



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**APLICACIÓN DE LEAN MANUFACTURING PARA LA  
MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN FRP ENGINEERING  
S.A.C, VILLA EL SALVADOR, 2016**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR:**

RAMOS VARGAS DAVID

**ASESOR:**

MG. MONTOYA CÁRDENAS GUSTAVO ADOLFO

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

SISTEMA DE GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA

LIMA – PERÚ

2017

Dedico el presente trabajo a mis padres y hermanos porque a pesar de los obstáculos ellos están conmigo dándome las fuerzas para seguir adelante.

## Agradecimiento

A mi asesor de tesis el ingeniero, Montoya cárdenas Adolfo por su experiencia científica para la creación del estudio, por sus valiosas críticas en la corrección del trabajo

A mi madre esperanza Vargas Arechi por demostrarme siempre que tras un problema hay una solución y el que persiste logra sus sueños

A ellos, infinitas gracias.

## Declaración de autenticidad

Yo ramos Vargas David con DNI N° 4705475, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de grados y títulos de la universidad cesar vallejo, facultad de ingeniería, escuela profesional de ingeniería industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento y omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la universidad cesar vallejo.

Lima 22 de mayo del 2017

---

RAMOS VARGAS DAVID

## PRESENTACION

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del reglamento de grados y títulos de la universidad cesar vallejo presento ante ustedes la tesis titulada “Aplicación de lean Manufacturing para la mejora de la productividad en FRP ENGINEERING S.A.C, Villa el salvador, 2016”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial.

El Autor

## ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCION.....	
1.1 Realidad problemática.....	16
1.2 Trabajos previos.....	30
1.3 Teorías relacionadas al tema.....	37
1.3.1 Lean Manufacturing.....	37
1.3.3 SMED (single minute exchange of die).....	43
1.3.4 Poka Yoke.....	45
1.3.5 Productividad.....	47
1.4 Formulación del problema.....	50
1.4.1 Problema general.....	50
1.4.2 Problemas específicos.....	50
1.5 Justificación del estudio.....	50
1.5.1 Justificación Social.....	51
1.5.2 Justificación metodológica.....	51
1.5.3 Justificación teórica.....	52
1.6 Hipótesis.....	52
1.6.1 Hipótesis general.....	52
1.6.2 Hipótesis específico.....	52
1.7 Objetivos.....	52
1.7.1 Objetivo general.....	52
1.7.2 Objetivos específicos.....	52
II. METODO.....	53
2.1 Diseño de investigación.....	54
2.2 Variable y Operacionalización.....	55
2.3 Población y muestra.....	56

2.3.1 Población .....	56
2.3.2 Muestra .....	56
2.3.3 Muestreo .....	57
2.4 Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	57
2.4.1 Técnicas.....	57
2.4.2 Validación .....	58
2.4.3 Confiabilidad .....	58
2.5 Método de análisis de datos.....	58
2.6 Aspectos éticos .....	59
2.7 Desarrollo de propuesta .....	60
2.7.1 Situación actual.....	60
2.7.2 Propuesta de mejora.....	67
2.7.2.1 Implementación de Poka Yoke.....	67
2.7.2.2 Implementación del SMED.....	71
2.7.2.3 Implementación JIT .....	72
2.7.3 Implementación de propuesta.....	73
2.7.3.1 Implementación SMED .....	73
2.7.3.2 Implementación de Poka Yoke.....	76
2.7.3.3 Implementación de JIT .....	81
2.7.4 resultados .....	83
2.7.5 Análisis económico .....	87
3.1. Análisis descriptivo .....	88
3.2. Análisis inferencial.....	92
3.2.1 Análisis de la hipótesis general.....	92
3.2.2 Análisis de la primera hipótesis específica: eficiencia.....	96
3.2.3 Análisis de la segunda hipótesis específica: Eficacia.....	99
III. RESULTADOS .....	106

IV. DISCUCIONES.....	109
V. CONCLUSIONES.....	113
VII. REFERENCIAS.....	118
Referencias bibliográficas .....	119

## ÍNDICES DE FIGURAS

Figura 1: Producción de PRFV en Europa	17
Figura 2: Diagrama Ishikawa	19
Figura 3: Grafico Pareto	23
Figura 4 Matriz de priorización	28
Figura 5: Implementación de JIT	43
Figura 6: Incubadora de peces	63
Figura 7: Takt Time	66
Figura 8: Matriz de fibra de vidrio negro	75
Figura 9: Hoja de producción de incubadoras de peces	76
Figura 10: Diagrama de recorrido	77
Figura 11: Estantes para almacenamiento	79
Figura 12: Estante para almacenamiento	79
Figura 13: Demarcados con pintura en el entorno de la empresa	80
Figura 14: Contenedor rodante	80
Figura 15: productividad Antes - Después	90
Figura 16: Eficiencia Antes - Después	91
Figura 17: Eficacia Antes - Después	92

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Hoja de verificación	21
Tabla 2: Ponderación Pareto	22
Tabla 3: Defectos asignados a cada ítem	24
Tabla 4: Matriz de correlación	25
Tabla 5: Cuadro de estratificación	26
Tabla 6: Alternativas de solución	27
Tabla 7: Total eficacia 2015	60
Tabla 8: Índice de fallos en el 2015	61
Tabla 9: Optimización de entrega en el 2015	62
Tabla 10: Eficiencia del 2015	62
Tabla 11: Diagrama de proceso inicial	64
Tabla 12: Proceso de producción continuo sin herramientas lean manufacturing	65
Tabla 13: Rediseño de diagrama de actividad de proceso	84
Tabla 14 Eficacia del 2016	85
Tabla 15: Índice de fallos de incubadoras del 2016	86
Tabla 16: Optimización de tiempo de entrega de incubadoras en el año 2016	86
Tabla 17: Eficiencia 2016	87
Tabla 18: costo de implementación	87
Tabla 19: Flujo de caja de implementación lean manufacturing	87
Tabla 20:Relacion beneficio / costo	88
Tabla 21: Resumen de productividad 2015	89
Tabla 22: Resumen de productividad 2016	89
Tabla 23 productividad - comparación de medias	89
Tabla 24: Eficiencia - comparación de medias	90
Tabla 25: Eficacia comparación de medias	91
Tabla 26: Prueba de normalidad de productividad con KOLGOMOROV SMIRNOV.	93
Tabla 27: Comparación de medias de la productividad antes y después con KOLGOMOROV SMIRNOV	94
Tabla 28: Prueba de kolgomorov-Smirnov para una muestra	94
Tabla 29: Estadísticos de muestras relacionadas	95
Tabla 30: Prueba de muestras relacionadas	96

Tabla 31: Prueba de normalidad de eficiencia Kolgomorov-Smirnov	97
Tabla 32: Comparación de medias de eficiencia antes y después con Wilcoxon	97
Tabla 33: Estadísticos de prueba Wilcoxon para la eficiencia	98
Tabla 34: Prueba de normalidad de eficacia con Kolgomorov- Smirnov	99
Tabla 35: Comparación de medias de eficacia de antes y después con Wilcoxon	100
Tabla 36: Estadísticos de prueba de Wilcoxon para la eficacia	101

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Operacionalización de las variables	120
Anexo 2: Matriz de coherencia	121
Anexo 3: Cartera de productos representativos	122
Anexo 4: Proceso de laminado de matriz metálica	123
Anexo 5: Proceso de laminado, matriz de madera y/o melanina	124
Anexo 6: Reporte de productos con falla	125
Anexo 7: Optimización de tiempos de entrega	126
Anexo 8: Control eficaz de la producción	127
Anexo 9: Control eficaz de los recursos	128
Anexo 10: Certificado de validez de la matriz de consistencia	129
Anexo 11: Certificado de validez de la matriz de consistencia	129
Anexo 12: Certificado de validez de la matriz de consistencia	129
Anexo 13: Certificado de validez de la matriz de consistencia	129
Anexo 14: Certificado de validez de la matriz de consistencia	129
Anexo 15: Certificado de validez de la matriz de consistencia	129

## RESUMEN

La presente tesis, es de tipo cuantitativo, de diseño cuasi – experimental cuyo objetivo es la aplicación de herramientas lean Manufacturing para la mejora de la productividad en FRP ENGINNERING, ubicada en el distrito de villa el salvador. La muestra será la producción total de incubadoras de peces durante 64 días de agosto a octubre del 2016. Los datos recolectados fueron procesados y analizados empleando el software SPSS versión 20. Los resultados obtenidos permitirán determinar la mejora del antes y después de la aplicación de las herramientas. Los resultados de esta investigación determinan que la aplicación de lean Manufacturing como herramientas de mejora para eliminar aquellas actividades que no agregan valor al producto. El cual aporta las técnicas para reducir los tiempos de proceso de fabricaciones y operaciones aumentando así la productividad, mediante la reducción del tiempo de producción y maximización de la producción.

## ABSTRACT

The present thesis is a quantitative, quasi - experimental design whose objective is the application of lean manufacturing tools for the improvement of productivity in FRP Engineering, located in the district of villa el Salvador. The sample will be the total production of fish incubators for 64 days from August to October 2016. The data collected were processed and analyzed using the software SPSS version 20. The obtained results will allow to determine the improvement of the before and after the application of the Tools. The results of this research determine that the application of lean manufacturing as improvement tools to eliminate those activities that do not add value to the product. Which provides the techniques to reduce the processing times of fabrications and operations thus increasing productivity by reducing production time and maximizing production.

## I. INTRODUCCION

## 1.1 Realidad problemática

Actualmente las empresas se encuentran en competencia debido a la globalización las cuales influyen en los mercados generando el aumento de las expectativas del cliente y necesidad de cubrir futuras demandas, de ahí nace el desafío de instaurar e innovar técnicas de gestión que mejoren la productividad y nos permita ser competentes en el mercado global. El lean manufacturing es un sistema de gestión de mejoramiento de procesos de manufactura y procesos que permitirá alcanzar resultados inmediatos en la productividad, competitividad y rentabilidad la cual permite a las empresas ser competitivas en el mercado global.

El lean manufacturing tiene como origen en la corporación Toyota Motor Company (1930), la cual implementó la técnica justo a tiempo en los sistemas de producción, con la extensión del sistema se convirtió en una excelencia para la calidad. El Lean manufacturing de manera sintetizada consiste en la aplicación de herramientas, que tienen como objetivo la mejora del proceso productivo a través de reducción de desperdicios. Este sistema busca generar una cultura de mejora en la planta de producción por lo cual, considera la colaboración y comunicación entre todas las partes de la empresa.

### Problemática global

El uso de fibra de vidrio abarca el 16% del mercado global, o 277 millones de libras totales que constituyen el mercado global de los termoplásticos reforzados con fibras largas, ha ido de menos a más aún que en el año 2012 tuvo un pequeño declive, debido a ese entonces por la crisis económica europea (ver figura 1).

Sin embargo no es ajeno subrayar “los efectos sobre el ambiente” por su exposición al aire por la liberación de hilos y polvillo, el suelo por el mal manejo generando basura no Bio-degradable por el uso de resinas para evitar que se desprendan los hilos. Los efectos sobre la salud dependen del tiempo de exposición, el nivel de contaminación ambiental, tamaño de partículas, composición y capacidad respiratoria; por lo general las personas que continuamente tienen contacto con estos procesos tienden a desarrollar fibrosis pulmonar, irritaciones de piel, alteraciones de función pulmonar y cáncer al pulmón.

En el ámbito local el uso de fibra de vidrio en el Perú ha ido en aumento debido a las nuevas leyes, especialmente en el sector eléctrico en un 25% a 30% para el uso de postes de fibra de vidrio por sus propiedades químicas y mecánicas.

Figura 1: Producción de PRFV en Europa

Fuente: <https://cep-plasticos.com/es/contenido/mercado-europeo-2013-de-plasticos-reforzados-con-fibra-de-vidrio>

	2013*	2012	2011	2010	2009
	Kt	Kt	Kt	Kt	Kt
Reino Unido / Irlanda	140	134	126	130	106
Bélgica / Holanda / Luxemburgo	42	43	42	40	31
Finlandia / Noruega / Suecia / Dinamarca	44	44	52	50	52
España / Portugal	152	160	200	217	188
Italia	146	152	165	154	122
Francia	112	117	122	116	87
Alemania	192	182	172	161	118
Austria / Suiza	17	17	17	16	13
Europa del Este**	175	161	153	131	98
<b>Suma:</b>	<b>1,020</b>	<b>1,010</b>	<b>1,049</b>	<b>1,015</b>	<b>815</b>
Turquía***	214	195	180		

(KT = kilo toneladas / 2013\* = estimación / Europa del Este\*\* = Polonia, República Checa, Hungría, Rumanía, Serbia, Croacia, Macedonia, Letonia, Lituania, Eslovaquia and Eslovenia / Turquía\*\*\* = Fuente: TCMA)

### Problemática local

FRP ENGINEERING S.A.C es una empresa del sector industrial dedicado a la fabricación e instalación de productos de plástico reforzado con fibra de vidrio que busca mejorar la productividad ( Ver anexo 01) y así permitir solucionar los problemas que aqueja. La empresa lo presenta en diferentes puntos en el proceso de producción, entre las cuales se tiene la espera de materiales por la falta gestión de stock, lo que genera demora en el proceso de producción, ocasionando cuellos de botella en los procesos productivos de matrices en melanina o estructura metálicas( Ver anexo 03 y 04) , esto ocasiona distorsión en la calidad del producto, debido a la adquisición de material de diferente calidad, y a esto se suma los tiempos perdidos en los re trabajos realizados para subsanar los errores ocasionados en el proceso de secado. Además de eso, se tiene los re trabajos en los procesos delicados (encerado, pulido y aplicación de desmoldante) por falta de compromiso, motivación y capacitación de los operarios y, por la indumentaria

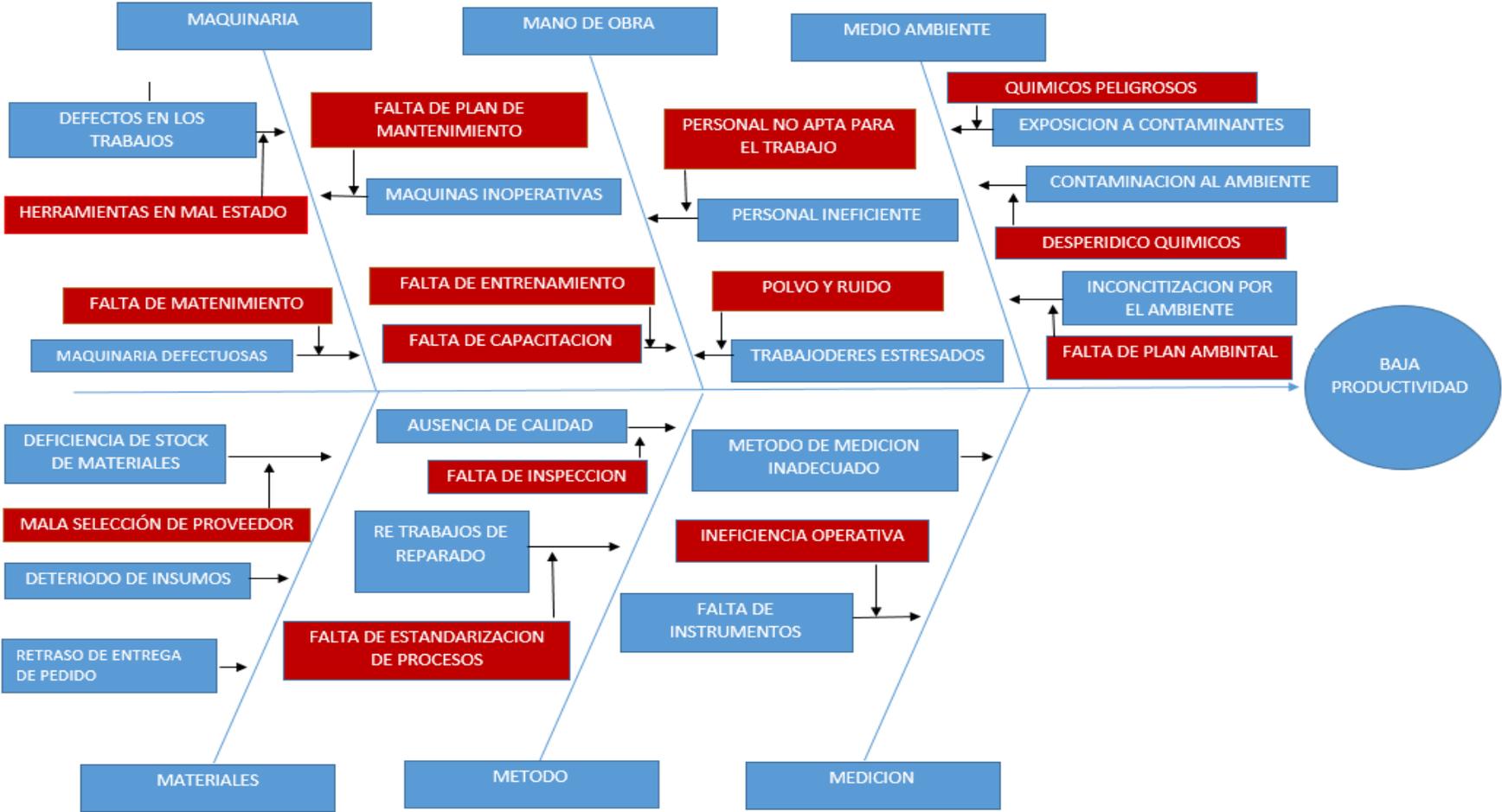
incorrecta para este tipo de trabajo, y las especificaciones vagas de los supervisores.

A parte de lo explicado, el inadecuado uso del mantenimiento en las herramientas y maquinarias para la producción y tiempos muertos en espera de materiales, falta de herramientas y mala gestión de información entre áreas ocasionan que el proceso de trabajo sea improductivo

Los defectos que ocasionan que la productividad no sea la esperada se observa en el siguiente Diagrama de Ishikawa (ver figura 02).

Galgano Alberto lo define como un gráfico que muestra las relaciones entre una característica y sus factores, es la representación gráfica de todas las posibles causas de un fenómeno, representada de forma ordenando y completa de todas las causas que determinan el problema, mediante este diagrama se puede efectuar un análisis de las causas que originan el defecto los cuales pueden encontrarse en los materiales, métodos, el equipo o mano de obra. (1995, p.199)

Figura 2: Diagrama Ishikawa



Fuente: elaboración propia

En el diagrama se Ishikawa se observa que existen causas que generan la baja productividad en la empresa FRP ENGINEERING S.A.C, se puede observar que los re trabajos se generan por no tener un proceso estandarizado, con grandes tiempos de ciclo de producción.

La falta de la ausencia de calidad se debe al stock de materiales que al querer terminar el producto hacen uso de material de distinta calidad, ocasionando variabilidad en la calidad del producto, los re trabajos también son generados por las herramientas en mal estado como los rodillos metálicos, puesto que una vez que este defectuoso no cumple con su función específica.

El personal no se encuentra apto para los trabajos, puesto que no reciben una capacitación correcta, puesto que no solo basta con charlas informativas de 5 minutos sobre el cuidado del ser humano en el trabajo, al no tener un conocimiento indicado los trabajos son generados en medio de un desorden, polvo y ruido, generando retrasos en sus operaciones por el desorden y un estrés laboral que genera un clima laboral deficiente.

Lo mencionado genera retraso en la entrega de pedidos generando desconfianza y pérdida del cliente, generando así desconfianza y una mala imagen frente al mercado.

Por estas razones FRP ENGINEERING S.A.C, se encuentra en el proceso de implementar herramientas lean Manufacturing, que le permita mejorar la productividad y estar a la vanguardia en el mercado nacional.

Tabla 1: Hoja de verificación

HOJA DE VERIFICACIÓN	
Defecto	# de fallos
No existe un plan de residuos sólidos ni concientización por el medio ambiente	32
Maquinarias defectuosas por falta de mantenimiento	30
Deficiencia de stock de materiales	125
Personal ineficiente para los trabajos	48
Deficientes condiciones de trabajo	18
Defectos en los trabajos y tiempos de demora por los defectos y fallos de equipos	32
Exposición a contaminantes químicos	20
Contaminación al ambiente por desperdicios químicos	48
Exposición a contaminantes	24
Retraso de entrega de pedidos	144
Trabajos de reparación por las ordenes no bien dichas o vagas a la hora del mandato al operario	48
Deterioro y perdida de insumos	48
Falta de capacitación	40
Ausencia de aseguramiento de calidad	18
Reparación cuando la maquina no tiene funcionamiento	24
Método inadecuado de medición	8
Falta de instrumentos de medición	6
Tiempo de espera en procesos	80
	793

Fuente: Elaboración propia

En la hoja de verificación nos muestra la cantidad de fallos que ocurre en el proceso de producción las cuales son el retraso de entrega de pedidos, deficiencia de stock, que son ocasionados por re trabajos, deterioro y perdida de insumos por no contar con personal no calificado.

## Ponderación y diagrama Pareto

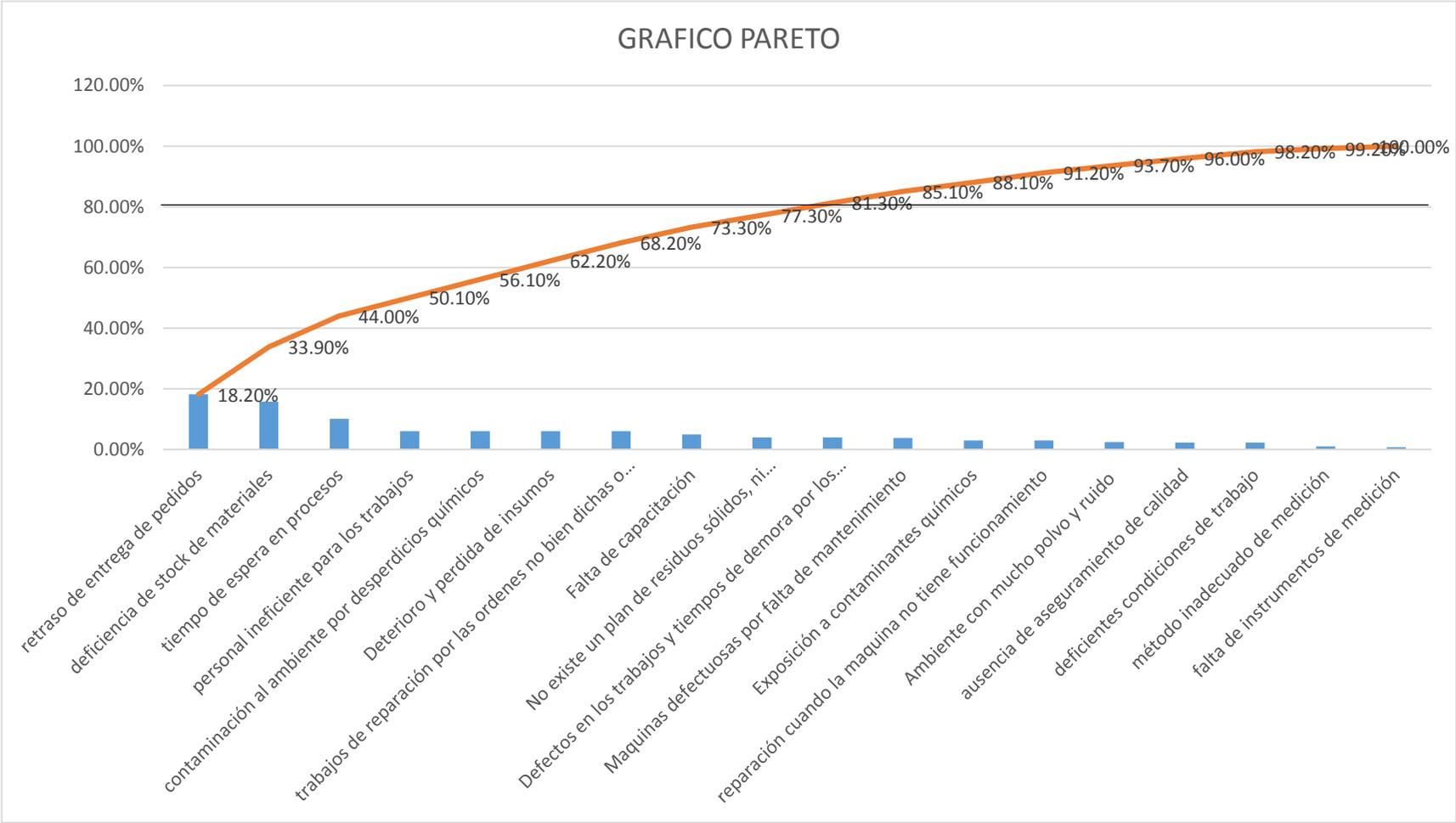
Para poder visualizar y priorizar los fallos a solucionar aremos uso de la herramienta Pareto (ver tabla 02 y figura 02).

Tabla 2: Ponderación Pareto

PONDERACION PARETO			
causas	frecuencia	porcentaje	acumulado
retraso de entrega de pedidos	144	18.2%	18.2%
deficiencia de stock de materiales	125	15.8%	33.9%
tiempo de espera en procesos	80	10.1%	44.0%
personal ineficiente para los trabajos	48	6.1%	50.1%
contaminación al ambiente por desperdicios químicos	48	6.1%	56.1%
Deterioro y perdida de insumos	48	6.1%	62.2%
trabajos de reparación por las ordenes no bien dichas o vagas a la hora del mandato al operario	48	6.1%	68.2%
Falta de capacitación	40	5.0%	73.3%
No existe un plan de residuos sólidos, ni concientización por el medio ambiente	32	4.0%	77.3%
Defectos en los trabajos y tiempos de demora por los defectos y fallos de equipos	32	4.0%	81.3%
Maquinas defectuosas por falta de mantenimiento	30	3.8%	85.1%
Exposición a contaminantes químicos	24	3.0%	88.1%
reparación cuando la maquina no tiene funcionamiento	24	3.0%	91.2%
Ambiente con mucho polvo y ruido	20	2.5%	93.7%
ausencia de aseguramiento de calidad	18	2.3%	96.0%
deficientes condiciones de trabajo	18	2.3%	98.2%
método inadecuado de medición	8	1.0%	99.2%
falta de instrumentos de medición	6	0.8%	100.0%
	793	100.0%	

Fuente: Elaboración propia

Figura 3: Grafico Pareto



Fuente: elaboración propia

El grafico representa que un 20% de los retrasos de entrega de pedidos, deficiencia de stock de materiales, tiempo de espera en procesos, personal no calificado para los trabajos, contaminación al ambiente por desperdicios químicos, deterioro y perdida de insumos, trabajos de reparación por las ordenes no bien dichas o vagas a la hora del mandato al operario, falta de capacitación, No existe un plan de residuos sólidos, ni concientización por el medio ambiente y defectos en los trabajos y tiempos de demora por los defectos y fallos de equipos representan aproximadamente el 80% de los defectos en la empresa FRP Engineering, por lo que nos concentraremos en reducirlas para la mejora de la productividad.

### Matriz de correlación

Nos permite ver la relación que tienen los defectos entre sí, la cual tendrá un ítem asignado para visualizarlo mejor. (Ver tablas 03 Y 04)

Tabla 3: Defectos asignados a cada ítem

#	DEFECTOS
p1	ambiente con mucho polvo y ruido
p2	defectos en los trabajos y tiempos de demora por los defectos y fallos de quipos
p3	deficiencia de stock de materiales
p4	personal no calificado para los trabajos
p5	falta de instrumentos de medición
p6	maquinarias defectuosas por falta de mantenimiento
p7	exposición a contaminantes químicos
p8	contaminación al ambiente por desperdicios químicos
p9	reparación cuando la maquina no tiene funcionamiento
p10	retraso de entrega de pedidos
p11	ausencia de aseguramiento de calidad
p12	deterioro y perdida de insumos
p13	trabajos de reparación por las ordenes no bien dichas o vagas a la hora del mandato al operario
p14	no existe un plan de residuos sólidos ni concientización por el medio ambiente
p15	deficientes condiciones de trabajo
p16	método inadecuado de medición
p17	falta de capacitación
p18	tiempo de espera en procesos

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4: Matriz de correlación

	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7	p8	p9	p10	p11	p12	p13	p14	p15	p16	p17	p18	puntaje	ponderado
p1		0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	5	4%
p2	1		0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	6	5%
p3	0	1		1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	11	9%
p4	0	1	0		1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	9	7%
p5	0	1	0	0		0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	4	3%
p6	1	1	0	0	1		0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	6	5%
p7	1	0	0	1	0	1		0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	6	5%
p8	0	1	0	0	0	0	1		0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	8	6%
p9	1	0	0	0	0	1	1	0		0	1	1	0	1	0	0	0	0	6	5%
p10	0	1	1	1	1	1	0	1	1		1	1	1	0	0	1	0	1	12	9%
p11	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0		0	1	0	1	1	0	0	8	6%
p12	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1		0	0	1	0	0	1	7	5%
p13	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1		0	0	0	0	1	7	5%
p14	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0		0	0	1	0	6	5%
p15	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5	4%
p16	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1		0	1	5	4%
p17	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1		0	7	5%
p18	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0		10	8%
																			128	100%

Fuente: Elaboración propia

La enumeración entre ítems que tenga como numero 1 será una relación directa y el numero 0 no habrá una relación directa.

La entrega de pedidos, la deficiencia de stock de materiales, trabajos de reparación por las ordenes no bien dichas o vagas a la hora del mandato al operario y el tiempo de espera en los procesos son los puntos más relevantes a mejorar y al cual se va a enfocar la mejora.

En general todos los defectos son de importancia sin embargo solo vamos a dedicarnos a los defectos que estén relacionados completamente con el proceso de producción.

Estratificación

En nuestros procesos encontramos defectos que mejorar la cual pertenecen a diferentes áreas que mejorar la cual se detalla en el siguiente esquema.

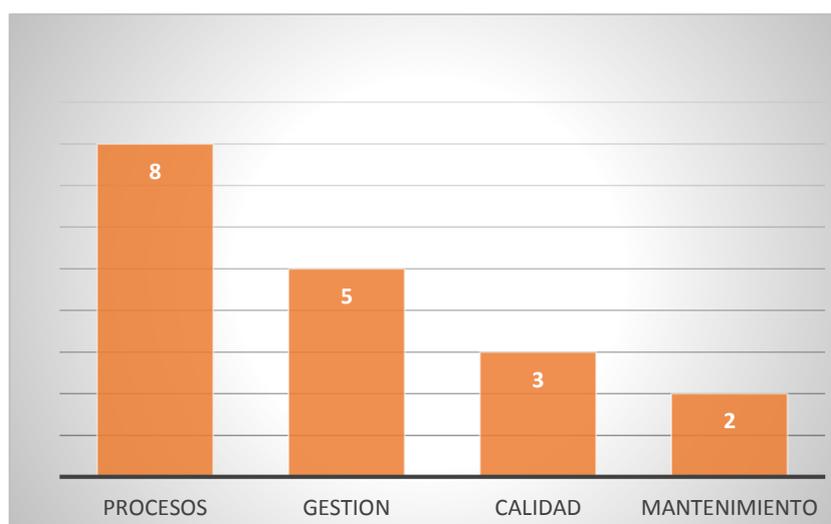
Tabla 5: Cuadro de estratificación

DEFECTOS	Área
retraso de entrega de pedidos	procesos
deficiencia de stock de materiales	gestión
tiempo de espera en proceso	procesos
personal no calificado para los trabajos	gestión
contaminación al ambiente por desperdicios químicos	procesos
deterioro y perdida de insumos	procesos
trabajos de reparación por las ordenes no bien dichas o vagas a la hora del mandato al operario	procesos
falta de instrumentos de medición	calidad
no existe un plan de residuos sólidos, ni un plan de concientización por medio ambiente	gestión
defectos en los trabajos y tiempos de demora por los defectos y fallos de quipos	procesos
maquinarias defectuosas por falta de mantenimiento	mantenimiento
exposición a contaminantes químicos	procesos
reparación cuando la maquina no tiene funcionamiento	mantenimiento
ambiente con mucho polvo y ruido	procesos
ausencia de aseguramiento de calidad	calidad
deficientes condiciones de trabajo	gestión
método inadecuado de medición	calidad
falta de capacitación	gestión

Fuente: Elaboración propia

Figura 03: Cuadro de estratificación

El grafico denota que el área emergente al cual dedicaremos la mejora será al área de procesos, por encontrar un mayor grado de defectos en esta área.



Fuente: Elaboración propia

## Alternativas de solución

Las herramientas escogidas para la solución de los problemas en los tiempos de espera, reducir la contaminación, deficiencia de stock y ausencia de calidad son el Poka Yoke, SMED y JIT. La cual también podemos observar en la matriz de priorización.

Tabla 6: Alternativas de solución

Criterios					
alternativa	Tiempo de espera en procesos	Reducción de desperdicios y contaminación	Deficiencia de stock de materiales	Ausencia de aseguramiento de calidad	total
Poka Yoke	3	3	1	2	9
SMED	3	2	1	2	8
JIT	1	1	3	1	6

Fuente: elaboración propia

1= NO MUY NECESARIO, 2=NECESARIO Y 3= MUY NECESARIO

La falta de estandarización es otro déficit que genera pérdidas en los insumos químicos como aditivos y/o catalizadores que son irrecuperables y se genera desperdicios.

Todo esto ocasiona la prolongación del tiempo pactado de entrega del producto generando malestar entre nuestros clientes.

Lo dicho anteriormente ocasiona que nuestra productividad sea la no esperada ya que tenemos desperdicios, re trabajos y tiempos tardíos de entrega del producto, es por ello necesario aplicar la herramienta lean Manufacturing y frenar los defectos de mayor a menor impacto negativo y así de esta manera mejorar nuestra productividad, como es definido por James Harrington (1993):

“Para el mejorar un proceso, significa cambiarlo para hacerlo más efectivo, eficiente y adaptable, que cambiar y como cambiar depende del enfoque específico del empresario y del proceso”.

Figura 4 Matriz de priorización

	CONCORDADO DE PROBLEMAS EN EL AREA	MEDICIÓN	MANO DE OBRA	MATERIA PRIMA	AMBIENTE	MAQUINARIA	METODOS	NIVEL DE CRITERIO	TOTAL DE PROBLEMAS	TASA PORCENTUAL DE PROBLEMAS	IMPACTO	CALIFICACIÓN	PRIORIDAD	MEDIDAS A TOMAR
GESTIÓN	1	5	4	2	7	2	ALTO	21	25%	5	105	2		
PROCESOS	1	7	4	8	2	5	ALTO	27	33%	10	270	1	POKA YOKE - SMED - JIT	
MANTENIMIENTO	0	2	0	4	7	2	MEDIO	15	18%	4	60	4	*	
CALIDAD	5	2	3	3	2	5	MEDIO	20	24%	4	80	3	*	
TOTAL PROBLEMAS	7	16	11	17	18	14		83	100%					

Fuente: Elaboración propia

El grafico nos muestra que el área más crítica es la de procesos pues del total de tiempo de producción, el 33% se da para el proceso de re trabajo en reparación de matriz y esto tiene una tiene relación directa con la medición, mano de obra, materia prima, ambiente, maquinara y métodos es por lo que se tomó como medidas de solución las herramientas Poka Yoke, SMED y JIT.

Actualmente FRP Engineering tiene como objetivo brindar productos de calidad (verificar anexo 05) lo que se busca en cada proyecto es superar las expectativa del cliente, también se busca comprometernos con el medio ambiente, es por ello que se desea mejorar el proceso de fabricado con el menor tiempo posible para así brindar un mejor servicio a nuestros clientes, mejor calidad de vida a nuestros trabajadores y poder contribuir con el medio ambiente. (Verificar anexo 07 y 08)

La aplicación de la herramienta lean Manufacturing nos permitirá la reducción de defectos que se encuentren en la empresa, así como los desperdicios y mejorar el proceso, esto nos reducirá los costos y beneficiara en la satisfacción de calidad de nuestros clientes, ayudando en la mejora de la productividad y mitigación de residuos químicos que contaminan el medio ambiente.

## 1.2 Trabajos previos

Después de haber revisado diferentes trabajos de investigación encontramos informaciones que están relacionados con las variables independientes (aplicación de lean Manufacturing) y la variable dependiente (productividad) y estos son:

Miguel Alexis palomino Espinoza en su tesis (2013:“Aplicación de herramientas de lean Manufacturing en las líneas de envasado de una planta envasadora de lubricantes” presentada para obtener el título de ingeniero industrial de la Universidad Pontificia Católica del Perú de metodología cuantitativa nos hace recurrente un término, la muda , que nos describe que es aquello que no agrega valor al producto, en donde destaca como contrarrestaron los tiempos de espera con la ayuda de los proveedores aplicando el JIT en donde en coordinación con ellos se logró adecuar un horario de entrega y así se Ahorró de tiempo al no realizar la operación traslado de insumos hacia líneas de envasado desde áreas de almacenamiento y que con la ayuda de la herramienta SMED se identificó al proceso más crítico la cual era la limpieza de la línea de producción para el cambio de línea en la cual se propuso una segregación de envasado con sus respectivos filtros de forma que se destinen líneas al llenado de un mismo aceite en la cual se obtuvo una reducción de tiempo del 72%.

El presente trabajo contribuye a la realización de la herramienta JIT en la buscan solo producir por órdenes de pedido la cual tiene como objetivo reducir tiempos en traslados de productos que no generan valor, que llevado de una buena organización con los proveedores se puede lograr la producción esperada y que la implementación del SMED en una plata de producción de líneas distintas la cual cuenta con una sola máquina de producción puede ser armoniosa con su aplicación.

Enrique Reséndiz Olgún en sus tesis (2013): “Lean Manufacturing como un sistema de trabajo en la industria manufacturera: un estudio de caso” presentada para obtener el grado de maestro en ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México nos define que lean Manufacturing: Es una metodología de fabricación que busca la optimización a lo largo de todo el flujo de valor mediante la eliminación de “Muda” (pérdidas); en su proyecto con la herramienta lean mejora la cadena de valor, la gestión de cadena de suministros y la mejora de procesos de área de empaque en la organización farmacéutica ABC, haciendo uso de la capacitación lean los trabajos y de reuniones diarias, semanales y mensuales de reportes de producción - meta , en las cuales apoyándose desde la gerencia hasta los operadores en la contribución de mejora donde se identificó el problema de recorrido en donde se introdujo la cedula de trabajo la cual identifica indicadores de costo, entrega y producción.

Todos los proyectos tenían que ser controlados por la cual era necesario la gestión visual y es así que estandarizaron procesos y metas que ahora los trabajadores trabajan menos días y la productividad aumento en farmacéutica ABC

Los resultados de la investigación contribuyen a la nuestra en la forma de como lean Manufacturing organiza y mejora la productividad estandarizando los procesos de trabajo, que con la ayuda de la gerencia y la capacitación de los trabajadores se puede cumplir con el objetivo trazado generando armonía entre ambas partes ya que cumplen con el objetivo y trabajan menos días.

La revista colombiana virtual pro (132 ed.) 2013 resalta el artículo “La aplicación lean Manufacturing en la industria colombiana” donde da a conocer que las empresas colombianas en la actualidad buscan competir no solo internamente si no también fuera del mercado nacional, por lo cual estas están implementando herramientas que atribuyan a sus estrategias para una mayor productividad con garantía de calidad en servicio o productos que ofrecen. Es por eso que se han visto a la necesidad de adoptar la filosofía de lean Manufacturing como elemento diferenciador y de éxito que garantice la competitividad en el mercado.

Concha guaila Jimmy Gilberto y Barahona defaz Byron Iván (2013) en su tesis: “mejoramiento de la productividad en la empresa induacero cia. Ltda. En base al

desarrollo e implementación de la metodología 5s y VSM, herramientas del lean Manufacturing” presentada para obtener el grado de ingenieros industriales de La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - Ecuador el cual hace uso de la metodología cuantitativa en donde hace referencia al uso de las 5s y la VSM (mapeo de flujo de valor) con el objetivo de mejora de la productividad en la empresa metalmecánica INDUACERO CIA. LTDA donde comenzó a primar la desorganización y el desorden por el constante cambio de productos y si exigencia en calidad las cuales generaban retrasos en las entregas de pedidos en ahí donde actúa y destaca la toma de tiempos y el análisis VSM en la cual analizan que un 33% de actividades no agregan valor al proceso y de este porcentaje el 16.5 % es un proceso innecesario ya sea dicho este como tiempo de espera y recorridos largos , ya dado esto implantan seguido las 5s en donde aclaran que el beneficio fue de 64% en las áreas de acero , carbón y maquinas - herramientas, aplicando estas herramientas y dan como sustentable el proyecto con una ahorro de 8.37% con una inversión inicial de \$73316.59.

La investigación mencionada aporta en la presente que una organización de la cadena de flujo de valor, es más productiva ya que se visualiza mejor y se puede conocer información y operaciones que no generan valor desde el proveedor hasta el cliente; que una vez detectado y mejorado para mantenerlo se debe implementar las 5 “s” que generan hábitos de impacto positivo en los trabajadores que en consecuente ayudan a la productividad de la empresa.

Esteban infante días y deiby Alexander erazo de la cruz en su tesis (2013): “Propuesta de mejoramiento de la productividad de la línea de camisetas interiores en una empresa de confecciones por medio de la aplicación de herramientas lean Manufacturing”, presentada para optar el grado de ingeniero industrial en la universidad de san buenaventura Cali en la cual identifica las área de oportunidad y los desperdicios en la empresa Agatex S.A.S con el uso del gráfico de Pareto donde detecta que las primeras siete actividades son la razón del flujo de proceso inadecuado y ya identificados estos, decide implementar las herramientas lean en las cuales usa las 5”S”, Kaizen, Controles Visuales, y Flujo Continuo, Takt Time y Kan Ban a través de la construcción del Estado Futuro del VSM.

Los más resaltantes y el factor principal es la creación de un supermercado que hace referencia a un inventario pequeño que esté disponible para cuando las operarias del módulo lo necesiten e inmediatamente genera una tarjeta de reposición, esta idea fue creada para que las operarias no se estén dirigiendo al almacén o a esperar a la encargada de reponer (patinadora) y así evitar recorridos largos en hora de operación.

El presente proyecto de tesis atribuye en la nuestra en aprovechar las zonas de desperdicios y de ahí generar oportunidades de mejora que con ayuda de las herramientas lean Manufacturing se contrarresta los tiempos improductivos.

Jorge Alexander silva franco en su proyecto de investigación (2013) : “Propuesta para la implementación de técnicas de mejoramiento basadas en la filosofía de lean Manufacturing, para incrementar la productividad del proceso de fabricación de suelas para zapato en la empresa inversiones cnh s.a.s.” presentada para optar el título de ingeniero industrial de la Pontificia Universidad Javeriana – Colombia, en la cual con la ayuda del VSM, diagrama de recorrido y curso grama ; identifica que el desperdicio que genera el almacén , de moras y transporte que no generan valor en el proceso. Donde dan a conocer que el principal factor del problema con la ayuda del mapeo de cadena de valor (VSM) se encuentra que el almacén se dan los tiempos improductivos y que solo 52.7 % permanece en almacén y el 7.2% en inspección a esto propone y destaca, reducción de transporte de material y recorrido del operario con la creación de un elevador de carga que elimina el desplazamiento del operador en 134 metros dándole un nuevo recorrido de trabajo

Mediante este proyecto se reduce un 19.8% de actividades que no generan valor al producto lo que reduce de 1224 minutos a 981 minutos lo cual se ve reflejado en el nuevo tiempo de ciclo de producción de 1785.3 minutos.

La presente investigación aporta en la nuestra en que lean Manufacturing reduce los tiempos improductivos, mejora el diagrama de recorrido haciendo uso de la toma de tiempos en la cual hace uso para la mejora un cambio de ruta o implementa un nuevo sistema de transporte que ayuda y mejora la productividad.

David Felipe cabrera y Daniela Vargas en su tesis (2011): “Mejorar el sistema productivo de una fábrica de confecciones en la ciudad de Cali aplicando

herramientas lean Manufacturing” presentada para la obtención del título de ingenieros industriales en la Universidad ICISE – COLOMBIA nos relata su implantación del sistema lean en la empresa creaciones charazi ya que es una pyme y no cuenta con un proceso estandarizado y que en toda empresa las primeras herramientas que se deben implementar son Value Stream Mapping ya que te permite ver las oportunidades a mejorar a gran impacto y elimina las actividades que no generan valor ya una vez hecho esto actúa las 5 “s” con un panorama más despejado para el buen uso del check - list y en donde destaca la creación del tablero visualizador (instrumento que sirve como herramienta para ver los resultados del día inmediatamente anterior, durante la presentación diaria de resultados) en donde cualquiera de los involucrados se puede informar de cómo marcha la producción.

Velasco Ortiz Jonathan y cervantes moreno Héctor Urick en sus tesis (2015): “Propuesta de mejora del proceso para la reducción de scrap, incrementando la eficiencia en el envasado de kétchup en pouch, utilizando la metodología lean manufacturing en la empresa Delimex de mexico s.a. de c.v”.de la Universidad de Guadalajara Presentada para la obtener el título de ingenieros industriales nos resalta el uso de la herramienta DMAIC la cual contribuyo con la reducción de tiempos y desperdicios en el proceso de fabricación de kétchup, de la optimización del tamaño de la caja , eliminación de separador de caja y la cinta impresa en tan solo una caja pequeña que no necesitaba el uso de separador , que era más fácil de cargar e incrementaba las ventas y la flexibilidad del producto a un menor costo haciéndolo mucho más productivo su nueva cadena de producción, con el uso del control visual proyectado en un tablero de producción la cual evaluaba al trabajador, monitoreaba los desperdicios y tomaba acciones rápidamente, tiempos muertos la cual trajo como resultado un aumento de 50% en optimización en la mano del hombre a esto se sumó la estandarización con el monitoreo semanal y el correcto uso de las 5 s .

Samir Alexander mejía carrera en su tesis (2013): “Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de confecciones de ropa interior en una empresa textil mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta”, Para la obtención del título de ingeniero industrial de la Pontificia Universidad Católica del

Perú en la cual nos enseña la manera de identificar a la familia más representativa por producción es usando el Pareto en la cual identifican 3 familias a mejorar la línea con la herramienta SMED la que le permitió conocer el proceso operación y así mejorar la operación puesta en marcha.

A esto releva la creación del mantenimiento autónomo disminuyó de 9.38% a 3.8% en los defectos del producto la cual consistía en que cada hombre trabaje y mantenga su máquina es perfecto estado con su zona de trabajo lo cual trajo consigo una optimización de 20 minutos a 5 minutos en tiempo improductivos.

Con respecto a la aplicación de las 5s en la calidad mejoró en un 100% por que las manchas que eran ocasionadas por el polvillo desaparecieron, las prendas que eran consideradas como segunda eran ocasionadas por agujas defectuosas o mala calibración de la maquina la cual desapareció por la estandarización y el plan de mantenimiento autónomo.

Mejía mejía, Jesús miguel en tu tesis (2013): "Propuesta de mejora del proceso de producción en una empresa que produce y comercializa micro formas con valor legal", propuesta para obtener el grado de ingeniero industrial en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC) nos resalta la creación de un quipo lean ante el decaimiento de la productividad en su totalidad buscan y encuentran el problema con el uso del Ishikawa , diagrama de flujo, diagrama de control de variables x-s donde detalla que no se debe producir para almacenar ya que esto es el principal problema ya que genera gastos, exceso de producción, gasto de almacenaje e inventario que con el tiempo generan producto defectuosos por el tipo de producción en la cual nos hace referencia que la filosofía de la gestión lean es mucho más útil si la separas en lean Manufacturing para la producción y lean logistics para cadena de abastecimiento en la cual se implementó un HACCP para obtener los puntos críticos y un software que permita ver la producción, esto permitió obtener productos de calidad, a menor tiempo y eficientes en la hora de entrega , control de distancia y un calendario de entrega.

Baluis Flores, Carlos Andrés en su tesis (2013): "Optimización de procesos en la fabricación de termas eléctricas utilizando herramientas lean Manufacturing", propuesta para el título de ingeniero industrial en la pontificia Universidad Católica

del Perú, explica como diagnosticar en un inicio el grado crítico en que una empresa se encuentra usando la herramienta VMS, la cual a partir de los datos recolectados se puede presentar las propuestas de mejora, en la cual con el área limpia y ordenada ( se aplica la filosofía de las 5 S), en el proceso de fabricación de termas observa que el tiempo de despilfarro se lleva a cabo en el cambio de guantes, limpieza del punzón y búsqueda de herramientas por lo que aplica el SMED detectando que un 29% de tiempos muertos, por lo que propone el uso de guantes de vaqueta por su flexibilidad ya que los de carnaza no son aptos para dichos movimientos, reubica la caja de herramientas y el uso obligatorio de un chaleco para el guardo de trapo industrial, teniendo un ahorro mensual de S/.1992.2.

Aplica el kanban con el objetivo de optimizar los stock de productos, utilizando el sistema pull, la cual consiste en que cada proceso siguiente acuda a su proceso interior a retirar los materiales que necesita, por lo cual crea las tarjetas kanban que llevara consigo información de la producción como los componentes y cantidad requerida, teniendo como resultado un ahorro mensual de S/.20183.

El presente trabajo contribuye con el uso del VMS se observa el grado crítico en que una empresa se encuentra y de ahí tomar decisiones como el uso de herramientas lean Manufacturing para la mejora productiva, el uso del SMED para diferenciar las actividades que no generan valor y eliminarlas, la herramienta kanban la cual permite el flujo armónico de los materiales mediante el sistema pull.

De los trabajos presentados, el trabajo más relevante y en el cual nos ayudara en gran parte de nuestra investigación es la del señor Jorge Alexander Silva Franco en su proyecto de investigación: “propuesta para la implementación de técnicas de mejoramiento basadas en la filosofía de lean Manufacturing, para incrementar la productividad del proceso de fabricación de suelas para zapato en la empresa inversiones cnh s.a.s”. La cual nos ayudara a reducir tiempos improductivos en la producción por lo que buscaremos hacer innovar el área con ayuda de la creatividad y tecnología

## 1.3 Teorías relacionadas al tema

### 1.3.1 Lean Manufacturing

Lean Manufacturing es una filosofía que se apoya en una serie de técnicas cuya finalidad es la mejora de productividad, soportada por un conjunto de herramientas que ayudaran a eliminar operaciones que no agreguen valor al producto y/o servicio, aumentar el valor a cada actividad, reducirá desperdicios y permitirá obtener mejoras medibles y significativas en la competitividad.

#### Historia de lean Manufacturing

En 1923 hubo un terremoto en Tokio en la cual quedó destruida los ferrocarriles y la forma de movilizarse era con automóviles y 10 años más tarde entra al mundo de la automoción fundando Toyota Automatic Loom Works.

Kiichiro al ver que las partes terminadas se quedaban varadas a la espera de la siguiente producción, promovió el JIT, la cual consistió en trabajar bajo pedido. A partir de este momento se empezaron a desarrollar los que serán los pilares del sistema de producción Toyota para que no haya demoras en los procesos de trabajo.

Las herramientas lean son conceptos de responsabilidad, formación y técnicas de implementación que aprovecha y aumenta las capacidades de los trabajadores en cuanto a procesos de producción se alude.

Lean Manufacturing es un proceso de gestión que utiliza los mínimos recursos para la entrega del máximo valor del cliente.

Lean Manufacturing define como desperdicio o muda aquella actividad que no agrega valor al producto como lo define Ohno (1988) identifica siete tipos de

Desperdicios: sobreproducción, esperas, transportación, sobre procesamiento, inventarios, movimientos y re trabajos. Con apoyo de Drew (2004) lo definen:

Sobreproducción: producir mucho o más pronto de lo que necesita el cliente

Esperas: tiempo de desperdiciado debido a que durante este tiempo no hay actividad.

Transportación: movimiento innecesario de gente y materiales

Sobre procesamiento: actividad que no son requeridas por el cliente y no generar valor alguno.

Inventarios: mayor cantidad de productos almacenados que el mínimo requerido por el cliente.

Movimientos: movimiento innecesario de materiales y gente durante el proceso.

Re trabajos: corrección de un proceso.

Para Womack (1996) plantea: La Manufactura Esbelta es la base fundamental para la implementación y el éxito de los sistemas en las empresas; es una estrategia administrativa que permite la generación de valor mientras se reducen los desperdicios.

Imai (1986) lo define: como aquellos procesos o actividades que no agregan valor al producto, evaluar y mejorar diferentes indicadores de gestión, tales como el tiempo de entrega, la rotación del inventario, la calidad de los productos, los volúmenes de inventario, la capacidad de los equipos, los costos directos e indirectos de producción, el cumplimiento de pedidos y programas de producción, la participación del personal en los procesos de mejoramiento, el tiempo de desarrollo del producto y los tiempos de espera, entre otros. Todos ellos son indicadores que se pueden medir y aplicar a cualquier sistema productivo.

Krajewski. Ritzman y Malhotra (2008) lo definen como el sistema de producción Toyota es un ejemplo de un método de diseñar cadenas de valor conocido como sistemas esbeltos, las cuales son sistemas que maximizan el valor agregado de cada una de las actividades, mediante la reducción de recursos innecesarios y la eliminación en los retrasos de operaciones. Estos sistemas esbeltos abarcan estrategias de operación, diseño de proceso, calidad, diseño de distribución física,

diseño de cadena de suministro y administración de tecnología e inventarios y puede usarse tanto en empresas de servicio como manufactureras.

Womack y Daniel T. Jones<sup>7</sup> (1996), hacen mención en que los conceptos de “Lean Manufacturing” (surgidos del Sistema de Producción Toyota) son replicables, y en tal sentido son aplicables en cualquier región del mundo, en cualquier industria, empresa, entidad, organización y hasta nación. En la época actual ya afectan a todo tipo de sectores y países. De acuerdo a estos autores, los “Cinco principios clave de lean Manufacturing” incluyen: uso eficiente de recursos y eliminación del desperdicio, trabajo en equipo, comunicación, y mejora continua.

Principios lean Manufacturing:

Uso eficiente de recurso: producir lo que el cliente percibe como valor, es decir comprender sus necesidades y expectativas.

Eliminación del desperdicio: el objetivo es identificar todas aquellas actividades que no agregan valor al producto, con el objetivo de minimizarla o eliminarlas.

Trabajo en equipo: consiste en generar armonía entre las áreas comprometidas con el proceso productivo generando el flujo continuo.

Comunicación: con el fin de evitar la sobreproducción y la acumulación de inventario y sobre todo tener una respuesta rápida frente a futuras demandas.

Mejora continua: tender hacia la perfección por lo que solo no es librar se los defectos y errores de proceso, también implica la entrega a tiempo del producto con la necesidad del cliente, precio justo y la calidad requerida.

Los objetivos de esta filosofía es optimizar procesos haciendo que estos fluyan mejor implicado esto sobre velocidad, costos, productividad y calidad.

Este enfoque permite ver las actividades poco silenciosas que generan gran desperdicio en muchos procesos; en forma específica lean busca mejorar el flujo del proceso mediante una organización adecuada al flujo de materiales en diferentes operaciones o procesos.

Para concluir ante todo el lean Manufacturing es una filosofía de alto impacto en muchas empresas líderes por su enfoque de eliminar aquello que no agrega valor y a evidenciar la alternativa de mejora, el aumento de productividad es por tal que en el presente trabajo haremos mención a las herramientas lean Manufacturing las cuales serán aplicadas, el JIT nos permitirá disminuir la pérdida de suministros obsoletos, una mejor relación con los proveedores con el fin de evitar cuellos de botellas y variabilidad en la calidad del producto, flexibilizar la producción y mejora en la planificación para un mejor precio y servicio y por último haremos mención y eso de las herramientas SMED y poka yoke la cuales nos permitirán una mejor visualización de flujo de trabajo, limitar el trabajo en curso, gestionar el flujo de proceso de trabajo, tener claro el proceso de trabajo y mejorar el trabajo en equipo.

### 1.3.2 Justo a tiempo (JIT)

#### Definición

Es una filosofía de eliminación todo lo que implique desperdicio en el proceso de producción desde requerimientos hasta la distribución.

Es una metodología para alcanzar la excelencia, basada en la eliminación de desperdicios.

#### Historia del JIT

El JIT es un sistema de gestión de inventario desarrollado en Toyota (1980) – Japón como la estrella de proceso productivo, la cual no tardó en ser practicado por grandes empresas. Bajo el JIT, es importante evitar fallos, suspensiones y retrasos por falta de componentes en el proceso productivo.

Heizer J. (2001) lo define como una filosofía de resolución en donde los componentes se obtienen por la estrategia de jalar “Pull”, la cual define un sistema en la cual define que llegue cuando se necesita. Esta herramienta elimina el inventario, tiempos sobrantes y costos que se asocian a estos. Por lo tanto sus beneficios son eficaces y respaldan estrategias de respuesta rápida.

El JIT divide en dos estrategias el proceso de fabricación:

Elimina la actividad que genera despilfarro, por lo que intenta optimizar el proceso con un mínimo de material, personal y espacio.

Fabrica lo que se necesite, cuando lo necesiten (producir para vender no para almacenar).

## Principios del justo a tiempo

### Flujos de producción

Es la manera de flexibilizar los flujos cada que cada operación permita a la otra circular al mismo ritmo. Las cuales tienen como características:

Evitar los cuellos de botella de una operación a otra ya que aumentan stocks. Dejar de producir en lotes por el cambio de trabajo de puesta en marcha para que el cambio de herramientas sean las más rápidas.

### Fiabilidad y confiabilidad de mantenimiento

Es la responsabilidad del hombre con la maquina en la que opera, para la solución de las incidencias para llevarse a cabo el plan de funcionamiento continuo que consiste en no a la espera de un especialista para el funcionamiento de la máquina.

La perspectiva que se debe tener en cuenta sobre las maquinas es:

Seguimiento continuo, de sus funciones y anticipación a posibles fallos.

Intervención del trabajador para disponer de maquina (puesta en marcha).

### Calidad

Es la justificación de tener máquinas y equipos de trabajo de gran regularidad productiva, la cual se tiene que aplicar en toda la organización.

El objetivo principal del JIT Es la eliminación de las mudas que estén en las actividades en las áreas producción, operación y organización al fin de contribuir con la mejora continua y la calidad en producto o servicio final.

### Aplicación y beneficios del justo a tiempo

La herramienta JIT nos permitirá cumplir con el objetivo de reducir los tiempos en los trabajos que realiza la empresa en los procesos de producción, en actividades de compras y manejo de documentos como por ejemplo la falta de materiales por la mala gestión de los responsables y que ocasionan alteraciones en calidad y prolongación del tiempo pactado de entrega del producto por lo que la aplicación de esta herramienta será vital.

### Implementación del justo a tiempo

La introducción del JIT nace del cambio estratégico en la administración, la cultura corporativa en la manera como operan los empleados en la empresa, la cual es el factor clave para lograr el éxito.

Cambiar la cultura organizacional es una tarea difícil y extensa; para que el personal acepte el cambio, deben conocer sus experiencias diarias

Los cambios culturales para adoptar el JIT:

#### Etapa 1

Cambio de actitud en toda la organización por lo que se necesaria la comprensión, el compromiso y decisión para poner en práctica el JIT, que estarán a cargo de un quipo JIT.

#### Etapa 2

Educación al personal, la cual cambiara la mentalidad del personal y será la clave del éxito.

Hacer mención de la filosofía JIT y que esta sea comprendida para su aplicación en la empresa.

El protocolo debe estructurarse de tal manera que los colaboradores lo apliquen en su trabajo.

#### Etapa 3

Mejorar flujo de trabajo, consiste en los cambios de proceso de trabajo las cuales consisten en:

Cambio de línea de producción.

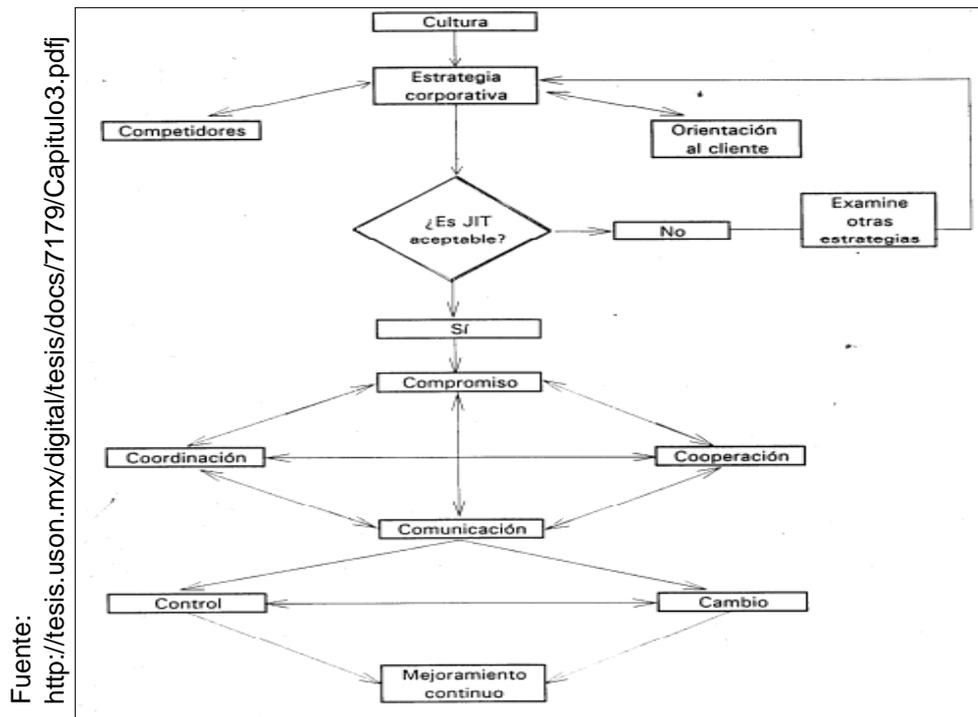
Mantenimiento.

Reducción de tiempo de preparado de máquina.

#### Etapa 4

Control y seguimiento, consiste en el mecanismo de control en las que se encuentra el control estadístico de proceso, calidad de origen de material y control externo.

Figura 5: Implementación de JIT



### Aplicación y beneficios del JIT

La aplicación de esta herramienta nos beneficiara en respecto en el área de operaciones:

- Cumplir con las órdenes de pedido en el momento ideal.
- Comunicación fluida con los proveedores.
- Mejora del flujo de cadena de suministros.
- Reducir los productos de almacén y así gastos innecesarios inventariados.
- Mantener la calidad del producto.
- Mejora en la toma de decisiones.
- Optimiza costos financieros.

Con respecto a los beneficios que se obtendrá el área de producción:

- Reducción de pérdida de materiales.
- Mejora de la calidad del producto.
- Eliminar los cuellos de botella.
- Aumento y aceleración de la productividad

### 1.3.3 SMED (single minute exchange of die)

Definición

Es una técnica para acortar los tiempos de cambio herramental o la fabricación de productos de distintas características en una misma línea de producción, la cual se logra simplificando actividades realizadas durante el cambio, el tiempo de cambio no es necesario 10 minutos pero reduce el tiempo considerablemente de la actividad. Fue una de las primeras herramientas del justo a tiempo.

#### Historia del SMED

Fue creada por el ingeniero shigeo shingo, en 1969 logró reducir el tiempo de cambio de 3 horas a 3 minutos una prensa de 1000 toneladas en Toyota company motors. Desde 1980 fue aceptada de manera generalizada desde entonces se demostró que es una de las técnicas más eficaces para demostrar la mejora del rendimiento de la empresa.

#### Pazos para implementar SMED

- Observar y medir.
- Separar actividades internas y externas.
- Convertir actividades internas a externas.
- Análisis de reducción de tiempos de actividades externas e internas.

En términos de gestión “SMED” es el cambio de herramientas en pocos minutos. Este concepto genera la idea de que cualquier cambio de maquina o el comienzo de un nuevo proceso no debe de durar más 10 minutos, sin embargo esto no se cumple ya que los cambios herramental en las industrias son enormes que ocasiona gastos que son absorbidos por el producto elevando su precio. (Paredes f .2004)

Mendoza j. (2007) nos hace referencia que el “SMED” hace diferencia entre el cambio herramental y los “set up” en la cual la primera toma las actividades de los cambios de herramientas realizadas en la operación y el segundo toma en cuenta todas las actividades desde que la maquina se detiene y sale la última pieza de producción hasta el que sale el primer producto de la nueva orden de producción, aquí se incluyen todas las actividades la que generan y no generan valor.

La aplicación de esta herramienta genera ventajas competitivas para la empresa recortando tiempos que no solo reducen los costos si no también aumenta la flexibilidad a los cambios de línea de producción, al permitir la reducción del tamaño de lote no genera stock, lo cual aumenta en calidad.

Esta herramienta contribuirá en el presente ya que cuando comienza la acciones de trabajo, los clientes piden el producto con otras características o el avance se pueden presentar mejoras que se le hacen saber al cliente para que este diga si lo desea en que el cliente aceptara se hace cambios de matriz para el nuevo producto, la cual generan tiempo a la creación del tipo de molde pero que los trabajadores estén aptos para el cambio de orden de producción o aumento de características al producto.

#### Aplicación y beneficios

Los cambios a último momento de producto (tanque por volumen) y/o aumento de características en general, genera inconformidad en los trabajadores por la falta de polifuncionalidad en los procesos en la que reemplaza la orden de producción por otra, el re trabajo de cambio el tipo de matriz genera un tiempo en las cuales ellos ven como alternativa a descansar y que los culpables no son ellos, si no la jefatura en las cuales este cambio de matriz puede generar de hasta un día a dos por la distancia en la que se ubica y la dificultad para moverla por su dimensión es por ello que nos vemos en la necesidad de aplicar esta herramienta SMED la cual nos permitirá flexibilizar el cambio herramental en la área de producción.

Los beneficios que nos otorgara esta herramienta:

- Flexibilidad a los cambios de orden de producción.
- Trabajadores poli funcional.
- Mejora del proceso.
- Implementación del mantenimiento preventivo.
- Automatizar el proceso con un toque humano.

#### 1.3.4 Poka Yoke

##### Definición

Es una técnica de mejora que se anticipa a los posibles errores antes que estos se conviertan en defectos, o para hacer que estos no pasen inadvertidos y puedan ser corregidos. Su finalidad es eliminar los causantes de los defectos en el producto final.

##### Historia del Poka Yoke

Sistema creado por shingeo – shingo en los años 60.nacio con el objetivo de eliminar los posibles errores en el proceso de manufactura, el cual tiene como significado “a prueba de errores”.

#### Historia del Poka Yoke

Se creó en los años 60 por el ingeniero shingeo shingo para el aseguramiento de la calidad, donde fue consiente que la mayor parte de errores se generaba por los humanos es porque para asegurar la calidad se tenía que generar desde los procesos que transformen el producto, detectando el error antes de que el defecto se ocasione.

#### Aplicación y beneficios

La aplicación nos garantizara que el operario no pueda equivocarse durante el proceso y en caso ocurra lo contrario, haya un margen de reacción para poder corregirlo y así eliminar costos de re trabajo en el producto final y consigo un mejor rendimiento de la producción.

#### Los objetivos de la implementación

Eliminar riesgos de cometer errores en actividades repetitivas

Aumento de la productividad

#### Pasos para la implementación del Poka Yoke

##### 1 Identificar el defecto potencial

Descubrir los errores en la operación de las cuales se priorizara la mayor área de errores o el que represente el mayor alto costo.

##### 2 Llegar a la raíz del error que origina el defecto

Para poder llegar al origen se deben responder las siguientes preguntas ¿Qué ocurre?, ¿desde cuándo ocurre?, ¿con que frecuencia aparece?, ¿Qué efecto genera?, ¿de qué manera afecta las especificaciones del proceso? Al hacer la inspección verificaremos los factores que causan el error en las cuales preguntaremos y responderemos: ¿dónde ocurre exactamente el error?, ¿posibles causa?, ¿se ha hecho algo con respecto anteriormente?, ¿es una causa controlable?

##### 3 Decidir el tipo de Poka Yoke

Decidir el método a usarse, verificando el costo de la inversión y su tiempo de recuperación y responder la eficacia del método.

#### 4 probar el método

Seleccionar el método, tener espacio, tiempo, herramientas, software, etc. para dar puesta en marcha.

#### 5 capacitar al personal

Asegurar que el conocimiento del personal implicado sea el correcto.

#### 6 Revisar el desempeño

Después de que el sistema esté operando en un tiempo determinado se tiene que controlar su operatividad.

Volver al paso 1 y 2 y buscar otro error potencial y continuar en caso encontrarlo

#### 1.3.5 Productividad

La productividad es el resultado que se obtiene de un proceso donde se considera la producción por cada factor o recursos empleados para generarlos.

La productividad tiene como medida la satisfacción de los siguientes puntos:

Eficacia, resultado obtenido con respecto al resultado esperado.

Eficiencia, grado de eficacia para obtener un crear un producto con el mínimo de recursos.

Comparabilidad, comparación de la productividad a lo largo del tiempo.

Objetivo, metas a alcanzar.

Prior (1992) cita la definición presentada en el IV Congreso Mundial de Productividad (1984) en el que se estableció que: la productividad es un concepto universal que aspira a proporcionar más y más bienes y servicios (outputs), para un mayor número de personas, con cada vez menor número de recursos reales (inputs); y para ello considera que es necesaria la aplicación integrada de habilidades y esfuerzos humanos, capital, tecnología, etc., para conseguir aumentos sostenidos y un mejor nivel de vida para todos, y a esto se le denomina: "productividad total".

La calidad consiste en hacer las cosas correctas, el mejóralas consisten de tres factores de la productividad el puesto de trabajo, recursos y medio ambiente.

Puesto de trabajo, lugar específico donde se realiza tareas específicas, estas diseñados para evitar deficiencias laborales por enfermedades y asegurar el trabajo productivo.

Recursos, fuente vital de la productividad que fija el rendimiento de la producción por utilidad de material utilizado para el producto de las cuales las más importantes son la mano de obra, materia prima y la energía.

Medio ambiente, ubicación de donde se realizara la actividad operacional que ve los factores clima, disposición de recursos y tiempo para la mejora de la producción aprovechando y haciendo uso de estos.

La productividad se refiere al logro de resultados eficientes a menor costo con el fin de que sean más rentables y a gusto y satisfacción del cliente, en cuanto mayor sea generara expansión con sigo empleo

Elementos de la productividad

El recurso humano, el encargado de dirigir los demás factores y el cual se encarga del éxito de la productividad.

Robbins y Coulter (2000), la definen como el volumen total de bienes producidos, dividido entre la cantidad de recursos utilizados para generar esa producción.

Se puede agregar que en la producción sirve para evaluar el rendimiento de los talleres, las máquinas, los equipos de trabajo y la mano de obra, pero se debe tomar en cuenta, que la productividad está condicionada por el avance de los medios de producción y todo tipo de adelanto, además del mejoramiento de las habilidades del recurso humano.

Equipos y material, encargados de la transformación del producto inicial y hacer el uso correcto de su función, avance tecnológico ya que su el tiempo influirá en su calidad de productividad.

Procedimiento y método, tiene como objetivo que el trabajo manual sea más productivo, el cual se mejorara con análisis sistemáticos.

Elion (1985) la productividad se ha considerado como el concepto clave para determinar si una empresa o un sector industrial son capaces de competir en los mercados globalizados. De ahí que tratar primero de definir este concepto, y aún más, tratar de medirlo con más perfección, es actualmente uno de los intentos más intensos de los países para mejorar productividad. Indica que en la práctica la productividad es interpretada comúnmente como la "producción por hora-hombre".

Variables de la productividad

El incremento de la productividad depende de 3 variables directas

1. Mano de obra, que contribuye en casi el 10% al incremento anual.
2. Capital, que contribuye en casi un 38% al incremento anual.
3. Administración, que contribuye en alrededor del 52% al incremento anual.

Estas variables representan las áreas que se pueden mejorar para la productividad.

Mano de obra: el recurso más valioso de la empresa es el ser humano, la cual con una inversión genera una mejor calidad de gestión y fuerza de trabajo con motivación, capacidad técnica y profesionalismo; cerca del 10% se le atribuye a la mejora productiva a las mejoras de calidad de trabajo, las 3 variables para la mejorar la productividad

1. Educación básica apropiada para una fuerza de trabajo efectiva.
2. La alimentación de la fuerza de trabajo.
3. El gasto social que hace posible el trabajo, como transporte y salubridad

La falta de educación y la mala alimentación son el déficit que impide el mejoramiento de la productividad. Estas carencias de recursos representan la oportunidad de crecimiento para la mejora de la productividad desde la creación de viviendas hasta la educación la generara las condiciones de salud.

El desafío actual no es generar mayor productividad con un incremento de mano de obra, sino utilizar esta mano de obra modificada. La capacitación es una técnica que incrementa la productividad a través de trabajos en quipo, hoy en día es más costoso el mejoramiento de mano de obra pero su aplicación es más rentable para la empresa.

Capital: permite la realización de la operación posibilitando hacer frente a situaciones financieras de desequilibrio, lo cual asegura el pago oportuno y esto a su vez el crédito de la empresa.

El uso de la mano de obra reduce el desempleo. La inversión de capital es necesaria pero rara vez se convierte en una herramienta para incrementar la productividad.

El capital de trabajo está determinado por la inversión por que una mala gestión podría llevar a la empresa a la liquidez de la misma.

Administración: factor de gestión de la producción, es el encargado de generar la armonía entre la mano de obra y el capital para el aumento de la productividad.

Su importancia es vital ya que la productividad depende en más de la mitad de su buena participación. El uso y aplicación de la tecnología aumenta la productividad ya que reduce la fuerza laboral por trabajos que requieren educación y conocimientos. La educación es llevada de la mano con la capacitación la cual es fundamental contribuyendo de manera positiva a una buena organización y el uso de la mano de obra, el conocimiento requiere el uso de la tecnología para la sistematización de mejora de operaciones.

Vicent (1968) hace referencia: La productividad es la razón entre la producción y los factores con que se realiza ésta, o bien, entre la producción y algunos factores que la originaron. Por eso si sólo uno de los factores es considerado, por ejemplo: el trabajo, el capital o cualquier otro input, la medición de la productividad será parcial.

El administrador tiene como cargo la gestión y la toma de decisiones con el fin de mejorar las futuras inversiones y las ya existentes.

Para finalizar, indicando que los productos que ofrecemos al mercado son de suma calidad la cual la certificaremos con reconocimiento de calidad, prevención de riesgos laborales y/o cuidado del medio ambiente, por que pondremos mucho más énfasis en la elaboración de diseños que optimicen y con esto el proceso para reducir costos sin descuidarnos de la calidad.

#### 1.4 Formulación del problema

##### 1.4.1 Problema general

¿Cómo la aplicación de lean Manufacturing mejora la productividad en FRP Engineering, villa el salvador, 2016?

##### 1.4.2 Problemas específicos

A ¿Cómo la aplicación de lean Manufacturing mejora la eficiencia en FRP Engineering, villa el salvador, 2016?

B ¿Cómo la aplicación de lean Manufacturing mejora la eficacia en FRP Engineering, villa el salvador, 2016?

#### 1.5 Justificación del estudio

La presente investigación se realizó al ver la necesidad de la búsqueda de una nueva técnica organizativa de producción que no siga permitiendo competir en el

mercado. El modelo de fabricación lean es una idea consolidada y su aplicación nos aumentaría nuestro potencial productivo.

Actualmente nos vemos en la necesidad de mitigar nuestros problemas en producción ya que es de suma importancia en nuestra política de mejora continua y lograr con ello procesos estandarizados con calidad total.

#### 1.5.1 Justificación Social

Frente a los cambios en la sociedad y la crisis económica es necesario que las empresas en general ofrezcan productos y/o servicios. La globalización hoy permite que las empresas puedan competir con diferentes herramientas las cuales sirven para alcanzar el mayor nivel en la productividad.

Nuestra investigación está enfocada en maximizar la productividad con mayor grado de eficiencia en la empresa FRP Engineering, con la influencia del lean Manufacturing ayudara en el crecimiento directo ya que nos dará ventaja competitivas, mejorando la calidad de nuestro servicio la cual estará de la mano con la mejora de las actividades y aptitudes de los trabajadores, en la cual mejoremos la calidad de vida de nuestros trabajadores y ellos con la sociedad brindándoles un mejor servicio para su satisfacción.

Nuestro trabajo va de la mano con el medio ambiente ya que mejoraremos nuestros procesos en las cuales vamos a reducir desperdicios que contaminen el medio ambiente, para la cual nuestros operadores serán concientizados con el cuidado del medio ambiente en la que nuestro trabajo será maximizar nuestra producción de la mano con el desarrollo sostenible.

#### 1.5.2 Justificación metodológica

Nuestra metodología de investigación se especifica en determinar la relación existente entre el lean Manufacturing y la productividad, la cual ayudara como referencias en investigaciones a empresarios y estudiantes, pues esta herramienta te permite tener una nueva visión de métodos de trabajo, la cual reducirá mermas y generara mayor grado de competitividad en las que adopten esta filosofía.

Esta herramienta también creara un ambiente de trabajo confortable entre los involucrados, en los procesos de producción, en la cadena de flujo de materiales con la que se reduce los gastos en inventarios y mermas.

### 1.5.3 Justificación teórica

Este proyecto es teórica pues la filosofía del lean Manufacturing es una herramienta de mejora continua, mejorando procesos de producción y el flujo de materiales, la cual busca optimizar este último maximizando así las ganancias, esta herramienta mejora a las personas involucradas tanto en valores como en capacidad de trabajo. Nos permite visualizar las actividades que no generan valor y a la vez mejora la cadena a base herramientas ( JIT, 5”S”, VSM, KANBAN, etc.) las cuales harán más flexible y economía la nueva cadena de trabajó

Bernal (2010), “En investigación hay una justificación teórica cuando el propósito del estudio es generar reflexión y debate académico sobre el conocimiento existente, confrontar una teoría, contrastar resultados o hacer epistemología del conocimiento existente”.

### 1.6 Hipótesis

#### 1.6.1 Hipótesis general

La aplicación de lean Manufacturing mejora la productividad en FRP Engineering, villa el salvador, 2016.

#### 1.6.2 Hipótesis específico

La aplicación de lean Manufacturing mejora la eficiencia en FRP Engineering, villa el salvador, 2016.

La aplicación de lean Manufacturing mejora la eficacia en FRP Engineering, villa el salvador, 2016.

### 1.7 Objetivos

#### 1.7.1 Objetivo general

Determinar como la aplicación de lean Manufacturing mejora la productividad en FRP Engineering, lima, 2016.

#### 1.7.2 Objetivos específicos

Determinar como la aplicación de lean Manufacturing mejora la eficiencia en FRP Engineering, lima, 2016.

Determinar como la aplicación de lean Manufacturing mejora la eficacia en FRP Engineering, lima, 2016.

## II. METODO

## 2.1 Diseño de investigación

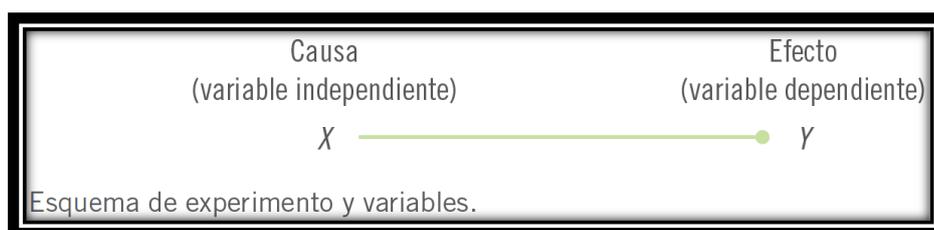
El presente trabajo tiene como enfoque el método cuantitativo pues recolectaremos datos para probar hipótesis, haciendo uso del análisis estadístico.

Galeno (2004) define los estudios cuantitativos pretenden la explicación de una realidad social vista desde una perspectiva objetiva y externa. Busca la exactitud de mediciones o indicadores con el fin de generalizar sus resultados. Trabajan fundamentalmente con números. (p.24)

La presente tesis: “Aplicación de lean Manufacturing para la mejora de la productividad en FRP ENGINEERING S.A.C, Villa el salvador, 2016” es de investigación cuasi-experimental ya que determinara la relación causa – efecto y como la influencia entre la variable independiente (lean Manufacturing), y conocer los efectos de esta sobre la variable dependiente (productividad), y no escogeremos aleatoriamente los grupos de muestra a trabajar

Creswell (2013) y reichart (2004) llaman a los experimentos estudios de intervención, porque un investigador genera una situación para tratar de explicar cómo afecta a quienes participan en ella en comparación con quienes lo hacen, los experimentos manipulan tratamientos (variable independiente) para observar sus defectos sobre otras variables ( variable dependiente) en un situación de control.

Es decir, los diseños cuasi-experimentales se utilizan cuando el investigador pretende establecer el posible efecto de una causa que se manipula.



Fuente: Metodología de la Investigación Científica. (Fernández y Baptista. 2014)

El tipo de investigación es explicativa, pues determinaremos las causas y efectos mediante la prueba de hipótesis, y explicaremos el problema y las causas del mismo. El alcance de la investigación será longitudinal, pues obtendremos cambios a corto plazo en donde haremos dos mediciones, una antes de la aplicación de la variable independiente y otra después de la aplicación de la variable independiente.

## 2.2 Variable y Operacionalización

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	indicadores	escala
Variable Independiente Lean Manufacturing	Padilla(2010),este conjunto de técnicas incluye al justo a tiempo que consiste es una reducción de desperdicios, ya sea en inventarios, tiempos, productos defectuosos, transporte, almacenaje, maquinarias y hasta personas (p.64)	Es una herramienta que aplicada en la industria generara mayor productividad pues optimizara tiempos de trabajo y generara confianza en la entrega a tiempos de productos	Índice de fallos	$\frac{\text{Unidades con falla producidas}}{\text{Unidades producidas}}$	Razón
			Optimización de tiempos de entrega	$\frac{\text{Tiempo de entrega}}{\text{Tiempo programado de entrega}}$	Razón
Variable Dependiente Productividad	Según Peter Drucker (1994)“La productividad significa ese equilibrio entre todos los factores de la producción que suministra el más elevado producto con el mínimo esfuerzo”	La productividad es la relación entre los resultados obtenidos por cada recurso las cuales serán usados de manera eficaz y eficiente.	Eficiencia	$\frac{\text{Horas hombre real}}{\text{Horas hombre estimada}}$	Razón
			Eficacia	$\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades programadas}}$	Razón

Fuente: Elaboración propia

## 2.3 Población y muestra

### 2.3.1 Población

La población es el conjunto de individuos o elementos total a estudiar las cuales poseen características comunes y determinadas especificaciones.

Balestrini (2006) define la población como: “conjunto finito o infinito de personas, casos o elementos, que presentan características comunes” (p. 137)

La población a estudiar en la empresa FRP Engineering, en el presente proyecto será la producción total de incubadoras de peces producidas durante 64 días de agosto a octubre del 2016.

### 2.3.2 Muestra

La muestra es un subconjunto de una población seleccionada que sirve para estandarizar las propiedades y/o características de la población, se caracteriza por ser representativa para la relevancia de investigación

Castro (2003) la muestra se clasifica en probabilística y no probabilística.

La probabilística es donde los miembros tienen las mismas opciones de ser muestras aleatoria simple, muestra de azar sistemático o por conglomerado. La no probabilística dependerá de especificaciones del investigador, lo cual restringe a los miembros de la población, los tipos de esta muestra son la intencional y muestra accidentada.

Barrera (2008) solo se realiza la muestra cuando de por medio se encuentra una población grande o inaccesible que no se pueda estudiar su totalidad; el muestreo es un es indispensable en la investigación en la cual solo depende los propósitos, el contexto y características de unidades de estudio (p.141)

Para cálculos en la empresa FRP Engineering, nuestra muestra será igual a nuestra población, es decir la producción total de incubadoras de peces durante 64 días de agosto, setiembre y octubre del 2016.

### 2.3.3 Muestreo

El muestreo es una herramienta de investigación científica la cual examina una determinada parte de la población con la finalidad de hacer inferencias sobre dicha población.

Mario Tamayo nos hace referencia que instrumento de validez de investigación, en el cual el investigador selecciona las unidades de estudio la cual permitirá extraer resultados acerca de la población de estudio, dependiendo los objetivos de estudio se elegirá entre una prueba probabilística y no probabilística. (2004, p.177)

Manuel Vivanco lo define: "Para entender el proceso de muestreo, necesitamos distinguir entre dos tipos generales de estrategias de muestreos; probabilísticos y no probabilísticas. El muestreo probabilístico es un tipo de muestreo en el que se conoce la probabilidad de seleccionar un miembro individual de la población. El muestreo no probabilístico es aquel en el que se desconoce la probabilidad de seleccionar cualquier miembro individual de la población. El muestreo es una herramienta de la investigación científica la cual tiene como función determinar que parte de una realidad en estudio (población o universo) debe examinarse con la finalidad de hacer inferencias sobre dicha población. (2005, p. 97)

En nuestro trabajo de investigación el muestreo no existe, pues la muestra es igual a la población, es decir una muestra Exhaustiva.

## 2.4 Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

### 2.4.1 Técnicas

Es el procedimiento de realizado con el propósito de recabar información necesaria para el logro de una investigación.

Observación, método de obtención de datos de la realidad, toda vez que consiste en tener información mediante la percepción intencionada y selectiva. Hernández (2006) hace referencias que consiste en el registro sistemático y valido que se pueden usar en diferentes circunstancias. Esta medición poder ser evaluada por medio de los sentidos (p.125).

La observación tiene como objetivo tener una percepción clara de lo que se quiere estudiar.

Ficha de observación, su función será registrar los datos obtenidos en la producción

#### 2.4.2 Validación

La validez del contenido se refiere al grado en que un instrumento refleja un dominio específico de contenido de lo se mide. Es el grado en el que la medición representa la variable medida.

Validación de instrumentos de medición a través de juicio de expertos, el proyecto de investigación tendrá como garantía el certificado de validez de los instrumentos de medición de los indicadores de dicho proyecto

#### 2.4.3 Confiabilidad

La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales (Hernández sampieri et al., 2013)

Según velastrini (1997) una vez definido los instrumentos y listo la recolección de datos, es conveniente y necesario someterlo a prueba, con el propósito de que sea válido en relación al problema investigado. Toda investigación debe ser sometida a correcciones con el fin de refinarlo y validarlo (p.140)

Los datos a evaluar serán medidos con instrumentos de medición para cada indicador sean estos índice de fallos, optimización tiempos de entrega, eficiencia y eficacia los cuales serán medidos en tiempo real de un antes y un después de la variable independiente.

#### 2.5 Método de análisis de datos

Consiste en transformar un conjunto de datos con el objetivo de verificarlos correctamente dándole un análisis racional. Consiste en analizar datos de un problema e identificarlos.

Según zapata óscar (2005) ha ce referencia que una vez definida la población a trabajar a la cual debemos delimitar espacios, una vez definido lo teórico con lo operacional debemos cuantificarlo en donde pondremos a prueba los conceptos anteriores.

En las investigaciones cuantitativas, se consideran dos niveles:

Análisis descriptivo: consiste en darle un atributo estadístico como la media, mediana, moda o varianza a cada una de las variables teóricas.

Es necesario tener conocimiento de los porcentajes elevados de no respuesta y las gráficas en sesgos de lo que esto pueda representar y poder describir el comportamiento de la variable de una población.

Análisis ligados a hipótesis: consiste en la verificación de cada una de las hipótesis en cuanto si es de análisis cuantitativo se deben verificar bajo las características de hipótesis, el tipo de diseño experimental y la distribución estadística de las variables.

Dicho lo anterior serán ejecutadas respetando el orden.

## 2.6 Aspectos éticos

El presente trabajo tendrá como principio el respeto a la propiedad intelectual, claridad y verdad en los resultados; respeto a las ideologías políticas y religiosas; el cuidado al ecosistema y medio ambiente; responsabilidad social, política y ética; respeto y protección a la identidad de los individuos mencionados en el presente trabajo de investigación.

Los datos recogidos son de confidencialidad porque lo nuestro juicio es ético profesional. La presente investigación es realizada de acuerdo a los principios éticos anteriormente expresados, la cual asegura el bienestar del investigador y las personas.

Se tendrá en cuenta la veracidad de resultados; el respeto por la propiedad intelectual; el respeto por las convicciones políticas, religiosas y morales; respeto por el medio ambiente y la biodiversidad; responsabilidad social, política, jurídica y ética; respeto a la privacidad; proteger la identidad de los individuos que participan en el estudio; honestidad, etc. Es importante contar con un juicio profesional y la confidencialidad de los datos recogidos. Asesoramiento por parte de un comité de ética. El investigador debe tener siempre en cuenta los aspectos éticos de su estudio. La participación en un estudio de investigación es voluntaria (consentimiento informado). La presente investigación es realizada de acuerdo a los principios éticos anteriormente expresados, según lo establecen los cánones de la profesión, la cual asegura el bienestar del investigador y de las personas, actividades que se estudian.

## 2.7 Desarrollo de propuesta

### 2.7.1 Situación actual

F.R.P acostumbra a trabajar y crear productos para la industria sin embargo la empresa acusa de defectos como la falta de stock de materiales, alteración de la calidad, re trabajos de corrección de errores, cuellos de botella por los tiempos de espera y capacitación al trabajador, sumado al inadecuado mantenimiento de máquinas generan que la productividad no sea la adecuada, sin embargo en esta oportunidad con la generación de un nuevo proyecto “incubadora de peces” (ver figura 05), daremos soluciones con el uso de herramientas lean manufacturing.

Al inicio de cada proyecto se observa los cuellos de botella al momento del requerimiento de materiales y herramientas, las cuales se da en dos momentos, en la primera hora de trabajo y en la segunda hora culminando el descanso, las cuales sumados ambos nos generan una hora de tiempo improductivo como se detalla en el siguiente cuadro.

Jornada laboral	8:00am – 5:30pm
Tiempo disponible	9:30 horas
Tiempo muerto	1h
Hora de descanso – almuerzo	1hora
Tiempo efectivo	7:30pm

Fuente: elaboración propia

En el proyecto del 2015 se obtuvo un pedido de 156 unidades para la producción de los meses agosto, setiembre y octubre por lo que se esperaba una producción promedio por mes de 52 unidades, debido al tiempo de ciclo de cada producto no se pudo cumplir con el objetivo, prolongando 14 días hábiles para poder cumplir con el objetivo tal como lo detalla la siguiente tabla.

Tabla 7: Total eficacia 2015

TOTAL EFICACIA			
	UNIDADES PRODUCIDAS	UNIDADES PROGRAMADAS	
AGOSTO	42	52	81%
SETIEMBRE	44	52	85%
OCTUBRE	41	52	79%
		PROMEDIO	81%

Fuente: elaboración propia

Se observa que la eficacia fue de un 81% puesto que solo se producir 127 unidades, de las 156 unidades pedidas haciendo falta de 29 unidades.

Ya en el proceso de producción (Ver tabla 07) de incubadoras de peces (ver anexo 05), nos encontramos con 6 sub procesos: elaboración de matriz, lisado de matriz, aplicación de desmoldante, laminado, separado de matriz – producto y acabados.

En la cual al momento de la separación de la matriz – producto se genera la ruptura de melanina, desclavado de madera y rajadura de masilla. Generando tiempos de tres horas de reparado, la cual no permite que el flujo de producción sea la correcta, generando el incumplimiento de la meta de la producción.

Los re trabajos generan incomodidad en los trabajadores por la presión de metas, ocasionando malas funciones en el laminado, los cuales se visualizan por los grumos (globos internos), generando mermas por el tipo de material químico con el que se trabaja generando pérdidas irre recuperables.

El total de fallos obtenidos durante el proyecto se generaron por los defectos ya mencionados y se pueden visualizar en la siguiente tabla.

Tabla 8: Índice de fallos en el 2015

TOTAL INDICE DE FALLOS						
	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	TOTAL	INDICE DE FALLO	PORCENTAJE
UNIDADES CON FALLO	10	15	29	54	0.425	43%
UNIDADES PRODUCIDAS	42	44	41	127		

Fuente: elaboración propia

Se observa que un 43% de los productos tuvieron falla debido a que la matriz, no volvía a tener el molde inicial y creaba imperfecciones en el producto al momento del laminado.

Debido a la prolongación de tiempo el tiempo pactado se prolongó en 352 horas las cuales 348 horas fueron para la creación de las 29 incubadoras de peces faltantes y 4 horas para limpieza y enfilado como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 9: Optimización de entrega en el 2015

OPTIMIZACION DE TIEMPOS DE ENTREGA	TIEMPO DE ENTREGA	1906 horas	1.226	123%
	TIEMPO PROGRAMADO DE ENTREGA	1554 horas		

Fuente: elaboración propia

La tabla muestra un que el tiempo pactado fue excedido en un 23% debido a al tiempo de ciclo del producto, por las características del producto y la falta de mejora de procesos, lo que conlleva al aumento de horas extras y alza de costos.

La eficiencia no fue la esperada pues se tuvo que hacer horas extras al término de la jornada laboral pues el producto lo exigía para su término, tal como se observa en la siguiente tabla.

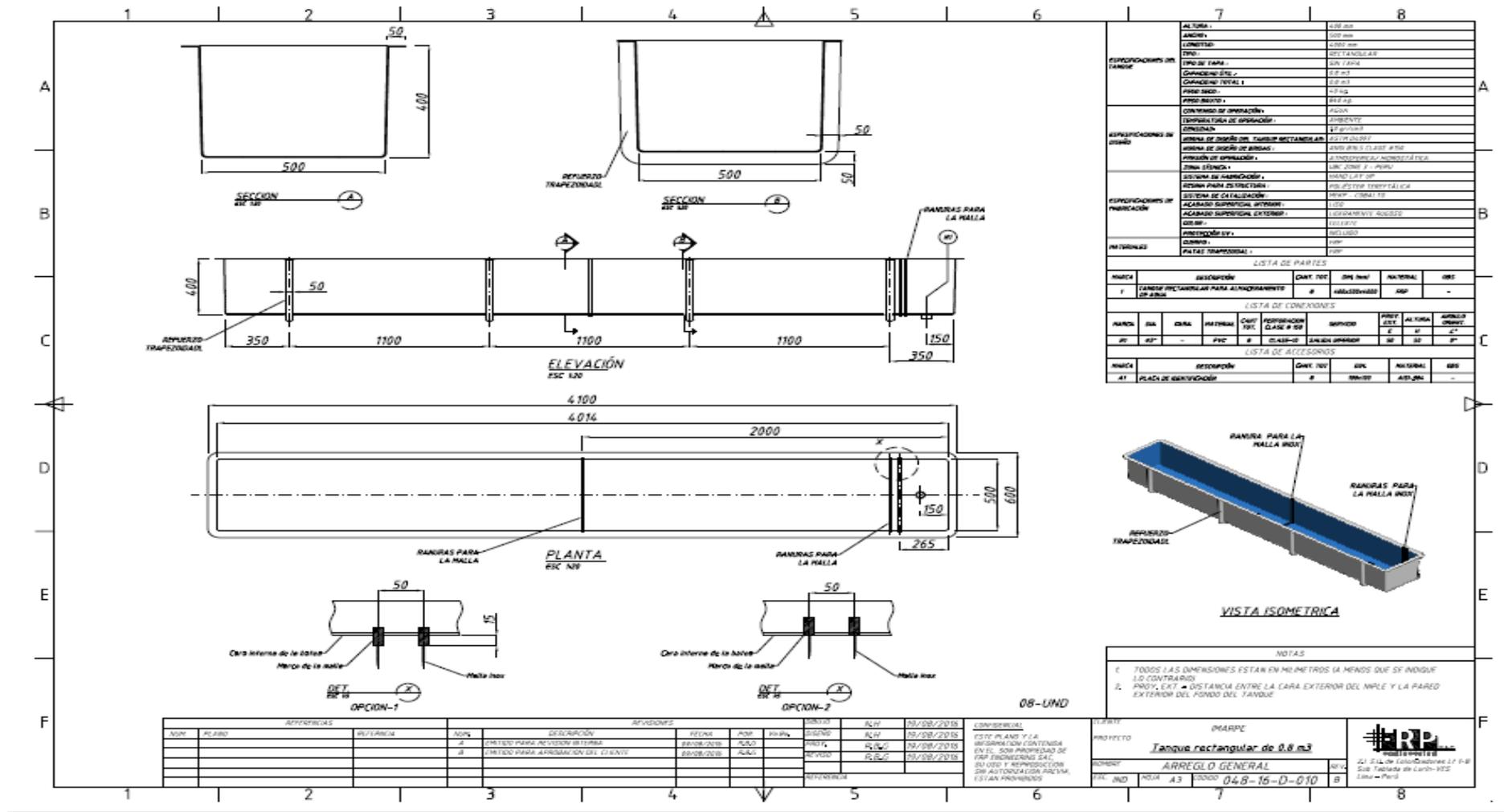
Tabla 10: Eficiencia del 2015

	HORAS HOMBRE REAL	HORAS HOMBRE ESTIMADA	EFICIENCIA	EFICIENCIA%
AGOSTO	1291.5	1575	0.82	82%
SETIEMBRE	1353	1650	0.82	82%
OCTUBRE	1322.25	1563	0.8460	85%
			PROMEDIO	83%

Fuente: elaboración propia

En la tabla se observa la deficiencia en un 83% puesto que el tiempo de ciclo de producción es muy elevada que sobrepasa el tiempo de jornada laboral por lo que se genera horas extras teniendo un costo total de horas hombre del S/.22071.9.

Figura 6: Incubadora de peces



Fuente: Departamento de ingeniería – FRP Engineering S.A.C

Tabla 11: Diagrama de proceso inicial

		DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE PROCESO						
PROCESO A REALIZAR: LAMINADO DE INCUBADORAS DE PECES								
DATOS DEL PROCESO					CODIGO DEL PRODUCTO:			
HORA DE INICIO DE PROYECTO:					AREA : PRODUCCION			
HORA FINAL DE PROYECTO:								
DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD						TIEMPO	DISTANCIA	Registro de fecha y hora del proceso
Estudio de plano						30 min		
pedido de materiales( madera y melanina)						20min		
Traslado de materiales ala área de carpintería						5min	20m	
corte de melanina						60min		
corte de madera						60min		
Ensamblado y montaje de cortes de melanina y madera						60min		
Lijado de madera y melanina						20min		
Pedido de materiales (resina y fibra)						5min	20m	
Tapado de imperfectos con masilla						20min		
Traslado al área de laminado						5min	10m	
Pulido de matriz (3 veces)						20miin		
Encerado de matriz( 3 veces)						20min		
Aplicación de desmoldaste						15min		
Secado						15min		
Recubrimiento de yel coat (0.8 mm)						20min		
inspección						5min		
secado						15min		
Mojado total con resina orto pigmentada						10min		
Recubierto total con malla de fibra (MAT)						15min		
Compactado de fibra con uso de rodillo metálico						15min		
Remojado con resina orto pigmentada						10min		
Recubierto total con hilos de fibra de vidrio						15min		
Compactado de fibra con uso de rodillo metálico						15min		
Remojado con resina orto pigmentada						10min		
Recubierto total con malla de fibra (MAT)						15min		
Compactado de fibra con uso de rodillo metálico						15min		
secado						60min		
Verificado la dureza del producto (durómetro)						5min		
Desmolde de matriz - producto						20min		
Llevado a zona de acabado						5min	10m	
Corte y lijado de entorno						30min		
Corte circular de 15cm de radio						15min		
Unión - laminado con codo L corte circular						20min		
Secado						20min		
Pintado de imperfecciones						30min		
Embalaje del producto						5min		
Almacenaje de productos terminados						5min	15m	
Entrega del producto						-	-	
						725min	60metros	

Fuente: Elaboración propia

Ya mencionado el proceso de producción, para la generación de más productos sería un nuevo proceso (ver tabla 12) sumado el tiempo de reparo (2 1/2 horas).

Tabla 12: Proceso de producción continuo sin herramientas lean manufacturing

 DIAGRAMA DE ACTIVIDAD DE PROCESO								
PROCESO A REALIZAR: LAMINADO DE INCUBADORAS DE PECES								
DATOS DEL PROCESO						CODIGO DEL PRODUCTO:		
HORA DE INICIO DE PROYECTO:						AREA : PRODUCCION		
HORA FINAL DE PROYECTO:								
DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD						TIEMPO	DISTANCIA	Registro de fecha y hora del proceso
Lijado de matriz de madera - melanina	●					20min		
Pulido de matriz (3 veces)	●					20min		
Encerado de matriz( 3 veces)	●					20min		
Aplicación de desmoldaste	●					15min		
Secado	●					15min		
Recubrimiento de yel coat (0.8 mm)	●					20min		
inspección				●		5min		
secado	●					15min		
Mojado total con resina orto pigmentada	●					10min		
Recubierto total con malla de fibra (MAT)	●					15min		
Compactado de fibra con uso de rodillo metálico	●					15min		
Remojado con resina orto pigmentada	●					10min		
Recubierto total con hilos de fibra de vidrio	●					15min		
Compactado de fibra con uso de rodillo metálico	●					15min		
Remojado con resina orto pigmentada	●					10min		
Recubierto total con malla de fibra (MAT)	●					15min		
Compactado de fibra con uso de rodillo metálico	●					15min		
secado	●					60min		
Verificado la dureza del producto (durómetro)				●		5min		
Desmolde de matriz - producto	●					20min		
Llevado a zona de acabado		●				5min	10m	
Corte y lijado de entorno	●					30min		
Corte circular de 15cm de radio	●					15min		
Unión - laminado con codo L corte circular	●					20min		
Secado	●					20min		
Pintado de imperfecciones	●					30min		
Embalaje del producto	●					5min		
Almacenaje de productos terminados					●	5min	15m	
Entrega del producto		●				-	-	
						465 min	25metros	

Fuente: Elaboración propia

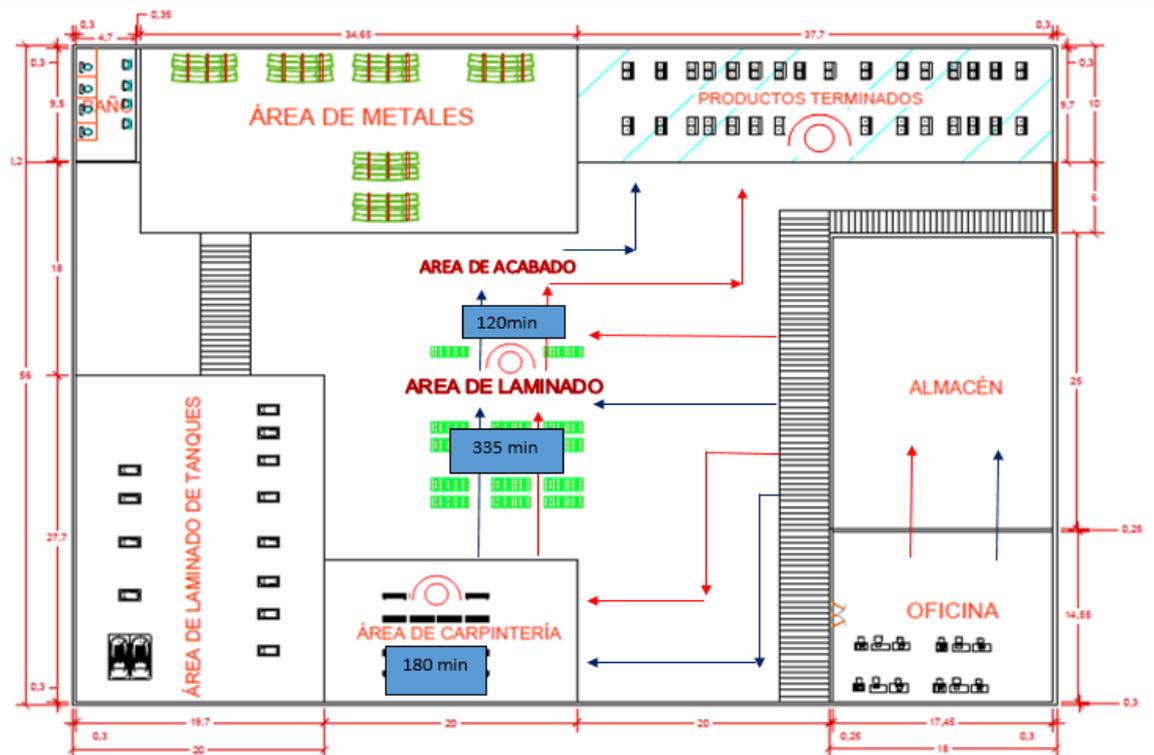
El tiempo con valor agregado

$$\text{tiempo de valor agregado} = \frac{\text{tiempo de operacion}}{\text{tiempo total}} = \frac{420}{615} = 0.68 = 68\%$$

El tiempo de valor agregado es de un 68% lo cual demuestra la deficiencia en el proceso.

El tiempo de producción promedio de una sola incubadora de peces sería el de 465 min de proceso sumado a los 150 minutos de reparado que en total nos daría un ciclo de producción de 615 minutos, generando el incumplimiento de la producción requerida como se puede visualizar en el siguiente esquema Takt Time (ver figura 07).

Figura 7: Takt Time



Fuente: FRP Engineering S.A.C

PERSONAS EN CELDA	TIEMPO DE FLUJO	SWIP	CICLO TIME	TAKT TIME
3	615 min	60 u	36900 s	184500 s

El Takt Time: es el ritmo de la demanda del cliente para generar un producto

El cliente genero un pedido de 156 unidades en 3 meses días calendario en la cual el nivel de producción era de dos por día como se observa en la operación.

Tiempo de producción: 615 minutos

$$\text{Takt Time} = \frac{60 \text{ SEGUNDOS}}{1 \text{ MINUTO}} * 615 \text{ minutos} = 36900 \text{ segundos}$$

$$\text{Takt Time} = \frac{36900 \text{ SEGUNDOS}}{2.0 \text{ unidades}}$$

Takt Time = 18450 segundos por Unidad

Esto quiere decir que el cliente está comprando el producto a ritmo de 19350 segundos cada unidad y este debe ser el ritmo que se debe llevar como mínimo para poder cumplir con la meta.

## 2.7.2 Propuesta de mejora

### 2.7.2.1 Implementación de Poka Yoke

Decisión de la propuesta

Al no tener un método adecuado de trabajo por la mala ubicación de las herramientas se procederá a crear un estante para el almacenamiento de herramientas para así evitar pérdidas y que a diario los trabajadores requieran las herramientas y al finalizar las devuelvan. Sumaremos los demarcados para distinguir cada posición de equipos y herramientas, y así generar orden y que cada herramienta tenga un lugar propicio.

Al notar como se pierden tiempo de trabajo por el traslado de materiales por partes continuamente (de 4 o 5 recorridos de 20 metros C/U), generando cuellos de botella por la acumulación de los trabajadores al requerir herramientas y material de trabajo las cuales se daban en la primera media hora de trabajo pues el operario tenía que esperar que el personal de almacén aliste el pedido y se daba en una segunda oportunidad después de la hora de descanso, ocasionando un total de 1 hora de perdida de trabajo.

Se decidió a crear un contenedor rodante que traslade los materiales en un solo recorrido para lo cual se integrara la “Anticipación de producción” la cual consistirá en que 20 minutos antes del fin de la jornada laboral el operador encargado, descargue el proceso que se realizara al día siguiente indicando la actividad a realizar, para así, el área de almacén tenga las ordenes de pedido de cada grupo de trabajo en cada contenedor, y al siguiente día pasen hacer uso del mismo reduciendo así los tiempos muertos y cuellos de botella.

Cronograma de implementación y presupuesto

Cronograma de implementación estante de almacenamiento

cronograma de implementación de estante de almacenamiento						
	JULIO(2016)					
ACTIVIDAD	L(25)	M(26)	M(27)	J(28)	V(29)	V(30)
Declaración de propuesta						
Análisis de propuesta						
Aprobación de propuesta						
Pedido de materiales						
Ensamblaje de proyecto						
Implementación puesta en marcha						

Fuente: elaboración propia

La toma de decisión fue de manera rápida puesto que duro 2 días en análisis por lo que a los 3 días de su aprobación, ya se tenía el estante de almacenamiento gracias al apoyo del área de estructuras y soldadura.

Cronograma de implementación puesta en marcha

cronograma de implementación de estante de almacenamiento			
MES	AGOSTO(2016)	SETIEMBRE(2016)	OCTUBRE(2016)
ACTIVIDAD			
Declaración de propuesta			
Análisis de propuesta			
Aprobación de propuesta			
Pedido de materiales			
Ensamblaje de proyecto			
Implementación puesta en marcha			

Fuente: elaboración propia

El estante de almacenamiento comenzó su función desde la primera semana de agosto del 2015 hasta la actualidad.

#### Presupuesto de estante de almacenamiento

Material	Cantidad	Precio
1 plancha de metal	2m*1.5m	S/.170.00
cortes	20	S/.00.00
Soldadura	20 varillas	S/.15.00
Llantas de caucho	2 pares	S/.34.00
Lija de 80	4	S/.8.00
Pintura base	¼ de galón	S/.12.00
Puntura	¼ de galón	S/.17.00
TOTAL		S/.256.00

Fuente: elaboración propia

El costo para poder realizar el estante de almacenamiento fue S/256 por cada estante por lo que el total fue un costo de S/768.

#### Cronograma de implantación de contenedor rodante

Cronograma de implementación de contenedor rodante						
ACTIVIDAD	JULIO(2016)					
	L(25)	M(26)	M(27)	J(28)	V(29)	V(30)
Declaración de propuesta						
Análisis de propuesta						
Aprobación de propuesta						
Pedido de materiales						
Ensamblaje de proyecto						
Implementación puesta en marcha						

Fuente: elaboración propia

La toma de decisión fue de manera rápida puesto que duro 2 días en análisis por lo que a los 3 días de su aprobación ya se tenía el contenedor rodante gracias al apoyo del área de estructuras y soldadura.

## Cronograma de implantación de contenedor rodante puesta en marcha

cronograma de implementación de contenedor rodante			
MES	AGOSTO(2016)	SETIEMBRE(2016)	OCTUBRE(2016)
ACTIVIDAD			
Declaración de propuesta			
Análisis de propuesta			
Aprobación de propuesta			
Pedido de materiales			
Ensamblaje de proyecto			
Implementación puesta en marcha			

Fuente: elaboración propia

El contenedor rodante comenzó su función desde la primera semana de agosto del 2015 hasta la actualidad.

## Presupuesto de contenedor rodante

Material	Cantidad	Precio
1 plancha de metal	2m*1.5m	S/.170.00
cortes	20	S/.15.00
Soldadura	20 varillas	S/.15.00
Llantas de caucho	2 pares	S/.34.00
Lija de 80	4	S/.8.00
Pintura base	¼ de galón	S/.12.00
Puntura	¼ de galón	S/.17.00
TOTAL		S/.271.00

Fuente: elaboración propia

El costo para poder realizar el contenedor rodante fue S/.271 por cada estante por lo que el total fue un costo de S/.813.

Las capacitaciones al personal operativo serán dictadas por personal capacitada en temas de mejora continua que la empresa promueve.

## 2.7.2.2 Implementación del SMED

### Decisión de la propuesta

Al inicio de cada proyecto por lo general se crea una matriz de madera para dar paso a la producción del producto como se detalló anteriormente. Por lo que al generar los dos primeros productos nos vimos con la sorpresa que había fallos en el sub proceso de separado matriz – producto y estos generaban re trabajos de reparación de un promedio de tres horas y con la cual nuestra producción fuese ineficiente.

Por lo mencionado se decidió trabajar con material que teníamos a nuestro alcance, por lo que se procederá a crear una matriz de fibra de vidrio, la cual consistió una vez creada la matriz de madera, crear un producto y de ahí la matriz de fibra de vidrio evitar tiempos en re trabajos de reparado y consigo costos.

### Cronograma de la implementación de la propuesta de matriz de fibra de vidrio

cronograma de implementación de matriz de fibra de vidrio (Días)						
ACTIVIDAD /SEMANA	JULIO					
	L(25)	M(26)	M(27)	J(28)	V(29)	V(30)
Declaración de propuesta						
Análisis de propuesta						
Aprobación de la propuesta						
Creación de matriz de fibra de vidrio						
Implementación puesta en marcha						

Fuente: elaboración propia

La toma de decisión duro 3 días para su aprobación por lo que a los 2 días del mismo ya contábamos con la matriz de fibra para poder realizar su función.

### Aplicación de propuesta en meses de matriz de fibra de vidrio

Cronograma de implementación de matriz de fibra de vidrio (Meses)			
ACTIVIDAD /MES	AGOSTO(2016)	SETIEMBRE(2016)	OCTUBRE(2016)
Declaración de propuesta			
Análisis de propuesta			
Aprobación de la propuesta			
Creación de matriz de fibra de vidrio			
Implementación puesta en marcha			

Fuente: elaboración propia

Comenzó su función la matriz de fibra de vidrio desde la primera semana de agosto del 2015 hasta el término del proyecto de manera satisfactoria.

#### Presupuesto de matriz fibra de vidrio fibra de vidrio

material	cantidad	precio
yel coat	20 litros	S/.150.00
resina	7.200 metros	S/.329.76
Fibra de vidrio MAT	3.6 metros	S/.156.672
Fibra de vidrio – Hilos ramificados	3.6 metros	S./167.04
TOTAL		S/..802.712

Fuente: elaboración propia

El costo por matriz de fibra de vidrio fue de S/802.712 por lo que el costo por 2 matrices fue un total de S/1605.424.

#### Presupuesto de implementación SMED

PRESUPUESTO SMED		
Precio por hora	Total de horas	total
S/.300	20	S/.6000.00

Fuente: elaboración propia

#### 2.7.2.3 Implementación JIT

##### Decisión de la propuesta

Al encontrar retrasos en la entrega de pedido, deficiencia en stock de materiales, y cuellos de botella se adoptara la filosofía JIT para el cambio de actitud y generar mayor compromiso por las áreas involucradas en la empresa.

Se implantara un equipo quipo JIT, los cuales serán capacitados y tendrán como misión cambiar la mentalidad del personal con la mejora del trabajo y compromiso hacia ella.

Se estructurara un protocolo de tal manera que los trabajadores lo apliquen en su labor como mantenimiento de máquinas, calidad de origen de material.

Dejar de trabajar con AILACORP 2000 S.A.C como proveedor por su lejanía y demoras en la gestión de stock.

Cronograma de implementación JIT												
ACTIVIDAD / MES	AGOSTO				SETIMBRE				OCTUBRE			
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Creación de equipo JIT	■											
Capacitación de equipo JIT		■	■	■	■							
Educación del JIT al personal				■	■				■			■
Mejorar del flujo de trabajo	■					■			■			
Control estadístico de proceso				■				■				■
Seguimiento de proceso			■	■			■	■			■	■

Cronograma de implantación JIT

Fuente: elaboración propia

La implementación del JIT fue principalmente capacitar al personal, donde los responsables del control y seguimientos de cada proceso son los capataces de cada área de trabajo.

#### Presupuesto de implantación JIT- capacitación

PRESUPUESTO		
Precio por hora	Total de horas	total
S/.300	25	S/.7500.00

Fuente: elaboración propia

Las sesiones de capacitación con respecto a la filosofía JIT fueron de 25 horas los cuales fueron recibidos por encargados de las áreas de laminado, estructura metálica, carpintería y logística.

#### 2.7.3 Implementación de propuesta

##### 2.7.3.1 Implementación SMED

##### Paso 1 Preparación del SMED

Se analizan los tiempos y las actividades de cada preparación así como también las causas que no agregan valor.

### Paso 2 Separación de la preparación interna de la externa

Actividades de que no generan valor	Actividades que generan valor
Inspección de matriz	Aplicación de yel coat
Reparado de matriz	Aplicación de desmoldante
pedir al almacén herramientas para el separado de matriz producto( martillo de goma y sogas )	Proceso de laminado

Fuente: elaboración propia

Se observaba en el proceso productivo inicial que un promedio de tres horas se daba para el proceso de reparado para poder producir nuevamente un producto, lo que ocasionaba una inspección severa de los daños a la matriz y pedir herramientas en el proceso de separación matriz – producto.

### Paso 3 conversiones de preparación interna a externa

Actividad	Antes		Después		Mejora realizada
	Int	Ext	Int	Ext	
Inspección de matriz	*			*	Se eliminó inspección
Reparado de matriz	*			*	Se creó una matriz más rígida de FRP
Pedir al almacén herramientas	*			*	Se creó estante para herramientas durante el proyecto que servirá para cada proyecto

Fuente: elaboración propia

La propuesta fue crear una matriz con material que tengamos a disposición la cual sea más dura y no se pueda quebrar o sufrir daños de reparado y este consigo den paso a los re trabajos por lo que se procedió a crear una matriz de fibra de vidrio.

El proceso fue que una vez creada la matriz de madera de madera – melanina, se pasó a construir el producto, luego a crear la matriz de fibra de vidrio puesto que el interior del producto es la parte liza, la cual se lijo, enceró y pulió, luego se aplicó desmoldante para evitar el pegado de matriz producto (proceso más sensible), una vez seco se aplicó yel coat negro al interior de un promedio de 10mm de espesor y luego una capa de fibra de fibra de vidrio la cual laminaremos para tener una matriz sin peso pero rígida .( ver figura 08)

Figura 8: Matriz de fibra de vidrio negro



Fuente: Elaboración propia

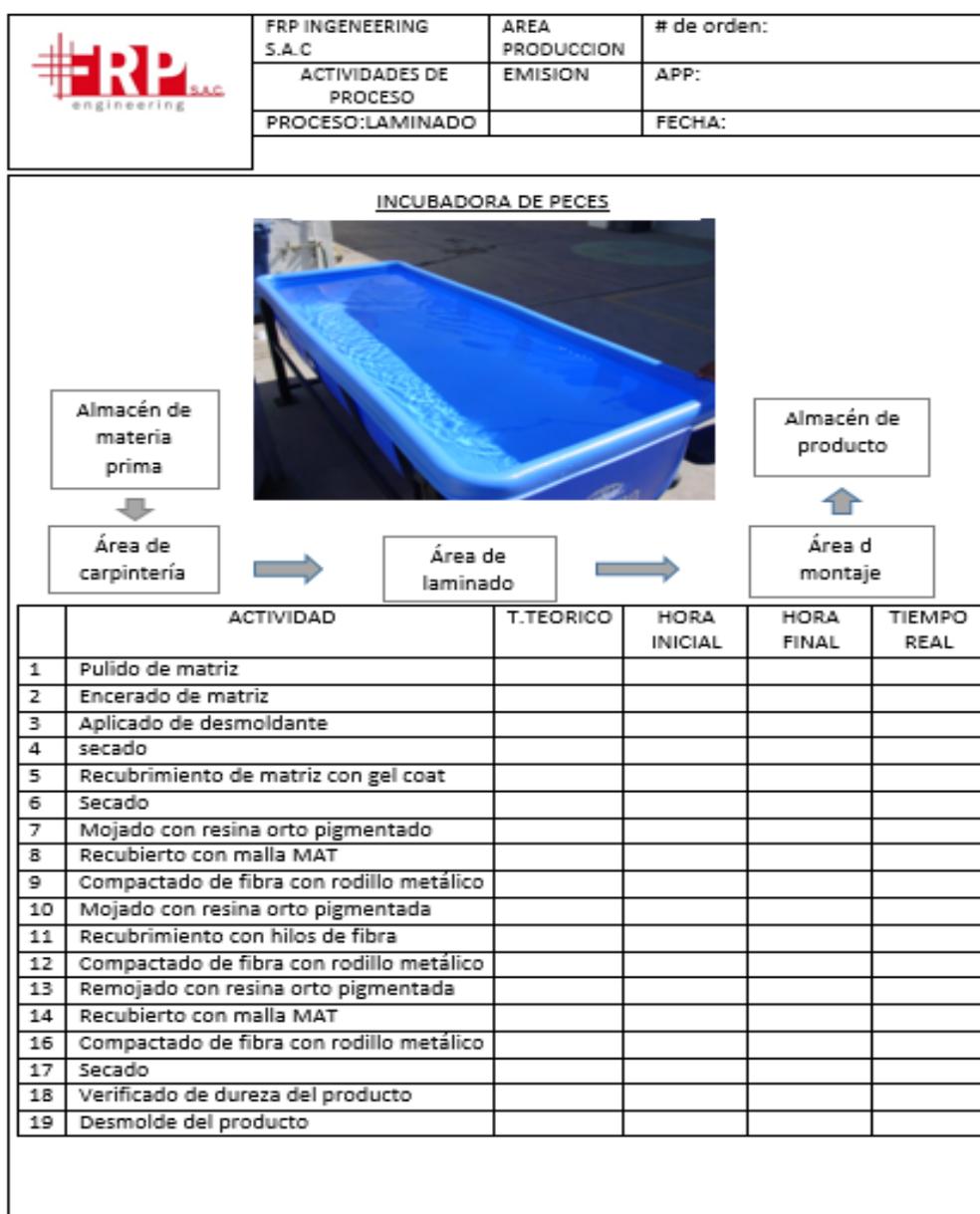
Una vez seco se procedió al proceso de separado producto (color celeste), matriz (color negro), teniendo nuevo diagrama de proceso productivo.

#### Paso 4 refinamientos

Ya obtenida la matriz de fibra de vidrio se procederá a la producción del producto con una hoja de reporte de laminado la cual solo tendrá ese sub proceso de laminado, pues no habrá trabajos de reparado donde se indicara el número de producción y solo se pueda producir sin ningún tipo de muda. (Ver figura 09)

Esta hoja de producción solo estará destinada para la producción de incubadoras de peces.

Figura 9: Hoja de producción de incubadoras de peces



Fuente: Departamento de ingeniería – FRP Engineering S.A.C

En este documento solo se detallara la producción de laminado donde se detalla la producción por día de incubadoras de peces.

SMED nos permite ver la muda que en este caso fue el re reparado de matriz puesto que no aporta valor al cliente, mejorando la calidad de producto, reduciendo tiempos, movimientos y material, incrementando la flexibilidad de la producción.

### 2.7.3.2 Implementación de Poka Yoke

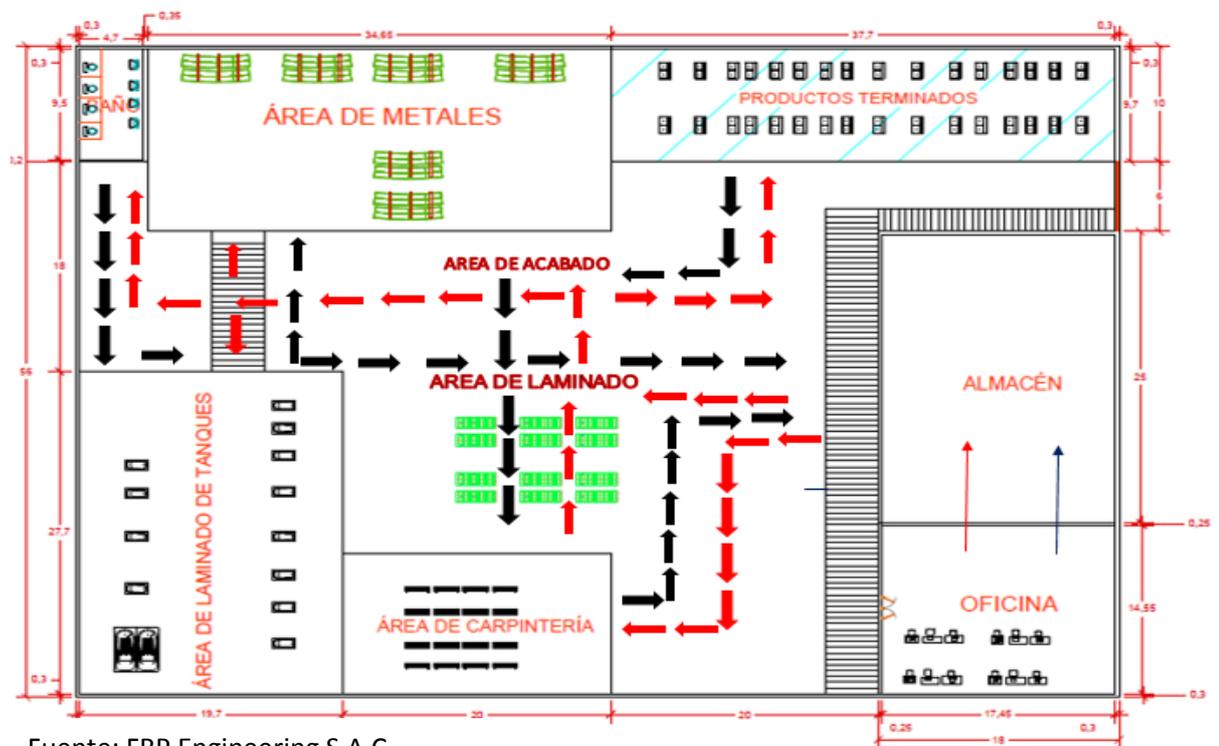
Paso 1 Identificar el defecto potencial o literal

Defecto	grado
Exceso de movimientos de recorrido	alto
Tiempos de espera	alto
Perdida de material por mala ubicación e identificación	alto

Fuente: elaboración propia

Se procedió hacer un estudio de recorrido (ver figura 08) en la cual se pudo observar como los trabajadores hacían recorridos innecesarios para el traslado de material.

Figura 10: Diagrama de recorrido



Fuente: FRP Engineering S.A.C

Se observa como nuestro tiempo de trabajo productivo no era el esperado como se visualiza en el siguiente gráfico:

Jornada laboral	8:00am – 5:30pm
Tiempo disponible	9:30 horas
Tiempo muerto	1h
Hora de descanso – almuerzo	1 hora
Tiempo efectivo	7:30pm

Fuente: elaboración propia

El tiempo muerto se debe a los cuellos de botella que se deben a la espera de materiales, recorridos innecesarios, y falta de orden.

Paso 2 llegar a la raíz del error que origina el defecto

Raíz de errores	Defecto
Falta Orden	Pérdida de material
Incorrecta ubicación	
Mala clasificación	
No existe una programación de actividad	Tiempos de espera
Falta de control movimientos	Exceso movimientos de recorrido

Fuente: elaboración propia

El cuadro permite ver las raíces de los defectos, los cuales fueron obtenidos por medio del uso de la visión y manteniéndose dentro de la operación.

Paso 3 decidir tipo de poka yoke

El poka yoke a usar será el de prevención pues buscaremos que los errores no se presenten por lo que usaremos mecanismos como el poka yoke en físico y por agrupamiento que harán imposible que se cometan los errores.

Paso 4 probar el tipo de poka yoke

Se procederá a usar el poka yoke en físico pues nos orientarán a prevenir errores o inconsistencias físicas por lo que se procederá a dar un correcto almacenaje a las herramientas por lo que se creará estantes para la correcta ubicación de las herramientas y así evitar pérdidas, mejorando el orden y dando una correcta ubicación con los demarcados de suelo para hacer uso óptimo del espacio.

El poka yoke en agrupamiento permitirá tener lo necesario en el momento indicado reduciendo tiempo en movimientos.

Figura 11: Estantes para almacenamiento



Fuente: elaboración propia

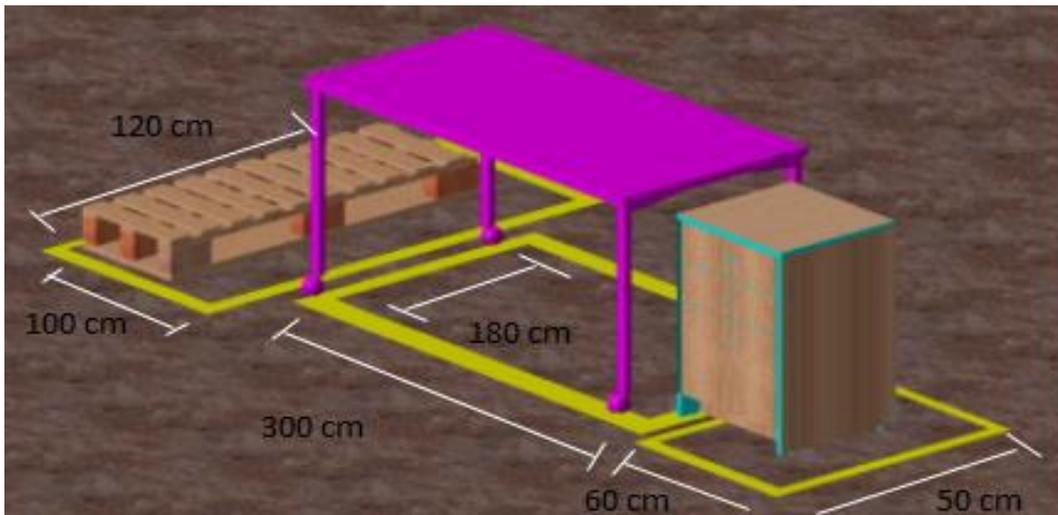
Se observó que al momento de las operaciones los colaboradoras no tenían un lugar donde ubicar las herramientas, colocándolos en el lugar que este libre, generando un desorden y tiempo en poder ubicarlas al momento de ejecutar sus operaciones, por lo que se creó un estante de herramientas para el término de la jornada laboral, tengan un lugar donde dejar sus herramientas y poder al siguiente día llegar y no perder el tiempo en buscar las herramientas de trabajo.

Figura 12: Estante para almacenamiento



Fuente: elaboración propia

Figura 13: Demarcados con pintura en el entorno de la empresa



Fuente: elaboración propia

Los demarcados de suelo se harán a todo el área de trabajo para resaltar la ubicación de cada herramienta y maquinaria, la cual tendrá un costo de S/.15.00 cada galón de pintura, las cuales serán necesarias un total de 50 de los mismos.

Usaremos el poka yoke de agrupamiento pues permitirá tener lo necesario en el momento adecuado para realizado de las operación y así evitar el error de faltantes de material por lo que se creara un contenedor rodante que reduzca los movimientos de los trabajadores en un solo recorrido para evitar olvidos de material y reduciendo tiempo de espera de material pues se empleara el plan “anticipación a la producción” la cual consiste que 20 minutos antes del fin de la jornada laboral operador encargado descargue el proceso a realizar al día siguiente en donde detalla la actividad (App) a realizar, pues así el almacén tiene tiempo para tener listo la orden de pedido de cada grupo de trabajo

Figura 14: Contenedor rodante



Fuente: Elaboración propia

#### Paso 4 probarlo

Se puso puesta en marcha iniciando la creación de estantes de almacenamiento para evitar pérdidas con el demarcado de locación lo cual permitió optimizar el espacio, generando mayor grado de satisfacción en los trabajadores pues esto trajo consigo el orden y la limpieza generando un ambiente agradable.

Se puso en marcha es uso del contenedor rodante y el plan “anticipación a la producción” por lo que se obtuvo el siguiente resultado productivo

Jornada laboral	8:00am – 5:30pm
Tiempo disponible	9:30 horas
Hora de descanso – almuerzo	1hora
Tiempo efectivo	8:30pm

Fuente: elaboración propia

El resultado fue positivo en la primera semana por lo que se eliminó el tiempo muerto, se generó un grato ambiente de trabajo generado por el orden y limpieza, por lo que se aprobó la implementación.

#### Paso 5 Capacitar al personal

Se procedió a capacitar al personal, generando su participación en opiniones que contribuyan con la mejora de la producción y la empresa.

El personal de capacitar al personal es el ingeniero junior lostaunau, jefe de planta por lo que el costo de capacitar en cero soles.

#### Paso 6 revisar el desempeño

Se hará un seguimiento de control de operatividad, confiabilidad y mantenimiento, asegurando que cumpla su función objetivo.

#### 2.7.3.3 Implementación de JIT

##### Etapas 1 cambio de actitud

Se requerida la comprensión y compromiso de los comprometidos con la empresa, por lo que se escuchara las necesidades e ideas de cada uno de los trabajadores en las charlas diarias de 10 minutos antes de laborar para un impacto positivo empresarial por lo que se creara un equipo JIT, los cuales serán responsables de sus respectivas áreas.

## Etapa 2 Mentalización

Consiste en la educación total con los trabajadores por medio de charlas diarias, inducción trimestral.

## Etapa 3 Mejora de flujo de trabajo

Se mejora el flujo productivo poniendo en evidencia los problemas fundamentales encontrados.

Causa	Efecto
Deficiencia de stock de materiales	Alteración de la calidad
Tiempo de espera en proceso	Baja productividad
Retraso de entrega de pedido	Clientes insatisfechos

Fuente: elaboración propia

Al no contar con el stock requerido nos vemos con la necesidad de requerir el material de un nuevo proveedor la cual crea alteraciones en el producto final por lo que se empezó a trabajar con INDUSTRIAS FIMET S.A.C la cual tiene vende producto de calidad, costo y sobre todo con la mayor cercanía (villa el salvador), la cual nos dará un mayor soporte ante nuevos proyectos y así reduciendo inventario y flexibilidad de producción.

El tiempo de espera en proceso se pudo eliminar ya que se mejoró el requerimiento de materiales con un nuevo proveedor más cercano y sumado a las herramientas SMED y Poka Yoke se pudo solucionar el defecto.

El retraso de entrega de pedido era inminente pues el proceso de producción no era el esperado por lo que al implementar las dos herramientas mencionadas se pudo mejorar eficientemente, cumpliendo con lo requerido por el cliente sin prolongación de fecha pactada generando satisfacción por ambas partes.

## Etapa 4 control y seguimiento

Controlaremos por medio de base datos estadísticos el control eficaz de producción semanal (ver anexo 08), el control eficiente de recursos (ver anexo 10) y el óptimo tiempo de entrega de productos (ver anexo 07).

Con ayuda de las herramientas SMED, poka yoke y JIT se redujo el ciclo de producción tal como lo detalla el siguiente cuadro

Producción	Cantidad	Ciclo de producción
Sin herramientas lean manufacturing	1 unidad	615 minutos
Implementación de herramientas lean manufacturing	1 unidad	390 minutos

Fuente: elaboración propia

Se pudo reducir el tiempo de ciclo en 255 minutos que tiende a aumentar en un 36.5% de efectividad.

#### 2.7.4 resultados

“Una de las necesidades básicas de la ingeniería es poder describir la realidad de los procesos; bien para definirlos (en la fase de diseño) o bien para diagnosticarlos (en la fase de mejora). El diagrama de procesos es una herramienta útil para este fin, es un esquema grafico que sirve para describir un proceso y la secuencia general de operaciones que se suceden para configurar el producto. Es un diagrama descriptivo que sirve para dar una visión general de cómo transcurre el proceso” (Suñé Albert. Gil Francisco y Arcusa Ignacio. 2004, p 88).

El diagrama de procesos se representa por medio de gráficos de tiempo y distancia que proporciona de manera segura una estructura de actividades que conforman un proceso

El diagrama de proceso mostrado en la tabla 08, que detalla el proceso que se venía realizando con un tiempo de ciclo de 615 minutos por cada producto, con una enorme diferencia como se observa en la tabla 09.

Se redujo un tiempo innecesario de 255 minutos que significa una reducción del 39.5% de operaciones que no agregan valor.

Tabla 13: Rediseño de diagrama de actividad de proceso

 DIAGRAMA DE ACTIVIDAD DE PROCESO								
PROCESO A REALIZAR: LAMINADO DE INCUBADORAS DE PECES								
DATOS DEL PROCESO						CODIGO DEL PRODUCTO:		
HORA DE INICIO DE PROYECTO:						AREA : PRODUCCION		
HORA FINAL DE PROYECTO:								
DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD						TIEMPO	DISTANCIA	Registro de fecha y hora del proceso
Lijado de matriz	●					10min		
Pulido de matriz (3 veces)	●					10miin		
Encerado de matriz( 3 veces)	●					10min		
Aplicación de desmoldaste	●					15min		
Secado	●					15min		
Recubrimiento de yel coat (0.8 mm)	●					20min		
Secado	●					15min		
Mojado total con resina orto pigmentada	●					10min		
Recubierto total con malla de fibra (MAT)	●					15min		
Compactado de fibra con uso de rodillo metálico	●					15min		
Remojado con resina orto pigmentada	●					10min		
Recubierto total con hilos de fibra de vidrio	●					15min		
Compactado de fibra con uso de rodillo metálico	●					15min		
Remojado con resina orto pigmentada	●					10min		
Recubierto total con malla de fibra (MAT)	●					15min		
Compactado de fibra con uso de rodillo metálico	●					15min		
secado	●					30min		
Verificado la dureza del producto (durómetro)				●		5min		
Desmolde de matriz - producto	●					10min		
Llevado a zona de acabado		●				5min	10m	
Corte y lijado de entorno	●					30min		
Corte circular de 15cm de radio	●					15min		
Unión - laminado con codo L corte circular	●					20min		
Secado	●					20min		
Pintado de imperfecciones	●					30min		
Embalaje del producto	●					5min		
Almacenaje de productos terminados					●	5min	15m	
Entrega del producto		●				-	-	
						390min	25metros	

Fuente: Elaboración propia

$$\text{tiempo de valor agregado} = \frac{\text{tiempo de operacion}}{\text{tiempo total}} = \frac{385}{390} = 0.98 = 98\%$$

Apartar del cálculo podemos ver que el valor agregado es de 98%. Se puede observar que después de implementar las herramientas lean manufacturing, el tiempo de valor agregado incremento su porcentaje de un 68% a un 98%.

Los desperdicios son la inspección pues cuando la actividad se realiza de manera apropiada, la inspección es innecesaria, y el transporte de materiales que es un mal necesario que no agrega valor.

El análisis de este diagrama de proceso pone en manifiesto los procesos con valor agregado y las que no agregan valor como, el almacenamiento, demoras, manejo de materiales, etc. y así a reducir desperdicios mejorando la eficiencia.

Con respecto al grado de eficacia se obtuvo una mejora positiva pues el tiempo de ciclo se redujo, los movimientos innecesarios se eliminaron, la deficiencia de stock de materiales y los trabajadores se sintieron más a gusto al momento de las operaciones donde se observa el grado de eficacia en la siguiente tabla.

Tabla 14 Eficacia del 2016

TOTAL EFICACIA			
	UNIDADES PRODUCIDAS	UNIDADES PROGRAMADAS	TOTAL
AGOSTO	52	52	100%
SETIEMBRE	52	52	100%
OCTUBRE	46	52	88%
		PROMEDIO	96%

Fuente: elaboración propia

La tabla se puede observar el grado de eficacia que con respecto a la producción del año 2015 se mejoró en un 15% que vienen a ser un promedio de 23 incubadoras.

Una vez adoptado las herramientas lean Manufacturing el índice de fallos fue de 25%, del cual el defecto solo era el desteñimiento de la matriz en cantidades mínimas al producto, los cuales no eran considerados como fallo emergente como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 15: Índice de fallos de incubadoras del 2016

TOTAL INDICE DE FALLOS						
	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	TOTAL	INDICE DE FALLO	PORCENTAJE
UNIDADES CON FALLO	2	15	20	37	0.246	25%
UNIDADES PRODUCIDAS	52	52	46	150		

Fuente: elaboración propia

La reducción de fallos fue considerable pues se redujo del 43% al 25%, los cuales el defecto no eran malformaciones en el producto, si no pequeños tintes que desprendía la matriz de color negro, los cuales eran sencillos de retirar, se puede concluir que hubo una reducción del 18% con respecto al mismo proyecto del año anterior.

La reducción considerable del ciclo de proceso género que la producción acelere de manera progresiva con un ligero retraso de 2 días pero cumpliendo la meta como se puede observar en la siguiente tabla

Tabla 16: Optimización de tiempo de entrega de incubadoras en el año 2016

OPTIMIZACION DE TIEMPOS DE ENTREGA	TIEMPO DE ENTREGA	1606 HORAS	1.0334	103%
	TIEMPO PROGRAMADO DE ENTREGA	1554 HORAS		

Fuente: elaboración propia

El nivel de optimización sobrepaso en un 3% del tiempo pactado que viene a ser 2 días de prolongación en el tiempo, para la creación de 4 incubadoras más pues en un inicio antes de realizar las matrices de fibra de vidrio se tuvo que primero realizar el producto (2 unidades).

Se puede concluir que hubo un alto grado de efectividad con respecto al proyecto del año 2015 pues se redujo considerablemente de un exceso de 23% de prolongación de tiempo a un 3%, lo cual el cliente supo entender.

La eficiencia fue notable pues al reducir el tiempo de ciclo, la mejora del proceso de producción y eliminando tiempos que no agregan valor género que la eficiencia aumente de un 83% a un 96% lo cual se debe al que el tiempo estimado fue parejo al tiempo real como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 17: Eficiencia 2016

	HORAS HOMBRE REAL	HORAS HOMBRE ESTIMADA	EFICIENCIA	EFICIENCIA%
AGOSTO	1194	1242	0.961352657	96%
SETIEMBRE	1146	1188	0.964646465	96%
OCTUBRE	1065	1134	0.939153439	94%
			PROMEDIO	96%

Fuente: elaboración propia

El grado de eficiencia aumento considerablemente a un 96% que reflejan un costo de S/.20674.4 con un ahorro de S/.13426.4 con respecto al año anterior en tan solo producción de incubadoras que refleja un aumento de 13% de eficiencia.

### 2.7.5 Análisis económico

Los costos de los materiales corresponden a lo explicado en decisiones de propuesta como detalla la siguiente tabla 12.

Tabla 18: costo de implementación

IT	RECURSO	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	ESTANTE DE ALMACENAMIENTO	3	UND	256	768
2	CONTENEDOR RODANTE	3	UND	271	813
3	CONSULTOR	45	HORAS	300	13500
4	DEMARCADOS	15	LITROS	50	750
	MATRIZ DE FIBRA DE VIDRIO	2	UND	802.712	1605.424
	TOTAL				17436.424

Fuente: Elaboración propia

Se procederá a hacer el análisis financiero de la implementación de las herramientas lean Manufacturing en el periodo de 3 meses (64 días), para lo cual se utilizaran el VAN y el TIR como herramientas financieras para avalar la implementación de la propuesta como se detalla en la tabla 13.

Tabla 19: Flujo de caja de implementación lean manufacturing

MES		AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE
INGRESOS	28%	130000	130000	115000
EGRESOS		111482.8	111189.6	99086
FLUJO DE CAJA	-17436.424	18517.2	18810.4	15914

Fuente: elaboración propia

Tasa de descuento: 28%

VAN: S/.16,099.48

TIR: 89%

Luego de realizar los cálculos de las herramientas financieras se puede afirmar que:

Como el VAN es positivo se puede afirmar que el proyecto de implementación lean Manufacturing es rentable.

Como el TIR (89%) es mayor que la tasa (28%) se puede afirmar que el proyecto de la implementación de las herramientas Ilean Manufacturing es rentable.

Calculo de relación beneficio costo (B/C)

El cálculo se hará de forma directa a los beneficios y los costos donde la relación B/C debe ser positivo donde indique que los beneficios superan a los costos como se detalla en la siguiente tabla 14.

Tabla 20: Relación beneficio / costo

BENEFICIO/COSTO					
MES	TASA :28%	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	VAL.PRESENTE
BENEFICIO		S/.130000	S/.130000	S/.115000	S/. 235,744.48
COSTO	S/.17436.424	S/.111482.8	S/.111189.6	S/.99086	S/. 219,644.99

Fuente: elaboración propia

Relación beneficio/costo: 1.073

La relación beneficio/ costo es de 1.073 lo cual significa que por cada 1 sol en costos se espera un beneficio de 1.073, por lo tanto el proyecto es rentable y se debe tomar en cuenta.

### 3.1. Análisis descriptivo

#### Análisis de eficiencia

Los datos descriptivos de procesamiento se refieren a la descripción de los datos obtenidos en el spss, para mayor detalle los datos serán llevados a un gráfico de barra, donde se refleja los valores obtenidos.

Tabla 21: Resumen de productividad 2015

RESUMEN DE PRODUCCION 2015		
Eficiencia	0.83	Tiempo empleado del tiempo programado
eficacia	0.81	Producción real de la cantidad programada
productividad	0.68	Productividad obtenida

Fuente: elaboración propia

Tabla 22: Resumen de productividad 2016

RESUMEN DE PRODUCCION 2015		
Eficiencia	0.96	Tiempo empleado del tiempo programado
eficacia	0.96	Producción real de la cantidad programada
productividad	0.92	Productividad obtenida

Fuente: elaboración propia

En la siguiente tabla se describirá la variación entre el comportamiento de la productividad de antes y de la productividad después.

Tabla: productividad – comparación de medias de productividad de antes y después

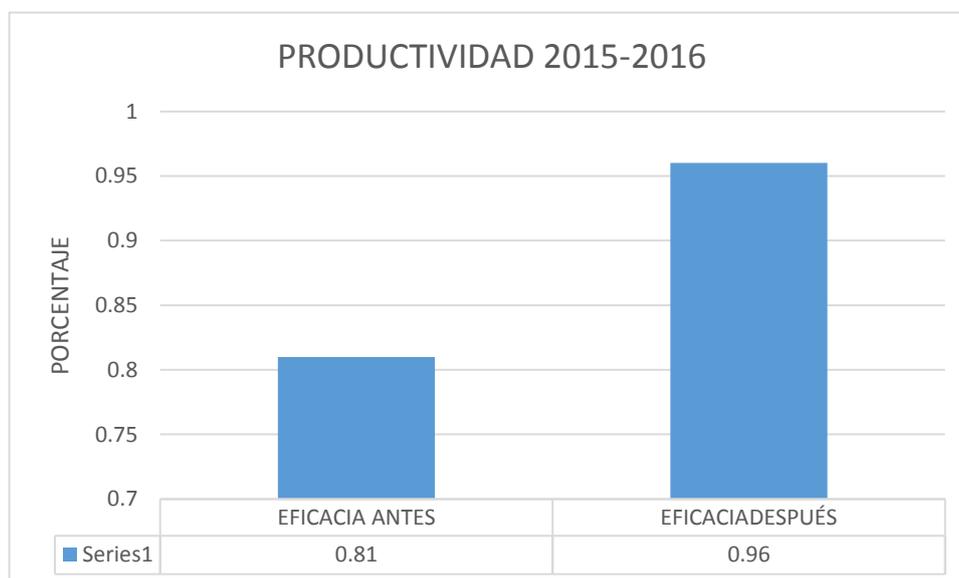
Tabla 23 productividad - comparación de medias

Estadísticos descriptivos				
	N	Media	Mínimo	Máximo
PRODUCTIVIDAD ANTES	64	,675166	,6150	,7040
PRODUCTIVIDAD DESPUÉS	64	,918586	,8941	,9533

Fuente: elaboración propia

Se observa en la tabla que la productividad aumento de un 68% a un 92% lo que quiere decir un aumento en la productividad de 26%.

Figura 15: productividad Antes - Después



Fuente: elaboración propia

Se observa que la productividad de antes creció de 68% a un 92% lo que quiere decir una mejora de 26%.

Datos descriptivos de eficiencia

Mediante la tabla se describirá el comportamiento de la eficiencia de antes y después.

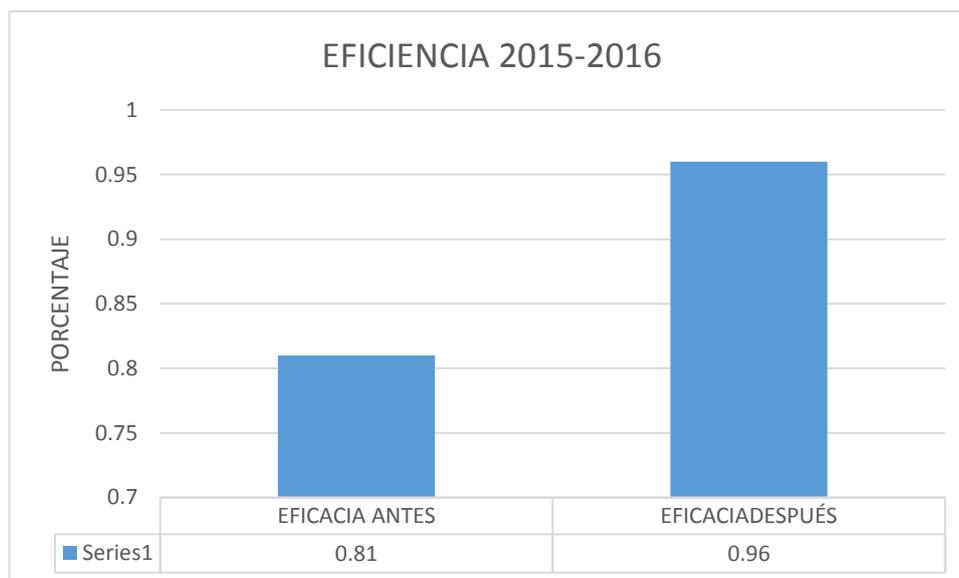
Tabla 24: Eficiencia - comparación de medias

Estadísticos descriptivos				
	N	Media	Mínimo	Máximo
EFICIENCIA ANTES	64	,834266	,8135	,8451
EFICIENCIA DESPUÉS	64	,958131	,9444	,9852

Fuente: elaboración propia

La tabla nos muestra como la eficiencia de antes es 83% y que aumento a 96% lo que refleja un aumento de 13.5%

Figura 16: Eficiencia Antes - Después



Fuente: elaboración propia

Se observa que la eficiencia de antes creció de 0.83% a un 96% lo que quiere decir una mejora de 13.5%.

Datos descriptivos de eficacia

Mediante la tabla se describirá el comportamiento de la eficacia de antes y después.

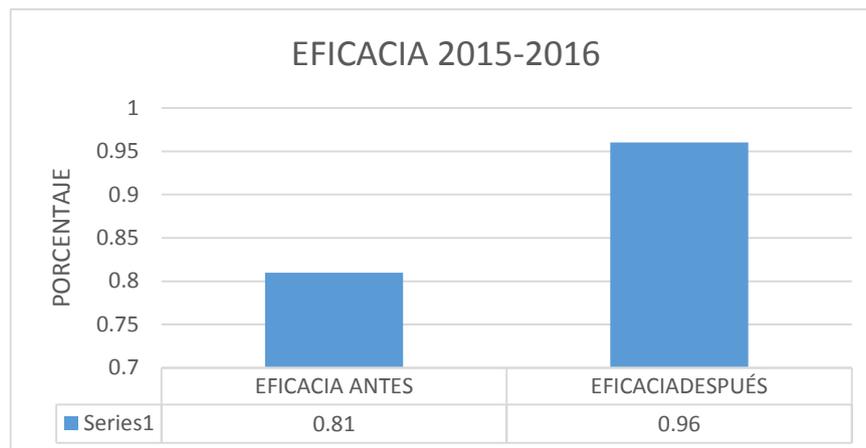
Tabla 25: Eficacia comparación de medias

Estadísticos descriptivos				
	N	Media	Mínimo	Máximo
EFICACIA ANTES	64	,809266	,7500	,8467
EFICACIA DESPUÉS	64	,958723	,9433	,9800

Fuente: elaboración propia

La tabla nos muestra como la eficiencia de antes es 81% y que aumento a 96% lo que refleja un aumento de 15.6%

Figura 17: Eficacia Antes - Después



Fuente: elaboración propia

Se observa que la eficiencia de antes creció de 0.8% a un 96% lo que quiere decir una mejora de 15.6%.

### 3.2. Análisis inferencial

#### 3.2.1 Análisis de la hipótesis general

$H_a$ : La aplicación del Lean Manufacturing mejora la productividad en FRP Engineering S.A.C, villa el salvador, 2016

A fin de poder contrastar la hipótesis general, es necesario primero determinar si los datos que corresponden a las serie de la productividad antes y después tienen un comportamiento paramétrico, para tal fin y en vista que las series de ambos datos son en cantidad 64, se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de KOLMOGOROV SMIRNOV.

Regla de decisión:

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

Si  $\rho_{valor} > 0.05$ , los datos de la serie tiene un comportamiento paramétrico

Tabla 26: Prueba de normalidad de la productividad con KOLGOMOROV SMIRNOV.

Pruebas de normalidad			
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		
	Estadístico	gl	Sig.
PRODUCTIVIDAD ANTES	.106	64	.071
PRODUCTIVIDAD DESPUÉS	.115	64	.034

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: elaboración propia

De la tabla 26, se puede verificar que la significancia de las productividades, antes es 0.71 y después 0.34, dado que la productividad antes es mayor que 0.05 y la productividad después es mayor que 0.05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, se asume para el análisis de la contrastación de la hipótesis el uso de un estadígrafo paramétrico.

Contrastación de la hipótesis general

H<sub>0</sub>: La aplicación del Lean Manufacturing no mejora la productividad en FRP Engineering S.A.C, villa el salvador, 2016

H<sub>a</sub>: La aplicación del Lean Manufacturing mejora la productividad en FRP Engineering S.A.C, villa el salvador, 2016

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

Tabla 27: Comparación de medias de la productividad antes y después con KOLGOMOROV SMIRNOV

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
PRODUCTIVIDAD ANTES	64	,675166	,0220058	,6150	,7040
PRODUCTIVIDAD DESPUÉS	64	,918586	,0150341	,8941	,9533

Fuente: elaboración propia

De la tabla 27 queda demostrado que la media de la productividad de antes es menor que la media de la productividad después por consiguiente no se cumple  $H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$  en tal razón se rechaza la hipótesis nula La aplicación del Lean Manufacturing no mejora la productividad en FRP ENGINEERING S.A.C, villa el salvador, 2016 y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, La aplicación del Lean Manufacturing no mejora la productividad en FRP ENGINEERING S.A.C, villa el salvador, 2016

A fin de confirmar que el análisis es el correcto, procederemos al análisis mediante la prueba de KOLMOGOROV SMIRNOV a ambas productividades

Tabla 28: Prueba de kolmogorov-Smirnov para una muestra

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra			
		PRODUCTIVIDAD ANTES	PRODUCTIVIDAD DESPUÉS
N		64	64
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	,675166	,918586
	Desviación típica	,0220058	,0150341
Diferencias más extremas	Absoluta	,106	,115
	Positiva	,095	,115
	Negativa	-,106	-,052
Z de Kolmogorov-Smirnov		,848	,923
Sig. asintót. (bilateral)		,468	,362

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Fuente: elaboración propia

Regla de decisión:

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

Si  $\rho_{valor} > 0.05$ , los datos de la serie tiene un comportamiento paramétrico

De la tabla 28, se puede verificar que la significancia de las productividades, antes es 4.68 y después 3.64, dado que la productividad antes es mayor que 0.05 y la productividad después es mayor que 0.05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, se asume para el análisis de la contrastación de la hipótesis el uso de un estadígrafo paramétrico, para este caso se utilizará la prueba de T Student.

Resultado del análisis de T de Student

Tabla 29: Estadísticos de muestras relacionadas

Estadísticos de muestras relacionadas				
	Media	N	Desviación tıp.	Error tıp. de la media
Par 1 PRODUCTIVIDAD ANTES	,675166	64	,0220058	,0027507
PRODUCTIVIDAD DESPUÉS	,918586	64	,0150341	,0018793

Fuente: Elaboración propia

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{pa} \geq \mu_{pd}$$

$$H_a: \mu_{pa} < \mu_{pd}$$

De la tabla 29 queda demostrado que la media de la productividad de antes (0.6751) es menor que la media de la productividad después (0.9185) por lo consiguiente no se cumple  $H_0: \mu_{pa} \geq \mu_{pd}$  en tal razón se rechaza la hipótesis nula, la aplicación del Lean Manufacturing no mejora la productividad en FRP ENGINEERING S.A.C, villa el salvador, 2016 y se acepta la hipótesis de liberación sub alterna, la aplicación del Lean Manufacturing no mejora la productividad en FRP ENGINEERING S.A.C, villa el salvador, 2016

Tabla 30: Prueba de muestras relacionadas

Prueba de muestras relacionadas								
	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 PRODUCTIVIDAD ANTES - PRODUCTIVIDAD DESPUÉS	.2434203	.0261155	.0032644	.2499438	-.2368969	74.567	63	.000

Fuente: Elaboración propia

Regla de decisión:

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

Asimismo, de la tabla 30 de pruebas de muestras relacionadas queda demostrado que el valor de la significancia es de 0.000, siendo este menor que 0.05, por consiguiente se afirma que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna

### 3.2.2 Análisis de la primera hipótesis específica: eficiencia

$H_a$ : La aplicación del Lean Manufacturing mejora la eficiencia en FRP Engineering S.A.C, villa el salvador, 2016

Determinaremos los datos que corresponden a las serie de la eficiencia antes y después tienen un comportamiento no paramétrico, para tal fin y en vista que las series de ambos datos son en cantidad 64, se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Kolmogorov-Smirnov.

Regla de decisión:

Si  $p_{valor} \leq 0.05$ , los datos de la serie tiene un comportamiento no paramétrico

Si  $p_{valor} > 0.05$ , los datos de la serie tiene un comportamiento paramétrico

Tabla 31: Prueba de normalidad de eficiencia Kolmogorov-Smirnov

Pruebas de normalidad			
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		
	Estadístico	gl	Sig.
EFICIENCIA ANTES	.229	64	.000
EICIENCIA DESPUÉS	.220	64	.000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 31, se puede verificar que la significancia de las eficiencias, antes es de 0.00 y después 0.00, dado que la productividad antes es menor que 0.05 y la productividad después es menor que 0.05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, se asume para el análisis de la contrastación de la hipótesis el uso de un estadígrafo no paramétrico, para este caso se utilizará la prueba de Wilcoxon

Contrastación de la hipótesis específica N°1: eficiencia

H<sub>0</sub>: La aplicación del Lean Manufacturing no mejora la eficiencia en FRP Engineering S.A.C, villa el salvador, 2016

H<sub>a</sub>: La aplicación del Lean Manufacturing mejora la eficiencia en FRP Engineering S.A.C, villa el salvador, 2016

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

Tabla 32: Comparación de medias de eficiencia antes y después con Wilcoxon

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
EFICIENCIA ANTES	64	,834266	,0078033	,8135	,8451
EICIENCIA DESPUÉS	64	,958131	,0118917	,9444	,9852

Fuente: elaboración propia

De la tabla 32, ha quedado demostrado que la media de la eficiencia de antes (0.834266) es menor que la media de la eficiencia después (0.958131), por consiguiente no se cumple  $H_0: \mu_{Pa} \leq \mu_{Pd}$ , en tal razón se rechaza la hipótesis nula de que La aplicación del Lean Manufacturing no mejora la productividad en FRP Engineering S.A.C, villa el salvador, 2016 y se acepta la hipótesis de investigación o alterna la aplicación del Lean Manufacturing no mejora la productividad en FRP Engineering S.A.C, villa el salvador, 2016

A fin de confirmar que el análisis es el correcto, procederemos al análisis mediante el  $p_{valor}$  o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a ambas productividades.

Regla de decisión:

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

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

Tabla 33: Estadísticos de prueba Wilcoxon para la eficiencia

Estadísticos de contraste <sup>a</sup>	
	EICIENCIA DESPUÉS - EFICIENCIA ANTES
Z	-6,961 <sup>b</sup>
Sig. asintót. (bilateral)	,000

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos negativos.

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 33, se puede verificar que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la productividad antes y después es de 0.000, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la aplicación del Lean Manufacturing mejora la productividad en en FRP ENGINEERING S.A.C, villa el salvador, 2016.

### 3.2.3 Análisis de la segunda hipótesis específica: Eficacia

Ha: La aplicación del Lean Manufacturing mejora la eficiencia en FRP Engineering S.A.C, villa el salvador, 2016

Determinaremos los datos que corresponden a las serie de la eficacia antes y después tienen un comportamiento no paramétrico, para tal fin y en vista que las series de ambos datos son en cantidad 64, se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Kolmogorov-Smirnov.

Regla de decisión:

Si  $p_{valor} \leq 0.05$ , los datos de la serie tiene un comportamiento no paramétrico

Si  $p_{valor} > 0.05$ , los datos de la serie tiene un comportamiento paramétrico

Tabla 34: Prueba de normalidad de eficacia con Kolmogorov- Smirnov

	Pruebas de normalidad		
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		
	Estadístico	gl	Sig.
EFICACIA ANTES	.180	64	.000
EFICACIA DESPUÉS	.210	64	.000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 34, se puede verificar que la significancia de la eficacia, antes es de 0.00 y después es 0.00, dado que la productividad antes es menor que 0.05 y la productividad después es menor que 0.05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, se asume para el análisis de la contrastación de la hipótesis el uso de un estadígrafo no paramétrico, para este caso se utilizará la prueba de Wilcoxon.

Contrastación de la hipótesis específica N°2: Eficacia

H<sub>0</sub>: La aplicación del Lean Manufacturing no mejora la eficacia en FRP Engineering S.A.C, villa el salvador, 2016

$H_a$ : La aplicación del Lean Manufacturing mejora la eficacia en FRP Engineering S.A.C, villa el salvador, 2016

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

Tabla 35: Comparación de medias de eficacia de antes y después con Wilcoxon

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
EFICACIA ANTES	64	,809266	,0244374	,7500	,8467
EFICACIA DESPUÉS	64	,958723	,0090506	,9433	,9800

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 35, ha quedado demostrado que la media de la eficiencia de antes (0.809266) es menor que la media de la eficiencia después (0.958723), por consiguiente no se cumple  $H_0: \mu_{Pa} \leq \mu_{Pd}$ , en tal razón se rechaza la hipótesis nula de que La aplicación del Lean Manufacturing no mejora la productividad en FRP ENGINEERING S.A.C, villa el salvador, 2016 y se acepta la hipótesis de investigación o alterna la aplicación del Lean Manufacturing no mejora la productividad en FRP ENGINEERING S.A.C, villa el salvador, 2016

A fin de confirmar que el análisis es el correcto, procederemos al análisis mediante el  $p_{valor}$  o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a ambas productividades.

Regla de decisión:

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

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

Tabla 36: Estadísticos de prueba de Wilcoxon para la eficacia

Estadísticos de contraste <sup>a</sup>	
	EFICACIA DESPUÉS - EFICACIA ANTES
Z	-6,957 <sup>b</sup>
Sig. Asintót. (bilateral)	,000

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos negativos.

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 36, se puede verificar que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la productividad antes y después es de 0.000, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación, la aplicación del Lean Manufacturing mejora la productividad en FRP ENGINEERING S.A.C, villa el salvador, 2016.

Discusión de resultado de la hipótesis general: Productividad

El objetivo específico de la tesis es determinar como la aplicación de lean manufacturing mejora la productividad en FRP ENGINEERING.

De acuerdo a los resultados obtenidos al aplicar el instrumento de investigación a la muestra respectiva que son la producción total de incubadoras de peces producidas durante 64 días de agosto a octubre, la cual es el objetivo de estudio, en la cual se obtuvo como resultado que la mediana de la productividad de antes (0.6751) es menor que la productividad de después (0.9185) en un 0.24342 lo cual se cumple  $H_0: \mu_{Pa} \leq \mu_{Pd}$  por lo cual se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Dicho resultado son coherentes la investigación desarrollada por Baluis flores (2013) en su tesis titulada: Optimización de procesos en la fabricación de termas eléctricas utilizando herramientas lean manufacturing, desarrollada en la pontificia Universidad Católica del Perú. La cual tiene como propuesta implementar el lean manufacturing y así lograr el aumento de flujo productivo, la optimización de entrega de productos y con el fin de la satisfacción del cliente.

Analizo el tiempo de despilfarro en el cambio de guantes para el cambio de punzón, donde la toma de decisión en base a aseguramiento y mejora continua, donde propone el uso de guantes de vaqueta por el de carnaza por la flexibilidad para el trabajo reubica la caja de herramienta de materiales para no generar movimientos innecesarios y un aumento de chaleco que lleve consigo un trapo industrial para la limpieza de grasa, disminuyendo así un 29% de tiempos muertos aumentando la productividad con un ahorro mensual de S/.1992.20.

Los resultados son similares en mi investigación ya que el tiempo de ciclo de redujo de 10 horas 15 minutos a 6 horas 30 minutos siendo esto una reducción de 255 minutos, disminuyendo los tiempos que no generan valor al producto en un 36.5% mejorando la productividad del año 2015 de 68% a un 92% que hace referencia de un aumento de 26% reduciendo los trabajos de hora hombre y aumentado la producción.

Conclusión de resultado de la hipótesis general: Productividad

La implementación del lean manufacturing en la empresa FRP ENGINEERING, mejoro de un 68% a un 92% lo que quiere decir un aumento de 26% de productividad con respecto a la productividad del año 2015.

Las herramientas SMED hizo posible la reducción del tiempo de ciclo de producción en un 36.5%, aumentado así la producción y poder estar al ritmo de pedido de los clientes.

Al implementarse la “Anticipación a la producción”, se redujo los tiempos muertos en un 100%, pues se eliminó los tiempos muertos por falta de stock, cuellos de botella por pedido de materiales.

Recomendación de resultados de la hipótesis general: Productividad

La empresa FRP ENGINEERING debe seguir implementado herramientas lean manufacturing, puesto que cada una funciona con respecto a sus objetivos y por qué tiene la capacidad de adecuarse a una ya implementada.

En el proceso de producción de incubadoras de peces en los tres meses se obtuvo un ahorro de S/.13.426.40, con lo que se refiere a la producción del mismo producto

del año anterior, por lo que al implementar lean manufacturing su eficiencia está garantizada.

Discusión de resultado de la hipótesis específica N°1: Eficiencia

El objetivo específico N° de la tesis es determinar como la aplicación de lean Manufacturing mejora la eficiencia en FRP ENGINEERING.

De acuerdo a los resultados obtenidos al aplicar el instrumento de investigación a la muestra respectiva que son la producción total de incubadoras de peces producidas durante 64 días de agosto a octubre, la cual es el objetivo de estudio, en la cual se obtuvo como resultado que la mediana de la eficiencia de antes es menor que la eficiencia de después en un 0.123865 lo cual se cumple  $H_0: \mu_{Pa} \leq \mu_{Pd}$  por lo cual se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Dicho resultados son coherentes con la investigación científica desarrollada en el 2013 por Jorge Alexander , en su tesis titulada: propuesta para la implementación de técnicas de mejoramiento basada en la filosofía de lean Manufacturing, para incrementar la productividad del proceso de fabricación de suelas de zapato en la empresa inversiones cnh s.a.s, desarrollada en la Pontificia Universidad Javeriana, la cual tiene como objetivo la aplicación de lean Manufacturing la cual identifica las actividades que no generan valor en el almacén, movimientos innecesarios en el proceso de producción con el uso del VSM, en la cual destaca la mejora del proceso de producción mediante un elevador de carga reduciendo 134 metros de recorrido innecesario, lo cual significa una reducción de 19.8% en actividades innecesarias, generando un nuevo tiempo de ciclo de producción a 1785.3 minutos.

Los resultados son similares en mi investigación pues se redujo los tiempos muertos en un 100%, con la implementación del programa “anticipación a la producción”, con el uso de la herramienta de poka yoke de agrupamiento se eliminó los movimientos innecesarios mejorando la eficiencia mejorando la eficiencia de un 83% a un 96% que refleja un aumento de 13.5% en horas hombre.

Conclusión de resultado de la hipótesis específica N°1: Eficiencia

Con los resultados obtenidos se determina que la aplicación de lean Manufacturing mejora la eficiencia en FRP ENGINEERING, con la aplicación del SMED se pudo

reducir el tiempo de ciclo de 10 horas 15 min a 6 horas 30 minutos mejorando la eficiencia en un 36.5% lo que trajo consigo un aumento de producción.

La herramienta poka yoke elimino los movimientos innecesarios, acelero la producción y trajo consigo orden, facilitando la identificación de cada herramienta en un lugar fijado.

Recomendaciones de resultado de la hipótesis específica N°1: Eficiencia

Para el inicio del proceso de implementación de las herramientas lean Manufacturing, los trabajadores deben pertenecer a la empresa por lo que es necesario definir un líder encargado y este consigo un grupo de confianza para cada área de las responsabilidades asignadas, así como los mecanismos de evaluación.

La empresa FRP ENGINEERING debe seguir implementando el uso de herramientas lean Manufacturing, para conseguir mejores resultados con respecto a la producción.

Discusión de resultado de la hipótesis específica N°2: Eficacia

El objetivo específico N°2 de la tesis es determinar como la aplicación de lean Manufacturing mejora la eficacia en FRP ENGINEERING.

De acuerdo a los resultados obtenidos al aplicar el instrumento de investigación a la muestra respectiva que son la producción total de incubadoras de peces producidas durante 64 días de agosto a octubre, la cual es el objetivo de estudio, en la cual se obtuvo como resultado que la mediana de la eficacia de antes es menor que la eficiencia de después en un 0.149457 lo cual se cumple  $H_0: \mu_{Pa} \leq \mu_{Pd}$  por lo cual se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Dicho resultado son coherentes con la investigación científica desarrollada en el 2013 por samir Alexander, en su tesis titulada: análisis y propuesta de mejora de proceso productivo en una línea de confecciones de ropa interior en una empresa textil mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta, desarrollado en la Pontificia Universidad Católica del Perú, la cual tiene como finalidad la aplicación de herramientas lean Manufacturing en las máquinas de confección así logrando

reducir el tiempo de mantenimiento de 9.38% a un 3.8% lo que cual significó una optimización de tiempo de 5 minutos en tiempo improductivo.

Con el uso de las 5 s mejoro en un 100% la calidad del producto, pues los materiales que ocasionaban las manchas desaparecieron, las agujas defectuosas de la misma forma por la implementación de un mantenimiento autónomo.

Los resultados encontrados son similares puesto que nuestra eficacia en la producción mejoro de un 81% aun 96% lo que es un aumento de 15.6% que viene a ser un aumento de 23 unidades de incubadoras de peces.

Conclusión de resultado de la hipótesis especifica N°2: Eficacia

Al implementar lean Manufacturing, la empresa denoto varios cambios positivos en la mejora de la productividad, de un 68% a un 92%, la cual refleja la mejora de la eficacia y eficiencia con la aplicación del justo a tiempo pues permitió tener los materiales en el momento requerido al hacer uso del servicio de un nuevo proveedor lo que redujo el conteo de inventario, cuellos de botella, materiales obsoletos, manteniendo la calidad del producto final.

La herramienta SMED permitió mejorar el proceso de producción lo cual trajo consigo un aumento de producción con respecto al año anterior de un 81% a un 96% lo que en cantidad de incubadoras de peces es una diferencia de 23 unidades.

Recomendaciones de resultado de la hipótesis especifica N°2: Eficacia

Se deben identificar las etapas de cada proceso para conocer la secuencia de la operación, para así poder ver lo errores que se cometen por lo que será necesario acudir al lugar del proceso y poder observar detalladamente la mecánica de movimientos, actividades, medio ambiente con el propósito de tener un completo entendimiento e intercambias ideas y experiencias con las personas que laboran en dicho lugar.

### III. RESULTADOS

Mediante la aplicación de las herramientas lean manufacturing que se usó para la solución de los defectos o problemas encontrados en la empresa FRP ENGINEERING se detallaran la evaluación de las mismas

El cliente realizo un pedido de 156 unidades de incubadoras de peces para un plazo de 3 meses, por lo que se estimó una producción 52 unidades por mes para cumplir con lo requerido, al realizar el estudio de pasadas producciones se percató de la dificultad por el tiempo de trabajo, por lo que al tener el conocimiento de la herramienta SMED, hicimos uso del mismo lo cual permitió cambiar el material de matriz para la elaboración del producto lo que redujo del tiempo de ciclo de producción de 10 horas 15 minutos a 6 horas 30 minutos siendo este una reducción de tiempo innecesario del 36.5%, sumado al uso de las herramientas poka yoke que permitió ver los errores al momento de la producción como lo cuellos de botella, movimientos innecesarios al momento de requerir materiales y las malas ubicaciones de las herramientas de trabajo, redujo todo esto en un 100% puesto que se eliminó los cuellos de botellas con planificación, anticipación a la producción y la creación de estantes para las herramientas, generando un mayor flujo de operaciones lo cual se vio reflejado en la productividad de 92% con la productividad del 2015 de 68%, denotando una diferencia de 26%, los cuales son 23 incubadoras más producidas en el 2016.

El JIT permitió tener los materiales y herramientas al momento puesto que se izó el servicio de un nuevo proveedor más cercano con la misma calidad de material con la que acostumbra a trabajar, reduciendo la actividad del inventario, material obsoleto, eliminando tiempos muertos, cumpliendo así con los objetivos trazados.

En el mes de agosto se obtuvo una producción de 52 incubadoras, en el segundo mes se obtuvo un total de 52 incubadoras y en el tercer mes se obtuvo 46 unidades lo que nos dio un total de 150 unidades, siendo esto un 96% de eficacia puesto que la producción final era de 156 unidades, por lo que prolongo 2 días Para cumplir con lo requerido ya que en el momento de la planificación con el uso de la herramienta SMED se tuvo que crear 2 productos para la generación de la matriz de fibra de vidrio por lo cual solo hacían falta 4 unidades.

La eficacia aumento progresivamente con la aplicación de las herramientas lean manufacturing respecto al año 2015 aumento en un 15.6%, lo cual fue un aumento de producción de incubadoras de peces con una diferencia de 23 unidades.

Con respecto al índice de fallos los productos tuvieron fallas inferiores que no generan distorsión con las propiedades del producto puesto que estos fallos solo era el descariado del yel coat de la matriz que se pagaba en el producto, siendo mínimo puesto que con el uso de las manos lo podíamos separar, estas fallas fueron un total de 37 unidades de 154 requeridas, siendo esto un 24% de fallas.

Al hacer el estudio del mismo proyecto de años anteriores se pudo ver que las horas de producción de una unidad era de 10 horas con 15 minutos por lo que al mejorar el proceso con el uso de la herramienta SMED se estimó que el nuevo ciclo de producción seria de 9 horas, generando media hora extra por día, sin embargo el nuevo ciclo de producción fue de 6 horas 30 minutos lo que trajo consigo que las horas hombre real sean de 9 horas por día (tiempo jornal normal), así obteniendo un 96% de eficiencia durante los 3 meses que duro el proyecto lo que refleja una mejora con respecto a la eficiencia del 2015 de un 13.5% lo que refleja un ahorro S/.13426.40 durante los 3 meses con respecto a la eficiencia en incubadoras de peces.

## IV. DISCUCIONES

El objetivo general de la tesis es determinar que la aplicación del lean Manufacturing mejora la productividad en FRP Engineering.

De acuerdo a los resultados obtenidos al aplicar el instrumento de investigación a la muestra respectiva que son la producción total de incubadoras de peces producidas durante 64 días de agosto a octubre, se determinó el una relación significativa de las herramientas lean Manufacturing con la mejora productiva en el área de producción en la empresa mencionada

Dichos resultados son coherentes con:

La investigación científica desarrollado por Baluis flores (2013) en su tesis titulada: Optimización de procesos en la fabricación de termas eléctricas utilizando herramientas lean manufacturing, desarrollada en la pontificia Universidad Católica en donde se estudió el proceso para termas eléctricas. Esta investigación tiene como propuesta implementar el lean manufacturing y así lograr aumentar el flujo productivo, la optimización de entrega de productos y como fin la satisfacción del cliente. Analizando principalmente el tiempo de despilfarro en el cambio de guantes para el cambio del punzón en la máquina, tomando como base técnicas en función a control, aseguramiento y mejoramiento de la calidad, cuyas conclusiones expresan lo siguiente:

Se propone el uso de guantes de vaqueta por el de carnaza por su flexibilidad, puesto que este último no es aptos para dichos movimientos, reubica la caja de herramientas para no generar movimientos innecesarios y aumento de un chaleco que con lleve un trapo industrial para limpieza de grasa y/o aceite disminuyendo en un 29% los tiempos muertos, teniendo un ahorro productivo mensual de S/.1992.20, pues en nuestra investigación se redujo el ciclo de producción de 10 horas 15 minutos a 6 horas 30 minutos siendo esto una reducción de 255 minutos, disminuyendo los tiempos que no generan valor al producto en un 36.5% mejorando la productividad del año 2015 de 68% a un 92% que hace referencia de un aumento de 26% reduciendo los trabajos de hora hombre y aumentado la producción.

Dichos resultados con coherentes con:

la investigación científica desarrollada en el 2013 por Jorge Alexander , en su tesis titulada: propuesta para la implementación de técnicas de mejoramiento basada en

la filosofía de lean Manufacturing, para incrementar la productividad del proceso de fabricación de suelas de zapato en la empresa inversiones cnh s.a.s, desarrollada en la Pontificia Universidad Javeriana, la cual tiene como objetivo la aplicación de lean Manufacturing la cual identifica las actividades que no generan valor en el almacén, movimientos innecesarios en el proceso de producción con el uso del VSM, en la cual destaca la mejora del proceso de producción mediante un elevador de carga reduciendo 134 metros de recorrido innecesario, lo cual significa una reducción de 19.8% en actividades innecesarias, generando un nuevo tiempo de ciclo de producción a 1785.3 minutos, mientras en mi investigación se redujo los tiempos muertos en un 100%, con la implementación del programa “anticipación a la producción”, con el uso de la herramienta de poka yoke de agrupamiento se eliminó los movimientos innecesarios mejorando la eficiencia mejorando la eficiencia de un 83% a un 96% que refleja un aumento de 13.5% en horas hombre.

Dichos resultados son coherentes con:

la investigación científica desarrollada en el 2013 por samir Alexander, en su tesis titulada: análisis y propuesta de mejora de proceso productivo en una línea de confecciones de ropa interior en una empresa textil mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta, desarrollado en la Pontificia Universidad Católica del Perú, la cual tiene como finalidad la aplicación de herramientas lean Manufacturing en las máquinas de confección así logrando reducir el tiempo de mantenimiento de 9.38% a un 3.8% lo que cual significó una optimización de tiempo de 5 minutos en tiempo improductivo con una optimización de 20 minutos a 5 minutos en tiempos improductivos.

Con el uso de las 5 s mejoro en un 100% la calidad del producto, pues los materiales que ocasionaban las manchas desaparecieron, las agujas defectuosas de la misma forma por la implementación de un mantenimiento autónomo.

Los resultados encontrados son similares puesto que nuestra eficacia en la producción mejoro de un 81% a un 96% lo que es un aumento de 15.6% que viene a ser un aumento de 23 unidades de incubadoras de peces.

Con la definición conceptual Womack y Daniel T. Jones<sup>7</sup> (1996), que hace mención a que las herramientas lean manufacturing son aplicables en cualquier tipo de empresa los cuales tienen cinco principios claves como el uso eficiente de recursos, eliminación de desperdicios, trabajo en equipo, comunicación y mejora continua.

Con la definición conceptual de Krajewski, Ritzman y Malhotra (2008). El sistema de producción Toyota es un excelente ejemplo de un método de diseño de cadenas de valor conocidos como sistemas esbeltos, los cuales son sistemas de operaciones que maximizan el valor agregado de cada una de las actividades de una compañía, mediante la reducción de recursos innecesarios y la supresión de los retrasos en las operaciones. Estas herramientas abarcan estrategias de operaciones, diseños de procesos, administración de la calidad, distribución, diseño de la cadena de suministro y administración tecnológica e inventarios de una empresa las cuales se pueden usar en empresas de servicio o de procesos que garantizan el eficiente uso de los recursos.

Actualmente las empresas deben buscar la competitividad, para lo cual deben alcanzar niveles de calidad, costo y satisfacción del cliente. Las herramientas lean manufacturing permiten obtener resultados de forma ordenada que conducen a dicha competitividad puesto que permiten obtener productos y servicio con rapidez y bajo costo, eliminando actividades innecesarias.

Esta investigación muestra aquellos aspectos más significativos del lean manufacturing y que son de interés, tanto para las empresas que no han iniciado su implementación como para aquellas que están haciendo uso del mismo.

Las herramientas lean manufacturing han demostrado su efectividad a la hora de desechar aquellas actividades sin valor añadido al proceso cuya eliminación es clave para la competitividad de la empresa. La persistencia en el tiempo de implementar acciones de mejora continua, con apoyo de todo los involucrados pertenecientes a la empresa será esencial para conseguir con éxito los objetivos trazados.

## V. CONCLUSIONES

Se redujo el tiempo de ciclo de 10 horas 15 minutos a 6 horas 30 minutos con la herramienta SMED lo cual quiere decir una reducción de 36.5% en actividades que no generan valor como los trabajos de reparación aumentando la productividad del 2016 en un 26% con respecto a la productividad de incubadoras del año 2015.

Se creó una hoja de producción de solo incubadoras de peces para llevar el tiempo de producción y este no sobrepase lo estandarizado, en la hoja se detalla el número de producto, las áreas por las que paso para su creación y la fecha para llevar un seguimiento de la producción.

La herramienta poka yoke permitió corregir errores como movimientos innecesarios, cuellos de botellas, búsqueda de herramientas por falta de orden y mala ubicación de las herramientas, lo cual se eliminó con la creación de estante para la ubicación de herramientas, se creó contenedores rodantes que permitan llevar los materiales del almacén al punto de producción.

Se implementó la “Anticipación a la producción”, la cual consistió en que cada responsable de cada grupo de trabajo faltando 20 minutos para el término de la jornada laboral planifique las actividades del día siguiente, indicando los materiales y herramientas a usar, para así el personal de almacén tenga lo requerido en los contenedores y tan solo el personal llegue al día siguiente a recoger sus materiales y comience a laborar, el logro fue de un 100% de efectividad puesto que se eliminó los cuellos de botella al momento de pedir los materiales.

Sobre la prueba de hipótesis específica 1 se concluyó que la aplicación de lean manufacturing mejora la eficiencia de un 83% a un 96% con un aumento de 13% con respecto al año 2015.

Sobre la hipótesis específica 2 se concluyó La eficacia aumento progresivamente con la aplicación de las herramientas lean manufacturing respecto al año 2015 aumento en un 15.6%, lo cual fue un aumento de producción de incubadoras de peces con una diferencia de 23 unidades.

En el año 2015 la empresa FRP ENGINEERING desconocía las herramientas lean manufacturing, lo cual se vio reflejado en la productividad con un promedio de 68%, el uso del recurso humano eran muy elevadas debido a la falta de instrumentos de medición, aseguramiento y control de calidad, ausencia de la mejora continua,

retrasos en la entrega de productos, desplazamientos innecesarios de personas y materiales, por lo que ocasionaba el alto costo de la mano de obra.

El compromiso de la gerencia de la empresa FRP ENGINEERING fue fundamental en la implementación de las herramientas lean manufacturing: SMED, poka yoke y JIT. Con las capacitación y entrenamiento al personal, lo cual fue un factor decisivo en el proceso de implementación del lean manufacturing en la producción de las incubadoras de peces y procesos en general.

No existe un orden estricto para la aplicación de las herramientas lean manufacturing, puesto que cada una funciona con respecto a su objetivo y cada una tiene la capacidad de adecuarse a una ya implementada.

El desarrollo en el presente trabajo es un aporte para el mejoramiento de procesos productivos que en especial para el rubro de fibra de vidrio, por lo que se considera dicha responsabilidad a la empresa permitir que dichos mejoras se conviertan en realidad y ayuden a cumplir con las metas y objetivos trazados.

Con la implementación de la herramienta lean manufacturing la empresa FRP ENGINEERING presento ahorros de S/.13,426.40 en tan solo la producción de incubadoras de peces en los meses de agosto a setiembre, así podemos afirmar que su eficiencia se garantizada, además de sus objetivos de productividad, son el plazo de entrega, la calidad y la satisfacción al cliente.

Ya implementado las herramientas lean manufacturing, el nivel de cumplimiento del indicador de optimización de tiempos de entrega, por lo que se progresó efectivamente, pero que se debe mantener para ofrecer así un mejor servicio al cliente.

## VI. RECOMENDACIONES

Al inicio de la implementación de las herramientas lean manufacturing, todos los trabajadores deben tener conocimiento que lean manufacturing es más que una regla de mejora de procesos, es una filosofía por lo que se les capacitara sobre su importancia y los beneficios que traerá su implementación, para que sepan lo que se está haciendo y reafirmen su compromiso, pues de otro modo lo rechazaran pues el hombre tiende a rechazar lo desconocido.

La empresa FRP ENGINEERING debe seguir implementando herramientas lean manufacturing, para mejorar cada vez sus procesos de trabajo y consigo su productividad.

Para lograr el éxito de la implementación del lean manufacturing es de suma importancia el compromiso de la gerencia brindando los recursos necesarios, los cuales estarán a cargo de responsables que tengan la habilidad para desarrollar mecanismos de evaluación y mejora y retroalimentación de las objetivos alcanzados.

Finalmente es importante mencionar que el lean manufacturing es una filosofía que se comporta de manera gradual, la cual se necesita ser paciente para ver mejoras y que estas mejoras inicialmente representan un gasto, pero que es necesario la inversión para mejorar.

## VII. REFERENCIAS

## Referencias bibliográficas

Enrique Reséndiz Olguín. Lean Manufacturing como un sistema de trabajo en la industria manufacturera: un estudio de caso. [Tesis doctoral]. México: Ptolomeo, universidad autónoma de México; 2009.

Disponible en:

<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/2829>

FERNÁNDEZ COLLADO, carlós y PILAR BAPTISTA, lucio. Metodología de la investigación científica. Sexta edición. México: McGraw-Hill / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V, 2014. 589 pp.

ISBN: 978-1-4562-2396-0

GUTIÉRREZ, H. Calidad Total y Productividad. Cuarta edición. México: McGraw – Hill / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V, 2014. 377 pp.

ISBN: 978-607-15-1148-5

HERNADEZ sanpieri y Roberto Fernández, carlós baptistas. Metodología de la investigación. Quinta edición. México: interamericana editores, 2010. 589 pp.

ISBN: 978-607-15-0291-9

RENDER, B y HEIZER, J. Principios de administración de operaciones. Séptima edición. México: Pearson educación, 2009. 354 pp.

ISBN: 978-607-442-099-9

Jorge Alexander silva franco. “propuesta para la implementación de técnicas de mejoramiento basada en la filosofía de lean Manufacturing, para incrementar la productividad del proceso de fabricación de suelas para zapatos en la empresa inversiones CNH S.A.S.”. Tesis (ingeniero industrial). Colombia: pontificia universidad javeriana, facultad de ingeniería, 2013.

Disponible en:

<https://repository.javeriana.edu.co:8443/bitstream/handle/10554/10288/SilvaFranc oJorgeAlexander2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PROKOPENKO Joseph. La gestión de la productividad. Primera edición. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo, 1989. 419 pp.

ISBN 92-2105901-4

Anexo 1: Matriz de Operacionalización de las variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Variable Independiente Lean Manufacturing	Padilla(2010),este conjunto de técnicas incluye al justo a tiempo que consiste es una reducción de desperdicios, ya sea en inventarios, tiempos, productos defectuosos, transporte, almacenaje, maquinarias y hasta personas (p.64)	Es una herramienta que aplicada en la industria generara mayor productividad pues optimizara tiempos de trabajo y generara confianza en la entrega a tiempos de productos	Índice de fallos	$\frac{\text{Unidades con falla producidas}}{\text{Unidades producidas}}$	Razón
			Optimización de tiempos de entrega	$\frac{\text{Tiempo de entrega}}{\text{Tiempo programado de entrega}}$	Razón
Variable Dependiente Productividad	Según Peter Drucker (1994)“La productividad significa ese equilibrio entre todos los factores de la producción que suministra el más elevado producto con el mínimo esfuerzo”	La productividad es la relación entre los resultados obtenidos por cada recurso las cuales serán usados de manera eficaz y eficiente.	Eficiencia	$\frac{\text{Horas hombre real}}{\text{Horas hombre estimada}}$	Razón
			Eficacia	$\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades programadas}}$	Razón

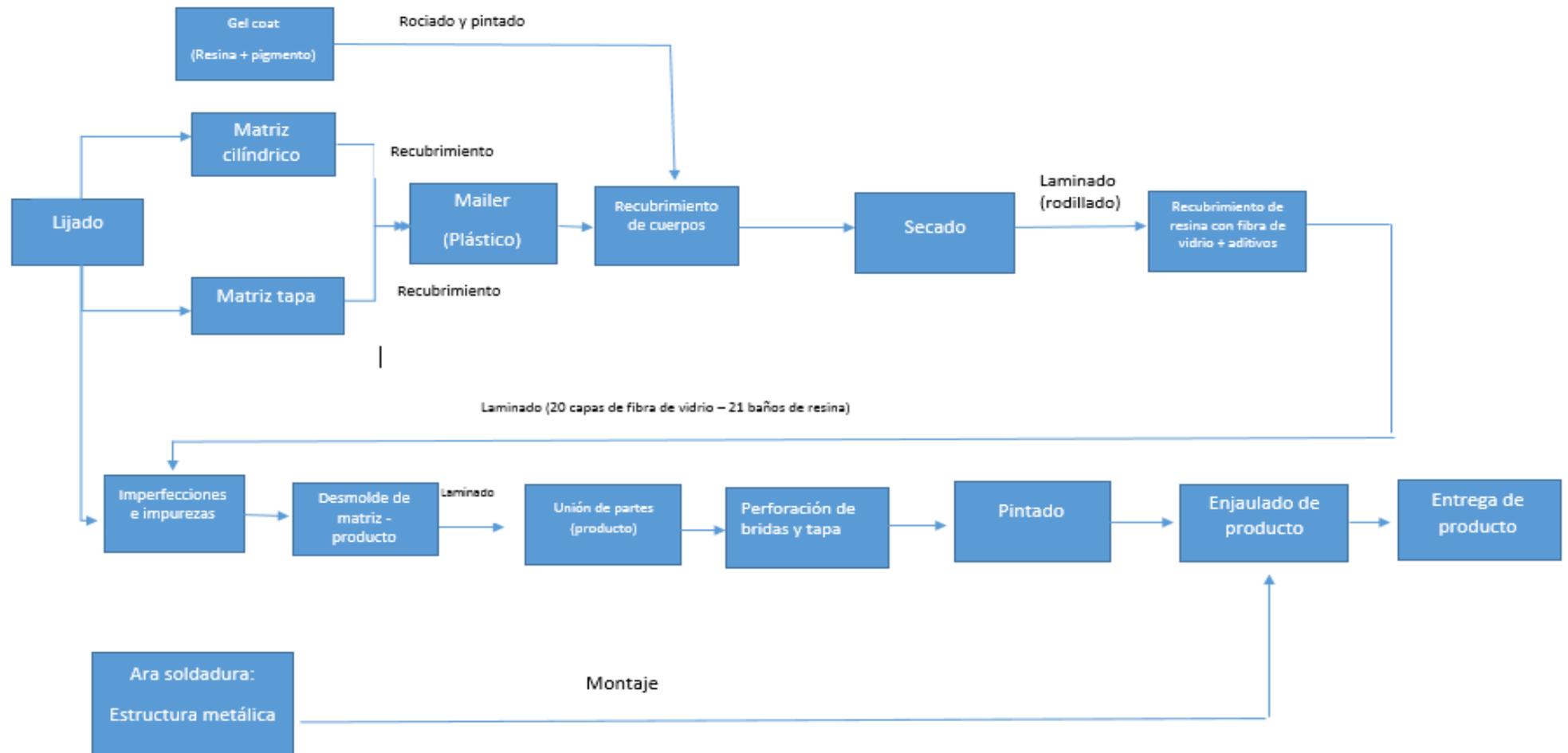
Anexo 2: Matriz de coherencia

Problema	Objetivo	hipótesis
<b>General</b>		
¿Cómo la aplicación de lean manufacturing mejora la productividad en FRP Engineering?	Determinar como la aplicación de lean manufacturing mejora la productividad en FRP Engineering	La aplicación de lean manufacturing mejora la productividad en FRP Engineering
<b>Específicos</b>		
¿Cómo la aplicación de lean manufacturing mejora la eficiencia en FRP Engineering?	Determinar como la aplicación de lean manufacturing mejora la eficiencia en FRP Engineering.	la aplicación de lean manufacturing mejora la eficiencia en FRP Engineering
¿Cómo la aplicación de lean manufacturing mejora la eficacia en FRP Engineering?	Determinar como la aplicación de lean manufacturing mejora la eficacia en FRP Engineering.	La aplicación de lean manufacturing mejora la eficacia en FRP Engineering.

### Anexo 3: Cartera de productos representativos

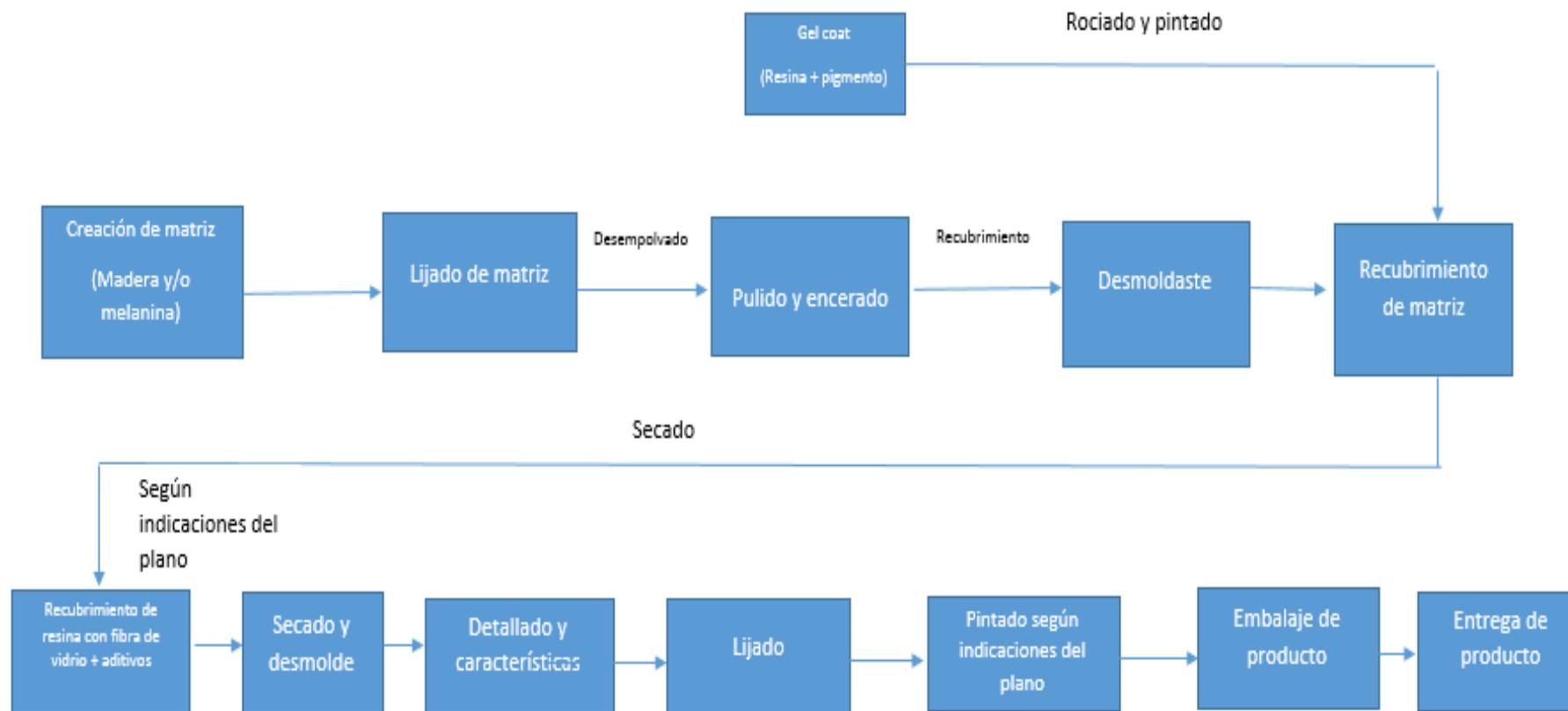
Productos	Muestra grafica
Tanque de 6 metros	
Incubadora madre (canaleta)	
Baños portátiles	
Plataformas y parrillas	

#### Anexo 4: Proceso de laminado de matriz metálica



Fuente: elaboración propia

Anexo 5: Proceso de laminado, matriz de madera y/o melanina



Fuente: elaboración propia

Anexo 6: Reporte de productos con falla

	<b>REPORTE DE PRODUCTOS CON FALLA</b>	
	FECHA :	APP:
DESCRIPCION DEL PRODUCTO		
ACTIVIDAD DE ORIGEN DE LA FALLA		
CANTIDAD DE PRODUCTOS ( )		
DESCRIPCION DE FALLA		
RESPONSABLE :		
IDENTIFICACION DE CAUSA RAIZ DE FALLA		
ACCION CORRECTIVAS		
RESPONSABLE DE ACCION CORRECTIVA		
TIEMPO DE INICIO DE CORRECCION		
TIEMPO FINAL DE CORRECCION		

Anexo 7: Optimización de tiempos de entrega

		<h2>Optimización de tiempos de entrega</h2>		
producto	FECHA	Tiempo entregado	Tiempo entregado programado	OBSERVACIONES

### Anexo 8: Control eficaz de la producción

	Responsable(s):			Fecha:     /     /
				Actividad: _____
				App: _____
Fecha	Tiempo de inicio de actividad	Tiempo final de actividad	Unidades producidas	Unidades programadas producidas
_____ DNI				

Anexo 9: Control eficaz de los recursos

		Control eficiente de los recursos							
		Proyecto	fecha de inicio	Fecha de termino	Cantidad de obreros	H-H real (S/..)	H-H estimado (S/..)	COSTO POR HORA	Costo real (S/..)



**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE la variable dependiente: productividad**

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		SI	No	SI	No	SI	No	
	DIMENSIÓN 1 : EFICIENCIA Horas hombre real Horas hombre estimada		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
	DIMENSIÓN 2 : EFICACIA Unidades producidas Unidades programadas	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

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

Apellidos y nombres del juez validador: *Dr/Mg: Jorge Malpandra G* DNI: *10100316*

Especialidad del validador: *Mg. Industrial*

*19* de *06* del 2017  
*[Firma]*  
Firma del Experto Informante.

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.  
<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.  
Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.



Anexo 12: Certificado de validez de la matriz de consistencia



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE: lean manufacturing

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia		Relevancia		Cantidad		Sugerencias
		SI	No	SI	No	SI	No	
	DIMENSION 1 : INDICE DE FALLOS Unidades con falla producidas Unidades producidas	✓		✓		✓	✓	
	DIMENSION 2 : OPTIMIZACION DE TIEMPOS DE ENTREGA Tiempo de entrega Tiempo programado de entrega	✓		✓		✓	✓	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): HAY SUFICIENCIA

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

Apellidos y nombres del juez validador: Dr Mg: Mg. ZEÑA RAMOS JOSÉ LA ROSA DNI: 7533125

Especialidad del validador: INGENIERO INDUSTRIAL

...03 de Junio del 2017

Firma del Experto Informante.

**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específicos del constructo.  
**Cantidad:** Se entiende en dificultad alguna el enunciado del ítem, es correcto, exacto y claro.  
**Nota:** Suficiencia, se dio suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.



**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE: productividad**

N°	DIMENSIONES / Items	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Supereñencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSION 1: EFICIENCIA Horas hombre real Horas hombre estimada	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	DIMENSION 2: EFICACIA Unidades producidas Unidades programadas	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): NO HAY SUCIENCIA

Opinión de aplicabilidad: U Aplicable después de corregir [ ] No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador: Dra Mg. ZENA RAMOS TORO LA ROSA DNI: 7522125

Especialidad del validador: INGENIERO EN ADMINISTRACION

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.  
<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.  
 Nota: Suficiencia se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

[Firma]  
 ..... de JUNIO del 2017  
 Firma del Experto Informante.

Anexo 14: Certificado de validez de la matriz de consistencia



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE la variable independiente: lean manufacturing

N°	DIMENSIONES / Ítems	Pertinencia:		Relevancia:		Claridad:		Sugerencias
		SI	No	SI	No	SI	No	
	DIMENSIÓN 1 : ÍNDICE DE FALLOS Unidades con falla producidas Unidades producidas	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2 : OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE ENTREGA Tiempo de entrega Tiempo programado de entrega	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY

Opinión de aplicabilidad:  Aplicable  No aplicable después de corregir [ ] No aplicable [ ]  
 Apellidos y nombres del juez validador, Dr/ Mg: CEYLANA ROSA ROSA DNI: 88634346  
 Especialidad del validador: ING. INDUSTRIAL, MSc, Dsc

13 de Oct del 2017  
 Firma del Experto Informante

**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico buscado  
**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo  
**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo  
**Nota:** Suficiencia se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Anexo 15: Certificado de validez de la matriz de consistencia



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE la Variable dependiente: productividad

N°	Variable independiente: productividad eficiencia	DIMENSIONES / Ítems	Pertinencia*		Relevancia*		Claridad*		S/
			Si	No	Si	No	Si	No	
1		$f_{\text{eficiencia}} = \frac{H - H_{\text{REAL}}}{H - H_{\text{ESTIMANDA}}}$							
2		$f_{\text{eficacia}} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades programadas}}$	SI	NO	SI	NO	SI	NO	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY

Opinión de aplicabilidad:  Aplicable  No aplicable después de corregir  No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador, Dr/Mg: L. SANCHEZ BARRERA DNI: 0803206

Especialidad del validador: ING. IRIE. KSA. PA. 02 de 11 del 2016

Firma del Experto Informante: [Firma]

\*Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
 \*Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.  
 \*Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, en sentido, estado y finado.  
 Nota: Si hubiera, se dice subsencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

Anexo 16: Acta de aprobación de originalidad de tesis

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : 906-PP-PR-02.02 Versión : 01 Fecha : 04-10-2018 Página : 3 de 1
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------

Yo, LEONIDAS MANUEL BRAVO ROJAS, Coordinador de Investigación de la IP de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo, Lima Norte, verifico que la Tesis Titulada: "APLICACIÓN DE LEAN MANUFACTURING PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN FRP ENGINEERING S.A.C, VILLA EL SALVADOR, 2016", del estudiante RAMOS VARGAS DAVID; tiene un índice de similitud de 16 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 04 de octubre del 2018

  
 Dr. LEONIDAS M. BRAVO ROJAS  
 Coordinador de Investigación de la IP de Ingeniería Industrial

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---------------------------------------------------------------------------	--------	-----------