



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“MEJORA DEL PROCESO DE SOLDADURA
BASADO EN EL CÓDIGO AWS D1.1 APLICANDO EL
CICLO DEMING EN UNA EMPRESA DE METAL
MECÁNICA”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Bach. Marcos Alejandro Palomino Reynaga

Asesor:

Mg. Ing. Mario Anaya Raymundo

Lima – Perú

2018

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

El (La) asesor(a) y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** el trabajo de suficiencia profesional desarrollado por el Bachiller **Marcos Alejandro Palomino Reynaga**, denominada:

“MEJORA DEL PROCESO DE SOLDADURA BASADO EN EL CÓDIGO AWS D1.1 APLICANDO EL CICLO DEMING EN UNA EMPRESA DE METAL MECÁNICA”

Mg. Ing. Mario Anaya Raymundo

ASESOR

Mg. Ing. Miriam Bravo Orellana

JURADO

PRESIDENTE

Mg. Ing. Carlos Pedro Saavedra Lopez

JURADO

Ing. Jorge Edinson Poma Deza

JURADO

DEDICATORIA

A mi amada madre Herminia Reynaga Peralta le dedico la presente investigación, quien ha sido mi mayor motivación para nunca rendirme en la vida y poder llegar así a alcanzar mis metas.

A mi padre Marcos Palomino Vega, quien siempre me está apoyando y sobre todo que confía en mí y me motiva a seguir día a día por mis sueños

A mis hermanos Enrique, María, Moises, Liliana, José, Maribel, Susana y David a quienes admiro y veo como ejemplo en la meta que me trace y por estar siempre a mi lado cuando los necesité

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a Dios por brindarme salud y vida, y la posibilidad de alcanzar mi sueño brindándome fortaleza y paciencia en este arduo camino como profesional

A mi alma mater, la Universidad Privada del Norte – UPN por abrirme la puertas al estudio y a mis profesores que contribuyeron en mi desarrollo y formación profesional.

A mi Asesor de tesis, el Mg. Ing. Mario Anaya quien compartió sus experiencias y conocimientos que ayudaron en la elaboración de la tesis y así alcanzar el objetivo propuesto, la titulación

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xii
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Antecedentes	14
1.2. Realidad Problemática	16
1.3. Formulación del Problema.....	17
1.3.1. <i>Problema General</i>	17
1.3.2. <i>Problema Específico</i>	17
1.3.2.1. <i>Problema específico 01</i>	17
1.3.2.2. <i>Problema específico 02</i>	17
1.3.2.3. <i>Problema específico 03</i>	17
1.3.2.4. <i>Problema específico 04</i>	17
1.4. Justificación	17
1.4.1. <i>Justificación Teórica</i>	17
1.4.2. <i>Justificación Práctica</i>	17
1.4.3. <i>Justificación Cuantitativa</i>	18
1.4.4. <i>Justificación Académica</i>	18
1.5. Objetivo	18
1.5.1. <i>Objetivo General</i>	18
1.5.1.1. <i>Objetivo específico 1</i>	18
1.5.1.2. <i>Objetivo específico 2</i>	18
1.5.1.3. <i>Objetivo específico 3</i>	18
1.5.1.4. <i>Objetivo específico 4</i>	18
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	19
2.1. Antecedentes de la investigación	19

2.1.1.	<i>Antecedentes internacionales</i>	19
2.1.2.	<i>Antecedentes nacionales</i>	20
2.2.	Conceptos de mejora continua	21
2.2.1.	<i>Ciclo de Deming</i>	21
2.3.	Conceptos de herramienta de mejora	22
2.3.1.	<i>Herramientas básicas para la mejora de la calidad</i>	22
2.3.1.1.	<i>Diagrama Causa – Efecto</i>	22
2.3.1.2.	<i>Diagrama de Pareto</i>	24
2.3.2.	<i>Estudio de tiempos</i>	25
2.3.2.1.	<i>Etapas del estudio de tiempos</i>	25
2.3.2.2.	<i>Selección del trabajo para el estudio de tiempos</i>	26
2.3.2.3.	<i>Selección del operario para el estudio</i>	27
2.3.2.4.	<i>Descomposición de la tarea en elemento</i>	27
2.3.2.5.	<i>Herramientas para el estudio de tiempos</i>	28
2.3.2.6.	<i>Tamaño de la muestra</i>	28
2.3.2.7.	<i>Valoración del ritmo del trabajo</i>	29
2.3.2.8.	<i>Suplementos u holguras</i>	29
2.3.2.9.	<i>Tiempo normal</i>	32
2.3.2.10.	<i>Tiempo estándar</i>	32
2.3.2.11.	<i>Calculo del tiempo estándar</i>	33
2.3.3.	<i>Teoría del Ahorro</i>	33
2.3.3.1.	<i>Ahorro privado</i>	33
2.3.3.2.	<i>Ahorro publico</i>	33
2.4.	Conceptos de soldadura.....	34
2.4.1.	<i>Tecnologías del soldeo</i>	34
2.4.2.	<i>Métodos de unión</i>	34
2.4.2.1.	<i>Soldeo por fusión</i>	34
2.4.3.	<i>Procesos de Soldadura</i>	35
2.4.3.1.	<i>Accesorio para soldar</i>	38
2.4.4.	<i>Tipos de juntas</i>	40
2.4.4.1.	<i>Junta en "T" con borde en "V"</i>	40
2.4.4.2.	<i>Posiciones de Soldeo</i>	41

2.5.	Definición de términos básicos	42
CAPÍTULO 3. DESARROLLO		43
3.1.	Influencia de la mejora continúa en la optimización de tiempo en el proceso de soldadura	47
3.2.	Influencia de la mejora continua en la reducción de defectos en el proceso de soldadura	59
3.3.	Influencia de la mejora continua para optimizar el ahorro en el proceso de soldadura.....	70
3.4.	Influencia de la mejora continua en la mejoría del proceso de soldadura	83
CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....		85
4.1.	Resumen de cuadro de optimización de tiempo en el área de soldadura	85
4.2.	Resumen de cuadro de reducción de defecto en el proceso de soldadura	86
4.3.	Resumen de cuadro de optimizado del ahorro en el área de soldadura	87
4.4.	Resumen de cuadro del antes y después de la aplicación de la mejora continua en el área de soldadura	88
4.5.	CONCLUSIONES	89
4.6.	RECOMENDACIONES	90
REFERENCIAS.....		91
ANEXOS		93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura n.º 2.1: El ciclo PHVA Planificar – Hacer – Verificar – Actuar.....	21
Figura n.º 2.2: Disposición jerarquizada de causas en un diagrama causa – efecto.....	23
Figura n.º 2.3: Ejemplo de Diagrama causa – efecto.....	23
Figura n.º 2.4: Formulario previo a la construcción del diagrama de Pareto.....	24
Figura n.º 2.5: Ejemplo de representación de un diagrama de Pareto.....	24
Figura n.º 2.6: Esquema de las etapas de estudio de tiempos.....	26
Figura n.º 2.7: Descomposición del ciclo de trabajo.....	32
Figura n.º 2.8: Esquema de los métodos de unión de materiales.....	34
Figura n.º 2.9: Procesos de soldadura por fusión.....	35
Figura n.º 2.10: Procesos de soldadura (ver Anexo nº1).....	36
Figura n.º 2.11: Equipo para Soldadura MIG/MAG.....	39
Figura n.º 2.12: Preparación de juntas para soldadura Fuente: Soldexa (2014).....	40
Figura n.º 2.13: Modelo de Junta en "T" con borde en "V".....	41
Figura n.º 2.14: Preparación de juntas para soldadura.....	41
Figura n.º 3.1: Colaborador del área de soldadura.....	50
Figura n.º 3.2: Diagrama de causa efecto de movimiento innecesario de elementos y máquina.....	52
Figura n.º 3.3: Diagrama de Pareto del tiempo en el área de soldadura.....	52
Figura n.º 3.4: Flujo del área de soldadura.....	54
Figura n.º 3.5: Cronograma de actividades.....	55
Figura n.º 3.6: Tiempo del área de soldadura antes de lo mejora.....	56
Figura n.º 3.7: Tiempo del área de soldadura después de lo mejora.....	57
Figura n.º 3.8: Diagrama de Ishikawa de defectos de soldadura en el área.....	63
Figura n.º 3.9: Flujo del área de soldadura.....	65
Figura n.º 3.10: Cronograma de actividades.....	66
Figura n.º 3.11: Tiempo del área de soldadura antes de lo mejora.....	67
Figura n.º 3.12: Tiempo del área de soldadura después de lo mejora.....	68
Figura n.º 3.13: Diagrama de Ishikawa de ahorro en el proceso de soldadura en el área.....	73
Figura n.º 3.14: Diagrama de Pareto de las causas del bajo ahorro del proceso de soldadura.....	74
Figura n.º 3.15: Flujo del área de soldadura.....	76
Figura n.º 3.16: Cronograma de actividades.....	77
Figura n.º 3.17: Diagrama de proceso antes de la mejora.....	79
Figura n.º 3.18: Diagrama de proceso después de la mejora.....	81
Figura n.º 3.19: Diagrama de proceso después de la mejora.....	83
Figura n.º 4.1: Resultado de optimización de tiempo del antes y después de la mejora....	85

Figura n.º 4.2: Resultado de reducción de defecto del antes y después de la mejora86

Figura n.º 4.3: Resultado de optimizado del ahorro del antes y después de la mejora87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla n.º 2.1	Suplementos u holguras	31
Tabla n.º 2.2	Criterios de aceptación de la inspección visual.....	37
Tabla n.º 3.1	<i>Tiempo por cada elemento fabricado</i>	<i>48</i>
Tabla n.º 3.2	Medición del tiempo.....	49
Tabla n.º 3.3	Tiempos determinados por la empresa	50
Tabla n.º 3.4	Medidas para disminuir el tiempo demandado en el área de soldadura.	53
Tabla n.º 3.5	<i>Tiempo y costo del área de soldadura antes de la mejora</i>	<i>55</i>
Tabla n.º 3.6	<i>Tiempo y costo del área de soldadura después de la mejora.....</i>	<i>56</i>
Tabla n.º 3.7	<i>Resumen comparativo.....</i>	<i>57</i>
Tabla n.º 3.8	<i>Responsabilidades de la empresa.....</i>	<i>58</i>
Tabla n.º 3.9	<i>Tiempo por cada tipo de defecto.....</i>	<i>59</i>
Tabla n.º 3.10	Medición de tiempo.....	61
Tabla n.º 3.11	<i>Definición del problema y seleccionando la oportunidad de mejora ..</i>	<i>62</i>
Tabla n.º 3.12	<i>Tiempos determinados por la empresa.</i>	<i>62</i>
Tabla n.º 3.13	Medidas para disminuir el tiempo demandado en reparar los defectos en el área de soldadura.	64
Tabla n.º 3.14	<i>Tiempo en el área de soldadura antes de la mejora</i>	<i>66</i>
Tabla n.º 3.15	Tiempo en el área de soldadura después de la mejora.....	67
Tabla n.º 3.16	<i>Resumen comparativo.....</i>	<i>68</i>
Tabla n.º 3.17	<i>Responsabilidad de la empresa</i>	<i>69</i>
Tabla n.º 3.18	Costo de las actividades del proceso de soldadura	71
Tabla n.º 3.19	<i>Definición del problema y seleccionando la oportunidad de mejora ..</i>	<i>72</i>
Tabla n.º 3.20	<i>Costos determinados por la empresa.....</i>	<i>72</i>
Tabla n.º 3.21	<i>Medidas para mejorar el ahorro.</i>	<i>74</i>
Tabla n.º 3.22	<i>Costo del proceso de soldadura.....</i>	<i>77</i>
Tabla n.º 3.23	<i>Costo del proceso de soldadura después de la mejora.....</i>	<i>80</i>
Tabla n.º 3.24	<i>Resumen comparativo.....</i>	<i>82</i>
Tabla n.º 3.25	<i>Responsabilidad de la empresa</i>	<i>82</i>
Tabla n.º 3.26	<i>Observaciones por área de producción.....</i>	<i>83</i>

Tabla n.º 3.27	<i>Observaciones por área de producción.....</i>	84
Tabla n.º 3.28	<i>Resumen comparativo de observaciones.....</i>	84
Tabla n.º 4.1	<i>Resultado de la mejora de tiempo.....</i>	85
Tabla n.º 4.2	<i>Resultado de la mejora de los defectos de soldadura.....</i>	86
Tabla n.º 4.3	<i>Resultado de la mejora del ahorro del proceso de soldadura.....</i>	87

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo mejorar el desarrollo del proceso de soldadura de una empresa de metal mecánica, obteniendo el mayor ahorro pecuniario en el proceso de soldadura, y optimizando el tiempo demandado en la fabricación de elementos.

En la primera etapa de la investigación se recolecto información sobre los retrasos en la entrega de los productos a los clientes, luego se permitió identificar, analizar las causas y efectos y posterior a ello se elaboró un diagrama de Pareto, donde se detectó que el problema se encontraba en el área de soldadura, el cual había generado retraso en la línea de producción, con un número de elementos observados de 290 unidades que a su vez abarca un porcentaje de 67,29%, a diferencia de las otras causas que solo influyeron para algunas en un 13,92% y otras un 10,67%. El diagnóstico elaborado identifico que la principal causa reiterada que condiciona el mayor tiempo era: los movimientos innecesario y a los defectos de soldadura que generaban atraso en la línea de producción. En lo que respecta al ahorro en el área de soldadura, las principales causas para ello eran: el tiempo significativo en la línea de producción y las reparaciones de soldadura.

La segunda etapa de la investigación, comprendió el desarrollo de la mejora continua utilizando el ciclo de Deming. Para desarrollar el proceso de mejora en los problemas que se identificaron se consideraron las cuatro fases del ciclo de Deming: planificar, hacer, verificar y actuar, dando como resultado la estandarización de las actividades para corregir y prevenir que no ocurra nuevamente el problema original y definir nuevos objetivos para mejoras futuras

La ejecución de la propuesta de mejora, utilizando el ciclo de Deming concluyo con la estandarización de las actividades, que se logró mediante la aplicación de las acciones correctivas siguientes: cronograma de capacitación, inspecciones y chequeos, y flujo de actividades.

Finalmente se concluye lo siguiente: a) El tiempo de los movimientos innecesario en el proceso de soldadura era de 12,25 horas, después de aplicar la mejora continua es de 10,9 horas, esto refleja una reducción de 1,35 horas, esto en porcentaje es de 11% optimización del tiempo, b) el tiempo de reparar los defectos de soldadura era defectos era de 9,39 horas, después de la aplicación de la mejora continua es de 6,85 horas, esto indica una reducción de 2,54 horas, obteniendo un porcentaje de 27% de optimizando el tiempo, c) el ahorro en el proceso de soldadura era de 350 min (80,00 dólares) después de la mejora continua es 278 min (63,54 dólares) obteniendo una ahorro positiva de 20,57% a comparación del costo inicial, y d) El antes y después de la mejora tenemos 67,29% de observaciones y aplicando la mejora es a 33,91% de observaciones, bajando con un porcentaje de 50,39% menos que al inicio. Luego de la aplicación de la mejora continua se logró incrementar positivamente todo el proceso en la línea de producción.

Palabras claves: Mejora continua, proceso de soldadura, Ciclo de Deming: Planificar, Hacer, Verificar y Actuar.