



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL**

Aplicación de Value Stream Mapping para mejorar la productividad en el proceso de fabricación de pre-marcos metálicos para ventanas en la empresa KAISA S.A.C, Los Olivos, 2019.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial

AUTOR:

Diaz Perez, Edgar Carlos Andres (ORCID: 0000-0003-0212-1263)

ASESOR:

Mgtr. Montoya Cárdenas, Gustavo Adolfo (ORCID: 0000-0001-7188-119X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LIMA – PERÚ

2019

DEDICATORIA

A mi familia, a la que tanto amo, ya que ellos siempre han estado a mi lado apoyándome.

Principalmente a mi madre, quien ha sido y es la persona más importante en mi vida y la motivación para cada uno de mis sueños.

Finalmente, a mis compañeros de carrera, con los que hemos compartido experiencias y conocimientos, enfocándonos en ser profesionales integrales.

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por las fuerzas que me ha dado para cumplir mis metas, y por estar siempre conmigo. A mis madre Julia por brindarme la mejor educación y por el apoyo incondicional ante las adversidades de la vida.

Finalmente agradezco al ingeniero Raúl Sáenz Cadillo Gerente General de la empresa KAISA S.A.C. la cual me brindó la oportunidad de desarrollar este trabajo de investigación, otorgándome la información necesaria para elaborar el presente documento.

PÁGINA DEL JURADO

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Edgar Carlos Andres Diaz Perez, estudiante de pregrado de Facultad de Ingeniería, de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo, identificado(a) con DNI 41626215, con la tesis titulada “Aplicación de Value Stream Mapping para mejorar la productividad en el proceso de fabricación de pre-marcos metálicos para ventanas en la empresa Kaisa S.A.C, Los Olivos, 2019”

Declaro bajo juramento que:

- 1) La tesis es de mi autoría.
- 2) He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
- 3) La tesis no ha sido autoplagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, diciembre del 2019

Firma_



Edgar Carlos Andres Diaz Perez

DNI: 41626215

ÍNDICE

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
PÁGINA DEL JURADO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
ÍNDICE.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad Problemática.....	1
1.2. Trabajos Previos.....	8
1.3. Teorías Relacionadas.....	13
1.4. Formulación del problema.....	27
1.5. Justificación del estudio.....	27
1.6. Hipótesis.....	29
1.7. Objetivos de la Investigación.....	29
II. MÉTODO.....	31
2.1. Diseño de investigación.....	31
2.2. Variables y operacionalización.....	32
2.3. Población y muestra.....	36
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	36
2.5. Métodos de análisis de datos.....	37
2.6. Aspectos éticos.....	38
2.7. Desarrollo de la Propuesta.....	38
III. RESULTADOS.....	82
IV. DISCUSIÓN.....	97
V. CONCLUSIONES.....	98
VI. RECOMENDACIONES.....	99
REFERENCIAS.....	100
ANEXOS.....	104

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: <i>Productividad Enero – Junio 2019</i>	4
Tabla N° 2: <i>Causa de la problemática de la empresa KAISA SAC</i>	4
Tabla N° 3: <i>Matriz de Correlación de Problemas</i>	5
Tabla N° 4: <i>Frecuencias y acumulado por macro proceso</i>	6
Tabla N° 5: <i>Matriz de Solución de Problemas</i>	7
Tabla N° 6: <i>Matriz de Operacionalización de las Variables</i>	35
Tabla N° 7: <i>Clientes por volumen de producción</i>	40
Tabla N° 8: <i>Participación de Productos del cliente Consorcio Ica al mes</i>	41
Tabla N° 9: <i>Tiempo de Ciclo por Proceso Abril-Mayo</i>	50
Tabla N° 10: <i>Inventarios del proceso</i>	52
Tabla N° 11: <i>Lead Time del proceso - Abril</i>	52
Tabla N° 12: <i>Lead Time del proceso - Mayo</i>	52
Tabla N° 13: <i>Lead Time del proceso - Junio</i>	53
Tabla N° 14: <i>Tabla de Operadores y Operaciones</i>	53
Tabla N° 15: <i>Resumen VSM Pre-Test, Abril-Mayo-Junio, 2019</i>	57
Tabla N° 16: <i>Eficacia Pre-test Abril-Mayo-Junio, 2019</i>	57
Tabla N° 17: <i>Eficiencia Pre-test Abril-Mayo-Junio, 2019</i>	57
Tabla N° 18: <i>Eficacia Pre-test Abril-Mayo-Junio, 2019</i>	58
Tabla N° 19: <i>Herramientas de Solución</i>	59
Tabla N° 20: <i>Presupuesto de la mejora</i>	61
Tabla N° 21: <i>Tabla de Operadores y Operaciones Pre-test</i>	68
Tabla N° 22: <i>Tabla de Operadores y Operaciones Pre-test</i>	69
Tabla N° 23: <i>Tiempo de Ciclo por procesos Post-Test. Setiembre-Noviembre 2019</i>	74
Tabla N° 24: <i>Tiempo de Ciclo por procesos Post-Test. Setiembre- 2019</i>	75
Tabla N° 25: <i>Tiempo de Ciclo por procesos Post-Test. Octubre- 2019</i>	75
Tabla N° 26: <i>Tiempo de Ciclo por procesos Post-Test. Noviembre- 2019</i>	75
Tabla N° 27: <i>Resumen VSM Post-Test, Set-Oct-Nov, 2019</i>	80
Tabla N° 28: <i>Costo de la inversión en la aplicación del VSM</i>	80
Tabla N° 29: <i>Beneficio económico entre después y antes de la mejora durante 3 meses (66 días)</i>	81
Tabla N° 30: <i>Beneficio - Costo</i>	81
Tabla N° 31: <i>Resultados Antes-Después de la Variable Independiente</i>	82

Tabla N° 32: <i>Productividad Post-Test. Set-Oct-Nov 2019</i>	83
Tabla N° 33: <i>Eficiencia Post-Test. Set-Oct-Nov 2019</i>	83
Tabla N° 34: <i>Eficacia Post-Test. Set-Oct-Nov 2019</i>	83
Tabla N° 35: <i>Productividad Antes y Después</i>	84
Tabla N° 36: <i>Eficiencia Antes y Después</i>	84
Tabla N° 37: <i>Eficacia Antes y Después</i>	85
Tabla N° 38. <i>Resumen de procesamientos de datos de la dimensión Eficiencia</i>	86
Tabla N° 39. <i>Análisis descriptivo de la dimensión Eficiencia</i>	86
Tabla N° 40. <i>Resumen de procesamientos de datos de la dimensión Eficacia</i>	87
Tabla N° 41. <i>Análisis descriptivo de la dimensión Eficacia</i>	87
Tabla N° 42. <i>Resumen de procesamientos de datos de la Variable Independiente</i>	88
Tabla N° 43. <i>Análisis descriptivo de la variable Productividad</i>	88
Tabla N° 44. <i>Prueba de normalidad de la productividad con Kolmogorv-smirnov</i>	90
Tabla N° 45. <i>Comparación de medidas de la productividad antes y después con T-student</i>	91
Tabla N° 46. <i>Estadística de prueba T-Student para productividad</i>	91
Tabla N° 47. <i>Prueba de normalidad de la Eficiencia con Kolmogorv-smirnov</i>	92
Tabla N° 48. <i>Comparación de medidas de la Eficiencia antes y después con T-student</i>	93
Tabla N° 49. <i>Estadística de prueba T-Student para Eficiencia</i>	94
Tabla N° 50. <i>Prueba de normalidad de la Eficacia con Kolmogorv-smirnov</i>	94
Tabla N° 51. <i>Comparación de medidas de la Eficacia antes y después con Wilcoxon</i>	95
Tabla N° 52. <i>Estadística de prueba Wilcoxon para Eficiencia</i>	96

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura N° 1.</i> Variación porcentual interanual del IVF de industrias con mayor incidencia en la variación de la manufactura no primaria, Marzo 2019	2
<i>Figura N° 2:</i> Grafico Productividad Enero-Junio 2019	4
<i>Figura N° 3:</i> DÍAgrama de Ishikawa, Kaisa S.A.C-2019	5
<i>Figura N° 4:</i> DÍAgrama de Pareto.	6
<i>Figura N° 5:</i> Grafica de Estratificación.	7
<i>Figura N° 6:</i> Matriz de Priorización.....	8
<i>Figura N° 7:</i> Ejemplos de Símbolos de VSM	18
<i>Figura N° 8:</i> Ejemplos de Value Stream Mapping	20
<i>Figura N° 9:</i> Tiempo de ciclo de una maquina semiautomática	21
<i>Figura N° 10:</i> Kaisa S.A.C.....	38
<i>Figura N° 11:</i> Organigrama.	39
<i>Figura N° 12:</i> Productos de fabricación.....	40
<i>Figura N° 13:</i> Pre-Marco V2.7 800x1200mm.	41
<i>Figura N° 14:</i> Recepción de materiales.	42
<i>Figura N° 15:</i> Corte de platinas y redondos lisos.	42
<i>Figura N° 16:</i> Ensamblado 1 de Pre-Marco	43
<i>Figura N° 17:</i> Soldadura 1 de Pre-Marco	43
<i>Figura N° 18:</i> Ensamblado 2 de Pre-Marco	44
<i>Figura N° 19:</i> Soldadura 2 de Pre-Marco	44
<i>Figura N° 20:</i> Limpieza Mecánica de Pre-Marco	44
<i>Figura N° 21:</i> Limpieza Mecánica de Pre-Marco	45
<i>Figura N° 22:</i> Almacén de productos terminados.....	45
<i>Figura N° 23:</i> DÍAgrama de Operaciones de Procesos Pre-Test.	46
<i>Figura N° 24:</i> DÍAgrama de Operaciones de Procesos.....	47
<i>Figura N° 25:</i> Layout de Planta de Kaisa S.A.C.	48
<i>Figura N° 26:</i> DÍAgrama Spaghetti.	49
<i>Figura N° 27:</i> Tiempo de Ciclo vs Takt Time.....	51
<i>Figura N° 28:</i> Value Stream Mapping del estado actual (Abril)	54
<i>Figura N° 29:</i> Value Stream Mapping del estado actual (Mayo).....	55
<i>Figura N° 30:</i> Value Stream Mapping del estado actual (Junio)	56
<i>Figura N° 31:</i> Cronograma	60

<i>Figura N° 32: Foto de Asistencia de Capacitación</i>	61
<i>Figura N° 33: Estado Futuro de Value Stream Mapping</i>	63
<i>Figura N° 34: Layout de planta Propuesto para la mejora</i>	65
<i>Figura N° 35: Supermercado entre Corte y Ensamblado</i>	67
<i>Figura N° 36: Tarjetas Kanban</i>	67
<i>Figura N° 37: Supermercado entre Soldadura y Limpieza</i>	68
<i>Figura N° 38: Operadores trabajando en simultáneo</i>	69
<i>Figura N° 39: DÍAgrama de análisis de Operaciones Post-Test</i>	70
<i>Figura N° 40: DÍAgrama de Operaciones del proceso Post-Test</i>	71
<i>Figura N° 41: DÍAgrama de Spaghetti Post-Test</i>	72
<i>Figura N° 42: Planta Post-Test</i>	73
<i>Figura N° 43: Tiempo de Ciclo vs Takt Time Post-Test</i>	74
<i>Figura N° 44: Value Stream Mapping Setiembre 2019</i>	77
<i>Figura N° 45: Value Stream Mapping Octubre 2019</i>	78
<i>Figura N° 46: Value Stream Mapping Noviembre 2019</i>	79
<i>Figura N° 47: Antes y Después del Tiempo de Ciclo</i>	82
<i>Figura N° 48: Antes y Después del Lead Time</i>	82
<i>Figura N° 49: Productividad Antes y Después</i>	84
<i>Figura N° 50: Eficiencia Antes y Después</i>	85
<i>Figura N° 51: Eficacia Antes y Después</i>	85

RESUMEN

El presente trabajo de investigación cuyo título es "Aplicación de Value Stream Mapping para la mejora de la productividad en la fabricación de pre-marcos metálicos para ventanas en la empresa kaisa s.a.c, los olivos, 2019", se realizó con el objetivo de determinar de qué manera la aplicación value stream mapping mejora la productividad en la fabricación de pre-marcos metálicos para ventanas en la empresa.

La investigación es de tipo aplicada, de enfoque cuantitativa, de diseño cuasi-experimental, teniendo como población toda la producción de pre-marcos metálicos para ventanas en 18 meses y muestra de estudio la producción de pre-marcos metálicos para ventanas en un periodo de 3 meses (de diseño longitudinal) , utilizándose como técnica de recolección de datos la observación, la entrevista y como instrumentos fichas de recolección de datos , fichas de observación y registros de datos, luego de obtenerse la validación por medio del juicio de expertos. A la muestra se le hizo la medición de la variable dependiente productividad, con sus dimensiones eficiencia y eficacia, durante los meses abril, mayo, junio como pre-test, implementándose y aplicándose la variable independiente herramienta value stream mapping, luego de ello se realizó la medición en los meses setiembre, octubre y noviembre como pos-test, analizándose los datos de manera descriptiva e inferencial mediante el programa Excel y el software spss 25.

La investigación determinó que la productividad en la fabricación de pre-marcos metálicos aumentó en un 15.86%, al pasar de 64.10% a 79.96%, después de la aplicación de value stream mapping. Asimismo, la eficiencia mejoró en 6.02% además se mejoró la eficacia al aumentar en un 12.56%.

Palabras claves: Value Stream Mapping, Kanban, manufactura celular, productividad, eficiencia.

ABSTRACT

The present research work whose title is “Application of Value Stream Mapping for the improvement of productivity in the manufacture of metal pre-frames for windows in the company kaisa sac, olives, 2019”, was carried out with the objective of determining how the value stream mapping application improves productivity in the manufacture of metal pre-frames for windows in the company.

The research is of applied type, quantitative approach, of quasi-experimental design, having as a population all the production of metal pre-frames for windows in 18 months and a study sample the production of metal pre-frames for windows in a period of 3 months (of longitudinal design), using as observation data collection technique, the interview and as instruments data collection sheets, observation sheets and data records, after obtaining validation through expert judgment. The sample was measured by the productivity dependent variable, with its efficiency and effectiveness dimensions, during the months of April, May, June as a pre-test, implementing and applying the independent variable value stream mapping tool, after that it was carried out the measurement in September, October and November as a post-test, the data being analyzed descriptively and inferentially using the excel program and the spss 25 software.

The investigation determined that productivity in the manufacture of metal pre-frames increased by 15.86%, from 64.10% to 79.96%, after the application of value stream mapping. Likewise, efficiency improved by 6.02% and efficiency was improved by increasing by 12.56%.

Keywords: Value Stream Mapping, Kanban, cellular manufacturing, productivity, efficiency.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

El rubro metalmecánico proporciona principalmente sus servicios y productos a los sectores industriales más importantes tales como en la construcción, pesquería, agricultura, transporte, eléctrico, mobiliario, electrodomésticos, cuyos insumos para su producción son requeridos del sector siderúrgico. La metalmecánica aplica así los procesos para la transformación, ensamble y reparación en las plantas industriales contribuyendo de manera significativa al crecimiento de nuevos empleos solicitando profesionales diversos como, ingenieros, operarios, técnicos entre otros profesionales para lograr el desarrollo de las operaciones. Cabe resaltar que la industria metalmecánica debe su importancia gracias a la relación productiva con los sectores siderúrgicos y mineros. (Gestión, 2019).

Actualmente en el mundo los grandes exportadores de productos metálicos son Alemania con un 23%, le sigue Japón con 9.8% y en tercer lugar China con 7.9%, paralelamente en Sudamérica Brasil y Argentina toman la punta en las exportaciones. Es inevitable de esta manera la competición sin límites entre las empresas por que necesitan reformar sus procesos y operaciones adoptando mecanismos que los lleven a reducir o eliminar desperdicios, costos y espacios generados por una ineficiente forma habitual de procesar.

Por esta razón, muchas entidades empresariales están buscando reconocer aquellos desperdicios que se dispersan en toda la cadena de valor de sus procesos. Por consiguiente se ha definido a la cadena de valor en una serie y conjunto de actividades por las que va a transformar los productos del negocio desde la etapa de concepción de la materia prima por parte de quienes proveen hasta la entrega y distribución hacia el punto final que es nada más que el cliente o usuario final, sumando de esta manera el valor agregado por las que la empresa puede lograr ser competitiva y además el cliente estará dispuesto a pagar por adquirir los productos (Nash y Poling, 2008, p. 273).

Para el desarrollo de una industria, empresa y la de un país es trascendental promover la innovación y lograr alcanzar índices de productividad eficientes, para ello es necesario tomar en cuenta la importancia al capital económico y el factor humano de tal manera de agregar

valor al producto, consecuentemente se lograra conseguir resultados y sostenibilidad en el tiempo (Sánchez et al., 2014).

En el Perú el sector primario y no primario ha tenido rendimientos aceptables gracias al estímulo de la industria de la manufactura la cual se estableció en 3.7% al tercer mes del 2019. Hay que hacer notar que los resultados de los sectores mencionados ha tenido la influencia directa de un rendimiento ascendente de la productividad del conjunto de rubros industriales, resaltando entre estas la producción de fabricación de estructuras de metal (47.9%), joyería (130.8%), vehículos motorizados (351.9%), ropa y calzado (7.7%), producción de granos (16.6%), productos lácteos (21.4%), industria cervecera (14.3%). (Ministerio de la Producción, 2019).

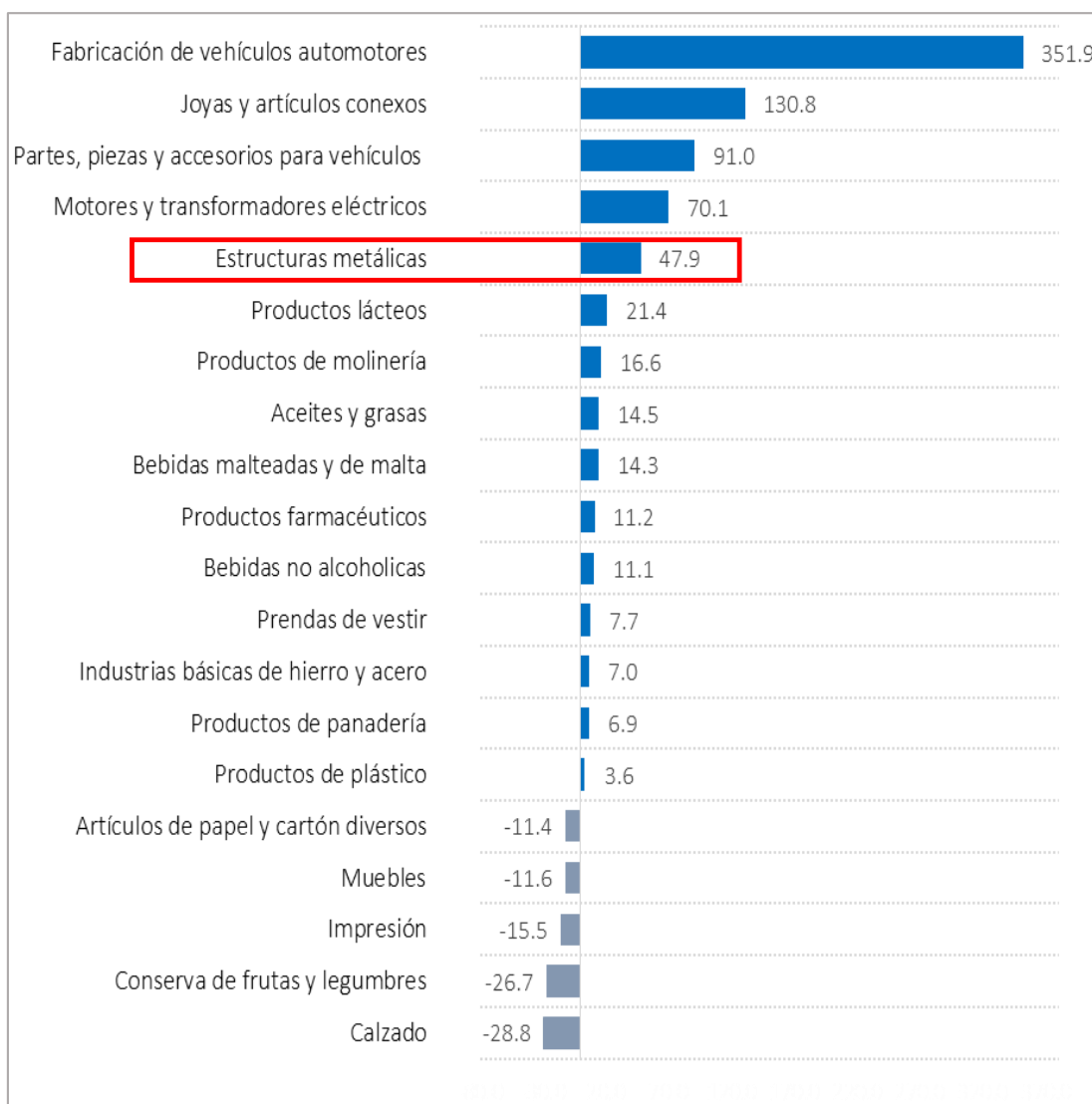


Figura N° 1. Variación porcentual interanual del IVF de industrias con mayor incidencia en la variación de la manufactura no primaria, Marzo 2019
Fuente: Encuesta Industrial Mensual

Un descenso significativo se ha venido registrando en los últimos años de la demanda de productos de la industria metalmeccánico peruano, sin embargo se proyecta al presente año una mejor situación gracias a la inyección de inversiones del sector minero que es la principal fuente de demanda de productos metálicos transformados para su infraestructura.

Para el presente año se espera un aumento de la producción de US\$ 500 millones a comparación de los años anteriores (Gestión, 2019).

Así pues el sector metalmeccánico afronta un abanico de oportunidades de crecimiento la cual también no debe descuidar de otras áreas importantes las cuales solicitan sus servicios como lo es el sector construcción para obras públicas. La participación de las empresas como entes providentes para la construcción de puentes, viviendas, son importantes para el crecimiento de la infraestructura del país la cual es un signo vital para la activación progresiva de la metalmeccánica.

La caída de la productividad y la competitividad empresarial en los diferentes sectores industriales ha motivado al gobierno peruano el comprometerse e impulsar importantes proyectos de negocios con el apoyo de la investigación e innovación identificando ejes que articulan y contribuyen a impulsar la productividad. (Gestión, 2019).

En la presente investigación se ha considerado tomar como fuente de estudio a la empresa KAISA SAC la cual pertenece al sector industrial metalmeccánico cuyos productos y servicios son brindados a las industrias mineras, pesquera, infraestructura para centros comerciales, centros de abastos, plantas industriales de rubro farmacéutico etc. La empresa ha ido desarrollándose positivamente en términos económicos aprovechando el auge de los proyectos mineros entre finales de la década pasada y la, es así que actualmente se encuentra fabricando carpintería metálica para el consorcio Ica quien está ejecutando la construcción del establecimiento penitenciario en la provincia de Ica. El consorcio suscribió con Kaisa un contrato para la fabricación de pre-marcos para puertas y ventanas de diferentes dimensiones en un periodo de 18 meses con entregas semanales, siendo el producto de mayor participación económica los pre-marcos para ventanas de código V2.7 con una demanda al mes de 528 unidades de dimensiones son 800x1200mm, cuyo proceso de fabricación viene presentando muchas falencias, generando incumplimientos de los tiempos de entrega y con ello penalidades económicas considerables. Esta problemática puede reflejarse en los indicadores

de productividad para dicho producto medidos entre el mes de enero a junio del 2019 la cual se calcula en 61.5% como se anota en la tabla continua:

Tabla N° 1: *Productividad Enero – Junio 2019*

Indicador	2019						Promedio
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	
Eficiencia	86.6%	81.9%	85.3%	86.6%	87.8%	89.7%	86.3%
Eficacia	71.3%	69.7%	68.7%	75.2%	70.1%	72.9%	71.3%
Productividad	61.7%	57.1%	58.6%	65.1%	61.6%	65.4%	61.5%

Fuente: Elaboración Propia

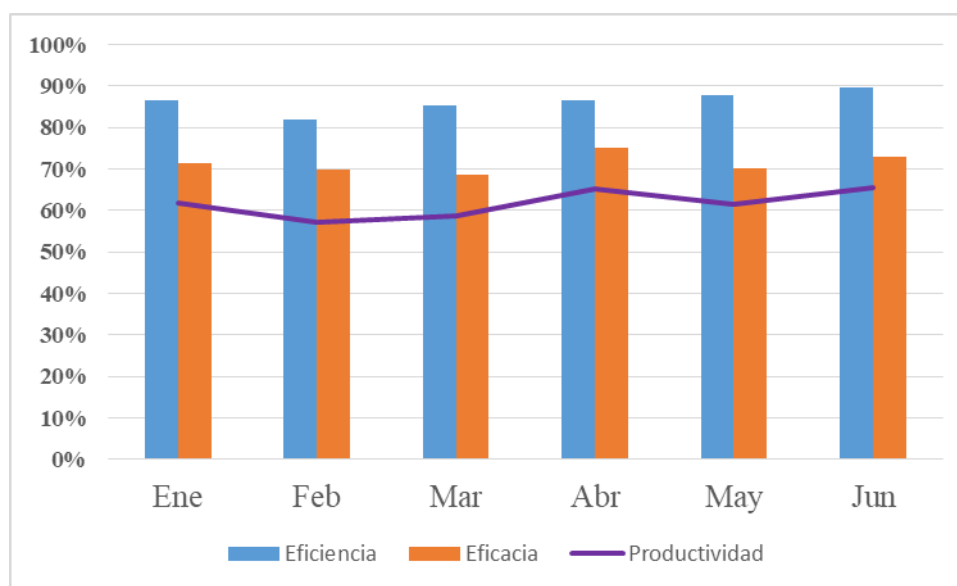


Figura N° 2: Gráfico Productividad Enero-Junio 2019

Fuente: Elaboración Propia

Haciendo hincapié en el problema se estudió y se consiguió analizar la causa raíz con ayuda de la aplicación de herramientas de calidad tales como la tormenta de ideas para los que los directivos, jefes y operadores de la empresa colaboraron para su elaboración pertinente. En el cuadro siguiente se enumeran las causas de una productividad del 61.5%.

Tabla N° 2: *Causa de la problemática de la empresa KAISA SAC.*

N°	CAUSAS	MACROPROCESOS
P1	Movimientos innecesarios	Producción
P2	Exceso de inventarios	Producción
P3	Cuello de botella	Producción
P4	Capacitación del personal	Recursos Humanos
P5	Tiempos que no agregan Valor	Producción
P6	Demoras de material por el proveedor	Gestión Logística
P7	Mantenimiento de equipos	Mantenimiento

P8	Actividades innecesarias	Producción
P9	Materiales en zonas no adecuadas	Producción
P10	Identificación de defectos	Calidad

Fuente: Elaboración propia

Luego de la determinación e identificación de las causas se elaboró el DÍAgrama de Ishikawa en las que se puede apreciar las diferentes causas producidas por los factores de la las 6M

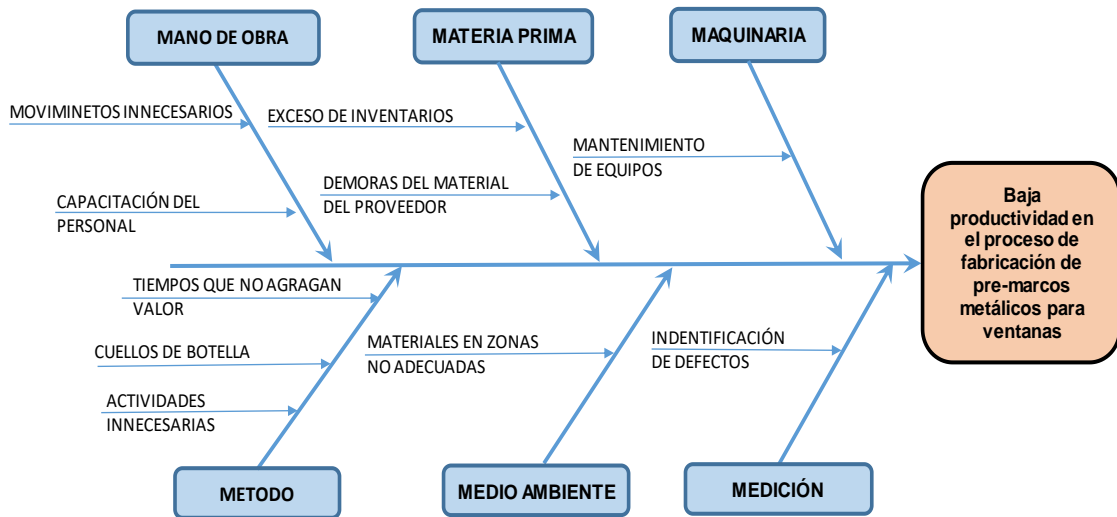


Figura N° 3: DÍAgrama de Ishikawa, Kaisa S.A.C-2019

Fuente: Elaboración Propia

La baja productividad es el reflejo de no cumplir con la demandad de unidades de pre-marcos metálicos en el tiempo estipulado. En este estudio de grado, ha sido pertinente elaborar la gráfica de Pareto cuyas causas encontradas en el DÍAgrama anterior, luego se hizo la matriz de correlación como se aprecia en el cuadro siguiente.

Tabla N° 3: Matriz de Correlación de Problemas.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	PUNTAJE	%	MACROPROCESO
P1	■	0	0	1	1	0	0	1	1	0	4	7.41%	Producción
P2	0	■	1	1	1	0	0	1	0	0	4	7.41%	Producción
P3	0	1	■	1	1	1	1	1	1	1	8	14.81%	Producción
P4	1	1	1	■	1	1	1	1	1	1	9	16.67%	Recursos Humanos
P5	1	1	1	1	■	1	1	1	1	0	8	14.81%	Producción
P6	0	0	1	1	1	■	0	0	0	0	3	5.56%	Logística
P7	0	0	1	1	1	0	■	1	0	0	4	7.41%	Mantenimiento
P8	1	1	1	1	1	0	1	■	1	0	7	12.96%	Producción
P9	1	0	1	1	1	0	0	1	■	0	5	9.26%	Producción
P10	0	0	1	1	0	0	0	0	0	■	2	3.70%	Producción
											54	100.00%	

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla anterior se aprecia que ha sido construida dando a cada causa una nomenclatura del P1 al P10 para poder contrastar una a una de las causas y dando el puntaje de 1 si existiera causalidad y 0 si no la existiera. Para finalizar se hizo un promedio ponderado por macro-proceso.

Luego se realizó la tabla de frecuencias y acumulado donde se agrupo por tipo de macro proceso, donde se suma el correspondiente puntaje por área, luego se calcula el acumulado para construir seguidamente el DÍAgrama de Pareto correspondiente.

Tabla N° 4: Frecuencias y acumulado por macro proceso

MACROPROCESO	FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUMULADA	%	% ACUMULADO
Producción	36	36	66.67%	66.67%
Recursos Humanos	9	45	16.67%	83.33%
Mantenimiento	4	49	7.41%	90.74%
Logística	3	52	5.56%	96.30%
Calidad	2	54	3.70%	100.00%
	54		100.00%	

Fuente: Elaboración Propia

Con las frecuencias por macro procesos, se procedió a realizar un análisis de los porcentajes y discriminar los problemas aplicando la herramienta de calidad DÍAgrama de Pareto, la cual se muestra en la figura continua.

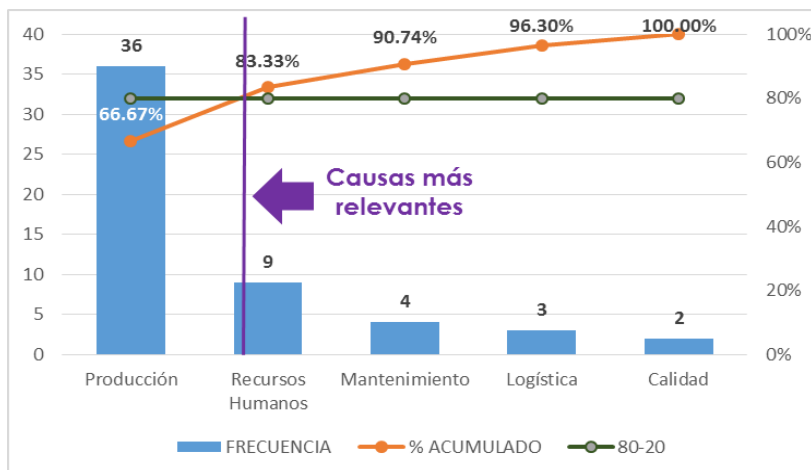


Figura N° 4: DÍAgrama de Pareto.

Fuente: Elaboración Propia

De los datos estudiados en el DÍAgrama anterior es posible observar en la figura las causas por macro procesos más relevantes las que originan el no cumplir con lo planificado y por ende una productividad no deseada, pertenecen al área de producción cuyas causas son los cuellos de botella, movimientos innecesarios, exceso de inventarios, actividades innecesarias, así también existe una causa en el recurso humano por capacitación. En tal sentido este

estudio de grado que mediante la aplicación de la herramienta de lean VSM pretende mejorar el indicador de productividad se enfocara netamente en los procesos de fabricación de pre-marcos metálicos.

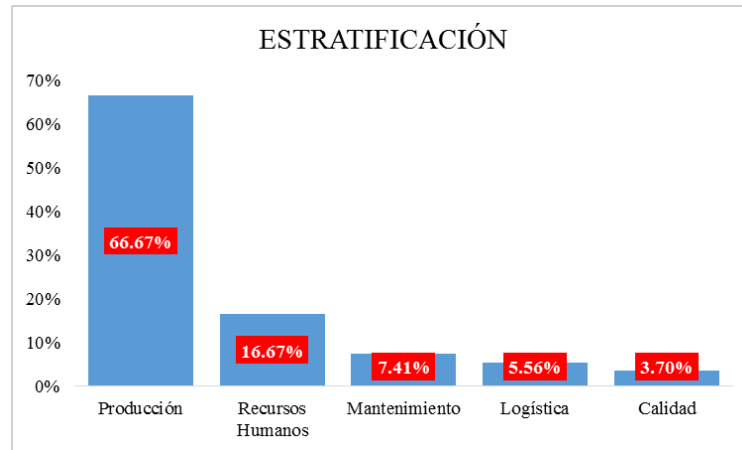


Figura N° 5: Grafica de Estratificación.

Fuente: Elaboración Propia

El grafico de barras anterior se puede apreciar claramente que los problemas están enfocados en su mayoría en el área de producción de pre-marcos metálicos, la cual es un indicador de una oportunidad de mejora.

Tabla N° 5: Matriz de Solución de Problemas

ALTERNATIVA	CRITERIO			TOTAL
	INVERSIÓN	TIEMPO	FACILIDAD	
INGENIERÍA DE MÉTODOS	3	1	3	7
VSM	5	4	4	13
LEAN SIX SIGMA	2	1	2	5

Fuente: Elaboración Propia

Una vez identificada el área o macro-proceso donde ocurren los problemas de mayor importancia, se evaluó una serie de metodologías alternativas de solución, como lo indica la tabla anterior, la cual fue examinada según 3 criterios, atribuyendo la puntuación correspondiente, donde la alternativa que es más conveniente es el Value stream Mapping por su fácil y rápida aplicación al proceso de fabricación además de una mínima inversión respecto de otras metodologías.

CONSOLIDADO DE PROBLEMAS POR AREA	Mano de Obra	Materiales	Maquinaria	Medio Ambiente	Metodo	Medición	NIVEL DE CRITICIDAD	Total de Problemas	Tasa Porcentual de Problemas	Impacto	Calificación	Prioridad
Producción	1	1	1	0	3	0	ALTO	6	60.0%	5	30	1
Recursos Humanos	1	0	0	0	0	0	BAJO	1	10.0%	4	4	2
Mantenimiento	0	0	0	1	0	0	BAJO	1	10.0%	3	3	3
Logística	0	1	0	0	0	0	BAJO	1	10.0%	3	3	4
Calidad	0	0	0	0	0	1	BAJO	1	10.0%	2	2	5
TOTAL DE PROBLEMAS	2	2	1	1	3	1		10	100.0%			

Figura N° 6: Matriz de Priorización.

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con la figura se puede evidenciar que el consolidado de problemas se encuentra en el área de producción donde la alta dirección debe tomar acción antes que en otras áreas debido a su mayor impacto.

1.2. Trabajos Previos

Para el presente trabajo de grado fueron revisadas y analizadas una serie de artículos científicos, trabajos de investigación y proyectos académicos similares a la problemática enfocada en la presente con la finalidad de solucionar en gran medida la problemática actual de la empresa en estudio, para ello se seleccionó los siguientes títulos las cuales guardan la mayor similitud:

YEROVI, Michell, LLORENTE, Leandro, SARAGURO, Ramiro, MONTERO, Yakdeem y VALENCIA, Robert. Aplicación de herramientas de la metodología lean manufacturing en la mejora del proceso de producción de puertas enrollables. Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana [en línea]. Setiembre 2017. [Fecha de Consulta: 19 de Mayo de 2019]. Disponible en <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ec/2017/metodologia-lean-manufacturing.html>. ISSN: 1696-8352.

Este estudio señala que se elaboró un mapa de la cadena de valor (VSM) actual hallando diferentes tipos de despilfarros en la producción de puertas enrollables, así mismo se realizó en el área de trabajo una rigurosa inspección que consisten en las 9's. Como resultado del estudio se logró detectar los desperdicios conocidos como sobre-producción, tiempos de es-

pera, deficiencias en el proceso, transporte, inventarios, movimientos innecesario y productos defectuosos, de esta manera el autor propone desarrollar la manufactura esbelta a través de Single-Minute Exchange of Die (SMED), Total Productive Maintenance (TMP), 9's y para complementar Kanban, la aplicación resolvió mejorando el tiempo total del proceso en 6.10%, reducción del tiempo de valor añadido en 2.13%, un incremento del Takt Time en 7.4%, reducción del tiempo de entrega en 6.10%, impactando positivamente en la eficiencia en 7.87%.

ORDOÑEZ, Marisol. Propuesta de Mejoramiento de la Productividad en una Empresa Metalmeccánica Mediante la Aplicación de un VSM. Tesis (Ingeniero en producción industrial). Ecuador: Universidad de las Américas, Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias, 2017, 161pp.

El trabajo de título se propone implementar la herramienta lean en una empresa metalmeccánica para elevar el porcentaje de productividad, para ello se recolectaron los datos necesarios en toda la cadena de valor y detectar los desperdicios. Para ello se utilizaron herramientas complementarias como las 5'Sy Kanban cuyos indicadores luego de los ajustes realizados arrojaron datos positivos como por ejemplo reducción del Lead Time antes fue de 136.82 días y luego de la mejora fue 97.62 días, reducción del tiempo de producción de 3730.05 segundos antes de la aplicación de la herramienta y después de la mejora fue 1943.95 segundos por unidad y una notable incremento de la productividad de 0.73 a 1.29.

VENKATARAMAN, K., RAMNATH, Vijaya, KUMAR, Muthu y ELANCHEZHIAN, C. Application of Value Stream Mapping for Reduction of Cycle Time in a Machining Process. Revista ProceDÍA Materials Science [en línea]. Junio 2014. [Fecha de consulta: 21 de mayo de 2019]. Disponible en <https://cyberleninka.org/article/n/1227751.pdf>.

El objetivo del autor para el proyecto es aplicar Value Stream Mapping para disminuir el Cycle Time en el área de mecanizado. En el análisis del VSM actual a uno de sus productos determino la presencia de desperdicios como alto tiempo de procesamiento, elevado número de trabajadores, consumo de recursos en exceso, inventarios y tiempos de ciclo elevados, para la cual con la ayuda de una herramienta lean como complemento se implementó la

Kaizen obteniendo una productividad de 20 a 28.57 unidades/hora, una reducción de 5 a 3 operarios, se disminuyeron los costos de 14.34 a 12.55 dólares.

SANCHEZ, Cristobal. Diseño de un programa de gestión utilizando el sistema Pull en una empresa metalmeccánica de la ciudad de Guayaquil. Tesis (Magister en Sistemas de Producción y Productividad). Guayaquil: Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Industrial, 2014. 109pp.

El estudio de investigación plantea como objetivo aplicar el diseño de un programa de gestión en el área de producción de perfiles metálicos dedicada a la industria metalmeccánica alcanzar la demanda del cliente en tiempos de entrega, precios competitivos y calidad en el mercado. El sistema pull y la herramienta Kanban, fueron los medios que permitieron planificación y el control en la producción administrando los recursos eficientemente. Los resultados luego de la herramienta aplicada obtuvieron un alza de la productividad del 13%, también una importante reducción de productos rechazados de 64 a 36%.

ROHANI, Jafri y ZAHRAEE, Seyed. Production Line Analysis via Value Stream Mapping: A Lean Manufacturing [en línea]. Revista ProceDÍA Manufacturing [en línea]. Febrero 2015, n°1. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2019]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.002>.

Se aplicó en este estudio Value Stream Mapping (VSM) para mejorar la línea de producción de una industria de piezas metálicas la cual es el objetivo de la investigación. Para lograrlo el estudio se basó en los principios fundamentales para la construcción del VSM e identificar y eliminar los desechos mediante herramientas lean, selección del productos a la cual se aplicara la mejora del proceso. Las herramientas lean implementadas fueron el equilibrio de línea, las 5's y Kanban para corregir el problema de cuellos de botella, deficiencia organizacional y el exceso de inventarios entre procesos. El VSM futuro fue elaborado con los mecanismos implementados cuyos resultados finales arrojaron una disminución de 8,5 días a 6 días, y el tiempo de valor agregado cayo de 68 minutos a 37 minutos.

ARROYO, Nelson. Implementación de Lean Manufacturing para mejorar el sistema de producción de una empresa metalmecánica. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Industrial, 2018. 103pp.

Este trabajo de grado tuvo como objetivo la aplicación de la manufactura esbelta para ofrecer mejoría al sistema productivo de una empresa metalmecánica. Para ello se trazó a través de símbolos que identificaran los diversos procesos de la cadena de valor y se identificaron las oportunidades existentes clarificadas en el DÍAgrama, de esta manera se redujo los inventarios y tiempos de transporte, con la aplicación del JIT y SMED. Se redujo el Lead Time en 17%, reducción del Tiempo de Ciclo en un 3.3%, el inventario disminuyó a 43%, se ahorró un 36% en costos por paradas programadas y aumento del sistema productivo.

MOREY, Vanessa. Plan de mejora integral para aumentar la productividad mediante el mapeo de flujo de valor en fabricaciones metálicas Fametal S.A.C. Tesis (Ingeniero Industrial). Chiclayo: Universidad Santo Toribio de Mogrovejo, Escuela de Ingeniería Industrial, 2014. 99pp.

El objetivo del trabajo de investigación propuso elevar la productividad de la empresa de fabricaciones metálicas FAMETAL SAC para la cual utilizo el mapeo de flujo de valor, DÍAgnosticando para su situación actual en la empresa problemas relacionados al sistema productivo. Con el estudio de tiempos y el VSM se logró detectar actividades que no añaden y desperdicios para la cual se buscaron las herramientas adecuadas para su reducción o eliminación. Estas herramientas fueron el balanceo de línea y un modelo fundamental para el control de inventarios Economic order quantity. Con esta implementación adecuada los tiempos de proceso se redujeron de 27.79 a 19.39 minutos, de la misma manera con el diseño de una célula de manufactura en forma de U en ciertos procesos, la eficiencia de producción de sillas metálicas se elevó de 31.43 a 39.43%, así como también para la fabricación de mesas metálicas la eficiencia mejoro de 44.13% a 50.4%.

RICALDI, Luis. Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad del área de producción de E y C Metalikas S.A.C. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2018. 140 pp.

El autor de este estudio investigativo tuvo como objetivo obtener una mejor productividad al aplicar las herramientas de Lean Manufacturing en la empresa dedicada al sector metal-mecánico, en la que fue empleado y llevado a cabo el DÍAgrama de Ishikawa y Pareto la cual ayudo a salir a la luz las causalidades para una productividad no deseada en la empresa. Para conseguir el objetivo se dibujó el Value StreamMapping actualizado de la empresa, además se estableció el DAP así como también el balance de línea respectivo, logrando de esta manera hallar los tiempos y actividades las cuales no brindaban un valor agregado a los productos, fue necesario también calcular el número de Kanban, de tal forma se tuvo los parámetros y lineamientos necesarios para planificar las actividades que ayudaron a conseguir el objetivo trazado en esta empresa. Los resultados finales luego de la implementación de estas herramientas de calidad se compararon con los indicadores obtenidos post-investigación, alcanzando de esta forma una productividad del 87%, elevación de la eficiencia en un 9%, la eficacia en 18% la cual género que los procesos sean más fluidos y rápidos.

HUAMAN, Ruben. Implementación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el área de fabricaciones de piezas estructurales en la empresa Resemin S.A, Ate. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería Industrial, 2017. 173pp.

El autor en esta tesis se centró en el objetivo de mejorar la productividad de la empresa, la cual elabora piezas metálicas, desarrollando la herramienta Value Stream Mapping, lo que hizo posible DÍAgnosticar acerca de la actual situación de la empresa hallando problemas concernientes a los procesos de la cadena de valor, por lo que fue conveniente utilizar las herramientas lean como Poke yoke y el Value Stream Mapping futuro, para tratar de erradicar los desperdicios que presentaba como la sobreproducción, los movimientos innecesarios, tiempos de espera, uniendo convenientemente algunas actividades y desechando las que no aportaran valor agregado al producto. Seguidamente a la aplicación de estas herramientas los resultados conseguidos fueron: disminución de labores que no aportaban valor a 11% y un aumento de las actividades que agregan valor a 89%, así como también un 94.8% de piezas sin defectos, por lo que la productividad se ajustó positivamente en un aumento del 30%, por ende la eficiencia mejoro al aumentar en 20% más, y por último la eficacia quedo en 18%.

APOLAYA, Salomón. Aplicación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el proceso de corte de acero de la empresa metalmecánica Fiansa S.A., Lurigancho. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería Industrial, 2017. 118pp.

La tesis de grado tiene como prioridad mejorar la productividad en la empresa metalmecánica por lo que utilizo la herramienta VSM detectando una serie de despilfarros las cuales son: paradas intempestivas de las máquinas, tiempos de espera generadas por falta de material, entregas fuera de tiempo de los productos. Es por estas razones que se decide emplear y complementar las herramientas lean centradas en Kanban y SMED. Los resultados obtenidos impactaron positivamente con el empleo de estas herramientas de la siguiente manera: mejora de la productividad en 28.5%, la eficiencia se incrementó en 15.6% y la eficacia se elevó en 18%.

1.3. Teorías Relacionadas

1.3.1. Teorías relacionadas a Value Stream Mapping

Lean Manufacturing

Para Hernández y Visan Lean Manufacturing es el conjunto de técnicas y herramientas cuya finalidad es aumentar en lo más que se pueda el valor de los productos percibidos por el cliente y que además la línea de flujo de producción este en la misma dirección, cuya directrices este enfocado en el capital humano, identificación, reducción y eliminación de las actividades y/u operaciones que utilizan más insumos de los necesarios para su elaboración (Hernández y Vizán, 2013, p. 10).

Lean Manufacturing conceptualiza al término “valor del producto” como la percepción que tiene el cliente al servicio o producto y satisfaga sus necesidades, para la cual el fabricante o el proveedor de servicios debe esforzarse en conseguir la perfección mediante la eliminación de todo lo que le impida llegar al objetivo, llamando a estos impedimentos “desperdicios” las cuales están presentes en todo el flujo de un proceso productivo.

Los principios de Lean Manufacturing nos invita a reflexionar sobre el significado de valor del producto o servicio y poder lograr hallar, identificar y eliminar el desperdicio de manera sistemática, comenzando por estandarizar los procesos, valorar a las personas quienes son el capital más importante en una organización y en quienes se inculcara el cambio, perseguirán y encontraran los problemas e implementaran soluciones trabajando juntos en equipo dando flujo a los procesos las cuales agregaran valor al producto (Hernández y Vizán, 2013, p. 10).

En la actualidad los mercados, los clientes y consumidores no están dispuestos a esperar demasiado tiempo para que sus requerimientos sean entregados, debido a esta realidad Lean manufacturing ha encontrado una ligada relación entre la capacidad de respuesta y la rentabilidad del negocio es decir que en un proceso la cual le toma mucho tiempo es porque existe una número de desperdicios, como tiempos de esperas o fallas en la planeación de la producción, fallas en las maquinas, producción de lotes grandes, transportes, etc., muchas de ellas indetectables para la organización, pero estos desperdicios invisibles dejan rastros las cuales nos ayudan a detectarlos. Por esta razón en la manufactura los tiempos de ciclo deben ser lo mínimo posibles para obtener un flujo continuo de producción y con la calidad adecuada y requerida por el cliente la cual se lograra en la misma operación por el operario la cual debe estar facultado para mejorar y tomar decisiones sobre lo que pase en la producción, asimismo el operario debe ser capaz de ser responsable sobre el mantenimiento de su máquina la cual debe estar en óptimas condiciones para operar eficientemente. Socconini en su libro Lean Manufacturing paso a paso propone en generar una fabricas para “sordomudos” en donde no sea necesario gritar, buscar, explicar, etc., y que además se genere valor con el mínimo de desperdicio. (Socconini, 2008, p. 14)

Para Hernandez Y Vizan Lean Manufacturing se concreta en la implementación de diferentes y múltiples técnicas que han sido empleadas en otras organizaciones con éxito y con diferentes condiciones ya sea sectorial o en escala, puedan ser aplicadas de manera individual o grupal en situaciones específicas pero sin antes una previa evaluación la cual trace una ruta ideal (Hernández y Vizán, 2013, p. 34).

Las organizaciones empresariales luchan actualmente en la globalización obligadas a la flexibilidad recurriendo a optimizar sus procesos para la producción de sus productos y servicios tanto en la calidad, rapidez de respuesta y cotos. En esta situación la erradicación de las

mudas es de suma importancia. Para Rajadell & Sanchez, (2010), las actividades de no valor son las que mayor cantidad de tiempo, trabajo y dinero demandan por lo que metodología de Lean Manufacturing subraya producir más con menos: espacio, fuerza, operadores, inventarios, tiempos de ciclo, defectos, reprocesos, etc.(Carvallo, 2014).

Valor Añadido o Agregado: aglomeración de actividades que poseen un fin en común por la cual se añade al producto una característica por la que el cliente diferenciara de otro producto similar o de la competencia y esté dispuesto a adquirir (Hernández y Vizán, 2013, p. 168).

Despilfarros, Desperdicios o Muda: Esfuerzo no esencial la cual no aporta a la rentabilidad de un negocio y por el contrario genera el consumo de material, equipo, proceso, tiempo, operario, espacio de manera excesiva e innecesaria (Yerovi et al., 2017).

Para Toyota hay 7 grupos de desperdicios o mudas:

1. **Muda de Sobreproducción:** producción rápida más de lo debido en el tiempo no solicitado (Hernández y Vizán, 2013).

La sobreproducción se caracteriza por tener inventario acumulado, equipos de gran capacidad en la cual se produce muy poca cantidad, áreas de almacenamiento excesivamente amplias, personal en demasía, ambientes inseguros, materiales obsoletos, fabricación antes de tiempo “por si acaso”. Esto es debido muchas veces a la falta de comunicación y coordinación en la empresa, mantenimiento individual de la maquinaria sin mirar un mismo objetivo y mala programación de la producción (Hernández y Vizán, 2013).

2. **Muda de Espera:** Perdida de tiempo del operador al esperar que la maquina termine de realizar su actividad, se realicen ajustes, en espera de materiales (Hernández y Vizán, 2013).

La característica habitual de esta muda reside cuando el operador espera el termino de ciclo de la máquina, espera de cambio de producto, preparación de la máquina, o

cambios de turno entre operarios. Estas son causadas por una mala programación en la producción, faltas de capacitación de personal, maquinas inadecuadas para la actividad, etc.

3. **Muda de Transporte de materiales y herramientas:** Esta muda se refiere al transporte que se lleva a cabo dentro de las instalaciones donde se realiza la producción la cual no incide significativamente al sistema productivo y por la cual el cliente no muestra el mas mínimo interés, pero si tiene un costo para la empresa además de poner en peligro físico al producto (Hernández y Vizán, 2013).

Esta muda tiene la característica de tener un diseño de planta inadecuado con rampas y fajas transportadoras más de la cuenta, exceso de operarios para la manipulación del transporte, abundancia de anaqueles de almacenamiento de insumos y herramientas. Las causas de esta muda son la mala organización del espacio de trabajo, fabricación de lotes de tamaños muy grandes, inventarios en exceso, falta de planificación de la producción.

4. **Muda de Procesos innecesarios** son procesos por la cual no agregan valor al producto, son actividades por las que se busca muchas veces asegurar la calidad del producto inspeccionando en cada que termina un proceso para empezar otro consumiendo deliberadamente los insumos, materiales, personal y maquinaria incidiendo negativamente en la rentabilidad. Lo que se busca es la producción con los procesos y recursos necesarios y dar satisfacción al cliente (Rajadell y Sanchez, 2010)

5. **Muda de Sobreinventario:** Es todo material, que excede a lo necesario solicitado por el cliente, la cual se encuentra en pleno proceso de fabricación o como producto terminado (Rajadell y Sanchez, 2010).

Esta muda se caracteriza por tener grandes espacios donde se almacenan las materias primas recepcionadas de los proveedores, productos semiterminados en espera de ingresar al siguiente proceso. Esto es causado por el desconocimiento de la velocidad de demanda real manejada por el cliente y la aplicación de malos procedimientos para alcanzar los requerimientos del cliente.

6. **Muda de movimientos innecesarios del Trabajador:** hace referencia al traslado de las personas en la zona de trabajo o incluso en toda el área de la empresa las cuales no brindan ningún aporte para sumar valor agregado al producto (LeanlanDÍA, 2019).
7. **Muda de Productos defectuosos:** Consiste en la pérdida de tiempo, personal, materiales, horas hombre-máquina por la inadecuada fabricación o elaboración de los productos, además también está considerado en esta muda los reprocesos que implican mayores gastos o repeticiones de actividades para la subsanación (Hernández y Vizán, 2013).

Las características que suelen presentar esta muda son al tener muchos operarios para subsanar o reparar los productos mal fabricados, acumulación de productos en proceso esperando a ser reparados, excesivo consumo de horas extras del personal para satisfacer la demanda del cliente en tiempo estipulado, la rentabilidad del negocio se ve afectado negativamente con esta muda. Las causas para la aparición de esta muda puede ser la falta de compromiso del personal para controlar las fallas en la elaboración del producto, falta o uso inadecuado de las herramientas necesarias para la producción, poco conocimiento y falta de liderazgo de la cultura de calidad.

Value Stream Mapping

Value Stream Mapping es la técnica mediante la cual es posible mirar detalladamente todo lo concerniente a un proceso productivo, en la que mediante gráficos se traza el flujo de la información que es vital para identificar oportunidades de mejora, desperdicios o mudas de manera sistemática (Madariaga, 2013).

El VSM es una herramienta representativa mediante gráficos simbólicos, la cual consta de una serie de flechas que detallan el flujo de la información del proceso concerniente a la fabricación del producto o la secuencias de un servicio. Value Stream Mapping visualiza los posibles residuos en el proceso. Evaluando, midiendo para construir la situación actual e idear el estado ideal y futuro (Venkataraman et al., 2014, p. 1188).

La finalidad de Value Stream Mapping es graficar fácilmente y sencillamente el conjunto de procesos que pertenecen a una cadena de valor detectando los desperdicios, con la intención de reducir y eliminar incrementando de esta manera la eficiencia del sistema (Hernández y Vizán, 2013, p. 90).

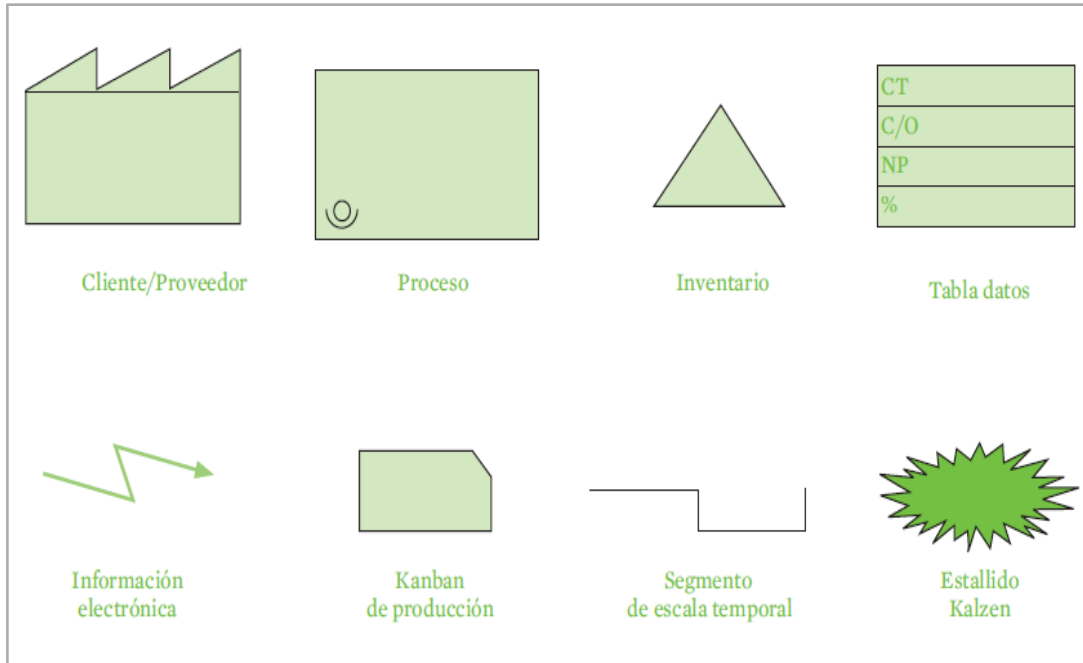


Figura N° 7: Ejemplos de Símbolos de VSM

Fuente: Libro "Lean Manufacturing" por Vizán, A. y Hernández, J.

Para elaborar el VSM se identifica primeramente una familia de productos, cuya información es detallada y anotada, ayudando a describir de manera cuantitativa la situación actual de la empresa. Los problemas de un flujo productivo salen a relucir cuando se busca producir en el momento adecuado para un cliente. Esta metodología refleja el flujo informativo que va de proveedores, procesos al cliente en la frecuencia en que se hace plasmando la planificación de la producción con los procesos productivos (Hernández y Vizán, 2013, p. 90).

Es sorprendente para muchos que la filosofía Lean pueda ser aplicada no solo en la industria manufacturera sino también al sector de servicios. El reto está en hallar la manera de utilizarlos y adecuar a los procesos de trabajo alineados con lo que esperan los clientes además de hacer la vida del personal un tanto más dócil. Para conseguirlo es necesario tener claro una serie de acciones específicas las cuales se podrá amoldar al producto o servicio al cual queremos aplicar la metodología, esto es en primer lugar diseñar un plan de resolución de problemas, gestionar la información con respecto de los procesos y la transformación física. Ello implica controlar, y para controlar es necesario medir, entender, mejorar y gestionar el

flujo e interacciones de todas las actividades comprendidas para mantener los costos, calidad del producto y servicios de la empresa de tal manera que sea lo más competitiva posible. Value Stream Mapping prepara el camino para la puesta en marcha de las herramientas lean en toda la empresa evitando así volver a caer en la ineficiencia mejorando los procesos en cada área o departamento de la organización. De esta manera se traza un rumbo desde una perspectiva sistemática identificando mejoras de oportunidad analizando las relaciones complejas en los procesos quedando documentada no como fin si no como el comienzo de una travesía en el círculo de Deming.

Pasos para construir el Value Stream Mapping según Hernandez y Vizán (2013)

1. Establecer gráficamente los símbolos del proveedor, planificación de la producción, cliente y procesos.
2. calcular la demanda del cliente según la frecuencia de los pedidos del producto.
3. Calcular la producción DÍAria.
4. Establecer gráficamente los símbolos logísticos del ritmo de entrega al cliente.
5. De ser necesario agregar tabla de datos de los procesos secuencialmente, de izquierda a derecha.
6. Agregar tablas de información en la parte inferior de cada proceso con el tiempo correspondiente.
7. Agregar flechas que comunican el método y ritmo descrito.
8. Llenar la información en las tablas con los tiempos las cuales se cronometran.

Se definen de esta manera los conceptos más importantes utilizados en el grafico para el VSM:

- **Tiempo del Ciclo (CT):** Tiempo definido para la ejecución de una actividad realizada en un trabajo en maquina o manualmente, la cual estará condicionada por una serie de parámetros relacionados a la productividad.
- **Tiempo de valor añadido (VA):** se define como el tiempo por la cual es dedicado al trabajo que aporta un cambio significativo en el producto elaborado y por la que el cliente se enfoca en diferenciar del resto de productos similares.

- **Número de personas (NP):** cantidad de personal requerido para las actividades de un proceso.
- **Tiempo Disponible para Trabajar (EN):** tiempo definido para realizar la actividad dentro de un rango establecido sin contar con las paradas.
- **Lead Time (LT):** es el tiempo de espera transcurrido desde el final de una actividad hasta el inicio del siguiente proceso.

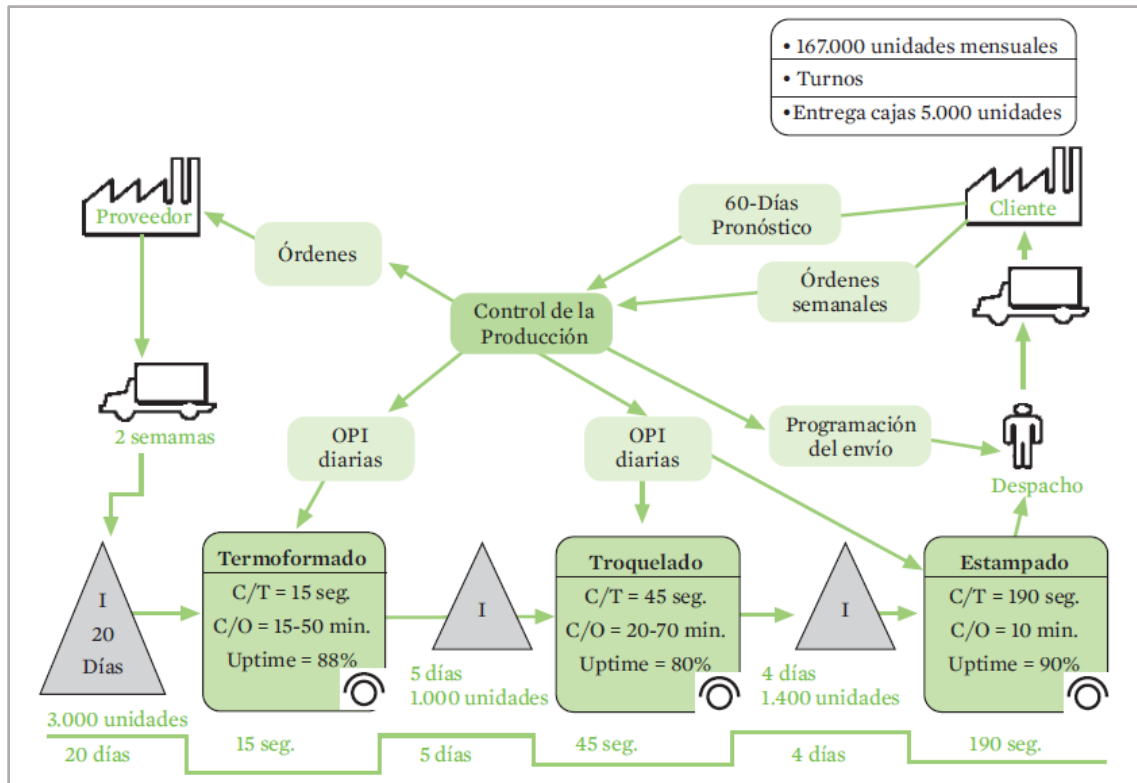


Figura N° 8: Ejemplos de Value Stream Mapping
Fuente: Libro "Lean Manufacturing" por Vizán, A. y Hernández, J.

En la imagen anterior es posible observar como con símbolos y flechas el mapa de flujo de valor es trazado agregando los datos concernientes a una producción desde el cliente hasta la entrega del producto hacia el mismo cliente, esto nos ayuda de manera cuantitativa identificar aquellas tareas de valor para un estado inicial en la organización, pero para poder tener una visión no solo del presente y poder proyectar lo que se desea establecer, es necesario trazar el VSM futuro basándose en los posibles cambios y ajuste para mejorar. Es así que se define de la siguiente manera los estados del VSM.

- **VSM de estado actual:** este mapa representa como se encuentra la organización en la actualidad o al inicio del estudio, en la cual se consideran todos los puntos de información como referencia para el cambio y establecer una mejora.

- **VSM de estado futuro:** a partir del VSM actual es posible construir el VSM futuro la cual se diseña sin desperdicios o por lo menos en lo más mínimo, lo que se busca en el mapa futuro es que exista un flujo continuo en los procesos en las que no se dependa de agentes externos y donde los inventarios sean mínimos, de esta forma se podrá determinar cómo empezar a aplicar las herramientas necesarias para el cambio.

Tiempo de Ciclo

Tiempo definido para la ejecución de una actividad realizada en un trabajo en máquina o manualmente, la cual estará condicionada por una serie de parámetros relacionados a la productividad. Es necesario aclarar que cuando el operario está realizando la actividad en una sola máquina, el tiempo de ciclo (TC) coincide con el tiempo base (TB) (Madariaga, 2013).

Es así que podemos decir que el tiempo de ciclo es una medida la cual responde a cuánto va a demorar un determinado proceso o actividad alineada con la demanda y los requerimientos del cliente además de ser un indicador importante para el negocio, pues los números nos mostrarán si existen dificultades o problemas en el sistema productivo.

Los beneficios que nos trae el medir el tiempo de ciclo son tener información que nos permite proyectar de manera confiable y segura, la comunicación entre todos los involucrados se vuelve más fluida y fácil a una velocidad saludable consiente de los problemas que pueda suscitarse en el transcurso del procesamiento.

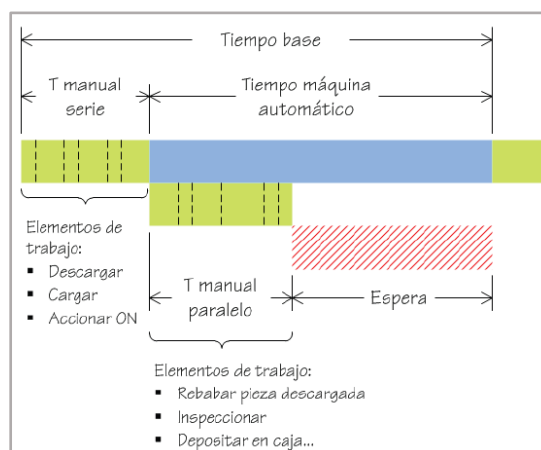


Figura N° 9: Tiempo de ciclo de una máquina semiautomática
Fuente: Libro “Lean Manufacturing” por Francisco Madariaga.

Lead Time

Periodo que pasa de la llegada a la empresa de los materiales, insumos, etc., para la elaboración de un producto hasta la finalización y distribución, en otras palabras tiempo del producto durante su estadía en la empresa (Madariaga, 2013).

Podemos concluir entonces que el Lead Time es la métrica que mide la cantidad de tiempo entre el inicio y fin de un proceso por la cual las empresas se preocupan en comparar para determinar la existencia de ineficiencias en toda la cadena de valor. Es por ello que reducir el lead time conlleva a una serie de beneficios a la organización agilizando las operaciones y por ende la productividad, con mayor producción e ingresos, de manera opuesta un mayor lead time afecta negativamente los procesos de fabricación.

Manufactura Celular

Manufactura celular se define como la aplicación tecnológica de células de trabajo constituidas por un grupo de máquinas las cuales están determinadas para una familia o tipo de productos, para ello es necesario redistribuir la planta con el objetivo de hacer fluir la producción ininterrumpidamente entre los procesos para reducir los tiempos empleados a la fabricación, asimismo será posible maximizar las habilidades del operario (Socconini, 2008, p. 198).

Manufactura Celular es como un mini sistema dentro de otro sistema la cual equilibra los costos de operación, los cronogramas de entrega, traslado de materiales adoptándose a los cambios y contribuyendo con los requerimientos del cliente además de mejorar las utilidades en la organización.

La implementación de manufactura celular implica seguir los siguientes ítems propuestas por Socconini (2008):

- Tener en claro los objetivos a lograr y la documentación necesaria.
- Trabajar en diseño del layout de planta.
- Liderar un grupo de trabajo incluidos personal operativo.

- Capacitar a todos los involucrados en temas de manufactura esbelta y manufactura celular.
- Construir un DÍAgrama spaghetti con los encargados de planta.
- Trabajar en el diseño del VSM actual.
- Analizar y detectar las mudas del sistema.
- Realizar el cálculo del el Takt Time y el número de operarios.
- Trabajar en el diseño del VSM futuro.
- Rediseñar el layout del sistema de producción con los cambios propuestos.
- Llevar a cabo el cambio implementando la manufactura celular en el proceso.

El Takt Time

Madariaga explica que la palabra Takt proviene de la lengua alemana la cual significa ritmo, esta palabra ha sido tomada por la filosofía lean para expresar uno de los términos más importantes dentro de la metodología. Takt time entonces significa la relación que existe entre el tiempo que se toma para fabricar o producir un bien y la demanda del consumidor. Esta relación puede ser calculada en base al tiempo disponible y el número de unidades producidas. La importancia del Takt time recae en que marca el ritmo de una empresa y que no depende del fabricante sino del consumidor según lo que requiera (Madariaga, 2013).

Es entendido como el ritmo por la cual un producto o servicio es producido para responder lo solicitado por el usuario final, este indicador está supeditado a la demanda de producción mensual (Sundar, Balaji y SatheeshKumar, 2014).

Para lograr alcanzar la demanda de un consumidor o consumidores la empresa debe establecer un takt time menor, de esta forma no será necesario invertir en horas extras o añadir más personal. Así también el takt time no debe ser demasiado holgado ya que incurriría en tiempos de espera que afectaría negativa la eficiencia de la producción.

Kanban

Palabra japonesa que quiere decir tablero publicitario y que controla de manera armónica la producción en la cantidad y tiempo requerido. Esta Metodología está basada en tarjetas para controlar y programar y lograr sincronizar el sistema productivo meDÍAnte señales (Hernández y Vizán, 2013, p. 75).

Kanban utiliza expresiones fáciles de entender principalmente las del sistema pull estableciendo un flujo planeado y continuo de reducidos lotes mediante tarjetas. Implicando de esta manera la calidad y cantidad de producción requerida en el tiempo exacto (Hernández y Vizán, 2013, p. 75).

Esta metodología se enfoca en que cada etapa de producción solo debe fabricar lo que el proceso anterior demande para así alcanzar sincronizar el flujo de materias del proveedor hasta el término del producto (Hernández y Vizán, 2013, p. 75).

Kanban es una porción del universo Lean Manufacturing la cual se creó con la finalidad de tener el control de los niveles de stock, sistema productivo y el abastecimiento de insumos para la fabricación (Sundar, Balaji y SatheeshKumar, 2014, p. 1879).

El número de Kanban necesario en los procesos puede ser calculado, se basa en el método de ensayo error y puede ajustarse según se convenga la situación de acuerdo al tiempo de ciclo y al tiempo de entrega del VSM (Socconini, 2008, p. 282).

$$N^{\circ} \text{ Kanban} = \frac{\text{Lead Time}}{\text{Takt time} \times \text{tamaño de lote}} + \text{factor seguridad}$$

Díagrama Spaghetti

Este Diagrama va marcando el camino de los materiales en las fases de producción sirviendo para comprender el flujo del sistema productivo que va desde el almacenamiento de materiales, etapa productiva y termina en la etapa de almacenamiento productos terminados. (Socconini, 2008)

Layout

Según Klein y Simokura (2000) un Layout es “el proceso de crear una representación física precisa de un dibujo de ingeniería que se ajusta a las restricciones impuestas por el proceso de fabricación, el flujo de diseño y los requisitos de rendimiento que se muestran factibles por simulación” (p. 2).

Madariaga (2013) sostiene que diseñar un layout de planta es una manera gráfica de detallar los flujos de material además de complementar excelentemente al VSM (p. 228).

Productividad

La productividad para Garcia es considerada como una relación establecida entre los productos que se han obtenido durante un periodo y todo lo que fue utilizado para realizar dicha fabricación o elaboración ya sean insumos, materiales, personal, capital, etc (García, 2011).

El autor de ese concepto puntualizo y expreso a la productividad en una formula como sigue:

$$\textit{Productividad} = \textit{Eficiencia} \times \textit{Eficacia}$$

Un concepto similar es el definido por Carro y González quien escribe que la productividad es una paridad entre la cantidad de capital utilizados y la cantidad de productos y servicios producidos (Carro y Gonzalez, 2012).

La productividad segun Garcia puede aumentar y para que esto sea realidad considera tres puntos clave para ejecutar con éxito esta posibilidad:

- Incrementar el numero de unidades producidas y manteniendo los mismos recursos para su producción.
- Disminuir el consumo de recursos y mateniendo la misma producción.
- Producir más y disminuir los recursos de producción, es decir realiar el experimento en simultaneo y a la misma proporción.

La importancia de la productividad recae en que gracias a ella se produce una la reacción en cadena en el sistema productivo, esto se ve reflejado en una producción de calidad, precios bajos, trabajo permanente para los operarios, eficiencia laboral y persistencia en el tiempo de la empresa y beneficio colectivo (García, 2005, p. 10).

La Productividad puede ser de 3 tipos según García (2005):

- Productividad Total: relación entablada entre lo que se produce y lo que se consume para producirlo. Cuando la empresa utiliza solo un bien para producir el cálculo de la productividad se vuelve sencilla, pero cuando existe la intervención de varios factores tales como materiales, mano de obra, etc., la situación para el cálculo es un tanto más engorrosa pero más realista y apegada a la situación.
- Productividad Multifactorial: es la serie de producción y capital por hora hombre.
- Productividad Parcial: es la relación que existe entre productos aislados y cada uno de los factores intervinientes.

Como se ha descrito anteriormente en sus diversas formas a la productividad se puede ser más específico en el uso adecuado del tema es por ello que la presente investigación se enfocará en la productividad parcial.

Eficiencia

Sostener las metas trazadas consumiendo los insumos menos posible que se pueda es lo que nos define García para conceptualizar la eficiencia (García, 2011).

“Grado de consumo de la mano de obra expresado en términos de tiempo y unidades producidas” (Carro y González, 2012, p. 5).

Concluye de semejante manera Quijano y Navarro (1999) quien comenta la idea “salidas conseguidas/entradas utilizadas” (p. 20).

Eficacia

García desarrolló el concepto de eficacia afirmando que “Es una relación existente entre los productos fabricados o elaborados y la planificación sincronizada para dicha elaboración de productos. García” (p. 17).

Una afirmación entablada similarmente como se expuso en el párrafo anterior es la de Cruelles quien aduce que la eficacia es la relación entre los recursos utilizados para producir y la cantidad de productos alcanzados (Cruelles, 2012).

1.4. Formulación del problema

1.4.1. Problema General

¿De qué manera la aplicación de Value Stream Mapping mejorara la Productividad en el proceso de fabricación de pre-marcos metálicos para ventanas en la empresa Kaisa SAC, Los Olivos, 2019?

1.4.2. Problemas Específicos

- ¿De qué manera la aplicación de Value Stream Mapping mejorara la Eficiencia en el proceso de fabricación de pre-marcos metálicos para ventanas en la empresa Kaisa SAC, Los Olivos, 2019?
- ¿De qué manera la Aplicación de Value Stream Mapping mejorara la Eficacia en el proceso de fabricación de pre-marcos metálicos para ventanas en la empresa Kaisa SAC, Los Olivos, 2019?

1.5. Justificación del estudio

a. Justificación económica:

En un mundo empresarial globalizado y competitivo como el que vivimos hoy en día es necesario optimizar los recursos para lograr una continuidad a lo largo del tiempo y ofrecer nuestros productos y servicios a los clientes de manera rápida y practica y sean ellos los que valoren nuestro esfuerzo y así inclinar su preferencia asegurando un lugar en el mercado de manera prospera es por ello que este trabajo de grado trata de absorber todos los conocimientos científicos necesarios para aplicarlos en beneficio propio de la empresa en estudio y desarrollar los mecanismos necesarios para la

reducción de costos operativos y aumentar la rentabilidad mediante la aplicación de la herramienta lean VSM.

b. Aporte práctico

Según Bernal (2010) explica que: “una investigación es considerada con aporte práctico al identificar y resolver problemáticas proponiendo de manera estratégica que contribuye al cambio para lograr su resolución.” (p. 106).

Este trabajo de tesis aborda de manera detallada una serie de problemas que enfrenta la empresa en sus procesos de fabricación las cuales no eran posibles detectar sin un previo análisis externo e interno de la situación, es por ello que se adoptó todos los mecanismos y metodologías para conseguir un Diagnóstico más claro y poder tomar las decisiones más convenientes y plantear las soluciones más idóneas sosteniéndose en las teorías más recientes para obtener una mejora significativa para la empresa.

c. Relevancia social

La competitividad empresarial a lo largo de las últimas décadas ha generado gran opresión sobre la clase trabajadora con el fin de subsistir en el tiempo, muchas veces sin tomar en cuenta el capital más valioso para una empresa que es el capital humano, sin darse cuenta en la importancia que es tomarlo en cuenta para dar un giro más exitoso y eficiente. Es por ello que este trabajo de investigación tiene como uno de sus fines beneficiar al personal de la empresa para que pueda entender, aprender y capacitar las buenas maneras de trabajo con técnicas y conocimientos teóricos y lograr que sean más eficiente en sus labores sin la necesidad del sobre trabajo en ambientes adecuados y con el compromiso de cada uno de ellos, es por ello que la aplicación de Value Stream Mapping tiene una importante relevancia social en la empresa al aplicarse.

d. Aporte metodológico

Bernal (2010) afirma que: “un trabajo científico, el aporte metodológico del estudio se da cuando el proyecto da una propuesta o infunde una nueva metodología o estrategia para generar conocimiento confiable” (p. 106).

Así como este trabajo de tesis se ha soportado sobre otros trabajos similares, este documento servirá de guía para futuros estuDIÁntes quienes busquen aplicar una herramienta practica para la situación de sus respectivas problemáticas, enfocándose en la innovación y creatividad para plasmar a los diversos problemas existentes ya que no todas las situaciones son iguales, es importante encontrar la forma para solucionar los problemas.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis General

- La aplicación de Value Stream Mapping mejora la Productividad en el proceso de fabricación de pre-marcos metálicos para ventanas en la empresa KAISA SAC, Los Olivos, 2019.

1.6.2. Hipótesis Específicos

- La aplicación de Value Stream Mapping mejora la Eficiencia en el proceso de fabricación de pre-marcos metálicos para ventanas en la empresa KAISA SAC, Los Olivos, 2019.
- La aplicación de Value Stream Mapping mejora la Eficacia en el proceso de fabricación de pre-marcos metálicos para ventanas en la empresa KAISA SAC, Los Olivos, 2019.

1.7. Objetivos de la Investigación

1.7.1. Objetivo General

- Determinar de qué manera la aplicación de Value Stream Mapping mejorara la Productividad en el proceso de fabricación de pre-marcos metálicos para ventanas en la empresa KAISA SAC, Los Olivos, 2019.

1.7.2. Objetivos Específicos

- Determinar de qué manera la aplicación de Value Stream Mapping mejorara la Eficiencia en el proceso de fabricación de pre-marcos metálicos para ventanas en la empresa KAISA SAC, Los Olivos, 2019.

- Determinar de qué manera la aplicación de Value Stream Mapping mejorara la Eficacia en el proceso de fabricación de pre-marcos metálicos para ventanas en la empresa KAISA SAC, Los Olivos, 2019.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de investigación

2.1.1. Tipo de investigación

El presente trabajo de grado corresponde al tipo de investigación aplicada ya que busca la resolución de problemas ante un contexto definido en la cual encuentra las bases en los conocimientos científicos relacionadas a una situación similar por la cual es posible plasmar y amoldar para satisfacer necesidades concretas.

Para Cegarra (2012), “resuelve problemáticas desarrollando conceptos e innovando mejoras para los procesos, incrementando los índices en calidad y productividad” (p. 42).

2.1.2. Enfoque de la investigación

Debido a que, en esta tesis de grado, se ha recolectado y analizado información expresados en números y fórmulas matemáticas por la misma naturaleza en que se aborda la problemática y se plantean los objetivos, el estudio tiene un enfoque cuantitativo.

Hernández, Fernández y Baptista, (2010), sostiene que el enfoque es cuantitativo porque considera que “reúne datos para demostrar la hipótesis planteada, basándose mediciones numéricas y el análisis estadístico estableciendo modelos de conducta.”(p.4).

2.1.3. Nivel de investigación

Este estudio de investigación tiene el fin y la característica de ser explicativo por lo que intenta aclarar la conducta de una variable respecto de una u otras varias donde existe una relación causa efecto.

Las investigaciones de carácter explicativo no solo describen conceptos teóricos sino que están orientados a contestar las causas de hechos, eventualidades y fenómenos explicando la manifestación de las ocurrencias del comportamiento de las variables relacionadas (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

2.1.4. Diseño de investigación

En este trabajo de investigación la variable independiente afecta a la variable dependiente por lo que se considera de diseño cuasi-experimental.

Esquema:

G: O₁ - X - O₂

Dónde:

G: Grupo experimental

O₁: Pre-Test (Productividad)

X: Tratamiento (Value Stream Mapping)

O₂: Post-Test (Productividad)

Las investigaciones cuasi experimentales tienden a manipular intencionalmente la variable independiente afectando la relación con una o más variables dependientes, por lo que se diferencian de otros diseños por el grado de seguridad o confiabilidad sobre grupos iniciales, Comprendiendo de esta manera diseños con pre test y post test con un grupo de control no aleatorio (Valderrama, 2013).

2.2. Variables y operacionalización

2.2.1. Variable independiente: Value Stream Mapping

- **Definición conceptual:**

Madariaga (2013): “Value Stream Mapping es una representación gráfica, mediante símbolos específicos, del flujo de materiales y del flujo de información a lo largo de la corriente de valor de una familia de productos dentro de la fábrica, de puerta a puerta, de la recepción a expediciones” (p. 244).

- **Definición operacional:**

Sistema mediante el cual permite la evaluación de los procesos para identificar los desperdicios de una cadena de valor, estos se ven reflejados en el Tiempo de Ciclo y el Lead Time, los cuales son medibles y cuyo registro de información es a través de las fichas de recolección de datos.

2.2.1.1. Dimensión 1: Tiempo de Ciclo

Madariaga (2013): “Es el tiempo que transcurre entre la obtención de dos piezas consecutivas a la salida de un proceso” (p. 79).

$$TCT = \sum TC$$

TCT: Tiempo de Ciclo Total (minutos)

TC= Tiempo de Ciclo del Proceso (minutos)

2.2.1.2. Dimensión 2: Lead Time

Es el tiempo que transcurre desde la llegada a la fábrica de la materia prima de un producto hasta que éste, una vez terminado, es expedido. (Madariaga, 2013)

$$LT = \frac{IVN}{DC}$$

LT: Lead Time (días)

IVN: Inventario en unidades.

DC: Demanda del cliente en unidades/día

2.2.2. Variable dependiente: Productividad

- Definición conceptual:

García (2011), argumenta que la productividad “Es la relación entre los productos logrados y los insumos que fueron utilizados o los factores de la producción que intervinieron” (p. 17).

$$Productividad = Eficiencia \times Eficacia$$

- Definición operacional:

Productividad es un indicador que se evalúa mediante la eficiencia y la eficacia, calculadas teniendo en cuenta tiempo útil y tiempo total, las unidades producidas y unidades programadas, cuya información es recopilada en las fichas de recolección de datos.

2.2.2.1. Dimensión 1: Eficiencia

García (2011): “Es la relación entre los recursos programados y los insumos utilizados realmente” (p. 16).

$$Efn = \frac{TP}{TRU} \times 100\%$$

Efn: Eficiencia (%)

TP: Tiempo programado (horas)

TRU: Tiempo realmente utilizado (horas)

2.2.2.2. Dimensión 2: Eficacia

García (2011): “Es la relación entre los productos logrados y las metas que se tienen fijadas” (p. 17).

$$Eficacia = \frac{UPR}{UPN} * 100$$

Efc: Eficacia (%)

UPR: Unidades Producidas

UPN: Unidades Planificadas

Tabla N° 6: Matriz de Operacionalización de las Variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Value Stream Mapping	Madariaga (2013): “Value Stream Mapping es una representación gráfica, mediante símbolos específicos, del flujo de materiales y del flujo de información a lo largo de la corriente de valor de una familia de productos dentro de la fábrica, de puerta a puerta, de la recepción a expediciones” (p. 244).	Sistema mediante el cual permite la evaluación de los procesos para identificar los desperdicios de una cadena de valor, estos se ven reflejados en el Tiempo de Ciclo y el Lead Time, los cuales son medibles y cuyo registro de información es a través de las fichas de recolección de datos.	Tiempo de Ciclo Madariaga (2013)	$TCT = \sum TC$ <p>TCT= Tiempo de Ciclo Total (minutos) TC= Tiempo de Ciclo por proceso (minutos)</p>	Nominal
			Lead Time Madariaga (2013)	$LT = \frac{INV}{DC}$ <p>LT: Lead Time (día) INV: Inventario en unidades DC: Demanda del cliente en unidades/día</p>	Razón
Productividad	García (2011): “Es la relación entre los productos logrados y los insumos que fueron utilizados o los factores de la producción que intervinieron” (p. 17).	Productividad es un indicador que es evaluado mediante la eficiencia y la eficacia, calculadas teniendo en cuenta las unidades producidas, unidades programadas, tiempo útil y tiempo total, cuya información es recopilada en las fichas de recolección de datos.	Eficiencia García (2011)	$Efn = \frac{TP}{TRU} \times 100\%$ <p>Efn: Eficiencia (%) TP: Tiempo Programado (horas) TRU: Tiempo Realmente Utilizado (horas)</p>	Razón
			Eficacia García (2011)	$Efc = \frac{UPR}{UPN} \times 100\%$ <p>Efc: Eficacia (%) UPR: unidades Producidas UPN: unidades Planificadas</p>	Razón

Fuente: Elaboración propia

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

Se define a población como la recolección de información expresada numéricamente de un grupo de seres, animales u objetos las cuales poseen similitud en sus características (Quezada, 2010).

En esta tesis de grado la población que ha sido considerada es toda la fabricación durante 18 meses de la línea de pre-marcos metálicos para ventanas, dicho periodo de tiempo es lo que perdura el contrato de producción.

2.3.2. Muestra

La muestra representa un sub-conjunto de la población reflejando exactamente las mismas particularidades del universo, siempre y cuando se utilice adecuadamente las técnicas para el muestreo (Valderrama, 2013).

La muestra para esta tesis de grado quedara establecida por la fabricación de pre-marcos metálicos para ventanas elaboradas durante 66 días.

2.3.3. Selección de la unidad de análisis

Este trabajo investigativo está orientado en todo el sistema productivo para la línea de fabricación de pre-marco metálicos para ventanas, las cuales se laboran en turnos diurnos, 5 días a la semana de 8 horas/día.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Técnicas

Las técnicas para recoleccionar datos son un conjunto de reglas y procedimientos que facultan a los investigadores conseguir información concerniente para alcanzar los objetivos trazados en una investigación (Hurtado, 2012).

Arias precisa que las técnicas de recolección de datos son principalmente la observación, la entrevista, la encuesta, cuestionario y la recopilación documentaria, estas técnicas pueden usarse según sea el caso específico en particular (Arias, 2012).

Para este trabajo de investigación es pertinente utilizar como técnica de recolección de datos a la observación directa, las cuales estarán presentes a través de las dimensiones e indicadores.

2.4.2. Instrumentos

Es el mecanismo utilizado por los investigadores para realizar el registro de los datos de la o las variables del proyecto (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

Para desarrollar los fines de este trabajo de investigación se precisó utilizar registros para la toma de tiempos, registro para recolectar datos de la producción y los DÍAgramas de análisis de procesos.

2.5. Métodos de análisis de datos

Para medir la mejora de la aplicación de VSM en la empresa Kaisa S.A.C, se efectuó indicadores para llevar el control, y el análisis de los datos usando la estadística descriptiva, así como también el análisis inferencial

Estadística Descriptiva: según Cordova (2003), “la estadística descriptiva es el conjunto de metodologías estadísticas que facilitan su entendimiento con el apoyo tablas, gráficos y el análisis matematico” (p.1).

Estadística Inferencial: Para Hernández el objetivo de la estadística inferencial es lograr probar la hipótesis planteada (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

Para el presente trabajo de investigación se procederá a probar la normalidad de la información numérica de la productividad, eficiencia y eficacia, pre y post prueba de Shapiro Wilk, para cuyos resultados ya sea de comportamiento norma o no normal se usara la prueba de T-student o Wilcoxon respectivamente.

2.6. Aspectos éticos

La autenticidad y veracidad de este trabajo de grado esta aseverada por el autor cuyos datos y resultados, están debidamente referenciados bibliográficamente, de tal manera de cumplir con las normativas decretadas por la Universidad Cesar Vallejo.

Cabe mencionar que este trabajo preserva discretamente la información brindada por la empresa (Suñé, Gil y Arcusa, 2004).

2.7. Desarrollo de la Propuesta

2.7.1. Situación actual

KAISA S.A.C es una organización situada en Lima distrito de los Olivos, de capitales peruanos que empezó a operar en el 2013. Cuenta actualmente con locales respectivamente implementadas para el rubro metalmecánico, además de tener un staff de ingenieros quienes llevan a cabo proyectos de ingeniería. Además de ello la empresa ejecuta proyectos de mantenimiento industrial ya sea para equipos e infraestructura para diferentes tipos de sectores como el comercial, pesquero, minero, farmacéutico y obras públicas poseyendo operarios respectivamente calificados.



Figura N° 10: Kaisa S.A.C

Fuente: Kaisa S.A.C

Visión: En el 2023 ser una organización de renombre en el sector metalmecánico caracterizado por brindar calidad, seguridad y compromiso con sus clientes.

Misión: Metalmecánica que ofrece productos y servicios desarrollando, produciendo, distribuyendo y comercializando al sector industrial, brindando asesoría técnica posventa de manera oportuna y confiable cumpliendo con los requerimientos de calidad exigidos en el mundo competitivo.

Organización

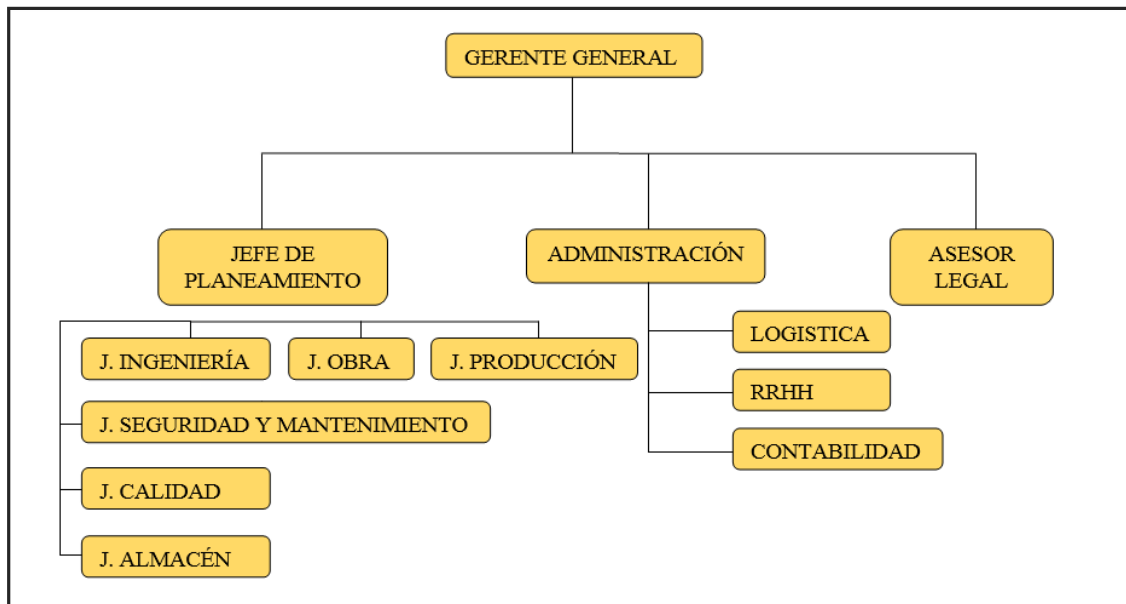


Figura N° 11: Organigrama.

Fuente: Elaboración Propia

Productos

La empresa ofrece a sus distinguidos clientes una variabilidad de productos fabricados con las exigencias dentro de los estándares de calidad, es así que fabrica todo tipo de estructuras para infraestructura para edificios, naves industriales, centros comerciales tales como barandas, vigas, columnas, tijerales, ventiladores, carpintería metálica, soporteria piping, sistemas contra incendios, etc., para ello utiliza una serie de perfiles metálicos tales como canales U, vigas H, tubos de diferentes diámetros, tubos redondos y cuadrados, ángulos, etc.



Figura N° 12: Productos de fabricación.

Fuente: Elaboración Propia

DÍagnóstico de la empresa

La empresa en estudio fue sometido a un DÍagnóstico para identificar a los consumidores de mayor importancia por demanda en volumen de producción, como se muestra en la tabla continua:

Tabla N° 7: Clientes por volumen de producción

Cliente	% Volumen de Producción
Consortio Ica	54
Compañía de minas Buenaventura	18
Refinería Cajamarquilla	12
Pesquera DÍAmante	10
Medifarma	4
TASA	2
Total	100

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro anterior es posible apreciar los usuarios más importantes considerando a los de mayor porcentaje de consumo por volumen producción es el Consortio Ica, la cual se encuentra ejecutando actualmente las obras de construcción del Nuevo establecimiento penitenciario de Ica, es por este motivo que se ha considerado uno de los principales clientes para el presente estudio y para la construcción del VSM.

Tabla N° 8: Participación de Productos del cliente Consorcio Ica al mes.

Producto	Demanda (Unidades)	Precio de venta	Ingresos por ventas	% Participación
Pre-Marco para Ventanas	528	S/. 80.00	S/. 42,240.00	39.68%
Pre-Marco para Puertas	420	S/. 75.00	S/. 31,500.00	29.59%
Columnas	89	S/. 120.00	S/. 10,680.00	10.03%
Plataformas	100	S/. 95.50	S/. 9,550.00	8.97%
Barandas	56	S/. 55.20	S/. 3,091.20	2.90%
Vigas	70	S/. 100.00	S/. 7,000.00	6.58%
Ventiladores Industriales	6	S/. 400.00	S/. 2,400.00	2.25%
Total		S/.	106,461.20	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla anterior se han anotado los productos tomando en cuenta su demanda así como también considerando los precios de venta del mes, las cuales fueron proporcionados en su mayor parte al Consorcio Ica, en el cuadro se puede ver que el producto con mayor demanda son los Pre-Marcos metálicos para Ventanas, unidad de medida tomada para el estudio en cuestión.

Descripción del Producto seleccionado para el estudio

La empresa Kaisa S.A.C, actualmente se encuentra fabricando carpintería metálica para el Consorcio Ica, la cual se encuentra construyendo el nuevo establecimiento penitenciario de Ica. Parte de esta carpintería metálica corresponde a la producción de pre-marcos, marcos, ventanas y puertas. Para este trabajo de investigación, como se explicó líneas arriba se eligió al pre-marco de ventana V2.7 cuya dimensión son de 800mm ancho y de largo 1200mm, correspondiente al pabellón 12.



Figura N° 13: Pre-Marco V2.7 800x1200mm.

Fuente: Elaboración Propia

Estos elementos son colocados en la etapa previa a la instalación de marcos y puertas, quedando estas empotradas en el concreto, constan de materiales de acero A36 tales como:

- Platina 4"x 3/8" para los vanos.
- Platina 1/8"x 1 1/4"
- Redondo Liso 1/2"

Proceso de Fabricación de los Pre-Marco V2.7 800x1200mm

Recepción de Materiales: esta etapa en la cual se recepción los materiales de los proveedores con las que se fabricaran las estructuras metálicas, estas se almacenan en el almacén de materia prima.



Figura N° 14: Recepción de materiales.

Fuente: Elaboración Propia

Corte: Las platinas y redondos lisos son cortadas en una maquina según las dimensiones Especificadas en el plano de ingeniería.



Figura N° 15: Corte de platinas y redondos lisos.

Fuente: Elaboración Propia

Ensamblado 1: en esta etapa las platinas ya cortadas son armadas de acuerdo a lo que Especifica el plano uniéndolo con puntos de soldadura así como también los redondos lisos que hacen el trabajo de atiesar el pre-marco evitando deformaciones en su traslado.



Figura N° 16: Ensamblado 1 de Pre-Marco
Fuente: Elaboración Propia

Soldadura 1: una vez que el pre-marco esta ensamblado con las platinas principales se procede a soldar las uniones en esquina en el proceso de soldadura Gmaw. Este trabajo es realizado por un soldador calificado según el procedimiento de soldadura competente, cumpliendo con las normas y Especificaciones de fabricación.



Figura N° 17: Soldadura 1 de Pre-Marco
Fuente: Elaboración Propia

Ensamblado 2: en esta etapa se apuntalan las platinas de 1/8" x 1 1/4" perpendicular a la platina de 4" x 3/8", estas van separadas a una distancia de acuerdo a lo establecido en el plano.



Figura N° 18: Ensamblado 2 de Pre-Marco
Fuente: Elaboración Propia

Soldadura 2: luego de colocar las platinas de enganche se procede a soldar cada una de ellas, esta junta es del tipo “T”, realizado en el proceso de soldadura Gmaw.



Figura N° 19: Soldadura 2 de Pre-Marco
Fuente: Elaboración Propia

Inspecciones: Después del proceso de soldadura se realiza la inspección para su control dimensional, inspección visual de soldadura e inspección por líquidos penetrantes.

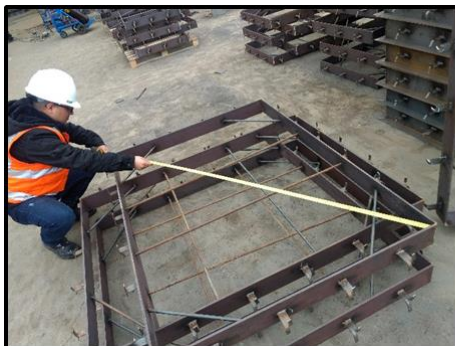


Figura N° 20: Limpieza Mecánica de Pre-Marco
Fuente: Elaboración Propia

Limpieza: en esta esta etapa se realiza la abertura y doblado de las platinas de enganche, seguidamente con amoladora y cincel se procede a la limpieza de las rebabas y salpicaduras por soldadura.



Figura N° 21: Limpieza Mecánica de Pre-Marco
Fuente: Elaboración Propia

Almacenado de productos terminados: en esta etapa se procede a almacenar los productos apilados sobre parihuelas de madera para posteriormente ser trasladados a obra.



Figura N° 22: Almacén de productos terminados
Fuente: Elaboración Propia

DÍagrama de Análisis de Procesos (DAP)

A continuación se presenta el DÍagrama de operaciones para la fabricación de los Pre-Marcos metálicos para Ventana.


DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS												
					RESUMEN							
					ACTIVIDAD			CANTIDAD	TIEMPO			
AREA DE TRABAJO :	PLANTA DE FABRICACIÓN KAISA S.A.C				OPERACIÓN	●	9	89.00				
PRODUCTO:	PRE-MARCO V2.7 800X1200mm				INSPECCIÓN	■	3	12.6				
METODO:	ACTUAL				ESPERA	◐	6	29.2				
	PROPUESTO				TRANSPORTE	➔	7	18.0				
					ALMACENAMIENTO	▼	1	2.5				
					TOTAL			26	151.33			
PROCESOS	N°	DESCRIPCIÓN	DISTANCIA (metros)	TIEMPOS (Minutos)	ACTIVIDAD					AGREGA VALOR		
					●	■	◐	➔	▼	SI	NO	
CORTE	1	TRASLADAR MATERIAL A MAQUINA	42.5	5.48								X
	2	COLOCAR MATERIAL EN LA MAQUINA		2.52	●							X
	3	CORTE DE MATERIAL		2.90	●					X		
	4	ESPERA		3.52			◐					X
	5	INSPECCIÓN		2.12		■						X
ENSAMBLADO 1	6	TRASLADO A ZONA DE ARMADO	8.12	1.51								X
	7	ESPERA		3.08			◐					X
	8	ARMADO Y APUNTALADO		20.06	●					X		
SOLDADURA 1	9	TRASLADO A ZONA DE SOLDADURA 1	12.32	1.52								X
	10	ESPERA		5.09			◐					X
	11	PREPARA MAQUINA DE SOLDAR		2.92	●							X
	12	SOLDAR		20.03	●					X		
	13	INSPECCIÓN		5.51		■						X
ENSAMBLADO 2	14	TRASLADO A ZONA DE ARMADO 2	21.42	2.98								X
	15	ESPERA		9.56			◐					X
	16	ARMADO Y APUNTALADO		11.99	●					X		
SOLDADURA 2	17	TRASLADO A ZONA DE SOLDADURA 2	29.64	3.51								X
	18	ESPERA		5.02			◐					X
	19	PREPARA MAQUINA DE SOLDAR		3.00	●							X
	20	SOLDAR		16.96	●					X		
	21	INSPECCIÓN		4.94		■						X
LIMPIEZA	22	TRASLADO A ZONA DE LIMPIEZA	8.18	1.52								X
	23	ESPERA		6.49			◐					X
	24	LIMPIEZA MECANICA CON ESMERIL		5.12	●					X		
ALMACENADO	25	TRASLADO A ALMACEN	12.25	1.51								X
	26	ALMACENADO		2.50								X
TOTAL			134.43	151.33	9	3	6	7	1	6	20	

Figura N° 23: DÍagrama de Operaciones de Procesos Pre-Test.

Fuente: Elaboración Propia

En el DÍagrama de análisis de procesos se puede observar los tiempos promedio de cada actividad, cuya información fue medida en 3 meses, obteniéndose 151.33 minutos de tiempo de Ciclo para producir una unidad. Así también muestra las distancias de los traslados realizados en la planta de fabricación. Además detalla las actividades que agregan valor y las

actividades que no agregan valor, de las cuales de un total de 26 actividades solo 6 agregan valor y 20 actividades por las que el cliente no está dispuesto a pagar y es una oportunidad de mejora.

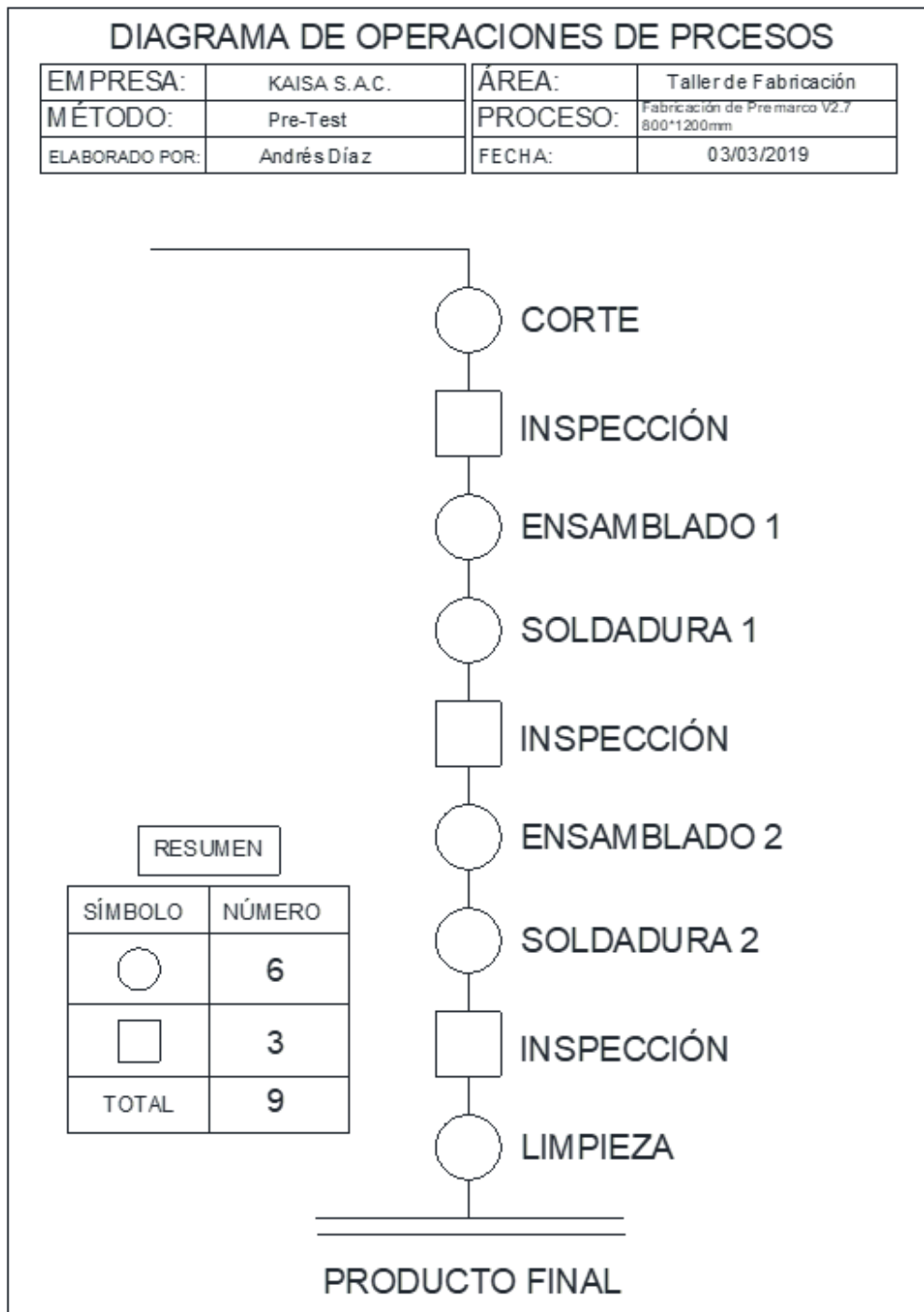


Figura N° 24: DÍAgrama de Operaciones de Procesos.
Fuente: Elaboración Propia

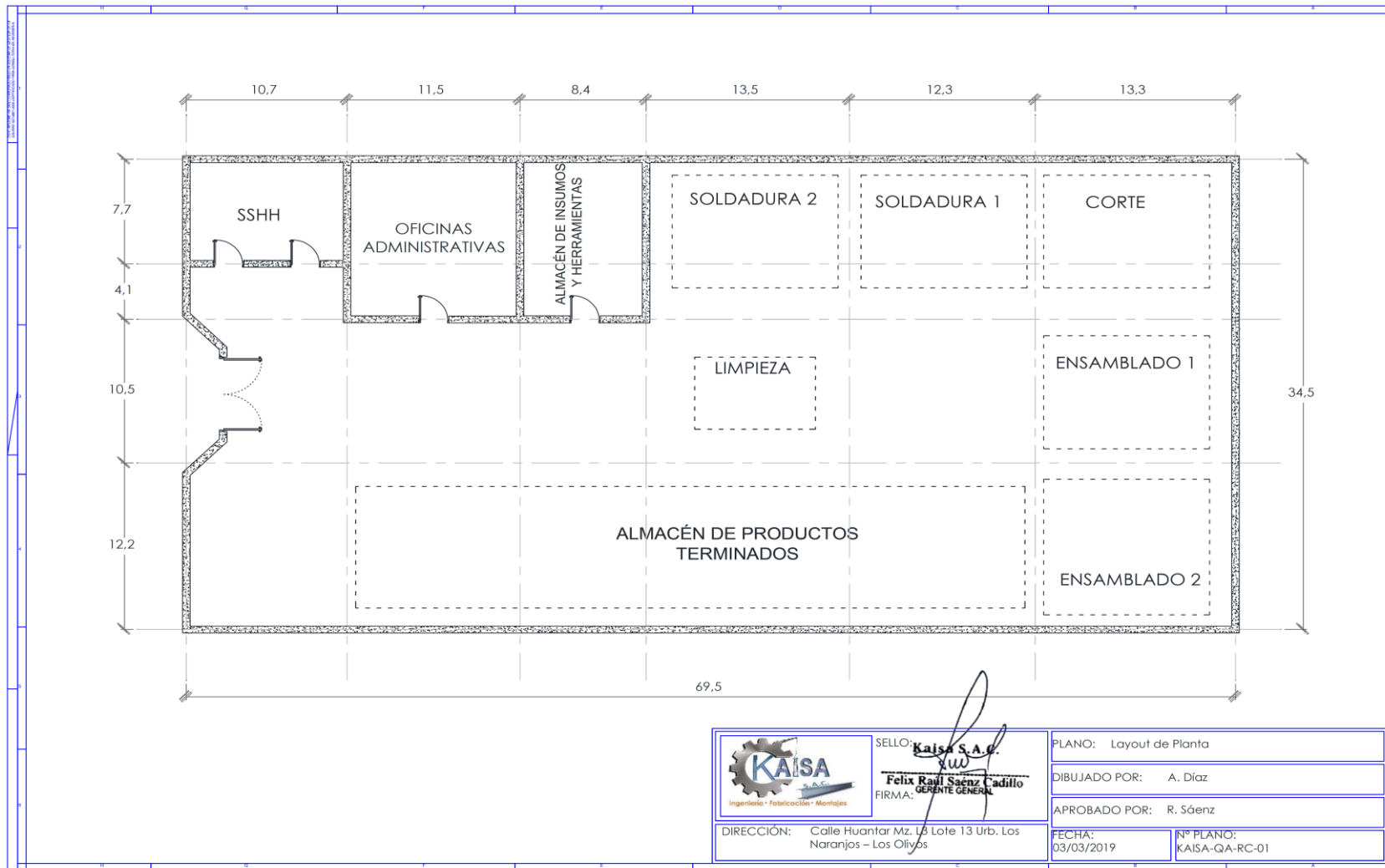


Figura N° 25: Layout de Planta de Kaisa S.A.C.
Fuente: Elaboración Propia

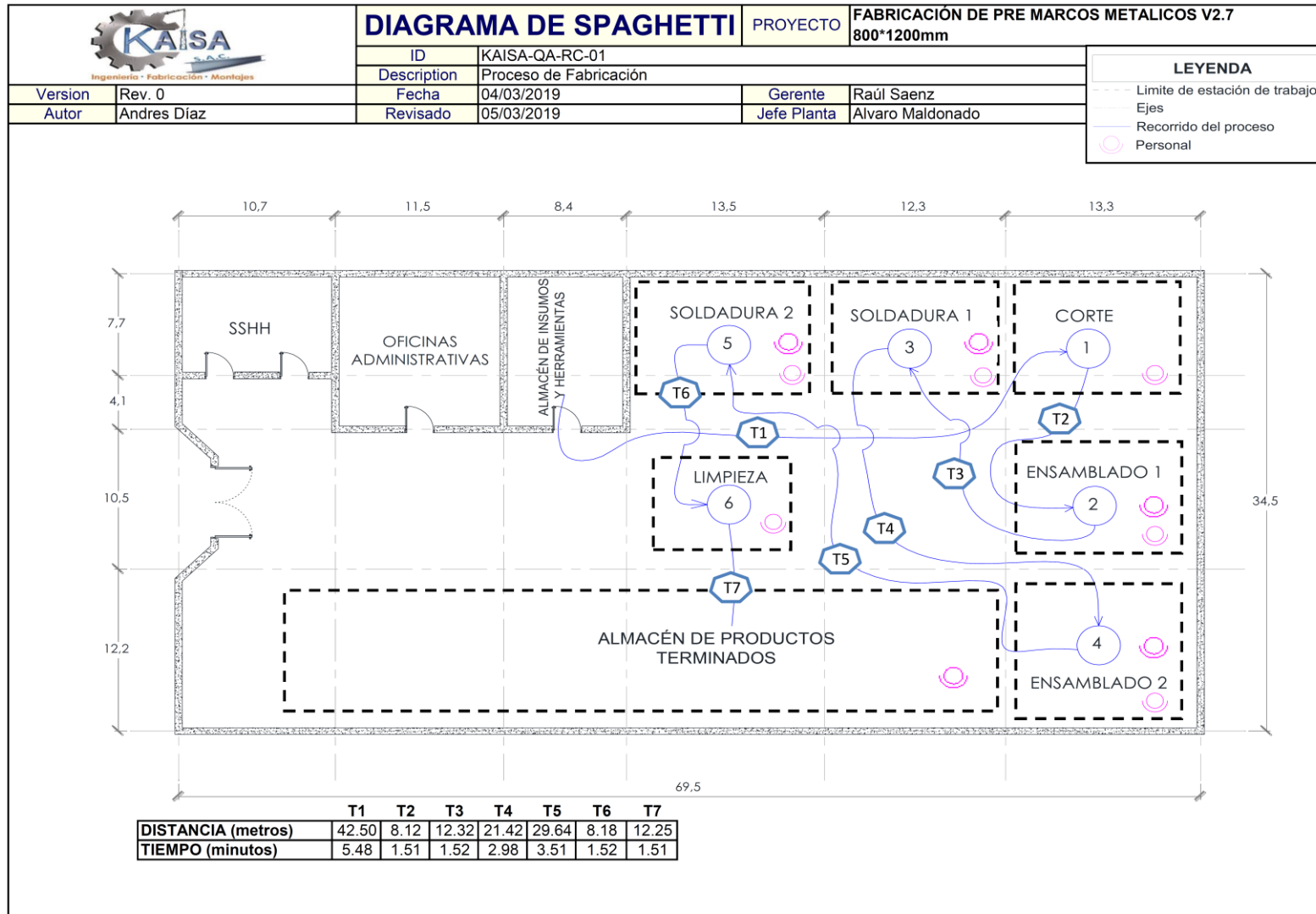


Figura N° 26: DÍAgrama Spaghetti.
Fuente: Elaboración Propia

Del DÍAgrama de operaciones (DOP), se puede observar que existen 6 operaciones y 3 inspecciones. Para tener una idea más clara de la real situación de la planta de fabricación de pre-marcos para ventana V2.7 800x1200mm, se ha trazado el layout de planta con las áreas o estaciones de trabajo donde se realizan las diversas actividades, así mismo muestra las dimensiones. Este plano fue realizado en el mes de marzo antes de la implementación del presente estudio. Luego de tener trazado el layout de planta se procedió a realizar el DÍAgrama de spaghetti la cual representa el traslado de los pre-marcos para ventanas desde el almacén de insumos hasta el área de productos terminados. Aquí se evidencia el recorrido la cual al no tener un control y planificación adecuada de los movimientos generan desperdicios, tiempos que no agregan valor al producto, así mismo el personal tarda en trasladarse de un lugar en búsqueda de herramientas y materiales, perdiendo tiempo valioso la cual tiene un costo.

Value Stream Mapping del estado actual (Mapa de Flujo de Valor

Tiempo de Ciclo

En seguida se muestra la tabla con el resumen de tiempos de ciclo por procesos, obtenidas por la sumatoria de cada actividad correspondiente, los datos fueron recolectados durante 66 días (3 meses), también se calculó el promedio del tiempo de ciclo por proceso y por mes.

Tabla N° 9: *Tiempo de Ciclo por Proceso Abril-Mayo.*

PROCESO	TIEMPO DE CICLO (minutos)			PROMEDIO
	ABRIL	MAYO	JUNIO	
CORTE	16.3	16.1	17.2	16.5
ENSAMBLADO 1	24.6	24.5	24.9	24.6
SOLDADURA 1	34.9	35.4	35.0	35.1
ENSAMBLADO 2	24.4	24.5	24.6	24.5
SOLDADURA 2	33.1	33.8	33.3	33.4
LIMPIEZA	12.9	13.2	13.3	13.1
ALMACENADO	4.0	4.0	4.0	4.0
TIEMPO CICLO TOTAL	150.1	151.5	152.4	151.3

Fuente: Elaboración Propia

Se calculó también el Takt Time del proceso para la cual se tiene en cuenta los siguientes datos de la empresa y requerimientos del cliente:

Jornada Laboral	22 Dias/mes	Tiempo Disponible	11880 minutos/mes
Horas x Turno	10 Horas/día	Demanda Mensual	528 unidades/mes
Turnos	1	Demanda Diaria	24 unidades/día
Descanso x Turnos	60 Minutos		

$$Takt\ Time = \frac{Tiempo\ Disponible}{Demanda\ mensual} = \frac{11880\ minutos/mes}{528\ unidades/mes} = 22.5\ minutos/unidad$$

Como se muestra en la figura N°25 se realizó el mapa de flujo de valor (Value Stream Mapping), que nos permitió ver el estado actual de los procesos de fabricación de la empresa para el producto seleccionado. Del mapa de flujo de valor y los datos obtenidos anteriormente se procedió a comparar el tiempo de ciclo y el takt time.

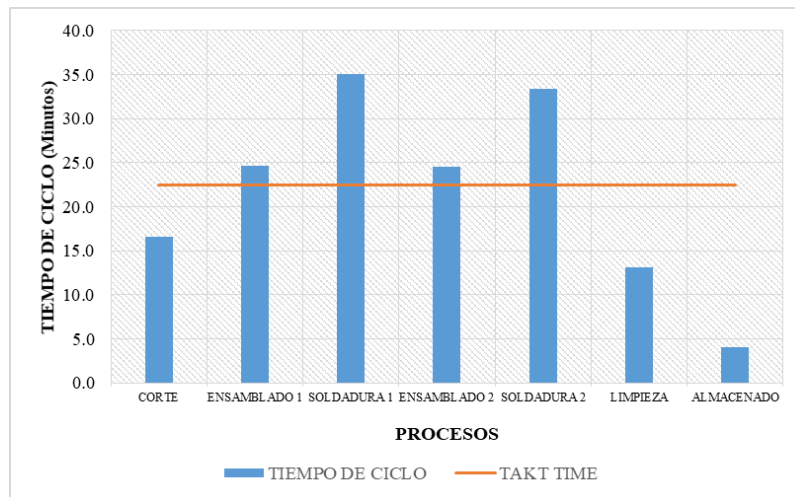


Figura N° 27: Tiempo de Ciclo vs Takt Time.
Fuente: Elaboración Propia

De la figura N° 27 se puede observar que existen procesos más rápidos y otros más lentos, cuellos de botella en los procesos de ensamblado 1 y 2, soldadura 1 y 2, las cuales originan un retraso en la producción y sobre inventario entre cada proceso.

Lead Time

Asimismo se recoleccionó datos del número de unidades de inventario entre cada proceso, dicha información se expresa en la siguiente tabla la cual se obtuvo en 3 meses expresando los promedios de los 22 días por mes:

Tabla N° 10: *Inventarios del proceso.*

PROCESOS	INVENTARIO (UNIDADES)		
	ABRIL	MAYO	JUNIO
ALMACÉN	48	48	48
CORTE	34	33	31
ENSAMBLADO 1	24	24	23
SOLDADURA 1	27	24	24
ENSAMBLADO 2	24	24	30
SOLDADURA 2	27	24	26
LIMPIEZA	32	33	38

Fuente: Elaboración Propia

Así también se calculó el lead time por mes de las cuales se obtuvo los siguientes datos según la fórmula:

$$\text{Lead Time} = \frac{\text{Inventario (unidades)}}{\text{Demanda del cliente } \left(\frac{\text{unidades}}{\text{día}}\right)}$$

Tabla N° 11: *Lead Time del proceso - Abril*

PROCESOS	Inventario (Unidades)	Demanda DÍAria (Unidades/Día)	Lead Time (Día)
ALMACÉN	48	24	2.0
CORTE	34	24	1.4
ENSAMBLADO 1	24	24	1.0
SOLDADURA 1	27	24	1.1
ENSAMBLADO 2	24	24	1.0
SOLDADURA 2	27	24	1.1
LIMPIEZA	32	24	1.3
Total			8.9

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 12: *Lead Time del proceso - Mayo*

PROCESOS	Inventario (Unidades)	Demanda DÍAria (Unidades/Día)	Lead Time (Día)
ALMACÉN	48	24	2.0
CORTE	33	24	1.4
ENSAMBLADO 1	24	24	1.0
SOLDADURA 1	24	24	1.0
ENSAMBLADO 2	24	24	1.0
SOLDADURA 2	24	24	1.0
LIMPIEZA	33	24	1.4
Total			8.8

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 13: *Lead Time del proceso - Junio*

PROCESOS	Inventario (Unidades)	Demanda DÍAria (Unidades/Día)	Lead Time (Día)
ALMACÉN	48	24	2.0
CORTE	31	24	1.3
ENSAMBLADO 1	23	24	1.0
SOLDADURA 1	24	24	1.0
ENSAMBLADO 2	30	24	1.3
SOLDADURA 2	26	24	1.1
LIMPIEZA	38	24	1.6
Total			9.3

Fuente: Elaboración Propia

Del VSM y de la tabla N°11, 12 y 13 se puede observar un Lead Time de entre 8.8 a 9.3 días, tiempo que no agrega valor al producto.

Otro factor muy importante para tomar en consideración en Value Stream Mapping es el número de operadores en cada estación de trabajo, estos datos son señalados en la tabla siguiente:

Tabla N° 14: *Tabla de Operadores y Operaciones.*

N° DE OPERACIÓN	OPERADOR	DESCRIPCIÓN	TIEMPO DE CICLO (min/und)	TAKT TIME (min/und)
1	A	CORTE	16.53	22.50
2	B y C	ENSAMBLADO 1	24.65	22.50
3	D y E	SOLDADURA 1	35.07	22.50
4	F y G	ENSAMBLADO 2	24.52	22.50
5	H y I	SOLDADURA 2	33.43	22.50
6	J	LIMPIEZA	13.13	22.50
7	K	ALMACENADO	4.01	22.50
7 operaciones	11 operadores		151.33	22.5

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla anterior se puede observar que hay 7 operaciones y 8 operadores necesarios para la fabricación de pre-marcos metálicos para ventanas, así también se indica el tiempo de ciclo de cada operador y un tiempo total de ciclo para una unidad de 151.33 minutos, evidenciando que existen procesos más lentos y otros más rápidos, lo cual es una oportunidad de mejora.

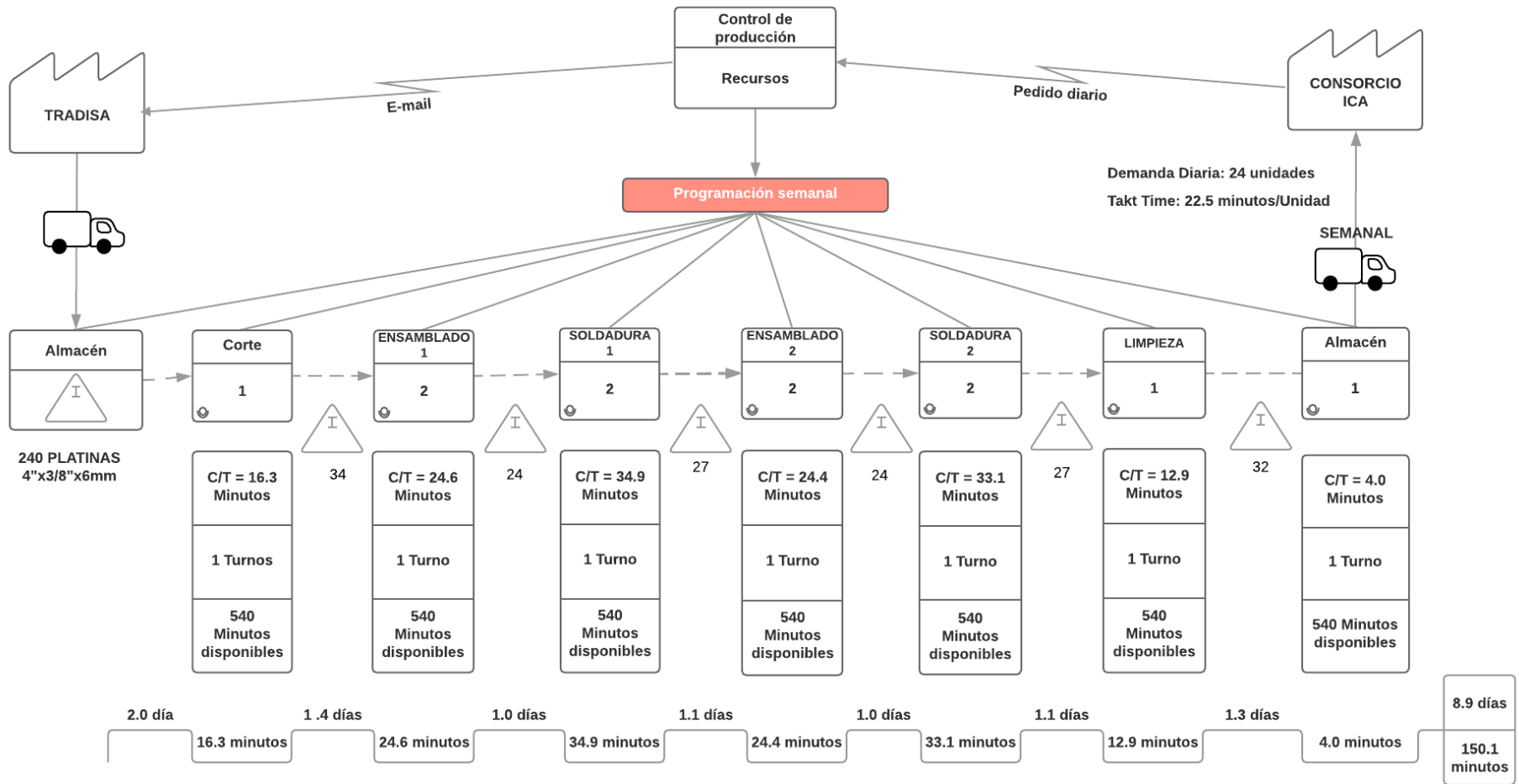


Figura N° 28: Value Stream Mapping del estado actual (Abril)
Fuente: Elaboración propia

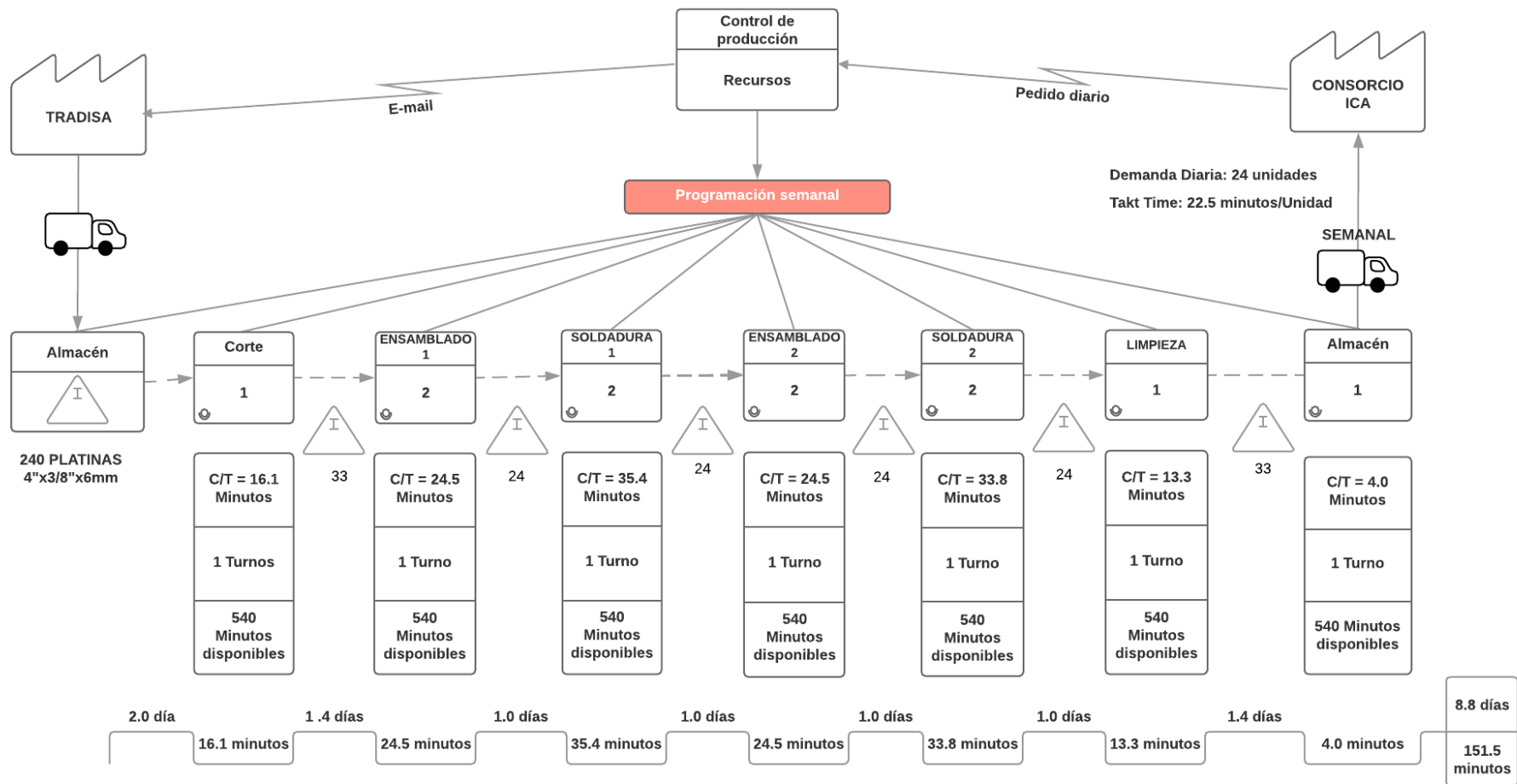


Figura N° 29: Value Stream Mapping del estado actual (Mayo)
Fuente: Elaboración propia

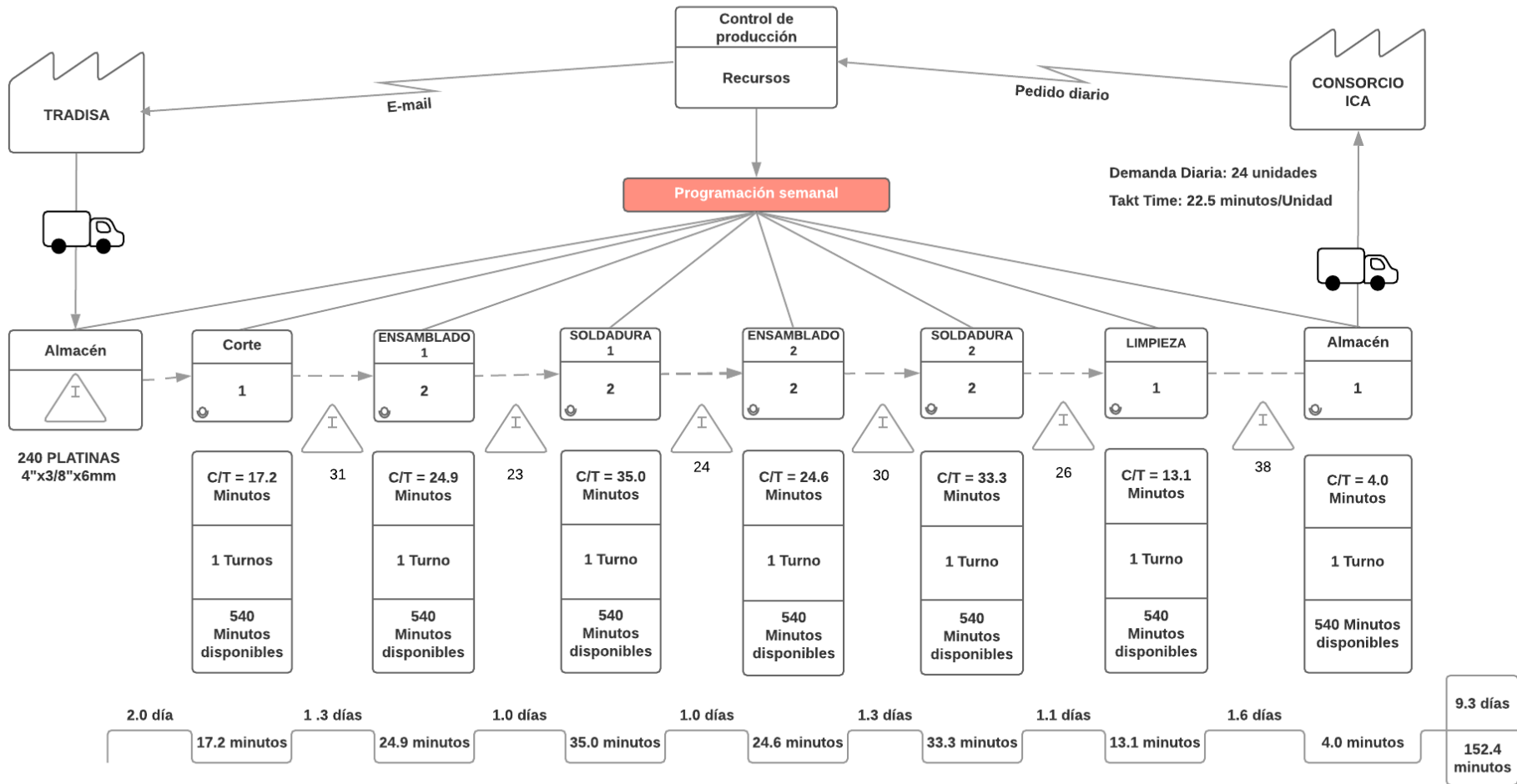


Figura N° 30: Value Stream Mapping del estado actual (Junio)
Fuente: Elaboración propia

Resumen del VSM

Para este trabajo de investigación se realizó el Value Stream Mapping para cada mes, abril, mayo y junio, los datos fueron recolectados durante los 22 días laborables de cada mes. En la tabla siguiente se presenta el resumen del VSM y sus indicadores expresando los promedios de cada mes como muestra de estudio, los registros de los datos se encuentran en los anexos de esta investigación.

Tabla N° 15: Resumen VSM Pre-Test, Abril-Mayo-Junio, 2019.

INDICADORES	ABRIL	MAYO	JUNIO	PROMEDIO
Tiempo de ciclo (minutos)	150.10	151.49	152.41	151.33
Lead Time (Días)	8.9	8.8	9.3	9.00
N° de Operadores	11	11	11	11.00

Fuente: Elaboración propia

Productividad

Tabla N° 16: Eficacia Pre-test Abril-Mayo-Junio, 2019.

Mes	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
Abril	86.57%	75.19%	65.09%
Mayo	87.83%	70.08%	61.55%
Junio	89.70%	72.92%	65.41%
TOTAL			64.01%

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla N° 16 se observa el resumen de la productividad de la empresa la cual fue medida diariamente durante 66 días, la tabla muestra los promedios por mes y el promedio total que es de 64.01%, la cual está por debajo de lo esperado evidenciándose en el incumplimiento de la entrega de unidades en el tiempo requerido por el cliente debido a los cuellos de botella, movimientos innecesarios, el sobre inventario, tiempos que no agregan valor, actividades innecesarias y la capacitación del personal y requiere acciones inmediatas para mejorar.

Eficiencia

Tabla N° 17: Eficiencia Pre-test Abril-Mayo-Junio, 2019.

Mes	Tiempo Programado (Horas)	Tiempo Realmente Utilizando (Horas)	Eficiencia
Abril	198	228.72	86.57%
Mayo	198	225.43	87.83%
Junio	198	220.74	89.70%

TOTAL	594	674.89	88.01%
--------------	------------	---------------	---------------

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 17 se puede observar el comportamiento de la eficiencia en un periodo de tres meses, cuyo promedio es de 88.01%, la cual refleja que existe uso de horas extras.

Eficacia

Tabla N° 18: *Eficacia Pre-test Abril-Mayo-Junio, 2019.*

Mes	Unidades Producidas	Unidades Planificadas	EFICACIA
Abril	397	528	75.19%
Mayo	370	528	70.08%
Junio	385	528	72.92%
TOTAL	1152	1584	72.73%

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar en la tabla N° 18 que el promedio de la eficacia en 3 meses es de 72.73%, este resultado nos indica que el número de unidades producidas dentro de un tiempo programado, no satisface las unidades planificadas en el periodo.

2.7.2. Propuesta de mejora

En esta etapa luego de haber realizado los análisis, medidas, DÍagramas, indicadores, considerando trabajos previos y con las teorías relacionadas al tema se ha logrado conocer las falencias en el proceso productivo para los pre-marcos metálicos producto por la cual es objeto el presente estudio, la cual ha sido motivo de tomar la decisión que sea de mayor beneficencia para la empresa y todos sus colaboradores por lo que se puso en tela de juicio una serie de alternativas, estas metodologías y herramientas fueron analizadas y estudiadas para emplear su aplicación, llegando a la conclusión que la herramienta que mayor y mejor se plasma a la situación actual es el VSM cuya finalidad busca en lo posible reducir o eliminar los desperdicios e ineficiencias de un sistema productivo afectado por el descontrol de sus operaciones, es así que se tomó las siguientes consideraciones para su elección:

- Diseñar y realizar la conexión de los procesos utilizando las técnicas de pull, Fifo y tarjetas Kanban.
- Diseñar y plasmar un flujo continuo con ayuda de la manufactura celular.

Tabla N° 19: *Herramientas de Solución.*

Causas	VSM	
	Kanban	Manufactura Celular
Cuello de botella	x	
Movimientos Innesarios		x
Exceso de inventarios	x	x
Capacitación del personal	x	x
Actividades innecesarias		x
Tiempos que no agregan Valor		x

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar en la tabla anterior las herramientas propuestas para solucionar las causas que afectan la productividad.

2.7.3. Cronograma de ejecución

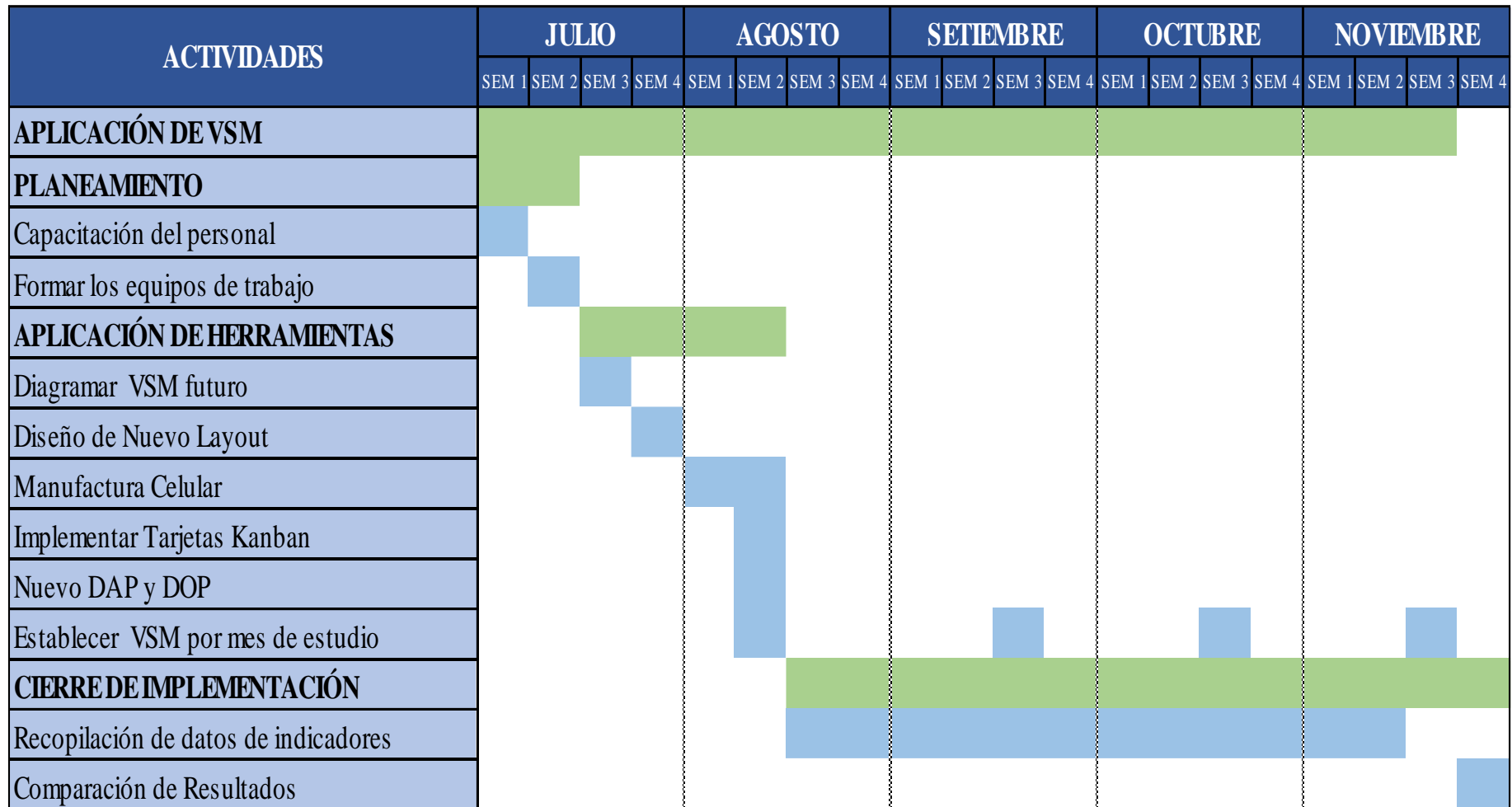


Figura N° 31: Cronograma
Fuente: Elaboración propia.

2.7.4. Presupuesto

Tabla N° 20: Presupuesto de la mejora.

CONCEPTO		MONTO
RECURSOS HUMANOS	CAPACITACIÓN EN VSM	S/.950.00
	CAPACITACIÓN EN MANUFACTURA	S/.950.00
	CAPACITACIÓN KANBAN	S/.950.00
RECURSOS MATERIALES	DÍAGRAMAS, VSM, LAYOUT	S/.220.00
	LIBROS	S/.258.00
	MATERIALES DE ESCRITORIO	S/.150.00
	MATERIALES IMPRESOS	S/.320.00
RECURSOS TECNOLÓGICOS	LAPTOP	S/.3,100.00
	SOFTWARE DE DIBUJO PARA VSM	S/.234.50
	INTERNET	S/.600.00
	MEMORIAS USB	S/.35.00
TOTAL		S/.7,767.50

Fuente: Elaboración propia.

2.7.5. Ejecución de la Propuesta

Capacitación del personal en Value Stream Mapping y Kanban.

Para dar inicio a la implementación se realizó una capacitación al personal involucrado en las actividades de control, donde se dio las charlas sobre conceptos, descripción, usos y pasos a seguir en la implementación del value stream mapping. Esto con el fin de involucrar al personal y concientizar que es una metodología de trabajo que en corto tiempo genera beneficios significativos tanto a la empresa como a toda la organización siempre y cuando tengamos todos los mismos objetivos e ir en la misma dirección.



Figura N° 32: Foto de Asistencia de Capacitación

Fuente: Elaboración propia.

Capacitación del personal en Manufactura Celular.

En esta capacitación se mencionaron los conceptos sobre esta metodología y se coordinó con el personal mediante un intercambio de ideas una nueva distribución de las estaciones de trabajo con el fin de aplicar la manufactura celular considerando la unión de algunas estaciones, teniendo como punto de partida el layout de planta actual así como también el Diagrama de spaghetti y de esta manera disminuir las distancias, por ende también reducir los tiempos que no agregan valor.

Aplicación de Herramientas

Estado Futuro del Value Stream Mapping

El estado futuro del Value Stream Mapping se construyó con la finalidad de aprovechar lo más que se pueda los recursos de tal manera de sincronizar la cadena de valor con las necesidades del cliente, aplicando metodologías que nos ayudó a disminuir los desperdicios o mudas en los procesos, donde se planteó lo siguiente:

- Realizar un nuevo Layout de Planta, donde las estaciones de trabajo se distribuyeron de manera conveniente uno al lado de otro y reducir de esta manera las distancias entre operaciones eliminando así movimientos innecesarios dando fluidez.
- Agrupar las operaciones de ensamblado 1, soldadura 1, ensamblado 2 y soldadura 2 haciéndolas más simples y con un balance de línea se determinará el número de operadores.
- Con las nuevas distancias y la redistribución de la planta se estableció un nuevo Diagrama de spaghetti, DAP Y DOP.
- Establecer por medio de tarjetas kanban e implementación de supermercados el control de la producción por circuitos.
- Se sitúa un Supermarket a la salida del proceso de ensamblado y soldadura, ya que se ha detectado que esta etapa es un cuello de botella. De este modo, el proceso siguiente limpieza retirará la cantidad que necesite cuando la necesite, mediante tarjetas Kanban. Todas estas propuestas se expresaron en el VSM futuro como muestra la figura:

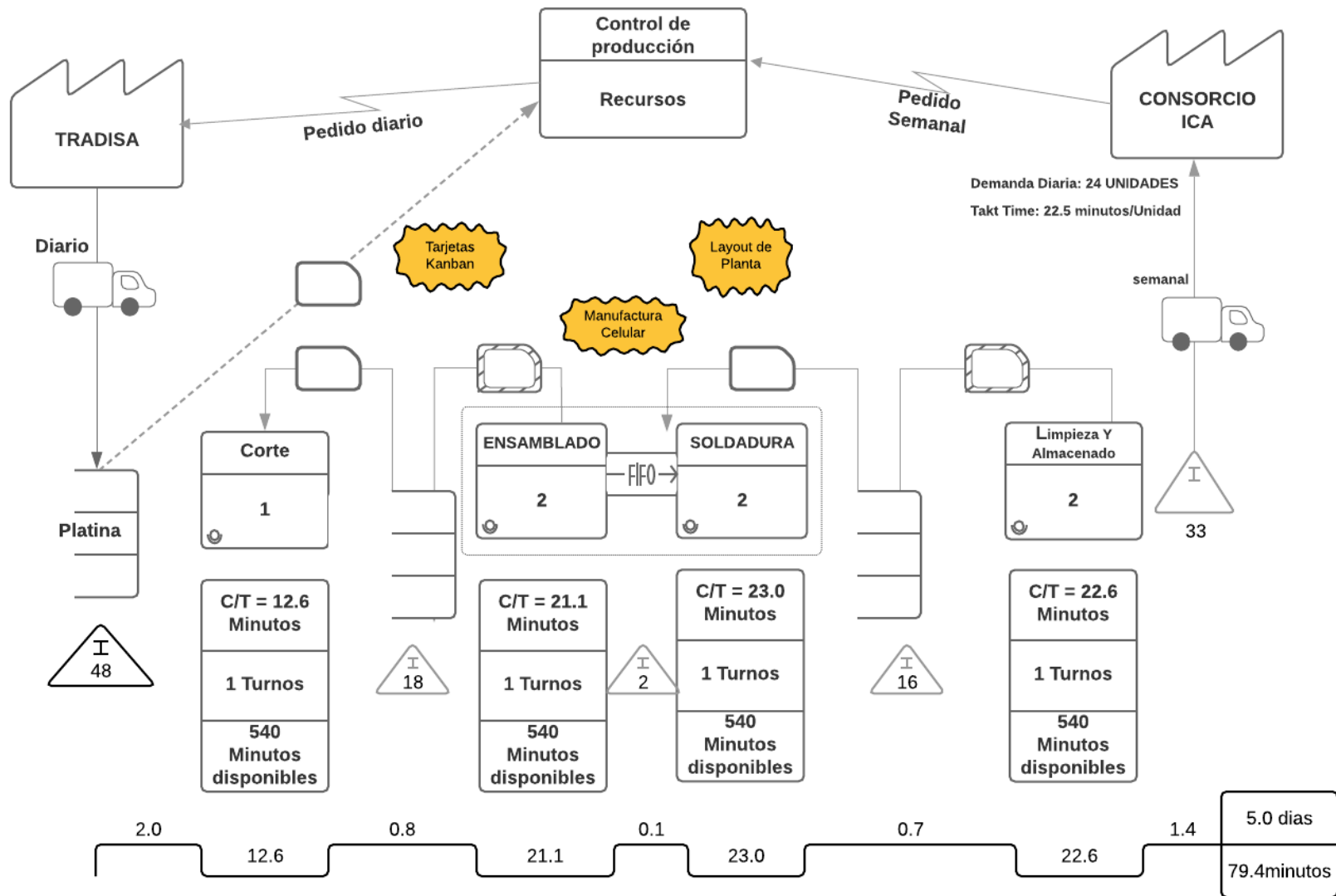


Figura N° 33: Estado Futuro de Value Stream Mapping
Fuente: Elaboración propia.

En base a estas directrices del Value Stream Mapping futuro, se ejecutó la propuesta de mejora para el proceso de fabricación de pre-marcos metálicos V2.7 800x1200mm de la siguiente manera:

PASO 1: Se diseñó un nuevo Layout de planta donde se redistribuyó las estaciones de trabajo de manera secuencial según el proceso de fabricación y basándose en la manufactura celular considerando los tiempos de ciclos parecidos. A continuación se detalla los cambios realizados en el layout y plasmados en planta:

- Cambio de ubicación y unión de la estación de trabajo ensamblado 1 con ensamblado 2, llamándose solo “Ensamble”, entre las zonas de corte y soldadura.
- Cambio de ubicación y unión de la estación de trabajo soldadura 1 con soldadura 2, llamándose ahora solo “soldadura”, entre las zonas de ensamble y limpieza.
- Cambio de ubicación de la estación de trabajo de Limpieza, entre las zonas de soldadura y almacenamiento de productos terminados.
- Debido a la reubicación y unión de estaciones trabajo, se obtuvo un ahorro de espacio en la planta, esta área fue asignada para el almacenamiento de materia prima.
- El plano del layout fue diseñado en el programa de dibujo asistido por computadora AutoCad 2016.
- Las medidas se dieron en metros, siendo estas reales tomadas en campo con cintra métrica metálica.
- El documento fue revisado y aprobado por el gerente general de Kaisa S.A.C.

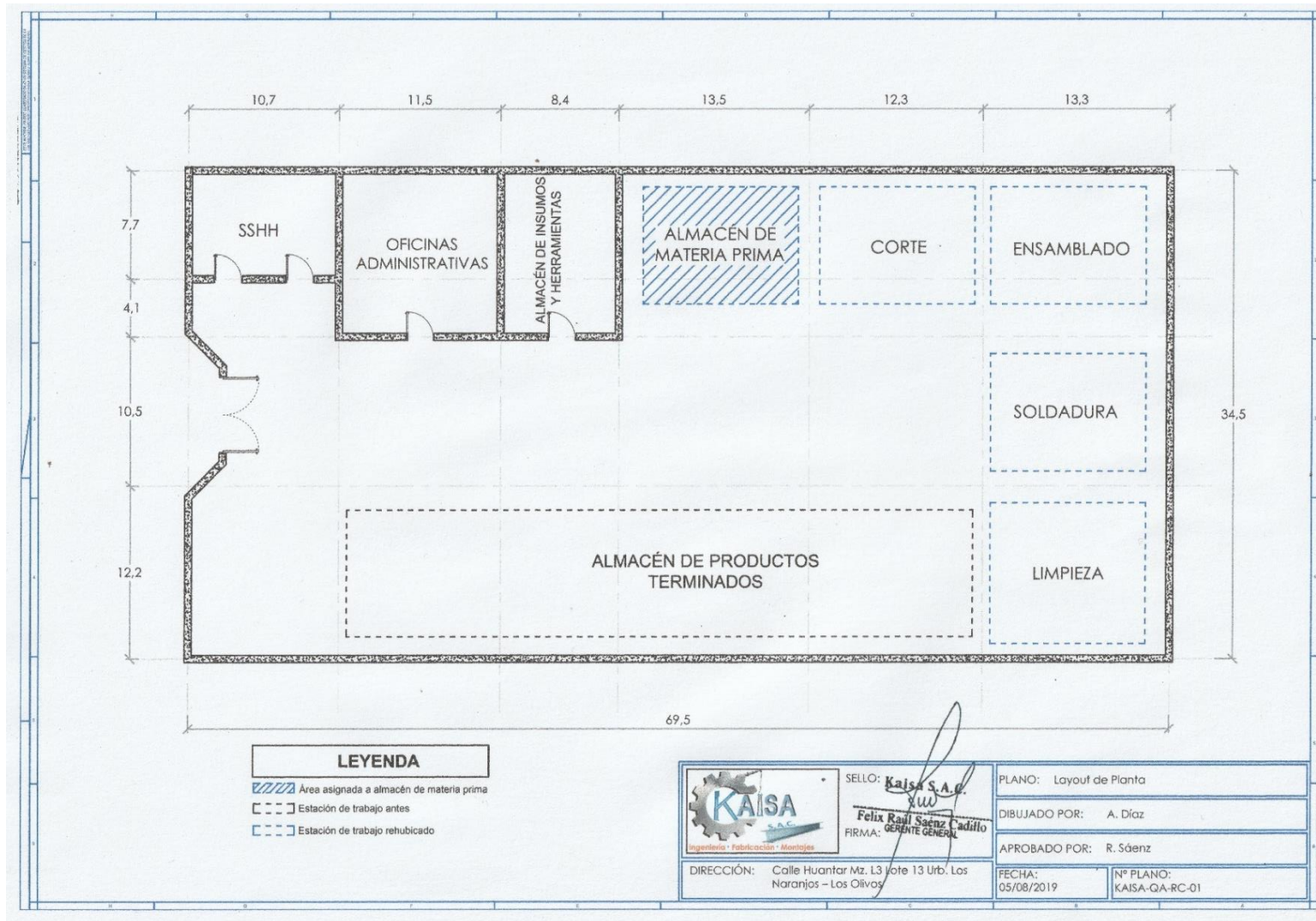


Figura N° 34: Layout de planta Propuesto para la mejora
Fuente: Elaboración propia.

PASO 2: Después de haber redistribuido las estaciones de trabajo se implementó las tarjetas kanban, para el control de la producción mediante instrucciones tal como se propuso en el VSM futuro, estas ayudaron a dar mayor flujo a los inventarios eliminando o reduciendo los excesos. A continuación se detalla dicha implementación:

- Cálculo del número de tarjetas kanban de acuerdo con la fórmula, tomando los datos del VSM:

$$N^{\circ} \text{ Kanban} = \frac{\text{Lead Time}}{\text{Takt time} \times \text{tamaño de lote}} + \text{factor seguridad}$$

Lead Time = 5 días = 2700 minutos

Takt Time = 22.5 minutos/unidad

Tamaño de Lote = 6 unidades

Factor de seguridad = 2 unidades

$$N^{\circ} \text{ Kanban} = 22$$

- Se estableció un supermercado en el área de almacén de materia prima y se agregan tarjetas Kanban de retiro en cada lote de platinas y redondo liso al momento de recibir la mercadería, esto para uso dentro de la planta y se envía la tarjeta al momento de retirar dichos artículos.
- Antes de la mejora el proveedor entregaba la materia prima semanalmente, lo generaba un sobre inventario pues el material estaba paralizado toda una semana sin poder agregarle valor. Para dar solución a este problema se coordinó con el área encargada del proveedor para que los pedidos sean Diarios aprovechando las rutas de otros clientes sin que se vea perjudicada el tamaño mínimo de lotes que entrega. Esto se basará en un flujo de jalado o "Pull", dichos pedidos serán en función al consumo necesario.
- Se estableció un supermercado entre las estaciones de trabajo de corte y ensamblado con la finalidad de programar el corte la cual ya no está controlado por control de producción. En este supermercado se recibe las tarjetas kanban de producción de la estación de ensamblado para luego enviar tarjeta de retiro a la estación de corte.



Figura N° 35: Supermercado entre Corte y Ensamblado.
Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 36: Tarjetas Kanban
Fuente: Elaboración propia

- Entre la estación de ensamble y soldadura se estableció el método FIFO, debido a que los tiempos de ciclo son parecidos por lo tanto lo primero en entrar es lo primero en salir, reduciendo así los tiempos de espera y el inventario.
- Se estableció un tercer supermercado entre las estaciones de soldadura y limpieza donde se recibe las tarjetas kanban de producción y se envían tarjetas kanban de retiro a soldadura.
-



Figura N° 37: Supermercado entre Soldadura y Limpieza.
Fuente: Elaboración propia.

PASO 3: El siguiente paso fue balancear el proceso de fabricación de pre-marcos metálicos para ventanas, hallando el número de operadores necesarios para producir una unidad. A continuación se muestra la tabla de operadores y operaciones realizada para antes de la mejora de la cual permitió realizar un análisis la cual se basó el cálculo relacionando el tiempo de ciclo y el takt time.

Tabla N° 21: Tabla de Operadores y Operaciones Pre-test

N° DE OPERACIÓN	OPERADOR	DESCRIPCIÓN	TIEMPO DE CICLO (min)	TAKT TIME (min)
1	A	CORTE	16.53	22.50
2	B y C	ENSAMBLADO 1	24.65	22.50
3	D y E	SOLDADURA 1	35.07	22.50
4	F y G	ENSAMBLADO 2	24.52	22.50
5	H y I	SOLDADURA 2	33.43	22.50
6	J	LIMPIEZA	13.13	22.50
7	K	ALMACENADO	4.01	22.50
7 operaciones	11 operadores		151.33	22.5

Fuente: Elaboración propia.

$$N^{\circ} \text{ de Operadores Necesarios} = \frac{\text{Tiempo de Ciclo}}{\text{Takt Time}} = \frac{151.33 \text{ min}}{22.5 \text{ min}} = 7 \text{ Operarios}$$

De este indicador se pudo deducir que para lograr producir una unidad cada 22.5 minutos es necesario 7 operarios. Partiendo de este punto se realizó un balance de línea considerando la unión de estaciones de trabajo planteado en el nuevo layout, con el objetivo fabricar unidades con tiempos menores o iguales al Takt time.

Una vez implementada las herramientas de mejora tales como el nuevo layout, la inserción al flujo de tarjetas Kanban, manufactura celular y el balance de operadores y de línea se procedió a fabricar con la nueva configuración y se re coleccionó los datos post-test en 66 días (3 meses), cuyos promedios se expresan en la siguiente tabla:

Tabla N° 22: *Tabla de Operadores y Operaciones Pre-test*

N° DE OPERACIÓN	OPERADOR	DESCRIPCIÓN	TIEMPO DE CICLO (min)	TAKT TIME (min)
1	A	CORTE	12.41	22.50
2	B y C	ENSAMBLADO	21.60	22.50
3	D y E	SOLDADURA	22.97	22.50
4	F y G	LIMPIEZA Y ALMACENADO	22.58	22.50
4 operaciones	operadores		79.57	22.5

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla N°20 en la estación de corte se designó 2 operarios que trabajan en simultaneo logrando un tiempo de ciclo menor al takt time, lo mismo sucedió en la estación de soldadura 2 operarios trabajando en simultaneo alcanzado casi a equiparar al takt time, la unión de la estación de limpieza y almacenado logra también estar cerca al takt time.



Figura N° 38: Operadores trabajando en simultáneo.

Fuente: Elaboración propia.


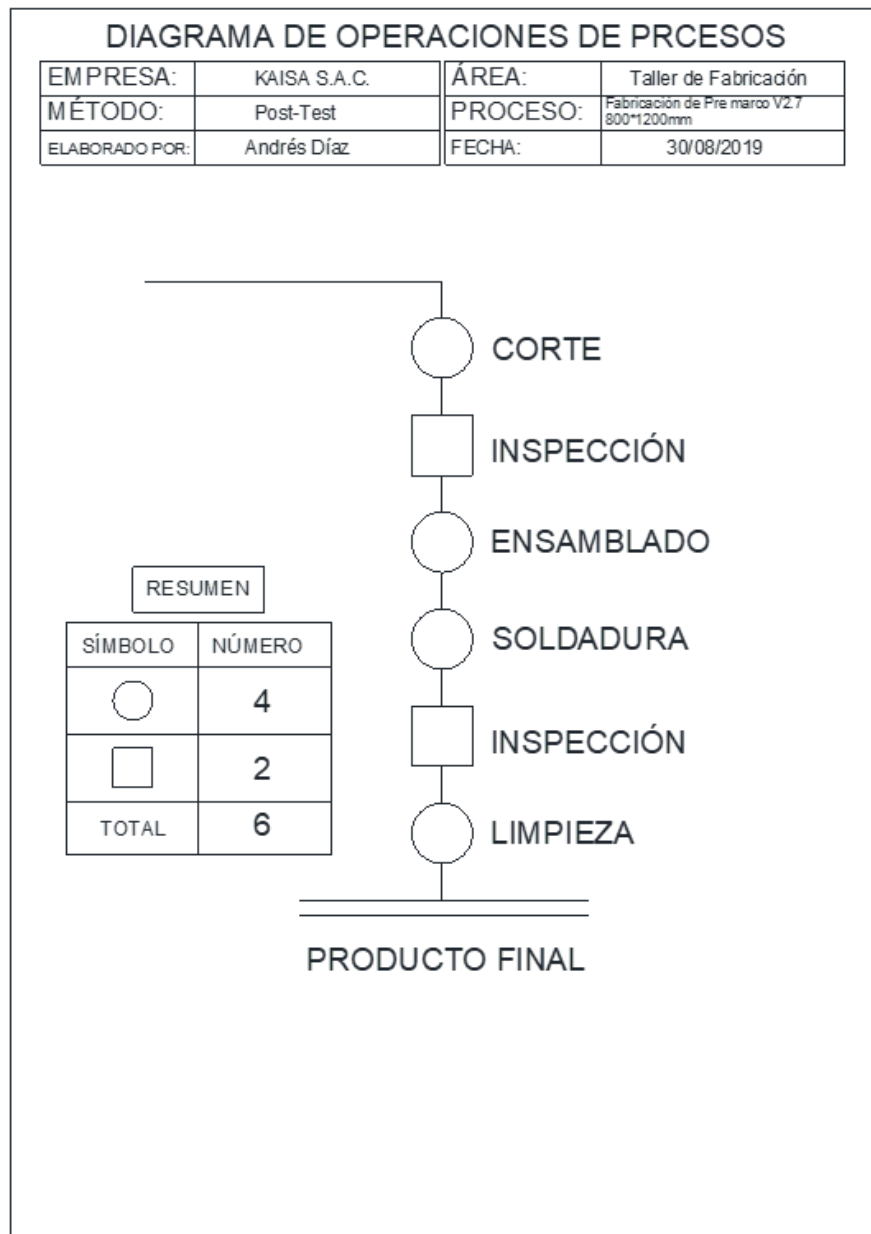
DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS												
					RESUMEN							
					ACTIVIDAD			CANTIDAD	TIEMPO			
AREA DE TRABAJO :	PLANTA DE FABRICACIÓN KAISA S.A.C				OPERACIÓN	●	7	55.63				
					INSPECCIÓN	■	2	7.5				
					ESPERA	◐	1	6.4				
PRODUCTO:	PRE-MARCO V2.7 800X1200mm				TRANSPORTE	➔	5	7.49				
METODO:	ACTUAL <input type="checkbox"/>				ALMACENAMIENTO	▼	1	2.5				
	PROPUESTO <input checked="" type="checkbox"/>				TOTAL		16	79.57				
PROCESOS	N°	DESCRIPCIÓN	DISTANCIA (metros)	TIEMPOS (Minutos)	ACTIVIDAD					AGREGA VALOR		
					●	■	◐	➔	▼	SI	NO	
CORTE	1	TRASLADAR MATERIAL A MAQUINA	11.6	1.47				●				X
	2	COLOCAR MATERIAL EN LA MAQUINA		2.44	●							X
	3	CORTE DE MATERIAL		3.00	●					X		
	4	RETIRAR DESPERDICIOS		3.50	●					X		
	5	INSPECCIÓN		2.01		●						X
ENSAMBLADO	6	TRASLADO A ZONA DE ARMADO	12.3	1.48				●				X
	7	ARMADO Y APUNTALADO		20.12	●					X		
SOLDADURA	8	TRASLADO A ZONA DE SOLDADURA 1	11.3	1.51				●				X
	9	PREPARA MAQUINA DE SOLDAR		1.48	●							X
	10	SOLDAR		19.97	●					X		
LIMPIEZA Y ALMACENADO	11	TRASLADO A ZONA DE LIMPIEZA	12.6	1.54				●				X
	12	ESPERA		6.40			●					X
	13	LIMPIEZA MECANICA CON ESMERIL		5.11	●					X		
	14	INSPECCIÓN FINAL		5.50		●						X
	15	TRASLADO A ALMACEN	15.6	1.49				●				X
	16	ALMACENADO		2.55					●			
TOTAL			63.40	79.57	7	2	1	5	1	5	11	

Figura N° 39: DÍAgrama de análisis de Operaciones Post-Test.

Fuente: Elaboración propia.

Del DÍAgrama de análisis de Operaciones de puede observar que se han reducido y eliminado actividades que no agregan valor de 26 a 16 actividades, tales como tiempos de espera y transportes, esto se evidencia en las distancias la cual se redujo de 136.43 a 63.40 metros, de la misma manera el tiempo de ciclo se redujo de 151.33 a 79.57 minutos.



*Figura N° 40: DÍAgrama de Operaciones del proceso Post-Test.
Fuente: Elaboración propia.*

En la figura 38 se muestra el nuevo DÍAgrama de operaciones del proceso después de la implementación de la mejora, el cual tiene 4 operaciones y 2 inspecciones evidenciando que la mejora ha tenido un efecto positivo en el proceso de fabricación de pre-marcos metálicos para ventanas V2.7 800x1200mm.

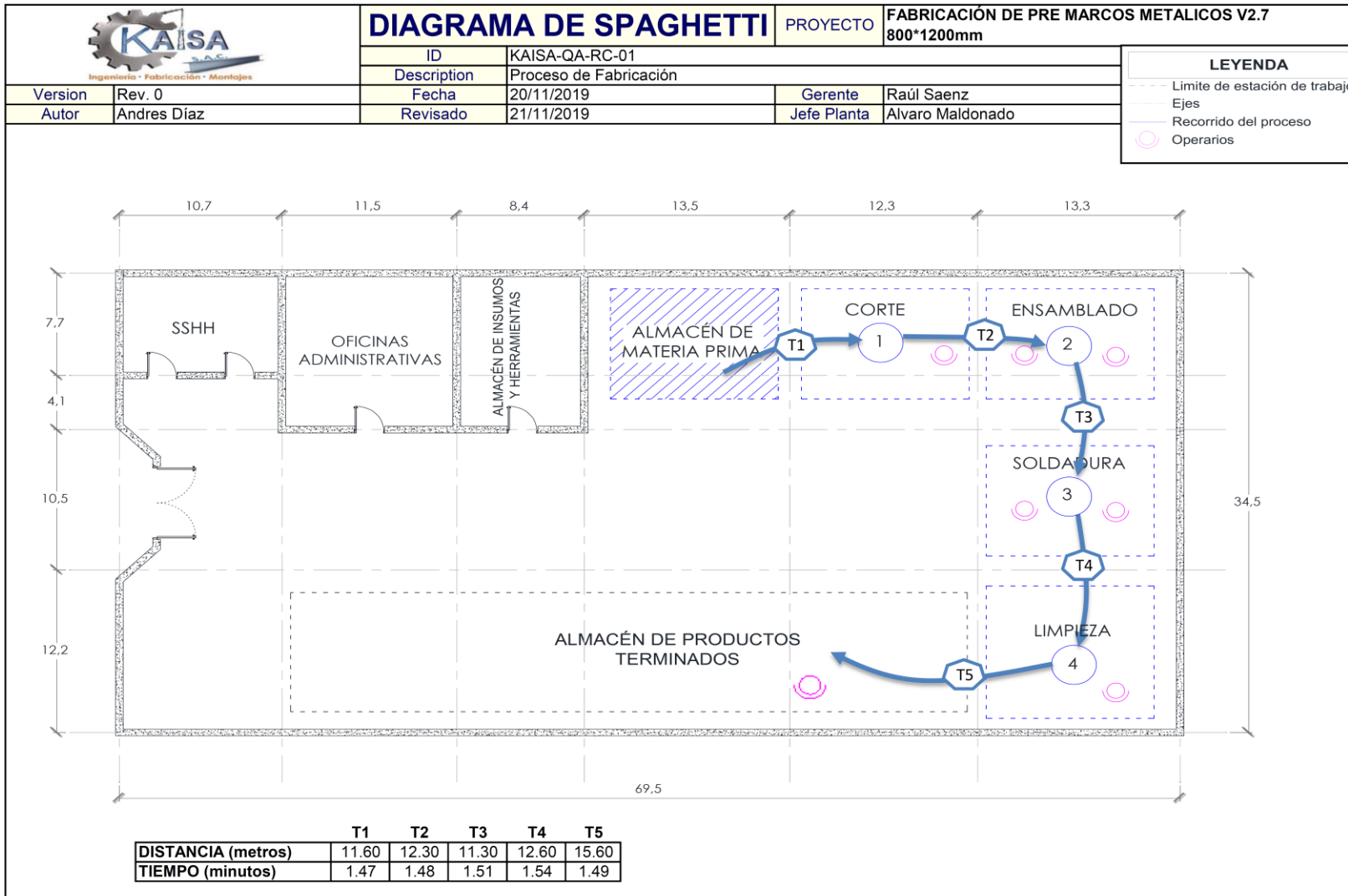


Figura N° 41: DÍagrama de Spaghetti Post-Test.
Fuente: Elaboración propia.

En el DÍAgrama de spaghetti se puede apreciar la nueva configuración de trabajo, donde las estaciones se encuentran de manera secuencial uno al lado del otro basado en la manufactura celular la cual mejoro el sistema productivo ahorrando distancias, espacios y tiempos.



Figura N° 42: Planta Post-Test.

Fuente: Elaboración propia.

De la figura podemos observar que la planta de fabricación luce con menos inventarios y espacios libres después de la aplicación de las herramientas de mejora

Value Stream Mapping del estado mejorado

Como ya se había mencionado antes luego de implementar las mejoras respectivas, se recolecionó los datos correspondientes para las dimensiones de la variable independiente (pos-test), por lo que a continuación se muestra la tabla de los tiempos de ciclo promediados por cada mes las cuales tienen 22 días laborables dando un total de 66 datos, las cuales se pueden revisar en los anexos del presente trabajo de investigación.

Tiempo de Ciclo:

El siguiente paso después de la mejora fue medir los tiempos de ciclo de cada operación para luego comparar con el pre-test, cabe señalar que el número de actividades se ha reducido por lo que los tiempos de ciclo son menores al del pre-test como lo expresa la siguiente tabla:

Tabla N° 23: *Tiempo de Ciclo por procesos Post-Test. Setiembre-Noviembre 2019*

PROCESO	TIEMPO DE CICLO (minutos)		
	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
CORTE	12.6	12.6	12.0
ENSAMBLADO	21.1	22.4	21.3
SOLDADURA	23.0	22.9	22.9
LIMPIEZA Y ALMACENAJE	22.6	22.7	22.4
TIEMPO CICLO TOTAL	79.4	80.6	78.7

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla N° 23 Post Test la cual se compara con la tabla N° 9 del pre-test, se evidencia una reducción de tiempo de ciclo en cada mes, en abril, mayo y junio los tiempos de ciclo promedio fueron de 150.1, 151.5 y 152.4 minutos respectivamente, con la mejora los tiempos de ciclo fueron en setiembre, octubre y noviembre de 74.4, 80.6 y 78.7 respectivamente.

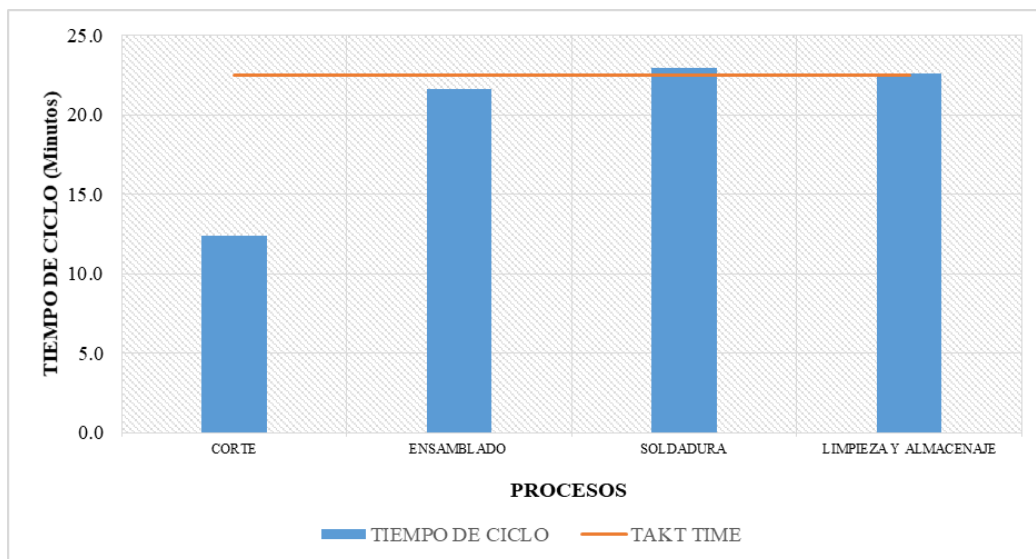


Figura N° 43: *Tiempo de Ciclo vs Takt Time Post-Test.*

Fuente: Elaboración propia.

De la figura N° 41 se puede observar que el tiempo de ciclo de las operaciones de ensamblado, soldadura, limpieza y almacenaje han logrado acercarse al takt time, gracias a las herramientas de mejora que han dado mayor flujo al proceso de fabricación de pre-marcos metálicos para ventanas.

Lead Time:

Simultáneamente a la toma de tiempos se realizó el levantamiento de información del inventario DÍArio de la fabricación de pre-marcos metálicos para ventanas, después de la implementación de la mejora. Cabe señalar la importancia de las tarjetas Kanban que tuvieron un papel importante para el control de la producción disminuyendo los inventarios entre cada proceso, y de esta manera se pudo tener un sistema con un mayor flujo de producción e información.

Tabla N° 24: Tiempo de Ciclo por procesos Post-Test. Setiembre- 2019

PROCESOS	Inventario (Unidades)	Demanda DÍAria (Unidades/Día)	Lead Time (Día)
ALMACÉN	48	24	2.0
CORTE	18	24	0.8
ENSAMBLADO 1	2	24	0.1
SOLDADURA 1	16	24	0.7
LIMPIEZA Y ALMACENAMIENTO	33	24	1.4
Total			5.0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 25: Tiempo de Ciclo por procesos Post-Test. Octubre- 2019

PROCESOS	Inventario (Unidades)	Demanda DÍAria (Unidades/Día)	Lead Time (Día)
ALMACÉN	48	24	2.0
CORTE	18	24	0.8
ENSAMBLADO 1	1	24	0.0
SOLDADURA 1	16	24	0.7
LIMPIEZA Y ALMACENAMIENTO	32	24	1.3
Total			4.8

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 26: Tiempo de Ciclo por procesos Post-Test. Noviembre- 2019

PROCESOS	Inventario (Unidades)	Demanda DÍAria (Unidades/Día)	Lead Time (Día)
ALMACÉN	48	24	2.0
CORTE	17	24	0.7
ENSAMBLADO 1	1	24	0.0
SOLDADURA 1	16	24	0.7
LIMPIEZA Y ALMACENAMIENTO	31	24	1.3
Total			4.7

Fuente: Elaboración propia.

De las tablas N° 24, 25 y 26 se puede observar que el lead time para la fabricación de pre-marcos metálicos para ventanas es de 5, 4.8 y 4.8 días respectivamente para los meses de setiembre, octubre y noviembre que comparados con los meses del pre test se evidencia la reducción de tiempos de entrega al cliente.

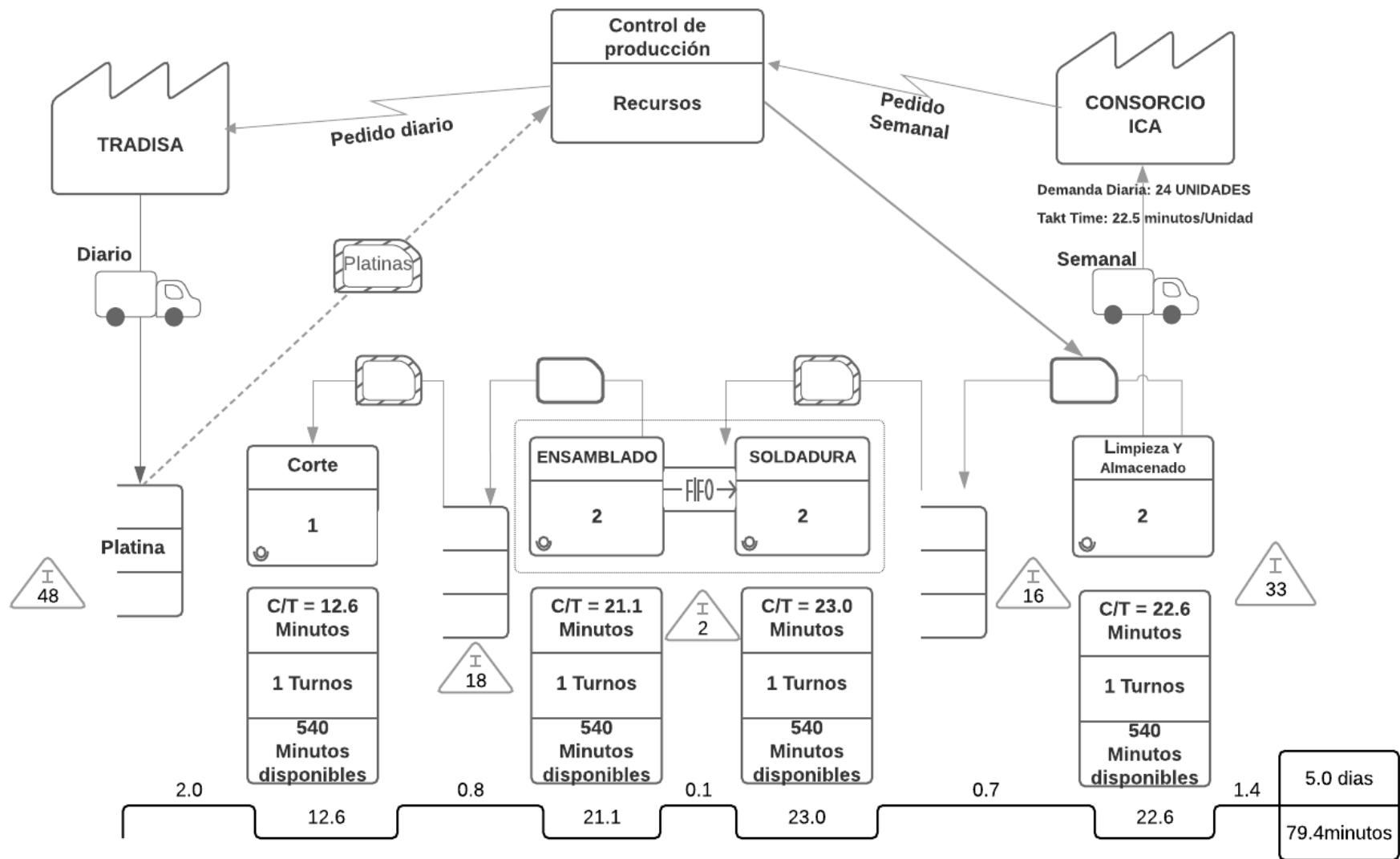


Figura N° 44: Value Stream Mapping Setiembre 2019

Fuente: Elaboración propia.

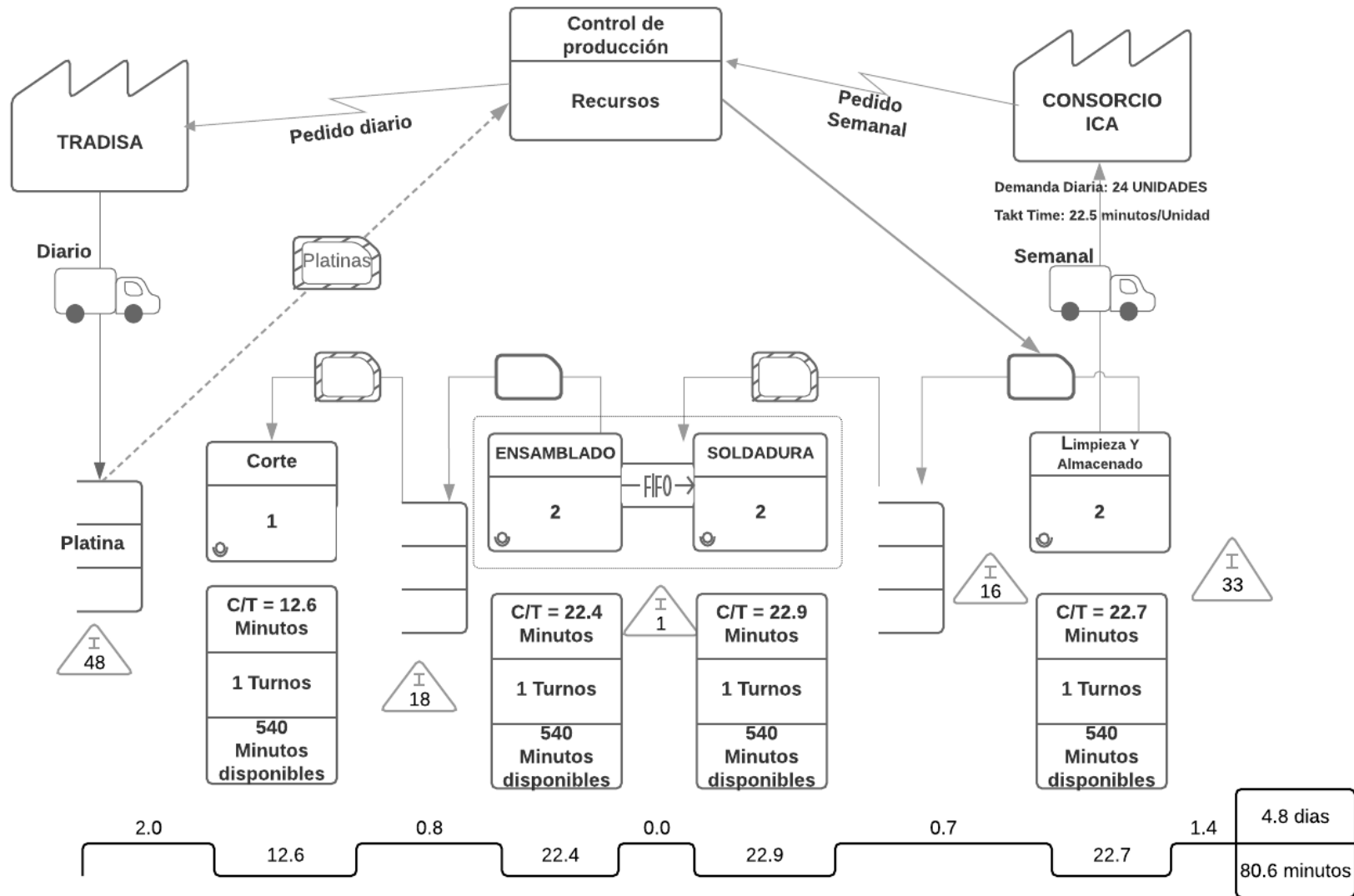


Figura N° 45: Value Stream Mapping Octubre 2019
Fuente: Elaboración propia.

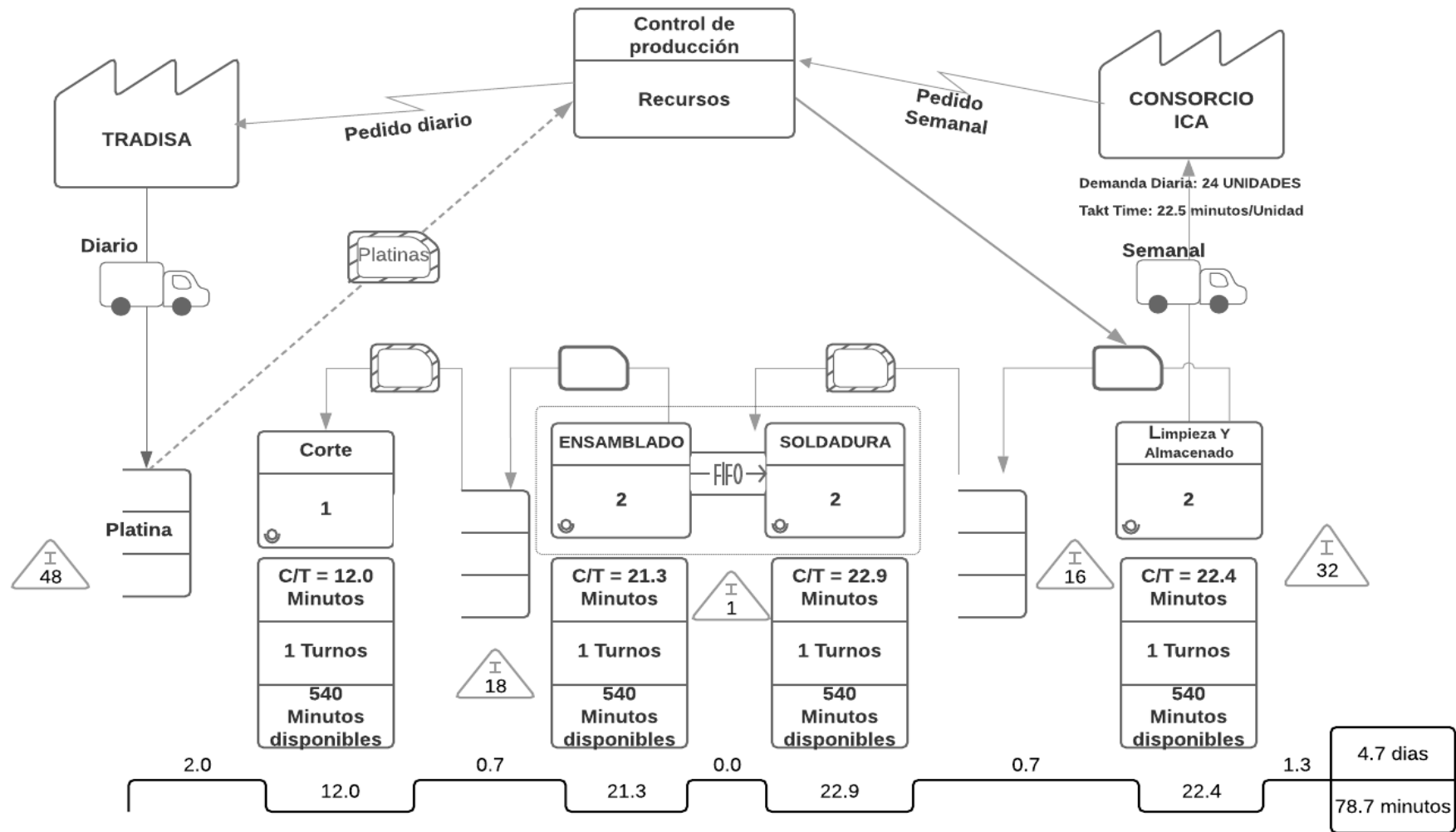


Figura N° 46: Value Stream Mapping Noviembre 2019
Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 27: Resumen VSM Post-Test, Set-Oct-Nov, 2019.

INDICADORES	SET	OCT	NOV	PROMEDIO
Tiempo de ciclo (minutos)	79.37	80.62	78.70	79.57
Lead Time (DÍA)	5.0	4.8	4.7	4.83
N° de Operadores	7	7	7	7.00

Fuente: Elaboración propia

De la tabla N° 27 se puede apreciar el resumen de la variable independiente con un promedio de tiempo de ciclo de 79.57 minutos, 4.83 días de lead time correspondiente a cada dimensión. Lo que quiere decir que después de la mejora la empresa es capaz de entregar los productos a tiempo al cliente ya que se produce más con el personal óptimo necesario y agregando valor al producto con menos desperdicios en el proceso.

2.7.6. Análisis Beneficio-Costo

El análisis costo beneficio es la relación que existe entre el beneficio (diferencia de unidades) antes y después de la aplicación de la mejora entre el costo de la inversión para poder ponerla en práctica. A continuación se muestra la tabla con los costos realizados:

Tabla N° 28: Costo de la inversión en la aplicación del VSM

CONCEPTO		MONTO
RECURSOS HUMANOS	CAPACITACIÓN EN VSM	S/.950.00
	CAPACITACIÓN EN MANUFACTURA	S/.950.00
	CAPACITACIÓN KANBAN	S/.950.00
RECURSOS MATERIALES	DÍAGRAMAS, VSM, LAYOUT	S/.220.00
	LIBROS	S/.258.00
	MATERIALES DE ESCRITORIO	S/.150.00
	MATERIALES IMPRESOS	S/.320.00
RECURSOS TECNOLÓGICOS	LAPTOP	S/.3,100.00
	SOFTWARE DE DIBUJO PARA VSM	S/.234.50
	INTERNET	S/.600.00
	MEMORIAS USB	S/.35.00
TOTAL		S/.7,767.50

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°28 se puede apreciar todos los gastos que incurrió la aplicación de Value Stream Mapping, manufactura celular, tarjetas Kanban mediante la capacitación al personal y los trabajos de ejecución, además se muestra los recursos materiales para hacerlo posible así como también los recursos tecnológicos para el desarrollo de las actividades.

Tabla N° 29: *Beneficio económico entre después y antes de la mejora durante 3 meses (66 días)*

SITUACIÓN	UNIDADES PRODUCIDAS	COSTO x UNID	COSTO TOTAL
ANTES	1152	S/ 50.00	S/ 57,600.00
DESPUÉS	1351	S/ 50.00	S/ 67,550.00
	BENEFICIO ECONOMICO		S/ 9,950.00

Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 29 detalla las unidades producidas antes y después de la aplicación del VSM, cuya información de datos fue recopilada en 66 días para cada situación, se puede apreciar un aumento en las unidades producidas en 199 unidades con costo de **S/ 9,950.00**.

Tabla N° 30: *Beneficio - Costo*

BENEFICIO ECONÓMICO CON LA MEJORA	S/.9,950.00
COSTO DE LA MEJORA	S/.7,767.50
B/C	1.28

Fuente: Elaboración propia

Aplicando la fórmula de costo beneficio considerando los montos de la tabla 28 y 29 obtenemos una puntuación de 1.28 que quiere decir que por cada sol invertido en la aplicación de Value stream Mapping para mejorar la productividad en el proceso de fabricación de premarcos metálicos, ganaremos 0.28 céntimos, por lo que el proyecto es viable.

III. RESULTADOS

3.1. Análisis Comparativo

Tabla N° 31: Resultados Antes-Después de la Variable Independiente

DIMENSIONES	RESULTADOS PRE TEST	RESULTADOS POS TEST	Variación %
TIEMPO DE CICLO	151.33 min	79.57 minutos	47.43
LEAD TIME	9.00 DÍAs	4.83 DÍAs	46.33

Fuente: Elaboración propia

La tabla N°31 muestra los resultados de tiempo de ciclo y lead time dimensiones de Value Stream Mapping, la cual indica una reducción de 71.76 que representa una variación de 47.43%, mientras el lead time se ha reducido en 4.17 días cuya variación porcentual es de 46.33%, de esta manera se evidencia que las actividades de mejora planteadas ha tenido han sido positivas logrando el objetivo de la variable independiente.

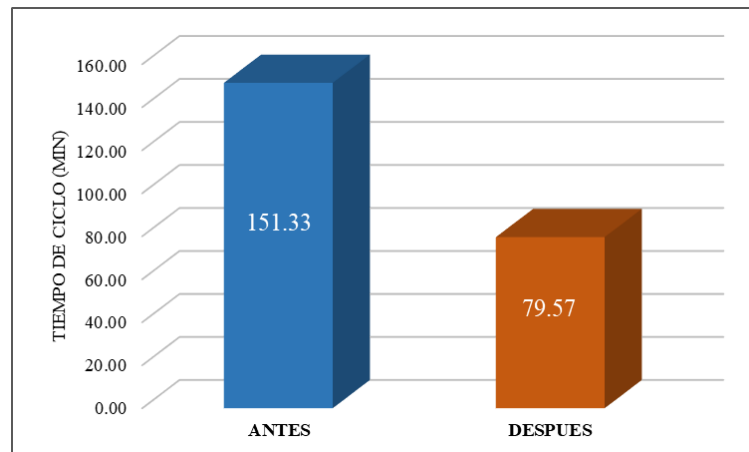


Figura N° 47: Antes y Después del Tiempo de Ciclo

Fuente: Elaboración propia

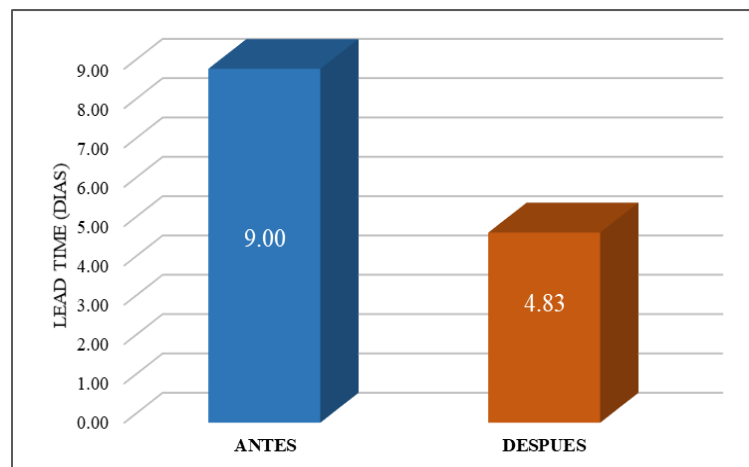


Figura N° 48: Antes y Después del Lead Time

Fuente: Elaboración propia

Productividad

Tabla N° 32: Productividad Post-Test. Set-Oct-Nov 2019

Mes	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
Setiembre	93.33%	84.47%	78.84%
Octubre	93.92%	85.42%	80.23%
Noviembre	95.24%	85.98%	81.89%
TOTAL			80.32%

Fuente: Elaboración propia.

Después de la aplicación de Value Stream Mapping se midió la productividad en 3 meses durante 66 DÍAs dando como resultado el promedio total el 80.34%, tal como lo detalla la tabla N° 29.

Eficiencia

Tabla N° 33: Eficiencia Post-Test. Set-Oct-Nov 2019

Mes	Tiempo Programado (Horas)	Tiempo Realmente Utilizando (Horas)	Eficiencia
Setiembre	198	212.14	93.33%
Octubre	198	210.81	93.92%
Noviembre	198	207.9	95.24%
TOTAL	594	630.85	94.16%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se ha resumido la eficiencia después de la aplicación de la variable independiente Value Stream Mapping, la cual muestra los promedios por mes y el promedio total que ha resultado en 94.16%. Cabe señalar que la recopilación de los datos se realizó en 22 días laborables de cada mes dando un total de 66 datos, cuyos valores se pueden apreciar en los anexos del presente trabajo de investigación.

Eficacia

Tabla N° 34: Eficacia Post-Test. Set-Oct-Nov 2019

Mes	Unidades Producidas	Unidades Planificadas	EFICACIA
Setiembre	446	528	84.47%
Octubre	451	528	85.42%
Noviembre	454	528	85.98%
TOTAL	1351	1584	85.29%

Fuente: Elaboración propia.

La tabla N° 34 resume la eficacia obtenida en 66 días durante los meses de setiembre, octubre y noviembre, después de la mejora implementada, aquí se expresa el promedio mensual así como también el promedio total de la eficiencia, arrojando 85.29%.

A continuación se presenta un comparativo del antes y después para la variable dependiente.

Tabla N° 35: Productividad Antes y Después

Mes	PRODUCTIVIDAD ANTES	Mes	PRODUCTIVIDAD DESPUÉS
Abril	65.09%	Setiembre	78.84%
Mayo	61.55%	Octubre	80.23%
Junio	65.41%	Noviembre	81.89%
PROMEDIO TOTAL	64.01%	PROMEDIO TOTAL	80.32%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N° 35 se puede apreciar la productividad antes y después cuya diferencia es la mejora luego de la aplicación de Value Stream Mapping, que es de 16.31%.

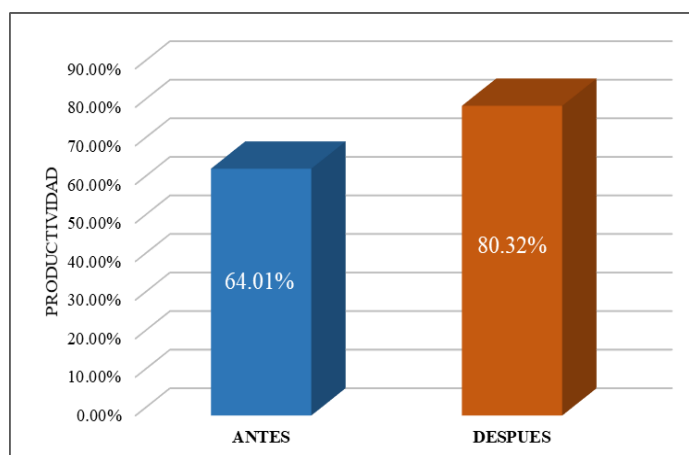


Figura N° 49: Productividad Antes y Después

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 36: Eficiencia Antes y Después

Mes	EFICIENCIA ANTES	Mes	EFICIENCIA DESPUÉS
Abril	86.57%	Setiembre	93.33%
Mayo	87.83%	Octubre	93.92%
Junio	89.70%	Noviembre	95.24%
PROMEDIO TOTAL	88.01%	PROMEDIO TOTAL	94.16%

Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 36 podemos apreciar que la eficiencia antes de la mejora es de 88.01%, y luego de la productividad asciende a 94.16%, por lo tanto la mejora es de 6.15%.

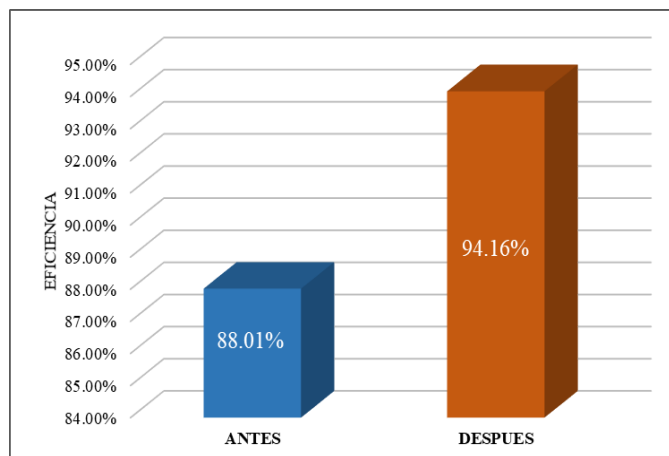


Figura N° 50: Eficiencia Antes y Después
Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 37: Eficacia Antes y Después

Mes	EFICACIA ANTES	Mes	EFICACIA DESPUÉS
Abril	75.19%	Setiembre	84.47%
Mayo	70.08%	Octubre	85.42%
Junio	72.92%	Noviembre	85.98%
PROMEDIO TOTAL	72.73%	PROMEDIO TOTAL	85.29%

Fuente: Elaboración propia

La tabla N°37 muestra el antes y después de la mejora de la aplicación de value stream mapping, la cual a mejorado en 12.56%.

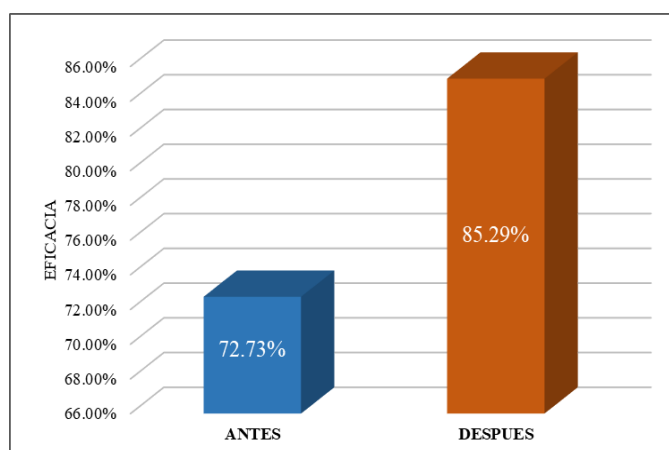


Figura N° 51: Eficacia Antes y Después
Fuente: Elaboración propia

3.2. Análisis Descriptivos

A continuación se muestran los análisis descriptivos realizados para la variable dependiente y sus dimensiones tanto para el pre-test y pos-test, cuyos datos fueron recopilados antes y después de la aplicación de Value Stream Mapping, para que esto fuera posible para procesamiento de los datos se utilizó los programas computacionales Microsoft Excel e IBM SPSS Statistics 25

3.2.1. Análisis Descriptivo de la dimensión Eficiencia de la variable dependiente Productividad

Tabla N° 38. Resumen de procesamientos de datos de la dimensión Eficiencia

Resumen de procesamiento de casos						
	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
EFICIENCIA_ANTES	66	100.0%	0	0.0%	66	100.0%
EFICIENCIA_PDESPUÉS	66	100.0%	0	0.0%	66	100.0%

Fuente: Elaboración propia.

La tabla N°38 nos muestra que se han analizado 66 datos de la eficiencia correspondientes a los 3 meses de estudio antes y después de la mejora, dichos datos equivalen al 100% de la muestra.

Tabla N° 39. Análisis descriptivo de la dimensión Eficiencia

	Estadístico	
EFICIENCIA ANTES	MeDÍA	0.8817
	MeDÍAna	0.8876
	Varianza	0.001
	Desv. Desviación	0.03661
	Mínimo	0.77
	Máximo	0.97
	Rango	0.20
EFICIENCIA DESPUÉS	MeDÍA	0.9419
	MeDÍAna	0.9419
	Varianza	0.000
	Desv. Desviación	0.01730
	Mínimo	0.91
	Máximo	0.98
	Rango	0.06

Fuente: Elaboración propia.

La tabla N° 39 muestra la meDÍA de los 66 datos de eficiencia antes y después de la implementación de la mejora cuyo valor antes es de 0.8817 y después es de 0.9419, obteniendo de esta manera una mejora de 0.0602 que en porcentaje representa al 6.02%, evidenciando que la aplicación de Value Stream Mapping ha sido positivo para la eficiencia. La tabla además muestra la desviación estándar que antes fue de 0.03661, mientras que después fue de 0.01730, lo que significa que en la mejora hay menos dispersión con respecto a la meDÍA que antes de la mejora.

De la misma manera el rango antes y después de la mejora es de 0.20 y 0.06 respectivamente, lo que demuestra que en la mejora los datos obtenidos se encuentran menos dispersos al ser un rango menor.

3.2.2. Análisis Descriptivo de la dimensión Eficacia de la variable dependiente Productividad

Tabla N° 40. Resumen de procesamientos de datos de la dimensión Eficacia

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
EFICACIA_ANTES	66	100.0%	0	0.0%	66	100.0%
EFICACIA_DESPUÉS	66	100.0%	0	0.0%	66	100.0%

Fuente: Elaboración propia.

La tabla N°40 nos muestra que se han analizado 66 datos de la eficacia correspondientes a los 3 meses de estudio antes y después de la mejora, dichos datos equivalen al 100% de la muestra.

Tabla N° 41. Análisis descriptivo de la dimensión Eficacia

	Estadístico	
EFICACIA_ANTES	MeDÍA	0.7273
	MeDÍAna	0.7500
	Varianza	0.004
	Desv. Desviación	0.06706
	Mínimo	0.58
	Máximo	0.83
	Rango	0.25
EFICACIA_DESPUÉS	MeDÍA	0.8529
	MeDÍAna	0.8333
	Varianza	0.002
	Desv. Desviación	0.04969
	Mínimo	0.79
	Máximo	0.96
	Rango	0.17

Fuente: Elaboración propia.

La tabla N° 41 muestra la meDÍA de los 66 datos de eficacia antes y después de la implementación de la mejora cuyo valor antes es de 0.7273 y después es de 0.8529, obteniendo de esta manera una mejora de 0.1256 que en porcentaje representa al 12.56%, evidenciando que la aplicación de Value Stream Mapping ha sido positivo para la eficacia. La tabla además muestra la desviación estándar que antes fue de 0.06706, mientras que después fue de 0.04969, lo que significa que en la mejora hay menos dispersión con respecto a la meDÍA que antes de la mejora.

De la misma manera el rango antes y después de la mejora es de 0.25 y 0.17 respectivamente, lo que demuestra que en la mejora los datos obtenidos se encuentran menos dispersos al ser un rango menor.

3.2.3. Análisis Descriptivo de la variable dependiente Productividad

Tabla N° 42. *Resumen de procesamientos de datos de la Variable Independiente*

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
PRODUCTIVIDAD_ANTES	66	100.0%	0	0.0%	66	100.0%
PRODUCTIVIDAD_DESPUÉS	66	100.0%	0	0.0%	66	100.0%

Fuente: Elaboración propia.

La tabla N°42 nos muestra que se han analizado 66 datos de la productividad correspondientes a los 3 meses de estudio antes y después de la mejora, dichos datos equivalen al 100% de la muestra.

Tabla N° 43. *Análisis descriptivo de la variable Productividad*

	Estadístico	
PRODUCTIVIDAD_ANTES	MeDÍA	0.6410
	MeDÍAna	0.6497
	Varianza	0.004
	Desv. Desviación	0.06229
	Mínimo	0.50
	Máximo	0.77
	Rango	0.27
PRODUCTIVIDAD_DESPUÉS	MeDÍA	0.8034
	MeDÍAna	0.7996
	Varianza	0.003
	Desv. Desviación	0.05054
	Mínimo	0.72
	Máximo	0.92
	Rango	0.19

Fuente: Elaboración propia.

La tabla N° 43 muestra la meDÍA de los 66 datos de la productividad antes y después de la implementación de la mejora cuyo valor antes es de 0.6410 y después es de 0.7996, obteniendo de esta manera una mejora de 0.1586 que en porcentaje representa al 15.86%, evidenciando que la aplicación de Value Stream Mapping ha sido positivo para la eficacia. La tabla además muestra la desviación estándar que antes fue de 0.06229, mientras que después fue de 0.05054, lo que significa que en la mejora hay menos dispersión con respecto a la meDÍA que antes de la mejora.

De la misma manera el rango antes y después de la mejora es de 0.27 y 0.19 respectivamente, lo que demuestra que en la mejora los datos obtenidos se encuentran menos dispersos al ser un rango menor.

3.3. Análisis Inferencial

Para comprobar si el presente trabajo de investigación difieren significativamente en sus datos antes y después de la mejora, para la cual se denominó a H_0 como hipótesis nula y H_a como hipótesis alternativa, se realizó el análisis inferencial meDÍAnte el software estadístico de Microsoft SPSS 25.

3.3.1. Análisis Inferencial de la hipótesis General

La hipótesis general planteada en la presente investigación que para el caso es la hipótesis alternativa es como sigue:

H_a : La aplicación de Value Stream Mapping mejora la Productividad en el proceso de fabricación de pre-marcos metálicos para ventanas en la empresa KAISA SAC, Los Olivos, 2019.

Para comprobar si los datos analizados siguen una distribución normal (comportamiento paramétrico o no paramétrico) y además de seleccionar el estadígrafo correspondiente a Kolmogorov debido a que se analizaron más de 30 datos, se sometió a la prueba de normalidad con la siguiente regla de decisión:

- Si $\rho_{\text{valor}} \leq 0.05$, los datos de la serie tiene un comportamiento no paramétrico.
- Si $\rho_{\text{valor}} > 0.05$, los datos de la serie tiene un comportamiento paramétrico.

Tabla N° 44. Prueba de normalidad de la productividad con Kolmogorv-smirnov

	Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Estadístico	gl	Sig.
PRODUCTIVIDAD_ANTES	0.089	66	,200*
PRODUCTIVIDAD_DESPUÉS	0.076	66	,200*

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la tabla N° 44 se observa que el nivel de significancia de la productividad antes de la aplicación del VSM es de 0.200 cuyo valor es mayor a 0.05, lo cual indica que es un valor de comportamiento paramétrico, mientras que después de la mejora el nivel de significancia de la productividad es de 0.200 también mayor a 0.05, que quiere decir que el valor es de comportamiento paramétrico.

Por lo tanto ya que ambos casos son de comportamiento paramétrico se utilizó el estadígrafo T-Student para el contraste de hipótesis general.

3.3.2. Contrastación de la hipótesis General

- Ho: La aplicación de Value Stream Mapping no mejora la Productividad en el proceso de fabricación de pre-marcos metálicos para ventanas en la empresa KAISA SAC, Los Olivos, 2019.
- Ha: La aplicación de Value Stream Mapping mejora la Productividad en el proceso de fabricación de pre-marcos metálicos para ventanas en la empresa KAISA SAC, Los Olivos, 2019.

La regla de decisión es la siguiente:

$$H_0: P_a \geq P_d$$

$$H_a: P_a \leq P_d$$

Donde:

P_a : Productividad antes.

P_d : Productividad después.

Tabla N° 45. Comparación de medidas de la productividad antes y después con T-student

Estadísticas de muestras emparejadas					
	Me-DÍA	N	Desviación Estándar	MeDÍA de error estándar	
Par 1	PRODUCTIVIDAD_ANTES	0.6410	66	0.06229	0.00767
	PRODUCTIVIDAD_DESPUÉS	0.8034	66	0.05054	0.00622

Fuente: Elaboración propia.

Tal como se puede observar en la tabla N° 45 la meDÍA de la productividad antes es de 0.6410 siendo menor a la productividad después la cual indica 0.8034, por lo tanto se cumple que

$P_a \leq P_d$ rechazándose la hipótesis nula aplicación de Value Stream Mapping no mejora la productividad en el proceso de fabricación de pre-marcos para ventanas en la empresa Kaisa S.A.C, Los Olivos, 2019 y aceptando la hipótesis alterna aplicación de Value Stream Mapping mejora la productividad en el proceso de fabricación de pre-marcos para ventanas en la empresa Kaisa S.A.C, Los Olivos, 2019.

Con la finalidad de corroborar el análisis realizado anteriormente es correcto, se hizo la estadística de prueba con T-Student para la productividad antes y después.

Regla de decisión:

- Si $\rho_{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula.
- Si $\rho_{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula.

Tabla N° 46. Estadística de prueba T-Student para productividad

		Sig. (bilateral)
Par 1	PRODUCTIVIDAD_ANTES PRODUCTIVIDAD_DESPUÉS	0.000

Fuente: Elaboración propia

De la tabla N°46 se puede observar que el nivel de significancia de la preba T-Student para la productividad antes y des pues es menor a 0.05, por lo que se rechaza la hipotesis nula y se acepta la hipotesis alterna Aplicación de Value Stream Mapping para mejorar la productividad en el proceso de fabricación de pre-marcos para ventanas en la empresa Kaisa S.A.C, Los Olivos, 2019.

3.3.3. Análisis inferencial de la hipótesis Específica 1

La hipótesis específica 1 planteada en la presente investigación que para el caso es la hipótesis alterna es como sigue:

Ha: La aplicación de Value Stream Mapping mejora la Eficiencia en el proceso de fabricación de pre-marcos metálicos para ventanas en la empresa KAISA SAC, Los Olivos, 2019.

Para comprobar si los datos analizados de la eficacia siguen una distribución normal (comportamiento paramétrico o no paramétrico) y además de seleccionar el estadígrafo correspondiente a Kolmogorov debido a que se analizaron más de 30 datos, se sometió a la prueba de normalidad con la siguiente regla de decisión:

- Si $\rho_{\text{valor}} \leq 0.05$, los datos de la serie tiene un comportamiento no paramétrico.
- Si $\rho_{\text{valor}} > 0.05$, los datos de la serie tiene un comportamiento paramétrico.

Tabla N° 47. Prueba de normalidad de la Eficiencia con Kolmogorov-smirnov

	Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Estadístico	gl	Sig.
EFICIENCIA_ANTES	0.093	66	,200*
EFICIENCIA_DESPUÉS	0.087	66	,200*

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la tabla N° 47 se observa que el nivel de significancia de la eficiencia antes de la aplicación del VSM es de 0.200 cuyo valor es mayor a 0.05, lo cual indica que es un valor de comportamiento paramétrico, mientras que después de la mejora el nivel de significancia de la productividad es de 0.200 también mayor a 0.05, que quiere decir que el valor es de comportamiento paramétrico.

Por lo tanto ya que ambos casos son de comportamiento paramétrico se utilizó el estadígrafo T-Student para el contraste de hipótesis específica 1.

3.3.4. Contratación de la hipótesis Específica 1

- Ho: La aplicación de Value Stream Mapping no mejora la Eficiencia en el proceso de fabricación de pre-marcos metálicos para ventanas en la empresa KAISA SAC, Los Olivos, 2019.
- Ha: La aplicación de Value Stream Mapping mejora la Eficiencia en el proceso de fabricación de pre-marcos metálicos para ventanas en la empresa KAISA SAC, Los Olivos, 2019.

La regla de decisión es la siguiente:

$$H_0: Efc_a \geq Efc_d$$

$$H_a: Efc_a \leq Efc_d$$

Donde:

Efc_a: Eficiencia antes.

Efc_d: Eficiencia después.

Tabla N° 48. Comparación de medidas de la Eficiencia antes y después con T-student

Estadísticas de muestras emparejadas					
		MeDÍA	N	Desviación Estándar	MeDÍA de error estándar
Par 1	EFICIENCIA_ANTES	0.8817	66	0.03661	0.00451
	EFICIENCIA_DESPUÉS	0.9419	66	0.01730	0.00213

Fuente: Elaboración propia

Tal como se puede observar en la tabla N° 48 la meDÍA de la eficiencia antes es de 0.8817 siendo menor a la eficiencia después la cual indica 0.9419, por lo tanto se cumple que $Efc_a \leq Efc_d$ rechazándose la hipótesis nula aplicación de Value Stream Mapping no mejora la eficiencia en el proceso de fabricación de pre-marcos para ventanas en la empresa Kaisa S.A.C, Los Olivos, 2019 y aceptando la hipótesis alterna aplicación de Value Stream Mapping mejora la eficiencia en el proceso de fabricación de pre-marcos para ventanas en la empresa Kaisa S.A.C, Los Olivos, 2019.

Con la finalidad de corroborar el análisis realizado anteriormente es correcto, se hizo la estadística de prueba con T-Student para la eficiencia antes y después.

Regla de decisión:

- Si $\rho_{\text{valor}} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula.
- Si $\rho_{\text{valor}} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla N° 49. Estadística de prueba T-Student para Eficiencia

		Sig. (bilateral)
Par 1	EFICIENCIA_ANTES - EFICIENCIA_DESPUÉS	0.000

Fuente: Elaboración propia

De la tabla N°49 se puede observar que el nivel de significancia de la prueba T-Student para la eficiencia antes y después es 0.000 menor a 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna Aplicación de Value Stream Mapping para mejorar la eficiencia en el proceso de fabricación de pre-marcos para ventanas en la empresa Kaisa S.A.C, Los Olivos, 2019.

3.3.5. Análisis inferencial de la hipótesis Específica 2

La hipótesis específica 2 planteada en la presente investigación que para el caso es la hipótesis alterna es como sigue:

Ha: La aplicación de Value Stream Mapping mejora la Eficacia en el proceso de fabricación de pre-marcos metálicos para ventanas en la empresa KAISA SAC, Los Olivos, 2019.

Regla de decisión:

- Si $\rho_{\text{valor}} \leq 0.05$, los datos de la serie tiene un comportamiento no paramétrico.
- Si $\rho_{\text{valor}} > 0.05$, los datos de la serie tiene un comportamiento paramétrico.

Tabla N° 50. Prueba de normalidad de la Eficacia con Kolmogorv-smirnov

	Kolmogorov-Smirnov^a		
	Estadístico	gl	Sig.
EFICACIA_ANTES	0.178	66	0.000
EFICACIA_DESPUÉS	0.244	66	0.000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la tabla N° 50 se observa que el nivel de significancia de la eficacia antes de la aplicación del VSM es de 0.00 cuyo valor es menor a 0.05, lo cual indica que es un valor de comportamiento no paramétrico, mientras que después de la mejora el nivel de significancia de la productividad es de 0.000 también menor a 0.05, que quiere decir que el valor es de comportamiento no paramétrico.

Por lo tanto ya que ambos casos son de comportamiento no paramétrico se utilizó el estadígrafo wilcoxon para el contraste de hipótesis específica 2.

3.3.6. Contrastación de la hipótesis Específica 2

- Ho: La aplicación de Value Stream Mapping no mejora la Eficacia en el proceso de fabricación de pre-marcos metálicos para ventanas en la empresa KAISA SAC, Los Olivos, 2019.
- Ha: La aplicación de Value Stream Mapping mejora la Eficacia en el proceso de fabricación de pre-marcos metálicos para ventanas en la empresa KAISA SAC, Los Olivos, 2019.

La regla de decisión es la siguiente:

$H_0: Ef_a \geq Ef_d$

$H_a: Ef_a \leq Ef_d$

Donde:

Ef_a : Eficacia antes.

Ef_d : Eficacia después.

Tabla N° 51. Comparación de medidas de la Eficacia antes y después con Wilcoxon

Estadísticos descriptivos					
	N	MeDÍA	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
EFICACIA_ANTES	66	0.7273	0.06706	0.58	0.83
EFICACIA_DESPUÉS	66	0.8529	0.04969	0.79	0.96

Fuente: Elaboración propia.

Tal como se puede observar en la tabla N° 51 la meDÍA de la eficacia antes es de 0.7273 siendo menor a la eficacia después la cual indica 0.8529, por lo tanto se cumple que $Ef_a \leq Ef_d$ rechazándose la hipótesis nula aplicación de Value Stream Mapping no mejora la eficacia en el proceso de fabricación de pre-marcos para ventanas en la empresa Kaisa S.A.C, Los Olivos, 2019 y aceptando la hipótesis alterna aplicación de Value Stream Mapping mejora la eficacia en el proceso de fabricación de pre-marcos para ventanas en la empresa Kaisa S.A.C, Los Olivos, 2019.

Con la finalidad de corroborar el análisis realizado anteriormente es correcto, se hizo la estadística de prueba con Wilcoxon para la eficacia antes y después.

Regla de decisión:

- Si $\rho_{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula.
- Si $\rho_{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla N° 52. Estadística de prueba Wilcoxon para Eficiencia

Estadísticos de prueba^a	
	EFICACIA_DESPUÉS - EFICACIA_ANTES
Z	-6,673 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	0.000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla N°52 se puede observar que el nivel de significancia de la prueba wilcoxon para la eficacia antes y después es 0.000 menor a 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna Aplicación de Value Stream Mapping para mejorar la eficacia en el proceso de fabricación de pre-marcos para ventanas en la empresa Kaisa S.A.C, Los Olivos, 2019.

IV. DISCUSIÓN

La productividad en el proceso de fabricación de pre-marcos metálicos para ventanas en la empresa Kaisa S.A.C logro aumentar en 15.86% después de la aplicación del VSM, donde el tiempo de ciclo se redujo de 151.33 a 79.57 minutos y el lead time de 9 a 4.83 días. Este aumento de productividad es similar en la investigación de Ordoñez (2017), en su tesis “Propuesta de mejoramiento de la productividad en una empresa metalmecánica mediante la aplicación de un VSM” la cual logro aumentar la productividad en 76.71% reduciendo el tiempo de procesamiento de 3730.05 a 1943.95 segundos por unidad y el lead time de 136.82 a 97.62 días.

La eficiencia en el proceso de fabricación de pre-marcos metálicos para ventanas en la empresa Kaisa S.A.C luego de la aplicación del VSM mejoro en 6.02%. De la misma manera en la investigación de Ricaldi (2018) “aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el área de producción de E y C Metalikas S.A.C, se obtuvo un aumento del 9% en la eficiencia, quedando demostrado el efecto positivo de las herramientas de mejora.

La eficacia obtenida en el proceso de fabricación de pre-marcos metálicos para ventanas en la empresa Kaisa S.A.C luego de la aplicación del VSM fue de 12.56% evidenciado una mejora, este resultado guarda relación con la investigación de Huaman (2017) en su tesis titulada “Implementación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el área de piezas estructurales en la empresa Resemin S.A” en la cual la eficacia se elevó en 18%.

V. CONCLUSIONES

1. Se determinó que la meDÍA de la productividad en la fabricación de pre-marcos metálicos para ventanas antes fue de 0.6410 mientras la meDÍA después fue de 0.8430 representando una mejora de 15.86% y cumpliéndose que $P_a < P_d$ la cual meDÍAnte la prueba de contrastación de hipótesis T-Student donde $p = 0.000 < 0.05$, por lo tanto el sig. es menor que 0.05, de esta manera se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna: La aplicación de Value Stream Mapping mejora la productividad en la fabricación de pre-marcos metálicos en la empresa Kaisa S.A.C, Los Olivos, 2019
2. Antes de la aplicación de VSM la eficiencia en la fabricación de pre-marcos metálicos para ventanas fue de 0.8817 y después del VSM fue de 0.9419 representando una mejora 6.02% cumpliendo que $Efc_a < Efc_d$ que meDÍAnte la prueba de contrastación por T-student donde $p = 0.00 < 0.05$, donde el sig. Es menor a 0.05 rechazandose la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alterna: La aplicación de Value Stream Mapping mejora la Eficiencia en la fabricación de pre-marcos metálicos en la empresa Kaisa S.A.C, Los Olivos, 2019
3. De acuerdo con la comparación de meDÍAs de la eficacia se obtuvo para antes de la mejora 0.7273 y para después de la mejora fue de 0.8529 la cual cumple que $Efa < Efd$ y que representa un aumento de 12.56%, la cual meDÍAnte la prueba de contrastación de hipótesis por wilcoxon donde $p = 0.000 < 0.005$ y $z = -6.673$ por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna: La aplicación de Value Stream Mapping mejora la Productividad en el proceso de fabricación de pre-marcos para ventanas en la empresa Kaisa S.A.C, Los Olivos, 2019.

VI. RECOMENDACIONES

Kaisa S.A.C es una empresa que está en constante crecimiento buscando ser competitivo en un mercado cada vez más exigente, en el presente trabajo de investigación se demostró que se puede mejorar los procesos de fabricación y lograr alcanzar los objetivos planteados por lo que se recomienda seguir implementando Value Stream Mapping en la fabricación de los demás productos y de esta manera seguir mejorando la productividad, apoyándonos en las herramientas de lean manufacturing.

Satisfacer al cliente cumpliendo los tiempos estipulados de entrega de los productos es un objetivo que requiere de una mejora constante para lograr la eficiencia, la cual requiere que el personal se encuentre comprometido con las labores, para ello es importante capacitar, estimular y motivar al capital humano donde la alta directiva tome liderazgo para impulsar el cambio mediante el entendimiento de Value Stream Mapping y lo importante que es para el flujo tanto de materiales como de información.

Por último, se recomienda dar un seguimiento y control de la producción evaluando mediante Value Stream Mapping para así encontrar oportunidad de mejora en los diferentes procesos teniendo como principal objetivo eliminar o reducir aquellas mudas que no permiten una manufactura esbelta.

REFERENCIAS

- APOLAYA, Salomón. Aplicación de herramientas del Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el proceso de corte de acero de la empresa metalmecánica Fiansa S.A., Lurigancho. Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017.
- ARIAS, FiDÍAs. El proyecto de investigación [en línea]. 6ta Edición. Caracas: Editorial Episteme, 2012. [Consulta: 12 julio 2019]. Disponible en: https://issuu.com/fiDÍAsgerardoarias/docs/fiDÍAs_g._arias._el_proyecto_de_inv.
- ARROYO, Nelson. Implementación de Lean Manufacturing para mejorar el sistema de producción en una empresa de metalmecánica [en línea]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2018. Disponible en: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/9778>.
- CARRO, Roberto y GONZÁLEZ, Daniel. Productividad y Competitividad. Mar del Plata: Universidad Nacional de Mar del Plata, 2012.
- CARVALLO, Edgardo. Propuesta de aplicación de conceptos de manufactura esbelta a una línea de producción de costura de una empresa de confecciones de tejido de punto para exportación. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2014.
- CEGARRA, José. Metodología de la Investigación Científica y Tecnológica. S.l.: s.n., 2004. ISBN 84-7978-624-8.
- CLEIN, Dan y SIMOKURA, Gregg. CMOS IC Layout : Concepts, Methodologies, and Tools. S.l.: s.n., 2000. ISBN 9780750671941.
- CORDOVA, Manuel. Estadística, descriptiva e inferencial [en línea]. Lima: Editorial Moshera S.R.L, 2003. [Consulta: 12 julio 2019]. ISBN 9972813053. Disponible en: <https://es.slideshare.net/jhonyfern/estadistica-descriptiva-e-inferencial-manuel-cordova-zamora-1>.
- GARCÍA, Alfonso. Productividad y reducción de costos para la pequeña y medIANA industria. S.l.: Trillas, 2011. ISBN 6071707331.
- GARCÍA, Roberto. Estudio del trabajo, Ingeniería de metodos y medición del trabajo. S.l.:

- s.n., 2005. ISBN 970-10-4657-9.
- GESTIÓN. Exportaciones del sector metalmecánica alcanzaron los US\$ 601 millones en el 2018 | Economía | Gestion [en línea]. S.l.: s.n., 2019. [Consulta: 19 mayo 2019]. Disponible en: <https://gestion.pe/economia/exportaciones-sector-metalmeccanica-alcanzaron-us-601-millones-2018-265853>.
- HERNÁNDEZ, Juan Carlos y VIZÁN, Antonio. Lean Manufacturing. 1ra ed. Madrid: Fundación EOI, 2013. ISBN 9788415061403.
- HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María del Pilar. Metodología de la Investigación. 5ta ed. México D.F: Mc Graw Hill, 2010. ISBN 9786071502919.
- HUAMAN, Ruben, 2017. Implementación De Herramientas Lean Manufacturing Para Mejorar La Productividad En El Área De Fabricación De Piezas Estructurales En La Empresa Resemin S.a. Ate 2017. [en línea], pp. 173. Disponible en: [http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/3547/TESIS Viscosidad %28Bibliotecas UNAM%29.pdf?sequence=2](http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/3547/TESIS%20Viscosidad%20Bibliotecas%20UNAM%29.pdf?sequence=2).
- HURTADO, Jacqueline. EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN [en línea]. Caracas: Quiron Ediciones, 2012. [Consulta: 12 julio 2019]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/325498589/EL-PROYECTO-DE-INVESTIGACION-HURTADO-2012-pdf>.
- LEANLANDÍA. Despilfarros por movimientos innecesarios [en línea]. colo: s.n., 2019. [Consulta: 21 mayo 2019]. Disponible en: <https://leanlanDÍA.wordpress.com/2019/02/28/despilfarro-por-movimientos-innecesarios-del-personal/>.
- MADARIAGA, Francisco. Lean Manufacturing: Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familia de productos mediante procesos discretos. 2da. ed. Bilbao: BUBOK PUBLISHING, 2013. ISBN 9783540773405.
- Ministerio de la Producción. [en línea], [Consulta: 16 mayo 2019]. Disponible en: <http://ogeiee.produce.gob.pe/index.php/shortcode/estadistica-oe/estadisticas-manufactura>.
- MOREY, Vanessa. Plan de Mejora Integral para aumentar la Productividad mediante el Mapeo de Flujo de Valor en fabricaciones metálicas Fametal S.A.C. Chiclayo: UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO, 2014.
- MURIS, Lage y GODINHO, Moacir, 2010. Variations of the kanban system: Literature

- review and classification. *International Journal of Production Economics* [en línea], vol. 125, no. 1, pp. 13-21. [Consulta: 29 junio 2019]. Disponible en: <https://ideas.repec.org/a/eee/proeco/v125y2010i1p13-21.html>.
- NASH, Mark A. y POLING, Sheila R. Mapping the total value stream : a comprehensive guide for production and transactional processes. S.l.: CRC Press, 2008. ISBN 9781563273599.
- ORDOÑEZ, Marisol. Propuesta de Mejoramiento de la Productividad en una Empresa Metalmeccánica Mediante la Aplicación de un VSM. Ecuador: Universidad de las Americas, 2017.
- QUEZADA, Lucio. Estadística para ingenieros [en línea]. Lima: Empresa Editora Macro E.I.R.L, 2010. [Consulta: 12 julio 2019]. ISBN 9786124034558. Disponible en: <https://www.editorialmacro.com/producto?id=154>.
- QUIJANO, Santiago y NAVARRO, José, 1999. El ASH (Auditoria del Sistema Humano), los modelos de calidad y la evaluación organizativa. *Revista de Psicología General y Aplicada*, vol. 52, no. 2-3, pp. 301-328. ISSN 0373-2002.
- RAJADELL, Manuel y SANCHEZ, Jose. LEAN MANUFACTURING La evidencia de una necesidad. Madrid: Diaz de Santos, 2010. ISBN 9788479789671.
- RICALDI, Luis. Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad del área de Producción de E y C Metalikas S.A.C. - 2018. Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018.
- SANCHEZ, Cristobal. Diseño de un programa de gestión utilizando el sistema Pull en una empresa metalmeccánica de la ciudad de Guayaquil. Guayaquil: Universidad de Guayaquil, 2014. ISBN 0997303026.
- SÁNCHEZ, Pedro, SÁNCHEZ, Carmen, SÁNCHEZ, Francisco y CRUZ, María. Innovación y Productividad Manufacturera. Santiago de Chile: Journal of Technology Mananget & Innovatio, 2014.
- SOCCONINI, LUIS. Lean Manufacturing Paso a Paso. 1era. ed. Guadalajara: Pandora Impresores, 2008. ISBN 9789700919324.
- SUNDAR, R., BALAJI, A. y SATHEESHKUMAR, R. A review on lean manufacturing implementation techniques. Tamilnadu: Elsevier B.V., 2014.
- SUÑÉ, Albert, GIL, Francisco y ARCUSA, Ignasi. Manual Práctico de Diseños de Sistemas Productivos. Madrid: Ediciones Diaz de Santos, S.A, 2004. ISBN 9783540773405.
- VALDERRAMA, Santiago, Pasos Para Elaborar Proyectos de Investigacion Cientifica

(Santiago Valderrama Mendoza). [en línea]. [Consulta: 12 julio 2019]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/335731707/Pasos-Para-Elaborar-Proyectos-de-Investigacion-Cientifica-Santiago-Valderrama-Mendoza>.

VENKATARAMAN, K., RAMNATH, Vijaya, KUMAR, Muthu y ELANCHEZHIAN, C. Application of Value Stream Mapping for Reduction of Cycle Time in a Machining Process. Chennai: s.n., 2014.

YEROVI, Mishell, LORENTE, Leandro, SARAGURO, Ramiro, MONTERO, Yakcleem y VALENCIA, Robert. Aplicación de herramientas de la metodología lean manufacturing en la mejora del proceso de producción de puertas enrollables. Ecuador: Universidad Técnica del Norte, 2017.

ANEXOS

Anexo N° 1: Juicio de expertos

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE VALUE STREAM MAPPING

N°	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		SÍ	No	SÍ	No	SÍ	No	
1	DIMENSIÓN 1 TIEMPO DE CICLO $TCT = \sum TC$ TCT= Tiempo de Ciclo Total TC= Tiempo de Ciclo por proceso	✓		✓		✓		
2	DIMENSIÓN 2 LEAD TIME $LT = \frac{INV}{DC}$ LT: Lead Time (minutos) INV: Inventario en unidades DC: Demanda del cliente en unidades/minutos	✓		✓		✓		

 Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

 Opinión de aplicabilidad: Aplicable No aplicable

 Apellidos y nombres del juez validador. Dni Mg: Mg. Delgado Acosta, Mary Livia DNI: 4999804

 Especialidad del validador: Co. Área de Procesos y Operaciones

22 de 06 del 2019



Firma del Experto Informante.

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto técnico 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

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE LA PRODUCTIVIDAD

N°	DIMENSIÓN 1 EFICIENCIA	VARIABLE / DIMENSIÓN	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
			Sí	No	Sí	No	Sí	No	
3	Efn: Eficiencia (%) TP: Tiempo Programado TRU: Tiempo Realmente Utilizado	$Efn = \frac{TP}{TRU} \times 100 \%$	✓		✓		✓		
4	Efc: Eficacia (%) UPN: unidades Producidas UPN: unidades Planificadas	$Efc = \frac{UPR}{UPN} \times 100 \%$	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [✓] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr Mg: MSc Delgado Monto, Mayra Laura DNI: 42917804

Especialidad del validador: Control de Calidad y Operación

26 de 06 del 2019

[Firma]

Firma del Experto Informante.

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

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE VALUE STREAM MAPPING

N°	DIMENSIÓN 1 TIEMPO DE CICLO	VARIABLE / DIMENSIÓN		Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1		$TCT = \sum TC$ <p>TCT= Tiempo de Ciclo Total TC= Tiempo de Ciclo por proceso</p>		✓		✓		✓		
2		<p>DIMENSIÓN 2 LEAD TIME</p> $LT = \frac{INV}{DC}$ <p>LT: Lead Time (minutos) INV: Inventario en unidades DC: Demanda del cliente en unidades/minutos</p>		✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Hay Suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr Mg: Montoya Córdova, Gustavo DNI: 07500140

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

Jun 27, 06 de del 2019




Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE LA PRODUCTIVIDAD

N°	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		SI	No	SI	No	SI	No	
3	Efn: Eficiencia (%) $Efn = \frac{TP}{TRU} \times 100 \%$ TP: Tiempo Programado TRU: Tiempo Realmente Utilizado	✓		✓		✓		
	DIMENSION 2 EFICACIA	SI	No	SI	No	SI	No	
4	Efc: Eficacia (%) $Efc = \frac{UPR}{UPN} \times 100$ UPN: unidades Producidas UPN: unidades Planificadas	✓		✓		✓		

 Observaciones (precisar si hay suficiencia): Hay suficiencia

 Opinión de aplicabilidad: Aplicable No aplicable después de corregir No aplicable []
 Apellidos y nombres del Juez validador. Dr/ Mg: Montoya Córdova Gustavo DNI: 07500140
 Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

 Inscrito de 06 de 06 del 2019


Firma del Experto Informante.

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

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE VALUE STREAM MAPPING

N°	DIMENSIÓN 1 TIEMPO DE CICLO	VARIABLE / DIMENSIÓN		Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
1	$TCT = \sum TC$ <p>TCT= Tiempo de Ciclo Total TC= Tiempo de Ciclo por proceso</p>	✓		✓		✓		✓		
2	<p>DIMENSIÓN 2 LEAD TIME</p> $LT = \frac{INV}{DC}$ <p>LT: Lead Time (minutos) INV: Inventario en unidades DC: Demanda del cliente en unidades/minutos</p>	✓		✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY SUFICIENCIA.

Opinión de aplicabilidad: Aplicable No aplicable No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador: DR Mg: CARRION NIN JOSE LUIS DNI: 07444710

Especialidad del validador: ING INDUSTRIAL / ECONOMISTA / MAGISTER / DOCTOR

27 JUN de del 2019

[Firma]

Firma del/Experto Informante.

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

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE LA PRODUCTIVIDAD


N°	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		SI	No	SI	No	SI	No	
3	<p>Dimensión 1 EFICIENCIA</p> <p>$Efn = \frac{TP}{TRU} \times 100 \%$</p> <p>Efn: Eficiencia (%) TP: Tiempo Programado TRU: Tiempo Realmente Utilizado</p>	✓		✓		✓		
4	<p>Dimensión 2 EFICACIA</p> <p>$Efc = \frac{UPR}{UPN} \times 100$</p> <p>Efc: Eficacia (%) UPN: unidades Producidas UPR: unidades Planificadas</p>	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY SUFICIENCIA.

Opinión de aplicabilidad: Aplicable No aplicable []
 Apellidos y nombres del juez validador: D/ Mg: CARRION MIN, JOSE LUIS DNI: 07444710
 Especialidad del validador: ING. INDUSTRIAL // ECONOMISTA // MAGISTER // DOCTOR

27 JUN
de.....del 2019


Firma del Experto Informante.




¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del construido
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


Anexo N° 2: Registro de Toma de tiempos pre-test Abril-Mayo-Junio, 2019

		REGISTRO DE TOMA DE TIEMPOS (Minutos)																								PROMEDIO	TIEMPO DE CICLO
		AREA: PRODUCCIÓN DE PRE-MARCO V2.7 800X1200 mm										Instrumento: Cronómetro Digital					FECHA: 01/04/2019 - 30/04/2019										
		DÍA																									
PROCESO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22					
CORTE	1	5.83	5.26	5.19	5.72	5.88	5.21	5.06	5.70	5.45	5.79	5.53	5.60	5.57	5.51	5.69	5.35	5.12	5.47	5.56	5.27	5.34	5.05	5.46	16.3		
	2	3.50	1.83	3.27	2.14	1.80	3.78	2.36	2.83	2.45	1.15	2.28	3.63	3.62	1.94	3.49	2.24	2.29	1.03	2.28	3.52	2.10	1.44	2.50			
	3	2.01	2.21	2.14	2.10	2.27	3.78	2.37	2.60	3.24	2.12	2.97	3.16	2.93	2.17	2.36	2.34	3.56	2.18	2.20	2.36	2.57	3.74	2.61			
	4	4.05	3.48	2.28	3.19	2.82	2.84	2.48	4.80	2.45	4.16	2.39	4.13	4.77	2.72	3.53	4.18	2.50	4.29	4.71	4.70	3.97	4.83	3.60			
	5	1.63	1.64	1.29	1.67	2.76	1.78	1.62	2.43	2.98	2.57	1.63	1.71	2.94	2.27	2.51	2.61	2.58	1.60	2.48	2.62	1.64	2.74	2.17			
ENSAMBLE 1	6	1.10	1.57	1.14	1.42	1.96	1.79	1.53	1.19	1.88	1.72	1.43	1.83	1.19	1.85	1.77	1.32	1.93	1.77	1.27	1.36	1.68	1.58	1.56	24.6		
	7	3.88	2.76	2.89	2.83	3.90	3.81	2.60	2.06	2.17	2.86	2.28	2.71	3.62	3.38	2.14	3.43	3.05	2.19	3.28	3.50	3.80	2.15	2.97			
	8	21.36	21.25	18.61	20.73	19.69	20.69	18.67	20.49	19.26	19.60	19.91	21.07	18.29	20.92	18.71	18.58	21.98	20.81	21.84	19.20	20.47	18.40	20.02			
SOLDADURA 1	9	1.14	1.90	1.05	1.18	1.47	1.33	1.39	1.35	1.91	1.41	1.71	1.36	1.58	1.39	1.43	1.49	1.34	1.95	1.44	1.50	1.92	1.55	1.49	34.9		
	10	5.74	4.28	4.48	4.44	5.84	4.72	5.62	5.15	5.34	4.40	4.04	5.76	5.18	4.86	5.79	5.58	4.96	5.15	4.92	4.45	4.29	5.87	5.04			
	11	2.52	3.69	2.17	2.15	2.88	2.33	2.80	2.97	2.99	3.14	3.90	2.59	3.13	2.98	3.08	3.11	2.39	2.41	3.11	2.58	2.86	2.40	2.83			
	12	20.53	20.29	19.17	19.74	19.74	20.54	20.10	19.23	20.93	19.04	20.27	19.60	20.90	20.34	19.25	20.73	20.29	19.45	19.16	20.03	19.11	19.43	19.90			
	13	5.40	5.88	5.41	5.17	5.98	5.14	5.91	5.45	5.66	5.61	5.35	5.94	5.20	5.67	5.90	5.14	5.79	5.98	5.40	5.80	5.55	5.90	5.60			
ENSAMBLE 2	14	2.26	2.25	2.59	2.12	3.95	3.41	3.11	2.07	3.56	2.41	2.80	3.18	2.68	2.14	3.58	3.82	3.98	2.32	3.89	3.50	2.09	2.56	2.92	24.4		
	15	8.95	9.37	8.28	10.61	8.04	10.38	8.43	10.28	8.23	8.34	8.15	10.57	9.22	9.27	10.45	9.66	10.87	9.81	10.56	9.59	10.89	8.56	9.48			
	16	12.29	11.08	12.52	12.84	12.04	11.79	12.83	11.75	11.23	11.96	13.00	11.66	11.25	11.67	11.79	12.85	11.24	11.34	11.70	11.66	12.77	12.49	11.99			
SOLDADURA 2	17	3.12	3.48	3.71	3.24	3.53	3.78	3.42	3.92	3.09	3.79	3.75	3.39	3.06	3.36	3.39	3.65	3.08	3.09	3.87	3.82	3.29	3.08	3.45	33.1		
	18	5.45	4.67	4.43	4.03	5.08	4.71	5.73	5.27	5.33	4.39	4.69	5.71	5.90	5.91	4.34	4.78	5.36	5.78	4.82	4.09	4.89	4.25	4.98			
	19	2.68	2.46	3.91	2.35	2.71	3.41	3.64	2.30	3.04	2.42	2.26	2.24	3.55	2.75	2.55	2.53	3.84	2.37	3.35	3.37	2.61	2.15	2.84			
	20	17.08	17.05	16.34	17.10	16.02	16.90	16.63	16.98	16.16	16.14	17.71	16.65	16.79	16.65	17.58	16.99	17.63	16.72	16.81	16.52	17.49	16.89	16.86			
	21	4.08	5.57	4.10	4.80	5.98	4.54	4.40	5.75	4.57	5.79	5.99	5.04	4.95	5.57	5.58	4.41	5.13	4.09	4.34	4.74	4.67	5.51	4.98			
LIMPIEZA	22	1.71	1.93	1.37	1.15	1.75	1.41	1.81	1.37	1.16	1.54	1.08	1.79	1.30	1.96	1.41	1.81	1.19	1.23	1.04	1.56	1.81	1.19	1.48	12.9		
	23	7.82	7.71	6.19	5.39	6.23	7.19	5.02	5.33	6.48	7.50	5.93	7.09	5.56	5.98	5.33	5.34	6.49	6.67	7.73	7.06	5.64	6.39	6.37			
	24	5.80	4.79	5.21	4.56	5.83	4.78	4.95	5.54	4.03	5.42	4.15	4.25	4.50	5.36	4.86	4.97	5.51	5.76	4.64	4.96	5.77	5.17	5.04			
ALMACENADO	25	1.23	1.59	1.02	1.73	1.04	1.44	1.99	1.78	1.89	1.14	1.44	1.59	1.40	1.47	1.92	1.23	1.64	1.73	1.01	1.00	1.04	1.83	1.46	4.0		
	26	2.97	2.93	2.59	2.64	2.65	2.44	2.24	2.84	2.49	2.35	2.23	2.97	2.09	2.04	2.03	2.14	2.78	2.03	2.65	2.93	2.57	2.47	2.50			
		154.1	150.9	141.4	145.0	151.8	153.9	146.7	151.4	148.0	146.8	146.9	155.2	151.2	150.1	150.5	150.3	156.5	147.2	154.1	151.7	150.8	147.6	150.1	150.1		

1. TRASLADAR MATERIAL A MAQUINA, 2. COLOCAR MATERIAL EN MAQUINA, 3. CORTE DE MATERIAL, 4. ESPERA, 5. INSPECCIÓN, 6. TRASLADO A ZONA DE ARMADO, 7. ESPERA, 8. ARMADO Y HABILITADO, 9. TRASLADO A ZONA DE SOLDADURA, 10. ESPERA, 11. ARMADO Y APUNTALADO, 12. SOLDAR, 13. INSPECCIÓN, 14. TRASLADO A ENSAMBLE 2, 15. ESPERA, 16. ARMADO Y APUNTALADO, 17. TRASLADO A ZONA DE SOLDADURA 2, 18. ESPERA, 19. PREPARA MAQUINA DE SOLDAR, 20. SOLDAR, 21. INSPECCIÓN, 22. TRASLADO A ZONA DE LIMPIEZA, 23. ESPERA, 24. LIMPIEZA MECANICA CON ESMERIL, 25. TRASLADO A ALMACEN, 26. ALMACENADO.


		REGISTRO DE TOMA DE TIEMPOS (Minutos)																								PROMEDIO	TIEMPO DE CICLO
		AREA: PRODUCCIÓN DE PRE-MARCO V2.7 800X1200 mm										Instrumento: Cronómetro Digital					FECHA: 31/05/2019 - 01/06/2019										
		DÍA																									
PROCESO	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44					
CORTE	1	5.31	5.74	5.27	5.30	5.64	5.28	5.79	5.36	5.99	5.13	5.20	5.53	5.38	5.86	5.91	5.68	5.17	5.91	5.91	5.97	5.64	5.07	5.55	16.1		
	2	2.95	2.42	2.80	3.55	1.17	3.79	3.02	1.79	1.29	1.97	2.66	1.75	3.05	2.08	1.03	1.95	1.17	2.61	1.43	3.15	1.59	1.79	2.23			
	3	2.36	3.95	3.62	2.26	3.95	3.40	3.56	3.03	2.17	3.99	2.94	3.45	2.67	2.61	3.56	2.46	2.96	3.09	3.23	2.26	3.60	2.14	3.06			
	4	4.08	3.22	4.59	2.47	2.94	2.49	4.17	3.43	3.98	3.60	2.38	2.52	4.44	2.01	3.23	4.44	2.73	3.79	2.88	2.02	4.71	2.24	3.29			
	5	2.67	1.73	1.83	1.63	1.28	2.06	2.38	2.53	2.77	1.53	1.02	1.65	1.31	2.11	1.10	1.89	2.95	1.01	1.44	2.89	2.53	2.19	1.93			
ENSAMBLE 1	6	1.45	1.32	1.40	1.76	1.96	1.18	1.24	1.50	1.27	1.80	1.08	1.81	1.74	1.38	1.80	1.58	1.95	1.07	1.67	1.68	1.28	1.57	1.52	24.5		
	7	2.92	3.72	3.37	2.61	3.66	2.64	3.62	3.71	2.72	3.75	3.47	2.53	3.99	2.99	2.80	2.94	2.08	3.13	3.58	3.01	2.75	4.00	3.18			
	8	21.43	20.33	18.24	19.29	18.87	20.90	18.74	19.39	18.31	20.12	20.49	19.42	20.11	21.85	19.20	20.64	19.65	20.46	18.67	20.30	20.22	18.29	19.77			
SOLDADURA 1	9	1.74	1.94	1.90	1.41	1.19	1.98	1.97	1.85	1.02	1.28	1.12	1.88	1.39	1.02	1.45	1.64	1.91	1.20	1.55	1.80	1.99	1.24	1.57	35.4		
	10	5.48	5.48	4.57	5.66	4.25	5.43	5.36	5.36	5.36	4.57	4.82	4.55	5.58	5.73	4.49	5.46	5.14	5.38	5.82	4.06	4.92	5.54	5.14			
	11	3.91	2.86	2.51	2.13	3.70	2.65	3.38	3.84	3.83	3.98	3.80	2.24	3.94	2.38	2.13	3.36	3.57	2.21	2.15	3.53	2.67	2.07	3.04			
	12	20.54	20.80	20.16	20.83	19.04	19.47	20.00	19.08	19.55	20.68	20.65	20.13	19.75	20.67	20.50	19.96	19.99	19.50	20.58	20.60	20.25	20.74	20.16			
	13	5.86	5.03	5.56	5.54	5.54	5.64	5.47	5.11	5.66	5.71	5.71	5.89	5.00	5.22	5.69	5.59	5.03	5.62	5.17	5.77	5.03	5.96	5.49			
ENSAMBLE 2	14	3.31	2.87	3.58	2.58	3.11	2.84	3.35	2.41	3.36	2.45	2.73	2.78	2.77	2.05	3.88	2.83	3.31	2.60	3.89	2.62	3.39	3.19	3.00	24.5		
	15	10.46	8.42	10.67	10.21	10.80	8.31	8.00	9.66	8.22	10.02	8.63	9.17	8.26	10.44	10.80	10.07	10.40	10.47	9.45	9.50	8.87	10.23	9.59			
	16	12.53	11.26	12.84	11.53	11.97	12.98	11.76	11.05	11.08	11.63	12.49	12.04	12.14	11.43	11.80	11.64	12.11	11.65	11.94	12.29	11.37	12.93	11.93			
SOLDADURA 2	17	3.90	3.50	3.55	3.39	3.23	3.27	3.61	3.40	3.05	3.07	3.77	3.41	3.46	3.58	3.84	3.08	3.72	3.85	3.91	3.44	3.98	3.34	3.52	33.8		
	18	4.61	5.31	4.07	5.80	5.87	4.01	5.88	5.62	5.36	4.13	4.78	5.11	5.52	4.82	4.96	4.81	4.07	4.62	4.52	5.74	5.64	5.66	5.04			
	19	3.92	3.38	2.83	3.04	3.74	2.04	3.36	3.44	3.07	3.20	3.38	2.63	3.18	2.59	3.86	2.48	3.93	2.40	3.70	3.28	3.36	3.41	3.19			
	20	17.63	16.73	17.62	17.12	16.25	17.06	17.02	17.14	17.18	17.41	16.96	17.51	17.64	16.15	16.69	17.27	17.85	17.09	16.73	17.46	17.15	17.85	17.16			
	21	4.34	5.10	4.24	4.65	4.93	5.68	4.14	5.89	4.21	5.08	5.93	4.43	4.93	5.21	5.86	4.55	4.79	4.85	4.50	4.17	5.13	5.59	4.92			
LIMPIEZA	22	1.68	2.00	1.20	1.62	1.17	1.05	1.84	1.69	1.99	1.71	1.15	1.98	1.94	1.21	1.45	1.13	1.96	1.44	1.21	1.20	1.57	1.72	1.54	13.2		
	23	6.53	6.99	6.47	6.65	7.67	5.97	7.49	5.94	7.68	5.82	6.48	7.25	7.35	5.76	5.34	5.79	5.64	6.93	5.69	6.32	6.64	6.68	6.50			
	24	4.37	5.58	4.37	4.74	5.45	5.48	5.04	5.65	4.52	4.21	4.87	6.00	4.63	4.56	5.71	5.46	5.60	4.99	5.81	4.47	5.73	5.95	5.15			
ALMACENADO	25	1.57	1.68	1.55	1.91	1.97	1.49	1.54	1.78	1.21	1.17	1.24	1.18	1.96	1.00	1.54	1.70	1.65	1.17	1.84	1.03	1.60	1.75	1.52	4.0		
	26	2.67	2.82	2.88	2.58	2.41	2.41	2.16	2.52	2.06	2.89	2.06	2.05	2.42	2.06	2.86	2.41	2.29	2.99	2.14	2.94	2.84	2.87	2.52			
		158.2	154.2	151.7	150.3	151.8	149.5	153.9	152.2	146.9	150.9	149.8	148.9	154.6	146.8	151.5	150.8	151.6	150.0	149.4	151.5	154.5	154.0	151.5	151.5		

1. TRASLADAR MATERIAL A MAQUINA, 2. COLOCAR MATERIAL EN MAQUINA, 3. CORTE DE MATERIAL, 4. ESPERA, 5. INSPECCIÓN, 6. TRASLADO A ZONA DE ARMADO, 7. ESPERA, 8. ARMADO Y HABILITADO, 9. TRASLADO A ZONA DE SOLDADURA, 10. ESPERA, 11. ARMADO Y APUNTALADO, 12. SOLDAR, 13. INSPECCIÓN, 14. TRASLADO A ENSAMBLE 2, 15. ESPERA, 16. ARMADO Y APUNTALADO, 17. TRASLADO A ZONA DE SOLDADURA 2, 18. ESPERA, 19. PREPARA MAQUINA DE SOLDAR, 20. SOLDAR, 21. INSPECCIÓN, 22. TRASLADO A ZONA DE LIMPIEZA, 23. ESPERA, 24. LIMPIEZA MECANICA CON ESMERIL, 25. TRASLADO A ALMACEN, 26. ALMACENADO.


		REGISTRO DE TOMA DE TIEMPOS (Minutos)																								PROMEDIO	TIEMPO DE CICLO
		AREA: PRODUCCIÓN DE PRE-MARCO V2.7 800X1200 mm										Instrumento: Cronómetro Digital					FECHA: 02/06/2019 - 31/06/2019										
		DÍA																									
PROCESO		45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66				
CORTE	1	5.69	5.17	5.35	5.15	5.88	5.73	5.49	5.57	5.83	5.49	5.55	5.08	5.57	5.47	5.50	5.27	5.46	5.47	5.02	5.72	5.15	5.15	5.44	17.2		
	2	1.03	3.61	3.00	3.94	1.85	1.28	3.57	3.96	3.12	3.18	3.73	3.35	2.48	3.60	3.12	1.81	1.13	3.33	1.66	3.21	2.53	3.79	2.83			
	3	2.40	2.90	2.41	3.47	3.05	2.26	3.35	3.77	2.42	2.30	3.98	3.39	2.96	3.36	2.71	3.47	3.54	3.77	2.49	2.62	2.75	3.24	3.03			
	4	4.46	2.54	3.87	2.27	4.14	3.92	3.44	4.51	3.67	4.29	4.58	4.27	2.75	4.32	3.95	2.27	4.48	4.75	2.02	4.48	3.42	2.03	3.66			
	5	2.48	2.07	1.89	1.19	2.90	1.47	2.65	1.91	2.43	2.27	2.76	2.76	1.12	1.60	2.90	2.97	2.87	1.93	2.91	2.36	1.28	2.85	2.25			
ENSAMBLE 1	6	1.90	1.45	1.73	1.53	1.52	2.00	1.28	1.46	1.31	1.73	1.39	1.38	1.03	1.72	1.15	1.58	1.61	1.11	1.40	1.09	1.56	1.10	1.46	24.9		
	7	3.75	3.64	2.39	2.92	2.46	2.21	3.59	3.30	2.10	2.77	2.57	3.63	3.17	2.29	3.46	3.46	3.71	3.21	3.99	3.23	2.24	3.63	3.08			
	8	19.47	21.25	21.11	20.06	20.74	18.95	20.70	20.09	21.97	19.47	21.57	18.19	18.67	21.38	20.98	18.06	21.12	21.81	21.33	21.79	19.49	20.17	20.38			
SOLDADURA 1	9	1.41	1.29	1.63	1.77	1.95	1.09	1.85	1.18	1.47	1.02	1.23	1.08	1.11	1.61	1.72	1.73	1.25	1.69	1.64	1.84	1.91	1.80	1.51	35.0		
	10	5.60	5.29	4.62	5.65	5.85	4.82	4.75	4.69	5.33	4.08	5.93	5.46	4.30	4.70	5.31	5.49	5.41	5.60	4.36	5.66	4.59	4.66	5.10			
	11	2.44	2.49	2.44	3.65	2.59	2.70	3.10	3.41	2.13	2.15	3.89	2.02	3.83	3.13	2.17	2.49	2.62	2.16	3.72	3.82	2.52	3.94	2.88			
	12	19.79	19.90	19.76	20.16	20.23	19.57	19.50	20.90	19.11	20.48	20.41	20.52	19.64	19.97	19.85	19.90	20.32	20.04	20.67	20.77	19.89	19.29	20.03			
	13	5.62	5.50	5.37	5.24	5.21	5.54	5.25	5.24	5.49	5.59	5.53	5.48	5.08	5.83	5.95	5.19	5.90	5.17	5.67	5.29	5.30	5.35	5.45			
ENSAMBLE 2	14	3.77	2.85	3.66	3.29	2.94	2.60	3.65	2.60	3.10	3.12	3.96	2.58	2.59	3.89	3.66	2.10	2.54	3.22	2.74	2.46	2.73	2.26	3.01	24.6		
	15	10.00	10.62	10.77	10.23	10.93	8.06	10.80	8.21	9.56	8.30	10.54	9.65	10.33	8.88	8.86	8.57	8.76	9.95	10.12	9.41	9.57	8.95	9.59			
	16	11.52	11.42	12.44	11.40	12.12	11.42	11.92	11.52	12.87	12.63	12.38	12.98	12.39	12.77	12.19	11.65	11.43	12.22	12.29	11.29	12.03	11.93	12.04			
SOLDADURA 2	17	3.67	3.46	3.90	3.91	3.29	3.11	3.99	3.01	3.17	3.48	3.97	3.55	3.39	3.49	3.34	3.82	3.84	3.71	3.11	3.96	3.58	3.51	3.56	33.3		
	18	5.65	4.84	4.50	4.78	5.29	5.02	4.23	4.45	5.80	5.92	4.98	5.67	5.14	4.23	5.15	5.63	4.90	4.48	5.95	5.93	4.23	4.14	5.04			
	19	3.22	2.39	2.04	2.89	3.75	2.55	3.02	2.13	3.76	3.23	2.94	3.46	2.76	3.14	3.92	2.95	2.63	2.12	2.56	2.98	3.12	3.58	2.96			
	20	17.15	17.31	16.36	17.59	16.00	16.08	17.03	17.98	16.73	16.57	16.17	17.97	16.86	16.16	17.24	16.18	16.32	16.74	17.51	16.13	17.77	16.98	16.86			
	21	4.38	4.72	5.76	4.56	4.68	4.77	5.21	5.50	5.08	5.50	4.39	4.44	4.60	5.90	4.40	4.32	4.77	4.50	5.65	5.49	4.32	5.61	4.93			
LIMPIEZA	22	1.97	1.28	1.96	1.56	1.15	1.50	1.65	1.10	1.75	1.60	1.80	1.88	1.02	1.61	1.80	1.52	1.67	1.90	1.52	1.21	1.17	1.38	1.55	13.3		
	23	6.83	5.83	6.35	6.69	7.32	7.00	6.90	5.74	5.65	6.38	7.64	6.32	5.14	5.05	7.24	6.65	7.73	7.11	5.74	6.37	7.46	7.73	6.59			
	24	5.86	4.22	4.40	5.26	4.76	5.09	4.64	4.48	5.74	5.88	5.67	4.14	5.92	5.02	5.66	4.81	5.78	5.97	5.18	4.77	5.36	5.26	5.18			
ALMACENADO	25	1.87	1.25	1.49	1.41	1.21	1.51	1.77	1.35	1.05	1.72	1.49	1.83	1.23	1.51	1.63	1.82	1.89	1.83	1.25	1.38	1.29	1.93	1.53	4.0		
	26	2.60	2.45	2.63	2.90	2.48	2.05	2.88	2.49	2.65	2.22	2.06	2.37	2.91	2.60	2.24	2.51	2.50	2.51	2.27	2.38	2.57	2.30	2.48			
		154.5	149.7	151.8	153.5	154.3	142.3	156.2	150.6	153.3	151.4	161.1	153.5	146.0	153.2	156.1	146.2	154.2	156.3	152.8	155.6	147.8	152.6	152.4	152.4	152.4	

1. TRASLADAR MATERIAL A MAQUINA, 2. COLOCAR MATERIAL EN MAQUINA, 3. CORTE DE MATERIAL, 4. ESPERA, 5. INSPECCIÓN, 6. TRASLADO A ZONA DE ARMADO, 7. ESPERA, 8. ARMADO Y HABILITADO, 9. TRASLADO A ZONA DE SOLDADURA, 10. ESPERA, 11. ARMADO Y APUNTALADO, 12. SOLDAR, 13. INSPECCIÓN, 14. TRASLADO A ENSAMBLE 2, 15. ESPERA, 16. ARMADO Y APUNTALADO, 17. TRASLADO A ZONA DE SOLDADURA 2, 18. ESPERA, 19. PREPARA MAQUINA DE SOLDAR, 20. SOLDAR, 21. INSPECCIÓN, 22. TRASLADO A ZONA DE LIMPIEZA, 23. ESPERA, 24. LIMPIEZA MECANICA CON ESMERIL, 25. TRASLADO A ALMACEN, 26. ALMACENADO.


Anexo N° 3: Registro de Toma de tiempos post-test Setiembre-October-Noviembre, 2019

		REGISTRO DE TOMA DE TIEMPOS (Minutos)																							
		AREA: PRODUCCIÓN DE PRE-MARCO V2.7 800X1200 mm										Instrumento: Cronómetro Digital					FECHA: 15/08/2019 - 13/09/2019								
		DÍA																						PROMEDIO	TIEMPO DE CICLO
PROCESO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22			
CORTE	1	1.49	1.04	1.01	1.24	1.59	1.05	1.59	1.93	1.60	1.40	1.85	1.76	1.99	1.16	1.64	1.41	1.42	1.11	1.66	1.85	1.81	1.13	1.49	12.6
	2	3.04	1.88	3.29	3.29	3.30	1.82	2.82	3.64	1.88	3.02	2.51	3.47	2.70	2.13	1.02	2.72	2.69	3.08	2.14	2.27	2.45	1.03	2.55	
	3	3.52	2.65	2.88	2.03	3.28	2.47	3.86	3.10	3.63	2.61	2.80	3.00	2.95	3.05	2.09	3.41	3.91	3.74	3.35	2.55	2.16	2.52	2.98	
	4	4.06	4.04	3.34	4.74	3.70	4.12	4.94	4.86	2.01	4.97	2.92	4.54	3.01	3.59	2.87	3.31	4.70	2.22	3.75	2.44	3.00	2.41	3.62	
	5	1.88	1.87	2.38	2.39	2.10	1.57	1.25	2.94	1.20	2.16	1.79	2.96	2.20	1.56	1.68	2.70	2.31	1.32	1.82	1.17	2.54	1.00	1.95	
ENSAMBLE	6	1.96	1.85	1.29	1.73	1.76	1.85	1.10	1.32	1.06	1.02	1.46	1.20	1.38	1.41	1.65	1.64	1.24	1.64	1.07	1.81	1.87	1.20	1.48	21.1
	7	18.97	20.51	21.43	18.87	19.93	18.71	19.03	20.63	20.00	18.45	20.42	19.91	21.06	19.53	19.00	20.20	18.84	18.87	19.71	19.41	18.16	20.62	19.65	
SOLDADURA	8	1.90	1.27	1.93	1.48	1.73	1.55	1.79	1.27	1.52	1.45	1.66	1.22	1.60	1.52	1.95	1.96	2.00	1.54	1.04	1.80	1.97	1.69	1.63	23.0
	9	1.71	1.10	1.32	1.68	1.24	1.60	1.39	1.75	1.06	1.77	1.55	1.75	1.64	1.48	1.17	1.14	1.19	1.84	1.80	1.21	1.30	1.56	1.47	
	10	19.64	19.68	19.59	20.83	20.15	19.81	19.53	20.65	20.50	19.76	20.49	20.91	19.47	19.62	19.15	20.16	20.96	20.08	19.11	20.14	19.70	19.06	19.95	
LIMPIEZA Y ALMACENAJE	11	1.47	1.34	1.20	1.63	1.03	1.57	1.47	1.82	1.96	1.10	1.45	1.42	1.77	1.45	1.60	1.71	1.45	1.55	1.69	1.56	1.68	1.75	1.53	22.6
	12	5.49	6.54	7.82	5.39	6.28	6.15	5.91	5.73	6.86	7.26	6.87	7.06	5.81	5.38	5.91	6.99	5.34	7.86	6.31	5.91	6.97	6.25	6.37	
	13	5.73	5.27	4.36	4.95	5.87	5.38	5.53	5.60	5.08	4.17	4.59	5.67	5.84	5.62	5.68	5.03	5.29	4.77	5.91	4.95	4.90	4.59	5.22	
	14	5.56	5.70	5.72	5.08	5.31	5.34	5.15	5.69	5.53	5.05	5.82	5.56	5.43	5.45	5.02	5.37	5.42	5.40	5.48	5.60	5.04	5.20	5.41	
	15	1.82	1.77	1.97	1.49	1.12	1.44	1.33	1.78	1.80	1.95	2.00	1.42	1.39	1.68	1.14	1.52	1.98	1.27	1.38	1.45	1.80	1.07	1.57	
	16	2.81	3.00	2.45	2.68	2.27	2.66	2.66	2.29	2.63	2.80	2.92	2.52	2.08	2.62	2.36	2.58	2.59	2.49	2.29	2.12	2.61	2.08	2.52	
		81.1	79.5	82.0	79.5	80.7	77.1	79.4	85.0	78.3	78.9	81.1	84.4	80.3	77.3	73.9	81.9	81.3	78.8	78.5	76.2	78.0	73.2	79.4	79.4

1. TRASLADAR MATERIAL A MAQUINA, 2. COLOCAR MATERIAL EN MAQUINA, 3. CORTE DE MATERIAL, 4. RETIRAR DESPERDICIOS, 5. INSPECCIÓN, 6. TRASLADO A ZONA DE ARMADO, 7. ARMADO Y APUNTALADO, 8. ARMADO Y HABILITADO, 9. TRASLADO A ZONA DE SOLDADURA, 10. SOLDAR, 11. TRASLADO A ZONA DE LIMPIEZA, 12. ESPERA, 13. LIMPIEZA MECANICA CON ESMERIL, 14. INSPECCIÓN, 15. TRASLADO A ALMACEN, 16. ALMACENADO.

		REGISTRO DE TOMA DE TIEMPOS (Minutos)																								PROMEDIO	TIEMPO DE CICLO
		AREA: PRODUCCIÓN DE PRE-MARCO V2.7 800X1200 mm												Instrumento: Cronómetro Digital				FECHA: 16/09/2019 - 15/10/2019									
		DÍA																									
PROCESO	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44					
CORTE	1	1.70	1.09	1.25	1.11	1.86	1.35	1.66	1.11	1.41	1.15	1.72	1.17	1.21	1.63	1.80	1.79	1.12	1.77	1.92	1.74	1.35	1.12	1.46	12.6		
	2	3.54	1.50	3.71	1.98	3.17	1.53	2.66	3.27	3.08	2.09	2.91	1.39	3.33	2.51	1.33	2.49	2.15	3.56	2.82	1.59	3.27	2.13	2.55			
	3	2.33	3.87	3.95	2.36	2.81	3.46	2.04	2.69	3.45	2.83	3.65	2.65	2.52	3.75	3.15	2.48	2.38	3.36	3.98	3.31	3.53	3.41	3.09			
	4	3.68	3.87	4.01	2.03	3.15	3.13	4.86	2.75	4.12	3.86	2.10	2.75	4.07	4.10	4.90	3.65	2.56	4.63	2.31	2.11	3.55	4.54	3.49			
	5	1.31	1.59	2.44	2.01	2.05	2.50	1.34	2.15	2.48	1.74	1.52	1.01	1.51	2.34	1.97	1.75	2.76	2.26	2.70	2.93	1.54	2.84	2.03			
ENSAMBLE	6	1.83	1.40	1.35	1.16	1.92	1.60	1.90	1.74	1.34	1.67	1.11	1.18	1.61	1.32	1.18	1.84	1.46	1.73	1.99	1.75	1.49	1.03	1.53	22.4		
	7	21.17	20.57	21.59	21.86	21.76	21.91	21.64	20.39	21.76	21.76	19.78	19.24	20.63	19.89	21.32	21.83	20.22	20.64	18.43	19.17	21.70	21.20	20.84			
SOLDADURA	8	1.92	1.24	1.66	1.19	1.88	1.75	1.21	1.70	1.40	1.13	1.61	1.51	1.99	1.06	1.23	1.71	1.77	1.99	1.36	1.14	1.51	1.73	1.53	22.9		
	9	1.07	1.58	1.16	1.17	1.47	1.80	1.01	1.85	1.25	1.25	1.97	1.30	1.90	1.42	1.50	1.18	1.41	1.38	1.18	1.60	1.59	1.67	1.44			
	10	19.02	20.41	20.41	20.09	19.70	20.46	19.04	20.01	20.98	20.37	19.54	19.60	20.19	19.12	20.64	19.98	20.98	20.76	19.70	19.36	19.52	19.53	19.97			
LIMPIEZA Y ALMACENAJE	11	1.31	1.13	1.35	1.75	1.99	1.32	1.88	1.47	1.34	1.74	1.73	1.29	1.37	1.38	1.94	1.48	1.55	1.10	1.37	1.74	1.09	1.72	1.50	22.7		
	12	5.99	7.14	6.08	5.91	5.01	6.20	6.54	5.23	5.97	6.81	6.84	7.60	6.76	7.83	5.80	7.86	5.38	5.70	6.61	7.78	6.31	5.97	6.42			
	13	4.15	5.86	4.09	5.93	5.95	5.83	5.11	4.19	5.31	5.36	4.76	5.86	5.16	4.95	5.71	5.80	4.33	4.29	4.99	5.95	5.85	5.31	5.22			
	14	5.99	5.77	5.03	5.80	5.04	5.88	5.03	5.90	5.26	5.76	5.93	5.05	5.72	5.34	5.86	5.51	5.88	5.68	5.14	5.81	5.31	5.08	5.54			
	15	1.17	1.18	1.78	1.32	1.38	1.46	1.32	1.29	1.50	1.18	1.78	1.48	1.58	1.46	1.61	1.95	1.68	1.30	1.58	1.27	1.96	1.73	1.50			
	16	2.42	2.20	2.70	3.00	2.37	2.27	2.04	2.86	2.60	2.03	2.93	2.85	2.36	2.99	2.03	2.87	2.76	2.51	2.69	2.44	2.57	2.02	2.52			
	78.6	80.4	82.6	78.7	81.5	82.5	79.3	78.6	83.3	80.7	79.9	75.9	81.9	81.1	82.0	84.2	78.4	82.7	78.8	79.7	82.1	81.0	80.6	80.6			

1. TRASLADAR MATERIAL A MAQUINA, 2. COLOCAR MATERIAL EN MAQUINA, 3. CORTE DE MATERIAL, 4. RETIRAR DESPERDICIOS, 5. INSPECCIÓN, 6. TRASLADO A ZONA DE ARMADO, 7. ARMADO Y APUNTALADO, 8. ARMADO Y HABILITADO, 9. TRASLADO A ZONA DE SOLDADURA, 10. SOLDAR, 11. TRASLADO A ZONA DE LIMPIEZA, 12. ESPERA, 13. LIMPIEZA MECANICA CON ESMERIL, 14. INSPECCIÓN, 15. TRASLADO A ALMACEN, 16. ALMACENADO.

 <small>Ingeniería - Fabricación - Montajes</small>		REGISTRO DE TOMA DE TIEMPOS (Minutos)																									
		AREA: PRODUCCIÓN DE PRE-MARCO V2.7 800X1200 mm												Instrumento: Cronómetro Digital				FECHA: 16/10/2019 - 14/11/2019									
		DÍA																								PROMEDIO	TIEMPO DE CICLO
PROCESO	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66					
CORTE	1	1.72	1.21	1.02	1.78	1.26	1.01	1.42	1.05	1.75	1.47	1.56	1.74	1.81	1.28	1.57	1.38	1.36	1.53	1.43	1.96	1.23	1.39	1.45	12.0		
	2	1.75	1.67	1.61	2.78	1.74	1.56	1.55	1.13	2.31	1.13	1.93	3.29	2.84	3.46	3.04	1.63	1.65	2.20	3.65	1.23	3.60	3.27	2.23			
	3	3.39	3.27	3.52	2.60	2.22	3.39	2.86	3.45	2.36	2.58	2.07	2.71	3.61	2.96	3.86	2.30	3.08	3.77	2.07	3.18	2.02	2.91	2.92			
	4	2.18	3.08	4.02	2.15	4.60	4.52	3.97	3.53	2.71	2.06	2.77	3.69	4.48	4.22	3.81	2.72	2.52	2.90	4.22	2.23	4.02	4.47	3.40			
	5	2.97	2.87	2.20	2.73	2.66	1.50	1.69	1.43	1.21	1.87	1.42	1.29	2.69	1.44	1.79	1.63	2.31	2.95	1.97	2.04	2.81	1.49	2.04			
ENSAMBLE	6	1.16	1.59	1.66	1.70	1.25	1.16	1.56	1.41	1.26	1.05	1.11	1.75	1.92	1.54	1.06	1.05	1.38	1.34	1.34	1.96	1.65	1.76	1.44	21.3		
	7	21.94	20.50	19.52	20.58	18.02	21.70	18.03	18.42	21.31	20.96	21.13	19.13	18.05	18.89	20.88	20.08	20.54	19.09	19.82	19.98	20.10	18.55	19.87			
SOLDADURA	8	1.52	1.84	1.00	1.44	1.12	1.95	1.04	1.04	1.15	1.18	1.12	1.24	1.50	1.92	1.31	1.72	1.07	1.75	1.15	1.20	1.78	1.17	1.37	22.9		
	9	1.67	1.19	1.80	1.37	1.85	1.55	1.27	1.46	1.59	1.59	1.41	1.68	1.23	1.88	1.58	1.73	1.38	1.19	1.98	1.34	1.90	1.39	1.55			
	10	19.56	19.17	20.49	20.16	20.29	19.31	19.90	19.81	19.59	19.13	20.98	20.87	19.55	20.59	20.50	20.42	20.25	19.64	19.48	20.16	19.77	20.13	19.99			
LIMPIEZA Y ALMACENAJE	11	1.45	1.09	1.82	1.68	1.59	1.76	1.96	1.04	1.73	1.23	1.31	1.99	2.00	1.27	1.98	1.58	1.44	1.57	1.90	1.31	1.76	1.38	1.58	22.4		
	12	5.91	5.10	5.91	5.87	7.85	5.53	6.86	7.04	6.58	7.26	6.02	5.65	6.64	6.35	7.56	5.64	5.17	5.80	7.36	7.16	6.47	7.13	6.40			
	13	5.55	4.94	5.44	5.57	4.88	5.85	4.61	5.81	4.81	4.95	4.09	4.54	4.63	4.80	4.77	4.46	4.41	4.68	4.81	4.68	5.30	4.43	4.91			
	14	5.53	5.59	5.90	5.81	5.38	5.84	5.05	5.50	5.26	5.09	5.56	5.64	5.69	5.09	5.54	5.83	5.63	5.17	5.44	5.92	5.97	5.61	5.55			
	15	1.00	1.08	1.56	1.19	1.05	1.45	1.38	1.93	1.32	1.22	1.81	1.06	1.37	1.93	1.13	1.46	1.67	1.09	1.14	1.43	1.79	1.73	1.40			
	16	2.73	2.29	2.91	2.49	2.12	2.95	2.61	2.63	2.82	2.11	2.73	2.45	2.31	2.23	2.84	2.23	2.72	2.82	2.57	2.89	2.71	2.89	2.59			
	80.0	76.5	80.4	79.9	77.9	81.0	75.8	76.7	77.8	74.9	77.0	78.7	80.3	79.9	83.2	75.9	76.6	77.5	80.3	78.7	82.9	79.7	78.7	78.7			

1. TRASLADAR MATERIAL A MAQUINA, 2. COLOCAR MATERIAL EN MAQUINA, 3. CORTE DE MATERIAL, 4. RETIRAR DESPERDICIOS, 5. INSPECCIÓN, 6. TRASLADO A ZONA DE ARMADO, 7. ARMADO Y APUNTALADO, 8. ARMADO Y HABILITADO, 9. TRASLADO A ZONA DE SOLDADURA, 10. SOLDAR, 11. TRASLADO A ZONA DE LIMPIEZA, 12. ESPERA, 13. LIMPIEZA MECANICA CON ESMERIL, 14. INSPECCIÓN, 15. TRASLADO A ALMACEN, 16. ALMACENADO.

Anexo N° 4: Certificado de calibración de cronómetro



Innovadores en Servicios para laboratorios y Procesos Industriales

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CT's-101-2019

Expediente N° CT's-101-2019
Página 1 de 2

Fecha de emisión : 2019-03-03

1. **Solicitante** : KAISA S.A.C

2. **Dirección** : CALLE HUANTAR MZ. L3 LOTE 13 URB. LOS NARANJOS LOS OLIVOS

3. **Instrumento** : CRONÓMETRO

Marca / Fabricante : ALLA FRANCE **Código de identificación** : CR-01
Modelo : 91500-01 4/F **Alcance de indicación** : 9h 59min 59s
Serie : NO INDICA **Resolución** : s
Procedencia : CHINA **Tipo de indicación** : DIGITAL
Ubicación : TALLER

4. **Lugar de calibración** : Laboratorio de Tiempo y Frecuencia de B&B LIMSA S.A.C.

5. **Fecha de calibración** : Del 2019 - 03 - 01 al 2019 - 03 - 02

6. **Método de calibración**
La calibración se efectuó por comparación directa con patrones calibrados.

7. **Trazabilidad**
Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

Código / Serie	Instrumento Patrón	Certificado de Calibración
809Q03R	Cronómetro digital con incertidumbre del orden 0.15 µs/s	LTF-C-019-2018 / INACAL-DM

8. **Condiciones de calibración**

Temperatura ambiental : Inicial : 22.1 °C Final : 22 °C
 Humedad relativa : Inicial : 56.1 %H.R. Final : 57.5 %H.R.


ANDY YAUSE CISNEROS
Gerente Técnico




DIANA GRANDA ZARATE
Jefe del Laboratorio 1

Certificado de Calibración

9. Resultados

TIEMPO DE ENSAYO			INDICACIÓN DEL INSTRUMENTO			ERROR ENCONTRADO	INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN
h	min	s	h	min	s	s	s
0	1	0.00	0	1	0	0.01	0.58
0	5	0.00	0	5	0	0.02	0.58
0	10	0.00	0	10	0	0.07	0.58
0	15	0.00	0	15	0	0.03	0.58
0	20	0.00	0	20	0	0.05	0.58
0	30	0.00	0	30	0	0.06	0.58
0	59	59.99	1	0	0	0.03	0.58
1	29	59.99	1	30	0	0.05	0.58
1	59	59.99	2	0	0	0.08	0.58
4	59	59.97	5	0	0	0.15	0.58


10. Observaciones.

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".
- La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura $k=2$.
- (*) Código de identificación indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

FIN DEL DOCUMENTO




Anexo N°5: Registro de inventarios en espera entre procesos Pre-Test.


 Ingeniería · Fabricación · Montajes	INVENTARIO (Unidades)																											
	PRODUCTO:			PRE-MARCO VENTANA V2.7 800x1200mm								FECHA:			01/04/2019 - 30/04/2019						ETAPA:		PRE-TEST					
	PROCESOS	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10	DÍA 11	DÍA 12	DÍA 13	DÍA 14	DÍA 15	DÍA 16	DÍA 17	DÍA 18	DÍA 19	DÍA 20	DÍA 21	DÍA 22	Promedio				
ALMACÉN	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48				
CORTE	34	34	33	31	34	35	35	35	35	34	31	33	33	35	32	33	34	33	36	35	34	35	34	34				
ENSAMBLADO 1	24	27	22	23	23	27	23	27	24	23	25	28	26	24	28	24	25	22	23	23	24	21	24	24				
SOLDADURA 1	25	26	27	28	28	27	26	27	26	28	27	27	27	27	27	28	26	27	28	27	28	26	27	27				
ENSAMBLADO 2	27	23	23	28	23	27	26	27	27	20	22	24	21	24	24	25	26	27	26	23	22	22	24	24				
SOLDADURA 2	27	26	25	27	25	25	26	25	28	27	28	26	28	26	26	25	28	27	28	25	27	28	27	27				
LIMPIEZA	33	35	32	32	30	30	32	34	35	35	32	34	32	29	33	29	29	36	31	35	30	30	32	32				

 Ingeniería · Fabricación · Montajes	INVENTARIO (Unidades)																											
	PRODUCTO:			PRE-MARCO VENTANA V2.7 800x1200mm								FECHA:			31/05/2019 - 01/06/2019						ETAPA:		PRE-TEST					
	PROCESOS	DÍA 23	DÍA 24	DÍA 25	DÍA 26	DÍA 27	DÍA 28	DÍA 29	DÍA 30	DÍA 31	DÍA 32	DÍA 33	DÍA 34	DÍA 35	DÍA 36	DÍA 37	DÍA 38	DÍA 39	DÍA 40	DÍA 41	DÍA 42	DÍA 43	DÍA 44	Promedio				
ALMACÉN	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48				
CORTE	36	31	31	35	35	34	34	31	36	33	33	33	34	33	35	33	33	32	34	32	34	33	33	33				
ENSAMBLADO 1	23	21	26	22	27	26	26	26	26	25	27	24	22	26	21	23	22	23	26	22	26	25	24	24				
SOLDADURA 1	22	23	28	25	26	22	27	27	25	24	21	25	26	21	27	21	27	26	20	26	22	27	24	24				
ENSAMBLADO 2	26	24	20	21	27	22	25	26	24	24	27	26	26	21	22	26	21	23	27	21	23	26	24	24				
SOLDADURA 2	28	26	25	22	21	24	20	24	21	23	28	25	24	24	24	22	24	26	21	21	27	22	24	24				
LIMPIEZA	34	32	35	31	36	35	34	31	35	33	31	34	35	33	31	29	30	33	30	32	33	31	33	33				

 Ingeniería · Fabricación · Montajes	INVENTARIO (Unidades)																											
	PRODUCTO:			PRE-MARCO VENTANA V2.7 800x1200mm								FECHA:			02/06/2019 - 31/06/2019						ETAPA:		POST-TEST					
	PROCESOS	DÍA 45	DÍA 46	DÍA 47	DÍA 48	DÍA 49	DÍA 50	DÍA 51	DÍA 52	DÍA 53	DÍA 54	DÍA 55	DÍA 56	DÍA 57	DÍA 58	DÍA 59	DÍA 60	DÍA 61	DÍA 62	DÍA 63	DÍA 64	DÍA 65	DÍA 66	Promedio				
ALMACÉN	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48				
CORTE	30	29	32	33	33	33	30	29	32	30	30	33	30	32	34	30	29	33	29	32	33	31	31	31				
ENSAMBLADO 1	20	25	22	20	22	22	20	21	27	22	21	22	23	22	25	23	22	24	26	22	23	24	23	23				
SOLDADURA 1	24	23	22	27	22	21	27	24	24	21	24	21	22	23	24	21	20	26	24	27	24	26	24	24				
ENSAMBLADO 2	30	29	30	31	31	29	31	29	30	29	31	31	30	31	30	29	29	29	30	30	30	30	30	30				
SOLDADURA 2	25	26	28	25	28	26	28	28	25	26	26	26	28	25	26	27	27	26	25	27	27	25	26	26				
LIMPIEZA	39	37	38	36	38	37	39	38	36	37	38	37	38	38	37	37	38	38	37	36	39	38	38	38				


Anexo N°6: Registro de inventarios en espera entre procesos Post-Test.

	INVENTARIO (Unidades)																									
	PRODUCTO:			PRE-MARCO VENTANA V2.7 800x1200mm							FECHA:		15/08/2019 - 13/09/2019						ETAPA:		POST-TEST					
	PROCESOS	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10	DÍA 11	DÍA 12	DÍA 13	DÍA 14	DÍA 15	DÍA 16	DÍA 17	DÍA 18	DÍA 19	DÍA 20	DÍA 21	DÍA 22	Promedio		
ALMACÉN	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48			
CORTE	20	18	18	17	18	18	18	18	19	17	18	18	18	18	17	19	17	19	19	19	19	18	18			
ENSAMBLADO	2	3	2	3	2	2	1	1	3	2	1	2	1	2	2	2	3	2	3	1	1	1	2			
SOLDADURA	18	17	16	16	14	15	19	16	14	17	15	19	17	15	17	18	14	16	15	15	17	19	16			
LIMPIEZA y ALAMACENADO	34	36	34	29	35	32	32	36	29	31	29	30	31	29	30	34	32	35	35	33	35	34	33			


	INVENTARIO (Unidades)																									
	PRODUCTO:			PRE-MARCO VENTANA V2.7 800x1200mm							FECHA:		16/09/2019 - 15/10/2019						ETAPA:		POST-TEST					
	PROCESOS	DÍA 23	DÍA 24	DÍA 25	DÍA 26	DÍA 27	DÍA 28	DÍA 29	DÍA 30	DÍA 31	DÍA 32	DÍA 33	DÍA 34	DÍA 35	DÍA 36	DÍA 37	DÍA 38	DÍA 39	DÍA 40	DÍA 41	DÍA 42	DÍA 43	DÍA 44	Promedio		
ALMACÉN	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48			
CORTE	19	17	16	19	17	17	18	17	17	18	17	17	19	19	16	19	19	17	16	18	19	19	18			
ENSAMBLADO	0	2	1	2	0	0	0	2	0	2	0	1	2	2	0	2	2	0	0	0	1	1	1			
SOLDADURA	18	16	15	15	16	16	16	16	18	17	15	16	16	15	16	16	15	16	14	18	15	17	16			
LIMPIEZA Y ALAMACENADO	30	36	33	30	31	33	29	29	31	34	34	31	30	31	34	33	33	33	30	34	32	35	32			


	INVENTARIO (Unidades)																									
	PRODUCTO:			PRE-MARCO VENTANA V2.7 800x1200mm							FECHA:		16/10/2019 - 14/11/2019						ETAPA:		POST-TEST					
	PROCESOS	DÍA 45	DÍA 46	DÍA 47	DÍA 48	DÍA 49	DÍA 50	DÍA 51	DÍA 52	DÍA 53	DÍA 54	DÍA 55	DÍA 56	DÍA 57	DÍA 58	DÍA 59	DÍA 60	DÍA 61	DÍA 62	DÍA 63	DÍA 64	DÍA 65	DÍA 66	Promedio		
ALMACÉN	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48			
CORTE	18	16	17	16	16	16	17	16	19	18	17	17	17	17	16	19	18	19	19	16	19	16	17			
ENSAMBLADO	1	2	1	2	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	0	1	1	1			
SOLDADURA	18	15	14	17	18	18	17	14	14	19	17	16	16	17	16	15	15	16	15	16	18	14	16			
LIMPIEZA Y ALAMACENADO	36	29	31	33	31	33	30	34	28	32	29	31	28	31	29	32	30	36	32	31	29	36	31			

Anexo N°7: Registro de recopilación de datos de producción para la productividad Pre-Test


			REGISTRO DE PRODUCCIÓN					
			PRODUCTO	PRE MARCO PARA VENTANA V2.7 800x1200mm				
			PERIODO	01/04/2019 - 30/04/2019				
			ETAPA	PRE-TEST				
Eficiencia			Efn: Eficiencia (%) TP: Tiempo Programado (horas) TRU: Tiempo Realmente Utilizado (horas)		$Efn = \frac{TP}{TRU} \times 100 \%$			
Eficacia			Efc: Eficacia (%) UPR: unidades Producidas UPN: unidades Planificadas		$Efc = \frac{UPR}{UPN} \times 100\%$			
Productividad			Efn: Eficiencia Efc: Eficacia		$Productividad = Efn \times Efc$			
DÍA	TIEMPO PROGRAMADO (HORAS)	TIEMPO REALMENTE UTILIZADO (HORAS)	UNIDADES PRODUCIDAS	UNIDADES PLANIFICADAS	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD	
1	9.0	10.11	18	24	89.0%	75.0%	66.8%	
2	9.0	9.82	16	24	91.6%	66.7%	61.1%	
3	9.0	10.54	17	24	85.4%	70.8%	60.5%	
4	9.0	10.67	19	24	84.3%	79.2%	66.8%	
5	9.0	11.62	16	24	77.5%	66.7%	51.6%	
6	9.0	10.51	19	24	85.6%	79.2%	67.8%	
7	9.0	10.32	19	24	87.2%	79.2%	69.0%	
8	9.0	10.58	20	24	85.1%	83.3%	70.9%	
9	9.0	10.69	19	24	84.2%	79.2%	66.7%	
10	9.0	11.71	18	24	76.9%	75.0%	57.6%	
11	9.0	9.73	17	24	92.5%	70.8%	65.5%	
12	9.0	10.10	19	24	89.1%	79.2%	70.5%	
13	9.0	10.54	16	24	85.4%	66.7%	56.9%	
14	9.0	10.67	19	24	84.3%	79.2%	66.8%	
15	9.0	10.25	18	24	87.8%	75.0%	65.9%	
16	9.0	9.93	16	24	90.6%	66.7%	60.4%	
17	9.0	10.12	20	24	88.9%	83.3%	74.1%	
18	9.0	10.36	17	24	86.9%	70.8%	61.5%	
19	9.0	9.95	18	24	90.5%	75.0%	67.8%	
20	9.0	10.57	19	24	85.1%	79.2%	67.4%	
21	9.0	9.81	18	24	91.7%	75.0%	68.8%	
22	9.0	10.12	19	24	88.9%	79.2%	70.4%	
TOTAL	198.0	228.7	397	528	86.6%	75.2%	65.1%	





			REGISTRO DE PRODUCCIÓN					
			PRODUCTO	PRE MARCO PARA VENTANA V2.7 800x1200mm				
			PERIODO	31/05/2019 - 01/06/2019				
			ETAPA	PRE-TEST				
Eficiencia			Efn: Eficiencia (%) TP: Tiempo Programado (horas) TRU: Tiempo Realmente Utilizado (horas)		$Efn = \frac{TP}{TRU} \times 100 \%$			
Eficacia			Efc: Eficacia (%) UPR: unidades Producidas UPN: unidades Planificadas		$Efc = \frac{UPR}{UPN} \times 100\%$			
Productividad			Efn: Eficiencia Efc: Eficacia		$Productividad = Efn \times Efc$			
DÍA	TIEMPO PROGRAMADO (HORAS)	TIEMPO REALMENTE UTILIZADO (HORAS)	UNIDADES PRODUCIDAS	UNIDADES PLANIFICADAS	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD	
23	9.0	9.95	17	24	90.5%	70.8%	64.1%	
24	9.0	10.57	16	24	85.1%	66.7%	56.8%	
25	9.0	10.61	19	24	84.8%	79.2%	67.2%	
26	9.0	9.80	20	24	91.8%	83.3%	76.5%	
27	9.0	10.11	18	24	89.0%	75.0%	66.8%	
28	9.0	10.45	16	24	86.1%	66.7%	57.4%	
29	9.0	9.76	15	24	92.2%	62.5%	57.6%	
30	9.0	9.83	17	24	91.6%	70.8%	64.9%	
31	9.0	10.61	16	24	84.8%	66.7%	56.6%	
32	9.0	10.49	20	24	85.8%	83.3%	71.5%	
33	9.0	9.98	14	24	90.2%	58.3%	52.6%	
34	9.0	9.87	15	24	91.2%	62.5%	57.0%	
35	9.0	10.49	16	24	85.8%	66.7%	57.2%	
36	9.0	10.63	17	24	84.7%	70.8%	60.0%	
37	9.0	10.51	14	24	85.6%	58.3%	50.0%	
38	9.0	10.67	18	24	84.3%	75.0%	63.3%	
39	9.0	10.14	19	24	88.8%	79.2%	70.3%	
40	9.0	10.12	16	24	88.9%	66.7%	59.3%	
41	9.0	9.91	17	24	90.8%	70.8%	64.3%	
42	9.0	10.14	16	24	88.8%	66.7%	59.2%	
43	9.0	10.37	18	24	86.8%	75.0%	65.1%	
44	9.0	10.42	16	24	86.4%	66.7%	57.6%	
TOTAL	198.0	225.4	370	528	87.8%	70.1%	61.5%	

			REGISTRO DE PRODUCCIÓN					
			PERIODO	02/06/2019 - 31/06/2019				
			PRODUCTO	PRE MARCO PARA VENTANA V2.7 800x1200mm				
			ETAPA	PRE-TEST				
Eficiencia			Efn: Eficiencia (%) TP: Tiempo Programado (horas) TRU: Tiempo Realmente Utilizado (horas)		$Efn = \frac{TP}{TRU} \times 100 \%$			
Eficacia			Efc: Eficacia (%) UPR: unidades Producidas UPN: unidades Planificadas		$Efc = \frac{UPR}{UPN} \times 100\%$			
Productividad			Efn: Eficiencia Efc: Eficacia		$Productividad = Efn \times Efc$			
DÍA	TIEMPO PROGRAMADO (HORAS)	TIEMPO REALMENTE UTILIZADO (HORAS)	UNIDADES PRODUCIDAS	UNIDADES PLANIFICADAS	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD	
45	9.0	9.93	17	24	90.6%	70.8%	64.2%	
46	9.0	10.52	18	24	85.6%	75.0%	64.2%	
47	9.0	11.13	18	24	80.9%	75.0%	60.6%	
48	9.0	9.86	19	24	91.3%	79.2%	72.3%	
49	9.0	10.25	19	24	87.8%	79.2%	69.5%	
50	9.0	9.77	15	24	92.1%	62.5%	57.6%	
51	9.0	10.25	19	24	87.8%	79.2%	69.5%	
52	9.0	10.59	18	24	85.0%	75.0%	63.7%	
53	9.0	9.78	17	24	92.0%	70.8%	65.2%	
54	9.0	9.88	18	24	91.1%	75.0%	68.3%	
55	9.0	10.19	19	24	88.3%	79.2%	69.9%	
56	9.0	9.91	14	24	90.8%	58.3%	53.0%	
57	9.0	10.23	17	24	88.0%	70.8%	62.3%	
58	9.0	10.12	16	24	88.9%	66.7%	59.3%	
59	9.0	9.81	18	24	91.7%	75.0%	68.8%	
60	9.0	10.25	18	24	87.8%	75.0%	65.9%	
61	9.0	9.75	18	24	92.3%	75.0%	69.2%	
62	9.0	10.12	14	24	88.9%	58.3%	51.9%	
63	9.0	9.28	16	24	97.0%	66.7%	64.7%	
64	9.0	9.95	20	24	90.5%	83.3%	75.4%	
65	9.0	9.31	19	24	96.7%	79.2%	76.5%	
66	9.0	9.86	18	24	91.3%	75.0%	68.5%	
TOTAL	198.0	220.7	385	528	89.7%	72.9%	65.4%	

Anexo N°8: Registro de recopilación de datos de producción para la productividad Post-Test

			REGISTRO DE PRODUCCIÓN				
			PRODUCTO	PRE MARCO PARA VENTANA V2.7 800x1200mm			
			PERIODO	15/08/2019 - 13/09/2019			
			ETAPA	POST-TEST			
Eficiencia			Efn: Eficiencia (%) TP: Tiempo Programado (horas) TRU: Tiempo Realmente Utilizado (horas)		$Efn = \frac{TP}{TRU} \times 100 \%$		
Eficacia			Efc: Eficacia (%) UPR: unidades Producidas UPN: unidades Planificadas		$Efc = \frac{UPR}{UPN} \times 100\%$		
Productividad			Efn: Eficiencia Efc: Eficacia		$Productividad = Efn \times Efc$		
DÍA	TIEMPO PROGRAMADO (HORAS)	TIEMPO REALMENTE UTILIZADO (HORAS)	UNIDADES PRODUCIDAS	UNIDADES PLANIFICADAS	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
1	9.0	9.80	20	24	91.8%	83.3%	76.5%
2	9.0	9.85	19	24	91.4%	79.2%	72.3%
3	9.0	9.76	21	24	92.2%	87.5%	80.7%
4	9.0	9.77	19	24	92.1%	79.2%	72.9%
5	9.0	9.80	19	24	91.8%	79.2%	72.7%
6	9.0	9.55	20	24	94.2%	83.3%	78.5%
7	9.0	9.28	21	24	97.0%	87.5%	84.9%
8	9.0	9.55	20	24	94.2%	83.3%	78.5%
9	9.0	9.70	23	24	92.8%	95.8%	88.9%
10	9.0	9.54	21	24	94.3%	87.5%	82.5%
11	9.0	9.64	21	24	93.4%	87.5%	81.7%
12	9.0	9.56	20	24	94.1%	83.3%	78.5%
13	9.0	9.54	20	24	94.3%	83.3%	78.6%
14	9.0	9.67	19	24	93.1%	79.2%	73.7%
15	9.0	9.75	21	24	92.3%	87.5%	80.8%
16	9.0	9.29	20	24	96.9%	83.3%	80.7%
17	9.0	9.86	19	24	91.3%	79.2%	72.3%
18	9.0	9.70	21	24	92.8%	87.5%	81.2%
19	9.0	9.59	20	24	93.8%	83.3%	78.2%
20	9.0	9.64	19	24	93.4%	79.2%	73.9%
21	9.0	9.77	20	24	92.1%	83.3%	76.8%
22	9.0	9.53	23	24	94.4%	95.8%	90.5%
TOTAL	198.0	212.1	446	528	93.3%	84.5%	78.8%

			REGISTRO DE PRODUCCIÓN					
			PRODUCTO	PRE MARCO PARA VENTANA V2.7 800x1200mm				
			PERIODO	16/09/2019 - 15/10/2019				
			ETAPA	POST-TEST				
Eficiencia			Efn: Eficiencia (%) TP: Tiempo Programado (horas) TRU: Tiempo Realmente Utilizado (horas)		$Efn = \frac{TP}{TRU} \times 100 \%$			
Eficacia			Efc: Eficacia (%) UPR: unidades Producidas UPN: unidades Planificadas		$Efc = \frac{UPR}{UPN} \times 100\%$			
Productividad			Efn: Eficiencia Efc: Eficacia		$Productividad = Efn \times Efc$			
DÍA	TIEMPO PROGRAMADO (HORAS)	TIEMPO REALMENTE UTILIZADO (HORAS)	UNIDADES PRODUCIDAS	UNIDADES PLANIFICADAS	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD	
23	9.0	9.46	21	24	95.1%	87.5%	83.2%	
24	9.0	9.35	20	24	96.3%	83.3%	80.2%	
25	9.0	9.54	19	24	94.3%	79.2%	74.7%	
26	9.0	9.60	20	24	93.8%	83.3%	78.1%	
27	9.0	9.63	20	24	93.5%	83.3%	77.9%	
28	9.0	9.66	21	24	93.2%	87.5%	81.5%	
29	9.0	9.75	23	24	92.3%	95.8%	88.5%	
30	9.0	9.76	20	24	92.2%	83.3%	76.8%	
31	9.0	9.57	21	24	94.0%	87.5%	82.3%	
32	9.0	9.42	23	24	95.5%	95.8%	91.6%	
33	9.0	9.54	22	24	94.3%	91.7%	86.5%	
34	9.0	9.30	20	24	96.8%	83.3%	80.6%	
35	9.0	9.62	19	24	93.6%	79.2%	74.1%	
36	9.0	9.62	19	24	93.6%	79.2%	74.1%	
37	9.0	9.52	20	24	94.5%	83.3%	78.8%	
38	9.0	9.66	22	24	93.2%	91.7%	85.4%	
39	9.0	9.83	20	24	91.6%	83.3%	76.3%	
40	9.0	9.77	20	24	92.1%	83.3%	76.8%	
41	9.0	9.52	21	24	94.5%	87.5%	82.7%	
42	9.0	9.40	20	24	95.7%	83.3%	79.8%	
43	9.0	9.47	21	24	95.0%	87.5%	83.2%	
44	9.0	9.82	19	24	91.6%	79.2%	72.6%	
TOTAL	198.0	210.8	451	528	93.9%	85.4%	80.2%	

			REGISTRO DE PRODUCCIÓN					
			PERIODO	16/10/2019 - 14/11/2019				
			PRODUCTO	PRE MARCO PARA VENTANA V2.7 800x1200mm				
			ETAPA	POST-TEST				
Eficiencia			Efn: Eficiencia (%) TP: Tiempo Programado (horas) TRU: Tiempo Realmente Utilizado (horas)		$Efn = \frac{TP}{TRU} \times 100 \%$			
Eficacia			Efc: Eficacia (%) UPR: unidades Producidas UPN: unidades Planificadas		$Efc = \frac{UPR}{UPN} \times 100\%$			
Productividad			Efn: Eficiencia Efc: Eficacia		$Productividad = Efn \times Efc$			
DÍA	TIEMPO PROGRAMADO (HORAS)	TIEMPO REALMENTE UTILIZADO (HORAS)	UNIDADES PRODUCIDAS	UNIDADES PLANIFICADAS	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD	
45	9.0	9.32	22	24	96.6%	91.7%	88.5%	
46	9.0	9.36	20	24	96.2%	83.3%	80.1%	
47	9.0	9.62	21	24	93.6%	87.5%	81.9%	
48	9.0	9.73	22	24	92.5%	91.7%	84.8%	
49	9.0	9.56	20	24	94.1%	83.3%	78.5%	
50	9.0	9.24	22	24	97.4%	91.7%	89.3%	
51	9.0	9.86	20	24	91.3%	83.3%	76.1%	
52	9.0	9.23	21	24	97.5%	87.5%	85.3%	
53	9.0	9.24	20	24	97.4%	83.3%	81.2%	
54	9.0	9.53	20	24	94.4%	83.3%	78.7%	
55	9.0	9.32	19	24	96.6%	79.2%	76.4%	
56	9.0	9.46	21	24	95.1%	87.5%	83.2%	
57	9.0	9.42	20	24	95.5%	83.3%	79.6%	
58	9.0	9.56	19	24	94.1%	79.2%	74.5%	
59	9.0	9.53	22	24	94.4%	91.7%	86.6%	
60	9.0	9.44	23	24	95.3%	95.8%	91.4%	
61	9.0	9.26	20	24	97.2%	83.3%	81.0%	
62	9.0	9.44	19	24	95.3%	79.2%	75.5%	
63	9.0	9.63	23	24	93.5%	95.8%	89.6%	
64	9.0	9.41	21	24	95.6%	87.5%	83.7%	
65	9.0	9.42	20	24	95.5%	83.3%	79.6%	
66	9.0	9.32	19	24	96.6%	79.2%	76.4%	
TOTAL	198.0	207.9	454	528	95.2%	86.0%	81.9%	

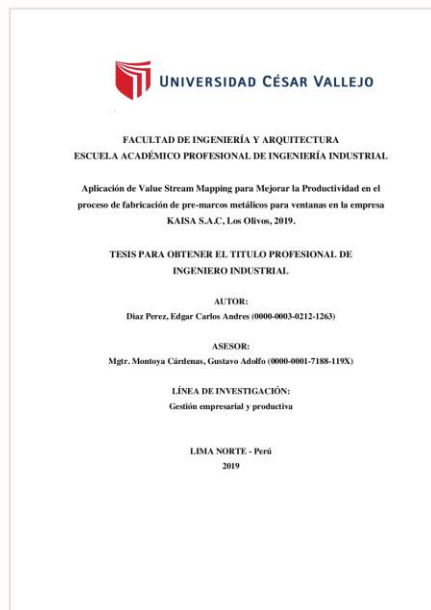


Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Edgar Carlos Andres Diaz Perez
Título del ejercicio: EXTRAS
Título de la entrega: Aplicación de Value Stream Mappin...
Nombre del archivo: Tesis_Turnitin.pdf
Tamaño del archivo: 3.62M
Total páginas: 98
Total de palabras: 19,689
Total de caracteres: 97,386
Fecha de entrega: 25-nov.-2020 10:25a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 1422073188





FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Aplicación de Value Stream Mapping para Mejorar la Productividad en el proceso de fabricación de pre-marcos metálicos para ventanas en la empresa KAISA S.A.C, Los Olivos, 2019.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:

Diaz Perez, Edgar Carlos Andres (0000-0003-0212-1263)

ASESOR:

Mgr. Montoya Cárdenas, Gustavo Adolfo (0000-0001-7188-119X)

Resumen de coincidencias

21 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1	Entregado a Universidad... Trabajo del estudiante	11 %
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	9 %
3	core.ac.uk Fuente de Internet	<1 %
4	www.insisoc.org Fuente de Internet	<1 %
5	documents.mx Fuente de Internet	<1 %

revistas.unilivre.edu.co

Activado



1 %



>

11:03 a.m. 25/11/2020

Text-only Report

High Resolution

Activado



1 %



>

11:03 a.m. 25/11/2020



Anexo N°9: Matriz de Coherencia

MATRIZ DE COHERENICA		
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS
GENERAL		
¿De qué manera la aplicación de Value Stream Mapping mejorara la Productividad en el proceso de fabricación de pre-marcos metálicos para ventanas en la empresa Kaisa SAC, Los Olivos, 2019?	Determinar de qué manera la aplicación de Value Stream Mapping mejorara la Productividad en el proceso de fabricación de pre-marcos metálicos para ventanas en la empresa KAISA SAC, Los Olivos, 2019.	La aplicación de Value Stream Mapping mejora la Productividad en el proceso de fabricación de pre-marcos metálicos para ventanas en la empresa KAISA SAC, Los Olivos, 2019.
ESPECÍFICOS		
¿De qué manera la aplicación de Value Stream Mapping mejorara la Eficiencia en el proceso de fabricación de pre-marcos metálicos para ventanas en la empresa Kaisa SAC, Los Olivos, 2019?	Determinar de qué manera la aplicación de Value Stream Mapping mejorara la Eficiencia en el proceso de fabricación de pre-marcos metálicos para ventanas en la empresa KAISA SAC, Los Olivos, 2019.	La aplicación de Value Stream Mapping mejora la Eficiencia en el proceso de fabricación de pre-marcos metálicos para ventanas en la empresa KAISA SAC, Los Olivos, 2019.
¿De qué manera la Aplicación de Value Stream Mapping mejorara la Eficacia en el proceso de fabricación de pre-marcos metálicos para ventanas en la empresa Kaisa SAC, Los Olivos, 2019?	Determinar de qué manera la aplicación de Value Stream Mapping mejorara la Eficacia en el proceso de fabricación de pre-marcos metálicos para ventanas en la empresa KAISA SAC, Los Olivos, 2019	La aplicación de Value Stream Mapping mejora la Eficacia en el proceso de fabricación de pre-marcos metálicos para ventanas en la empresa KAISA SAC, Los Olivos, 2019.

Anexo N°10: Guía de Observación

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Nombre de la empresa:	KATSA S.A.C.
Nombre del observador:	Díaz Pérez, Edgar Carlos Andres
Giro de la empresa:	Metalmecanica
Area Organica:	Producción
Tipo de gestión:	Gestión Productiva

OBJETIVO: Observar y evaluar el desempeño del área orgánica.

N°	ASPECTOS A EVALUAR	REGISTRO DE CUMPLIMIENTO			OBSERVACIONES
		SI	NO	TAL VEZ	
1	El area cuenta con equipamiento y herramientas de trabajo apropiado	X			Maquinas de soldar, esmeriles, maquinas de corte, etc.
2	El area cuenta con recursos para su funcionamiento	X			Materiales, insumos, equipos y herramientas
3	El area cuenta con infraestructura adecuada para su funcionamiento	X			Local de aprox. 1000 m2
4	El area se encuentra ordenado y limpio		X		Productos almacenados en pasadisos y residuos de oxicoorte
5	El horario de trabajo del personal es acorde a la ley de trabajo		X		Horas extras
6	El personal llega a tiempo al area de trabajo	X			
7	El personal a explicado adecuadamente la secuencia de sus actividades		X		No existe concordancia
8	El personal verifica que la maquinaria funcione correctamente	X			
9	El personal desarrolla tecnica estandarizadas para sus actividades laborales			X	Por experiencia y costumbre
10	El personal evidencia planificación para la ejecución de sus actividades		X		Solo obedece lo que sus superiores ordena
11	El personal conoce el fin consecuente de sus actividades laborales		X		Desconocen
12	El personal conoce las actividades de otras areas organicas en la empresa		X		Desconocen
13	El personal se siente comodo con la empresa	X			
14	El personal distribuye correctamente su tiempo		X		No existe un tiempo estandar su avance es deacuerdo a su ritmo
15	El personal desatiende su puesto continuamente			X	Llamadas telefonicas, se dirijen constantemente a los SSIII
16	El personal recibe capacitaciones			X	Solo charlas de inducción y seguridad


Observador:.....

DNE:.....

Katsa S.A.C.

Felix Raul Saenz Cadillo
 GERENTE GENERAL

Anexo N°11: Acta de Reunión de Lluvia de Ideas

ACTA DE REUNION						
TIPO DE REUNIÓN	PLANEACIÓN	<input checked="" type="checkbox"/>	INFORMATIVA	<input type="checkbox"/>	SEGUIMIENTO	<input type="checkbox"/>
	TOMA DE DECISIONES	<input checked="" type="checkbox"/>	ORDINARIA	<input type="checkbox"/>		
LUGAR:	Planta de fabricación Kaisa S.A.C					
AGENDA						
PUNTOS A TRATAR:	1.- Lluvia de ideas para encontrar las causas de la baja productividad en el proceso de fabricación de ventiladores electricos en la empresa Kaisa					
DESARROLLO DE LA REUNIÓN	<ul style="list-style-type: none">- Momentos innecesarios- Exceso de inventarios entre personas- Cuellos de botella en algunas operaciones- No hay muchas capacitaciones al personal- Tiempos que no agregan valor al producto- Demoras de materiales por el proveedor- Mantenimiento de los equipos.- Actividades innecesarias- materiales en zonas no adecuadas- Identificación de depotes. <div style="text-align: right;"> Kaisa S.A.C. Felix Raúl Saenz Cadillo GERENTE GENERAL</div>					
Fecha:	28-03-19					
Pag: 1						

ACTA DE REUNION

ASISTENTES

NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FIRMA
José Morales Torres	25102836	<i>Raúl J.</i>
Eber Gómez Soto	15273920	<i>Eber</i>
Jaime Zama Jalea	65251070	<i>M</i>
Duber Tomairo Salinas	28702317	<i>Duber</i>
Guido Lozano Celi	10742533	<i>Guido</i>
Fernando Bustamante Pablo	34251516	<i>Fernando</i>
Daniel Pereda Bracamonte	15267350	<i>Daniel</i>
Tomas Ferronán Cherleque	06024518	<i>Tomas</i>
Silvio Abanto Aullar	35732813	<i>Silvio</i>
Vicente Domínguez Lara	13712512	<i>Vicente</i>
Fredy LOPEZ BENDERÚ	42101826	<i>Fredy</i>
Ambros Díaz Peiza	41626215	<i>Ambros</i>

Felix Raul Saenz Cadillo
Kaisa S.A.C.
Felix Raul Saenz Cadillo
GERENTE GENERAL