLUJOGRAMA

No aplica

8. FORMATOS

No aplica

9. CONTROL DE CAMBIOS

Versión	Descripción del Cambio	Fecha

10. ANEXOS

No aplica

Anexo 19. Validación de Contenido de Instrumentos de Medición - 1



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: "Aplicación del Ciclo Deming para mejorar la Productividad en el área de Fabricación de estructuras metálicas en la empresa P.M.H. Famsteel E.I.R.L., Lurigancho, 2018"

N.º	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Pertinencia ²		Pertinencia ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
VARIABLE INDEPENDIENTE: Ciclo de Deming								
1	DIMENSIÓN 1: Planear	Si	No	Si	No	Si	No	
	$\%EET = \frac{TEET}{TEP} \cdot 100$ %EET: % de estructuras entregadas a tiempo (Kg.) TEET: total de estructuras entregadas (Kg.) TEP: total de estructuras programadas (Kg.)	✓		✓		✓		
2	DIMENSIÓN 2: Hacer	Si	No	Si	No	Si	No	
	$\%ED = \frac{TED}{TET} \cdot 100$ %ED: % de estructuras defectuosas TED: total estructuras defectuosas (Kg.) TET: total estructuras programadas (Kg.)	✓		✓		✓		
3	DIMENSIÓN 3: Verificar	Si	No	Si	No	Si	No	
	$\%EC = \frac{TEC}{TER} \cdot 100$ %EC: % de Estructuras conformes TEC: total estructuras conformes (Kg.) TER: total estructuras programadas (Kg.)	✓		✓		✓		
4	DIMENSIÓN 4: Actuar	Si	No	Si	No	Si	No	
	$\%EA = \frac{\sum \text{notas}}{TER \cdot \text{nota max. (20)}} \cdot 100$ %EA: % de evaluaciones aprobadas \sum notas: sumatoria de notas obtenidas TER: total de evaluaciones realizadas	✓		✓		✓		
VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad								
1	DIMENSIÓN 1: Eficiencia	Si	No	Si	No	Si	No	
	$E = \frac{TEPR}{THH} \cdot 100$ E: Eficiencia TEPR: total de Kg. de estructuras producidas (S/.) THH: total de recursos utilizados (S/.)	✓		✓		✓		
2	DIMENSIÓN 2: Eficacia	Si	No	Si	No	Si	No	
	$EF = \frac{TEPR}{TEP} \cdot 100$ EF: Eficacia TEPR: total estructuras producidas (S/.) TEP: total estructuras programadas (S/.)	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mg: SANTOS ESPINOZA CALO E DNI: 07187345

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

Lima de del 2019

- ¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
- ²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
- ³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión


Firma del Experto Informante.

Anexo 20. Validación de Contenido de Instrumentos de Medición - 2



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: "Aplicación del Ciclo Deming para mejorar la Productividad en el área de Fabricación de estructuras metálicas en la empresa P.M.H. Famsteel E.I.R.L., Lurigancho, 2018"

N.º	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Pertinencia ²		Pertinencia ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
VARIABLE INDEPENDIENTE: Ciclo de Deming								
1	DIMENSIÓN 1: Planear	Si	No	Si	No	Si	No	
	$\%EET = \frac{TEET}{TEP} * 100$ %EET: % de estructuras entregadas a tiempo (Kg.) TEET: total de estructuras entregadas (Kg.) TEP: total de estructuras programadas (Kg.)	✓		✓		✓		
2	DIMENSIÓN 2: Hacer	Si	No	Si	No	Si	No	
	$\%ED = \frac{TED}{TEP} * 100$ %ED: % de estructuras defectuosas TED: total estructuras defectuosas (Kg.) TEP: total estructuras programadas (Kg.)	✓		✓		✓		
3	DIMENSIÓN 3: Verificar	Si	No	Si	No	Si	No	
	$\%EC = \frac{TEC}{TER} * 100$ %EC: % de Estructuras conformes TEC: total estructuras conformes (Kg.) TER: total estructuras programadas (Kg.)	✓		✓		✓		
4	DIMENSIÓN 4: Actuar	Si	No	Si	No	Si	No	
	$\%EA = \frac{\sum \text{notas}}{TER * \text{nota máx. (20)}} * 100$ %EA: % de evaluaciones aprobadas \sum notas: sumatoria de notas obtenidas TER: total de evaluaciones realizadas	✓		✓		✓		
VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad								
1	DIMENSIÓN 1: Eficiencia	Si	No	Si	No	Si	No	
	$E = \frac{TEPR}{THH} * 100$ E: Eficiencia TEPR: total de Kg. de estructuras producidas (S/.) THH: total de recursos utilizados (S/.)	✓		✓		✓		
2	DIMENSIÓN 2: Eficacia	Si	No	Si	No	Si	No	
	$EF = \frac{TEPR}{TEP} * 100$ EF: Eficacia TEPR: total estructuras producidas (S/.) TEP: total estructuras programadas (S/.)	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SE HAY SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mg: SANDRA PATRICIA LUC GARCIA DNI: 30771174

Especialidad del validador: GERENTE DE OPERACIONES Y PRODUCTIVIDAD

- ¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Lima, 19 de Nov del 2019

Firma del Experto Informante.

Anexo 21. Validación de Contenido de Instrumentos de Medición - 3



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: "Aplicación del Ciclo Deming para mejorar la Productividad en el área de Fabricación de estructuras metálicas en la empresa P.M.H. Famsteel E.I.R.L., Lurigancho, 2018"

N.º	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Pertinencia ²		Pertinencia ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
VARIABLE INDEPENDIENTE: Ciclo de Deming								
1	DIMENSIÓN 1: Planear	Si	No	Si	No	Si	No	
	$\%EET = \frac{TEET}{TEP} * 100$ %EET: % de estructuras entregadas a tiempo (Kg.) TEET: total de estructuras entregadas (Kg.) TEP: total de estructuras programadas (Kg.)	✓		✓		✓		
2	DIMENSIÓN 2: Hacer	Si	No	Si	No	Si	No	
	$\%ED = \frac{TED}{TEP} * 100$ %ED: % de estructuras defectuosas TED: total estructuras defectuosas (Kg.) TEP: total estructuras programadas (Kg.)	✓		✓		✓		
3	DIMENSIÓN 3: Verificar	Si	No	Si	No	Si	No	
	$\%EC = \frac{TEC}{TER} * 100$ %EC: % de Estructuras conformes TEC: total estructuras conformes (Kg.) TER: total estructuras programadas (Kg.)	✓		✓		✓		
4	DIMENSIÓN 4: Actuar	Si	No	Si	No	Si	No	
	$\%EA = \frac{\sum \text{notas}}{TER * \text{nota max. (20)}} * 100$ %EA: % de evaluaciones aprobadas \sum notas: sumatoria de notas obtenidas TER: total de evaluaciones realizadas	✓		✓		✓		
VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad								
1	DIMENSIÓN 1: Eficiencia	Si	No	Si	No	Si	No	
	$E = \frac{TEPR}{THH} * 100$ E: Eficiencia TEPR: total de Kg. de estructuras producidas (S/.) THH: total de recursos utilizados (S/.)	✓		✓		✓		
2	DIMENSIÓN 2: Eficacia	Si	No	Si	No	Si	No	
	$EF = \frac{TEPR}{TEP} * 100$ EF: Eficacia TEPR: total estructuras producidas (S/.) TEP: total estructuras programadas (S/.)	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador: Dr. / Mg: Ing. Carlos José Saez DNI: 41091074

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

- ¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
- ²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
- ³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Lima.....de.....del 2019


 Firma del Experto Informante.

Anexo 22. Carta de autorización para el desarrollo de la investigación.



CARTA DE AUTORIZACIÓN DE APLICACIÓN DEL INSTRUMENTO

Yp. Pablo Marcelino Huaman Llacza, identificado con D.N.I: 20653943, gerente general de la empresa P.M.H. Famsteel E.I.R.L., brindo autorización a Katia Lourdes Paredes Guerra, identificada con D.N.I: 4761562, para hacer uso de los datos de la empresa para la elaboración y puesta en marcha de su tesis de investigación: *“Aplicación del Ciclo Deming para mejorar la Productividad en el área de Fabricación de estructuras metálicas en la empresa P.M.H. Famsteel E.I.R.L., Lurigancho, 2018”*.

Expresándole mi consentimiento y consideración me despido.

Atentamente.



Huamán Llacza, Pablo Marcelino
D.N.I: 20653943