



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad del
proceso de rectificación de motores en Ingeniería y Servicios Jrcc
S.R.L., Piura - 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial

AUTOR:

Gonza Carrera, Abraham Daniel (orcid.org/0009-0009-7088-9160)

ASESOR:

Mg. Carrascal Sanchez, Jenner (orcid.org/0000-0001-6882-8339)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

PIURA - PERÚ

2022

Dedicatoria

Este logro está dedicado a mi padre celestial que sin sus bendiciones nunca pudiera terminar este camino y también a las personas que siempre estado apoyándome incluso cuando quería renunciar sus palabras me levantaban para seguir adelante esas personas son mi familia.

Abraham Daniel Gonza Carrera

Agradecimiento

Expreso un gran agradecimiento a papá Dios que gracias a su protección podemos cumplir con las metas que nos planteamos. También no voy a pasar la oportunidad de agradecer a los docentes que me acompañaron durante toda esta travesía compartiendo sus conocimientos y experiencias. También a mi coordinador de escuela al Ing. Gabriel Borrero C., persona muy amable que se pone en los zapatos del alumno gracias. Por su ayuda y les debo el éxito de este logro.

El autor

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	9
III. METODOLOGÍA.....	18
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	18
3.2. Variables y operacionalización	19
3.3. Población, muestra y muestreo	20
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	20
3.5. Procedimiento.....	23
3.6. Método de análisis de datos.....	24
3.7. Aspectos éticos.....	24
IV. RESULTADOS	26
V. DISCUSIÓN.....	52
VI. CONCLUSIONES.....	57
VII. RECOMENDACIONES	58
REFERENCIAS	59
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz correlaciones de causas que originan baja productividad	5
Tabla 2. Ponderación total causas que originan baja productividad.....	6
Tabla 3. Ponderación total de las causas que originan baja productividad	6
Tabla 4. Ponderación total de causas que originan baja productividad.....	7
Tabla 5. Selecciones alternativas de solución	8
Tabla 6. Selección de las alternativas de selección	8
Tabla 7. Técnicas, instrumentos y datos	21
Tabla 8. Variable Lean Manufacturing	22
Tabla 9. Fiabilidad Lean Manufacturing - Alfa de Cronbach.....	22
Tabla 10. Variable Productividad	23
Tabla 11. Instrumento Productividad - Alfa de Cronbach.....	23
Tabla 12. Baremos del Alfa de Cronbach	23
Tabla 13. Variable Lean Manufacturing - análisis descriptivo	26
Tabla 14. Dimensión Metodología 5'S - análisis descriptivo.....	26
Tabla 15. Dimensión Mantenimiento productivo total - análisis descriptivo.....	27
Tabla 16. Variable Productividad - análisis descriptivo	28
Tabla 17. Hipótesis general - prueba de normalidad.....	28
Tabla 18. Valores del Rho de Spearman	29
Tabla 19. Hipótesis general. correlación Spearman.....	29
Tabla 20. Hipótesis específica 1 - Prueba de normalidad	30
Tabla 21. Hipótesis específica 1 - Correlación Spearman.....	30
Tabla 22. Hipótesis específica 2 - prueba de normalidad.....	31
Tabla 23. Hipótesis específico 2 - Correlación de Spearman.....	31
Tabla 24. Procesos de rectificación	32

Tabla 25. Maquinaria en empresa Ingeniería y Servicios JRRC SRL	32
Tabla 26. Dimensión Eficiencia - Análisis descriptivo	33
Tabla 27. Análisis de productividad	34
Tabla 28. Dimensión eficacia - Análisis descriptivo	34
Tabla 29. Resultado de evaluación antes y después de capacitación.....	35
Tabla 30. Diagrama de análisis de operaciones en proceso rectificado	39
Tabla 31. Clasificación de elementos en área de trabajo	44
Tabla 32. Acciones correctivas - elementos con tarjeta roja	46
Tabla 33. Lista de elementos necesarios	47
Tabla 34. Ubicación adecuada de elementos	48
Tabla 35. Cronograma de trabajo 3'S.....	49
Tabla 36. Planificación de limpieza mensual.....	50
Tabla 37. Ficha de registro de servicio de rectificación de motores.....	50
Tabla 38. Cuadro de campo de productividad de rectificadora.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Espina de Ishikawa	4
Figura 2. Diagrama de Pareto	7
Figura 3. Actividades de la metodología 5S	14
Figura 4. Tipos de Mantenimiento productivo total	16
Figura 5. Variable Lean Manufacturing - análisis descriptivo	26
Figura 6. Dimensión Metodología 5´S - análisis descriptivo.....	27
Figura 7. Dimensión Mantenimiento productivo total - análisis descriptivo	27
Figura 8. Variable Productividad - análisis descriptivo	28
Figura 9. Dimensión Eficiencia - análisis descriptivo	33
Figura 10. Dimensión Eficacia- análisis descriptivo	35
Figura 11. Flujograma de proceso de rectificación	37
Figura 12. Mapa de valor del actual proceso	38
Figura 13. Tarjeta roja de equipo innecesario.....	45

RESUMEN

El presente estudio de investigación tuvo como objetivo principal Aplicar *lean manufacturing* para mejorar la productividad del proceso de rectificación de motores de combustión interna en la empresa Ingeniería y Servicios Jrcc S.R.L., Piura – 2021. Para lo cual, se desarrolló una investigación de tipo aplicada con un enfoque cuantitativo, cuyo alcance fue explicativo y diseño pre experimental, empleándose como técnica de investigación la observación, cuyos instrumentos de recolección de datos fueron seis fichas: la “Ficha de observación de la herramienta 5S”, la “Ficha de inventarios de equipos y herramientas”, la “Ficha de programación de mantenimiento”, y la “Ficha de uso de los equipos y herramientas”, la “Ficha de rectificaciones de motores” y la “Ficha de registro de funciones realizadas”. La Muestra conformado 40 trabajadores de la empresa Ingeniería y Servicios Jrcc

S.R.L. personal que realiza los servicios de rectificación en la empresa, tanto antes como después de la implementación. Se observó que La aplicación del Lean Manufacturing mejora la productividad del proceso de rectificación de motores de combustión interna en la empresa Ingeniería y Servicios JRRC SRL, Piura 2021. Según la correlación de Spearman con valor $Rho = 0,482$, el valor de la correlación entre variables Lean Manufacturing y Productividad es correlación positiva media, asimismo la productividad antes de aplicar mejoras era 0,60 y después de mejora será 0,81, lo que se generó un incremento de la productividad en un 35% al aplicar el Lean Manufacturing.

Palabras clave: Lean manufacturing, productividad, TPM, eficacia, eficiencia.

ABSTRACT

The main objective of this research study was to apply lean manufacturing to improve the productivity of the rectification process of internal combustion engines in the company Ingeniería y Servicios Jrcc S.R.L., Piura – 2021. For which, an applied research was developed with a quantitative approach, whose scope was explanatory and pre-experimental design, using observation as a research technique, whose data collection instruments were six files: the "Observation sheet of the 5S tool", the "Inventory sheet of equipment and tools", the "Maintenance programming sheet", and the "Equipment and Tools Use Form", the "Engine Rectification File" and the "Function Performed Record Form". The sample conformed 40 workers of the company Ingeniería y Servicios Jrcc S.R.L. personnel that performs the rectification services in the company, both before and after the implementation of. It was observed that the application of Lean Manufacturing improves the productivity of the rectification process of internal combustion engines in the company Ingeniería y Servicios JRRC SRL, Piura 2021. According to Spearman's correlation with Rho value = 0.482, the value of the correlation between Lean Manufacturing and Productivity variables is average positive correlation, also productivity before applying improvements was 0.60 and after improvements was 0.81, which generated an increase in productivity by 35% when applying Lean Manufacturing.

Keywords: Lean manufacturing, productivity, TPM, effectiveness, efficiency.

I. INTRODUCCIÓN

El cambio es constante, por ello empresas industriales actualmente tienen que mejorar procesos productivos a partir de aplicar metodologías como Lean Manufacturing. Aplicar al sistema productivo, según Carreño et al. (2018) será posible implementar procesos que logren mejoras continuas, independientemente del tipo de organización, mediante la eliminación de las actividades improductivas. Bocanegra y Orejuela (2017, p.3) señalan que la implementación de esta metodología permite diseñar y equilibrar los diversos procesos productivos otorgándoles una configuración óptima, con la minimización de costo total, tiempo de inactividad y un incremento en los criterios de confiabilidad.

La actividad de servicios para la reparación de vehículos tiene gran importancia, debido a que permite mantener en funcionamiento los medios de transporte, que son esenciales para las diferentes actividades económicas; como el transporte de mercadería para el comercio, pasajeros, carga, etc. (Cayo y otros, 2018). La productividad de estos negocios suele dejarse de lados; así en Estados Unidos una encuesta evidencia que la cuarta parte de gerentes en los talleres de mantenimiento no realizan seguimiento a sus indicadores de productividad y eficiencia; e identifican que aquellos que sí la miden, el 5% tiene una tasa de éxito de 120%, y la tercera parte estuvo por encima del 90% (Zeck, 2018).

A nivel mundial, los diversos shocks como la actual crisis sanitaria acrecientan la necesidad de integrar de procesos de mejora, ante la paralización de empresas y el cambio en la conducta del consumidor, más arraigado hacia un servicio de calidad, con protección hacia el medio ambiente y enfoque hacia el bienestar social. Por ende, la no integración de procesos de mejora, recaen sobre el consumidor final y su bienestar, es por ello, que diferentes compañías reconocidas utilizan este modelo de producción (*lean manufacturing*); por sus beneficios en la reducción de pérdidas y maximización del valor agregado, por ello goza de reconocimiento como un modelo adecuado para lograr la mejora de la productividad; así un estudio encontró una correlación directa entre aplicación *lean manufacturing* en industria y el desempeño organizacional sostenible (Kamble y otros, 2020). Diferentes empresas trasnacionales han aplicado *lean manufacturing* en las sucursales de países latinoamericanos, donde el compromiso y liderazgo de los dueños y

directivos es fundamental para que el modelo de producción sea realmente ajustado al proceso, y permitieron mejorar los aspectos críticos de la productividad (León y otros, 2017).

Respecto a la productividad de los talleres de mantenimiento, en el Perú las mediciones mayormente se realizan por tesis, López diagnosticó una productividad alrededor de 2.5; para superarla y mejorar sus procesos en el taller aplicó el lean manufacturing, logrando una mejora en la productividad de 6.27% (López, 2020). Por lo tanto, en el Perú no está lejos de la aplicación de este modelo de gestión, puesto que el 74% de las PYMES aplican la metodología, y con ello consideran que el crecimiento está asegurado, por la optimización de procesos que esperan alcanzar (ESAN, 2017). Considerando beneficios al aplicar lean manufacturing en actividad empresarial, es importante tomarla en cuenta para mejorar los procesos de producción en aquellas que tienen deficiencias en su productividad. Según el ranking de competitividad mundial del año 2020, el Perú aún se encuentra en un débil desarrollo, comparado con países como Chile entre otros de la región (Eficiencia de negocios: Chile: 55.1 – Perú: 42.0), registrando un avance del 1.6 en productividad y eficiencia, variación del 2019 al 2020, y registrando una caída en el índice de competitividad, pasando del puesto 35 de 55 países en el año 2008 al puesto 52 de 63 en el año 2020 (Marquina y otros, 2020).

En la empresa Ingeniería y Servicios Jrrc S.R.L. se dedica a la rectificación de motores a combustión interna y al servicio general de mantenimiento; en la práctica existen tareas que no aportan ningún valor al servicio final e incluso lo obstaculizan. Actualmente, la empresa está en plena etapa de crecimiento; por lo tanto, existe desorganización en el trabajo, en las funciones, orden, limpieza, entre otros; que ocasionan que el servicio final no sea el adecuado, a la vez reduce la productividad llegando a ser solo el 50%, es decir se realizan menos de las actividades programadas durante la jornada laboral; y los trabajadores tienen una productividad promedio de 40%, por tal motivo se busca mejorar la productividad en un 10% al finalizar el año.

A partir de ello, se plantea como problema general: ¿De qué manera aplicación del *lean manufacturing* mejora productividad del proceso de rectificaciones de motores combustión interna en Ingeniería y Servicios Jrrc S.R.L., Piura 2021? De forma

específica se plantearon las específicas: ¿De qué forma aplicación del *lean manufacturing* mejora eficiencia del proceso de rectificación de motores combustión interna en empresa Ingeniería y Servicios Jrcc S.R.L., Piura – 2021?, ¿De qué manera aplicación del *lean manufacturing* mejora eficacia proceso de rectificación de motores combustión interna en empresa Ingeniería y Servicios Jrcc S.R.L., Piura – 2021?

La justificación a nivel práctico del estudio radica en que se brindarán soluciones ante las deficiencias encontradas en “Ingeniería y Servicios Jrcc S.R.L”, en base a la metodología de *lean manufacturing* y sus herramientas, la más adecuadas para adaptarse en cualquier organización sin importar su tamaño, permitiendo reducir la pérdida de tiempo y dinero, producto de las paradas y mala ejecución de los procesos, resolviendo la problemática urgente de la empresa. A nivel metodológico abarcará aplicar herramientas *lean manufacturing* para línea rectificación general de motores de combustión interna empresa “Ingeniería y Servicios Jrcc S.R.L.”, esto con el fin de determinar en qué medida se pueden optimizar el proceso y con el mínimo uso de recursos; además esta investigación será útil como antecedente de investigación.

A nivel económico la aplicación del *lean manufacturing* permitirá que la empresa reduzca tiempos que son producto de la mala organización de los trabajadores, y se estima que estos tiempos de desperdicio se reducirán en un **15%**; estos mayormente ocurren por el desperdicio de recursos. A nivel estratégico se justifica por la búsqueda mejorar productividad en “Ingeniería y Servicios Jrcc S.R.L.”, reduciendo las actividades que no generan valor al servicio prestado, y mejorando el servicio para el consumidor final.

Objetivo general es: Aplicar *lean manufacturing* para mejorar la productividad del proceso de rectificación de motores de combustión interna en la empresa Ingeniería y Servicios Jrcc S.R.L., Piura – 2021.

El objetivo específico 1 es: Determinar cómo la implementación *lean manufacturing* mejora la eficiencia del proceso de rectificación de motores de combustión interna en la empresa Ingeniería y Servicios Jrcc S.R.L., Piura – 2021. Objetivo específico 2: Determinar cómo implementación *lean manufacturing* mejora eficacia del

proceso rectificación motores combustión interna en empresa Ingeniería y ServiciosJrrc S.R.L, Piura – 2021.

La hipótesis general es: Aplicación *lean manufacturing* mejora productividad del proceso rectificación motores combustión interna en empresa Ingeniería y ServiciosJrrc S.R.L, Piura – 2021. La hipótesis específica 1: Aplicación *lean manufacturing* mejora eficiencia del proceso rectificación motores combustión interna en empresa Ingeniería y Servicios Jrrc S.R.L, Piura – 2021. La hipótesis específica 2 es: Aplicación *lean manufacturing* mejoran eficacia del proceso rectificación motores de combustión interna en empresa Ingeniería y Servicios Jrrc S.R.L, Piura – 2021.

A través de tormenta de ideas sobre causas de la baja productividad, la misma queresultó en 17 causas y se organizaron según se observa en la Figura 1, donde fácilmente puede identificarse que el Medio Ambiente tiene mayor problemática, y le sigue la Mano de Obra.

Figura 1 Espina de Ishikawa



Estas causas pueden medirse a través de ponderaciones, mediante el Pareto. En primer lugar, se realizó matriz de correlación, teniendo como causas organizadas en la espina de Ishikawa y clasificándolas con una escala ordinal: 5 = fuerte, 3 = media; 1 = débil; 0 = no hay relación.

La **Tabla 1** muestra las causas que originan la baja productividad y su correlación; donde el desorden en general, demora de atención a los clientes, inadecuado mantenimiento y organización del área de trabajo, y el personal nuevo o en entrenamiento, son aquellos con mayor correlación con las otras causas. Estas serían aquellas que obstaculizan la productividad, y su mejora permitirá un incremento en la productividad de la empresa.

Tabla 1 Matriz correlaciones de causas que originan baja productividad

Nº	Causas que originan bajaproductividad		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	Correlación
1	Desorden en general	C1		5	0	1	5	5	5	3	1	5	5	5	5	5	5	5	5	65
2	Falta de organización de las herramientas	C2	5		1	5	5	1	1	5	0	5	3	3	5	3	5	3	5	55
3	Maquinaria y equipo con desperfectos	C3	5	1		0	0	0	5	5	5	5	0	0	5	0	5	5	0	41
4	Mala ubicación en el área de trabajo.	C4	1	0	0		5	5	0	1	0	5	5	0	3	5	0	5	5	40
5	No existe una buena recepción de los motores	C5	5	3	0	0		5	5	3	0	5	5	1	5	5	1	1	5	49
6	No existe un adecuado control de existencias en almacén	C6	5	0	0	0	5		0	5	0	5	3	3	5	3	0	0	3	37
7	No existe un control de calidad (Falta de supervisión)	C7	0	0	1	0	0	0		0	0	3	0	0	1	3	0	0	0	8
8	Mala comunicación entre los trabajadores	C8	1	0	0	0	1	1	0		0	3	0	0	0	1	0	0	0	7
9	Falta de equipos de protección personal adecuados	C9	0	0	3	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	3
10	Demora para atender a los clientes	C10	1	0	1	1	1	0	0	1	0		0	0	0	0	1	0	1	7
11	Personal nuevo o en entrenamiento	C11	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1		0	0	1	0	0	0	3
12	Falta de limpieza en el área de trabajo	C12	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0		1	0	1	1	1	7
13	Inadecuado mantenimiento y organización en el área de trabajo	C13	3	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1		0	0	1	1	9
14	El personal no cuenta con conocimientos técnicos adecuados	C14	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0		0	0	0	6
15	Herramientas que no están al alcance	C15	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0		0	0	3
16	Falta de herramientas o instrumentos	C16	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1		0	6
17	Repuestos que no llegan a tiempo.	C17	3	3	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0		10

Elaboración propia

Seguidamente, **Tabla 2** se realizó ponderación causas para identificar la más frecuente, teniendo en cuenta la clasificación: 5 = alta, 3 = media, 1 = baja. Se observa claramente las causas con ponderación alta: el desorden en general, falta de organización de las herramientas, no existe una buena recepción de motores, maquinaria y equipo con desperfectos, repuestos que no llegan a tiempo, y el inadecuado control de existencias.

Tabla 2 Ponderación total causas que originan baja productividad

N°	Causas que originan baja productividad	Puntaje de correlación	Frecuencia	Ponderación total
1	Desorden en general	65	5	52
2	Falta de organización de las herramientas	55	5	53
3	Maquinaria y equipo con desperfectos	41	5	20
4	Mala ubicación en el área de trabajo	40	5	20
5	No existe una buena recepción de los motores	49	5	24
6	No existe un adecuado control de existencias en almacén	37	3	11
7	No existe un control de calidad (Falta de supervisión)	8	1	
8	Mala comunicación entre los trabajadores	7	1	
9	Falta de equipos de protección personal adecuados	3	1	
10	Demora para atender a los clientes	7	1	
11	Personal nuevo o en entrenamiento	3	1	
12	Falta de limpieza en el área de trabajo	7	3	21
13	Inadecuado mantenimiento y organización en el área de trabajo	9	1	
14	El personal no cuenta con conocimientos técnicos adecuados	6	1	
15	Herramientas que no están al alcance	3	3	
16	Falta de herramientas o instrumentos	6	1	
17	Repuestos que no llegan a tiempo	10	1	10

Elaboración propia

Así también, en la **Tabla 3** se ordenan las causas de la baja productividad de mayor a menor, calculando el porcentaje de cada causa y su acumulado; donde se identificaron que cinco causas concentran más del 80% de la baja productividad.

Tabla 3 Ponderación total de las causas que originan baja productividad

N°	Causas que originan baja productividad	Escala de ponderación	%	Acumulado	% acumulado
A	Desorden en general	52	22.41%	52	22.41%
B	Falta de organización de las herramientas	275	18.97%	60	26.38%
C	No existe una buena recepción de los motores	245	16.90%	84	36.28%
D	Maquinaria y equipo con desperfectos	205	14.14%	105	45.42%
E	Mala ubicación en el área de trabajo	200	13.79%	125	53.21%
F	No existe un adecuado control de existencias en almacén	111	7.66%	136	58.87%
G	Falta de limpieza en el área de trabajo	21	1.45%	138	59.32%
H	Repuestos que no llegan a tiempo	10	0.69%	139	59.91%
I	Herramientas que no están al alcance		0.62%	140	60.53%
J	Inadecuado mantenimiento y organización en el área de trabajo		0.62%	141	61.15%
K	No existe un control de calidad (Falta de supervisión)		0.55%	141	61.70%
L	Mala comunicación entre los trabajadores		0.48%	142	62.18%

M	Demora para atender a los clientes		0.48%	1432	98.76%
N	Falta de herramientas o instrumentos		0.41%	1438	99.17%
O	El personal no cuenta con conocimientos técnicos adecuados		0.41%	1444	99.59%
P	Personal nuevo o en entrenamiento		0.21%	1447	99.79%
Q	Falta de equipos de protección personal adecuados		0.21%	1450	100.00%
Total				1450	100.00%

Fuente: elaboración propia

En **Tabla 4**, clasificación de causas según áreas, para identificar área con procesos tiene el mayor número de fallas, en la ponderación realizada tuvo una puntuación

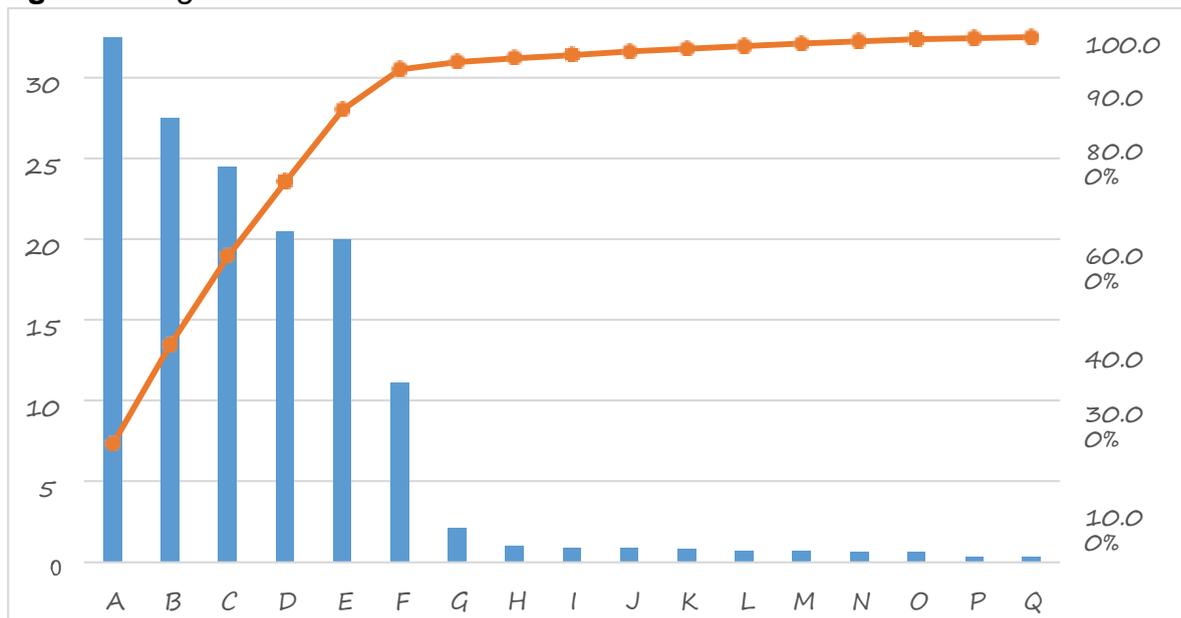
igual que 1361; versus el área de mantenimiento que su puntuación solo llegó a yen el lado de gestión de 38. Entonces, la problemática se concentra en el área de procesos.

Tabla 4 Ponderación total de causas que originan baja productividad

Causas que originan baja productividad	Escala de ponderación	Áreas	Puntuación
Desorden en general	325	Proceso	1361
Falta de organización de las herramientas	275		
Maquinaria y equipo con desperfectos	205		
Mala ubicación en el área de trabajo	200		
No existe una buena recepción de los motores	245		
No existe un adecuado control de existencias en almacén	111		
No existe un control de calidad (Falta de supervisión)		Gestión	38
Mala comunicación entre los trabajadores			
Falta de equipos de protección personal adecuados			
Demora para atender a los clientes			
Personal nuevo o en entrenamiento			
Repuestos que no llegan a tiempo	10		
Falta de limpieza en el área de trabajo	27	Mantenimiento	51
Inadecuado mantenimiento y organización en el área de trabajo	9		
El personal no cuenta con conocimientos técnicos adecuados	6		
Herramientas que no están al alcance	9		
Falta de herramientas o instrumentos	6		

Fuente: elaboración propia

Figura 2 Diagrama de Pareto



Elaboración propia

Según diagrama Pareto (ver **Figura 2**), se observa que cinco causas concentran más del 80% problemas baja productividad de la empresa, específico el 86.21%; estas causas son: A. Desorden en general, B. Falta de organización de lasherramientas, C. No existe una buena recepción de motores, D. Maquinaria y equipo con desperfectos, E. Mala ubicación en el área de trabajo.

Tabla 5 Selección alternativas de solución

Alternativas	Solución al problema	Costos aplicados	Facilidad proceso	Tiempo proceso	Total
Lean manufacturing	2	1	2	2	7
Sistemas de gestión de calidad	2	1	1	1	5
Gestión de procesos	1	0	1	0	2
Puntuación: (0) – No bueno; (1) - Bueno; (2) Muy Bueno					
Criterios según investigador en desarrollo del estudio					

Elaboración propia

En Tabla 5 evaluó alternativas útiles con finalidad de resolver mayor cantidad de problemas identificados; aquí se elige por la puntuación el *lean manufacturing*.

Tabla 6 Selección de las alternativas de selección

	Métodos	Mano de obra	Mediciones	Materiales	Medio ambiente	Máquinas	Nivel de criticidad	Total del problema	Porcentaje	Impacto	Calificación	Prioridad	Medidas tomadas
Proceso	356	0	0	205	600	200	ALTO	1361	94%	5	6805	1	Lean Manufacturing
Gestión	0	21	7	10	0	0	BAJO	38	3%	1	38	3	Gestión por procesos
Mantenimiento	9	6	0	6	30	0	MEDIO	51	4%	3	153	2	Sist. Gestión de calidad
Total de problemas	365	27	7	221	630	200		1450					

Elaboración propia

En Tabla 6, mostró muestra de priorización, según área más crítica por presentar el mayor nivel de criticidad de problemas; determinando que el área de procesos es la que se requiere mejorar de forma urgente.

II. MARCO TEÓRICO

Entre los antecedentes internacionales identificados se encontró el estudio de Mahendran y otros (2018) en su estudio se plantearon como objetivo reducir el desperdicio, costo e incrementar la productividad de la industria, donde se aplicó los cuatro factores del lean manufacturing. El del tipo de investigación fue descriptivo y explicativo, con metodología de enfoque cuantitativo, dado que se aplica una mejora para el proceso productivo; como técnica de recolección se utilizaron registros, como instrumentos utilizaron las metodologías de justo a tiempo, Kanban, mapeo de flujo de valor y gráfico de hombre-máquina. Los resultados indican que, el tiempo que no genera valor agregada se redujo en 28.7%; el tiempo que genera el valor añadido se reduce en 27.84%; también se incrementa el valor añadido de 3.25% a 3.29%. Concluyendo que, al aplicar esta metodología, permitió incrementar valor añadido, y reducir el tiempo desperdiciado. El estudio es significativo para la investigación debido a que aplica la herramienta de Kanban para lograr la mejora, así se identificó que esta herramienta es útil.

Dresh y otros (2018) en su investigación planteó como objetivo diseñar un documento que señale los pasos necesarios para implementar las herramientas lean manufacturing en Mypes en Brasil. El tipo de investigación fue aplicada, con metodología de enfoque cualitativo, diseño propositivo, donde los sujetos fueron las micro y pequeñas empresas, y del alcance descriptivo. Los resultados mostraron que, la herramienta de lean manufacturing es útil sin tener en cuenta envergadura de empresa, herramientas de SMED, mantenimiento productivo total, son bastante útiles para empresas de tamaño mediano, y mejoran la productividad de la empresa. que sistematización conceptos con herramientas Lean Manufacturing. Concluye adaptados al contexto de la micro y pequeñas empresas contribuye a eludir las restricciones de crecimiento, promoviendo el aumento de la productividad de la eficiencia operativa de las empresas y consecuentemente una mayor competitividad. El estudio es útil para el diseño de lean manufacturing en la empresa que se estudia, puesto que se ajusta a la realidad de micro empresa, con una cantidad manejable de trabajadores, con pocas órdenes de servicios que despacha mensualmente; este modelo se ajustará al tamaño de la organización.

Kowalski y otros (2020) en su artículo plantearon como objetivo el diseño de celdas de trabajo, teniendo en cuenta el proceso productivo, derivado de la filosofía de gestión. El estudio fue del tipo aplicado, con metodología de enfoque mixto, recopilando datos cualitativos como cuantitativos. Resultados indicaron que el aplicar lean manufacturing, permitió mejorar el flujo continuo de los materiales entre los procesos de producción sucesivos, eliminando las actividades que no generan valor y reducen su mano de obra; acelerando este proceso. Concluye que el flujo continuo de producción requiere de la adaptación en forma de U, y solo con aquellas operaciones tecnológicas que agregan valor, el suministro de piezas para ensamblar es recargado por mano de obra, por paquetes pequeños. El estudio es útil dado que utilizó como método de detección de problemas la metodología 5S, a partir de allí pudo identificar la mejor forma de producción, para evitar desperdicios.

A nivel nacional se identificó el estudio de Kishimoto y otros (2019), donde tuvieron como objetivo diseñar un modelo de gestión a través del lean manufacturing, para mejorar proceso productivo. La investigación fue tipo aplicada, con metodología mixta, donde se identificó la situación de la empresa, por su alcance es explicativo, con diseño “no experimental”, técnica fue observación. Resultados, mostraron que el modelo diseñado e implementado después de un mes se observó una mejora en la productividad en 46% aproximadamente, donde la implementación de las 5S fue fundamental para continuar con implementación de otras herramientas Kanban- ConWIP y Heijunka, que funcionan muy bien juntas; puesto que ha permitido priorizar pedidos urgentes, y distribuir la carga de trabajo por igual entre dos estaciones de trabajo. Concluye que los buenos resultados de la implementación piloto demostraron una mejora considerable de la productividad con las herramientas 5S y otras en conjunto. El estudio es importante, dado que confirma la aplicación del método en Perú, además que se puede aplicar en las empresas que funcionan a pedido; mejorando productividad.

Becerra y otros (2019) en su investigación titulada “Lean manufacturing model in amake to order environment in the printing sector in Perú”, cuyo objetivo fue implementar el modelo de lean manufacturing en una PYME que trabaja con producción a pedido, validándose mediante la aplicación simulada en los procesos de la empresa. El estudio fue del tipo aplicado, mediante el uso de las herramientas

diagnósticas de ingeniería como la búsqueda de causas, el mapeo de flujo valor. Los resultados mostraron que el SMED por sí sólo reduce el 11.1% del tiempo, el Kanban por sí mismo reduce 12.9% del tiempo; pero ambas herramientas en forma conjunta reducen un 24% del tiempo; con ello determina que el modelo es válido y es de gran importancia para mejorar los tiempos del proceso productivo. Concluyen que, el modelo propuesto mejora el tiempo en transporte para el proceso productivo, aquellos tiempos que se involucran en todo proceso. El estudio es importante dado que se da en el entorno de fabricación a pedido, donde además se aplicó las herramientas SMED y Kanban que también buscan aplicarse para solucionar el problema.

Castro y Romero (2019), su objetivo fue aplicar el modelo lean manufacturing para la línea de producción en taller metalmecánica. Metodología tuvo tipo aplicada, con diseño “no experimental del tipo pre experimental; con enfoque cualitativo, consideró como población a los trabajadores de la empresa, la técnica fue la observación. Resultados mostraron incrementó de productividad en un 62.28%, de un índice de 30.1 a 48.9. Concluyeron, aplicación método mejoró detección de errores en las demoras de la empresa, a partir de ello en la etapa de implementación se superaron dichos cuellos de botella, y permitió incrementar la rentabilidad. Esta investigación fue útil porque se aplicó el modelo de lean manufacturing en un taller, actividad similar a la que se realiza en la rectificación de motores, donde se comprobó que mejora en la reducción de cuellos de botella, y el aumento de la productividad.

Príncipe (2018), su objetivo fue aplicar lean manufacturing en empresa manufacturera de cuero. El estudio fue del tipo de estudio aplicado, su enfoque cuantitativo y con un diseño preexperimental; la población fueron los procesos de la empresa, la muestra fueron los procesos del área de producción; la técnica de recolección fue la observación, y sus instrumentos fichas de observación. Los resultados indican que, aplicar herramientas 5S y TPM permitió identificar la productividad mano de obra y además mejorarla, igualmente la materia prima; mejorando 50% y 51%, respectivamente. Concluye que, las herramientas en conjunto mejoraron la productividad de 167.82 und. por trabajador y por mes a 251.31 und. por trabajador y por mes. El estudio es importante, dado que aplicó

herramientas de 5S y TPM, mejorando productividad a 251.31 und. por trabajador y por mes. El estudio es importante, dado que la aplicó las herramientas de 5S y TPM, mejorando productividad.

Bances (2017), su objetivo fue aplicar el lean manufacturing en línea de producción. Estudio fue aplicado, nivel explicativo, cuantitativo y diseño "no experimental"; consideró población pedidos que realizan en el taller. Los resultados muestran que, se reduce el desperdicio de 42 a 22, se comprobó que la diferencia fue estadísticamente significativa, además también se comprueba el incremento de la productividad con una diferencia de 24% y estadísticamente significativa al 5%. Concluyó, implementar este método en empresa no sólo incrementa productividad, sino también clima laboral; la eficiencia incrementa en 6.9% y la eficacia incrementó en 15%. Esta investigación es importante dado que se aplican herramientas de lean manufacturing a un taller, que además es una microempresa; esto hace pensar que el modelo puede ajustarse a cualquier tamaño o estructura organizacional de la empresa.

Espinoza (2017), planteó como objetivo analizar implementación de la metodología 5S mejora la productividad del rectificado de motores en la empresa. El tipo de investigación fue aplicada, con metodología de enfoque cuantitativo, del tipo descriptivo y diseño experimental, donde su población es la cantidad de motores rectificadas al mes; entre las técnicas de investigación fueron la observación y revisión de datos. Los resultados señalan que este método mejoró productividad en rectificado motores en 6.19%. Concluye que un 40% de la mejora de productividad se debió a 3 primeras S, y según análisis financiero este proyecto viable para la empresa. Esta investigación es de suma importancia dado se implementa las 5S, en un proceso de rectificación de motores, y esto permite la mejorar productividad.

Romero (2017), se planteó como objetivo aplicar la metodología de lean manufacturing con finalidad mejorar productividad. La investigación fue aplicada, alcance explicativo y diseño "no experimental", consideró población muestral de 60semanas para el estudio, 30 para evaluar la situación y 30 para implementar y ver mejoras; la información se recogió con la técnica observación e instrumento fichas de registro. Los resultados indican que, la productividad mejoró en un 84.6%, donde la eficiencia mejoró en 93.8% y la eficacia en 90.24%. Concluyó, productividad de

la mejora con aplicación del método planteado, además de sus indicadores de eficiencia y eficacia; demostrando que este modelo mejora significativamente los resultados en productividad de la empresa. El estudio fue considerado debido a que se realiza la aplicación del método en una Pyme, además identifica un beneficio positivo con la implementar herramienta para incremento de productividad que además mejora el nivel de ingresos de la empresa.

Respecto a las teorías relacionadas al tema de investigación, primero definimos lean manufacturing, según Socconini (2019) "(...) es un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación del desperdicio o excesos, entendiendo como exceso toda aquella actividad que no agrega valor en un proceso, pero sí costo y trabajo." (p.20). El autor resalta que el poder del modelo, es el descubrimiento continuo de las oportunidades de mejora en cualquier estructura organizacional; se trata de crear un hábito de evaluación de desperdicios para introducir mejoras continuamente.

Mudhafar (2017) señala que el término hace referencia a la maximización del valor para el cliente, con un mínimo de desperdicio, es decir producir lo más posible con menos recursos. El autor reporta cinco principios del modelo siguiendo a Jones y Womack tales como, el valor, valor de flujo, flujo, atracción y perfección; pero además existen diferentes herramientas para desarrollar el modelo, entre las más resaltantes se encuentran la metodología 5S, mantenimiento productivo total.

Debido a que se identificó que las 5S y el TPM serían las herramientas más adecuadas para superar la problemática urgente, es importante analizar su fundamento teórico. Respecto a la metodología 5S Mady y otros (2020) señalan que los objetivos: primero, la mejora de la calidad: Para mantener la competitividad en el mercado actual, la empresa debe comprender las necesidades de sus clientes y diseñar operaciones específicas para cumplir con sus expectativas y requisitos. Segundo, eliminar Impurezas: Las impurezas son resultados en cualquier proceso que consume tiempo, recursos que no agrega ningún valor al producto o servicio. Tercero, reducir el tiempo: Reducir el tiempo que lleva terminar una actividad de principio a fin es una de las mejores formas de eliminar impurezas y reducir costes. Y, cuarto reducción de los costos totales: para reducir los costos, la empresa debe producir únicamente según la solicitud del cliente. La sobreproducción aumenta los

costos logísticos debido necesidad de espacio de almacenamiento.

La metodología 5S, es fundamental para la implementación de cualquier aplicación de mejora, y supone el cumplimiento de cinco actividades que tienen como propósito crear una estación de trabajo adecuada para controlar visualmente la productividad de los colaboradores; las cinco actividades son: clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y mantener (Costa y otros, 2018).

Figura 3 Actividades de la metodología 5S



La primera actividad es clasificar (o Seiri), donde es necesario clasificar todo lo necesario y no necesario, aquello que se encuentre en el último grupo será desechado; el proceso debe ser documentado, ya sea de los artículos necesarios como los innecesario, en el primer momento puede etiquetarse con una cinta roja, y trasladados a un área de espera temporal mientras se le encuentra uso o no, después de la jornada, los colaboradores deben determinar si cuenta o no con un uso primordial (Bin y otros, 2017).

La segunda actividad es ordenar (o Seiton) en la que se define la ubicación para todos los bienes dentro del área de trabajo; esto ofrece la ventaja de mejorar la visibilidad de errores en el proceso de producción (Sangani y otros, 2018). La tercera actividad es limpiar (Seiso), y es limpiar el área de trabajo a profundidad, incluso verificar si es necesario una nueva capa de pintura; y se recomienda que participen todos los colaboradores, también contribuye a la rápida detección de problemas de producción, y permiten un ambiente más seguro para el desarrollo

de actividades (Mohan y otros, 2018).

La cuarta actividad es la estandarización (o Seiketsu) esta es importante para mantener vigentes las tres actividades anteriores; aquí se plantea estandarizar los procedimientos para lograr mantener la clasificación, el orden y la limpieza, con ello mejorarán los procesos de producción (Bin y otros, 2017). Y, la quinta actividad es el mantener (o Shitsuke) donde se incluyen actividades necesarias para mantener y revisar el cumplimiento o mejora de los estándares establecidos; dado que una vez instauradas las actividades anteriores, esto será una nueva forma de operar, que todos los colaboradores deben poner en práctica (Wojtynek y otros, 2018).

Según Orizano y otros (2019), señala algunos indicadores de la evaluación de la metodología 5S entre los cuales se encuentran el indicador de cobertura y el indicador de cumplimiento; el indicador de cobertura hace alusión a la razón entre el porcentaje de factores de producción impactados por la integración del proceso 5S respecto al total de factores de producción de la empresa; y el indicador de cumplimiento el cual hace alusión al cumplimiento de los objetivos o metas, el cual se expresa como la razón entre cantidad de ítems cumplidos respecto al total de ítems evaluados; este último indicador también puede representarse como la acumulación de puntaje cumplido o logrado respecto al puntaje de total evaluado.

El mantenimiento productivo total (TPM), segunda herramienta del lean manufacturing. El TPM, un enfoque innovador para optimizar el mantenimiento y efectividad de los equipos y herramientas, promoviendo el mantenimiento autónomo de estos como parte de las actividades que realizan los operadores (Triblas y otros, 2018).

El TPM con su enfoque proactivo recomienda el mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo y mantenimiento predictivo; y según su objetivo implementa dos pilares como el mantenimiento autónomo y planificado (Ramakrishnan y Nallusamy, 2018). También, puede considerarse como un método que permite mejorar el rendimiento de fabricación, donde las fases del mantenimiento es parte de actividades con participación de colaboradores (Adestay otros, 2018).

Figura 4 Tipos de Mantenimiento productivo total



Fuente: elaboración propia

Según Fernández y Shkiliova (2015), el TPM es una de las herramientas más utilizadas en el mantenimiento de máquinas en el mundo, algunos de los indicadores de medición que desarrolla es el indicador de Disponibilidad de equipos, el cual se expresa como la razón entre el tiempo medio entre fallas respecto a la suma del tiempo medio entre fallas y el tiempo para la reparación. Por otro lado, Fucci (2016) expresa un indicador similar de disponibilidad, el cual se expresa como la razón entre el tiempo de funcionamiento respecto al tiempo requerido (el cual se expresa como el tiempo que la empresa dispone para el medio de producción a producir, es decir, el tiempo disponibilidad).

La segunda variable involucrada es productividad y se entiende como un indicador importante para evaluar los productos que se generan, respecto de los recursos que se utilizan para producirlo; este puede calcularse como una ratio entre las salidas y las entradas o recursos (Socconini, 2019). En la misma línea, Espinoza (2017) señala que es una ratio capaz de medir el nivel de aprovechamiento de los recursos que influyen en el momento de elaborar o realizar un producto o servicio.

Existen tres tipos de productividad, según los recursos que se utilice. Aquí se puede mencionar a la productividad total de los factores, hace referencia al total producido por cada factor (o recurso) utilizado en la producción de un bien o servicio, generalmente el capital y el trabajo. El segundo tipo es la productividad marginal, esta resulta de la suma de producción de un solo factor productivo, se considera

que cuando aumenta factor, demás están constante los crecen hasta un punto máximo, después de ello los incrementos progresivos reducirán los cambios en la productividad. El tercer tipo es la productividad laboral, obtenida de mano de obra por cantidad horas trabajadas para obtener producto final (Samargandi, 2018).

La productividad involucra la eficiencia y la eficacia. Al respecto Espinoza (2017) señala que eficiencia mide relación de producción real obtenida con producción esperada; mientras que la eficacia, nivel de logro de objetivos respecto de objetivos programados o esperados.

Según Fontalvo y otros (2017), el concepto de eficiencia hace alusión al uso racional de los recursos, es decir, el alcance de los logros propuestos con la menor cantidad de recursos (tiempo, dinero, energía, etc.). García y otros (2019) expresan que esto puede medirse a través de diversos indicadores, tales como: tiempo de entrega, horas hombre (H-H) en proceso, costo de calidad, etc.

Respecto al concepto de eficacia, según Vega y otros (2017) este concepto hace referencia logro de objetivos en programa productivo, enfocado a resultados esperados alcanzados. Rojas y otros (2018) señalan que la eficacia puede ser medida a través del nivel del logro de los objetivos respecto a los objetivos programados, o través del nivel de salidas actuales respecto a las salidas deseadas.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de investigación Tipo de investigación

Ha sido aplicada, porque conocimientos teóricos se llegarán a aplicar para resolver un problema que se presenta en la realidad, para mejorar situación de la población involucrada (Hernández y otros, 2014).

Enfoque de investigación

Fue cuantitativo, porque se usó medidas de las variables en cuestión para verificarla situación problemática y alcanzar el objetivo de investigación (Snyder, 2019).

Nivel de investigación

Fue explicativo, puesto que no sólo describe la realidad problemática identificada, sino que también identifica las causas, e incluye soluciones con la implementación de una herramienta, la cual se termina verificando si aporta o no a la solución del problema (Hernández y otros, 2014).

Diseño de investigación

Ha sido experimental, debido a que el investigador manipulará variable o intervendrá para modificarla (Hernández y otros, 2017). Además, es del tipo experimental, donde el investigador intervendrá en modificar el contexto en el que se desarrollan las variables de estudio, pero realizando mediciones antes y después de la intervención (Snyder, 2019). Es decir, se realizarán dos mediciones una preprueba y una posprueba a un solo grupo, en este caso el proceso de rectificación de motores en la empresa. Así cumple con, el diseño del siguiente diagrama:

$$G: O_1 X O_2$$

Dónde:

G: Grupo de sujetos

O₁: Primera observación del grupo de sujetos

X: Implementación de las herramientas de lean manufacturing

O₂: Segunda observación del grupo de sujetos

3.2. Variables y Operacionalización

Variable independiente: Lean Manufacturing

Definición conceptual: Mudhafar (2017) señala que el término hace referencia a la maximización del valor para el cliente, con un mínimo de desperdicio, es decir producir lo más posible con menos recursos.

Definición operacional: El modelo de gestión de lean manufacturing se aplicará con el uso de sus herramientas que solucionen la causa mayor de problemas en la baja productividad que se concentra en el desorden general, falta de organización de herramienta y los desperfectos de la maquinaria y equipo; por ello las herramientas útiles para resolverlo son la 5S, y el mantenimiento productivo total (MPT).

Dimensiones: 5S, mantenimiento productivo total

Indicadores:

$$5S: LO = \frac{PL}{PT} * 100$$

Donde:

LO: Logro de objetivos

PL: Puntaje logrado

PT: Puntaje total

$$MPT: D = \frac{TEO}{TD} * 100$$

Donde:

LO: Logro de objetivos

PL: Puntaje logrado

PT: Puntaje total

Escala: Razón

Variable dependiente: Productividad

Definición conceptual: Indicador importante para evaluar los productos que se generan, respecto de los recursos que se utilizan para producirlo; este puede calcularse como una ratio entre las salidas y las entradas o recursos (Socconini, 2019).

Definición operacional: Ratio que mide los resultados, o servicios prestados (en montos monetarios), con los recursos utilizados para lograrlo. Se calcula por medio de la determinación del costo de la hora hombre en la empresa; con su salario mensual.

Dimensiones: eficacia, eficiencia Indicadores:

$$Eficiencia = \frac{HH. Utilizadas}{HH Programadas} * 100$$

Donde:

HH. Utilizadas: Cálculo de las horas hombre utilizadas, en términos monetarios.

HH Programadas: Cálculo de las horas hombre programadas, en términos monetarios.

$$Eficacia = \frac{Cantidad\ de\ motores\ rectificados}{Cantidad\ de\ motores\ programados} * 100$$

Donde:

Cantidad de motores rectificados: Cantidad de motores que se les realizó la rectificación en el mes.

Cantidad de motores programados: Cantidad de motores planificados para realizar la rectificación en el mes.

Escala: Razón

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

La población es aquel conjunto de personas u elementos que tienen una característica común al investigador (Hernández y otros, 2017). El estudio está conformado por el personal que labora en la empresa Ingeniería y Servicios Jrcc

S.R.L. donde laboran alrededor de 60 trabajadores.

La Muestra conformado 40 trabajadores de la empresa Ingeniería y Servicios Jrcc

S.R.L. personal que realiza los servicios de rectificación en la empresa, tanto antes como después de la implementación. El muestreo será aleatorio y no probabilístico (Hernández y otros, 2017)., todos los procesos de rectificación se elegirán tanto en el cómo en el post test por conveniencia del investigador, es decir cuando se encuentre presente en la llegada del motor, puesto que le permitirá medirlos tiempos y verificar los procesos.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica de investigación es la observación, donde el investigador recopilará la información a partir de la percepción del investigador, en el contexto que ocurre el hecho que se estudia; y por su diseño se pretende modificar (Hasanah, 2017).

Los instrumentos de recolección de datos son los cuatro presentados en la **Tabla 7**. El primero fue la "Ficha de observación de la herramienta 5S"; esta es una guía de

observación conformada por listados de hechos que ocurren en el contexto estudiado, que es valorado por una escala Likert (Ver Anexo : I1); esto para ordenarlos resultados encontrados tanto antes como después de la implementación de las mejoras; los puntajes obtenidos permitirán construir el indicador de las 5S.

El segundo instrumento es la “Ficha de inventarios de equipos y herramientas”, con ello se conocerá los equipos y herramientas que tiene la empresa, su estado y la ubicación. Relacionado a ello, se construyó el tercer instrumento es la “Ficha de programación de mantenimiento”, en ella se registrará una programación de mantenimiento programado para los equipos que se utilizan en el área de producción, asignando a un trabajador como responsable de cada mantenimiento.

El cuarto instrumento es la “Ficha de uso de los equipos y herramientas”, donde se registrará la información de la fecha, equipo, la actividad que se realizó, el trabajador, hora de inicio a fin del uso. Es importante señalar que las horas permitirán calcular los tiempos para el indicador de disponibilidad, de la dimensión del MPT.

El quinto instrumento es la “Ficha de rectificaciones de motores”, recogerá información acerca de la fecha, modelo de motor, equipo de trabajadores asignados, fecha estimada de salida, fecha de salida (efectiva). Esta información permitirá calcular la cantidad de motores rectificadas al mes; mientras que la cantidad programada se tomará el promedio mensual calculado por los registros anteriores de 146; y se logrará el indicador de eficacia.

El sexto instrumento es la “Ficha de registro de funciones realizadas”, en ella se recogerá información acerca de los trabajadores, las fechas de trabajo, actividad que realizaron, la hora de inicio y término de la actividad realizada; esta información servirá para calcular las horas hombre de trabajo utilizadas, para luego ser monetizadas; posteriormente las horas hombre programadas se tomará del registro asistencia al trabajo.

Tabla 7 *Técnicas, instrumentos y datos*

Técnica	Instrumentos	Datos
Observación	I1: Ficha de observación de la herramienta 5S	Razón
Observación	I2: Ficha de inventarios de equipos y herramientas	Razón
Documental	I3: Ficha de programación de mantenimiento	Razón
Documental	I4: Ficha de uso de los equipos y herramientas	Razón
Documental	I5: Ficha de registro del servicio de rectificación de motores	Razón

Documental	I6: Ficha de registro de funciones realizadas	Razón
------------	---	-------

Fuente: elaboración propia

La validez de los instrumentos de medición presentados en el proyecto, serán validados por el juicio de expertos integrados por tres ingenieros colegiados en función del formato que proporciona la UCV (Ver Anexo 4); por medio de tres indicadores: pertinencia, relevancia y claridad. Respecto a la confiabilidad, según Hernández y otros (2014), es el grado en que la aplicación de un instrumento conlleva a los mismos resultados, para diferentes subgrupos de la población; algunos estimadores son el Coeficiente Alfa Cronbach, estimador encontrado a partir de la aplicación de encuestas; por ende, dada la naturaleza de los instrumentos a aplicar en la presente investigación, no se considera la estimación de fiabilidad de instrumentos.

Confiabilidad de la variable: Lean Manufacturing

Se efectuó prueba piloto 10 trabajadores del área producción para medir confiabilidad del instrumento.

Tabla 8 Variable Lean Manufacturing

Resumen de procesamiento de casos			
		N	%
Casos	Válido	10	100,0
	Excluido ^a	0	0
	Total	10	100,0

Fuente: elaboración propia

Tabla 9 Fiabilidad Lean Manufacturing - Alfa de Cronbach

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
0,845	20

Fuente: elaboración propia

La confiabilidad de la variable Lean Manufacturing tuvo un valor de 0,845 según tabla 12 de valores del Alfa de Cronbach es Muy Bueno.

Confiabilidad de la variable: Productividad

Se efectuó prueba piloto a 10 trabajadores del área de producción para la confiabilidad del instrumento.

Tabla 10 *Variable Productividad*

Resumen de procesamiento de casos			
		N	%
Casos	Válido	10	100,0
	Excluido ^a	0	,0
	Total	10	100,0

Fuente: elaboración propia

Tabla 11 *Instrumento Productividad - Alfa de Cronbach*

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
0,873	20

Fuente: elaboración propia

La confiabilidad de la variable Eficiencia tuvo un valor de 0,873 según tabla 12 de valores del Alfa de Cronbach es Muy Bueno.

Tabla 12 *Baremos del Alfa de Cronbach*

Índice	Nivel de Fiabilidad	Valores de Alfa de Cronbach
1	Excelente	(0.9,1)
2	Muy Bueno	(0.7,0.9)
3	Bueno	(0.5,0.7)
4	Regular	(0.3,0.5)
5	Deficiente	(0,0.3)

Fuente: Tuapanta et al. (2017)

3.5. Procedimiento

El estudio se enfoca en la empresa Ingeniería y Servicios Jrcc S.R.L., tiene un año de funcionamiento; cuenta con un pequeño almacén y área de trabajo, se encuentra ubicado en la Mza. I Lote. 04 A.H. Quinta Julia, en el distrito de Piura. La investigación está dirigida a mejorar procesos; a incluir un modelo lean manufacturing para mejorarla.

3.5.1. Solicitud de permiso al gerente de la empresa para estudiar la problemática

que presenta (Ver Anexo 3)

3.5.2. Se coordinarán las visitas para la recopilación de resultados.

3.5.3. Se realizará el diagnóstico de la empresa, y se recogerá información para el pretest con aplicar instrumentos.

3.5.4. Análisis datos mediante estadísticos descriptivos, y se calcularán

indicadores de dimensiones.

3.5.5. Se realizarán las visitas para la capacitación de los trabajadores; se programarán las capacitaciones y se cumplirá con el cronograma.

3.5.6. Las capacitaciones se realizarán con la implementación de procesos para mejorar las deficiencias.

3.5.7. Se realizará la compra de materiales para la implementación de las mejoras.

3.5.8. Se recopilarán los datos, posterior a la implementación de las mejoras con aplicar instrumentos.

3.5.9. Los datos se analizarán con estadísticas descriptivas, y se construirán los indicadores de las dimensiones de cada variable.

3.5.10. Se contrastarán las hipótesis de diferencias entre resultados del pretest y el post test del TPM.

3.6. Método de análisis de datos

La información recopilada se analizará por medio de la estadística descriptiva, utilizando las frecuencias, medidas de tendencia central, medidas de dispersión; adicionalmente se utilizará análisis inferencial, que permitirá contrastar la veracidad (o no) de las hipótesis planteadas y dar respuesta a la problemática planteada (Hernández y otros, 2014). En cuanto al análisis inferencial se utilizará un estadístico para comparar los resultados del pretest y post-test; y la formulación de hipótesis que le corresponde es la siguiente:

H₀: No existe diferencia en la productividad del proceso de rectificación de motores de combustión interna, en el pretest y el post-test en la empresa Ingeniería y Servicios Jrcc S.R.L, Piura – 2021.

Esta hipótesis tiene como regla de decisión, que se rechaza la H₀ (hipótesis nula) cuando $p \leq 0.05$, al 5% de significancia estadística.

3.7. Aspectos éticos

La investigación cumple con la Resolución de Consejo Universitario N° 0126-2017 (Código de ética en investigación), donde se cumplen con los principios generales de la búsqueda del bienestar (Artículo 4°); dado que la investigación pretende mejorar la situación problemática que ocurre en la empresa, buscando mejorar las condiciones de trabajo de los trabajadores y los clientes de la empresa. El segundo

principio que cumple es la honestidad (Artículo 6°), puesto que la investigación considera los datos reales, de tal forma que pueda ser aplicada por otros investigadores. El tercer principio que cumple es el rigor científico (Artículo 7°), dado que el estudio sigue la metodología de la investigación científica para desarrollar el estudio. El cuarto principio es la competencia profesional y científica (Artículo 8°), dado que el investigador se encuentra preparándose constantemente para mantenerse actualizado y vigente respecto del tema que está investigando. El quinto principio es la responsabilidad (Artículo 9°), donde el tesista cumple con las disposiciones de la guía de productos de investigación (Universidad César Vallejo,2020); y respeta los derechos de autor, dado que todas las ideas y resultados de otros autores se citan con el formato ISO 690.

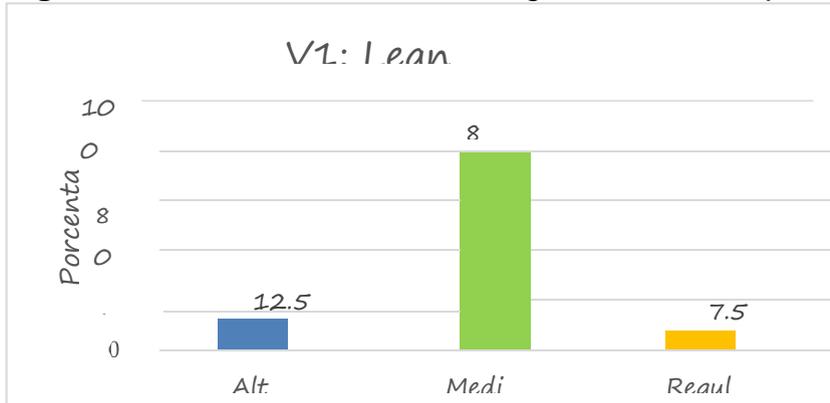
IV. RESULTADOS

4.1. Análisis descriptivo Variable: Lean Manufacturing

Tabla 13 Variable Lean Manufacturing - análisis descriptivo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido
Válido	Alto	5	12,5	12,5
	Medio	32	80,0	80,0
	Regular	3	7,5	7,5
	Total	40	100,0	100,0

Figura 5 Variable Lean Manufacturing - análisis descriptivo



Nota: De acuerdo a encuesta en empresa Ingeniería y Servicios JRRC SRL estos valoran el Lean Manufacturing con 12.5% valor alto de la organización, con 80% valor medio y 7.5% valor regular, aspecto a mejorar en la empresa que brinda servicios rectificación.

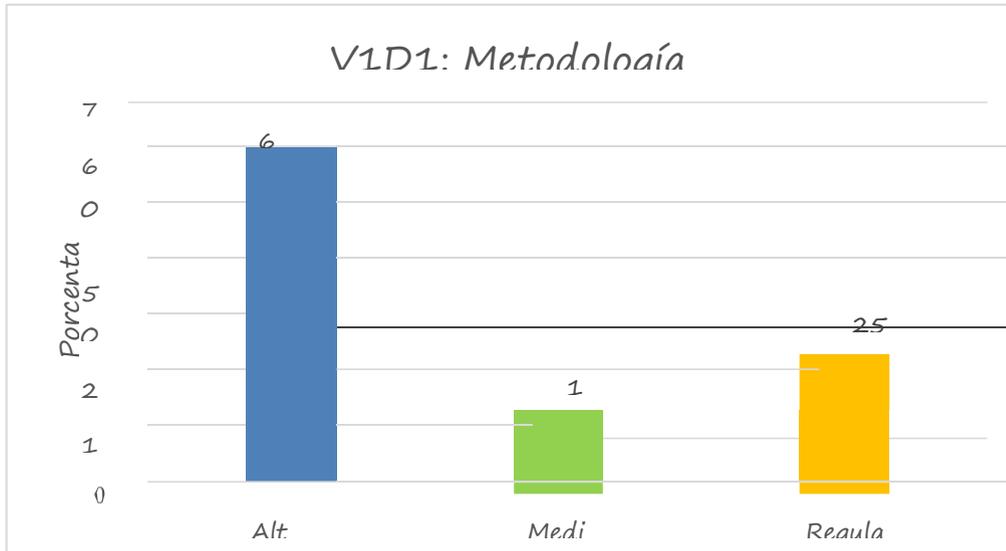
Variable: Lean Manufacturing

Dimensión 1: Metodología 5'S

Tabla 14 Dimensión Metodología 5'S - análisis descriptivo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido
Válido	Alto	24	60,0	60,0
	Medio	6	15,0	15,0
	Regular	10	25,0	25,0
	Total	40	100,0	100,0

Figura 6 Dimensión Metodología 5´S - análisis descriptivo



Nota: De acuerdo a encuesta en empresa Ingeniería y Servicios JRRC SRL, estos valoran la Metodología 5´S con 60% valor alto de la organización, con 15% valor medio y 25% valor regular, aspecto a mejorar en la empresa que brinda servicios rectificación.

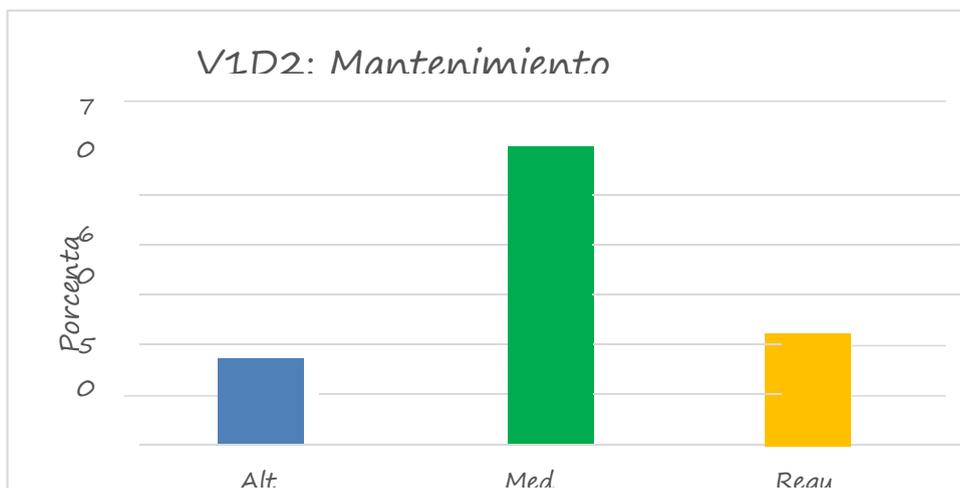
Variable: Lean Manufacturing

Dimensión 2: Mantenimiento productivo total

Tabla 15 Dimensión Mantenimiento productivo total - análisis descriptivo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido
Válido	Alto	7	17,5	17,5
	Medio	24	60,0	60,0
	Regular	9	22,5	22,5
	Total	40	100,0	100,0

Figura 7 Dimensión Mantenimiento productivo total - análisis descriptivo



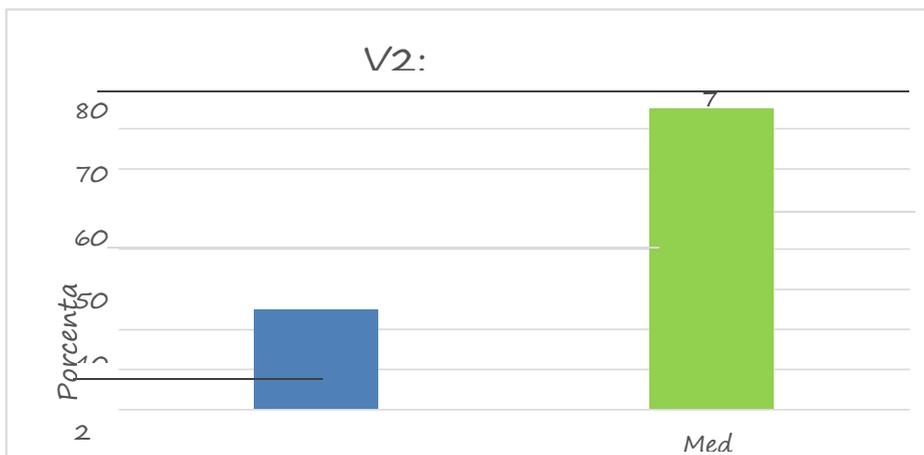
Nota: De acuerdo a encuesta en empresa Ingeniería y Servicios JRRC SRL, estos valoran el mantenimiento productivo total, con 17.5% valor alto de la organización, con 60% valor medio y 22.5% valor regular, aspecto a mejorar en empresa que brinda servicios rectificación.

Variable: Productividad

Tabla 16 Variable Productividad - análisis descriptivo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido
Válido	Alto	10	25,0	25,0
	Medio	30	75,0	75,0
	Total	40	100,0	100,0

Figura 8 Variable Productividad - análisis descriptivo



Nota: De acuerdo a encuesta en empresa Ingeniería y Servicios JRRC SRL, estos valoran la variable productividad con 25% valor alto de la organización y con 75% valor medio, considerando que la productividad es aprobada por los encuestados.

4.2. Análisis inferencial

Hipótesis general: Se plantea si se acepta la hipótesis alterna (H_1) o la Hipótesis nula (H_0)

Se procede aplicar la prueba de normalidad

Tabla 17 Hipótesis general - prueba de normalidad

Pruebas de normalidad				
Estadístico	Kolm	orov-Smirn	va	Shapiro-Wilk
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico gl Sig.

V1: Lean Manufacturing	,193	40	,001	,878	40	,000
V2: Productividad	,151	40	,023	,955	40	,013

Se valida la Hipótesis general alterna (H_1): La aplicación del Lean Manufacturing mejora la productividad del proceso de rectificación de motores de combustión interna en la empresa Ingeniería y Servicios JRRC SRL, Piura 2021.

Nota: Según prueba normalidad efectuada, se aprecia en la tabla 17, que considerando a Shapiro-Wilk (encuesta menor a 50 personas), donde el valor de significancia es menor a $< 0,05$, se confirma la hipótesis alterna (H_1).

Como se valida la hipótesis alterna (H_1) mediante la prueba de normalidad, se procede a realizar la prueba de correlación de las variables del Rho de Spearman, pero antes se detalla la tabla de valores de Spearman a aplicarse a los resultados.

Tabla 18 Valores del Rho de Spearman

RANGO	RELACIÓN
-0.91 a -1.00	Correlación negativa perfecta
-0.76 a -0.90	Correlación negativa muy fuerte
-0.51 a -0.75	Correlación negativa considerable
-0.11 a -0.50	Correlación negativa media
-0.01 a -0.100	Correlación negativa debil
0.00	No existe Correlación
+0.01 a +0.10	Correlación positiva debil
+0.11 a +0.50	Correlación positiva media
+0.51 a +0.75	Correlación positiva considerable
+0.76 a +0.90	Correlación positiva muy fuerte
+0.91 a +1.00	Correlación positiva perfecta

Fuente: Contreras y Ramírez(2019)

Tabla 19 Hipótesis general. correlación Spearman

		V1: Lean Manufacturing	V2: Productividad
Rho de Spearman	V1: Lean Manufacturing	Coefficiente de correlación	1,000
		Sig. (bilateral)	,002
		N	40
	V2: Productividad	Coefficiente de correlación	,482**
		Sig. (bilateral)	,002
		N	40

Nota: Correlación Spearman Rho = 0,482 tabla 19, el valor de la correlación entre variables consideradas con correlación positiva media, validando la hipótesis general.

Hipótesis específica 1: Se plantea si se acepta la hipótesis alterna (H_1) o la Hipótesis nula (H_0)

Hipótesis específica 1 alterna (H_1): La aplicación del Lean Manufacturing mejora la eficiencia del proceso de rectificación de motores de combustión interna en la empresa Ingeniería y Servicios JRRC SRL, Piura 2021.

Hipótesis específica 1 nula (H_0): La aplicación del Lean Manufacturing no mejora la eficiencia del proceso de rectificación de motores de combustión interna en la empresa Ingeniería y Servicios JRRC SRL, Piura 2021.

Se procede aplicar la prueba de normalidad

Tabla 20 Hipótesis específica 1 - Prueba de normalidad

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
V1: Lean Manufacturing	,257	40	,000	,845	40	,000
V2D1: Eficiencia	,151	40	,023	,955	40	,113

a. Corrección de significación deLilliefors

Nota: De acuerdo a la prueba de normalidad efectuada de la hipótesis general, se aprecia en la tabla 22, que considerando a Shapiro-Wilk (encuesta menor a 50 personas), donde el valor de significancia es menor a $< 0,05$, por lo que se confirma que se considera la hipótesis específica 1 alterna (H_1), que existe una relación entre la Lean Manufacturing y Eficiencia.

Como se valida la hipótesis específica 1 alterna (H_1) mediante la prueba de normalidad, se procede a realizar la prueba de correlación de las variables del Rhode Spearman, pero antes se detalla la tabla de valores de Spearman a aplicarse a los resultados.

Tabla 21 Hipótesis específica 1 - Correlación Spearman

		V1: Lean Manufacturing	V2D1: Eficiencia
Rho de Spearman	V1: Lean Manufacturing	Coefficiente de correlación	1,000
		Sig. (bilateral)	.
		N	40
	V2D1: Eficiencia	Coefficiente de correlación	,296
		Sig. (bilateral)	,003
		N	40

Nota: de acuerdo a correlación de Spearman $Rho = 0,296$ lo que según tabla 20, el valor de la correlación entre Lean Manufacturing y Eficiencia es correlación positiva media, validando la hipótesis específica 1.

Hipótesis específica 2: Se plantea si se acepta la hipótesis alterna (H_1) o la Hipótesis nula (H_0)

Se procede aplicar la prueba de normalidad

Tabla 22 Hipótesis específica 2 - prueba de normalidad

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
V1: Lean Manufacturing	,219	40	,000	,872	40	,000
V2D2: Eficacia	,151	40	,023	,955	40	,011

Se valida Hipótesis específica 2 alterna (H_1): La aplicación del Lean Manufacturing mejora la eficacia del proceso de rectificación de motores de combustión interna en la empresa Ingeniería y Servicios JRRC SRL, Piura 2021.

Nota: De acuerdo a la prueba de normalidad efectuada de la hipótesis general, se aprecia en la tabla 22, que considerando a Shapiro-Wilk (encuesta menor a 50 personas), donde el valor de significancia $< 0,05$, se confirma validez la hipótesis específica 2 alterna (H_1).

Como se valida la hipótesis específica 2 alterna (H_1) según prueba normalidad, se procede a realizar prueba correlación de variables del Rho de Spearman, pero antes se detalla la tabla de valores de Spearman a aplicarse a los resultados.

Tabla 23 Hipótesis específico 2 - Correlación de Spearman

		V1: Lean Manufacturing	V2D2: Eficacia
Rho de Spearman	V1: Lean Manufacturing	Coeficiente de correlación	,427
		Sig. (bilateral)	,014
		N	40
	V2D2: Eficacia	Coeficiente de correlación	,427
		Sig. (bilateral)	,014
		N	40

Nota: de acuerdo a correlación de Spearman $Rho = 0,427$ lo que según tabla 20, el valor

de la correlación entre Lean Manufacturing y Eficacia tiene correlación positiva media, validando la hipótesis específica 2.

4.3. Resultados por objetivos

Objetivo general: Aplicar *lean manufacturing* para mejorar la productividad en el proceso de rectificación de motores de combustión interna en la empresa Ingeniería y Servicios Jrrc S.R.L, Piura – 2021.

Teniendo en cuenta aplicar Lean Manufacturing con Metodología 5´S, para mejorar productividad del proceso rectificación motores, se detalla en tabla 24 los procesos de rectificación, tabla 25 las maquinarias instaladas en la empresa Ingeniería y Servicios JRRRC SRL, y en la figura 8 (pág. 42) flujo grama del proceso de rectificación.

Tabla 24 *Procesos de rectificación*

No.	Rectificación y reconstrucción
1	Culata
2	Block de cilindros
3	Cigüeñal
4	Brazo de biela

Elaboración propia

Tabla 25 *Maquinaria en empresa Ingeniería y Servicios JRRRC SRL*

No.	Nombre de la maquinaria	Cantidad	Área de ubicación
1	Torno	2	Área de Torno
2	Rectificadora de cilindros	2	Área de cilindros
3	Rectificadora de superficies planas	1	Área de cabezote
4	Pruebas hidrostáticas	1	Área de cabezote
5	Prensa	2	Área de cabezote
6	Rectificadora de cigüeñales	1	Área de cigüeñal
7	Bruñidora	3	Área de pulidora de cilindros
8	Soldadora	1	Área de asentamiento de motor
9	Compresor	2	Área de asentamiento de motor
10	Alineadora de bielas	2	Área de cabezote
11	Rectificadora de Ángulos	1	Área de cabezote

12	Cepilladora	1	Área de cabezote
13	Rectificadora de alojamientos y	1	Área de pulidora de cilindros
14	Bocines de biela. Máquina térmica	1	Área de asentamiento de motor

Elaboración propia

El objetivo específico 1 fue: Determinar cómo la implementación del lean manufacturing mejora eficiencia del proceso rectificación motores de combustión interna en la empresa Ingeniería y Servicios Jrrc S.R.L, Piura – 2021.

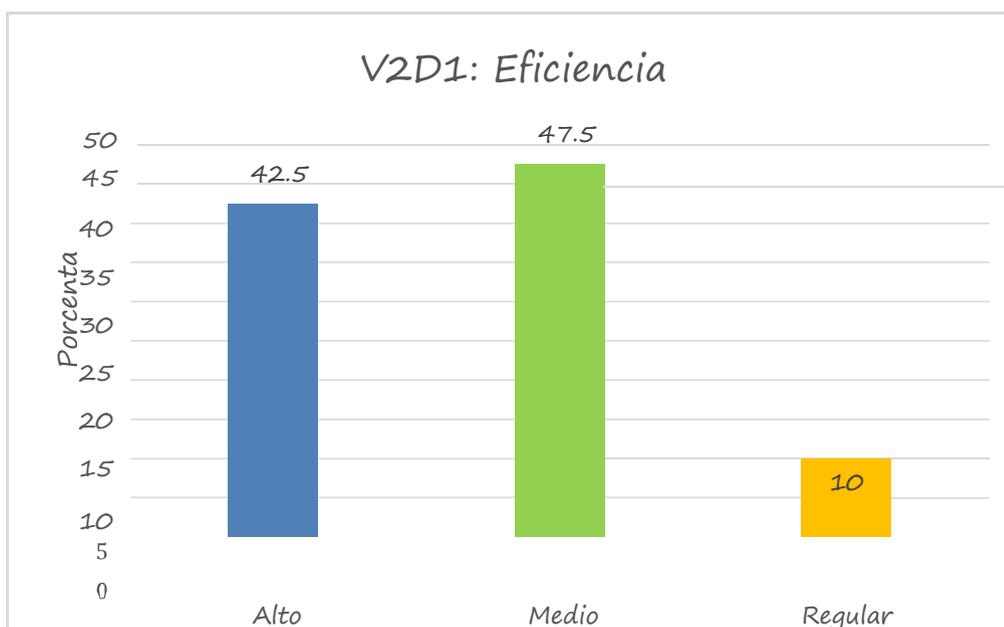
Variable: Productividad

Dimensión 1: Eficiencia

Tabla 26 Dimensión Eficiencia - Análisis descriptivo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido
Válido	Alto	17	42,5	42,5
	Medio	19	47,5	47,5
	Regular	4	10,0	10,0
	Total	40	100,0	100,0

Figura 9 Dimensión Eficiencia - análisis descriptivo



Nota: De acuerdo a encuesta realizada a los trabajadores de la empresa Ingeniería

y Servicios JRRC SRL, estos valoran la eficiencia con 42.5% valor alto de la organización, con 47.5% valor medio y 10% valor regular, aspecto a mejorar empresa que brinda servicios rectificación.

Tabla 27 *Análisis de productividad*

	Antes	Después	Porcentaje de mejora
Eficiencia	89.74%	93.75%	4.47%
Eficacia	88.90%	91.70%	3.15%
Productividad	79.78%	85.97%	7.76%

Elaboración propia

A continuación, en tabla 27 resultados de incremento de Eficiencia, Eficacia y productividad, después de aplicar la metodología 5'S y el TPM en el taller de rectificación de la empresa Ingeniería y Servicios JRRC SRL

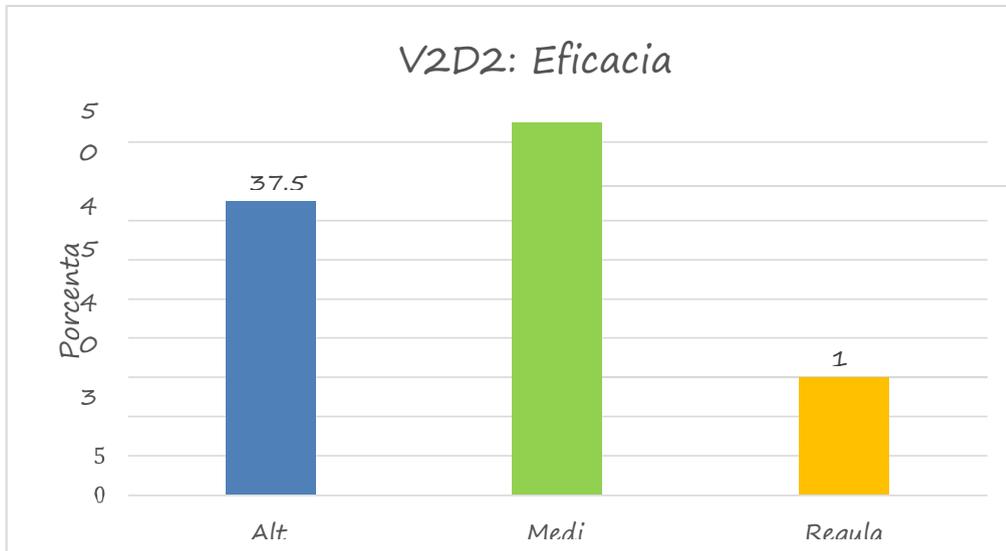
Objetivo específico 2: Determinar cómo la implementación del lean manufacturing mejora eficacia del proceso rectificación de motores combustión interna en empresa Ingeniería y Servicios Jrrc S.R.L, Piura – 2021.

Variable: Productividad Dimensión 2: Eficacia

Tabla 28 *Dimensión eficacia - Análisis descriptivo*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido
Válido	Alto	15	37,5	37,5
	Medio	19	47,5	47,5
	Regular	6	15,0	15,0
	Total	40	100,0	100,0

Figura 10 Dimensión Eficacia- análisis descriptivo



Nota: De acuerdo a encuesta en empresa Ingeniería y Servicios JRRC SRL, estos valoran la eficacia con 37.5% valor alto de la organización, con 47.5% valor medio y 15% valor regular, aspecto a mejorar en la empresa que brinda servicios rectificación.

4.4. Implementación de mejora

Metodología del mantenimiento productivo total

Decisión de introducir el TPM en el área de producción: Se realizó una reunión con alta dirección y se elaboró cronograma para aplicar TPM. Se determinaron pasos a implementarse próximos dos años. Se confirmó el visto bueno de gerente producción, gerente operaciones y jefe calidad para plan piloto.

Lanzamiento de campaña educacional: Charlas se realizaron dos veces al día de 15 min cada una, antes de empezar labores productivas y otra justo antes de la salida. En la Tabla 29 se muestra los resultados de la evaluación efectuada al personal de área de rectificación.

Tabla 29 Resultado de evaluación antes y después de capacitación

Operarios	Antes		Después	
	Total	Evaluación	Total	Evaluación
Anastasio Campos.	18	Normal	33	Excelente
Junior Ubillus C.	11	Malo	27	Normal
Jesús Abad.	13	Malo	28	Normal

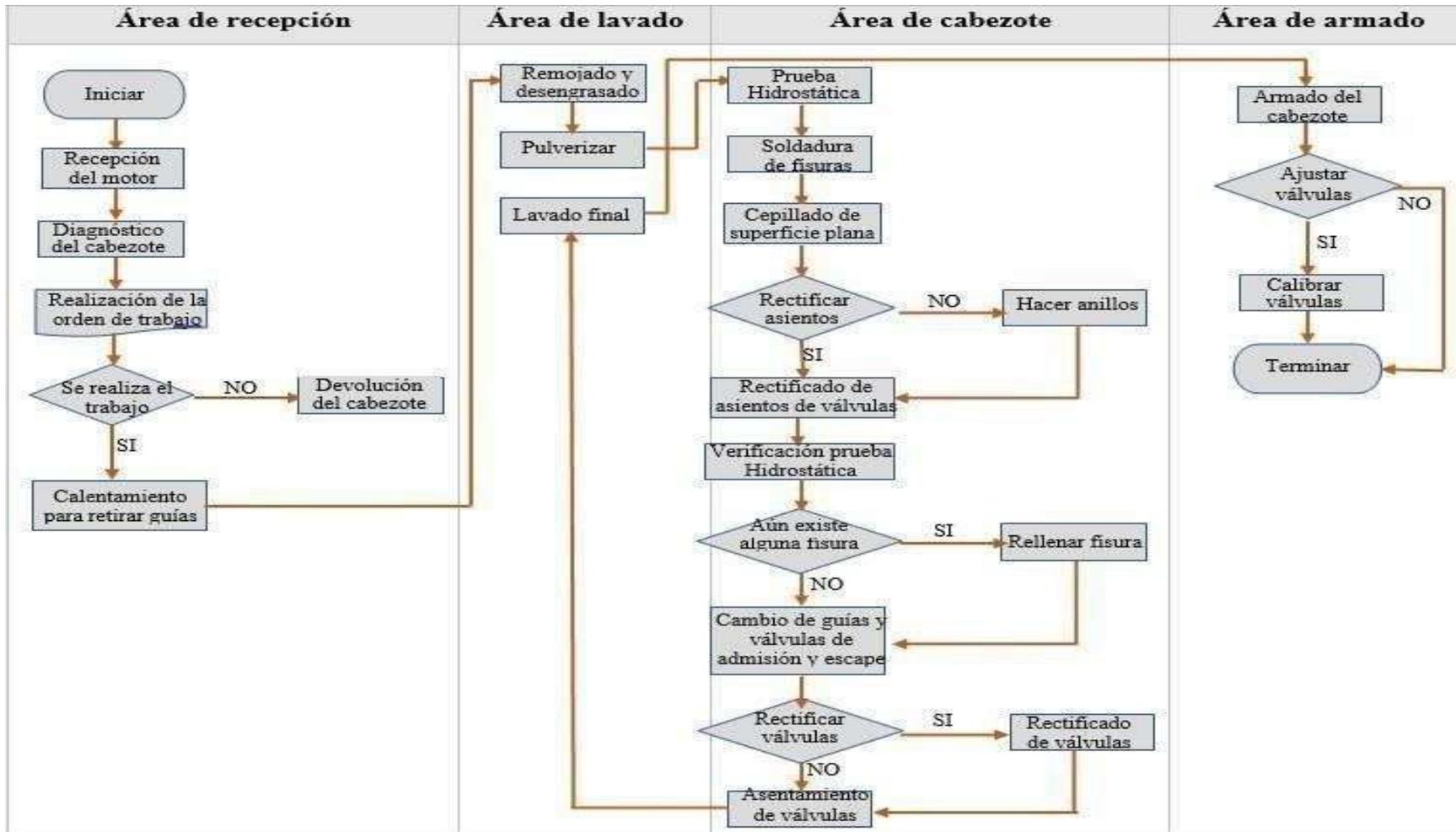
Elvis Vilela.	11	Malo	27	Normal
Melquin Abad.	11	Malo	27	Normal
Pedro Guerrero.	10	Malo	26	Normal
Jorge Vilela.	13	Malo	30	Excelente
Johan Cruz.	17	Normal	33	Excelente
Gaby Ubillus C.	12	Malo	25	Normal
Daniel Gonza C.	10	Malo	22	Normal

Nota. Registros de Capacitación de personal.

Organización para promover el TPM: Se asignó una responsabilidad a cada uno de los trabajadores de la empresa, dentro de ellos: el técnico eléctrico en base a su experiencia y adaptabilidad dirija el proyecto, el técnico mecánico sería el segundo al mando quien y ejecute el análisis interno de la maquinaria involucrada al proceso, respecto a los operarios de cada maquinas designada, estarían a cargo de los equipos, en el caso de la operación de del proceso de rectificaciones, donde laboran 10 trabajadores, se propuso que los trabajadores serían responsables de todas las máquinas a su cargo que en un inicio el mantenimiento eran responsabilidad del técnico mecánico. Sus actividades iniciales serían de limpieza, lubricación e inspección del mismo equipo, de tal forma que el trabajador conozca le estructura de la máquina que tiene a cargo con la finalidad de tratar de mejorar sus actividades.

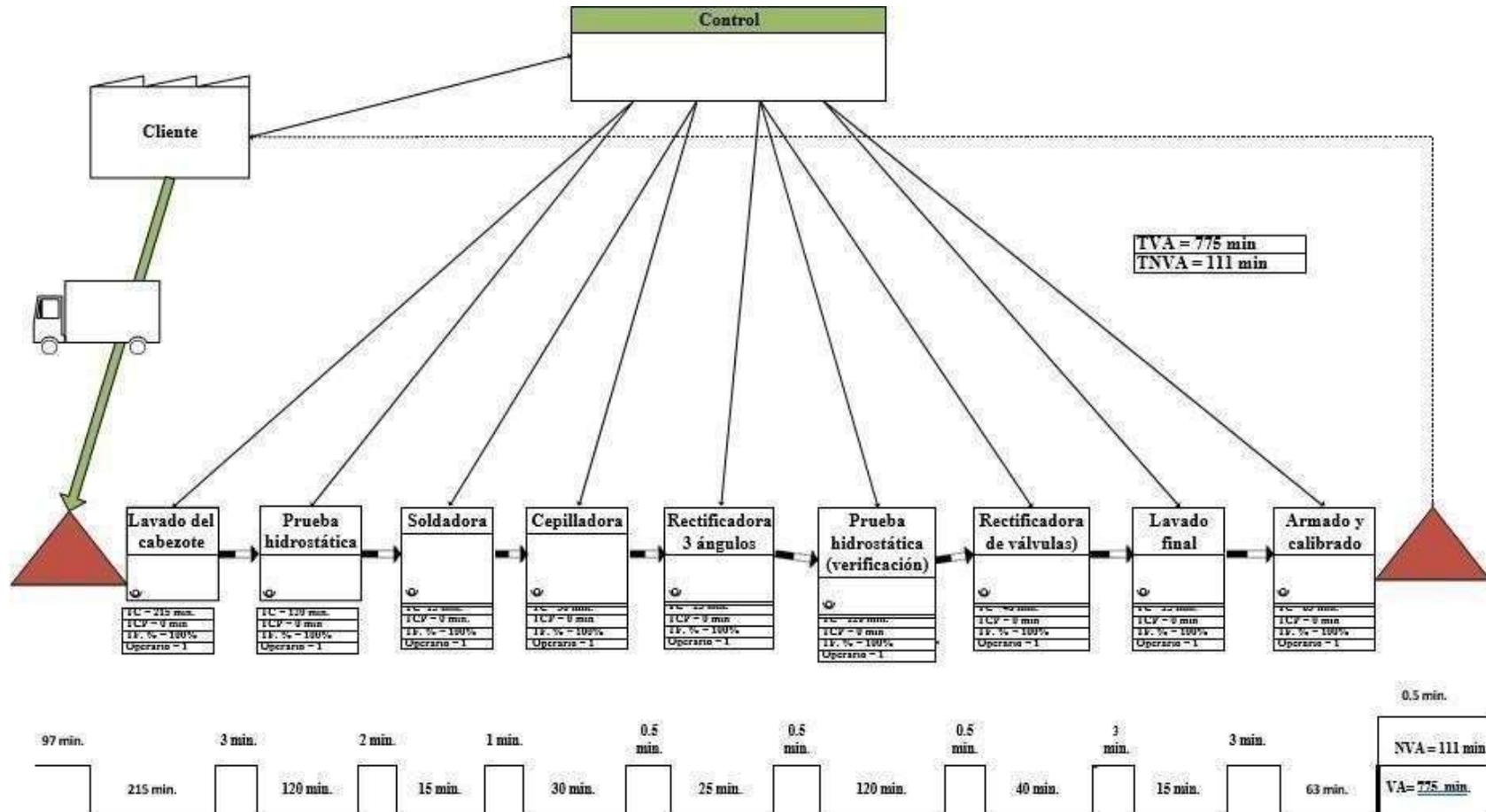
Establecer políticas y metas para el TPM: En la primera reunión de todos los colaboradores, se plantearon los objetivos y metas para que se fijen como guías durante toda la aplicación de la técnica, estos objetivos serán revaluados cada cierto tiempo a medida que se vayan cumpliendo y de esa manera plantearse metas superiores.

Figura 11 Flujograma de proceso de rectificación



Elaboración propia

Figura 12 Mapa de valor del actual proceso



Elaboración propia

Tabla 30 Diagrama de análisis de operaciones en proceso rectificado

Diagrama de análisis de operaciones						
MICROEMPRESA: Ingeniería y Servicios Jrcc S.R.L. ÁREA EN ESTUDIO: Culata o cabezote. SUJETO DEL DIAGRAMA: Rectificador delaculata.	Resumen por:		METODOLOGIA ACTUAL			
			Número	Distancia (m)	Tiempo (min)	
	Operación	1	--	507min.		
	Transporte	1	67 m.	25 min.		
	Control	5	--	63 min.		
	Demora	3	--	180min.		
	Almacenamiento	1	--	--		
Indicaciones cuantitativas	Total		67 m.	775 min. 12.92 Horas.		
Descripción		Actividad			Distancia (metros)	Tiempo (minutos)
		○	→	◐		
1	Recepción del cabezote	○				10 min.
2	Diagnóstico del cabezote	○				37 min.
3	Determinar superficies componentes y	○				30 min.
4	Efectuar orden de trabajo	○				15 min.
5	Traslado mesa de trabajo		→		2 m.	2 min.
6	Mantenimiento guías viejas	○				15 min.
7	Envío a tina de lavado		→		16 m.	5 min.
8	Desengrasar el cabezote	○				180 min.
9	Lavado			◐		20 min.
10	Pulverizado	○				15 min.
11	Mover a máquina de pruebas hidrostática		→		10 m.	3 min.
12	Prueba hidrostática	○				30 min.
13	Proceso p resión y altas temperaturas			◐		90 min.
14	Traslado a equipo soldador		→		5 m.	2 min.

15	Soldar fisuras							15 min.
16	Enviar a cepilladora.						3 m.	1 min.
17	Cepillar superficie plana.							25 min.
18	Medir superficie plana.							5 min.
19	Enviar a rectificadora tres ángulos.						2 m.	2 min.
19	Rectificar asientos de válvulas.							25 min.
20	Enviar máquina pruebas Hidrostáticas.						2 m.	1 min.
21	Prueba hidrostática.							30 min.
22	Verificar de prueba Hidrostática.							20 min.
23	Someter presión y altas temperaturas.							70 min.
24	Enviar a rectificadora de Válvulas.						2 m.	1 min.
25	Cambiar guías, rectificado y Asentar válvulas.							40 min.
26	Llevar a tina de lavado.						10 m.	3 min.
27	Lavar proceso final.							10 min.
28	Pulverizar							5 min.
29	Enviar a mesa armado.						10 m.	3 min.
30	Armado del cabezote.							40 min.
32	Calibrado válvulas.							20 min.
33	Medir calibrado.							3 min.
34	Trasladar a recepción para su Respectiva entrega.						5 m.	2 min.
35	Cabezote finalizado							0 min.
TOTAL		15	11	5	3	1	67 m.	775 min.

Elaboración propia

Implantación preliminar de las (5S): La implantación, respecto a los programas de higiene y limpieza elaborados, tuvo como herramienta a la metodología 5S.

Proceso I – Clasificar: formato de clasificación de elementos en área de rectificación, con el detalle de sus observaciones.

Tabla 31 Clasificación de elementos en área de trabajo

Clasificación de elementos en área de trabajo.					
Departamento: Producción.				Fecha: 14/05/2022	
N.-	Elementos.	Valoración.			Observaciones.
		Imprescindible	Prescindible	Innecesario	
5	Botella plástica			X	Sobre ciertas máquinas o en mesas de trabajo.
3	Orejas 3M	X			No son ubicadas en sus respectivos lugares.
4	Desechos de comida			X	Sobre mesas de trabajo o debajo de ellas.
1	Grúa manual hidráulica		X		Mala ubicación puede producirse un accidente.
3	Materiales	X			No se ubican en un correcto lugar.
6	Block		X		En lugar inadecuado, ocupan espacio.
3	Cables			X	Se encuentran sobre la mesa de trabajo y en mal estado.
2	Herramientas	X			En lugar inadecuado, sobre máquinas o en el suelo.
2	Guantes de cuero	X			En lugar inadecuado, sobre máquinas o en el suelo.
2	Caja de herramientas	X			En lugar inadecuado, sobre máquinas o en el suelo.
1	Ficha técnica	X			Sobre máquina de trabajo.
2	Cartón			X	En el suelo en los costados de máquinas.
5	Cigüeñas			X	Mala ubicación, ocupan Espacio.
1	Llave inglesa y martillo		X		En lugar inadecuado, sobre Máquinas o en el suelo.
1	Volante de inercia			X	Mala ubicación, ocupan Espacio.
1	Caneca de gasolina		X		En lugar inadecuado.
1	Mascareta de soldar		X		Sobre máquina de trabajo.
20	Objetos de bodega			X	Todo en desorden, objetos En el suelo uno encima de otro.

Seleccionados los debidos procesos de que se ubican en un lugar no adecuado, se procede a elaborar la tarjeta roja sobre acciones en las diversas herramientas, confinalidad de mejorar el proceso de rectificación en la empresa Ingeniería y ServiciosJRRC SRL

Figura 13 Tarjeta roja de equipo innecesario

TARJETA ROJA.	
Fecha: lunes, 22 de Abril del 2022	Código: 0015
Descripción: Desechos generados en el área de rectificado	
Responsable: Tecnólogo Joaquín Ramírez	
-----	-----
Fecha: Lunes 22 de abril del 2022	Código: 0015
Categoría.	
Accesorios o herramientas. Cubetas, recipientes. Equipo de oficina. Instrumentos de medición. Desechos (botellas, cartones, periódicos, fundas) Maquinaria. Insumos. <p style="text-align: center;">Empaquetadura</p> Producto final. Producto en desarrollo. Reparación. Otro (especifique): -----	
Argumento	
Dañino. Incorrecto. Descompuesta. Desperdicio. Innecesario. No es útil por ahora. Desconocimiento de su uso. Otro (especifique): -----	
Encargado: Tecnólogo Daniel León	
Destino final: jefe de área Tecnólogo Joaquín Ramírez	
Fecha: lunes 22 de Abril del 2022	

Elaboración propia

A continuación, en el anexo 5, se detallan todos los elementos que deben detener medidas correctivas, como reubicar de lugares o son desperdicios.

Tabla 32 Acciones correctivas - elementos con tarjeta roja

Tomar acciones correctivas a elementos que Contienen tarjeta roja.				
ELEMENTOS.	COLOR DE TARJETA.	FECHA.	ÁREA.	ACCIÓN.
Botella plástica	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Desperdicio
Orejas 3M	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Ubicar en un lugar adecuado
Desechos de comida	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Desperdicio
Grúa manual hidráulica	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Ubicar en lugar adecuado
Materiales	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Ubicar en lugar adecuado
Block	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Ubicar en lugar adecuado
Cables	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Cambiar conexiones
Herramientas	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Ubicar en lugar adecuado
Guantes de cuero	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Ubicar en lugar adecuado
Caja de herramientas	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Ubicar en lugar adecuado
Block	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Ubicar en lugar adecuado
Ficha técnica	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Ubicar en documentos
Cartón	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Desecho
Herramientas y desechos	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Ubicar en lugar adecuado y desechar
Cigüeñales	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Ubicar en lugar adecuado
Llave inglesa y martillo	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Ubicar en lugar adecuado
Volante de inercia	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Ubicar en lugar adecuado
Material	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Ubicar en lugar adecuado

Materiales y cartón	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Ubicar en lugar adecuado y desechar
Caneca de gasolina	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Ubicar en lugar adecuado
Mascareta	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Ubicar en lugar adecuado
Documentos y orejeras	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Ordenar y ubicar en lugar adecuado
Objetos de bodega	Tarjeta Roja	22/02/2021	Rectificado	Ordenar

Elaboración propia

Determinado los equipos en lugares innecesarios, se procede a destacar las acciones a considerar de los equipos y las medidas a considerarse en la tabla siguiente (ver tabla 33).

Tabla 33 *Lista de elementos necesarios*

Lista de elementos necesarios.		
Descripción del elemento	Cantidad	Medida a considerar
Orejeras 3M	3	Cambio de lugar
Grúa manual hidráulica	1	Cambio de lugar
Herramientas	2	Cambio de lugar
Guantes de cuero	2	Cambio de lugar
Caja de herramientas	2	No hay medida
Ficha técnica	1	Cambio de lugar
Llave inglesa y martillo	1	Cambio de lugar
Material	3	No hay medida
Mascareta de soldar	1	Cambio de lugar

Elaboración propia

Proceso II - Orden

En la tabla 16 (ver pág. 50) se dan a conocer materiales, herramientas entre otros, dependiendo a su utilización, y se encuentren ordenados en la rectificadora, para surápida ubicación.

Tabla 34 *Ubicación adecuada de elementos*

MATERIAL.	FRECUENCIA DE USO.	UBICACION.
Galgas de espesores	Se utiliza varias veces al día	Estantería de herramientas de medición
Micrómetro	Se utiliza varias veces al día	Estantería de herramientas de medición
Calibre pie de rey	Se utiliza pocas veces al día	Estantería de herramientas de medición
Reloj comparador	Se utiliza varias veces al día	Estantería de herramientas de medición
Regla	Se utiliza pocas veces al día	Estantería de herramientas de medición
Metro	Se utiliza constantemente	Estantería de herramientas de medición
Aceitera	Pocas veces al día	Mesas de trabajo
Juego de rimas	Una vez a la semana	Estantería de herramientas
Juego de brocas	Una vez a la semana	Estantería de herramientas
Prensa	Dos a tres veces a la semana	Mesa de trabajo
Juego de brocas de centrado y avellanado	Una vez a la semana	Repisa de la rectificadora de tres puntos
Juego de fresas	Una o dos veces al mes	Estantería de herramientas
Esmeril de banco	Una o dos veces a la semana	Mesa de trabajo
Guantes de látex	Se utiliza constantemente	Equipo de protección personal
Gafas industriales	Se utiliza constantemente	Equipo de protección personal
Mascareta de soldar	Se utiliza una vez al día	Área de soldadura
Guantes de cuero	Se utiliza una vez al día	Área de soldadura
Caneca de gasolina	Se utiliza una vez a la semana	Área de lavado
Carpeta de fichas Técnicas	Se utiliza constantemente	Cajón de documentos
Escobas	Se utiliza dos veces al día	Área de rectificado
Tachos	Se utiliza constantemente	Área de rectificado
Martillo	Dos veces al día	Estantería de herramientas
Combo	Dos veces al día	Estantería de herramientas
Juego de llaves	Dos veces al día	Estantería de herramientas

Elaboración propia

En el anexo 6 se aprecia el pre y post de evidencias del orden de los equipos en el taller de rectificación.

Proceso III - Limpieza

Después de haberse cumplido con los primeros procesos del Lean Manufacturing 5´S, con la eliminación de los desperdicios y efectuar un orden de los equipos y herramientas en el taller, se procede a realizar un control de limpieza.

Tabla 35. *Control de limpieza por el personal*

Proceso IV – Estandarización

Aplicadas las tres primeras S como es clasificar, orden y la limpieza, estas deben estar siempre mantenidas por el personal del área de rectificado, para lograr mantener las tres primeras S se elaboró un cuadro del ciclo que debe de cumplirse y se detalla en la tabla

Tabla 35 *Cronograma de trabajo 3´S*

Proceso	Horario de Inicio.	Frecuencia.	Días a cumplirse
1. Aplicar técnica de tarjetas rojas.	8:00	Diario	Lunes a viernes
2. Verificar indicadores de Localización.	8:30	Una vez a la semana	Lunes
3. Verificar indicadores de elemento.	15:30	Una vez a la semana	Miércoles
4. Realizar limpieza del Pasillo del taller	16:50	Diario	Lunes a viernes
5. Desengrasar piso del taller	16:50	Diario	Lunes a viernes
6. Desengrasar mesas de trabajo.	16:50	Diario	Lunes a viernes

Elaboración propia

PROCESO V- MANTENER LA DISCIPLINA

Establecidas las 4´S, se debe de continuar con establecer todo el proceso de seguimiento para que la implementación de las 4´S se mantenga en forma ordenada en la empresa Ingeniería y Servicios JRRC SRL, se desarrollará un

formato de planificación de limpieza mensual, que debe ser cumplido por los trabajadores del área de rectificación, en todos los turnos establecidos.

Tabla 36 Planificación de limpieza mensual

Planificación de limpieza en mes: junio 2022			CÓDIGO: 025
Actividad Total	Día	Fecha	Horario
Limpieza máquinas	Viernes	03/06/2022	16:00 – 17:00
Limpieza pasillos	Viernes	10/06/2022	16:00 – 17:00
Limpieza del área de lavado	Viernes	17/06/2022	16:00 – 17:00
Limpieza de mesas	Viernes	24/06/2022	16:00 – 17:00
Limpieza de pisos, mesas, máquinas, herramientas y área de lavado.	Diario	Todo el mes	16:50 – 17:00

Elaboración propia

Tabla 37 Ficha de registro de servicio de rectificación de motores

Ingeniería y Servicios Jrcc S.R.L.		Registro de rectificaciones de motores				Aprobado por:	
		Formato - 004				Realizado por: D. Gonza	
						Fecha: Jun-2021	
Fecha de llegada	Modelo de motor	Tipo de servicio	Trabajadores asignados	Tiempo estimado de servicio.	Tiempo real de servicio	Imprevistos	
	toyota	reparacion completa	Anastasio Campos M. Júnior Sánchez C Johan Cruz U. Jesús Abad H.	3 horas	5 horas	Repuestos no a tiempo desorden de area de trabajo confusion de herramientas falta de comunicación entre trabajadores	
	Nissan	Reparacion de culata	Jesús Abad H. Elvis Vilela B.	2 horas	3 horas	desorden de area de trabajo confusion de herramientas Repuestos no a tiempo desorden de area de trabajo confusion de herramientas falta de comunicación entre trabajadores	
	Mitsubishi L200	Rec.de cilindros	Anastasio Campos M.	2 horas	4 horas	Repuestos no a tiempo desorden de area de trabajo confusion de herramientas falta de comunicación entre trabajadores	
	toyota 1 KD	reparacion completa	Anastasio Campos M. Júnior Sánchez C Johan Cruz U. Jesús Abad H.	3 horas	5 horas	Repuestos no a tiempo desorden de area de trabajo confusion de herramientas falta de comunicación entre trabajadores	
	Chevrolet	reparacion completa	Anastasio Campos M. Júnior Sánchez C Johan Cruz U. Jesús Abad H.	3 horas	5 horas	Repuestos no a tiempo desorden de area de trabajo confusion de herramientas falta de comunicación entre trabajadores	
	Volvo 102	reparacion completa	Anastasio Campos M. Júnior Sánchez C Johan Cruz U. Jesús Abad H.	12 horas	16 horas	desorden de area de trabajo confusion de herramientas falta de comunicación entre trabajadores	
	Volkswag	reparacion	Anastasio Campos M. Júnior Sánchez C Johan Cruz U.	5 horas	8 horas	maquina de cilindros averiada desorden de area de trabajo confusion de herramientas	

	en	completa	Jesús Abad H.			falta de comunicación entre trabajadores
	toyota kz	reparación	Jesús Abad H.	3 horas	5 horas	retrasos por averías de maquinaria desorden de área de trabajo confusión de herramientas y materiales
		culata				falta de comunicación entre trabajadores
	Mercedes Benz	reparación completa	Anastasio Campos M.	6 horas	10 horas	Repuestos no a tiempo
Júnior Sánchez C			desorden de área de trabajo			
Johan Cruz U.			confusión de herramientas			
Jesús Abad H.			falta de comunicación entre trabajadores			
	Kia	reparación completa	Anastasio Campos M.	3 horas	5 horas	Repuestos no a tiempo
Júnior Sánchez C			desorden de área de trabajo			
Johan Cruz U.			confusión de herramientas			
Jesús Abad H.			falta de comunicación entre trabajadores			
	Ford	reparación completa	Anastasio Campos M.	5 horas	5 horas	Repuestos no a tiempo
Júnior Sánchez C			desorden de área de trabajo			
Johan Cruz U.			confusión de herramientas			
Jesús Abad H.			falta de comunicación entre trabajadores			

Elaboración propia

Con finalidad de determinar la eficiencia, eficacia y productividad, se hizo un estudio de campo durante 20 días, usando un cronómetro y un formato establecido en la tabla 23.

Tabla 38 Cuadro de campo de productividad de rectificadora

Días	Eficiencia antes	Eficiencia después	Eficacia antes	Eficacia después	Productividad antes	Productividad después
1	260	249	6720	6214	29120	25788
2	245	234	8640	8134	35280	31723
3	230	219	4800	4294	18400	15673
4	245	234	8640	8134	35280	31723
5	236	225	16320	15814	64192	59303
6	231	221	15360	14854	59136	54712
7	231	221	5760	5254	22176	19352
8	241	231	3840	3334	15424	12836
9	231	221	11520	11014	44352	40568
10	237	226	4800	4294	18960	16174
11	257	246	9600	9094	41120	37285
12	257	246	2880	2374	12336	9733
13	257	246	8640	8134	37008	33349
14	244	232	8640	8134	35136	31451
15	234	223	4800	4294	18720	15959
16	254	243	2880	2374	12192	9615
17	240	230	9600	9094	38400	34860
18	245	235	6720	6214	27440	24338
19	270	260	2880	2374	12960	10287
20	264	254	8640	8100	38016	34290

Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

Objetivo general es: Aplicar lean manufacturing para mejorar laproductividad en el proceso de rectificación de motores de combustión interna en la empresa.

De acuerdo al marco teórico, metodología 5S, es fundamental para la implementación de cualquier aplicación de mejora, y supone el cumplimiento de cinco actividades que tienen como propósito crear una estación de trabajo adecuada para controlar visualmente la productividad de los colaboradores; las cinco actividades son: clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y mantener (Costa y otros, 2018).

Respecto a los resultados del análisis interferencial, la correlación de Spearman con valor $Rho = 0,482$, el valor de la correlación entre variables Lean Manufacturing y Productividad es correlación positiva media, validando la hipótesis general. Asimismo, para la validación de la mejora del proceso de del proceso de rectificación de motores de combustión interna en la empresa Ingeniería y Servicios Jrrc S.R.L, Piura – 2021, aplicando el Lean Manufacturing mediante la metodología 5´S, se desarrollaron las siguientes tablas de respaldo: (1) Procesos de rectificación(ver tabla 26, pág. 44); (2) detalle de toda la maquinaria (ver tabla 27, pág. 44); (3)Flujograma de proceso de rectificación (ver figura 8, pág. 45); (4) Mapa de valor del actual proceso (ver figura 9, pág. 46); (5) Diagrama de análisis de operaciones en proceso de rectificado (ver tabla 28, pág. 47-48). Con respecto al Proceso I – rectificar: (1) Proceso de clasificación de elementos del área de rectificación (ver pág. 49); (2) Tarjeta roja de equipo innecesario (ver figura 10, pág. 50); (3) Acciones correctivas que tienen etiqueta roja (ver tabla 16, pág. 51); (4) Lista de elementos necesarios (vertabla 17, pág. 52). Con respecto al Proceso II – Orden: (1) Ubicación inadecuada de elementos (ver tabla 18, pág. 53), (2) Fotos de elementos en orden (tabla 19, pág.54-55). Con respecto al Proceso III – Limpieza: (1) Control de limpieza por el personal (ver tabla 20, pág. 56), (2) Limpieza área de rectificado (ver tabla 21, pág. 57). Con respecto al Proceso IV – Estandarización (ver tabla 22, pág.58); y finalmente, con respecto al Proceso V – mantener disciplina: (1) Planificación de limpieza mensual (tabla 23, pág.59).

De acuerdo a la comparación con los antecedentes, tenemos a: Mahendran y otros (2018) en su estudio “Analysis of lean manufacturing in an automobile industry - a case study” y se plantearon como objetivo reducir el desperdicio, costo e incrementar la productividad de la industria, donde se aplicó los cuatro factores del lean manufacturing, entre los cuales estaba la 5´S. Método fue descriptivo y explicativo, con metodología de enfoque cuantitativo, dado que se aplica una mejora para la el proceso productivo; como técnica

de recolección se utilizaron registros, como instrumentos utilizaron las metodologías de justo a tiempo, Kanban, mapeo de flujo de valor y gráfico de hombre-máquina. Los resultados indican que, el tiempo que no genera valor agregada se redujo en 28.7%; el tiempo que genera el valor añadido se reduce en 27.84%; también se incrementa la productividad de 7.3%. Concluyendo que la aplicación del lean manufacturing permitió incrementar el valor añadido, y reducir el tiempo desperdiciado. Estos resultados se encuentran con similitud con nuestra tabla 24, donde el incremento de productividad se incrementa en 7.76%, igualmente Mady et al (2020) destacó la importancia del Método 5'S que es una herramienta adecuada para superar la problemática planteada en la empresa rectificadora y mejorar su productividad. Del mismo modo, según Bances (2017) en su tesis "Implementación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el taller metalmecánica Wensay Aceros S.A., Puente Piedra, 2017", concluye que, la implementación del lean manufacturing en la empresa no sólo mejora la productividad, sino también el clima laboral; la eficiencia incrementa en 6.9% y la eficacia incrementó en 15%. Esta investigación es importante dado que se aplican herramientas de lean manufacturing a un taller, que además es una microempresa; esto hace pensar que el modelo puede ajustarse a cualquier tamaño o estructura organizacional de la empresa.

De acuerdo a lo observado, los resultados de los antecedentes se asemejan a nuestros resultados donde la eficiencia se incrementó en 4.47% y la eficacia en 3.15%, lo que demuestra que una aplicación de la Metodología 5'S tiene una implicancia en la mejora de la eficacia y eficiencia en un taller de rectificadora de motores.

Objetivo específico 1 es: Determinar cómo la implementación del lean manufacturing mejora en la eficiencia del proceso de rectificación de motores de combustión interna en la empresa Ingeniería y Servicios Jrrc S.R.L, Piura – 2021.

De acuerdo al marco teórico, la eficiencia según Fontalvo y otros (2017), el concepto de eficiencia hace alusión al uso racional de los recursos, es decir, el alcance de los logros propuestos con la menor cantidad de recursos (tiempo, dinero, energía, etc.). García y otros (2019) expresan que esto puede medirse a través de diversos indicadores, tales como: tiempo de entrega, horas hombre (H-H) en proceso, costo de calidad, etc.

Respecto a las teorías relacionadas al tema de investigación, primero definimos lean manufacturing, según Socconini (2019) "(...) es un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación del desperdicio o excesos, entendiendo como exceso toda

aquella actividad que no agrega valor en un proceso, pero sí costo y trabajo.” (p.20). Respecto a los resultados, se tiene en la prueba de normalidad que el valor de significancia es $< 0,05$, por lo que se validó la relación que la implementación del lean manufacturing mejora la eficiencia del proceso de rectificación de motores de combustión interna en la empresa Ingeniería y Servicios Jrrc S.R.L, igualmente en la correlación de Spearman el valor de Rho fue 0,296 que deduce que hay una correlación positiva media entre variables: lean manufacturing y eficacia del proceso de rectificación de motores. Asimismo, se detalla el cuadro de campo de productividad de rectificadoras (ver tabla 25, pág. 61) y resultados de eficacia (ver tabla 26, pág. 61).

Respecto a los antecedentes, se tiene similitud con las siguientes investigaciones: Príncipe (2018) en su tesis titulada “Aplicación de las Herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la Productividad de la Empresa Inversiones Harod S.A.C, 2018”, su objetivo fue aplicar el lean manufacturing en una empresa manufacturera de cuero. Los resultados indican que, la aplicación del modelo con herramientas 5S y TPM permitió identificar la productividad de la mano de obra y además mejorarla, de igual forma la materia prima; mejorando en 50% y 51%, respectivamente. Concluye que, las herramientas en conjunto mejoraron la productividad de 167.82 und. Por trabajador y por mes a 251.31 und. Por trabajador y por mes. El estudio es importante, dado que aplicó las herramientas de 5S y TPM para mejorar la productividad de la empresa, tal como lo que busca la presente investigación.

Bances (2017) en su tesis los resultados muestran que, se reduce el desperdicio de 42 a 22, se comprobó que la diferencia fue estadísticamente significativa, además también se comprueba el incremento de la productividad con una diferencia de 24% y estadísticamente significativa al 5%. Concluye que, la implementación del lean manufacturing en la empresa no sólo mejora la productividad, sino también el clima laboral; la eficiencia incrementa en 6.9% y la eficacia incrementó en 15%. Esta investigación es importante dado que se aplican herramientas de lean manufacturing a un taller, que además es una microempresa; esto hace pensar que el modelo puede ajustarse a cualquier tamaño o estructura organizacional de la empresa.

De acuerdo a lo observado, los resultados de los antecedentes se asemejan a nuestros resultados donde la eficiencia se incrementó en 4.47%, lo que demuestra que una aplicación de la Metodología 5´S tiene una implicancia en la mejora de la eficacia y eficiencia en un taller de rectificadora de motores., además que la implementación en sus

cinco procesos son claves en el mejor funcionamiento productivo de la empresa Ingeniería y Servicios Jrrc S.R.L

Objetivo específico 2: Determinar cómo la implementación del lean manufacturing mejora de la eficacia del proceso de rectificación de motores de combustión interna en la empresa Ingeniería y Servicios Jrrc S.R.L, Piura
– 2021

De acuerdo al marco teórico, el concepto de eficacia, según Vega y otros (2017) este concepto hace referencia al logro de los objetivos y metas del plan, enfocado a los resultados esperados que se alcanzó. Rojas y otros (2018) señalan que la eficacia puede ser medida a través del nivel del logro de los objetivos respecto a los objetivos programados, o través del nivel de salidas actuales respecto a las salidas deseadas.

Respecto a las teorías relacionadas al tema de investigación, el lean manufacturing, según Socconini (2019) "(...) es un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación del desperdicio o excesos, entendiendo como exceso toda aquella actividad que no agrega valor en un proceso, pero sí costo y trabajo." (p.20).

Respecto a los resultados, se tiene en la prueba de normalidad que el valor de significancia es $< 0,05$, por lo que se validó la relación que la implementación de lean manufacturing mejora de la eficacia del proceso de rectificación de motores de combustión interna en la empresa Ingeniería y Servicios Jrrc S.R.L, igualmente en la correlación de Spearman el valor de Rho fue 0,427 que deduce que hay una correlación positiva media entre variables: lean manufacturing y eficacia del proceso de rectificación de motores. Asimismo, se detalla el cuadro de campo de productividad de rectificadoras (ver tabla 25, pág. 61) y resultados de eficacia (ver tabla 26, pág. 61).

Kishimoto y otros (2019) en su artículo, los resultados mostraron que, el modelo diseñado e implementado después de un mes se observó una mejora en la productividad en 46% aproximadamente, donde la implementación de las 5S fue fundamental para continuar con implementación de otras herramientas Kanban- Con WIP y Heijunka, que funcionan muy bien juntas; puesto que ha permitido priorizar pedidos urgentes, y distribuir la carga de trabajo por igual entre dos estaciones de trabajo. Concluye que los buenos resultados de la implementación piloto demostraron una mejora considerable de la productividad con las herramientas 5S y otras en conjunto. El estudio es importante, dado que confirma la aplicación del lean manufacturing en el Perú, y además que se puede aplicar en las

empresas que funcionan a pedido; también porque se resalta la aplicación de la herramienta 5S para mejorar la productividad de la empresa.

Asimismo, en la investigación de Becerra y otros (2019), los resultados mostraron que el SMED por sí sólo reduce el 11.1% del tiempo, el Kanban por sí mismo reduce 12.9% del tiempo; pero ambas herramientas en forma conjunta reducen un 24% del tiempo; con ello determina que el modelo es válido y es de gran importancia para mejorar los tiempos del proceso productivo. Concluyen que, el modelo propuesto mejora el tiempo en transporte para el proceso productivo, los tiempos de preparación y los tiempos de espera del proceso productivo total. El estudio es importante dado que se da en el entorno de fabricación a pedido, donde además se aplicó las herramientas SMED y Kanban que también buscan aplicarse para solucionar el problema.

De acuerdo a lo observado, los resultados de los antecedentes se asemejan a nuestros resultados donde la eficacia se incrementó en 3.15%, lo que demuestra que una aplicación de la Metodología 5'S tiene una implicancia en la mejora de la eficacia en un taller de rectificadora de motores., además que la implementación en sus cinco procesos son claves en el mejor funcionamiento productivo de la empresa Ingeniería y Servicios Jrrc S.R.L.

VI. CONCLUSIONES

Se logró cumplir el objetivo general que fue aplicar *lean manufacturing* para mejorar la productividad en el proceso de rectificación de motores de combustión interna en la empresa Ingeniería y Servicios Jrrc S.R.L, Piura – 2021, según la correlación de Spearman con valor $Rho = 0,482$, el valor de la correlación entre variables Lean Manufacturing y Productividad es correlación positiva media, asimismo la productividad antes de aplicar mejoras era 0,60 y después de mejora sera 0,81, lo que se generó un incremento de la productividad en un 35% al aplicar el Lean Manufacturing.

El objetivo específico 1 fue determinar cómo la implementación del lean manufacturing mejora en la eficiencia del proceso de rectificación de motores de combustión interna en la empresa Ingeniería y Servicios Jrrc S.R.L, Piura – 2021, según la correlación de Spearman con valor $Rho = 0,296$, el valor de la correlación entre variables Lean Manufacturing y eficiencia es correlación positiva media, asimismo la eficiencia antes de aplicar mejoras era 0,70 y después de mejoras era 0,87, lo que se generó un incremento de la eficiencia en un 19.54% al aplicar el Lean Manufacturing.

Objetivo específico 2: Determinar cómo la implementación del lean manufacturing mejora de la eficacia del proceso de rectificación de motores de combustión interna en la empresa Ingeniería y Servicios Jrrc S.R.L, Piura – 2021, según la correlación de Spearman con valor $Rho = 0,427$, el valor de la correlación entre variables Lean Manufacturing y eficacia es correlación positiva media, asimismo la eficacia antes de aplicar mejoras era 0,87 y después de mejoras era 0,92, lo que se generó un incremento de la eficacia en un 8,75% al aplicar el Lean Manufacturing.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda a la empresa Ingeniería y Servicios Jrrc S.R.L, que periódicamente se realice encuestas al personal de mantenimiento, con finalidad de poder comparar resultados obtenidos con los nuevos, para analizar la nueva relación entre Lean Manufacturing y la productividad en la empresa investigada.

Se recomienda a la empresa Ingeniería y Servicios Jrrc S.R.L, que se continúe con el control de ingresos de motores a ser rectificadas para medirla eficiencia del proceso y comparar resultados, para verificar si se sigue manteniendo procesos adecuados en el rectificado de motores.

Se recomienda a la empresa Ingeniería y Servicios Jrrc S.R.L, que se continúe con el control de ingresos de motores a ser rectificadas para medirla eficacia del proceso y comparar resultados, para verificar si se sigue manteniendo procesos adecuados en el rectificado de motores.

REFERENCIAS

Analysis of lean manufacturing in an automobile industry - a case study.

MAHENDRAN, S, SENTHILKUMAR, A y JEYAPPAUL, R. 2018. 2, 2018, International Journal Enterprise Network Management, Vol. 9.

Application of lean manufacturing techniques to increase on-time deliveries: Case study of a metalworking company with a make-to-order environment in Peru. KISHIMOTO, Kenny, y otros. 2019. 2019. International Conference on Human Interaction and Emerging Technologies. págs. 952-958.

BANCES, Roberto. 2017. Implementación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el taller metalmecánica Wensay Aceros S.A., Puente Piedra, 2017. 2017. (Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo).

Cálculo de indicadores de mantenimiento de los tractores Belarus-892. FERNÁNDEZ, Manuel y SHKILIOVA, Liudmila. 2015. 15, s.l. : La Técnica, 2015, págs. 38-45. 1390-6895.

CASTRO, Katia y ROMERO, Antonio. 2019. Aplicación de Lean Manufacturing en la línea de producción para mejorar la productividad del taller metalmecánica en la empresa EFIMAN SAC, Pacasmayo, 2019. 2019. (Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo).

CAYO, Rocio, y otros. 2018. Proyecto empresarial Checking Car Automotriz. Lima :s.n., 2018.

Cellular manufacturing system selection with multi-lean measures using optimization and simulation. BOCANEGRA, Claudia y OREJUELA, Juan. 2017. 1, Bogotá : Pontificia Universidad Javeriana, 2017, Industrial and systems engineering, Vol. 21.

Comparación de métodos utilizados en la valoración del riesgo biológico. Contreras, Zaida y Ramirez, Pastor. 2019. 2, 2019, Rev Asoc Esp Med Trab, Vol. 28, págs. 83-175.

Determinants of Labor Productivity in MENA Countries. SAMARGANDI, Nahla. 2018. 5, 2018, Emerging Markets Finance and Trade, Vol. 54.

Efectividad, eficacia y eficiencia en equipos de trabajo. ROJAS, Marco, JAIMES, Ludym y VALENCIA, Maria. 2018. 6, s.l. : Revista espacios, 2018, Vol.39. 0798 1015.

Effectuation of lean tool "5S" on materials and work space efficiency in a copper wire drawing micro-scale industry in India. MOHAN, Kshitij y LATA, Surabhi. 2018. 2018. 7th International Conference of Materials Processing and Characterization. Vol. 5, págs. 4678-4683.

Enhancement in productivity by Integration of 5S Methodology and time and motion study. SANGANI, Rushank, KUMAR, Vijaya y KOTTUR, N. 2018. Singapore : s.n., 2018. Proceedings of international conference on.

ESAN. 2017. ¿Cómo aplicar el Lean Manufacturing en las PYMES? Conexión ESAN. [En línea] 5 de Diciembre de 2017. <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2017/12/como-aplicar-el-lean-manufacturing-en-las-pymes/>.

ESPINOZA, Christian. 2017. Implementación de la metodología 5S para mejorar la productividad de la línea de rectificado de motores en la empresa Ferreyros S.A. Lima - 2017. Lima : s.n., 2017. (Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo).

Evaluating 8 pillars of Total Productive Maintenance (TPM) implementation and their contribution to manufacturing performance. ADESTA, E., PRABOWO, H. y AGUSMAN, D. 2018. 2018, Materials Science and Engineering, Vol. 290, págs. 1-9.

Factores claves de éxito en la implementación de Lean Manufacturing en algunas empresas con sede en Colombia. LEÓN, Gonzalo, MARULANDA, Natalia y GONZÁLEZ, Henry. 2017. 1, Nariño : s.n., 2017, Tendencias, Vol. 18.

FUCCI, Tomás. 2016. Haciendo más eficientes los procesos productivos. Los indicadores de eficiencia de los procesos hacia la competitividad y el futuro.. 3, s.l. : Revista del

Departamento de Ciencias Sociales, 2016, Vol. 3, págs. 74-107.

FONTALVO, Tomás, DE LA HOZ, Efraín y MORELOS, José. 2017. 2, La productividad y sus factores: incidencia en el mejoramiento organizacional. s.l.: Dimensión Empresarial, 2017, Vol. 15, págs. 47-60.

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. 2014. Metodología de la Investigación. s.l. : McGRAW-HILL, 2014.

Implementation of 5S methodology in a food & beverage Industry: A case study. BIN, Sk., RASHID, Mynur y RASHID, Harunur. 2017. 3, 2017, International Research Journal of Engineering and Technology, Vol. 4, págs.1791-1796.

Implementation of 5S methodology in a metalworking company. COSTA, Cláudio, y otros. 2018. 2018, DAAM International Scientific Book, págs. 1- 12.

Implementation of lean 5S methodology in logistic enterprise. WOJTYNEK, Lilianna, y otros. 2018. 2018, Research in logistic & production.

Implementation of total productive maintenance lean tool to reduce lead time - a case study. RAMAKRISHNAN, V. y NALLUSAMY, S. 2017. 12, 2017, International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET), Vol. 8, págs. 295-306.

Indicadores de Eficacia y Eficiencia en la gestión de procura de materiales en empresas del sector construcción del Departamento del Atlántico, Colombia. GARCÍA, Jesús, y otros. 2019. 22, s.l. : Revista espacios, 2019, Vol. 40. 0798 1015.

Inducing Brazilian manufacturing SMEs productivity with Lean tools. DRESCH, Aline, y otros. 2018. 1, 2018, International Journal of Productivity and Performance Management, Vol. 68.

Industry 4.0 and lean manufacturing practices for sustainable organisational performance in Indian manufacturing companies. KAMBLE, Sachin,

GUNASEKARAN y DHONE, Neelkanth. 2020. 5, s.l. : Taylor & Francis, 2020,

International Journal of Production Research , Vol. 58, págs. 1319- 1337.

Instauración de la metodología 5S en una microempresa agroindustrial. ORIZANO,V., y otros. 2019. 2, s.l. : Journal of Agro-industry Sciences, 2019,Vol. 1, págs. 25-30.

Lean Manufacturing Dimensions and Its Relationship in Promoting the Improvement of Production Processes in Industrial Companies. MADY, Sahar, y otros. 2020. 3, 2020, International Journal on Emerging Technologies, Vol. 11, págs. 881-896.

Lean manufacturing model in a make to order environment in the printing sector in Peru. BECERRA, Adriana, y otros. 2019. 2019. International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics. Vol. 971, págs. 100-101.

Lean Manufacturing tools in the industries of Tundama. CARREÑO, Diego, AMAYA, Luis y RUIZ, Erika. 2018. 21, Carabobo : Universidad de Carabobo, 2018, Actualidad y Nuevas Tendencias, Vol. VI.

Lean Manufacturing, Just in Time and Kanban of Toyota Production System (TPS). HTUN, Arkar, MAW, Thin y KHAING, Cho. 2019. 2019, International Journal of Scientific Engineering and Technology Research, Vol. 8, págs. 469-474.

Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. SNYDER, Hannah. 2019. 2019, Journal of Business Research, Vol. 104. LÓPEZ, Kevin. 2020. Aplicación del lean management para mejorar la productividad del taller de carrocería y pintura en la empresa Autonort Trujillo S.A.C. Trujillo : s.n., 2020.

MARQUINA, Percy, y otros. 2020. Resultados del Rankin de Competitividad Mundial 2020. Lima : CENTRUM PUCP, 2020.

MIO, Fiorela. 2017. Aplicación del Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la Empresa Almaksa S.A.C., Los Olivos, 2017. Lima : s.n., 2017. (Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo).

PRÍNCIPE, Johan. 2018. Aplicación de las Herramientas de Lean Manufacturing para

mejorar la Productividad de la Empresa Inversiones Harod S.A.C, 2018. 2018.(Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo).

PROCEDIMIENTO PARA EVALUAR EL NIVEL DE MADUREZ Y EFICACIA DEL CONTROL INTERNO. VEGA, Leudis, NIEVES, Any y PÉREZ, Milagros. 2017. 2, s.l. : Revista Científica "Visión de Futuro", 2017, Vol. 21, págs. 212-230.

ROMERO, Jonhy. 2017. Implementación de herramientas del Lean Manufacturing para mejorar la productividad del área de mantenimiento Empresa Talma, Callao, 2016. 2017. (Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo).

SOCCONINI, Luis. 2019. Lean Manufacturing, paso a paso. Barcelona : ICGMarge,2019. Teknik-teknik observasi (sebuah alternatif metode pengumpulan data kualitatif ilmu-ilmu sosial). HASANAH, Hasyim. 2017. 1, s.l. : At-Taqaddum,2017, Vol. 8, págs. 21-46.

The role of leadership in implementing lean manufacturing. MUDHAFAR, Alefari, KONSTANTINOS, Salonitis y YUCHUN, Xu. 2017. 2017, Procedia CIRP, Vol. 63, págs. 756-761.

The use of Lean Manufacturing principles to improve production processes by betterdesigning of assembly cells. KOWASLSKI, A, WASZKOWSKI, R yRATUSSGNYI, V. 2020. Romania : s.n., 2020. Modern Technologies in IndustrialEngineering. Vol.916.

The use of lean manufacturing techniques – SMED analysis to optimization of the production process. SABADKA, D., MOLNAR, V. y FEDORKO, G. 2017. 3, 2017, Advances in Science and Technology., Vol. 11, págs. 187-195.

Total Productive Maintenance (TPM) implementation based on Lean Manufacturingtools in indonesian manufacturing industries. TRIBLAS, Erry y AGUNG, Herry. 2018. 3, 2018, Vol. 7, págs. 156-159. Universidad César Vallejo. 2020. Guía de Productos de investigación. 2020 —. 2017. Resolución de Consejo Universitario N° 0126-2017/UCV. Trujillo :s.n., 2017.

ZECK, Anna. 2018. Utilizing Efficiency and Productivity Numbers. Ratchet+Wrench. [En línea] Diciembre de 2018. <https://www.ratchetandwrench.com/articles/2621-utilizing-efficiency-and-productivity-numbers>.

ZEGARRA, Príncipe. 2018. Aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la empresa Inversiones Harod S.A.C., 2018. Trujillo : s.n., 2018. (Tesis de licenciatura, UniversidadCésar Vallejo).

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
<p>Problema general</p> <p>¿Cómo la aplicación del lean manufacturing mejorar la productividad en el proceso de rectificaciones de motores de combustión interna en la empresa Ingeniería y Servicios Jrcc S.R.L., Piura-2021?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>¿Cómo la aplicación del lean manufacturing mejora la eficiencia del proceso de rectificación de motores de combustión interna en la empresa Ingeniería y Servicios Jrcc S.R.L., Piura– 2021?</p> <p>¿Cómo la aplicación del lean manufacturing mejora la eficacia del proceso de rectificación de motores de combustión interna en la empresa Ingeniería y Servicios Jrcc S.R.L., Piura– 2021?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Aplicar el modelo lean manufacturing para mejorar laproductividad en el proceso de rectificación de motores de combustión interna en la empresa Ingeniería y Servicios Jrcc S.R.L., Piura –2021.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>Determinar cómo la Implementación del lean manufacturing mejora en la eficiencia del proceso de rectificación de motores de combustión interna en la empresa Ingeniería y Servicios Jrcc S.R.L., Piura –2021.</p> <p>Determinar como la implementación del lean manufacturing mejora la eficacia del proceso de rectificación de motores motores de combustión interna en la empresa Ingeniería y Servicios Jrcc S.R.L., Piura –2021.</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>La aplicación del lean manufacturing mejora la productividad del proceso de rectificación de motores de combustión interna en la empresa Ingeniería y Servicios Jrcc S.R.L, Piura –2021.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <p>La aplicación del lean manufacturing mejora la eficiencia del proceso de rectificación de motores de combustión interna en la empresa Ingeniería y Servicios Jrcc S.R.L., Piura – 2021.</p> <p>La aplicación del lean manufacturing mejora la eficacia del proceso de rectificación de motores de combustión interna en la empresa Ingeniería y Servicios Jrcc S.R.L., Piura –2021.</p>	<p>Variable 1:Lean Manufacturing</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> 5S $LO = * 100$ PT Mantenimiento productivo total $D = * 100$ TD <p>Variable 2: Productividad</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> Eficiencia $HH Utilizadas * 100$ $HH Programadas$ Eficacia $\frac{\text{Cantidad de motores rectificados}}{\text{Cantidad de motores programados}} * 100$ 	<p>Tipo: Aplicada</p> <p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Nivel: Explicativo</p> <p>Diseño: Pre experimental</p>

Anexo 3. Instrumentos

I1: Ficha de observación de la herramienta 5S

Esta ficha es útil para medir el nivel de avance en cuanto a la metodología 5S; para su correcto llenado se debe tener en cuenta los niveles de evaluación:

- Se inició en el cumplimiento
- Se cumple en un 20%
- Se cumple en un 60%
- Se cumple en un 80%
- Se cumple en un 100%

N°	Ítem	Valores asignados				
		1	2	3	4	5
	SEIRI = Clasificar					
1	¿Existen objetos innecesarios y basura?					
2	¿Existen equipos, herramientas y materiales innecesarios?					
3	¿Existen equipos, herramientas y materiales en desuso o desfasados?					
3	¿Existen cosas innecesarias en armarios y estantes?					
4	¿Los cables, extensiones de electricidad, mangueras u otros objetos se encuentran en el área de circulación?					
	SEITON = Ordenar					
5	¿La ubicación de las herramientas, materiales y equipos, permiten identificar las propias y de clientes?					
6	¿Los armarios, estantes, equipos están identificados?					
7	¿Las herramientas y materiales están en el lugar que permite disponer de ellos fácilmente?					
8	¿Hay objetos sobre o debajo de armarios, estantes y equipos?					
	SEISO = Limpiar					
9	¿El área de trabajo se encuentra bien distribuida?					
10	¿En el área de trabajo y almacén los pisos están limpios?					
11	¿Las paredes, techos y ventanas están limpias?					
12	¿Los armarios, estantes, herramientas y muebles están limpios?					
13	¿Las máquinas y equipos están limpios?					
	SEIKEISU = Estandarizar					
13	¿Se aplican las 3 primeras "S"?					
14	¿Se estableció un manual con procedimientos de las primeras 3S?					
15	¿El ambiente se siente limpio?					
16	¿La iluminación de almacén y área de trabajo son adecuadas?					
17	¿Los procedimientos se realizan en orden y cumpliendo las primeras 3S?					
	SHITSUKE = Mantener					
18	¿Se aplican las 4 primeras "S"?					
19	¿Se aplican las normas de la empresa?					
20	¿Se cumplen las normas del grupo?					
21	¿Se cumple con la programación de las acciones de "5S"?					

I2: Ficha de inventarios de equipos y herramientas

Ingeniería y Servicios Jrcc S.R.L.	Registro de equipos y herramientas	Aprobado por:
	Formato - 001	Realizado por: D. Gonza
		Fecha: Jun-2021

Marca	Modelo	Año	Nombre	Estado	Ubicación

I3: Ficha de programación de mantenimiento

Ingeniería y Servicios Jrcc S.R.L.	Programación de mantenimiento mensual	Aprobado por:
	Formato - 002	Realizado por: D. Gonza
		Fecha: Jun-2021

Fecha	Equipo	Mantenimiento programado	Trabajador	Cumplió

I4: Ficha de uso de los equipos y herramientas

Ingeniería y Servicios Jrcc S.R.L.	Tiempos de uso de los equipos y herramientas	Aprobado por:
	Formato - 003	Realizado por: D. Gonza
		Fecha: Jun-2021

Fecha	Equipo	Actividad	Trabajador	Hora de inicio	Hora de fin

Anexo 4. Validación de instrumentos

Variable / dimensión	Pertinencia ₁		Relevancia ₂		Claridad ₃		Sugerencias
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
Variable independiente: Lean Manufacturing							
Dimensión 1: 5S							
$LO = \frac{PL}{PT} * 100$ <p>LO: Logro de objetivos. PL: Puntaje logrado. PT: Puntaje total.</p>	X		X		X		
Dimensión 2: MTP (Mantenimiento Productivo Total)							
$D = \frac{TEO}{TD} * 100$ <p>D: disponibilidad TEO: Tiempo de equipo operando TD: Tiempo de disponibilidad.</p>	X		X		X		
Variable dependiente: Productividad							
Dimensión 1: Eficacia							
$\frac{HH \text{ Programadas}}{HH \text{ Utilizadas}} * 100$ <p>HH Utilizadas: Horas hombre utilizadas HH Programadas: Horas Hombre Programadas</p>	X		X		X		
Dimensión 2: Eficiencia							
Cantidad de motores rectificadas	X		X		X		
Cantidad de motores programados * 100							

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia _____

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

Apellidos y nombres del juez validador: Mg: Jaime Enrique Molina Vilchez. DNI: 06019540

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial CIP 100497

24 de Junio del 2021

*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, es conciso, exacto y directo.

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



Firma del Experto Informante.

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia _____

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

Apellidos y nombres del juez validador: Mg: Lino Rodríguez Alegre. DNI: 06535058

Especialidad del validador: Ingeniero Pesquero Tecnólogo CIP 25095 24 de Junio del 2021

*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, es conciso, exacto y directo.

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



Firma del Experto Informante.

Anexo 5. Solicitud de desarrollo de la investigación

Solicito: Solicito aplicación de investigación en la empresa “Ingeniería y Servicios Jrrc S.R.L.”, para el periodo Julio – Diciembre del 2021

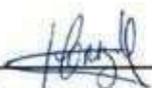
Sr. Haydee Misaely Cruz Ubillus.

Gerente de la empresa Ingeniería y Servicios Jrrc S.R.L.,

Yo, Daniel A Gonza-Carrera trabajador de su empresa se encuentra cursando el curso de proyecto de investigación en la Universidad César Vallejo, y siendo requisito realizar una investigación donde se resuelva una problemática real, consideré a bien aplicarla en su empresa “Ingeniería y Servicios Jrrc S.R.L.”.

Por esta razón, solicito su permiso para aplicar los instrumentos, que me permitan recopilar la información necesaria y realizar mediciones, diagnóstico e implementar mejoras a fin de mejorar la problemática en cuanto a los procesos en la línea de rectificación de motores de combustión interna.

Sin otro particular, me despido de usted, agradeciendo de antemano su apoyo



Haydee Misaely Cruz Ubillus

Anexo 7. Elementos necesarios en fotografía

ORDEN (SEITON)	
PRE	POST
	
	
	



Elaboración propia

Anexo 8. Limpieza de área de rectificado

LIMPIAR (SEISO)	
Pre – Limpieza (antes)	Post-Limpieza (después)
	
	
	
	

Elaboración propia

Anexo 9. Antes de la mejora de métodos

ANTES DE LA MEJORA DE MÉTODOS					Promedio de unid. Ingresadas
	Mes	Abril	Mayo	Junio	
	Día	Unidades día	Unidades día	Unidades día	
	1	7,0	5,0	5,0	5,7
	2	7,0	5,0	5,0	5,7
	3	7,0	5,0	5,0	5,7
	4	7,0	5,0	5,0	5,7
	5	7,0	5,0	5,0	5,7
	6	7,0	5,0	5,0	5,7
	7	7,0	5,0	5,0	5,7
Resultado de	8	7,0	5,0	5,0	5,7
unidades	9	7,0	5,0	5,0	5,7
ingresadas	10	7,0	5,0	5,0	5,7
de la línea de	11	6,0	6,0	5,0	5,7
rectificación	12	6,0	6,0	5,0	5,7
de monoblocks	13	6,0	6,0	5,0	5,7
	14	6,0	5,4	6,0	5,8
	15	6,0	5,4	6,0	5,8
	16	5,0	5,4	6,0	5,5
	17	5,0	5,4	6,0	5,5
	18	5,0	5,4	6,0	5,5
	19	5,0	5,4	6,0	5,5
	20	5,0	5,4	5,4	5,3
	21	5,0	5,0	5,0	5,0
	22	5,0	5,0	5,0	5,0
	23	5,0	5,0	5,0	5,0
	24	5,0	5,0	5,0	5,0
	PROMEDIO	144	130	125	133

Anexo 10. Eficiencia antes de mejora de métodos

		ANTES DE LA MEJORA DE MÉTODOS												
						MARZO				Promedio de unidades producidas	Promedio de unidades de producto no conforme	Eficiencia		
		Unidades de producto conforme	Unidades de producto no conforme		Unidades de producto conforme	Unidades de producto no conforme			Promedio de unidades producidas	Promedio de unidades de producto no conforme				
1		4,0	2,0	0	4,0	2,0	0	4,6	3,0	1,6	4	4	2	71%
2		4,0	2,0	2,0	4,0	2,0	2,0	4,6	3,0	1,6	4	4	2	71%
3		4,0	2,0	2,0	4,0	3,0	1,0	4,5	3,0	1,5	4	4	2	71%
4		4,0	2,0	2,0	4,0	3,0	1,0	4,6	3,0	1,6	4	4	2	71%
5		5,0	3,0	2,0	4,0	3,0	1,0	4,6	3,0	1,6	5	4	2	71%
6	Resultado de unidades producidas de la línea de rectificación de monoblocks	5,0	3,0	2,0	6,0	3,0	3,0	4,6	3,0	1,6	5	4	2	71%
7		5,0	3,0	2,0	4,6	3,0	1,6	4,2	2,0	2,2	5	4	2	71%
8		5,0	3,0	2,0	4,6	3,0	1,6	4,2	2,0	2,2	5	4	2	71%
9		5,0	3,0	2,0	4,6	3,0	1,6	4,6	3,0	1,6	5	4	2	71%
10		5,0	3,0	2,0	4,6	3,0	1,6	4,6	3,0	1,6	5	4	2	71%
11		5,0	3,0	2,0	4,6	3,0	1,6	4,6	3,0	1,6	5	4	2	71%
12		5,0	3,0	2,0	4,6	3,0	1,6	4,6	3,0	1,6	5	4	2	71%
13		5,4	3,0	2,4	5,0	3,0	2,0	4,6	3,0	1,6	5	4	2	71%
14		5,4	3,0	2,4	5,0	3,0	2,0	4,6	3,0	1,6	5	5	2	78%
15		5,4	3,0	2,4	5,0	3,0	2,0	4,6	3,0	1,6	5	4	2	69%
16		5,4	3,0	2,4	5,0	3,0	2,0	4,6	3,0	1,6	5	4	2	73%
17		5,4	3,0	2,4	5,0	3,0	2,0	4,6	3,0	1,6	5	4	2	73%
18		5,4	3,0	2,4	5,0	3,0	2,0	5,0	3,0	2,0	5	4	2	73%
19		5,4	3,0	2,4	5,0	3,0	2,0	5,0	3,0	2,0	5	4	2	73%
20		5,4	3,0	2,4	5,0	3,0	2,0	4,6	3,0	1,6	5	4	2	76%
21		5,0	3,0	2,0	5,0	3,0	2,0	4,6	3,0	1,6	5	3	2	60%
22		5,0	3,0	2,0	4,6	3,0	1,6	4,6	2,0	2,6	5	3	2	60%
23		5,0	3,0	2,0	4,6	3,0	1,6	4,2	2,0	2,2	5	3	2	60%
24		5,0	3,0	2,0	4,6	3,0	1,6	4,2	2,0	2,2	5	3	2	60%
Total		120	68	52	113	70	43	110	67	42	116	93	23	70%

Anexo 11. Eficiencia antes de mejora de métodos

ANTES											
	Mes						Mes				
	Unid. Mes de ENERO	Unid. Mes de FEBRERO	Unid. Mes de MARZO	Promedio de (Unid) Ingresadas	Unid. Mes de ENERO		Unid. Mes de FEBRERO	Unid. Mes de MARZO	Promedio de (unid) producidas	Eficacia Antes	
	Día				Día						
Resultado de unidades ingresadas de la línea de rectificaci3n de monoblocks	1	7,0	5,0	5,0	5,0	1	4,2	4,0	4,5	4,2	85%
	2	7,0	5,0	5,0	5,0	2	4,2	4,0	4,5	4,2	85%
	3	7,0	5,0	5,0	5,0	3	4,2	4,0	4,5	4,2	85%
	4	7,0	5,0	5,0	5,0	4	4,2	4,0	4,5	4,2	85%
	5	7,0	5,0	5,0	5,0	5	5,0	5,0	4,5	4,8	85%
	6	7,0	5,0	5,0	5,0	6	5,0	5,0	4,5	4,8	85%
	7	7,0	5,0	5,0	5,0	7	5,0	5,0	4,5	4,8	85%
	8	7,0	5,0	5,0	5,0	8	5,0	5,0	4,5	4,8	85%
	9	7,0	5,0	5,0	5,0	9	5,0	5,0	4,5	4,8	85%
	10	7,0	5,0	5,0	5,0	10	5,0	5,0	4,5	4,8	85%
	11	6,0	6,0	5,0	5,0	11	5,0	5,0	4,5	4,8	85%
	12	6,0	6,0	5,0	5,0	12	5,0	5,0	4,5	4,8	85%
	13	6,0	6,0	5,0	5,0	13	5,5	5,0	4,5	5,0	88%
	14	6,0	5,5	6,0	5,0	14	5,5	5,0	4,5	5,0	86%
	15	6,0	5,5	6,0	5,0	15	5,5	5,0	4,5	5,0	86%
	16	5,0	5,5	6,0	5,0	16	5,5	5,0	4,5	5,0	88%
	17	5,0	5,5	6,0	5,0	17	5,5	5,0	4,5	5,0	88%
	18	5,0	5,5	6,0	5,0	18	5,5	5,0	5,0	5,2	87%
	19	5,0	5,5	6,0	5,0	19	5,5	5,0	5,0	5,2	87%
	20	5,0	5,5	5,5	5,0	20	5,5	5,0	4,5	5,0	87%
	21	5,0	5,0	5,0	5,0	21	5,0	4,0	4,5	4,5	90%
	22	5,0	5,0	5,0	5,0	22	5,0	4,0	4,6	4,5	85%
	23	5,0	5,0	5,0	5,0	23	5,0	4,5	4,2	4,6	85%
	24	5,0	5,0	5,0	5,0	24	5,0	4,5	4,2	4,6	85%
Total	144	130	125	13	Total	120	113	110	116	87%	

Anexo 12. Unidades ingresadas antes de mejora

Unidades ingresadas																							
Línea Monoblock	Resultado de unidades ingresadas de la línea de rectificación de monoblocks		Nº Trabajadores		Horas al mes		Unid. mes de ENERO		Unid. mes de FEBRERO		Unid. mes de MARZO		Promedio de unid. Ingresadas										
			3		240		144		130		125		133										
Unidades producidas									Eficiencia		Eficacia		Productividad										
Meses		ENERO		FEBRERO		MARZO		Promedio		Unid. De producto conforme / unid. ingresadas		Unid. Producidas / unid. ingresadas		Resultado de eficiencia * resultado de eficacia									
Resultado de unidades producidas de la línea de rectificación de monoblocks		Unid. al mes		Unid. de productos conforme		Unid. al mes		Unid. de productos conforme		de unid. producidas		de un producto conforme											
		120		107		113		88		110		81		116		93		0,70		0,87		0,60	

Anexo 13. Eficiencia después de la mejora de métodos

Después de la mejora de métodos																				
Empresa :Ingeniería y Servicios Jrre SRL,										Área : Rectificación de motores										
	Mes		Promedio de unid. Ingresadas		Mes	Abril				Mayo				Promedio de unid.	Promedio de unid. de producto conforme	Promedio de producto no conforme	Eficiencia			
	Día	Abril				Mayo	Unid. de producto conforme	Unid. de producto no conforme	Mayo	Unid. de producto conforme	Unid. de producto no conforme									
Resultado de unidades ingresadas de la línea de rectificación de	1	7,0	6,0	6,5	Resultado de unidades producidas de la línea de	1	7,0	5	2,0	7,0	5	2,0	7	5,5	2	85%				
	2	7,0	6,0	6,5		2	7,0	5	2,0	7,0	5	2,0	7	5,5	2	85%				
	3	7,0	6,0	6,5		3	7,0	5	2,0	7,0	5	2,0	7	5,5	2	85%				
	4	7,0	6,0	6,5		4	7,0	5	2,0	7,0	5	2,0	7	5,5	2	85%				
	5	7,0	6,0	6,5		5	7,0	5	2,0	7,0	5	2,0	7	5,5	2	85%				
	6	7,0	6,0	6,5		6	7,0	5	2,0	7,0	5	2,0	7	5,5	2	88%				
	7	7,0	6,0	6,5		7	7,0	5	2,0	7,0	5	2,0	7	5,5	2	85%				
	8	7,0	6,0	6,5		8	7,0	5	2,0	7,0	5	2,0	7	6,0	2	92%				
	9	7,0	6,0	6,5		9	6,0	4	2,0	7,0	4	3,0	7	6,0	3	92%				
	10	7,0	6,0	6,5		10	6,0	4	2,0	7,0	4	3,0	7	6,0	3	92%				
	11	7,0	7,0	7,0		11	6,0	4	2,0	6,0	5	1,0	6	6,0	2	86%				
	12	7,0	7,0	7,0		12	6,0	4	2,0	6,0	5	1,0	6	6,0	2	86%				
	13	7,0	7,0	7,0		13	6,0	4	2,0	6,0	5	1,0	6	6,0	2	86%				
	14	7,0	7,0	7,0		14	6,0	4	2,0	6,0	5	1,0	6	6,0	2	86%				
	15	6,0	7,0	6,5		15	6,0	4	2,0	6,0	5	1,0	6	6,0	2	92%				
	16	6,0	7,0	6,5		16	6,0	4	2,0	6,0	5	1,0	6	6,0	2	92%				
	17	6,0	7,0	6,5		17	5,0	4	1,0	6,0	5	1,0	6	6,0	1	92%				
	18	6,0	7,0	6,5		18	5,0	4	1,0	5,0	4	1,0	5	6,0	1	92%				
	19	6,0	7,0	6,5		19	5,0	4	1,0	5,0	4	1,0	5	6,0	1	92%				
	20	6,0	7,0	6,5		20	5,0	4	1,0	5,0	4	1,0	5	5,5	1	88%				
	21	6,0	7,0	6,5		21	5,0	4	1,0	5,0	4	1,0	5	5,5	1	85%				
	22	6,0	7,0	6,5		22	5,0	4	1,0	5,0	4	1,0	5	5,5	1	85%				
	23	6,0	7,0	6,5		23	5,0	4	1,0	5,0	4	1,0	5	5,0	1	77%				
	24	6,0	7,0	6,5		24	5,0	4	1,0	5,0	4	1,0	5	5,0	1	77%				
Total				158	158	158	Total				144	104	40	147	111	36	146	133	13	87%

Anexo 14. Eficacia después de la mejora de métodos

Después de la mejora de métodos

Empresa : Ingeniería y Servicios Jrre S.R.L.,

Área : Rectificación de motores

	Mes	Unid. mes de	Unid. mes de Mayo	Promedio de unidades ingresadas		Mes	Unid. mes de Abril	Unid. mes de Mayo	Promedio de unidades producidas	Eficacia después
	Día	abil			Día					
Resultado de unidades ingresadas a la línea de rectificación	1	7,0	6,0	7,0	Resultado de unidades producidas a la línea de rectificación	1	7,0	7,0	6,5	93%
	2	7,0	6,0	7,0		2	7,0	7,0	6,5	93%
	3	7,0	6,0	7,0		3	7,0	7,0	6,5	94%
	4	7,0	6,0	7,0		4	7,0	7,0	6,5	93%
	5	7,0	6,0	7,0		5	7,0	7,0	6,5	93%
	6	7,0	6,0	7,0		6	7,0	7,0	6,5	93%
	7	7,0	6,0	7,0		7	7,0	7,0	6,5	93%
	8	7,0	6,0	7,0		8	7,0	7,0	6,5	93%
	9	7,0	6,0	7,0		9	6,0	7,0	6,5	93%
	10	7,0	6,0	7,0		10	6,0	7,0	6,5	93%
	11	7,0	7,0	7,0		11	6,0	6,0	6,5	93%
	12	7,0	7,0	7,0		12	6,0	6,0	6,0	91%
	13	7,0	7,0	7,0		13	6,0	6,0	6,0	92%
	14	7,0	7,0	7,0		14	6,0	6,0	6,0	92%
	15	6,0	7,0	6,5		15	6,0	6,0	6,0	92%
	16	6,0	7,0	6,5		16	6,0	6,0	6,0	94%
	17	6,0	7,0	6,5		17	5,0	6,0	6,0	92%
	18	6,0	7,0	6,5		18	5,0	5,0	6,0	93%
	19	6,0	7,0	6,5		19	5,0	5,0	6,0	93%
	20	6,0	7,0	6,5		20	5,0	5,0	6,0	93%
	21	6,0	7,0	6,5		21	5,0	5,0	6,0	92%
	22	6,0	7,0	6,5		22	5,0	5,0	6,0	92%
	23	6,0	7,0	6,5		23	5,0	5,0	6,0	92%
	24	6,0	7,0	6,5		24	5,0	5,0	6,0	92%
Total		158	158	158	Total	144	147	146	92%	

Anexo 15. Unidades ingresadas antes de mejora

Unidades ingresadas									
Línea Monoblock	Resultado de unidades ingresadas de la línea de rectificación de monoblocks		Nº Trabajadores	Horas al mes	Unid. mes de Abril		Unid. mes de Mayo		Promedio de unid. Ingresadas
			3	240	158		158		158
Unidades producidas							Eficiencia	Eficacia	Productividad
Meses	MAYO		MARZO		Promedio	Promedio	Unid. De	Unid.	Resultado de
Resultado de unidades producidos	Unid. al mes	Unid. de productos conforme	Unid. al mes	Unid. de productos conforme	de unid. producidas	de unid. producto conforme	producto conforme / unid. ingresadas	Producidas / unid. ingresadas	eficiencia * resultado de eficacia
	144	138	147	140	146	137	0.87	0.92	0.81



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CARRASCAL SANCHEZ JENNER, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad del proceso de rectificación de motores en Ingeniería y Servicios Jrrc S.R.L., Piura - 2021", cuyo autor es GONZA CARRERA ABRAHAM DANIEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 26.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo 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.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

PIURA, 18 de Julio del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CARRASCAL SANCHEZ JENNER DNI: 16710908 ORCID: 0000-0001-6882-8339	Firmado electrónicamente por: CSANCHEZJE el 22- 07-2022 16:18:22

Código documento Trilce: TRI - 0351583