



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Aplicación de herramientas Lean Manufacturing para incrementar
la productividad en la empresa Arquideas S.R.L, Comas, 2022.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial

AUTORES:

Ramirez Gomero, Jordan Josec (orcid.org/0000-0002-7564-6602)

Salvatierra Arevalo, Edwards Paul (orcid.org/0000-0003-1534-9582)

ASESOR:

Mgr: Paz Campaña, Augusto Edward (orcid.org/000-0001-9751-1365)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

A mi madre, por su perseverancia y el apoyo que siempre me brindó.

SALVATIERRA AREVALO, Edwards

A Dios y a mis padres por su apoyo moral para salir adelante.

RAMIREZ GOMERO, Jordan

Agradecimiento

A la empresa Arquideas por brindarnos las facilidades para nuestro desarrollo académico,
a nuestro asesor metodológico por los conocimientos y experiencias
brindadas en el desarrollo de nuestra tesis

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DEDICATORÍA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	15
3.1 Tipo y diseño de investigación.	15
3.2 Variables y operacionalización.	17
3.3 Población (Criterios de selección), muestra, muestreo y unidad de análisis.	20
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	21
3.5 Procedimiento.	23
3.6 Método de análisis de Datos.	73
3.7 Aspectos éticos.	74
IV. RESULTADOS	75
V. DISCUSIÓN	86
VI. CONCLUSIONES	90
VII. RECOMENDACIONES	91
REFERENCIAS	92
ANEXOS	102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Principales Productos Arquideas S.R.L.</i>	25
Tabla 2. <i>Diagrama Analítico del Proceso de fabricación de formaletas metálicas.</i>	30
Tabla 3. <i>Toma de tiempos (Pre Test).</i>	33
Tabla 4. <i>Cálculo del número de muestras Pre Test.</i>	34
Tabla 5. <i>Cálculo Total Promedio de muestras Pre Test.</i>	35
Tabla 6. <i>Estandarización actual del proceso de producción de formaletas metálicas de la empresa Arquideas S.R.L.</i>	36
Tabla 7. <i>Índice de Formaletas Defectuosas en el área de producción.</i>	37
Tabla 8. <i>Eficiencia Pre Test del área de Producción de la empresa Arquideas S.R.L.</i>	38
Tabla 9. <i>Eficacia Pre Test del área de Producción de la empresa Arquideas S.R.L.</i>	40
Tabla 10. <i>Productividad Pre Test del área de producción en la empresa Arquideas S.R.L.</i>	42
Tabla 11. <i>Cronograma de ejecución de propuesta de mejora.</i>	44
Tabla 12. <i>Toma de tiempos (Post Test).</i>	47
Tabla 13. <i>Cálculo del número de muestras Post Test.</i>	48
Tabla 14. <i>Cálculo Total Promedio de muestras Post Test.</i>	49
Tabla 15. <i>Estandarización mejorada del proceso de producción de formaletas metálicas de la empresa Arquideas S.R.L.</i>	50
Tabla 16. <i>Comparación Tiempo Estándar Pre Test y Post Test.</i>	51
Tabla 17. <i>Diagrama Analítico de Procesos Mejorado de Producción de Formaletas Metálicas.</i>	53
Tabla 18. <i>Principales defectos en el proceso de corte de ángulos.</i>	55
Tabla 19. <i>Tabla de frecuencias de las causas de errores antes de la implementación de la mejora.</i>	56
Tabla 20. <i>Nuevo índice de Formaletas Defectuosas en el área de producción.</i>	58
Tabla 21. <i>Comparación Poka Yoke Pre Test y Post Test.</i>	59
Tabla 22. <i>Eficiencia Post Test del área de Producción de la empresa Arquideas S.R.L.</i>	60
Tabla 23. <i>Eficacia Post Test del área de Producción de la empresa Arquideas S.R.L.</i>	62
Tabla 24. <i>Productividad Post Test del área de producción en la empresa Arquideas S.R.L.</i>	63
Tabla 25. <i>Resumen Eficiencia, Eficacia y Productividad (Pre Test Vs Post).</i>	64
Tabla 26. <i>Costos de recursos humanos.</i>	66

Tabla 27. <i>Costos de materiales y herramientas.</i>	66
Tabla 28. <i>Costos de servicios.</i>	66
Tabla 29. <i>Presupuesto de la implementación de la mejora.</i>	67
Tabla 30. <i>Costos antes de la propuesta de mejora.</i>	67
Tabla 31. <i>Costos después de la propuesta de mejora.</i>	68
Tabla 32. <i>Resumen de comparación de costos antes y costos después.</i>	68
Tabla 33. <i>Valor Actual Neto.</i>	69
Tabla 34. <i>Tasa Interna de Retorno.</i>	70
Tabla 35. <i>Cuadro resumen de VAN y TIR.</i>	70
Tabla 36. <i>Periodo de Recuperación de la Inversión.</i>	71
Tabla 37. <i>Datos para la evaluación de Beneficio/Costo.</i>	72
Tabla 38. <i>Evaluación Beneficio/Costo.</i>	72
Tabla 39. <i>Resultados estadísticos de la eficiencia Pre Test y Post Test.</i>	75
Tabla 40. <i>Resultados estadísticos de la eficacia Pre Test y Post Test.</i>	76
Tabla 41. <i>Resultados estadísticos de la Productividad Pre Test y Post Test.</i>	77
Tabla 42. <i>Prueba de normalidad Productividad Pre Test y Post Test.</i>	79
Tabla 43. <i>Estadísticos descriptivos Productividad Pre Test y Post Test.</i>	80
Tabla 44. <i>Estadísticos de prueba con Wilcoxon Productividad Pre Test y Post Test.</i>	80
Tabla 45. <i>Prueba de normalidad Eficiencia Pre Test y Post Test.</i>	81
Tabla 46. <i>Estadísticos Descriptivos Eficiencia Pre Test y Post Test</i>	82
Tabla 47. <i>Estadísticos de prueba con Wilcoxon Eficiencia Pre Test y Post Test.</i>	83
Tabla 48. <i>Prueba de normalidad Eficacia Pre Test y Post Test.</i>	84
Tabla 49. <i>Estadísticos Descriptivos Eficacia Pre Test y Post Test.</i>	84
Tabla 50. <i>Estadísticos de prueba con Wilcoxon Eficacia Pre Test y Post Test.</i>	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representación de diseño pre experimental.	15
Figura 2. Mapa de procesos Arquideas S.R.L.	25
Figura 3. Principales clientes de Arquideas S.R.L.	26
Figura 4. Principales problemas en el proceso de producción de formaletas metálicas.	27
Figura 5. Diagrama de Operaciones Actual Formaleta metálica.	29
Figura 6. Diagrama de recorrido del proceso actual.	32
Figura 7. Variación de la Eficiencia Pre Test.	39
Figura 8. Variación de la Eficacia Pre Test.	41
Figura 9. Variación Productividad Pre Test.	43
Figura 10. Charla con el equipo de producción.	45
Figura 11. Diagrama de Operaciones Mejorado Formaleta metálica.	45
Figura 12. Instructiva visual en el proceso de fabricación de formaletas metálicas.	46
Figura 13. Comparación Tiempo Estándar Pre Test y Post Test.	51
Figura 14. Resumen Tiempo Estándar Pre Test y Post Test.	52
Figura 15. Área de corte de ángulos.	55
Figura 16. Diagrama de Pareto de errores antes de la implementación de la mejora.	56
Figura 17. Distanciómetro en posición horizontal.	57
Figura 18. Resumen Poka Yoke Pre Test y Post Test.	59
Figura 19. Variación de la Eficiencia Post Test.	61
Figura 20. Variación de la Eficacia Post Test.	62
Figura 21. Variación de la Productividad Post Test.	64
Figura 22. Resumen Variable Dependiente Pre Test y Post Test.	65
Figura 23. Productividad Antes y Después de la implementación de la propuesta de mejora.	78

RESUMEN

La presente investigación titulada “Aplicación de herramientas Lean Manufacturing para incrementar la productividad en la empresa Arquideas S.R.L, Comas, 2022”, ya que la empresa de estudio presentó una baja productividad en el área de producción. Tiene como objetivo general, determinar como la aplicación de herramientas Lean Manufacturing incrementa la productividad en la empresa Arquideas S.R.L. La presente investigación es de tipo aplicada, además de un nivel explicativo, diseño pre-experimental y con un enfoque cuantitativo. Constituyendo una población y muestra de la producción de formaletas metálicas en un periodo de 30 días. Para la recolección de datos se utilizó la observación directa y las fichas registro. Los datos recolectados tanto del Pre Test como del Post Test fueron analizados mediante el software SPSS v24, mostrando los siguientes resultados: La productividad en el área de producción incrementó de 21.26% a 35.15%, su eficiencia incrementó de 78.77% a 92.76% y su eficacia se incrementó de 26.54% a 37.14%, La investigación concluye que la aplicación de herramientas Lean Manufacturing incrementó la productividad en el área de producción ya que se mejoró en un 66.66%.

Palabras clave: Lean Manufacturing, Formaletas Metálicas, Productividad.

ABSTRACT

The present investigation entitled "Application of Lean Manufacturing tools to increase productivity in the company Arquideas S.R.L, Comas, 2022", since the study company presented low productivity in the production area. The general objective is to determine how the application of Lean Manufacturing tools increases productivity in the company Arquideas S.R.L. The present investigation is of an applied type, in addition to an explanatory level, pre-experimental design and with a quantitative approach. Constituting a population and sample of the production of metallic formworks in a period of 30 days. Direct observation and record cards were used for data collection. The data collected from both the Pre Test and the Post Test were analyzed using the SPSS v24 software, showing the following results: Productivity in the production area increased from 21.26% to 35.15%, its efficiency increased from 78.77% to 92.76% and its efficiency increased from 26.54% to 37.14%. The research concludes that the application of Lean Manufacturing tools increased productivity in the production area since it was improved by 66.66%.

Keywords: Lean Manufacturing, Metallic Formworks, Productivity.

I. INTRODUCCIÓN

La crisis de la COVID- 19 ha afectado a las regiones de Latinoamérica en aspectos como la productividad, por ello las empresas tuvieron que adaptarse a las nuevas formas de trabajo. De acuerdo con la ONU (2021, p.2) menciona pesar que la economía global logró recuperarse rápidamente frente a la COVID 19, aún se presentaron perdidas de la productividad global en el 2021, asimismo se destaca que las economías industrializadas se vieron menos afectadas que en las vías de desarrollo o emergentes, presentando perdidas de entre 3.9% y 13.8% respectivamente (ver anexo N°1). Según el INEI (2021, p.23-24) el sector manufactura creció un 6.95% en base a enero del 2020, obteniendo valores positivos, los subsectores fabriles primarios y no primarios se vieron beneficiados creciendo en 27.52% y 0.97% respectivamente (ver Anexo N°2). El subsector fabril no primario presentó mayor crecimiento de su productividad, debido a la industria de bienes intermedios en 6.72%, dentro de las cuales resalta la fabricación de productos metálicos para uso estructural con un 40.08% (ver Anexo N°3). En el ámbito local, el estudio se llevó a cabo en la empresa Arquideas S.R.L, dedicada a la producción de estructuras metálicas para el rubro de construcción. Arquideas S.R.L brinda sus servicios al Consorcio DHMONT. La presente investigación estuvo enfocado al área de producción, donde se detectó diversas deficiencias en su proceso productivo debido a que no existe un control estricto de la producción diaria. En consecuencia, todo ello imposibilitó realizar un seguimiento preciso de la productividad y por qué se encuentra en valores bajos. En base a ello, se planteó a la aplicación de herramientas *Lean Manufacturing* como posible solución. A continuación, se presentó el **problema general** de la investigación el cual es: ¿Cómo la aplicación de herramientas *Lean Manufacturing* incrementa la productividad en la empresa Arquideas S.R.L, Comas, 2022? Obteniendo los siguientes **problemas específicos**: ¿Cómo la aplicación de herramientas *Lean Manufacturing* incrementa la eficiencia en la empresa Arquideas S.R.L, Comas, 2022? Y finalmente ¿Cómo la aplicación de herramientas *Lean Manufacturing* incrementa la eficacia en la empresa Arquideas S.R.L, Comas, 2022? Una vez planteados la pregunta general y específicas, se procedió a estructurar el **objetivo general**: Determinar como la aplicación de herramientas *Lean Manufacturing*

incrementa la productividad en la empresa Arquideas S.R.L., Comas, 2022. Dado ello, se detalló a profundidad los siguientes **objetivos específicos**: Determinar como la aplicación de herramientas *Lean Manufacturing* incrementa la eficiencia en la empresa Arquideas S.R.L., Comas, 2022 y Determinar como la aplicación de herramientas *Lean Manufacturing* incrementa la eficacia en la empresa Arquideas S.R.L., Comas, 2022. La **Hipótesis General** de la presente investigación fue la Aplicación de herramientas *Lean Manufacturing* incrementa la productividad en la empresa Arquideas S.R.L., Comas, 2022. Para ello, se plantearon las siguientes **hipótesis específicas**: La aplicación de herramientas *Lean Manufacturing* incrementa la eficiencia en la empresa Arquideas S.R.L., Comas, 2022 y por último La aplicación de herramientas *Lean Manufacturing* incrementa la eficacia en la empresa Arquideas S.R.L., Comas, 2022. Como **justificación económica**, se pretendió ayudar a eliminar todos aquellos costos a consecuencias de los desperdicios que no generan valor a la empresa optimizando el costo de fabricación. Todo ello permitirá optimizar los recursos mejorando la línea de producción. Como **justificación social** se buscó proporcionar un ambiente laboral basado en un trabajo organizado y productivo evitando así, la incertidumbre y estrés laboral en las actividades involucradas. Finalmente, como **justificación filosófica**, a través de la metodología Lean, se buscó incentivar una cultura de mejora continua en cada uno de sus colaboradores, abierta a nuevas formas de carácter flexible, ágil y económica. Para identificar las causas de la baja productividad en el área de producción, se generó una lluvia de ideas (ver Anexo N°4) obteniendo las causas reales del problema. En consiguiente, se procedió a estructurar el diagrama de Ishikawa, abarcando un total de 15 causas. Donde se mostró las principales causas de la baja productividad en el área de producción representadas en el diagrama, el cual identificó las deficiencias en relación a los desperdicios de *Lean Manufacturing* (ver Anexo N°5). Posteriormente, se elaboró la matriz de correlación de Vester, el cual permitió evaluar la relación entre dos causas donde “1”, significa que existe relación y “0”, que no existe relación, obteniendo así, un puntaje para cada causa y un ponderado porcentual. En base a ello, se presentó los siguientes resultados, destacando principalmente de acuerdo a su mayor frecuencia (ver Anexo N°6): Ausencia de herramientas de predicción de errores (15%), Cantidad Considerable de productos defectuosos (14%), Falta de

estandarización de operaciones (11%), Falta de formatos y procedimientos (11%), Falta de indicadores de tiempos de trabajo (11%). Como resultado, se estructuró la tabla de causalidad (ver Anexo N°7) y luego se elaboró el diagrama de Pareto (ver Anexo N°8). Para ello, se otorgó un ordenamiento de las causas según su mayor frecuencia presentados en el área de producción de la empresa Arquideas S.R.L. Con los valores obtenidos, se prosiguió a representar gráficamente mediante el diagrama de Pareto, siguiendo la regla de 80/20. De esta manera, se obtuvo 8 causas, las cuales, representan el 80% del problema, siendo estas: la ausencia de herramientas de predicción de errores, cantidad considerable de productos defectuosos, falta de estandarización de operaciones, falta de formatos y procedimientos, falta de indicadores de tiempos de trabajo, ausencia de capacitaciones, personal inexperto y falta de definición de roles del personal. Y, por otro lado, las 7 causas restantes representan el 20% del problema. Conforme a ello, la investigación se centró en solucionar las causas con mayor frecuencia, ya que, servirá de ayuda para resolver el problema de la baja productividad en el área de Producción de la empresa Arquideas S.R.L. Con la identificación de las causas de mayor prioridad, se elaboró la tabla de frecuencias según sus estratos, es decir, las causas que afectarían sus áreas. Se agruparon en 4 Estratos (Proceso, Gestión, Mantenimiento Y Calidad). De esta manera, se logró determinar cuál estrato presenta mayor prioridad, destacando el estrato de Proceso, con una frecuencia de 7, seguido del estrato Gestión y Mantenimiento, ambos con una frecuencia de 3 y por último el estrato Calidad, presentó una frecuencia de 2 (ver Anexo N°9). Luego, se elaboró la matriz de priorización, para determinar el área que presenta mayor nivel de criticidad y establecer la mayor prioridad. Los resultados, mostraron dar mayor prioridad al área de “proceso”, porque presenta mayor cantidad de problemas (ver Anexo N°10). Se tomaron criterios de evaluación (solución de la problemática, facilidad de aplicación, costo de la aplicación y tiempo de aplicación). Se añadió un sistema de calificación, el cual, la mayor calificación será de “2”, siendo muy buena, la calificación de “1” cuando es buena y la calificación de “0” si no es buena. De esta manera, los resultados obtenidos constituyeron a *Lean Manufacturing* como la alternativa de solución con mayor puntaje (8 puntos) para resolver el problema de la baja productividad en el área de producción de la empresa Arquideas S.R.L (ver Anexo N°11).

II. MARCO TEÓRICO

La presente investigación constó de diversas investigaciones, las cuales sirvieron de apoyo con los aportes significativos en torno al tema de estudio. A continuación, se presentan los siguientes **antecedentes nacionales**.

Huamán (2017).” Implementación de Herramientas *Lean Manufacturing* para la mejora de la Productividad en el Sector 1 de Costura de la Industria Textil COFACO, Lima, 2017”. Para obtener el título de Ingeniero Industrial. Cuyo objetivo fue Determinar de qué manera la implementación de *Lean Manufacturing* mejora la productividad. Investigación aplicada, explicativa y cuasi-experimental. Con una población compuesta por 30 días de producción y una muestra igual a la población. Asimismo, sus instrumentos utilizados comprenden a las fichas de registro. El desarrollo de esta investigación consistió en primera instancia, determinar los principales problemas que afectan la productividad en el área de estudio, para luego seleccionar las herramientas *Lean Manufacturing* necesarias, las cuales destacan a la Estandarización y el JIT (Just in Time), empleando representaciones gráficas y tablas. Los resultados obtenidos de esta investigación comprendieron en un incremento de su eficiencia de 71% a 74%, su eficacia subió de 84% a 89% y por consecuencia su productividad aumento de 60% a 66%. El aporte brindado de esta investigación nos ofrece un análisis minucioso de las actividades y como la metodología *Lean Manufacturing* es sustancial para ello.

Castillo y La Torre (2020).” Aplicación de Herramientas *Lean Manufacturing* para mejorar la productividad del Área de producción en la empresa Nicoll S.A. Lurín, 2020”. Para obtener el título de Ingeniero Industrial. Cuyo objetivo fue determinar de qué manera la aplicación de herramientas de *Lean Manufacturing* mejora la productividad en la empresa NICOLL S.A. Expresada como una Investigación de carácter aplicada y pre-experimental. Constituyendo una población de 1 año de producción y una muestra de 26 días laborales. Haciendo uso de fichas de observación (fichas de registro) como instrumentos de recolección de datos. En esta investigación se empleó las herramientas de *Lean Manufacturing* como *Poka Yoke* y *5s* para organizar las áreas de trabajo, crear nuevos métodos de trabajo y

reducir el nivel de desperdicios de la producción. Se concluyó, que la aplicación de estas herramientas *Lean Manufacturing* incrementó la eficiencia de un 83% a 88%, su eficacia aumento de 83% a 85% y su productividad subió de 68% a 75%. La aportación de esta investigación resalta en realizar un correcto uso de los procedimientos al usar las herramientas *Lean Manufacturing*, es decir, diagnosticar, emplear medidas de solución y evaluar los resultados obtenidos en el área de producción, cabe resaltar que las medidas de solución también pueden abarcar las áreas de oficinas u otras que intervienen en el proceso productivo.

Huamán (2017).” Implementación de herramientas *Lean Manufacturing* para mejorar la productividad en el área de fabricación de piezas estructurales en la empresa Resemin S.A. ATE.2017”. Para obtener el título de Ingeniero Industrial. Investigación de carácter aplicada, explicativa y cuasiexperimental. Cuyo objetivo es determinar como la implementación de herramientas *Lean Manufacturing* mejora la productividad en el área de fabricación de piezas estructurales. Expresada como una investigación de carácter aplicada, explicativo y cuasi-experimental. La investigación abarcó una población de 12 semanas de producción y una muestra equivalente a la población. Para su recolección de información necesaria, empleó las fichas de registro. La investigación se caracterizó por tomar medidas preliminares de detección de las causas en el área de estudio, es decir, enfatizar y realizar los diagnósticos respectivos sobre todo de las actividades que no brindan valor alguno en la fabricación de piezas estructurales y por ende tomar las herramientas de *Lean Manufacturing* adecuadas para su uso. Finalmente, la investigación concluyó con el incremento de la productividad de un 55% a 85%, Asimismo presentaron alzas de su eficiencia de 73% a 93% y incrementos de su eficacia del 75% al 92%. Por todo lo mencionado, se puede destacar que los aportes proporcionados de esta investigación fueron gracias a las correctas capacitaciones, procedimientos de trabajo estandarizado y destacando la instalación de un dispositivo electrónico en la búsqueda de evitar errores específicos en las actividades u operaciones correspondientes.

Cuadros y Salinas (2020). "Implementación de Herramientas de *Lean Manufacturing* para mejorar la Productividad en la Fabricación de cubos de hielo en una empresa de alimentos". Cuyo objetivo fue Implementar las herramientas de *Lean Manufacturing* para mejorar la productividad del proceso de fabricación de cubos de hielo en una empresa de alimentos. Comprende una investigación aplicada, explicativa y cuasi-experimental. Con una población de 1 año de producción y una muestra equivalente a la población. Los instrumentos utilizados fueron las listas de chequeo (fichas de registro) para recabar la información del antes y después de la implementación. Esta investigación consideró el uso preliminar de DOP (Diagrama de operaciones), DAP (Diagrama Analítico de Operaciones) y Diagramas flujo, sobre esta base, se utilizó herramientas de *Lean Manufacturing* para controlar y medidas la producción, tales como Tiempo estándar, SMED y 5S. En conclusión, la investigación logró cumplir sus objetivos, reduciendo sus tiempos de producción en 19.23%, como también a la disminución de materiales rechazados en 93.81%, y por ende, se reflejó un alza en su productividad subiendo de 19.81% a 26.99%, es decir luego de la implementación de la mejora subió un 42.11%. El aporte brindado de esta investigación corresponde al correcto seguimiento de las operaciones y la detección oportuna de aquellas actividades que no proporcionaban valor alguno al producto, para así crear medidas de reducción y eliminación.

Heredia (2017). "Aplicación de *Lean Manufacturing* para mejorar la productividad en la empresa Industrias de Calzado Abbielf S.A.C. Comas. 2017". Para obtener el título de Ingeniera Empresarial. Cuyo objetivo es determinar como la aplicación de *Lean Manufacturing* mejora la productividad. Investigación de carácter aplicada, explicativa y experimental. La población de esta investigación abarcó un periodo de 4 semanas de producción y una muestra equivalente a su población. Los instrumentos usados fueron las fichas de observación, DOP y uso de cronometro. El desarrollo de la investigación comprendió en la estructuración de los procesos productivos a través de flujogramas, así como también los tiempos de actividades, para después eliminar o reducir aquellos que son irrelevantes e implementar las herramientas y técnicas necesarias para evitar defectos dentro del proceso productivo. En conclusión, la investigación obtuvo un incremento de su

productividad subiendo de 68% a 86%, además su eficiencia subió de 82% a 92% y su eficacia se vio incrementada de 83% a 93%. El aporte brindado en esta investigación, hace énfasis en considerar los ritmos de trabajo y por ende tomar control de la producción, empleando herramientas tales como takt time y el *Poka Yoke*. En adición a ello, como actividades complementarias se resalta las capacitaciones para cada implementación y las evaluaciones de desempeño.

En complemento, para obtener una visión más amplia del tema de estudio, se consideraron los **antecedentes internacionales**. Dilsad y Alireza (2021): “*Increasing Productivity of Furniture Factory with Lean Manufacturing Techniques (Case Study)*”. Cuyo objetivo fue incrementar la productividad de la fábrica de muebles con técnicas *Lean Manufacturing*. Expresada como una investigación aplicada, explicativa y pre experimental. Con una población y muestra de 12 meses en la producción de muebles. Los instrumentos empleados fueron la observación y listas de chequeo (ficha de registro). La investigación realizó un análisis actual empleando herramientas *Lean Manufacturing* tales como Trabajo estandarizado, 5S, VSM, *Kaizen* y otros, haciendo detección de los principales procesos y los tiempos de estos. Además permitió identificar los tiempos innecesarios y crear medidas para reducirlo. logrando prevenir los tiempos innecesarios evitando errores de producción y ajustó la misma dividiendo el trabajo en lotes pequeños. En conclusión. La investigación abaló las prácticas de *Lean Manufacturing* como alternativa viable para mejorar la productividad. El aporte de esta investigación comprende a entender cuál herramienta Lean es importante para cada situación utilizando de carácter optimó.

Karikalan et al (2019). “*Productivity Improvement using Lean Concept in Automotive Welding Fixture Manufacturing Industry*”. Cuyo objetivo fue Incrementar la productividad y reducir los costos de producción a través del pensamiento *Lean*. Expresada como una investigación aplicada, explicativa y pre-experimental. Con una población de la producción semanal de piezas de repuestos para automóviles. Los instrumentos empleados fueron la observación y listas de chequeo (ficha de registro). En la investigación se consideró iniciar con la identificación y clasificación de las principales partes rechazadas o defectuosas. Seguidamente se procedió a

emplear el pensamiento *Lean*, es decir, se simplificó los procesos de producción y se apoyó en establecer las funciones para cada trabajador con ayuda de piezas modelo a fabricar (un ejemplo de la pieza a fabricar con sus indicaciones y medidas respectivas) Se concluye, a una reducción de los costos y tiempos de producción semanales mejorando la calidad de sus productos. El aporte de esta investigación fue mostrar la importancia de solucionar rápidamente a los problemas dentro un proceso de producción, ya que estos generan un gasto innecesario para la empresa, los cuales podrían ser usados para fines beneficiosos.

Ramasubramaniam (2021). *“Productivity Improvement by Reducing Waiting Time and Over-production Using Lean Manufacturing Technique”*. Cuyo objetivo fue implementar *Lean Manufacturing* para mejorar la productividad. Investigación de carácter aplicada, explicativa y pre experimental. Presentó una población de 16 días en la producción de polos. La información fue recolectada a través de la observación y de registros históricos. La investigación inicio con una identificación de los tipos de desperdicios presentes en la empresa relacionados a la sobreproducción y excesos de tiempo de producción. Se lograron estructurar diagramas para obtener un ordenamiento de los procesos y los reprocesos. En conclusión, los resultados de la implementación dieron a conocer un incremento de la productividad de un 13.88% a 18.5%, además se redujeron el porcentaje de sobreproducción de 6% a 3%. El aporte de esta investigación consistió en ofrecer una vista de la situación actual de la organización y los principales problemas que afectaban a su producción y productividad.

Mayur et al (2019). *“Implementation of Lean techniques for Sustainable workflow process in Indian motor manufacturing unit. (Massachusetts institute of Technology)”*. Cuyo objetivo fue implementar los principios del *Lean Manufacturing* para mejorar la productividad. Situó una investigación aplicada, explicativa y pre experimental. Su población estuvo constituida en un periodo de 9 meses en la producción de motores para automóviles. Los instrumentos empleados constaron de la observación directa y fichas de registro. La investigación se caracterizó por hacer uso de la Metodología de investigación (DMAIC), permitiendo realizar los análisis y diagnósticos tanto de los tiempos de los procesos, cantidades de desperdicios y las distancias o movimientos ejecutados. Se consideraron uso del

takt time, los 7 desperdicios, diagramas de recorrido, entre otros. Finalmente, la investigación concluyó en una reducción de los tiempos de los procesos de 67 hrs a 30.1 hrs, es decir, se mejoró su eficiencia en un 55.07%, además se redujeron la cantidad de desperdicios de 464kg a 0kg, es decir mejoró su eficiencia en un 100%. La aportación brindada da entender los beneficios de *Lean Manufacturing* en temas de reducción de desperdicios, tiempos trabajados y movimientos. Cabe mencionar las implementaciones realizadas dan a entender que los pequeños cambios, pero a su vez precisos en procesos donde perdura su complejidad, ofrecen grandes resultados y mejoran la producción.

Lamani, Ahmad, y Md (2020).” *Lean Manufacturing Implementation To Reduce Waste On Weighing Scale Assembly Line*”. Cuyo objetivo fue reducir los tiempos de trabajo empleando *Lean Manufacturing*. Se caracterizó por ser una investigación aplicada, explicativa y pre-experimental. Su población estuvo compuesta por un periodo de 12 meses. Los instrumentos de recolección de datos fueron la observación directa y las fichas de registro. La investigación tomó como acciones previas la detección de los principales problemas en la línea de montaje relacionadas a la producción, se apoyaron en el uso de diagramas de diagnóstico de *Lean Manufacturing*, permitiendo documentar los tiempos de las actividades. Posteriormente se realizó un reajuste de las actividades (cambios de ubicación de los puestos de trabajo, capacitaciones,) y además se implementaron instructivos en las actividades críticas describiendo en apoyo con imágenes, las correctas formas de elaborar las piezas en cada puesto de trabajo. Los resultados fueron una disminución del porcentaje de errores de 0.30% a 0.25% anual. Además, se redujeron los tiempos de producción de 3.8 días a 3.7 días, eso quiere decir, un 2.6%. Esta investigación nos brindó una visión más amplia de la correcta forma de ordenar los procesos de producción en sincronía a la distribución de planta como también empleando medidas que sirvan de apoyo a los trabajadores frente a operaciones donde se requiera mayor precisión.

En consideración a las teorías relacionadas, se mencionaron los conceptos generales, objetivos y relevancia tanto de la variable independiente como dependiente.

En el caso de la variable independiente, la metodología ***Lean Manufacturing***, o también llamada “manufactura esbelta”, tiene como objetivo proponer mejoras en los diferentes procesos productivos de la empresa, así como eliminar los desperdicios que no agregan valor a la producción de una organización, mediante técnicas o herramientas: las TPM, *Poka Yoke*, estandarización, 5S, entre otras. El autor Socconini (2019, p. 20) la define: Una serie de procedimientos para la detección y eliminación de desperdicios manifestados en actividades que no generen valor alguno, los cuales ocasionan mayor costo y esfuerzo físico para la elaboración del producto. Asimismo, este último autor establece los pilares de *Lean Manufacturing*, los cuales comprenden una serie de herramientas, habilidades y métodos de trabajo que actúan conjuntamente para alcanzar la calidad excelente, tiempos de entrega mínimos, seguridad laboral y alta motivación (ver Anexo N°12).

Para conocer los principios de *Lean Manufacturing* de acuerdo con Tejeda (2011), señala que *Lean Manufacturing* permite hacer un cambio del pensamiento de una empresa, con el objetivo de convertir los desperdicios en valor. Para ello menciona que existe 5 principios esenciales los cuales son:

Identificar el valor: Esto sitúa a ser lo primero que se debe realizar en un pensamiento *Lean*, donde la empresa es responsable de ejercer el valor del producto terminado a un precio que es discutido con el cliente.

Identificar el flujo de valor: Se define como el estudio y análisis de todos los procesos, operaciones u actividades que no me generen valor(desperdicios).

Flujo continuo: Se da paso a la creación de un nuevo flujo con actividades que si generen valor en la producción.

Sistema *Pull* "Jalar": Se entiende a que el cliente será quien defina si la producción avance, es decir, los pedidos o exigencias del cliente serán requisito para los siguientes procesos hasta llegar al producto terminado, en vez de que la empresa empuje su producto hacia los clientes.

Perfección: Consiste en mantener una supervisión continua en busca de mejorar los procesos eliminando los desperdicios.

Asimismo, los autores citados anteriormente coinciden que el objetivo de *Lean Manufacturing* es la eliminación de desperdicios, estos están definidos en la actualidad en 8 desperdicios y el concepto de cada una de ellas es el siguiente:

La sobreproducción, es la actividad que procesa los artículos anticipándose al requerimiento inicial en mayor cantidad que pide el cliente, por otro lado, dentro de los desperdicios por las organizaciones esta es la raíz de la mayoría de los otros desperdicios (Vinodha, 2014, p. 14).

El tiempo de espera, es todo tiempo perdido como consecuencia de un proceso improductivo, estos procesos generan tiempos muertos (Hernández y Vizán, 2013, p. 24).

El transporte, se define como el traslado de material (semiterminado o terminado) debido a que las líneas productivas están distanciadas y es necesario el arrastre o acarreo (Hernández y Vizán, 2013, p. 25).

Los movimientos innecesarios, es la consecuencia de movimientos no planificados, o el manejo de material de una forma innecesaria. (Hernández y Vizán, 2013, p. 25).

Los sobreprocesos: son todas aquellas actividades que agregan mayor valor al producto, pero dichas actividades no las solicita el cliente ni está dispuesto a pagar demás, en consecuencia, el producto es sometido a procesos innecesarios. (Hernández y Vizán, 2013, p. 23).

Los excesos de inventario, una mayor cantidad de stock de lo estrictamente necesaria es un tipo de desperdicio claro debido a que están latentes las ineficiencias y problemas en la organización (Hernández y Vizán, 2013, p. 22).

Los defectos o errores humanos: incide mucho en el material elaborado, asimismo, es la consecuencia de no haber realizado correctamente procesos productivos y afecta directamente la productividad. (Hernández y Vizán, 2013, p.26). Los defectos o errores humanos: incide mucho en el material elaborado, asimismo, es la consecuencia de no haber realizado correctamente procesos productivos y afecta directamente la productividad. (Hernández y Vizán, 2013, p.26). La subutilización del personal, cuando no se utilizan las habilidades y destrezas del personal según su habilidad creativa, física y mental (Socconini, 2019, p. 44).

Para la dimensión **Estandarización**, de acuerdo con Hernández y Vizán (2013, p.45) determinan a estandarización como la descripción representada escrita o gráficamente, el cual nos brindan un entendimiento de las técnicas más relevantes dentro un proceso de producción que incluyen los conocimientos específicos ya sea como de las maquinarias, personal, materiales, métodos, mediciones y datos con

el objetivo de fabricar excelentes productos de buena calidad, confiable, con un costo barato y rápido. Asimismo, la estandarización se rige bajo cuatro principios, los cuales son: 1, Descripciones claras y precisas de los principales métodos de trabajo en el proceso de producción. 2, Cualquier mejora realizada debe estar acompañada de técnicas y herramientas, 3, Priorizar su cumplimiento, 4, Todo lo empleado deberá ser considerado como iniciante para las mejoras a futuro.

A juicio de Villaseñor y Galindo (2007, p. 59), el trabajo estandarizado se refiere a la agrupación de procedimientos de trabajo, donde se pretende establecer el mejor método secuencial de cada proceso que genera valor a la fabricación de un producto proporcionando mejores de índices de calidad, productividad y seguridad. Según Niebel y Freivalds (2009, p.7): Señala a los estándares como el resultado final de una medición del trabajo, es decir, establecer un tiempo estándar permitido para cada tarea. Asimismo, para el cálculo de la medición, se considera aspectos como la fatiga y retrasos inevitables del personal involucrado. Los principales objetivos de los estándares corresponden: 1, Elevar la productividad y asegurar la confiabilidad del producto, 2, Disminuir los costos, permitiendo producir más bienes y servicios.

Según Socconini (2019, p.254): para empezar a utilizar el trabajo estándar, primeramente, se debe documentar los procesos relevantes con información, tales como los tiempos de cada actividad, además una vez se halla realizado la mejora de los nuevos métodos y técnicas planteados, es sustancial la capacitación al personal. La hoja de medición de tiempos corresponde a una herramienta importante en la obtención del tiempo estándar, así entonces, según Socconini (2019, p.257): expresa a que la hoja tiempos nos permite detectar el inicio y final del trabajo, con la finalidad de registrar todas las actividades dentro de un proceso u operación.

La tabla 1 según Socconini (2019, p.255) constituye a un modelo general del registro de tiempos para cada actividad en un proceso productivo. (ver Anexo N°13). De acuerdo con Caso (2006, p.19) señala al tiempo normal como el tiempo medido en que un operario experimentado y capacitado desarrolla una tarea a un ritmo habitual.

En adición de acuerdo con Caso (2006, p.19) define a los suplementos como situaciones de inactividad que se valoran de acuerdo a las características del operario y de la actividad realizada.

Para la dimensión **Poka Yoke**, es un método de detección de errores en los procesos y actividades más frecuentes con la finalidad de alcanzar el cero defectos. Por otro lado, el *Poka Yoke* depende de la creación de controles visuales sencillos pero capaces de inspeccionar la calidad de lo que se está fabricando. Los tipos de control visual: inspección de juicio, donde se clasifica si el producto es aceptable, inspección informativa, donde entre líneas de producción se verifica o corrige el material procesado, por último, la inspección de fuente, donde se busca garantizar las condiciones para un entorno en base a cero defectos, del producto terminado. (Wiech, Böllhoff y Metternich, 2017, p.190) El *Poka Yoke* aplica tres funciones básicas: parada, control y aviso. Detectar un defecto antes de ocurra se le considera como predicción y reconocer que un defecto está sucediendo se le denominada detección (Villaseñor y Galindo, 2007, p. 84). A juicio de Biswas y Chakraborty (2016, p. 16): Para reducir la cantidad de productos defectuosos, es de suma prioridad pronosticar la causa raíz del defecto de la misma, ya sea por error personal o de máquina. Es por ello que, para ejercer un mayor control de las operaciones mal ejecutadas por medio de dispositivos, los cuales permitirán controlar el flujo de producción y por ende evitando paradas (ver Anexo N°14).

Para la variable dependiente **Productividad**, de acuerdo a lo que expresan los autores Miranda y Toirac (2010, p.248), resaltan que la productividad es la pieza principal para obtener riqueza que puede ser utilizada para el mejoramiento de los procesos productivos e implementación de nuevas tecnologías otorgando mayores ventajas competitivas en el mercado. Además, desde otro punto de vista la productividad, según Fontalvo, De la Hoz y Moreles (2018, p.50) es una medida que calcula el nivel de aprovechamiento de todos los elementos que influyen directa e indirectamente en la elaboración de un producto, en resumen, mientras la productividad sea mayor, menor serán los costos de fabricación y por ende mayor será la competitividad del producto en el mercado existente.

Además, el autor Prokopenko (1989, p.9), clasifica la productividad en dos factores, denominándolos factores externos y factores internos. Los Factores externos comprenden a todo aquello que no está controlado por la empresa, mientras que los factores internos son lo opuesto. Podemos visualizar que elementos presentan cada factor interno y externo (ver Anexo N°15).

Así entonces, a juicio de Prokopenko (1989, p.11), los factores internos se subdividen tanto en factores duros (destacan por no cambiar con facilidad) como en factores blandos (destacan por cambiar fácilmente). Esta información determinará el enfoque interno de la productividad en la que estará dirigido el trabajo de investigación. En adición a ello el autor Prokopenko (1989, p.16), resalta que los factores externos están comprendidos en planificar y ejercer programas de productividad, considerando las relaciones políticas, sociales y económicas con los consumidores, colaboradores e instituciones que establecen ciertos acuerdos o condiciones de las que la empresa no puede manipular.

Conforme a ello se mencionarán sus respectivos indicadores de la productividad entre los cuales destacan la **eficiencia**, que consiste en la relación entre los resultados realizados y los recursos empleados sean tangibles e intangibles, es decir, optimizar recursos sin el abuso excesivo de recursos (Gutierrez,2014, p.38). Entonces podemos entender que, la eficiencia busca evitar identificar y evitar aquellos desperdicios que no generan ningún valor al producto final aprovechando los recursos que se tienen en mano y según el presupuesto obtenido, es decir, hacer las cosas bien.

La eficacia, se podría entender como el nivel de alcance que hay entre las actividades y/o fabricación que se realizaron y los resultados esperados (Gutierrez,2014, p.38). Además, de acuerdo con Camue y Toscano (2017, p. 144), la eficacia sitúa al nivel de alcance hacia las metas propuestas en las organizaciones. Con lo mencionado por los autores, podemos sintetizar que la eficacia es la capacidad de saber cuan cerca estamos de alcanzar las metas propuestas, es decir, obtener resultados.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación.

De acuerdo con Baena (2017, p.18) la investigación **aplicada** destaca en emplear teorías generales o ya existentes para resolver necesidades que plantea la sociedad. Asimismo, la investigación aplicada tiene como objetivo principal emplear métodos prácticos y tomar las decisiones correctas para su resolución. Es por ello que la presente investigación utilizó investigaciones previas referentes al tema de estudio, como también se utilizaron teorías pertenecientes a la metodología *Lean Manufacturing* para resolver el problema de la baja productividad en el área de producción de formaletas metálicas en la empresa Arquideas S.R.L.

De acuerdo con Chávez, Esparza y Riosvelasco (2019, p.168), el diseño **pre experimental** comprende en la asignación de un solo grupo de control permitiendo realizar mediciones de un antes y después en un plazo de tiempo interrumpidos, de los cuales no se garantiza que los efectos de un estímulo o tratamiento generen cambios, ya que no existe una comparativa entre grupos. Por lo tanto, la presente investigación fue pre experimental porque se escogió un solo grupo de control(productividad) sin realizar alguna comparación con otros grupos. De esta manera, se pudo realizar el análisis del pre – test, el cual no recibió alguna mejora o cambio. Posteriormente se efectuó un tratamiento o estímulo (herramientas *Lean Manufacturing* Variable Independiente) y poder así, evaluar el impacto presentado luego de la aplicación de la mejora.

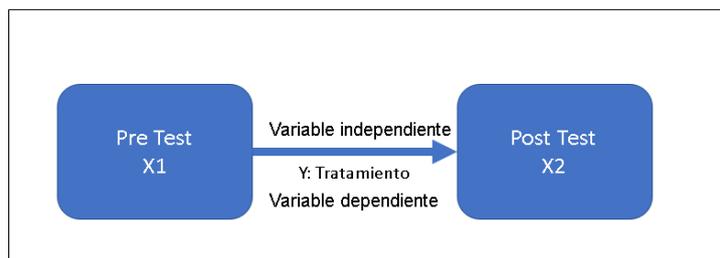


Figura 1. Representación de diseño pre experimental.

X1: Medición de la Productividad Pre Test (variable dependiente).

X2: Medición de la Productividad Post Test (variable dependiente).

Y: Tratamiento o estímulo (variable dependiente herramientas Lean Manufacturing).

Además de acuerdo a su alcance, Hernández y Mendoza (2018, p. 180) señala que la investigación **longitudinal**, consiste en la recolección de datos de un grupo, población o subpoblación en diferentes puntos o momentos en el tiempo para poder apreciar los cambios y consecuencias en relación al problema de la investigación. Dado ello, la presente investigación fue de carácter longitudinal, debido a que los datos a analizar estuvieron comprendidos en 2 ocasiones, abarcando un periodo de 30 días del antes y después de la Aplicación de herramientas *Lean Manufacturing* en relación a la Productividad.

De acuerdo con Ramos (2020, p.3), la investigación de nivel **explicativo** comprende más allá de solo describir un fenómeno ocurrido, sino supone también en explicar o responder las causas de la misma y cuál es su relación con las variables tomadas. Por tal motivo, la presente investigación fue de nivel explicativo, debido a que se expresaron las causas que afectan a la productividad (variable dependiente), para así entonces tomar las posibles soluciones, para este caso, en aplicar las herramientas *Lean Manufacturing* (variable independiente) en el área de producción de la empresa Arquideas S.R.L.

De acuerdo con Sánchez (2019, p.104) una investigación de enfoque **cuantitativo**, se caracteriza por representar sus datos mediante las mediciones numéricas (cantidades). Estos permiten ser analizados mediante métodos estadísticos. Por otro lado, la investigación de enfoque cuantitativo, estima la magnitud de los problemas de investigación mediante la recolección de datos y los resultados permitirán probar las hipótesis planteadas. Por tal motivo, la presente investigación fue de enfoque cuantitativo, pues recolectó datos numéricos reales en el área de producción tanto de variable independiente como de la variable dependiente, estos valores fueron necesarios para el cálculo de los indicadores respectivamente.

3.2 Variables y operacionalización.

Variable independiente (VI): Lean Manufacturing.

Definición Conceptual.

Según Socconini (2019, p.20) define a *Lean Manufacturing* como una serie de procedimientos para la detección y eliminación de desperdicios manifestados en actividades que no generen valor alguno, los cuales ocasionan mayor costo y esfuerzo físico para la elaboración del producto.

Definición Operacional.

Para la evaluación de la variable independiente, se realizó mediante las dimensiones Estandarización y Poka Yoke, con sus indicadores respectivos.

Dimensión 1: Estandarización.

Definición Conceptual.

A juicio de Hernández y Vizán (2013, p.45) determinan a estandarización como la descripción representada escrita o gráficamente, el cual nos brindan un entendimiento de las técnicas más relevantes dentro un proceso de producción incluyen los conocimientos específicos ya sea como de las maquinarias, personal, materiales, métodos, mediciones y datos con el objetivo de fabricar excelentes productos de buena calidad, confiable, con un costo barato y rápido.

Definición Operacional.

Es aquella que permitió obtener el tiempo estándar, es decir, mediante la suma del tiempo normal y los suplementos.

$$TE = T.N + S$$

Leyenda:

TE: Tiempo Estándar.

TN: Tiempo Normal.

S: Suplementos.

Dimensión 2: Poka Yoke.

Definición Conceptual.

Es un método de detección de errores en los procesos y actividades más frecuentes con la finalidad de alcanzar el cero defectos (Wiech, Böllhoff y Metternich, 2017, p.190).

Definición Operacional.

Es aquella que permite el cálculo del índice de Formaletas Defectuosas, mediante la división del Número de Formaletas con Defectos con el Total de Formaletas Elaboradas.

$$IFD = \frac{NFCD}{TFE} \times 100\%$$

Leyenda:

IFD: Índice de Formaletas Defectuosas.

NFCD: Numero de Formaletas con Defectos (unid).

TFE: Total de Formaletas Elaboradas (unid).

Variable dependiente (VD): Productividad.

Definición Conceptual.

Según Miranda y Toirac (2010, p. 248), resaltan que la productividad es la pieza principal para obtener riqueza que puede ser utilizada para el mejoramiento de los procesos productivos e implementación de nuevas tecnologías otorgando mayores ventajas competitivas en el mercado.

Definición operacional.

Para la evaluación de la variable dependiente, se realizó mediante las dimensiones de Eficiencia y Eficacia con sus indicadores respectivos.

Dimensión 3: Eficiencia.

Definición Conceptual.

La eficiencia, consiste en la relación entre los resultados realizados y los recursos empleados sean tangibles e intangibles, es decir, optimizar recursos sin el abuso excesivo de recursos (Gutierrez,2014, p.38).

Definición Operacional.

Es aquella que permite obtener el Porcentaje de Eficiencia, mediante la obtención del Tiempo utilizado y dividiéndolo entre el Tiempo Programado.

$$PEf = \left(\frac{TU}{TP} \right) \times 100\%$$

Leyenda:

PEf: Porcentaje de eficiencia (%).

TU: Tiempo utilizado (min).

TP: Tiempo programado (min).

Dimensión 4: Eficacia.

Definición Conceptual.

La eficacia, se refiere al nivel de alcance que hay entre las actividades planificadas que se realizaron y los resultados esperados (Gutierrez,2014, p.38).

Definición Operacional.

Sitúa en la obtención del Porcentaje de Eficacia, a través de la división del Total de Formaletas Fabricadas con el Total de Formaletas Esperadas.

$$PE = \left(\frac{TFF}{TFE} \right) \times 100\%$$

Leyenda:

PE: Porcentaje de Eficacia (%).

TFF: Total de Formaletas Fabricadas.

TFE: Total Formaletas Esperadas.

3.3 Población (Criterios de selección), muestra, muestreo y unidad de análisis.

Población.

De acuerdo con Ventura (2017, p.1) expresa a la población como un conjunto de elementos sujetos u objetos que presenten características similares o una definición en común, de los cuales pueden ser observados, analizados y comprendidos. Es por ello, la población de la presente investigación constó en la producción de formaletas metálicas en la empresa Arquideas S.R.L en un periodo de 30 días.

Criterios de inclusión y exclusión.

Como criterio de inclusión, se consideró los días hábiles laborables en una jornada o turno completo comprendidos en 8 horas diarias (8 a.m. – 5 p.m.) de lunes a sábado. Como criterio de exclusión, comprende los días feriados y domingos.

Muestra.

De acuerdo con Hernández y Caspio (2019, p.2) señala a la muestra con una agrupación específica muestral de una población o universo, constituyendo así, a los objetos de estudio. Por tal motivo, la muestra de la presente investigación constituyó un periodo de 30 días laborales de producción de formaletas metálicas.

Muestreo.

Según Manterola y Otzen (2017, p.230) destaca a la técnica de muestreo no probabilístico por su accesibilidad de inclusión, ya sea por conveniencia y cercanía de los sujetos u objetos al investigador. Es por ello, que la presente investigación optó por un muestreo no probabilístico, es decir, fue seleccionado por conveniencia y criterio de los investigadores.

Unidad de análisis.

De acuerdo con Sánchez, Reyes y Mejía (2018, p.123) la unidad de análisis supone al objeto de mayor interés en una investigación. Dado ello, la unidad de análisis empleada para esta investigación correspondió a la formaleta metálica del tipo muro

estructural (2.40 x 0.4 m), debido a que presentan mayor participación de productos terminados en el área de producción de la empresa Arquideas S.R.L.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Técnicas de Recolección de datos.

De acuerdo con Hernández y Mendoza (2018, p. 226) resalta a las técnicas de recolección de datos como un conjunto de procedimientos dirigidos a reunir información teniendo en cuenta la siguiente: las fuentes (primarias y secundarias), el tipo de técnica (encuesta, entrevista, observación, etc) a utilizar y sus pasos concretos (claridad de los objetivos de investigación, determinación de la muestra). Por lo tanto, la presente investigación hizo uso de fuentes primarias de recolección, a la observación directa y como fuentes secundarias, a las fichas de registro.

La observación directa.

De acuerdo con Valderrama (2015, p.194) expresa a la observación como una técnica de investigación permitiendo registrar de manera directa, ordenada y sistemática la información necesaria de manera confiable. De acuerdo con Piza, Amaiquena y Beltrán (2019, p 457) los métodos de observación logran registrar de manera inmediata el comportamiento de una persona, de esta manera se evita cometer errores y obtener una mayor precisión de la información que se desea registrar. La información obtenida por las observaciones directas permite que la persona no se sienta observada y actúe normalmente. Así entonces, la presente investigación hizo uso de la técnica de la observación directa, debido a que, de esta manera pudo recabar información respecto a las actividades involucradas en la fabricación de formaletas metálicas como también la producción diaria en la empresa Arquideas S.R.L.

Instrumentos de recolección de datos.

De acuerdo con Gómez (2006, p.122), el instrumento es aquel medio que tiene como fin registrar datos e información observables que serán de utilidad para el desarrollo de la variable que se está trabajando en la investigación. Es por ello que la presente investigación para la medición de sus indicadores, optó por las fichas de registro con la finalidad de registrar la información necesaria tanto para la

variable independiente como la dependiente. Asimismo, se usó un cronometro calibrado para la medición de los tiempos de manera más precisa.

Ficha de registro.

La presente investigación utilizó fichas de registro con el objetivo de registrar los datos necesarios requieren los indicadores. Las fichas de registros empleadas en la presente investigación serán:

Para la variable independiente (*Lean Manufacturing*), se hizo uso de la ficha de registro del Tiempo Estándar y la ficha de registro del Poka Yoke.

Para la variable dependiente (Productividad), se hizo uso de la ficha de registro de la Eficiencia, la ficha de registro de la Eficacia y por último la ficha de registro de la Productividad.

Cronómetro.

La presente investigación hizo uso de esta herramienta con la finalidad de registrar y controlar los tiempos de las actividades involucradas en el proceso de producción de formaletas metálicas antes y después de la implementación de la mejora de forma precisa y confiable (ver Anexo N°18).

Validez.

De acuerdo con Rojas (2011, p.281) la validación es un procedimiento donde expertos (investigadores con experiencia en el campo de estudio) someten un instrumento de recolección de datos a distintas pruebas para garantizar si este lograr medir las variables de estudio. Por otro lado, de acuerdo con Hernández y Mendoza (2018, p. 230) la validez de contenido representa el grado en el que un instrumento de recolección de datos refleja un dominio en específico, es decir, sí representa al concepto de la variable del que se desea medir. Así pues, la presente investigación para comprobar la validez de sus instrumentos de recolección de datos referidas a las variables de estudio fue sometidas a un juicio de expertos,

El **juicio de expertos** estuvo conformado por 3 ingenieros industriales, destacados por su amplia trayectoria y experiencia en la línea de investigación como también en el ámbito laboral. Cabe mencionar que los ingenieros pertenecen a la Escuela

de Ingeniería Industrial de la Universidad Cesar Vallejo, por lo que evaluaron los instrumentos de recolección de datos según su pertinencia, relevancia y claridad (ver Anexo N°19).

Confiabilidad.

De acuerdo con López et al, (2019, p. 443) la confiabilidad sitúa al nivel en que se utiliza repetidamente un instrumento hacia un sujeto u objeto, obteniendo resultados consistentes y coherentes para una investigación.

De este modo, la confiabilidad de esta investigación, se apoyó en la utilización de fichas de registro, las cuales contienen las fórmulas para la obtención de los indicadores. Asimismo, la investigación es confiable pues los datos obtenidos por los instrumentos comprendieron únicamente al área de producción de la empresa Arquideas S.R.L. Por último, los instrumentos fueron procesados a través del software SPSS v24, demostrando su confiabilidad en la recolección de datos.

3.5 Procedimiento.

Descripción de la situación actual de la empresa Arquideas S.R.L.

Arquideas S.R.L., pertenece al consorcio DH MONT. Asimismo, es una empresa perteneciente al sector metalmeccánico, cuyo enfoque es la fabricación de diversas piezas de carpintería metálica necesarias para el uso inmobiliario y al desarrollo de proyectos e inversiones de infraestructura metálicas e acero negro. Con ello la empresa Arquideas S.R.L. solicita concesiones y autorizaciones bajo el marco legislativo para participar cambiando su asociación empresarial con otras sociedades con un plazo de desarrollo de actividades de manera indeterminada. El área de metalmeccánica tiene una capacidad de 65 colaboradores entre personal administrativo, ingenieros, soldadores y personal operario, esto le permite a la empresa poder garantizar la realización de proyectos de gran envergadura asociadas a la industria del metal, de allí destacan proyectos públicos realizados en su taller, como los colegios emblemáticos del Perú, la remodelación y rehabilitación del Estadio Nacional, entre otros. Arquideas S.R.L. cuenta con la oficina principal que se encuentra ubicada en la Av. Angamos Este N°. 1648 DPTO. 403 (frente a Plaza Hogar) - Surquillo Lima y la sucursal está ubicada en Av. El

porvenir N°. s/n fnd. chacra cerro, Comas, Lima, cabe mencionar que en esta investigación se centró en la sucursal de Comas. (ver Anexo N°20).

Misión.

Ofrecer calidad de vida a las familias peruanas a través de la construcción de viviendas seguras y modernas.

Visión.

Ser reconocida como una empresa metalmeccánica reconocida por su modelo de eficiencia, rentabilidad y responsabilidad en el Perú.

Valores.

Los valores más representativos en la empresa Arquideas S.R.L son: proactividad, coordinación con el equipo, sentido de responsabilidad y respeto.

Organigrama.

La estructuración jerárquica de la empresa Arquideas S.R.L, está compuesta principalmente por la Gerencia General, el área de Administración, el área de Proyectos y Servicios Generales (ver Anexo N°21).

La presente investigación se centró en el área de producción del taller de acero pues comprende el material principal para la fabricación de encofrado metálico, asimismo se dispone principalmente del personal: supervisor, técnico operario y ayudantes (ver Anexo N°22).

Además, en la figura 2, se muestra el mapa de procesos de la empresa Arquideas S.R.L, donde se denota una vista de los procesos fundamentales en el que la empresa gestiona sus actividades desde el inicio de los requerimientos del cliente hasta la entrega del producto terminado al cliente.

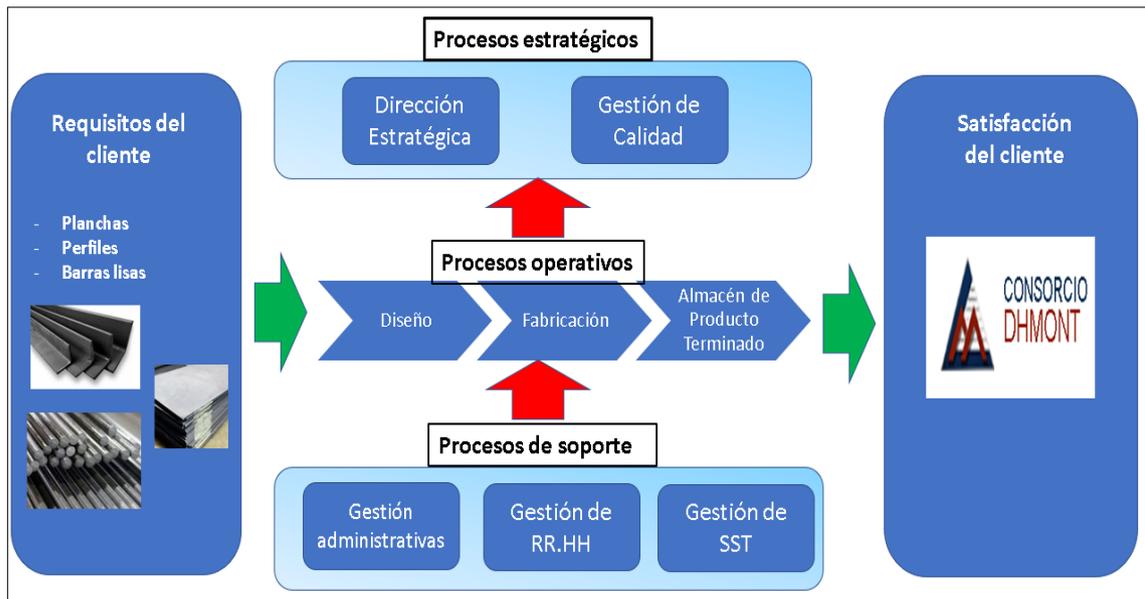


Figura 2. Mapa de procesos Arquideas S.R.L.

Principales Productos.

La empresa Arquideas S.R.L se dedica a la fabricación de encofrados metálicos, que comprende un conjunto de subproductos, tales como formaleta muro, esquinero muro, entre otros. Además, se caracterizan por poseer diversos tipos de forma y medida (Tabla 1). Por otro lado, la empresa también se dedica a la fabricación de carpintería metálica, tales como, baranda de emergencia, puertas de estacionamiento, entre otros.

Tabla 1. Principales Productos Arquideas S.R.L.

PRINCIPALES PRODUCTOS DE LA EMPRESA ARQUIDEAS S.R.L.		
CLASIFICACIÓN	PRODUCTO	IMÁGEN
ENCOFRADOS	FORMALETA MURO	
	ESQUINERO MURO	
	TAPUMURO HORIZONTAL	
	FORMALETA LOSA	
CARPINTERIA METÁLICA	BARANDA DE EMERGENCIA	
	PUERTA DE ESTACIONAMIENTO	
	PROTECTORES DE VENTANA	

Fuente: Elaboración propia.

De esta manera en relación a la investigación, se escogió a la formaleta tipo muro estructural cuya medida es de 2.4 x 0.4 m, porque comprende una mayor demanda de fabricación en el área de producción.

Principales Clientes.

Actualmente la empresa Arquideas S.R.L pertenece al Consorcio DHMONT, por lo tanto, todos los proyectos referentes al acero negro, son representados por la misma y entregados al sector construcción.



Figura 3. Principales clientes de Arquideas S.R.L.

Principales problemas encontrados en el área de producción de la empresa Arquideas S.R.L.

Ausencia de herramientas de predicción de errores.

Desafortunadamente la empresa Arquideas S.R.L no emplea el uso de mecanismos o dispositivos que permitan predecir errores dentro de las actividades, cuando normalmente los trabajadores disponen de la observación, experiencia o el uso de instrumentos convencionales de medición (regla, huincha, etc), los cuales son propensos a cometer equivocaciones humanas.

Cantidad considerable de productos defectuosos.

Se detectó que, durante la culminación de la jornada laboral, la cantidad total de producción diaria presenta un porcentaje de productos con defectos.

Falta de estandarización de operaciones.

Actualmente la empresa no cuenta con medidas más confiables referentes a los tiempos para cada actividad en la fabricación de formaletas metálicas.

Falta de formatos y procedimientos.

Esto ocurre debido a que no se cuenta con una documentación referente a los datos importantes referentes al proceso de producción de formaletas metálicas.

Falta de indicadores de tiempos de trabajo.

Debido a este problema, no se puede definir tiempos estándares de trabajo. Este dato es muy importante ya que resulta en determinar el desempeño del trabajador.

Ausencia de capacitaciones.

Este problema se ha detectado en el área de producción los cuales imposibilitan a los trabajadores a mantenerse informados sobre los avances y cambios en la producción.

Personal inexperto.

Este suceso se produce debido a que no se cuenta con una organización específicas de las actividades que debe realizar un trabajador ocasionando que el personal con poca experiencia se equivoque en la realización de sus actividades.

Falta de definición de roles del personal.

De acuerdo a este problema, los trabajadores realizan más actividades de las que ejercen su profesión, por ende, descuidan sus actividades principales resultando a trabajar bajo presión y cometer equivocaciones.



Figura 4. Principales problemas en el proceso de producción de formaletas metálicas.

Descripción del proceso actual de producción de formaletas metálicas.

Para la fabricación de formaletas metálicas podemos dividirlos en tres fases: La primera fase comprende el habilitado del perfil tipo "L" (también llamado ángulo dual) de 2"x2"x 1/8" pulgadas, es decir, el cortado en la máquina tronzadora según la medida solicitada por el cliente. Esta operación está empieza midiendo el ángulo, luego es cortado y finaliza con el limado de las piezas. Estas acciones están sujetas a un método empírico, porque depende de la precisión del operario y del nivel perpendicular de la máquina con el ángulo, dando como resultado piezas laterales, centrales y frontales. Todas estas piezas son acarreadas hacia la maquina "multicorte" para poder realizar el destaje y son llevadas hacia a la prensa perforadora, el cual se harán los agujeros de 16mm de diámetro según el detalle del diseño de la formaleta metálica. Finalmente, todas las piezas son transportadas a la mesa de armado donde se realizará el proceso de montaje; aquí se unen los ángulos aplicando puntos de soldadura obteniendo una "estructura metálica".

La segunda fase consta de la medición y cortado de planchas de acero laminado de 1200 mm x 2400 mm x 2.5 mm según medida para luego ser perforado, finalizando estos procesos, se realizan una inspección a las piezas y posteriormente son transportado a la mesa de soldeo; que consiste en la unión la "estructura metálica" con la plancha perforada y la barra metálica lisa, dicho resultado se le denominará como "formaleta metálica semiterminada".

La tercera fase consiste en realizar la medición y corte de platinas de 2"x 1.5 mm x 6 m, el cual serán llamadas "refuerzos" para luego ser destajados perpendicularmente y llevados a la mesa de resoldado MIG; que constituye en la unión de los refuerzos y arandelas metálicas a la "formaleta metálica semiterminada".

Una vez completado dicho proceso, continuamos con el esmerilado, que consta en eliminar las protuberancias a consecuencia de las soldaduras anteriores. A continuación, son transportadas hacia la prensa hidráulica para realizar el perforado con un punzón de 20 mm de diámetro en la cara perpendicular de la plancha. Seguido de ello se da pase al enderezado. A continuación, sigue el pintado empleando una compresora para la adición de base anticorrosivo y

thinner. Una vez seco, es transportado al almacén de productos terminados (ver figura 5).

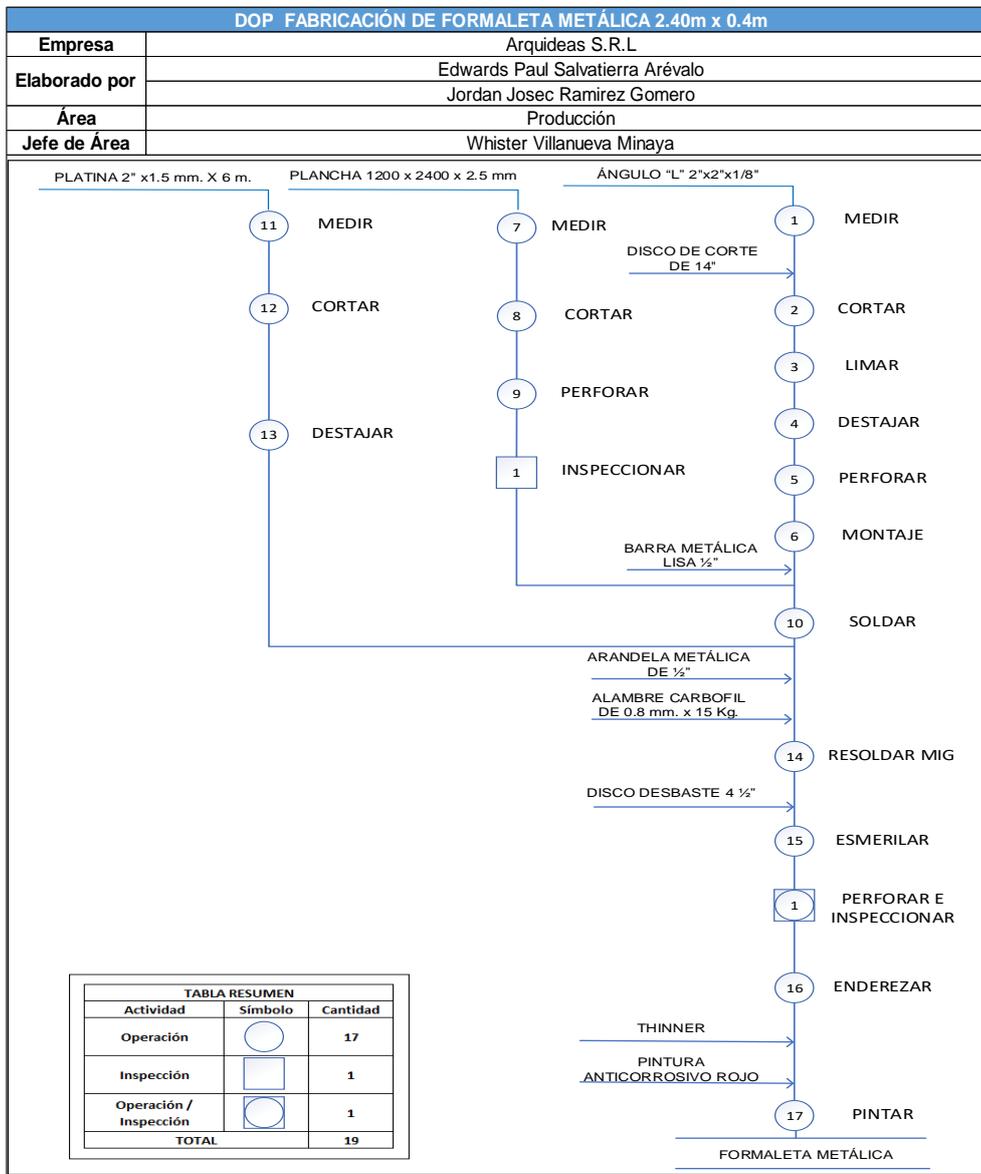


Figura 5. Diagrama de Operaciones Actual Formaleta metálica.

De esta manera de acuerdo con la figura 5, se pudo observar mediante la elaboración del DOP, que el proceso de fabricación de Formaletas Metálicas comprende 17 operaciones, 1 inspección y 1 operación/inspección, logrando un total de 19 procesos.

Tabla 2. Diagrama Analítico del Proceso de fabricación de formaletas metálicas.

DIAGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE FORMALETA METÁLICA - PRE TEST												
DIAGRAMA 1		HOJA NUM 1 DE 1			RESUMEN							
OBJETO		FORMALETA METÁLICA										
EMPRESA		ARQUIDEAS S.R.L.										
DIMENSIONES	LARGO		2.4	m.	ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA				
	ANCHO		0.4	m.	ALMACENAMIENTO	13						
	PROFUNDIDAD		0.05	m.	OPERACIÓN	53						
ACTIVIDAD		FABRICACIÓN DE FORMALETA METÁLICA			INSPECCIÓN	4						
LUGAR		AV. PORVENIR NRO. 5/N FND. CHACRA CERRO COMAS-LIMA			TRANSPORTE	16						
OPERARIOS					OPERACIÓN/INSPECCIÓN	1						
MÉTODO		ACTUAL			DEMORA	1						
FECHA		01/09/2020			TOTAL	88						
					RECURSO							
								SIMBOLOS				
N° de la Actividad	PROCESO	ACTIVIDAD		DISTANCIA (m.)	TIEMPO (seg.)							OBSERVACIONES
1	MEDIR	Acarreo de ángulo "L" 2"x2"x1/8" hacia la máquina tronzadora			265							
2		Colocación sobre la mesa de trabajo			345							
3		Validación de lista de corte			150							
4	CORTAR	Medición para cada ítem de corte			176							
5		Prensar el ángulo "L" 2"x2"x1/8" sobre la base de la Tronzadora			145							
6		Corte de ángulo "L" 2"x2"x1/8"			710							Ingreso de disco de corte de 14"
7		Medición de ángulo cortado			135							
8	LIMAR	Apilamiento de ángulos cortados			156							
9		Colocación de los ángulos cortados sobre la mesa de trabajo			135							
10		Ubicar los bordes con remanentes metálicos de los ángulos cortados			112							
11		Limar los ángulos seleccionados			145							
12		Apilamiento de ángulos limados y cortados			125							
13	DESTAJAR	Traslado de ángulos cortados hacia la prensa multicorte			354							
14		Instalación de matriz en la prensa multicorte			270							
15		Limado de rebaba metálica			112							
16		Destaje perpendicular de ángulos			230							
17	PERFORAR	Apilamiento de ángulos destajados			151							
18		Traslado de ángulos destajados hacia la Prensa hidráulica 1			140							
19		Preparación de matriz tipo punzón circular de 16 mm.			186							
20		Ubicación de la perforación en ángulo destajado			110							
21		Marcación de perforación con respecto al eje			130							
22		Lubricación del punzón			116							
23		Perforación			115							
24	MONTAJE	Apilamiento de ángulos perforados			151							
25		Traslado de ángulos perforados hacia la mesa de armado			384							
26		Fabricación de molde metálico sobre la mesa de trabajo			2022							
27		Armado estructural con ángulos perforados			1147							
28	MEDIR	Apilamiento de estructuras metálicas			149							
29		Acarreo de planchas LAC de 1200x2400x2.5mm. hacia la máquina guillotina			208							
30		Colocación sobre la mesa de trabajo			235							
31		Validación de lista de corte			125							
32	CORTAR	Medición para cada ítem de corte			233							
33		Dimensionar las piezas a cortar en la plancha metálica			135							
34		Corte de planchas LAC 1200x2400x2.5mm			217							
35		Medición de pieza cortado			135							
36	PERFORAR	Apilamiento de planchas cortadas			145							
37		Traslado de planchas cortadas hacia la Prensa hidráulica 1			115							
38		Preparación de matriz tipo punzón oblongo de 4x8 mm.			125							
39		Ubicación de la perforación en la plancha			21							
40		Marcación de perforación			114							
41		Lubricación del punzón			15							
42		Perforación			145							

43		Apilamiento de planchas perforados		112					
44	INSPECCIONAR	Medición de perforaciones en la plancha cortada		110					
45		Validaciones de perforaciones en todos los lados de la plancha cortada		118					
46		Conteo de planchas		115					
47		Validación de planchas requeridas		115					
48	SOLDAR	Traslado de planchas perforadas hacia la mesa de soldeo	3	225					
49		Soldeo por puntos entre las planchas, estructuras metálicas y barra lisa 1/2"		786					Ingreso de barra lisa de 1/2" metálica
50		Apilamiento formaleta metálica semiterminada		135					
51	MEDIR	Acarreo de platinas 2" x 1.5mm x 6m. hacia la máquina guillotina		162					
52		Colocación sobre la mesa de trabajo		135					
53		Validación de lista de corte		110					
54		Medición para cada ítem de corte		125					
55	CORTAR	Dimensionar las piezas a cortar en la plancha metálica		135					
56		Corte de platinas 2" x 1.5mm x 6m.		185					
57		Medición de pieza cortado		135					
58		Apilamiento de platinas cortadas		140					
59	DESTAJAR	Traslado de platinas cortados hacia la prensa multicorte		2015					
60		Instalación de matriz en la prensa multicorte		220					
61		Limado de rebaba metálica		241					
62		Destaje perpendicular de platinas		287					
63		Apilamiento de platinas destajados		135					
64	RESOLDAR MIG	Traslado de formaleta metálica semiterminada a la mesa de resoldo MIG		285					Actividad predecesora 49
65		Traslado de platinas hacia la mesa de resoldo MIG		448					Actividad predecesora 04
66		Resoldo MIG de formaleta metálica semi terminada con platinas y arandelas		1009					Ingreso de arandela acerada plana de 1/2"
67	ESMERILAR	Apilamiento formaleta metálica semiterminada		135					
68		Traslado de formaleta metálica semiterminada a la mesa de esmerilado		143					
69		Esmerilado de formaleta metálica semiterminada		320					Ingreso de disco de desbaste de 4 1/2"
70		Apilamiento formaleta metálica semiterminada esmerilada		136					
71	PERFORAR / INSPECCIONAR	Traslado de formaleta metálica semi terminada esmerilada a la prensa hidráulica 2		112					
72		Preparación de matriz tipo punzón circular de 20 mm.		185					
73		Ubicación de la perforación en formaleta metálica semi terminada		125					
74		Marcación de perforación con respecto al eje		110					
75		Lubricación del punzón		105					
76		Perforación con validación según plano		135					
77		Apilamiento formaleta metálica semiterminada perforada		15					
78	ENDEREZAR	Traslado de formaleta metálica semiterminada a zona de enderezado		288					
79		Enderezamiento		337					
80		Apilamiento formaleta metálica semiterminada enderezada		310					
81	PINTAR	Traslado de formaleta metálica semiterminada al área de pintura		489					
82		Montaje de formaletas metálica semi terminada en caballetes		315					
83		Limpieza de superficies irregulares		262					
84		Preparación de pintura anticorrosivo gris con thinner		302					
85		pintado de formaleta metálica semi terminada		1786					Ingreso de Thinner y pintura anticorrosivo rojo
86		Espera de secado de formaletas metálicas		3782					
87		Traslado de formaletas metálicas hacia el APT		424					
88		Apilamiento formaleta metálica en el APT		501					

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 2, se visualizó, la serie de actividades realizadas en el proceso de producción de formaletas metálicas y los tiempos estimados para cada una. Mediante un análisis se determinó que se requirió un total de 88 actividades y un tiempo de 28 800 segundos, lo que en minutos corresponde a 480 min en la producción de formaletas metálicas.

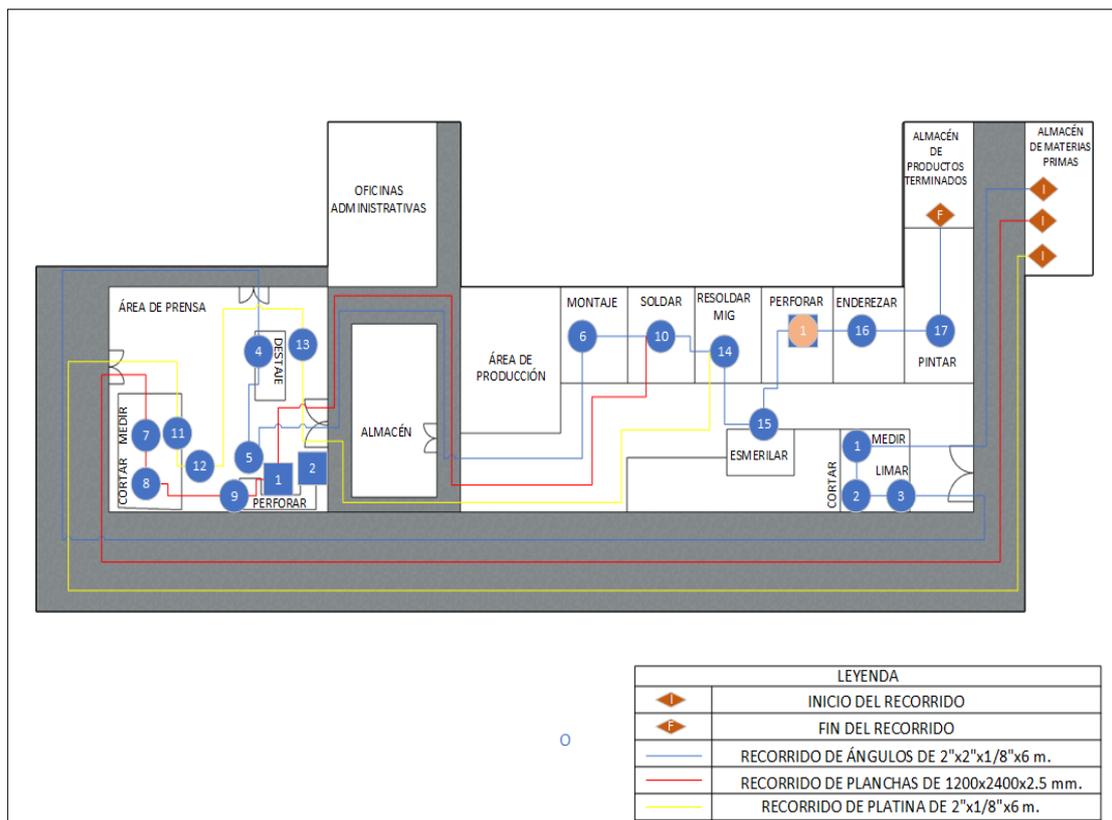


Figura 6. Diagrama de recorrido del proceso actual.

En la figura 6, se observó los flujos de los procesos de la producción de formaletas metálicas, donde resaltan la presencia de sus tres etapas y por ende no supone un flujo lineal, lo que compromete a cada etapa proporcionar las piezas exactas y con las medidas pedidas, ya que, de no ser el caso, retrasaría a las demás, es decir, incrementaría los tiempos de producción, disminuir la producción diaria y sobre todo presenciar mayores productos terminados defectuosos.

Prueba Pre Test: Variable Independiente.

Dimensión 1: Estandarización (Pre Test).

Toma de tiempos.

Para el desarrollo de esta dimensión, fue fundamental el uso del cronómetro, el cual permitió obtener el tiempo estándar. La toma de tiempos constó de 20 observaciones para cada actividad, las cuales fueron dadas en el periodo de 30 días laborales.

Tabla 3. Toma de tiempos (Pre Test).

DATOS GENERALES																					
INVESTIGADORES		Edwards Paul Salvatierra Arévalo						JEFE DE ÁREA					Whister Villanueva Minaya								
EMPRESA		Jordan Josec Ramirez Gomero						ÁREA					Área de Producción								
EMPRESA		Arquideas S.R.L						ÁREA					Área de Producción								
ITEM	ACTIVIDAD	NÚMERO DE OBSERVACIONES (min.)																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	MEDIR ÁNGULOS	16.1	14.4	14.3	14.5	14.3	15.7	15.1	16.2	15.2	16.1	15.8	15.9	13.6	13.8	16.5	15.0	13.7	13.9	14.5	13.3
2	CORTAR ÁNGULOS	18.1	18.4	18.0	18.4	18.5	18.6	18.1	17.7	17.9	18.4	17.6	17.5	17.8	18.7	19.0	18.8	17.9	17.5	18.2	18.3
3	LIMAR ÁNGULOS	10.9	9.0	11.1	8.4	8.4	9.1	8.6	10.4	9.6	10.7	10.3	8.5	9.2	11.2	10.0	9.7	9.6	11.4	11.5	11.3
4	DESTAJAR ÁNGULOS	17.8	18.5	17.9	18.9	18.9	17.7	19.5	18.9	18.2	19.3	18.6	18.7	18.5	17.6	17.7	18.3	19.4	18.6	18.8	17.6
5	PERFORAR ÁNGULOS	14.5	16.4	15.7	14.7	15.3	14.3	14.8	16.4	15.7	15.3	14.7	16.0	15.0	17.5	16.6	17.4	16.9	16.2	16.4	14.9
6	MONTAJE DE FORMALETA	72.1	69.8	72.4	76.6	75.9	75.9	68.9	71.9	72.7	74.7	76.1	73.0	73.4	75.6	73.4	71.2	68.8	73.8	73.6	71.5
7	MEDIR PLANCHA	14.8	13.7	13.8	15.0	13.4	13.8	13.3	13.6	13.8	13.4	13.7	14.1	14.0	13.4	13.9	13.8	14.2	14.2	13.5	14.3
8	CORTAR PLANCHA	10.1	11.0	10.5	11.1	10.0	11.1	10.0	11.2	11.1	10.9	11.1	10.3	11.1	10.4	10.8	10.2	10.5	10.8	10.6	10.1
9	PERFORAR PLANCHA	10.4	10.1	11.4	11.1	11.3	11.7	11.5	10.9	11.3	11.2	10.4	10.7	11.0	11.2	11.6	10.2	10.4	11.3	11.6	11.1
10	INSPECCIONAR PLANCHA	7.2	7.8	8.1	8.0	7.5	7.7	7.1	8.0	7.2	7.1	7.1	7.4	7.9	7.5	7.9	7.5	7.7	7.3	7.1	8.1
11	SOLDAR PLANCHA CON FORMALETA	19.4	18.6	19.2	18.8	19.5	19.0	19.0	19.1	18.5	18.7	19.4	18.6	19.2	18.4	19.9	19.1	18.4	18.4	18.5	19.2
12	MEDIR PLATINA	9.3	9.1	9.5	8.4	8.7	8.6	8.7	8.8	9.4	9.9	8.6	9.7	9.8	9.9	9.3	8.7	9.1	8.4	8.8	8.6
13	CORTAR PLATINA	9.2	9.5	10.2	10.8	9.8	10.1	9.3	10.6	10.5	10.7	10.1	10.6	10.0	10.7	10.8	10.4	10.1	9.3	10.3	10.8
14	DESTAJAR PLATINA	46.9	48.5	48.4	49.2	49.0	47.1	47.4	47.6	48.4	48.6	48.0	48.3	47.2	46.1	47.1	46.1	46.4	48.5	49.2	48.1
15	RESOLDAR MIG DE FORMALETA	32.1	30.9	30.9	31.1	30.8	30.5	31.4	32.5	31.6	31.6	30.7	31.9	31.9	32.5	31.8	31.9	31.3	31.0	31.9	31.8
16	ESMERILAR FORMALETA	9.8	8.8	9.6	9.5	9.5	10.7	10.5	9.1	9.4	10.5	10.5	9.8	8.8	9.8	10.1	9.7	9.4	9.0	8.7	10.8
17	PERFORAR E INSPECCIONAR FORMALETA	12.6	12.6	14.0	13.2	14.0	13.6	12.9	13.7	14.2	13.1	13.7	13.1	12.7	13.4	13.9	13.8	13.1	13.5	13.4	13.6
18	ENDEREZAR FORMALETA	15.3	14.7	15.1	14.9	14.8	15.1	15.0	15.2	15.3	14.6	15.4	14.6	15.4	14.9	14.5	15.2	14.7	14.4	14.8	14.9
19	PINTAR FORMALETA	129.9	130.9	130.0	130.0	130.0	130.4	129.9	131.1	130.3	130.1	131.1	130.9	130.7	130.6	129.6	129.2	131.6	131.0	130.9	

Fuente: Elaboración propia

Luego de realizar las observaciones previas de cada actividad en el proceso de producción de formaletas metálicas, se desarrolló la fórmula de *Kanawaty* para determinar las muestras necesarias. Los resultados obtenidos servirán para obtener el tiempo promedio Pre Test.

Tabla 4. Cálculo del número de muestras Pre Test.

DATOS GENERALES				
INVESTIGADORES	Edwards Paul Salvatierra Arévalo		JEFE DE ÁREA	Whister Villanueva Minaya
	Jordan Josec Ramirez Gomero			
EMPRESA	Arquideas S.R.L		ÁREA	Área de Producción
PRE TEST				
ITEM	ACTIVIDAD	$\sum x$	$\sum x^2$	$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$
1	MEDIR ÁNGULOS	298.0	4458.0	7
2	CORTAR ÁNGULOS	363.1	6595.5	1
3	LIMAR ÁNGULOS	198.9	2000.6	18
4	DESTAJAR ÁNGULOS	369.6	6835.2	2
5	PERFORAR ÁNGULOS	314.5	4963.9	6
6	MONTAJE DE FORMALETA	1461.2	106853.6	2
7	MEDIR PLANCHA	277.4	3851.9	2
8	CORTAR PLANCHA	212.8	2267.6	3
9	PERFORAR PLANCHA	220.2	2428.9	3
10	INSPECCIONAR PLANCHA	151.1	1144.2	4
11	SOLDAR PLANCHA CON FORMALETA	378.6	7169.7	1
12	MEDIR PLATINA	181.3	1647.7	5
13	CORTAR PLATINA	203.8	2082.1	5
14	DESTAJAR PLATINA	955.9	45706.9	1
15	RESOLDAR MIG DE FORMALETA	630.1	19859.8	1
16	ESMERILAR FORMALETA	193.8	1885.0	7
17	PERFORAR E INSPECCIONAR FORMALETA	267.9	3593.6	2
18	ENDEREZAR FORMALETA	298.8	4466.9	1
19	PINTAR FORMALETA	2608.8	340285.8	1

Fuente: Elaboración propia.

Según la tabla 4, se evidenció que el número de muestras máximas fue de 18 y el número de muestras mínimas fue de 1. Finalmente, se procedió a calcular el Total Promedio para cada actividad tomando en consideración el número de muestras necesarias obtenidos anteriormente.

Tabla 5. Cálculo Total Promedio de muestras Pre Test.

PRE TEST																					
ITEM	ACTIVIDAD	NÚMERO DE OBSERVACIONES (min.)																			TOTAL PROMEDIO
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
1	MEDIR ÁNGULOS	16.1	14.4	14.3	14.5	14.3	15.7	15.1													14.9
2	CORTAR ÁNGULOS	18.2																			18.2
3	LIMAR ÁNGULOS	10.9	9.0	11.1	8.4	8.4	9.1	8.6	10.4	9.6	10.7	10.3	8.5	9.2	11.2	10.0	9.7	9.6	11.4	11.5	9.9
4	DESTAJAR ÁNGULOS	17.9	19.1																		18.5
5	PERFORAR ÁNGULOS	14.5	19.1	15.7	14.7	15.9	14.3														15.7
6	MONTAJE DE FORMALETA	72.1	74.1																		73.1
7	MEDIR PLANCHA	14.1	13.7																		13.9
8	CORTAR PLANCHA	10.1	11.0	10.7																	10.6
9	PERFORAR PLANCHA	10.4	10.5	12.1																	11.0
10	INSPECCIONAR PLANCHA	7.2	7.8	7.9	7.5																7.6
11	SOLDAR PLANCHA CON FORMALETA	18.9																			18.9
12	MEDIR PLATINA	9.3	9.1	9.5	8.4	9.1															9.1
13	CORTAR PLATINA	9.2	10.2	10.2	10.8	10.6															10.2
14	DESTAJAR PLATINA	47.8																			47.8
15	RESOLDAR MIG DE FORMALETA	31.5																			31.5
16	ESMERILAR FORMALETA	9.8	8.8	9.6	9.5	9.5	10.4	10.5													9.7
17	PERFORAR E INSPECCIONAR FORMALETA	12.9	13.8																		13.4
18	ENDEREZAR FORMALETA	14.9																			14.9
19	PINTAR FORMALETA	130.4																			130.4

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo del Tiempo Estándar (Pre Test).

Una vez obtenido el tiempo promedio para cada actividad, se procedió a calcular el tiempo estándar. Se consideraron el uso de la tabla *Westinghouse* (Ver Anexo N°23) para una evaluación del trabajador bajo ciertos aspectos (destreza, esfuerzo, condición y consistencia) y los suplementos según Organización Internacional del Trabajo (Ver anexos N°24 y N°25)

Tabla 6. Estandarización actual del proceso de producción de formaletas metálicas de la empresa Arquideas S.R.L.

DATOS GENERALES													
INVESTIGADORES	Edwards Paul Salvatierra Arévalo							JEFE DE ÁREA	Whister Villanueva Minaya				
	Jordan Josec Ramirez Gomero												
EMPRESA	Arquideas S.R.L							ÁREA	Área de Producción				
DATOS DEL INDICADOR													
INDICADOR	TÉCNICA			INSTRUMENTO					FÓRMULA				
Estandarización	Observación-medición			Ficha de Registro					Tiempo Normal + Suplementos				
PRE TEST													
ITEM	TIPO	ACTIVIDAD	PROMEDIO DE TIEMPO OBSERVADO (min)	WESTINGHOUSE				FACTOR DE VALORACIÓN	TIEMPO NORMAL	TOTAL SUPLEMENTOS	SUPLEMENTO	TIEMPO ESTANDAR	
				H	E	CD	CS						
1	MANUAL	MEDIR ÁNGULOS	14.9	0.06	0.05	0.03	0	0.86	12.8	18%	2.31	15.1	
2	MANUAL	CORTAR ÁNGULOS	18.2	0.06	0.02	0.03	0	0.89	16.2	18%	2.91	19.1	
3	MANUAL	LIMAR ÁNGULOS	9.9	0.06	0.05	0.03	0	0.86	8.6	9%	0.77	9.3	
4	MÁQUINA	DESTAJAR ÁNGULOS	18.5	0.03	0.02	0.02	0.01	0.92	17.0	12%	2.04	19.0	
5	MÁQUINA	PERFORAR ÁNGULOS	15.7	0.06	0.02	0.02	0.03	0.87	13.7	17%	2.33	16.0	
6	MANUAL	MONTAJE DE FORMAleta	73.1	0.06	0.02	0	0	0.92	67.2	20%	13.44	80.7	
7	MANUAL	MEDIR PLANCHA	13.9	0.06	0.05	0	0	0.89	12.3	18%	2.22	14.6	
8	MÁQUINA	CORTAR PLANCHA	10.6	0.08	0.02	0.02	0.01	0.87	9.3	11%	1.02	10.3	
9	MÁQUINA	PERFORAR PLANCHA	11.0	0.06	0	0	0.03	0.91	10.0	13%	1.30	11.3	
10	MANUAL	INSPECCIONAR PLANCHA	7.6	0.13	0.02	0.02	0.01	0.82	6.2	9%	0.56	6.8	
11	MANUAL	SOLDAR PLANCHA CON FORMAleta	18.9	0.08	0	0.04	0	0.88	16.7	16%	2.67	19.3	
12	MANUAL	MEDIR PLATINA	9.1	0.06	0.05	0	0	0.89	8.1	18%	1.45	9.5	
13	MANUAL	CORTAR PLATINA	10.2	0.06	0.1	0.02	0.01	0.81	8.3	11%	0.91	9.2	
14	MÁQUINA	DESTAJAR PLATINA	47.8	0.06	0.02	0	0.01	0.91	43.5	11%	4.78	48.3	
15	MANUAL	RESOLDAR MIG DE FORMAleta	31.5	0.11	0.1	0.04	0.01	0.74	23.3	16%	3.73	27.0	
16	MANUAL	ESMERILAR FORMAleta	9.7	0.11	0.02	0.02	0	0.85	8.2	21%	1.73	10.0	
17	MIXTO	PERFORAR E INSPECCIONAR FORMAleta	13.4	0.06	0.02	0	0.01	0.91	12.2	14%	1.71	13.9	
18	MANUAL	ENDEREZAR FORMAleta	14.9	0.03	0.02	0	0	0.95	14.2	14%	1.99	16.2	
19	MANUAL	PINTAR FORMAleta	130.4	0.03	0.02	0.02	0.01	0.92	120.0	14%	16.80	136.8	
TIEMPO ESTANDAR PARA EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE FORMAleta												492.3	

Fuente: Elaboración propia.

Tiempo estándar:

$$\text{Tiempo Estándar} = \text{Tiempo Normal} + \text{Suplementos}$$

$$\text{Tiempo Estándar} = 427.6 + 64.66 = 492.3 \text{ min.}$$

Los resultados obtenidos mediante el cálculo correspondiente al tiempo estándar actual son de 492.3 min para el proceso de producción de formaletas metálicas.

Dimensión 2: Poka Yoke.

Para el desarrollo de esta dimensión se hizo un conteo de los productos terminados durante el término de la jornada laboral en un periodo de 30 días laborales comprendidos desde el 01 de Setiembre hasta el 5 de Octubre del 2021.

Tabla 7. Índice de Formaletas Defectuosas en el área de producción.

DATOS GENERALES				
INVESTIGADORES	Edwards Paul Salvatierra Arévalo Jordan Josec Ramirez Gomero		JEFE DE ÁREA	Whister Villanueva Minaya
EMPRESA	Arquideas S.R.L		ÁREA	Área de Producción
DATOS DEL INDICADOR				
INDICADOR	TÉCNICA	INSTRUMENTO		FÓRMULA
Poka Yoke	Observación - medición	Ficha de registro		Número de Formaletas con Defectos / Total de Formaletas Elaboradas
PRE TEST				
ÍTEM	DÍA	NÚMERO DE FORMALETAS DEFECTUOSAS (UNID)	TOTAL DE FORMALETAS ELABORADAS (UNID)	ÍNDICE DE FORMALETAS DEFECTUOSAS x 100%
1	1/09/2021	3	18	16.7%
2	2/09/2021	2	14	14.3%
3	3/09/2021	3	13	23.1%
4	4/09/2021	2	15	13.3%
5	6/09/2021	1	17	5.9%
6	7/09/2021	1	12	8.3%
7	8/09/2021	3	15	20.0%
8	9/09/2021	5	13	38.5%
9	10/09/2021	4	15	26.7%
10	11/09/2021	3	16	18.8%
11	13/09/2021	2	12	16.7%
12	14/09/2021	3	15	20.0%
13	15/09/2021	2	15	13.3%
14	16/09/2021	3	15	20.0%
15	17/09/2021	2	12	16.7%
16	18/09/2021	3	15	20.0%
17	20/09/2021	3	17	17.6%
18	21/09/2021	2	15	13.3%
19	22/09/2021	2	12	16.7%
20	23/09/2021	1	15	6.7%
21	24/09/2021	0	15	0.0%
22	25/09/2021	4	17	23.5%
23	27/09/2021	2	11	18.2%
24	28/09/2021	3	18	16.7%
25	29/09/2021	2	15	13.3%
26	30/09/2021	3	15	20.0%
27	1/10/2021	3	17	17.6%
28	2/10/2021	2	12	16.7%
29	4/10/2021	3	15	20.0%
30	5/10/2021	3	12	25.0%
TOTAL PROMEDIO		3	15	17.2%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 7, se pudo identificar valores mínimos y máximos en el índice de Formaletas Defectuosas fue de 0% y 38.5% respectivamente. Asimismo, se obtuvo un promedio total 17.2% del Índice de Formaletas Defectuosas.

Prueba Pre Test: Variable Dependiente.

Dimensión 3: Eficiencia (Pre Test).

Para el hallazgo de la Eficiencia Pre Test, fue fundamental conocer el Tiempo Utilizado Pre Test (ver Anexos N°26 y N°27) como también el Tiempo Programado (ver Anexos N°28 y N°29). Para el desarrollo de la eficiencia Pre Test, se consideró un periodo de 30 días laborales comprendidos a partir del 01 de Setiembre hasta el 5 de Octubre del 2021. De acuerdo con la tabla 8, la eficiencia Pre Test obtuvo un promedio total de 78.8%.

Tabla 8. Eficiencia Pre Test del área de Producción de la empresa Arquideas S.R.L.

DATOS GENERALES				
INVESTIGADORES	Edwards Paul Salvatierra Arévalo Jordan Josec Ramirez Gomero		JEFE DEL ÁREA	Whister Villanueva Minaya
EMPRESA	Arquideas S.R.L		ÁREA	Área de Producción
DATOS DEL INDICADOR				
INDICADOR	TÉCNICA	INSTRUMENTO	FÓRMULA	
Eficiencia	Observación - medición	Ficha de Registro	Tiempo Utilizado / Tiempo programado	
PRE TEST				
ITEM	DÍA	TIEMPO PROGRAMADO (min)	TIEMPO UTILIZADO (min)	EFICIENCIAx100%
1	1/09/2021	7200	6993.0	97.1%
2	2/09/2021	7200	5439.0	75.5%
3	3/09/2021	7200	5050.5	70.1%
4	4/09/2021	7200	5827.5	80.9%
5	6/09/2021	7200	6604.5	91.7%
6	7/09/2021	7200	4662.0	64.8%
7	8/09/2021	7200	5827.5	80.9%
8	9/09/2021	7200	5050.5	70.1%
9	10/09/2021	7200	5827.5	80.9%
10	11/09/2021	7200	6216.0	86.3%
11	13/09/2021	7200	4662.0	64.8%
12	14/09/2021	7200	5827.5	80.9%
13	15/09/2021	7200	5827.5	80.9%
14	16/09/2021	7200	5827.5	80.9%
15	17/09/2021	7200	4662.0	64.8%
16	18/09/2021	7200	5827.5	80.9%
17	20/09/2021	7200	6604.5	91.7%
18	21/09/2021	7200	5827.5	80.9%
19	22/09/2021	7200	4662.0	64.8%
20	23/09/2021	7200	5827.5	80.9%
21	24/09/2021	7200	5827.5	80.9%
22	25/09/2021	7200	6604.5	91.7%
23	27/09/2021	7200	4273.5	59.4%
24	28/09/2021	7200	6993.0	97.1%
25	29/09/2021	7200	5827.5	80.9%
26	30/09/2021	7200	5827.5	80.9%
27	1/10/2021	7200	6604.5	91.7%
28	2/10/2021	7200	4662.0	64.8%
29	4/10/2021	7200	5827.5	80.9%
30	5/10/2021	7200	4662.0	64.8%
TOTAL PROMEDIO		7200	5672	78.8%

Fuente: Elaboración propia.

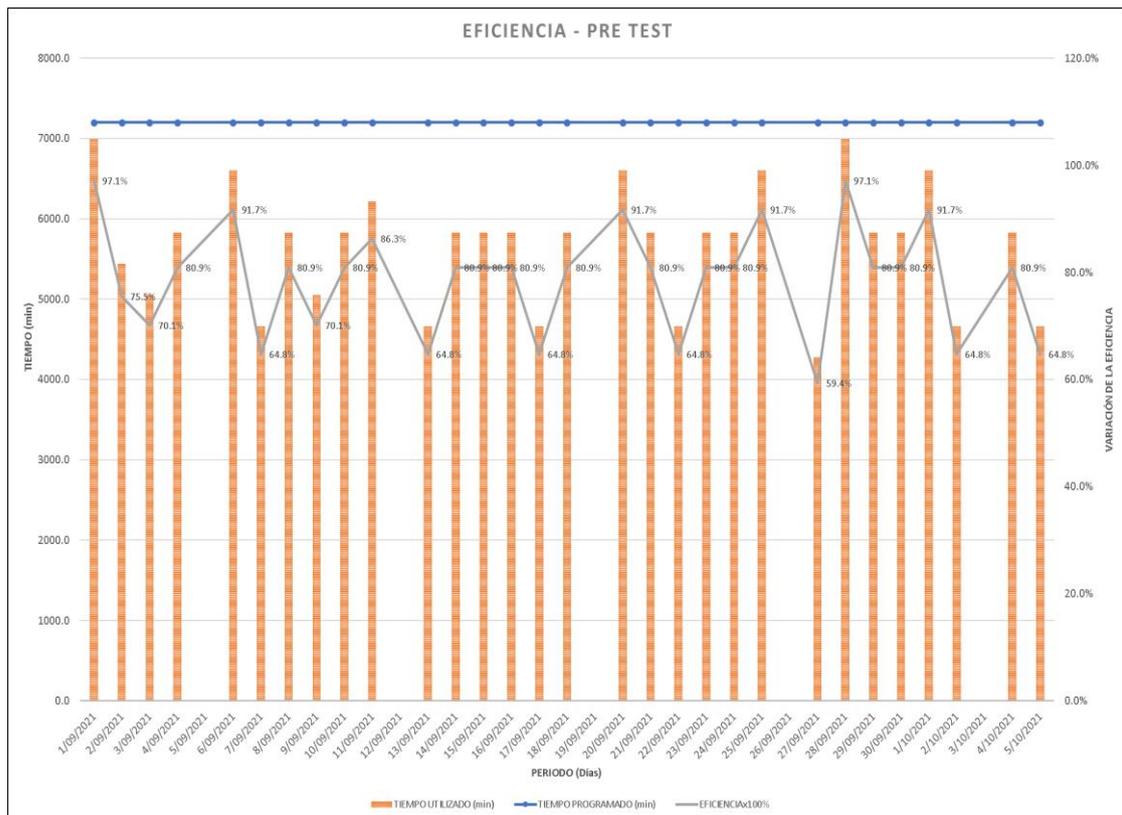


Figura 7. Variación de la Eficiencia Pre Test.

De acuerdo a la figura 7, podemos interpretar que la eficiencia actual presentó variaciones considerables frente al tiempo programado, es decir, no se está cumpliendo en su mayoría con realizar sus actividades completamente. Se concluye que los resultados obtenidos, mostraron una inadecuada programación y conocimiento de las actividades de producción de formaletas metálicas, lo que puede conllevar a realizar actividades y/o operaciones innecesarias, poco precisas y a cometer errores.

Dimensión 4: Eficacia (Pre Test).

Para el hallazgo de la Eficacia Pre Test, fue esencial conocer la capacidad Instalada de Producción Pre Test (ver Anexos N°30) y con ello proporcionar el Total de Formaletas Esperadas. Para el desarrollo de la eficacia Pre Test se consideró un periodo de 30 días laborales comprendidos a partir del 01 de Setiembre hasta el 5 de Octubre del 2021. De acuerdo con la tabla 9, la eficacia Pre Test obtuvo un promedio total de 26.5%.

Tabla 9. Eficacia Pre Test del área de Producción de la empresa Arquideas S.R.L.

DATOS GENERALES				
INVESTIGADORES	Edwards Paul Salvatierra Arévalo Jordan Josec Ramirez Gomero		JEFE DE ÁREA	Whister Villanueva Minaya
EMPRESA	Arquideas S.R.L		ÁREA	Área de Producción
DATOS DEL INDICADOR				
INDICADOR	TÉCNICA	INSTRUMENTO	FÓRMULA	
Eficacia	Observación - medición	Ficha de Registro	Total de Formaletas Fabricadas / Total de Formaletas Esperadas	
PRE TEST				
ITEM	DÍA	TOTAL DE FORMALETAS ESPERADAS	TOTAL DE FORMALETAS FABRICADAS	EFICACIAx100%
1	1/09/2021	55	18	32.7%
2	2/09/2021	55	14	25.5%
3	3/09/2021	55	13	23.6%
4	4/09/2021	55	15	27.3%
5	6/09/2021	55	17	30.9%
6	7/09/2021	55	12	21.8%
7	8/09/2021	55	15	27.3%
8	9/09/2021	55	13	23.6%
9	10/09/2021	55	15	27.3%
10	11/09/2021	55	16	29.1%
11	13/09/2021	55	12	21.8%
12	14/09/2021	55	15	27.3%
13	15/09/2021	55	15	27.3%
14	16/09/2021	55	15	27.3%
15	17/09/2021	55	12	21.8%
16	18/09/2021	55	15	27.3%
17	20/09/2021	55	17	30.9%
18	21/09/2021	55	15	27.3%
19	22/09/2021	55	12	21.8%
20	23/09/2021	55	15	27.3%
21	24/09/2021	55	15	27.3%
22	25/09/2021	55	17	30.9%
23	27/09/2021	55	11	20.0%
24	28/09/2021	55	18	32.7%
25	29/09/2021	55	15	27.3%
26	30/09/2021	55	15	27.3%
27	1/10/2021	55	17	30.9%
28	2/10/2021	55	12	21.8%
29	4/10/2021	55	15	27.3%
30	5/10/2021	55	12	21.8%
TOTAL PROMEDIO		55	15	26.5%

Fuente: Elaboración Propia.

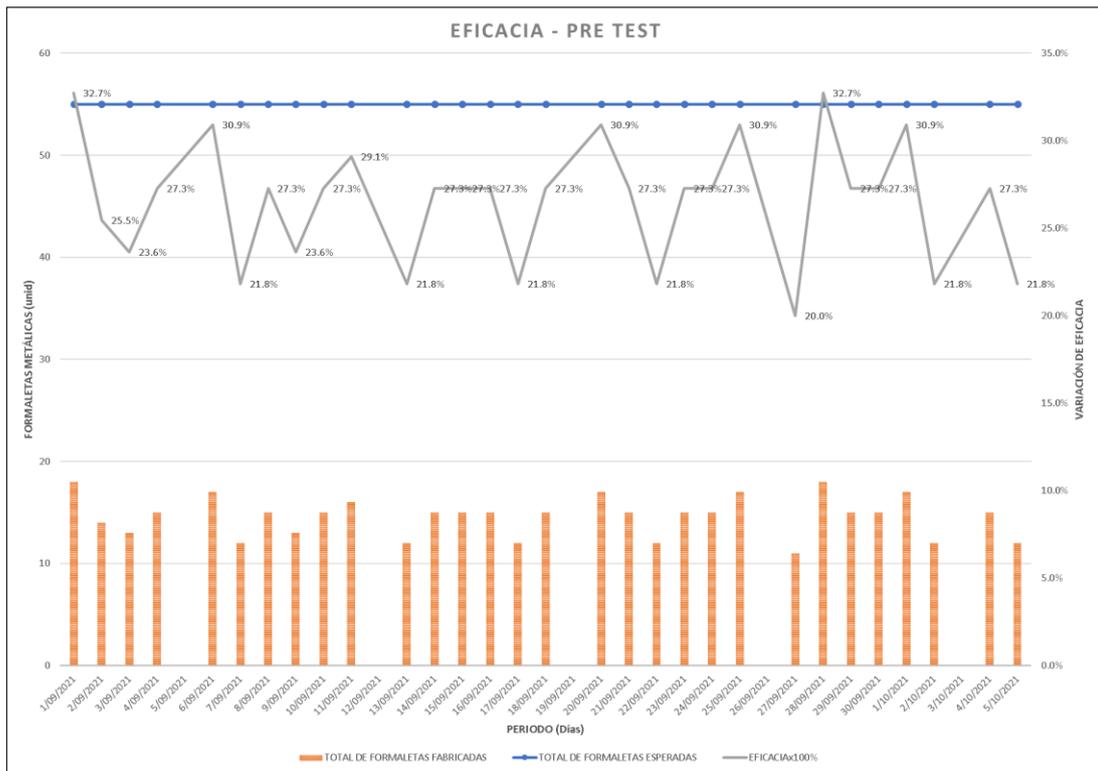


Figura 8. Variación de la Eficacia Pre Test.

Según la Figura 8, se pudo visualizar que la eficacia actual se sitúa por debajo de lo aceptable (de acuerdo a su capacidad instalada) lo que comprende a una producción ideal de 55 formaletas metálicas por día, obteniendo valores mínimos de eficacia del 20% y valores máximos de eficacia del 32.7%. Se concluye que los datos obtenidos muestran una situación donde se está desaprovechando la producción que puede generar la empresa según los recursos presentes tendiendo a alargar los plazos de entrega.

Habiéndose hallado tanto la Eficiencia Pre Test como la Eficacia Pre Test, se procedió a calcular la Productividad Pre Test en el área de producción en la empresa Arquideas S.R.L.

Tabla 10. Productividad Pre Test del área de producción en la empresa Arquideas S.R.L.

DATOS GENERALES								
INVESTIGADORES	Edwards Paul Salvatierra Arévalo Jordan Josec Ramirez Gomero				JEFE DE ÁREA	Whister Villanueva Minaya		
EMPRESA	Arquideas S.R.L				ÁREA	Área de Producción		
DATOS DEL INDICADOR								
INDICADOR	TÉCNICA		INSTRUMENTO		FÓRMULA			
Eficiencia	Observación - medición		Ficha de registro		Tiempo Utilizado / Tiempo programado			
Eficacia	Observación - medición		Ficha de registro		Total de Formaletas Producidas / Total de Formaletas Esperadas			
Productividad	Observación - medición		Ficha de registro		Eficiencia x Eficacia			
PRE TEST								
ITEM	DÍA	TIEMPO PROGRAMADO (min)	TIEMPO UTILIZADO (min)	TOTAL DE FORMALETAS ESPERADAS	TOTAL DE FORMALETAS FABRICADAS	EFICIENCIAx100%	EFICACIAx100%	PRODUCTIVIDAD
1	1/09/2021	7200	6993.0	55	18	97.1%	32.7%	0.32
2	2/09/2021	7200	5439.0	55	14	75.5%	25.5%	0.19
3	3/09/2021	7200	5050.5	55	13	70.1%	23.6%	0.17
4	4/09/2021	7200	5827.5	55	15	80.9%	27.3%	0.22
5	6/09/2021	7200	6604.5	55	17	91.7%	30.9%	0.28
6	7/09/2021	7200	4662.0	55	12	64.8%	21.8%	0.14
7	8/09/2021	7200	5827.5	55	15	80.9%	27.3%	0.22
8	9/09/2021	7200	5050.5	55	13	70.1%	23.6%	0.17
9	10/09/2021	7200	5827.5	55	15	80.9%	27.3%	0.22
10	11/09/2021	7200	6216.0	55	16	86.3%	29.1%	0.25
11	13/09/2021	7200	4662.0	55	12	64.8%	21.8%	0.14
12	14/09/2021	7200	5827.5	55	15	80.9%	27.3%	0.22
13	15/09/2021	7200	5827.5	55	15	80.9%	27.3%	0.22
14	16/09/2021	7200	5827.5	55	15	80.9%	27.3%	0.22
15	17/09/2021	7200	4662.0	55	12	64.8%	21.8%	0.14
16	18/09/2021	7200	5827.5	55	15	80.9%	27.3%	0.22
17	20/09/2021	7200	6604.5	55	17	91.7%	30.9%	0.28
18	21/09/2021	7200	5827.5	55	15	80.9%	27.3%	0.22
19	22/09/2021	7200	4662.0	55	12	64.8%	21.8%	0.14
20	23/09/2021	7200	5827.5	55	15	80.9%	27.3%	0.22
21	24/09/2021	7200	5827.5	55	15	80.9%	27.3%	0.22
22	25/09/2021	7200	6604.5	55	17	91.7%	30.9%	0.28
23	27/09/2021	7200	4273.5	55	11	59.4%	20.0%	0.12
24	28/09/2021	7200	6993.0	55	18	97.1%	32.7%	0.32
25	29/09/2021	7200	5827.5	55	15	80.9%	27.3%	0.22
26	30/09/2021	7200	5827.5	55	15	80.9%	27.3%	0.22
27	1/10/2021	7200	6604.5	55	17	91.7%	30.9%	0.28
28	2/10/2021	7200	4662.0	55	12	64.8%	21.8%	0.14
29	4/10/2021	7200	5827.5	55	15	80.9%	27.3%	0.22
30	5/10/2021	7200	4662.0	55	12	64.8%	21.8%	0.14
TOTAL PROMEDIO		7200	5672	55	15	78.8%	26.5%	0.21

Fuente: Elaboración propia.

Conforme a la tabla 10, luego de calcular la eficiencia Pre Test como la eficacia Pre Test en el área de Producción de la empresa Arquideas S.R.L, se logró obtener que su productividad actual promedio corresponde a 21%. Este valor determina la baja productividad en la empresa por lo que se procedió en realizar esta investigación a fin de solucionar las causas que impiden que su productividad en esta área aumente.

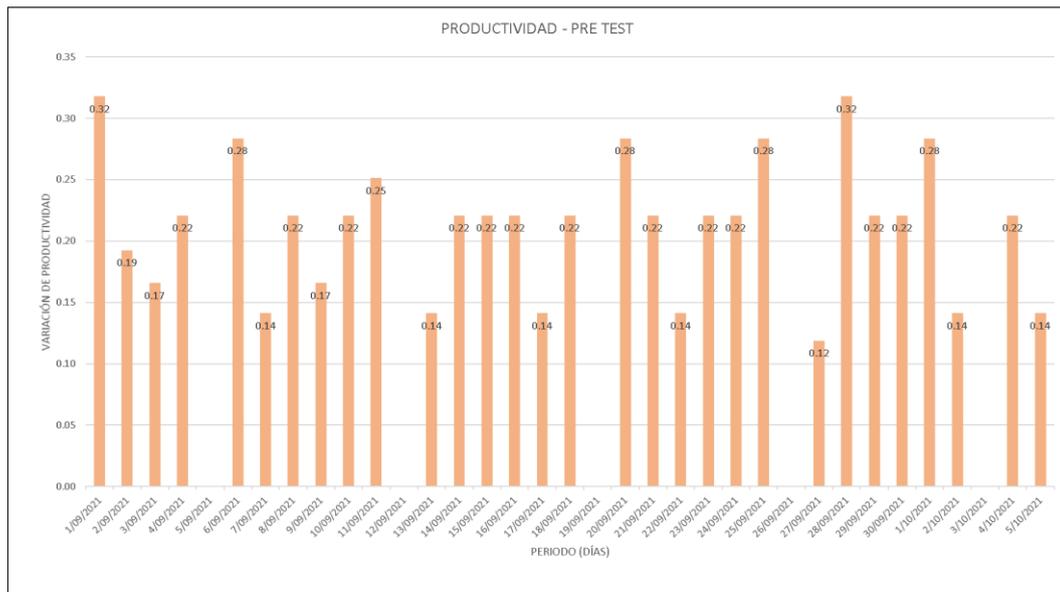


Figura 9. Variación Productividad Pre Test.

PROPUESTA DE MEJORA.

Para el desarrollo de la propuesta de mejora en el área de producción de la empresa Arquideas S.R.L se realizan una secuencia de actividades que se detallarán a continuación:

La investigación realizó como primera acción, solicitar la autorización de levantamiento de información, el cual consistió en entregar un documento al jefe de área. Seguidamente de ello, se hizo una reunión con el equipo de producción de formaletas metálicas, explicando las intenciones del equipo de investigación. Para la aplicación de la herramienta estandarización comprendió en presentar el DOP, DAP y Diagrama de Recorrido para brindar una visualización de los procesos y actividades mejoradas en el proceso de producción sirviendo de apoyo el uso de instructivos en los puestos de trabajo para reducir las actividades de las mismas, en complemento de ello se tomaron los tiempos estándares. A continuación, con la herramienta *Poka Yoke*, comprende primeramente en la identificación de los principales defectos en los procesos críticos, la cantidad de errores presentados y la instalación del dispositivo en el proceso de corte de ángulos. Estas acciones requirieron de una capacitación a los trabajadores sobre el funcionamiento del dispositivo. Por último, se efectuó una evaluación de los productos terminados

defectuosos, para analizar si los cambios realizados generaron un impacto en la producción.

Tabla 11. Cronograma de ejecución de propuesta de mejora.

CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA MEJORA													
N°	Actividades	2022 - I											
		Marzo				Abril				Mayo			
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
1	1. Gestión Preliminar												
2	Autorización de la empresa	■											
3	Reunión con el equipo de producción		■										
4	2. Estandarización												
5	Establecer DOP mejorado			■									
6	Implementación de Instructivos en los puesto de trabajo del proceso de producción				■								
7	Capacitación				■								
8	Establecer los nuevos tiempos estándares					■							
9	Elaboración de DAP mejorado					■							
10	3. Poka Yoke												
11	Identificación de actividades genera defectos en el proceso productivo						■						
12	Implementación de dispositivo de detección de errores							■					
13	Capacitación							■					
14	Evaluación de los productos terminados defectuosos								■				
15	4. Prueba Post Test												
16	Resultados Post Test(Productividad, Eficiencia y Eficacia) despues de la Implementación de la mejora								■	■	■	■	■
17	Comparación Prueba Pre Test y Post Test												■

Fuente: Elaboración propia.

a. Gestión preliminar.

Autorización de la empresa.

Este primer paso, situó en una reunión con el jefe del área de producción de la empresa Arquideas S.R.L, donde se solicitó y logró conseguir la autorización del mismo para la realización de la aplicación de *Lean Manufacturing* (ver Anexo N°31).

Reunión con el equipo de producción.

Luego de la obtención de la carta de autorización, se procedió a ejecutar una charla informativa con el equipo de producción de la empresa Arquideas S.R.L, explicando la relevancia y los beneficios tanto para la empresa como para los trabajadores el uso de herramientas *Lean Manufacturing*. Dentro de los temas abarcamos destacamos: conceptos generales, principios y objetivos de *Lean Manufacturing*, determinación de desperdicios, técnicas de aplicación y planteamientos de ejemplos para mayor comprensión. Con los conocimientos brindados, presentamos el cronograma de actividades para lograr ejecutar un seguimiento y control de las tareas.



Figura 10. Charla con el equipo de producción.

b. Estandarización.

DOP Mejorado del proceso de Producción.

En esta sección se elaboró un nuevo DOP mejorado, considerando los cálculos realizados en el pre test.

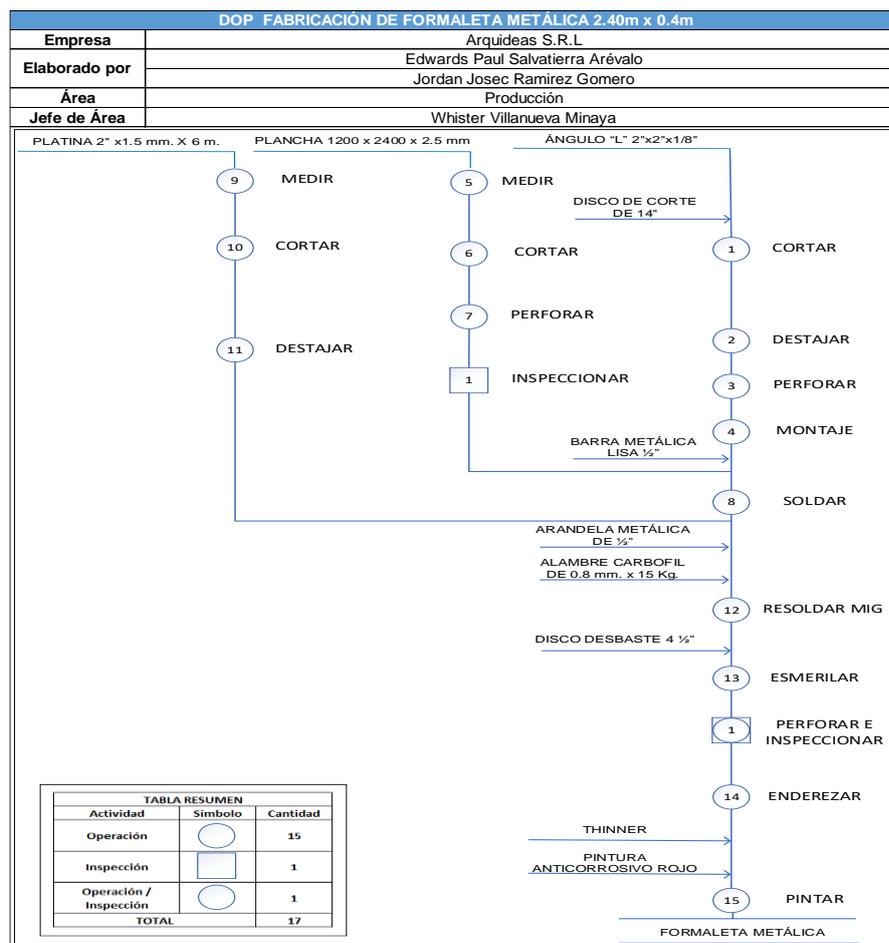


Figura 11. Diagrama de Operaciones Mejorado Formaleta metálica.

De esta manera se pudo observar mediante la elaboración del DOP, que el proceso de fabricación de Formaletas Metálicas comprende 15 operaciones, 1 inspección y 1 operación/inspección, logrando un total de 17 proceso.

Implementación de instructivos en los puestos de trabajo del proceso de producción.

Una vez planteado el DOP mejorado, se continuó en implementar instructivas visuales en los puestos de trabajo en el área de producción.

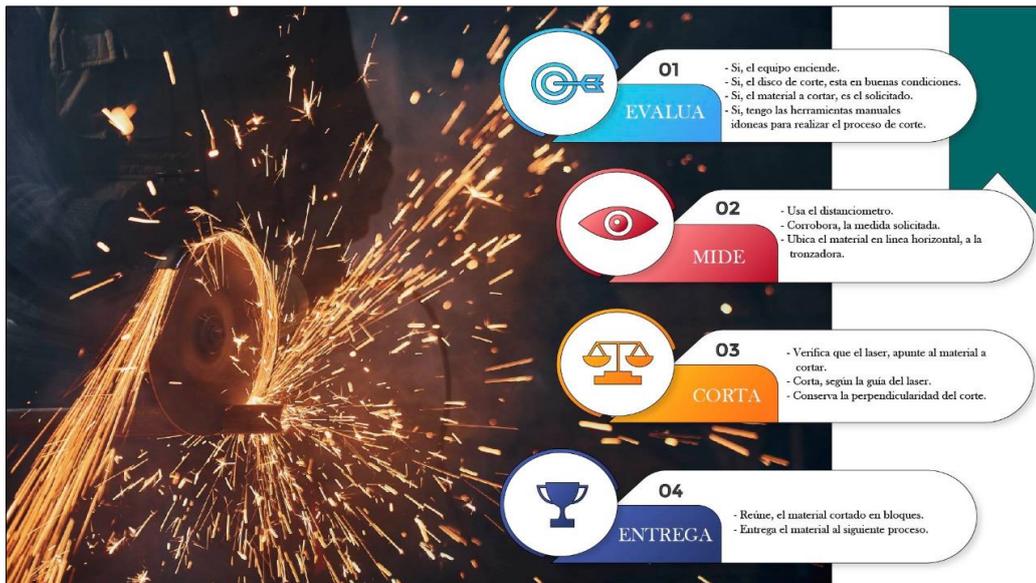


Figura 12. Instructiva visual en el proceso de fabricación de formaletas metálicas.

El objetivo de la implementación de los instructivos supone a mostrar una guía sencilla respecto a las principales actividades a realizar de acuerdo a los puestos de trabajo en la fabricación de formaletas metálicas (ver figura 12).

Capacitación del personal de producción.

Posteriormente a la implementación de los instructivos, se procedió a realiza una breve capacitación, las cuales estuvieron enfocadas en explicar los siguientes puntos:

- Importancia de respetar las medidas según cliente.
- Beneficios de los instructivos.
- Mejoramiento del ambiente laboral.

Establecer los tiempos estándares para las actividades.

Toma de tiempos.

Luego de realizar las mejoras respectivas en las actividades, se estableció nuevamente en la toma de tiempos y de esta manera poder obtener las actividades estandarizadas.

Tabla 12. Toma de tiempos (Post Test).

DATOS GENERALES																					
INVESTIGADORES		Edwards Paul Salvatierra Arévalo						JEFE DE ÁREA						Whister Villanueva Minaya							
EMPRESA		Jordan Josec Ramirez Gomeró						ÁREA						Area de Produccion							
EMPRESA		Arquideas S.R.L						ÁREA						Area de Produccion							
ITEM	ACTIVIDAD	NÚMERO DE OBSERVACIONES (min.)																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	CORTAR ÁNGULOS	7.8	9.3	8.5	8.7	9.2	9.2	9.1	9.7	7.2	8.1	8.8	9.4	7.7	8.6	9.1	9.0	9.9	8.0	9.8	8.5
2	DESTAJAR ÁNGULOS	13.2	13.7	11.8	12.3	11.8	14.1	14.1	14.1	12.8	13.8	13.2	13.7	13.3	14.2	13.8	13.7	12.2	12.8	14.0	12.8
3	PERFORAR ÁNGULOS	10.3	9.2	9.5	8.4	9.2	9.1	9.5	9.9	10.3	8.7	9.1	10.2	9.8	8.8	9.6	10.3	9.8	8.8	8.6	9.9
4	MONTAJE DE FORMALETA	49.0	47.1	54.7	48.6	55.1	47.3	56.5	52.6	49.7	49.0	51.2	55.6	56.2	51.5	57.2	51.5	48.5	56.6	56.2	50.8
5	MEDIR PLANCHA	14.2	12.7	12.6	15.0	13.5	12.8	13.2	14.8	13.5	14.5	13.8	13.9	12.6	14.9	13.5	13.5	13.2	14.9	12.7	14.7
6	CORTAR PLANCHA	7.7	8.4	8.6	8.3	6.7	7.2	8.5	8.5	7.7	6.7	6.9	7.3	7.7	9.0	8.3	8.5	7.2	9.2	8.0	8.7
7	PERFORAR PLANCHA	7.5	8.4	6.7	7.5	7.5	7.7	7.6	8.4	7.3	8.5	7.3	7.6	7.2	8.2	8.2	6.9	7.3	6.9	7.6	7.3
8	INSPECCIONAR PLANCHA	7.6	6.7	6.4	7.7	7.0	6.7	7.2	5.9	6.7	7.0	6.7	6.8	7.9	6.0	7.0	7.3	7.0	6.7	6.8	6.4
9	SOLDAR PLANCHA CON FORMALETA	17.2	15.1	15.1	16.5	15.0	16.4	15.5	16.1	16.4	15.6	16.7	16.6	15.2	16.6	16.8	15.0	16.7	15.8	16.0	15.7
10	MEDIR PLATINA	7.7	5.9	6.8	7.1	6.7	7.4	6.6	8.1	7.3	6.3	7.8	8.2	8.4	8.1	8.4	8.5	7.1	8.3	7.7	7.5
11	CORTAR PLATINA	8.1	8.8	8.5	6.7	8.6	8.1	8.4	8.5	8.8	7.2	9.0	8.6	7.0	8.3	8.3	8.1	7.1	6.9	7.9	9.0
12	DESTAJAR PLATINA	33.6	33.2	32.5	36.7	34.1	32.5	34.2	32.5	30.8	34.1	36.7	33.5	36.0	37.7	35.7	34.9	30.9	37.4	34.0	31.6
13	RESOLDAR MIG DE FORMALETA	25.2	25.5	24.7	25.6	24.4	25.7	26.8	27.1	24.4	26.9	25.7	24.6	24.7	24.4	26.2	24.7	25.3	26.7	26.8	24.6
14	ESMERILAR FORMALETA	9.9	6.5	6.2	8.0	11.4	10.6	6.7	8.9	8.6	6.8	11.1	9.2	10.2	6.2	11.2	7.2	8.0	10.0	10.0	11.3
15	PERFORAR E INSPECCIONAR FORMALETA	11.5	10.5	10.6	11.7	10.6	10.8	11.4	10.0	9.8	11.8	11.7	11.4	11.4	10.6	11.4	11.4	11.8	11.2	10.0	9.9
16	ENDEREZAR FORMALETA	12.4	13.5	13.4	13.0	12.7	13.9	12.1	12.1	13.9	13.4	12.6	14.2	12.2	12.2	12.2	13.3	12.0	13.9	13.7	12.8
17	PINTAR FORMALETA	134.1	130.4	128.0	134.5	128.3	133.6	129.6	127.6	130.9	133.6	133.8	133.8	132.0	129.1	132.0	131.7	133.9	129.2	130.3	133.4

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente a las nuevas observaciones, se desarrolló nuevamente la fórmula de *Kanawaty* para determinar las muestras necesarias. Los resultados obtenidos servirán para obtener el tiempo promedio Post Test.

Tabla 13. Cálculo del número de muestras Post Test.

DATOS GENERALES				
INVESTIGADORES	Edwards Paul Salvatierra Arévalo	JEFE DE ÁREA	Whister Villanueva Minaya	
	Jordan Josec Ramirez Gomeró			
EMPRESA	Arquideas S.R.L	ÁREA	Área de Producción	
POST TEST				
ITEM	ACTIVIDAD	$\sum x$	$\sum x^2$	$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$
1	CORTAR ÁNGULOS	175.4	1548.8	11
2	DESTAJAR ÁNGULOS	265.3	3529.1	6
3	PERFORAR ÁNGULOS	189.0	1792.6	7
4	MONTAJE DE FORMALETA	1044.7	54799.0	7
5	MEDIR PLANCHA	274.2	3772.8	6
6	CORTAR PLANCHA	158.9	1272.9	14
7	PERFORAR PLANCHA	151.3	1149.8	8
8	INSPECCIONAR PLANCHA	137.1	945.3	9
9	SOLDAR PLANCHA CON FORMALETA	319.9	5126.3	3
10	MEDIR PLATINA	149.6	1129.5	16
11	CORTAR PLATINA	161.8	1319.3	13
12	DESTAJAR PLATINA	682.5	23373.2	6
13	RESOLDAR MIG DE FORMALETA	509.9	13017.2	3
14	ESMERILAR FORMALETA	177.9	1646.1	7
15	PERFORAR E INSPECCIONAR FORMALETA	219.3	2412.5	6
16	ENDEREZAR FORMALETA	259.3	3370.4	5
17	PINTAR FORMALETA	2629.5	345822.6	1

Fuente: Elaboración propia.

Según la tabla 13, se evidenció que el número de muestras máximo fue de 16 y el número de muestras mínimo fue de 1. Finalmente, se procedió a calcular el Total Promedio para cada actividad tomando en consideración el número de muestras necesarias obtenidos anteriormente.

Tabla 14. Cálculo Total Promedio de muestras Post Test.

POST TEST																						
ITEM	ACTIVIDAD	NÚMERO DE OBSERVACIONES (min.)																			TOTAL PROMEDIO	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		20
1	CORTAR ÁNGULOS	7.8	9.3	8.5	8.7	9.2	9.2	9.1	9.7	7.9	8.5	8.8										8.8
2	DESTAJAR ÁNGULOS	13.2	13.7	13.2	13.1	13.5																13.3
3	PERFORAR ÁNGULOS	10.3	9.2	9.5	9.3	9.2	9.1															9.4
4	MONTAJE DE FORMALETA	49.0	47.7	54.7	52.2	55.1	50.5	56.5													52.2	
5	MEDIR PLANCHA	14.2	13.5	13.4	15.0	13.5	12.8														13.7	
6	CORTAR PLANCHA	8.2	8.4	8.6	8.9	6.7	7.2	8.5	8.5	7.7	6.7	6.9	7.3	7.7	9.0						7.9	
7	PERFORAR PLANCHA	7.5	8.4	6.7	7.5	7.5	7.7	7.6	8.4												7.6	
8	INSPECCIONAR PLANCHA	7.6	6.7	6.4	7.7	7.0	6.7	7.2	5.9	6.7											6.9	
9	SOLDAR PLANCHA CON FORMALETA	17.2	15.5	15.4																	16.0	
10	MEDIR PLATINA	7.7	7.1	6.8	7.1	6.7	7.4	6.6	8.1	7.3	6.3	7.8	8.2	8.4	8.1	8.4	8.5					7.5
11	CORTAR PLATINA	8.1	8.2	8.5	6.7	8.6	8.1	8.4	8.5	8.0	7.2	8.1	8.6									8.1
12	DESTAJAR PLATINA	33.6	33.2	32.5	36.7	34.1	34.8														34.1	
13	RESOLDAR MIG DE FORMALETA	25.4	25.6																		25.5	
14	ESMERILAR FORMALETA	9.9	8.1	8.0	8.0	11.4	10.6	6.7													8.9	
15	PERFORAR E INSPECCIONAR FORMALETA	11.5	10.5	10.6	11.7	10.6	10.8	11.4	10.0	10.7	11.8	11.7									11.0	
16	ENDEREZAR FORMALETA	12.4	13.5	13.4	13.0	12.7															13.0	
17	PINTAR FORMALETA	131.5																			131.5	

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo del Tiempo Estándar (Post Test).

Una vez obtenido el nuevo tiempo promedio para cada actividad, se procedió a calcular el tiempo estándar Post Test. Se consideraron el uso de la tabla *Westinghouse* para una evaluación del trabajador bajo ciertos aspectos (destreza, esfuerzo, condición y consistencia) y los suplementos.

Tabla 15. Estandarización mejorada del proceso de producción de formaletas metálicas de la empresa Arquideas S.R.L.

DATOS GENERALES												
INVESTIGADORES	Edwards Paul Salvatierra Arévalo						JEFE DE ÁREA	Whister Villanueva Minaya				
	Jordan Josec Ramirez Gomero											
EMPRESA	Arquideas S.R.L						ÁREA	Área de Produccion				
DATOS DEL INDICADOR												
INDICADOR	TÉCNICA				INSTRUMENTO				FÓRMULA			
Estandarización	Observación-medición				Ficha de Registro				Tiempo Normal + Suplementos			
POST TEST												
ITEM	TIPO	ACTIVIDAD	PROMEDIO DE TIEMPO OBSERVADO (min)	WESTINGHOUSE				FACTOR DE VALORACIÓN	TIEMPO NORMAL	TOTAL SUPLEMENTOS	SUPLEMENTO	TIEMPO ESTÁNDAR
				H	E	CD	CS					
1	MANUAL	CORTAR ÁNGULOS	8.8	0.1	0	0	0	0.89	7.8	18%	1.41	9.2
2	MÁQUINA	DESTAJAR ÁNGULOS	13.3	0	0	0	0	0.92	12.2	12%	1.46	13.7
3	MÁQUINA	PERFORAR ÁNGULOS	9.4	0.1	0	0	0	0.87	8.2	17%	1.40	9.6
4	MANUAL	MONTAJE DE FORMALETA	52.2	0.1	0	0	0	0.92	48.1	20%	9.61	57.7
5	MANUAL	MEDIR PLANCHA	13.7	0.1	0.1	0	0	0.89	12.2	18%	2.20	14.4
6	MÁQUINA	CORTAR PLANCHA	7.9	0.1	0	0	0	0.87	6.9	11%	0.76	7.7
7	MÁQUINA	PERFORAR PLANCHA	7.6	0.1	0	0	0	0.91	6.9	13%	0.89	7.8
8	MANUAL	INSPECCIONAR PLANCHA	6.9	0.1	0	0	0	0.82	5.6	9%	0.51	6.1
9	MANUAL	SOLDAR PLANCHA CON FORMALETA	16.0	0.1	0	0	0	0.88	14.1	16%	2.25	16.3
10	MANUAL	MEDIR PLATINA	7.5	0.1	0.1	0	0	0.89	6.7	18%	1.20	7.9
11	MANUAL	CORTAR PLATINA	8.1	0.1	0.1	0	0	0.81	6.6	11%	0.72	7.3
12	MÁQUINA	DESTAJAR PLATINA	34.1	0.1	0	0	0	0.91	31.1	11%	3.42	34.5
13	MANUAL	RESOLDAR MIG DE FORMALETA	25.5	0.1	0.1	0	0	0.74	18.9	16%	3.02	21.9
14	MANUAL	ESMERILAR FORMALETA	8.9	0.1	0	0	0	0.85	7.6	21%	1.59	9.1
15	MIXTO	PERFORAR E INSPECCIONAR FORMALETA	11.0	0.1	0	0	0	0.91	10.0	14%	1.40	11.4
16	MANUAL	ENDEREZAR FORMALETA	13.0	0	0	0	0	0.95	12.3	14%	1.72	14.0
17	MANUAL	PINTAR FORMALETA	131.5	0	0	0	0	0.92	121.0	14%	16.93	137.9
TIEMPO ESTANDAR PARA EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE FORMALETA												386.4

Fuente: Elaboración propia.

Tiempo estándar:

$$\text{Tiempo Estándar} = \text{Tiempo Normal} + \text{Suplementos}$$

$$\text{Tiempo Estándar} = 335.9 + 50.5 = 386.4 \text{ min.}$$

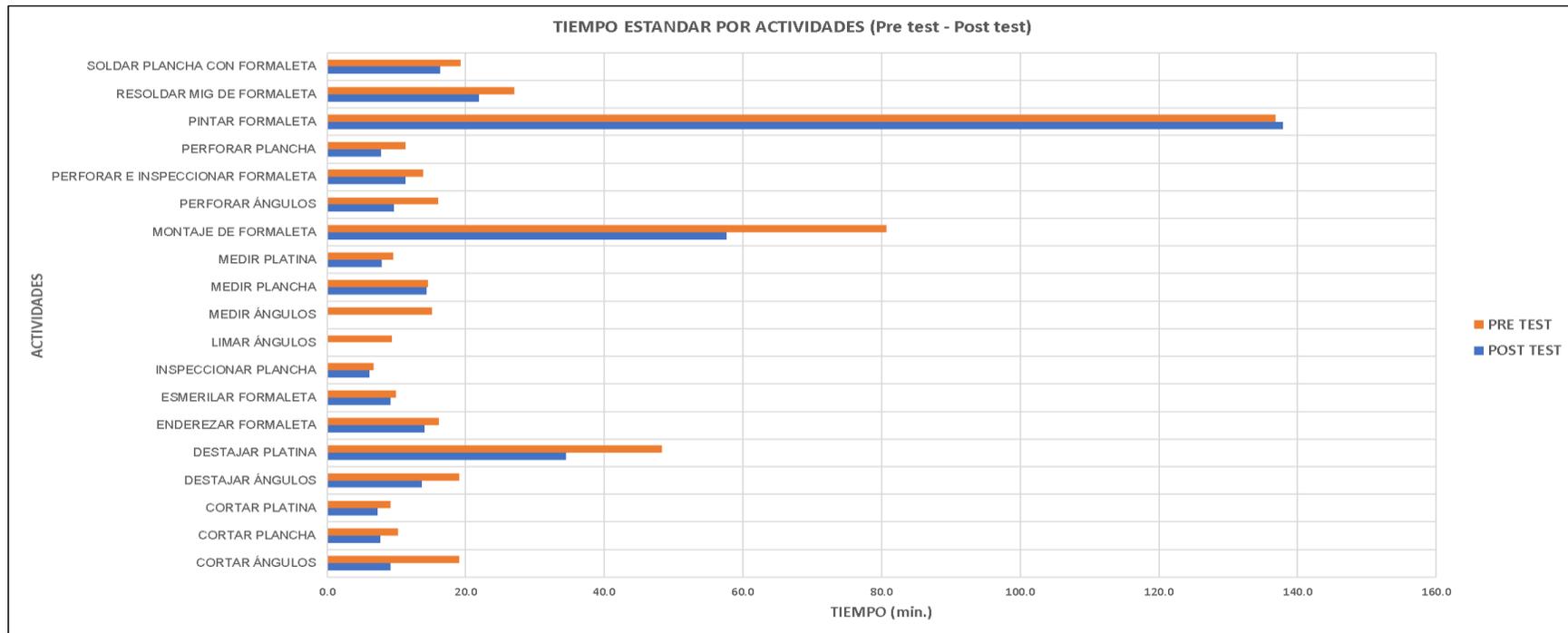


Figura 13. Comparación Tiempo Estándar Pre Test y Post Test.

Tabla 16. Comparación Tiempo Estándar Pre Test y Post Test.

DESCRIPCIÓN	PRE TEST	POST TEST
TIEMPO ESTÁNDAR	492.3	386.4

Fuente: Elaboración propia.

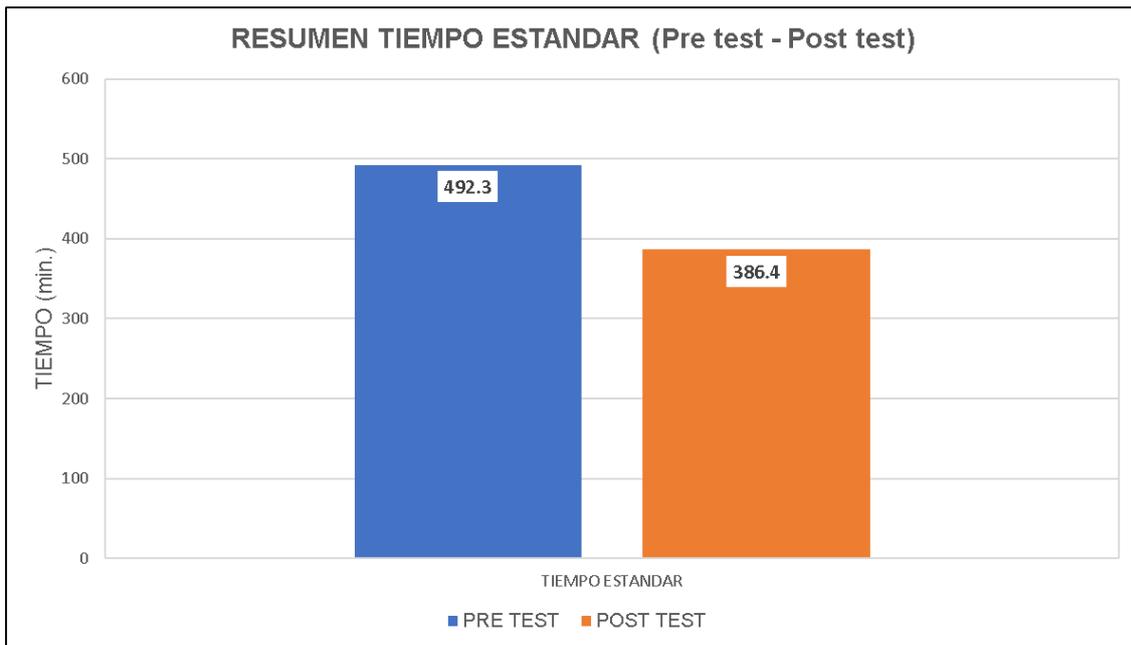


Figura 14. Resumen Tiempo Estándar Pre Test y Post Test.

Finalmente, en luego de realizar una comparación de los valores del Tiempo Estándar en el Pre Test y Post Test, en la figura 14, podemos observar que se obtuvo una reducción del 492.3 min. a 386.4 min, es decir, se disminuyó en 105.9 min. Esta reducción de los tiempos representa una mayor agilidad en la producción de formaletas metálicas beneficiándose en producir un número mayor de las mismas dentro de la producción diaria.

Elaboración de DAP mejorado del proceso de producción.

En esta etapa, se realizó un nuevo análisis del proceso de producción de formaletas metálicas, estableciendo los tiempos para cada actividad, con ello nos permitirá estandarizar los procesos de inicio a fin.

Tabla 17. Diagrama Analítico de Procesos Mejorado de Producción de Formaletas Metálicas.

DIAGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE FORMALETA METÁLICA - POST TEST											
DIAGRAMA 1		HOJA NUM 1 DE 1			RESUMEN						
OBJETO		FORMALETA METÁLICA			ACTUAL		PROPUESTA		ECONOMÍA		
EMPRESA		ARQUIDEAS S.R.L.			ACTIVIDAD						
DIMENSIONES		LARGO	2.4	m.	ALMACENAMIENTO	13					
		ANCHO	0.4	m.	OPERACIÓN	48					
		PROFUNDIDAD	0.05	m.	INSPECCIÓN	3					
ACTIVIDAD		FABRICACIÓN DE FORMALETA METÁLICA			TRANSPORTE	10					
LUGAR		AV. PORVENIR NRO. S/N FND. CHACRA CERRO COMAS-LIMA			OPERACIÓN/INSPECCIÓN	1					
OPERARIOS		JEFE DE PRODUCCIÓN	1		DEMORA	1					
		SUPERVISOR DE PRODUCCIÓN	1		TOTAL		82				
		PRENSISTA	3		DISTANCIA (m.)						
		SOLDADOR	4		TIEMPO (seg.)		27061				
		PINTOR	1		TOTAL						
		AYUDANTE GENERAL	7								
MÉTODO		ACTUAL			RECURSO		SIMBOLOS				
FECHA											
N° de la Actividad	PROCESO	ACTIVIDAD	DISTANCIA (m.)	TIEMPO (seg.)							OBSERVACIONES
1	CORTAR	Acarreo de ángulo "L" 2"x2"x1/8" hacia la máquina tronzadora		110							
2		Medición para cada ítem de corte		82							
3		Presionar el ángulo "L" 2"x2"x1/8" sobre la base de la Tronzadora		52							
4		Corte de ángulo "L" 2"x2"x1/8"		380							Ingreso de disco de corte de 14"
5		Medición de ángulo cortado		132							
6	DESTAJAR	Apilamiento de ángulos cortados		95							
7		Traslado de ángulos cortados hacia la prensa multicorte		354							
8		Instalación de matriz en la prensa multicorte		270							
9		Limado de rebaba metálica		112							
10		Destaje perpendicular de ángulos		230							
11	PERFORAR	Apilamiento de ángulos destajados		151							
12		Traslado de ángulos destajados hacia la Prensa hidráulica 1		140							
13		Preparación de matriz tipo punzón circular de 16 mm.		186							
14		Ubicación de la perforación en ángulo destajado		110							
15		Marcación de perforación con respecto al eje		130							
16		Lubricación del punzón		116							
17		Perforación		112							
18		Apilamiento de ángulos perforados		151							
19	MONTAJE	Traslado de ángulos perforados hacia la mesa de armado		384							
20		Fabricación de molde metálico sobre la mesa de trabajo		2622							
21		Armado estructural con ángulos perforados		1147							
22	MEDIR	Apilamiento de estructuras metálicas		149							
23		Acarreo de planchas LAC de 1200x2400x2.5mm. hacia la máquina guillotina		208							
24		Colocación sobre la mesa de trabajo		232							
25		Validación de lista de corte		122							
26		Medición para cada ítem de corte		233							
27	CORTAR	Dimensionar las piezas a cortar en la plancha metálica		132							
28		Corte de planchas LAC 1200x2400x2.5mm		217							
29		Medición de pieza cortada		132							
30		Apilamiento de planchas cortadas		140							
31	PERFORAR	Traslado de planchas cortadas hacia la Prensa hidráulica 1		112							
32		Preparación de matriz tipo punzón oblongo de 4x8 mm.		122							
33		Ubicación de la perforación en la plancha		21							
34		Marcación de perforación		114							
35		Lubricación del punzón		12							
36		Perforación		142							

37		Apilamiento de planchas perforadas		112						
38		Medición de perforaciones en la plancha cortada		110						
39	INSPECCIONAR	Validaciones de perforaciones en todos los lados de la plancha cortada		118						
40		Conteo de planchas		115						
41		Validación de planchas requeridas		115						
42		Traslado de planchas perforadas hacia la mesa de soldeo		225						
43	SOLDAR	Soldo por puntos entre las planchas, estructuras metálicas y barra lisa 1/2"		780						Ingreso de barra lisa de 1/2" metálica
44		Apilamiento formaleta metálica semiterminada		135						
45		Acarreo de platinas 2" x 1.5mm x 0m. hacia la máquina guillotina		102						
46	MEDIR	Colocación sobre la mesa de trabajo		135						
47		Validación de lista de corte		110						
48		Medición para cada ítem de corte		125						
49		Dimensionar las piezas a cortar en la plancha metálica		135						
50	CORTAR	Corte de platinas 2" x 1.5mm x 0m.		185						
51		Medición de pieza cortada		135						
52		Apilamiento de platinas cortadas		140						
53		Traslado de platinas cortadas hacia la prensa multicorte		2015						
54		Instalación de matriz en la prensa multicorte		220						
55	DESTAJAR	Limado de rebaba metálica		241						
56		Destaje perpendicular de platinas		287						
57		Apilamiento de platinas destajadas		135						
58		Traslado de formaleta metálica semiterminada a la mesa de resoldo MIG		285						Actividad predecesora 49
59	RESOLDAR MIG	Traslado de platinas hacia la mesa de resoldo MIG		448						Actividad predecesora 04
60		Resoldo MIG de formaleta metálica semi terminada con platinas y arandelas		1009						Ingreso de arandela acerada plana de 1/2"
61		Apilamiento formaleta metálica semiterminada		135						
62		Traslado de formaleta metálica semiterminada a la mesa de esmerilado		143						
63	ESMERILAR	Esmerilado de formaleta metálica semiterminada		320						Ingreso de disco de desbaste de 4 1/2"
64		Apilamiento formaleta metálica semiterminada esmerilada		130						
65		Traslado de formaleta metálica semi terminada esmerilada a la prensa hidráulica 2		112						
66		Preparación de matriz tipo punzón circular de 20 mm.		185						
67		Ubicación de la perforación en formaleta metálica semi terminada		125						
68	PERFORAR /	Marcación de perforación con respecto al eje		110						
69	INSPECCIONAR	Lubricación del punzón		105						
70		Perforación con validación según plano		135						
71		Apilamiento formaleta metálica semiterminada perforada		15						
72		Traslado de formaleta metálica semiterminada a zona de enderezado		288						
73	ENDEREZAR	Enderezamiento		337						
74		Apilamiento formaleta metálica semiterminada enderezada		310						
75		Traslado de formaleta metálica semiterminada al área de pintura		489						
76		Montaje de formaletas metálica semi terminada en caballetes		315						
77		Limpieza de superficies irregulares		202						
78	PINTAR	Preparación de pintura anticorrosivo gris con thinner		302						Ingreso de Thinner y pintura anticorrosivo rojo
79		pintado de formaleta metálica semi terminada		1780						
80		Espera de secado de formaletas metálicas		3782						
81		Traslado de formaletas metálicas hacia el APT		424						
82		Apilamiento formaleta metálica en el APT		501						

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 17, se visualizó la serie de actividades realizadas en el proceso de producción de formaletas metálicas y los tiempos estimados para cada una. Mediante un nuevo análisis se determinó un total de 82 actividades y un tiempo de 27 061 segundos, los que en minutos corresponde a 451.01 min en la producción de formaletas metálicas.

c. Poka Yoke.

Identificación de la actividad que genera defectos en el proceso de producción.

En esta etapa se identificó que el área de corte de ángulos en la máquina tronadora estaba generando ciertos defectos en la fabricación de ángulos causado por la ausencia de herramientas de predicción de errores, haciéndoles más propensos a cometer equivocaciones sin percatarse ello, ya que estas acciones repercuten en la fabricación de formaletas metálicas terminadas.



Figura 15. Área de corte de ángulos.

Tabla 18. Principales defectos en el proceso de corte de ángulos.

PRINCIPALES DEFECTOS EN EL PROCESO DE CORTE DE ÁNGULOS
Cortes diagonales
Corte por encima de lo indicado
Cortes por debajo de lo indicado
Cortes con rebaba en los extremos

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 18, se presentó los principales defectos en el proceso de corte de ángulos, de los cuales destacan: cortes diagonales, cortes por encima de lo indicado, cortes

por debajo de lo indicado y cortes con rebaba en los extremos. También se empleó un registro de errores antes de la implementación de la mejora (Ver Anexo N°32), dando como resultado la Tabla 19.

Tabla 19. *Tabla de frecuencias de las causas de errores antes de la implementación de la mejora.*

Causas de errores	Frecuencia	%	Acumulado
Cortes diagonales	9	18	18
Cortes por encima de lo indicado	20	41	59
Cortes por debajo de lo indicado	15	31	90
Cortes con rebaba en los extremos	5	10	100
TOTAL	49	100	

Fuente: Elaboración propia.

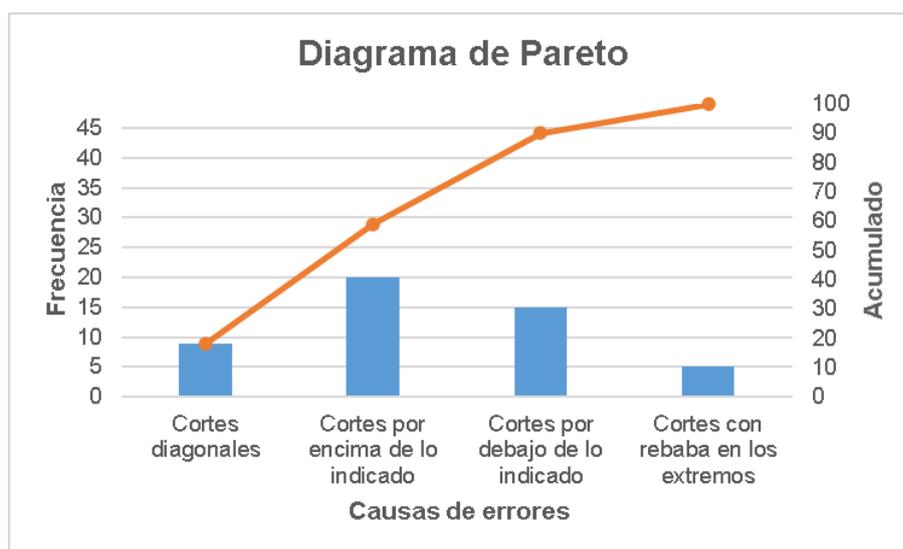


Figura 16. Diagrama de Pareto de errores antes de la implementación de la mejora.

Según la tabla 19, señala que el error más frecuente en el proceso de corte de ángulos fue los cortes por encima de lo indicado con una frecuencia de 20 y los cortes por debajo de lo indicado con una frecuencia de 15. Una vez conocido la frecuencia de estos errores, es indispensable emplear alguna técnica para reducir la incidencia de estos errores, pues se ven reflejados en los productos terminados (formaletas metálicas).

Implementación de dispositivo de detección de errores.

Para la instalación del dispositivo de detección de errores, se emplearon los siguientes pasos:

1. Primeramente, cabe mencionar que se utilizó un distanciómetro, por lo que se realizaron las configuraciones: establecer la unidad de medida en metros y establecer los márgenes de precisión.
2. Seguidamente se ubica el distanciómetro en posición horizontal en paralelo a la mesa de trabajo donde reposa el ángulo de 2"x2"x1/8" pulgadas. Asimismo, la ubicación del distanciómetro de ser perpendicular a la maquina tronzadora. Asimismo, colocar un tope o placa de metal en posición vertical, el cual sirve para delimitar a la medición que se desea ejecutar, en este caso fue de 2.4 m.



Figura 17. Distanciómetro en posición horizontal.

3. Por último, se establece las siguientes instrucciones al trabajador responsable de la actividad: encender el dispositivo, presionar el botón del puntero láser y presionar el botón de realizar la medida.

La finalidad del dispositivo de detección de errores (distanciómetro), es agilizar las actividades en el proceso de corte de ángulos y su uso constante permitió seguir las indicaciones de acuerdo a la medida solicitada, con el objetivo de reducir los errores más frecuentes en este proceso y por consecuencia obtener cantidades menores o nulas de productos terminados (formaletas metálicas).

Capacitación al personal de producción.

Esta etapa tuvo como fin brindar la información necesaria al personal del puesto de trabajo como también al resto del equipo de producción respecto a la implementación del dispositivo de detección de errores(distanciómetro) y también el funcionamiento del mismo. El cual posee la función de emitir un láser y este a su vez señala la distancia en la que abarca el mismo en tiempo real a través de una pantalla digital, beneficiando al operario en realizar el corte adecuado según su medida, evitando realizar varias inspecciones y reduciendo los defectos causados por el error humano.

Evaluación de productos terminados defectuosos

Esta etapa consistió en identificar el número de formaletas metálicas defectuosas que se presentaron después de la implementación y utilización del dispositivo de detección de errores, en apoyo de la capacitación respectiva para el manejo y control del mismo en la producción diaria.

Tabla 20. Nuevo índice de Formaletas Defectuosas en el área de producción.

DATOS GENERALES				
INVESTIGADORES	Edwards Paul Salvatierra Arévalo		JEFE DE ÁREA	Whister Villanueva Minaya
	Jordan Josec Ramirez Gomero			
EMPRESA	Arquideas S.R.L		ÁREA	Área de Producción
DATOS DEL INDICADOR				
INDICADOR	TÉCNICA	INSTRUMENTO		FÓRMULA
Poka Yoke	Observación - medición	Ficha de registro		Número de Formletas con Defectos / Total de Formaletas Elaboradas
POST TEST				
ÍTEM	DÍA	NÚMERO DE FORMALETAS DEFECTUOSAS (UNID)	TOTAL DE FORMALETAS ELABORADAS (UNID)	ÍNDICE DE FORMALETAS DEFECTUOSAS x 100%
1	25/04/2022	2	22	9.1%
2	26/04/2022	2	22	9.1%
3	27/04/2022	1	22	4.5%
4	28/04/2022	1	22	4.5%
5	29/04/2022	1	22	4.5%
6	30/04/2022	2	23	8.7%
7	2/05/2022	0	23	0.0%
8	3/05/2022	0	22	0.0%
9	4/05/2022	1	22	4.5%
10	5/05/2022	0	23	0.0%
11	6/05/2022	1	23	4.3%
12	7/05/2022	0	23	0.0%
13	9/05/2022	0	22	0.0%
14	10/05/2022	2	22	9.1%
15	11/05/2022	0	22	0.0%
16	12/05/2022	1	22	4.5%
17	13/05/2022	0	20	0.0%
18	14/05/2022	1	23	4.3%
19	16/05/2022	0	23	0.0%
20	17/05/2022	1	22	4.5%
21	18/05/2022	0	23	0.0%
22	19/05/2022	0	21	0.0%
23	20/05/2022	1	22	4.5%
24	21/05/2022	1	19	5.3%
25	23/05/2022	0	22	0.0%
26	24/05/2022	0	19	0.0%
27	25/05/2022	0	21	0.0%
28	26/05/2022	0	22	0.0%
29	27/05/2022	0	22	0.0%
30	28/05/2022	0	22	0.0%
TOTAL PROMEDIO		1	22	2.7%

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la tabla 20, el índice de formaletas metálicas defectuosas luego de la aplicación de herramientas *Lean Manufacturing*, logró un valor promedio del 2.7%. Asimismo, se detectaron valores mínimos de 0.0% y valores máximos de 9.1%

Tabla 21. Comparación Poka Yoke Pre Test y Post Test.

DESCRIPCIÓN	PRE TEST	POST TEST
POKA YOKE	17.2%	2.7%

Fuente: Elaboración propia

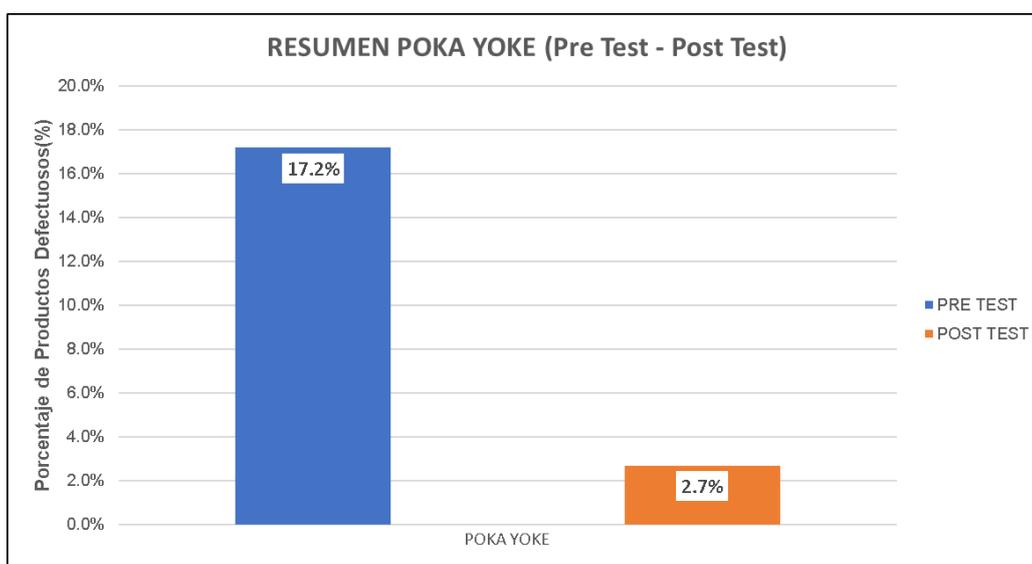


Figura 18. Resumen Poka Yoke Pre Test y Post Test.

Finalmente, en luego de realizar una comparación de los valores del *Poka Yoke* en el Pre Test y Post Test, de acuerdo con la figura 18, se logró visualizar una reducción del 17.2% a 2.7% en el Índice de Formaletas Defectuosas. Esta disminución resultó significativa en la búsqueda de alcanzar la producción de acuerdo a su capacidad instalada.

Prueba Post Test: Variable dependiente.

Eficiencia (Post Test).

Para el hallazgo de la Eficiencia Post Test, fue fundamental conocer el Tiempo Utilizado Post Test (ver Anexos N°33 y N°34) como también el Tiempo Programado (ver Anexos N°35 y N°36). Para el desarrollo de la eficiencia Post

Test, se consideró un periodo de 30 días laborales comprendidos a partir del 25 de Abril hasta el 28 de Mayo del 2022. De acuerdo con la tabla 22, la eficiencia Post Test obtuvo un promedio total de 92.8%.

Tabla 22. Eficiencia Post Test del área de Producción de la empresa Arquideas S.R.L.

DATOS GENERALES				
INVESTIGADORES	Edwards Paul Salvatierra Arévalo Jordan Josec Ramirez Gomero		JEFE DEL ÁREA	Whister Villanueva Minaya
EMPRESA	Arquideas S.R.L		ÁREA	Area de Producción
DATOS DEL INDICADOR				
INDICADOR	TÉCNICA	INSTRUMENTO	FÓRMULA	
Eficiencia	Observación - medición	Ficha de Registro	Tiempo Utilizado / Tiempo programado	
POST TEST				
ITEM	DÍA	TIEMPO PROGRAMADO (min)	TIEMPO UTILIZADO (min)	EFICIENCIAx100%
1	25/04/2022	7200	6699.0	93.0%
2	26/04/2022	7200	6699.0	93.0%
3	27/04/2022	7200	6699.0	93.0%
4	28/04/2022	7200	6699.0	93.0%
5	29/04/2022	7200	6699.0	93.0%
6	30/04/2022	7200	7003.5	97.3%
7	2/05/2022	7200	7003.5	97.3%
8	3/05/2022	7200	6699.0	93.0%
9	4/05/2022	7200	6699.0	93.0%
10	5/05/2022	7200	7003.5	97.3%
11	6/05/2022	7200	7003.5	97.3%
12	7/05/2022	7200	7003.5	97.3%
13	9/05/2022	7200	6699.0	93.0%
14	10/05/2022	7200	6699.0	93.0%
15	11/05/2022	7200	6699.0	93.0%
16	12/05/2022	7200	6699.0	93.0%
17	13/05/2022	7200	6090.0	84.6%
18	14/05/2022	7200	7003.5	97.3%
19	16/05/2022	7200	7003.5	97.3%
20	17/05/2022	7200	6699.0	93.0%
21	18/05/2022	7200	7003.5	97.3%
22	19/05/2022	7200	6394.5	88.8%
23	20/05/2022	7200	6699.0	93.0%
24	21/05/2022	7200	5785.5	80.4%
25	23/05/2022	7200	6699.0	93.0%
26	24/05/2022	7200	5785.5	80.4%
27	25/05/2022	7200	6394.5	88.8%
28	26/05/2022	7200	6699.0	93.0%
29	27/05/2022	7200	6699.0	93.0%
30	28/05/2022	7200	6699.0	93.0%
TOTAL PROMEDIO		7200	6678.7	92.8%

Fuente: Elaboración propia.

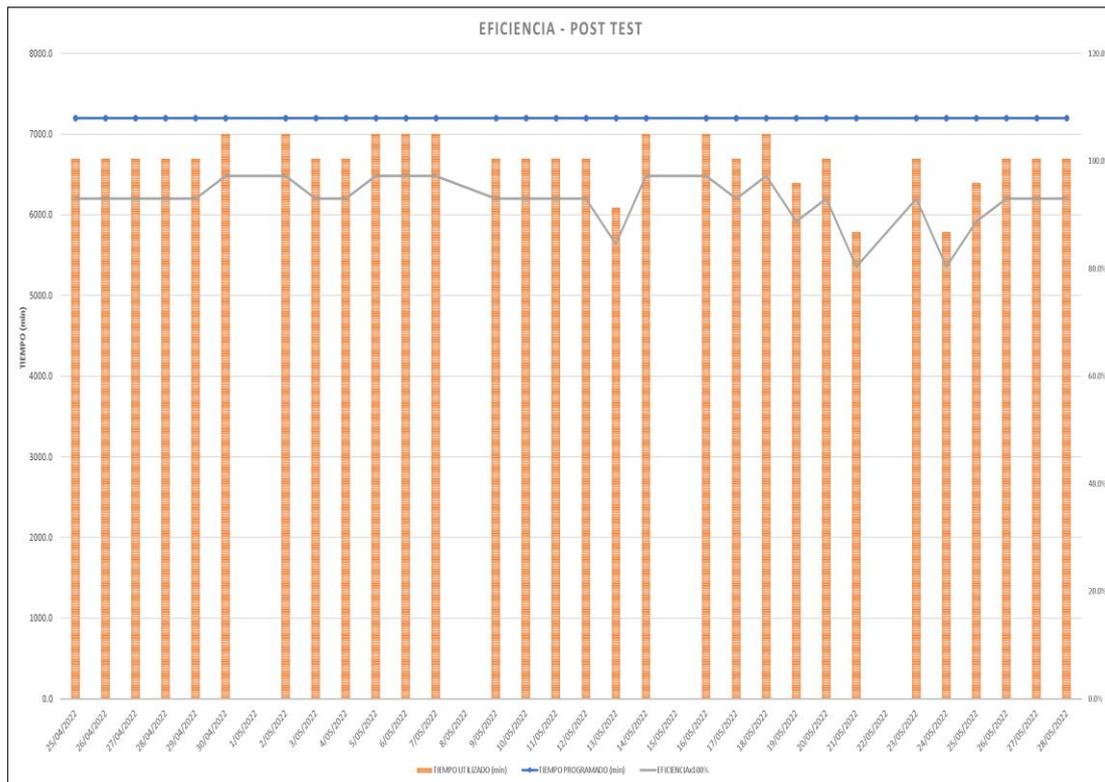


Figura 19. Variación de la Eficiencia Post Test.

De acuerdo a la figura 19, se evidenció una mayor utilización de los tiempos, lo que conlleva a interpretar a un mejor aprovechamiento de los tiempos de producción frente al tiempo programado. En conclusión, a los resultados obtenidos, denotan un mayor conocimiento de las actividades de producción de formaletas metálicas.

Eficacia (Post Test).

Para el hallazgo de la Eficacia Post Test, fue esencial conocer la capacidad Instalada de Producción Post Test (ver Anexo N°37) y con ello proporcionar el Total de Formaletas Esperadas. Para el desarrollo de la eficacia Post Test se consideró un periodo de 30 días laborales comprendidos a partir del 25 de Abril hasta el 28 de Mayo del 2022. De acuerdo con la tabla 23, la eficacia Post Test obtuvo un promedio total de 37.8%.

Tabla 23. Eficacia Post Test del área de Producción de la empresa Arquideas S.R.L.

DATOS GENERALES				
INVESTIGADORES	Edwards Paul Salvatierra Arévalo Jordan Josec Ramirez Gomero	JEFE DE ÁREA	Whister Villanueva Minaya	
EMPRESA	Arquideas S.R.L.	ÁREA	Area de Producción	
DATOS DEL INDICADOR				
INDICADOR	TÉCNICA	INSTRUMENTO	FÓRMULA	
Eficacia	Observación - medición	Ficha de Registro	Total de Formaletas Fabricadas / Total de Formaletas Esperadas	
POST TEST				
ITEM	DÍA	TOTAL DE FORMALETAS ESPERADAS	TOTAL DE FORMALETAS FABRICADAS	EFICACIAx100%
1	25/04/2022	58	22	37.9%
2	26/04/2022	58	22	37.9%
3	27/04/2022	58	22	37.9%
4	28/04/2022	58	22	37.9%
5	29/04/2022	58	22	37.9%
6	30/04/2022	58	23	39.7%
7	2/05/2022	58	23	39.7%
8	3/05/2022	58	22	37.9%
9	4/05/2022	58	22	37.9%
10	5/05/2022	58	23	39.7%
11	6/05/2022	58	23	39.7%
12	7/05/2022	58	23	39.7%
13	9/05/2022	58	22	37.9%
14	10/05/2022	58	22	37.9%
15	11/05/2022	58	22	37.9%
16	12/05/2022	58	22	37.9%
17	13/05/2022	58	20	34.5%
18	14/05/2022	58	23	39.7%
19	16/05/2022	58	23	39.7%
20	17/05/2022	58	22	37.9%
21	18/05/2022	58	23	39.7%
22	19/05/2022	58	21	36.2%
23	20/05/2022	58	22	37.9%
24	21/05/2022	58	19	32.8%
25	23/05/2022	58	22	37.9%
26	24/05/2022	58	19	32.8%
27	25/05/2022	58	21	36.2%
28	26/05/2022	58	22	37.9%
29	27/05/2022	58	22	37.9%
30	28/05/2022	58	22	37.9%
TOTAL PROMEDIO		58	22	37.8%

Fuente: Elaboración propia.

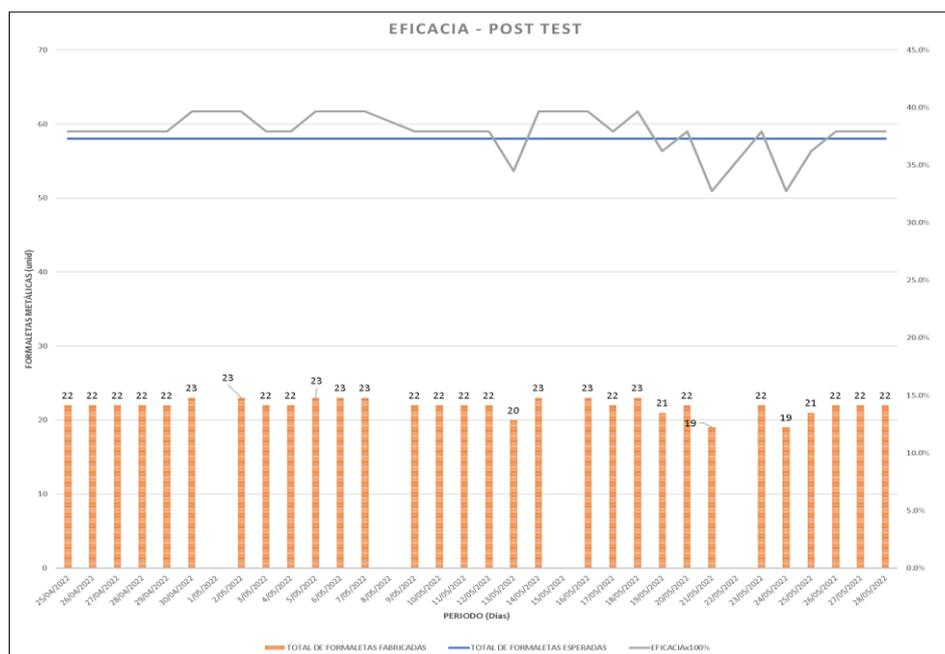


Figura 20. Variación de la Eficacia Post Test.

Según la Figura 20, se logró visualizar que la eficacia Post Test presentó un incremento con respecto a la eficacia Pre Test, demostrando valores mínimos de eficacia del 32.8% y valores máximos del 39.7%. De esta manera, se concluye a que luego de la implementación de la mejora, la eficacia incrementó su producción diaria y reduciéndose los productos defectuosos.

Habiéndose hallado tanto la Eficiencia Post Test como la Eficacia Post Test, se procedió a calcular la Productividad Post Test en el área de producción en la empresa Arquideas S.R.L.

Tabla 24. Productividad Post Test del área de producción en la empresa Arquideas S.R.L.

DATOS GENERALES								
INVESTIGADORES	Edwards Paul Salvatierra Arévalo			JEFE DE ÁREA	Whister Villanueva Minaya			
	Jordan Josec Ramirez Gomero							
EMPRESA	Arquideas S.R.L			ÁREA	Área de Producción			
DATOS DEL INDICADOR								
INDICADOR	TÉCNICA		INSTRUMENTO		FÓRMULA			
Eficiencia	Observación - medición		Ficha de registro		Tiempo Utilizado / Tiempo programado			
Eficacia	Observación - medición		Ficha de registro		Total de Formaletas Fabricadas / Total de Formaletas Esperadas			
Productividad	Observación - medición		Ficha de registro		Eficiencia x Eficacia			
POST TEST								
ITEM	DÍA	TIEMPO PROGRAMADO (min)	TIEMPO UTILIZADO (min)	TOTAL DE FORMALETAS ESPERADAS	TOTAL DE FORMALETAS FABRICADAS	EFICIENCIAx100%	EFICACIAx100%	PRODUCTIVIDAD
1	25/04/2022	7200	6699.0	58	22	93.0%	37.9%	0.35
2	26/04/2022	7200	6699.0	58	22	93.0%	37.9%	0.35
3	27/04/2022	7200	6699.0	58	22	93.0%	37.9%	0.35
4	28/04/2022	7200	6699.0	58	22	93.0%	37.9%	0.35
5	29/04/2022	7200	6699.0	58	22	93.0%	37.9%	0.35
6	30/04/2022	7200	7003.5	58	23	97.3%	39.7%	0.39
7	2/05/2022	7200	7003.5	58	23	97.3%	39.7%	0.39
8	3/05/2022	7200	6699.0	58	22	93.0%	37.9%	0.35
9	4/05/2022	7200	6699.0	58	22	93.0%	37.9%	0.35
10	5/05/2022	7200	7003.5	58	23	97.3%	39.7%	0.39
11	6/05/2022	7200	7003.5	58	23	97.3%	39.7%	0.39
12	7/05/2022	7200	7003.5	58	23	97.3%	39.7%	0.39
13	9/05/2022	7200	6699.0	58	22	93.0%	37.9%	0.35
14	10/05/2022	7200	6699.0	58	22	93.0%	37.9%	0.35
15	11/05/2022	7200	6699.0	58	22	93.0%	37.9%	0.35
16	12/05/2022	7200	6699.0	58	22	93.0%	37.9%	0.35
17	13/05/2022	7200	6090.0	58	20	84.6%	34.5%	0.29
18	14/05/2022	7200	7003.5	58	23	97.3%	39.7%	0.39
19	16/05/2022	7200	7003.5	58	23	97.3%	39.7%	0.39
20	17/05/2022	7200	6699.0	58	22	93.0%	37.9%	0.35
21	18/05/2022	7200	7003.5	58	23	97.3%	39.7%	0.39
22	19/05/2022	7200	6394.5	58	21	88.8%	36.2%	0.32
23	20/05/2022	7200	6699.0	58	22	93.0%	37.9%	0.35
24	21/05/2022	7200	5785.5	58	19	80.4%	32.8%	0.26
25	23/05/2022	7200	6699.0	58	22	93.0%	37.9%	0.35
26	24/05/2022	7200	5785.5	58	19	80.4%	32.8%	0.26
27	25/05/2022	7200	6394.5	58	21	88.8%	36.2%	0.32
28	26/05/2022	7200	6699.0	58	22	93.0%	37.9%	0.35
29	27/05/2022	7200	6699.0	58	22	93.0%	37.9%	0.35
30	28/05/2022	7200	6699.0	58	22	93.0%	37.9%	0.35
TOTAL PROMEDIO		7200	6678.7	58	22	92.8%	37.8%	0.35

Fuente: Elaboración propia.

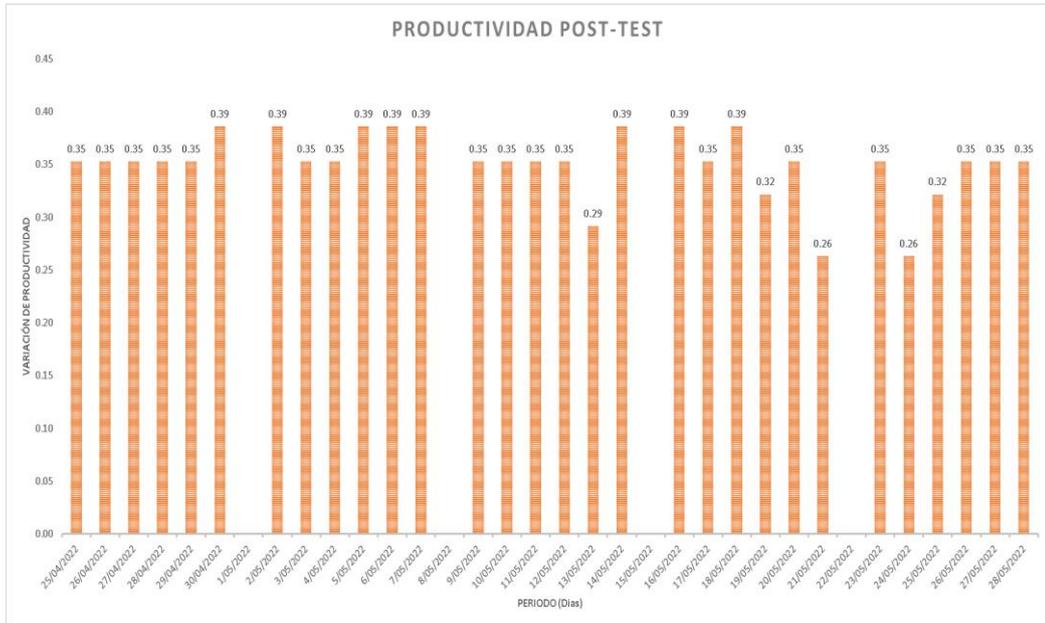


Figura 21. Variación de la Productividad Post Test.

Tabla 25. Resumen Eficiencia, Eficacia y Productividad (Pre Test Vs Post).

	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
PRE TEST	78.8%	26.5%	21.0%
POST TEST	92.8%	37.8%	35.0%

Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo de la Productividad Post Test luego de la aplicación de herramientas *Lean Manufacturing*, se necesitaron las fórmulas tanto de la eficiencia como de la eficacia respectivamente mostradas en la ficha de registro.

Una vez realizado el cálculo respectivo, se obtuvo que luego de la aplicación de herramientas *Lean Manufacturing*, la empresa presentó una eficiencia del 92.8% y una eficacia del 37.8%, con estos valores se determinó que su Productividad sitúa en un 35.0%. Este valor es relevante para la empresa puesto que se está produciendo mayor cantidad de productos terminados, así como también se está empleando correctamente los tiempos determinados.

Comparación Pre Test y Post Test.

Posteriormente se manifiesta la comparación y evaluación de los resultados obtenidos tanto del Pre Test como del Post Test en términos de eficiencia, eficacia y productividad.

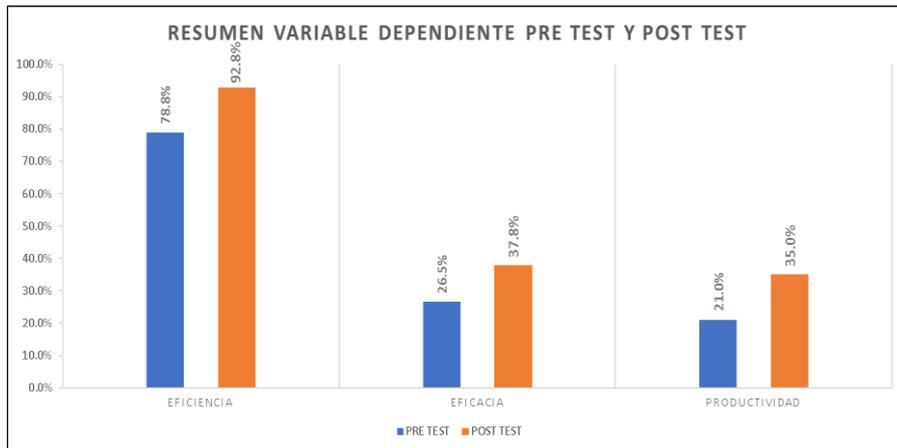


Figura 22. Resumen Variable Dependiente Pre Test y Post Test.

Incremento de la eficiencia, eficacia y productividad.

Eficiencia.

$$\% \text{ mejora} = \frac{0.928 - 0.788}{0.788} \times 100\% = 17.76\%$$

Eficacia.

$$\% \text{ mejora} = \frac{0.378 - 0.265}{0.265} \times 100\% = 42.64\%$$

Productividad.

$$\% \text{ mejora} = \frac{0.35 - 0.21}{0.21} \times 100\% = 66.66\%$$

Con lo mostrado en la figura 22 y los resultados de eficiencia, eficacia y productividad después de la implementación de herramientas *Lean Manufacturing*, se logró un aumento de la productividad en el área de producción del 66.66%.

Análisis económico y financiero.

Presupuesto de la implementación de la propuesta de mejora.

Para la realización de la Aplicación de herramientas *Lean Manufacturing* en la empresa Arquideas S.R.L se requirió un periodo de 2 meses, de las cuales se necesitó una serie de recursos tales como humanos, materiales y de servicios.

Tabla 26. Costos de recursos humanos.

Clasificador	Descripción general	Descripción detallada	Cantidad	Costo Unitario(S/.)	Costo Total(S/.)
2.1.18	Personal Obrero	Jefe de Producción	1	S/3,500.00	S/3,500.00
2.1.18	Personal Obrero	Supervisor de Producción	1	S/1,400.00	S/1,400.00
2.1.18	Personal Obrero	Técnico Operario	6	S/1,500.00	S/9,000.00
2.1.18	Personal Obrero	Ayudante	5	S/930.00	S/4,650.00
2.1.11.1	Personal Administrativo	Asistente Administrativo	1	S/1,200.00	S/1,200.00
2.5.31.12	Investigadores científicos	Tesista	2	S/0.00	S/0.00
TOTAL					S/19,750.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27. Costos de materiales y herramientas.

Clasificador	Descripción General	Descripción detallada	Cantidad	Costo Unitario(S/.)	Costo Total(S/.)
2.3.15.12	Papelería en general, útiles y materiales de oficina	Materiales de Oficina	1	S/100.00	S/100.00
2.3.19.12	Material didáctico, accesorios y útiles de enseñanza	Manual	1	S/60.00	S/60.00
2.3.19.11	Libros, textos y otros materiales impresos	Material de Información virtual	1	S/20.00	S/20.00
2.6.32.999	Equipos e instrumentos de medición	Sensor de medición	1	S/200.00	S/200.00
2.6.32.93	Seguridad Industrial	Botas, Casco, guantes, lentes	2	S/90.00	S/180.00
TOTAL					S/560.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28. Costos de servicios.

Clasificador	Descripción General	Descripción detallada	Cantidad	Costo Unitario(S/.)	Costo Total(S/.)
2.3.22.11	Servicio de suministro de energía eléctrica	Luz	1	S/6,500.00	S/6,500.00
2.3.22.12	Servicio de agua y desagüe	Agua	1	S/100.00	S/100.00
2.3.22.21	Servicio de telefonía móvil	Servicio post pago	2	S/40.00	S/80.00
2.3.22.23	Servicio de internet	Internet	2	S/125.00	S/250.00
TOTAL					S/6,930.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29. Presupuesto de la implementación de la mejora.

Ítem	Descripción	Costo
Nº1	Recursos Humanos	S/19,750.00
Nº2	Materiales y herramientas	S/560.00
Nº3	Servicios	S/6,930.00
TOTAL		S/27,240.00

Fuente: Elaboración propia.

La suma total de la que fue financiada la implementación esta investigación por la empresa Arquideas S.R.L corresponde a S/27,240.00.

Costos generados antes de la propuesta de mejora.

Tabla 30. Costos antes de la propuesta de mejora.

	Cantidad	Unidad de medida	Precio Unitario	Total
Costos directos				
Mano de Obra directo				
Jefe de Producción	1	Sueldo	S/1,750.00	S/1,750.00
Técnico operario	6	Sueldo	S/1,500.00	S/9,000.00
Supervisor de Producción	1	Sueldo	S/1,200.00	S/1,200.00
Ayudante	5	Sueldo	S/930.00	S/4,650.00
Costos indirectos				
Materiales indirectos				
Hojas Bond	2	Paquete	S/12.00	S/24.00
Bolígrafos	5	Unidad	S/2.00	S/10.00
Tinta para impresora	1	Unidad	S/18.00	S/18.00
Tablero Portapapeles	2	Unidad	S/6.00	S/12.00
Cronómetro	1	Unidad	S/20.00	S/20.00
Tijeras	1	Unidad	S/1.50	S/1.50
Cintas de Embalaje	2	Unidad	S/5.00	S/10.00
Mano de Obra indirecto				
Personal administrativo	1	Sueldo	S/1,200.00	S/1,200.00
Personal de almacén	1	Sueldo	S/930.00	S/930.00
Otros gastos indirectos				
Luz	1	Servicio	S/6,500.00	S/6,500.00
Internet	1	Servicio	S/125.00	S/125.00
Agua	1	Servicio	S/100.00	S/100.00
Servicio post pago	2	Servicio	S/40.00	S/80.00
TOTAL				S/25,630.50

Fuente: Elaboración propia.

Costos generados después de la aplicación de la mejora.

Tabla 31. Costos después de la propuesta de mejora.

	Cantidad	Unidad de medida	Precio Unitario	Total
Costos directos				
Mano de Obra directo				
Técnico operario	6	Sueldo	S/1,200.00	S/7,200.00
Ayudante	5	Sueldo	S/930.00	S/4,650.00
Costos indirectos				
Materiales indirectos				
Hojas Bond	2	Paquete	S/12.00	S/24.00
Bolígrafos	5	Unidad	S/2.00	S/10.00
Tinta para impresora	1	Unidad	S/20.00	S/20.00
Tablero Portapapeles	2	Unidad	S/6.00	S/12.00
Cronómetro	1	Unidad	S/20.00	S/20.00
Tijeras	1	Unidad	S/1.50	S/1.50
Cintas de Embalaje	2	Unidad	S/6.00	S/12.00
Mano de Obra indirecto				
Personal de almacén	2	Sueldo	S/930.00	S/1,860.00
Otros gastos indirectos				
Luz	1	Servicio	S/5,000.00	S/5,000.00
Internet	1	Servicio	S/120.00	S/120.00
Agua	1	Servicio	S/100.00	S/100.00
Servicio post pago	2	Servicio	S/30.00	S/60.00
TOTAL				S/19,089.50

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32. Resumen de comparación de costos antes y costos después.

Resumen	
Costos antes	S/25,630.50
Costos después	S/19,089.50
TOTAL(Comparación)	S/6,541.00

Fuente: Elaboración propia.

Con la elaboración de las tablas mostradas previamente, se pudo realizar una comparación de los costos antes y después de efectuar la aplicación de herramientas *Lean Manufacturing*, por lo que se llegó a visualizar una reducción de los costos en S/. 6,541.00.

Cálculo del Valor Actual Neto (VAN)

Según Uzcátegui et al. (2018, p.23): supone al VAN como una técnica donde se considera el valor del flujo de dinero con respecto al tiempo, esto quiere decir, la cantidad de beneficio o perdidas al realizar un proyecto. Entonces, si el VAN es mayor a 0, entonces el proyecto proporcionará beneficios. Si el VAN es igual a 0, entonces, el proyecto no proporcionará ni beneficios ni perdidas. Finalmente, si el VAN es menor a 0, se entiende que el proyecto proporcionaría perdidas.

Tabla 33. *Valor Actual Neto.*

Meses	Inversión	Costos antes	Costos después	Flujo neto
0	-S/27,240.00			
1		S/25,630.50	S/19,089.50	S/6,541.00
2		S/25,630.50	S/19,089.50	S/6,541.00
3		S/25,630.50	S/19,089.50	S/6,541.00
4		S/25,630.50	S/19,089.50	S/6,541.00
5		S/25,630.50	S/19,089.50	S/6,541.00
6		S/25,630.50	S/19,089.50	S/6,541.00
7		S/25,630.50	S/19,089.50	S/6,541.00
8		S/25,630.50	S/19,089.50	S/6,541.00
9		S/25,630.50	S/19,089.50	S/6,541.00
10		S/25,630.50	S/19,089.50	S/6,541.00
11		S/25,630.50	S/19,089.50	S/6,541.00
12		S/25,630.50	S/19,089.50	S/6,541.00
VAN				S/18,967.91

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 33, se visualiza que el Valor Actual Neto es de S/. 18,967.91. En el mes 1, el valor monetario sigue siendo inferior a lo invertido, por lo que imposibilita saber el mes en donde está el beneficio. Por tal motivo, se abarcó un periodo de 12 meses para obtener con mayor certeza respecto al beneficio costo. Cabe resaltar que se trabajó con un COK (Costo de Oportunidad) del 9.27% anual, emitida por la entidad bancaria Banco Pichincha, de acuerdo a lo indicado por la SBS (ver Anexo N°38).

Cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR).

A juicio de Mete (2014.p.71), el TIR supone a la tasa de descuento que equivale al valor presente de los ingresos con los egresos, lo cual significa el rendimiento de lo invertido en la ejecución de un proyecto.

Tabla 34. *Tasa Interna de Retorno.*

Meses	Inversión	Costos antes	Costos después	Flujo neto
0	-S/27,240.00			-S/27,240.00
1		S/25,630.50	S/19,089.50	S/6,541.00
2		S/25,630.50	S/19,089.50	S/6,541.00
3		S/25,630.50	S/19,089.50	S/6,541.00
4		S/25,630.50	S/19,089.50	S/6,541.00
5		S/25,630.50	S/19,089.50	S/6,541.00
6		S/25,630.50	S/19,089.50	S/6,541.00
7		S/25,630.50	S/19,089.50	S/6,541.00
8		S/25,630.50	S/19,089.50	S/6,541.00
9		S/25,630.50	S/19,089.50	S/6,541.00
10		S/25,630.50	S/19,089.50	S/6,541.00
11		S/25,630.50	S/19,089.50	S/6,541.00
12		S/25,630.50	S/19,089.50	S/6,541.00
TIR				22%

Fuente: Elaboración propia.

Según la Tabla 34, se puede visualizar que el valor del TIR es de 22%, Al realizar una comparación de este porcentaje obtenido con la tasa del VAN, el TIR resulta mayor. Con este resultado, se logró referir a que la ejecución de esta implementación es rentable.

Tabla 35. *Cuadro resumen de VAN y TIR.*

Inversión	S/27,240.00
Tasa actual	9.27%
Van	S/18,967.91
Tir (En 12 meses)	22%

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo del Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI)

Según el autor Canales (2015, p.103) señala que el PRI comprende situar el periodo exacto en donde se consigue recuperar la inversión inicial en un proyecto, esto da entender que, a menor tiempo de recuperación, mayores serán los beneficios.

Tabla 36. *Periodo de Recuperación de la Inversión.*

Meses	Flujo de efectivo neto	Flujo de efectivo Acumulado
0	S/27,240.00	
1	S/6,541.00	S/6,541.00
2	S/6,541.00	S/13,082.00
3	S/6,541.00	S/19,623.00
4	S/6,541.00	S/26,164.00
5	S/6,541.00	S/32,705.00
6	S/6,541.00	S/39,246.00
7	S/6,541.00	S/45,787.00
8	S/6,541.00	S/52,328.00
9	S/6,541.00	S/58,869.00
10	S/6,541.00	S/65,410.00
11	S/6,541.00	S/71,951.00
12	S/6,541.00	S/78,492.00
Total	S/78,492.00	

PRI	4.16	Meses
------------	-------------	--------------

Fuente: Elaboración propia.

$$PRI = a + \left(\frac{I_0 - b}{F_t}\right)$$

Leyenda:

a: Año inmediato previo a la recuperación de la inversión.

Io: Inversión inicial.

b: Flujo de efectivo acumulado de periodos anteriores.

Ft: Flujo de efectivo neto del periodo en que se satisface la inversión.

$$PRI = 4 + \left(\frac{27,240.00 - 26,164.00}{6,541.00}\right) = 4.16 \text{ meses}$$

En la tabla 36, el valor resultante de la obtención del PRI fue de 4.16 meses en que se logrará recuperar el valor total de lo invertido. Posteriormente, se evaluó la relación beneficio/costo.

Tabla 37. Datos para la evaluación de Beneficio/Costo.

Meses	Inversión	Costos antes	Costos Después	Flujo neto
0	-S/27,240.00			-S/27,240.00
1		S/25,630.50	S/19,089.50	S/6,541.00
2		S/25,630.50	S/19,089.50	S/6,541.00
3		S/25,630.50	S/19,089.50	S/6,541.00
4		S/25,630.50	S/19,089.50	S/6,541.00
5		S/25,630.50	S/19,089.50	S/6,541.00
6		S/25,630.50	S/19,089.50	S/6,541.00
7		S/25,630.50	S/19,089.50	S/6,541.00
8		S/25,630.50	S/19,089.50	S/6,541.00
9		S/25,630.50	S/19,089.50	S/6,541.00
10		S/25,630.50	S/19,089.50	S/6,541.00
11		S/25,630.50	S/19,089.50	S/6,541.00
12		S/25,630.50	S/19,089.50	S/6,541.00
		S/174,638.33	S/130,069.97	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 38. Evaluación Beneficio/Costo.

Van (costos antes)	S/174,638.33
Van (costos después)	S/130,069.97
Van (costos después)+ inversión	S/157,309.97
B/C	1.11

Fuente: Elaboración propia.

$$\frac{B}{C} = \frac{VAN(\text{costos antes})}{VAN(\text{costos después})} = \frac{174,638.33}{157,309.97} = 1.11$$

De acuerdo con la Tabla 38, la evaluación del Beneficio Costo en un periodo de 12 meses correspondió a 1.11. Este resultado es aceptable, puesto que el valor es superior a la unidad y por ende, la implementación del estudio generará ingresos. Por consiguiente, cabe la certeza que se obtendrá ganancias equivalentes al 0.11 de lo invertido.

3.6 Método de análisis de Datos.

Análisis Descriptivo.

De acuerdo con Rendón, Villasís y Miranda (2016, p.398 - 399), el análisis descriptivo tiene como fin, ofrecer información de manera clara y sencilla apoyándose en el uso de tabla, cuadros, etc. Asimismo, se apoya tanto en los objetivos de la investigación como también en el uso de medidas de tendencia central y de dispersión. Por tal motivo, la información recolectada de la presente investigación por a través de las fichas de registro tanto de la variable independiente como dependiente fueron procesadas por el software del SPSS v.24. Asimismo, se consideraron las medidas de tendencia central (media, mediana y moda) y de dispersión (rango, desviación estándar, varianza, etc). El análisis descriptivo permitió obtener los resultados del antes y después de la variable dependiente (productividad) y sus dimensiones (eficiencia y eficacia).

Análisis Inferencial.

De acuerdo con Veiga, Otero y Torres (2020, p.1) la estadística inferencial permite realizar un análisis más eficiente y sistemático en según una muestra determinada, a su vez proporciona las herramientas para las interpretaciones de sus resultados. Dado ello, para probar la hipótesis de investigación se realizó la prueba de normalidad para verificar si los datos son paramétricos (*T-student*) o no paramétricos (*Wilconxon*), es decir, si poseen o no una secuencia de distribución normal. Al saber que la investigación constó de 30 mediciones realizadas, se determinó según su tamaño de muestra si es de *Kolmogorov- Smirnov*(muestra mayor o igual a 30) o de *Shapiro Wilk*(muestra menor a 30).

Para la contrastación de la hipótesis se hará uso de la regla de decisión:

Regla de decisión:

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

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

Cabe recordar que todos estos cálculos serán mediante el software estadístico SPSS v24.

3.7 Aspectos éticos.

Durante el desarrollo de la investigación “Aplicación de Herramientas *Lean Manufacturing* para incrementar la productividad en la empresa Arquideas S.R.L, Lima, 2022”, se consideraron los siguientes criterios: La investigación se basó en los criterios académicos de investigación según la normativa ISO 690 y 690-2, respetando los derechos de autor e incluyendo las referencias bibliográficas respectivas. Por otro lado, los datos presentados en este trabajo de investigación fueron extraídos de la empresa Arquideas S.R.L bajo consideración de la misma y garantizando su confidencialidad. Así mismo el trabajo de investigación se apoyó en la política anti plagio, sometiéndose constantemente a revisiones empleando el software Túrntin y de esta manera, quedando en evidencia el porcentaje de similitud frente a otros trabajos de investigación.

IV. RESULTADOS

Análisis descriptivo.

Análisis descriptivo de la eficiencia.

Eficiencia.

Tabla 39. Resultados estadísticos de la eficiencia Pre Test y Post Test.

Descriptivos			Estadístico	Error estándar
EFICIENCIA PRE	Media		78,779%	1,9117%
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	74,869%	
		Límite superior	82,689%	
	Media recortada al 5%		78,739%	
	Mediana		80,938%	
	Varianza		109,633	
	Desviación estándar		10,4706%	
	Mínimo		59,4%	
	Máximo		97,1%	
	Rango		37,8%	
	Rango intercuartil		13,5%	
	Asimetría		-,116	,427
	Curtosis		-,766	,833
EFICIENCIA POST	Media		92,760%	0,8094%
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	91,104%	
		Límite superior	94,415%	
	Media recortada al 5%		93,198%	
	Mediana		93,042%	
	Varianza		19,654	
	Desviación estándar		4,4333%	
	Mínimo		80,4%	
	Máximo		97,3%	
	Rango		16,9%	
	Rango intercuartil		4,2%	
	Asimetría		-1,591	,427
	Curtosis		2,773	,833

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 39, se demuestra que hubo un incremento de la eficiencia en la media Pre Test y Post Test de 78.77% a 92.76%. Este valor significa un mejor aprovechamiento del tiempo laboral. Así mismo su desviación estándar se vio reducida de 10.47% a 4.43%. lo que implica que se mejoraron las eficiencias ya que se concentraron mejor alrededor de la media. También se presentaron incrementos

en los valores mínimos en el Pre Test y Post Test del 59.4% al 80.4%; además de los valores máximos, los cuales ascendieron del 97.1% al 97.3%.

Eficacia.

Tabla 40. Resultados estadísticos de la eficacia Pre Test y Post Test.

Descriptivos			Estadístico	Error estándar
EFICACIA PRE	Media		26,545%	0,6442%
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	25,228%	
		Límite superior	27,863%	
	Media recortada al 5%		26,532%	
	Mediana		27,273%	
	Varianza		12,448	
	Desviación estándar		3,5282%	
	Mínimo		20,0%	
	Máximo		32,7%	
	Rango		12,7%	
	Rango intercuartil		4,5%	
	Asimetría		-,116	,427
	Curtosis		-,766	,833
EFICACIA POST	Media		37,816%	0,3300%
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	37,141%	
		Límite superior	38,491%	
	Media recortada al 5%		37,995%	
	Mediana		37,931%	
	Varianza		3,266	
	Desviación estándar		1,8073%	
	Mínimo		32,8%	
	Máximo		39,7%	
	Rango		6,9%	
	Rango intercuartil		1,7%	
	Asimetría		-1,591	,427
	Curtosis		2,773	,833

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 40, se demuestra que hubo un incremento de la eficacia en la media Pre Test y Post Test de 26.54% a 37.81%. Cabe resaltar que su desviación estándar se vio reducida de 3.52% a 1.80%. lo que implica que se mejoraron las eficacias ya que se concentraron mejor alrededor de la media. También se presentaron

incrementos en los valores mínimos en el Pre Test y Post Test del 20% al 32.8%; además de los valores máximos aumentaron del 32.7% al 39.7%.

Productividad.

Tabla 41. Resultados estadísticos de la Productividad Pre Test y Post Test.

Descriptivos			Estadístico	Error estándar
PRODUCTIVIDAD PRE	Media		21,269%	1,0101%
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	19,204%	
		Límite superior	23,335%	
	Media recortada al 5%		21,165%	
	Mediana		22,074%	
	Varianza		30,608	
	Desviación estándar		5,5325%	
	Mínimo		11,9%	
	Máximo		31,8%	
	Rango		19,9%	
	Rango intercuartil		6,9%	
	Asimetría		,127	,427
	Curtosis		-,659	,833
PRODUCTIVIDAD POST	Media		35,156%	0,5908%
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	33,947%	
		Límite superior	36,364%	
	Media recortada al 5%		35,456%	
	Mediana		35,292%	
	Varianza		10,470	
	Desviación estándar		3,2357%	
	Mínimo		26,3%	
	Máximo		38,6%	
	Rango		12,3%	
	Rango intercuartil		3,3%	
	Asimetría		-1,448	,427
	Curtosis		2,356	,833

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 41, se demuestra que hubo un incremento de la productividad en la media Pre Test y Post Test de 21.26% a 35.15%. Así mismo su desviación estándar se vio reducida de 5.53% a 3.23%. lo cual significa una cercanía de los valores hacia la media, es decir, se incrementaron los valores. También se presentaron incrementos en los valores mínimos en el Pre Test y Post Test del 11.9% al 26.3%; además de los valores máximos, los cuales aumentaron de 31.8% a 38.6%

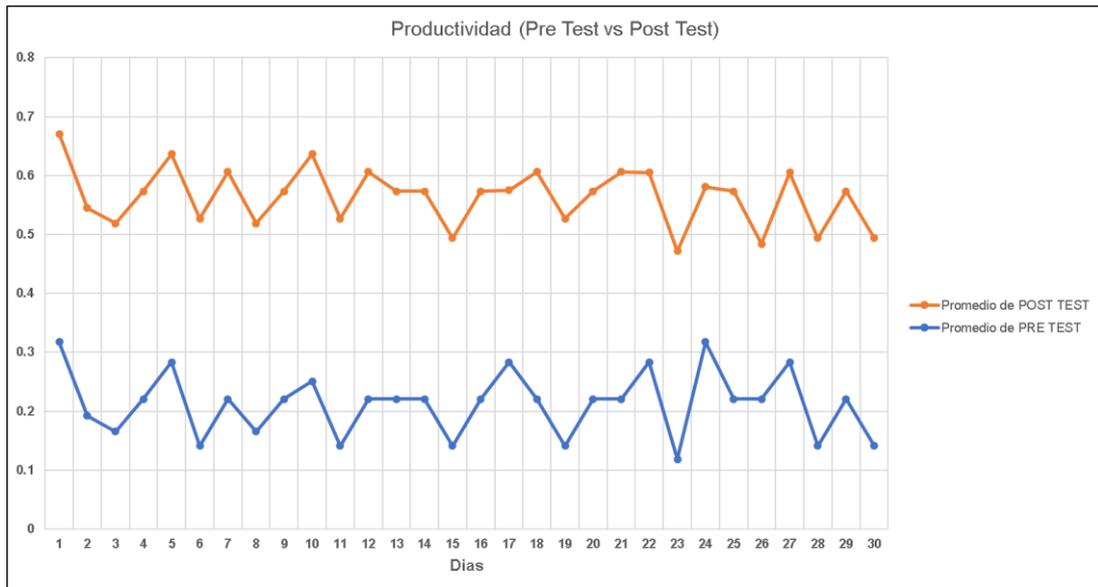


Figura 23. Productividad Antes y Después de la implementación de la propuesta de mejora.

En la figura 23, se muestran los resultados obtenidos a lo largo de los 30 días laborales, los cuales después de la implementación de herramientas *Lean Manufacturing* en el área de producción de la empresa Arquideas S.R.L se encuentran por encima del 50% de su contraparte del Pre Test.

Análisis Inferencial.

Prueba de Normalidad

El uso de la prueba de normalidad determinó si la muestra comprende o no una distribución normal, para ello se tomaron los siguientes criterios:

$$n > 30: \text{Kolgomorov Smirnov}$$

$$n \leq 30: \text{Shapiro Wilk}$$

Análisis de la hipótesis general.

Ha: La Aplicación de herramientas *Lean Manufacturing* incrementa la productividad en la empresa Arquideas S.R.L, Comas, 2022.

A fin de lograr analizar la hipótesis general, fue necesario determinar los datos de la productividad del pre test y post test, dentro de los cuales, si estos presentan un comportamiento paramétrico o no paramétrico. Teniendo en cuenta que la muestra

para ambos casos es de 30, por tanto, se procedió a emplear la prueba de normalidad con el estadígrafo de *Shapiro Wilk*.

Asimismo, se hizo uso de la siguiente regla de decisión.

Regla de decisión:

Si sig. ≤ 0.05, los datos no proviene de una distribucion normal

Si sig. > 0.05, los datos proviene de una distribucion normal

Tabla 42. Prueba de normalidad Productividad Pre Test y Post Test.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PRODUCTIVIDAD PRE	,224	30	,000	,904	30	,011
PRODUCTIVIDAD POST	,350	30	,000	,756	30	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS v.24.

De acuerdo con la tabla 42, se logró observar que los valores de la significancia en la productividad tanto en el Pre Test como en el Post Test fueron menores a 0.05. Debido a ello, se pudo entender que los datos de la muestra no comprenden una distribución normal y por ende su comportamiento fue no paramétrico.

Contrastación de la hipótesis general.

Ho: La Aplicación de herramientas *Lean Manufacturing* no incrementa la productividad en la empresa Arquideas S.R.L, Comas, 2022.

Ha: La Aplicación de herramientas *Lean Manufacturing* incrementa la productividad en la empresa Arquideas S.R.L, Comas, 2022.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu Pa \geq \mu Pd$$

$$H_a: \mu Pa < \mu Pd$$

Tabla 43. Estadísticos descriptivos Productividad Pre Test y Post Test.

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
PRODUCTIVIDAD PRE	30	21,269%	5,5325%	11,9%	31,8%
PRODUCTIVIDAD POST	30	35,156%	3,2357%	26,3%	38,6%

Fuente: SPSS v.24

En la tabla 43, se puede visualizar que la media de la productividad Pre Test 21.26 fue inferior a la media de la productividad Post Test 35.15, por tal motivo no se cumple $H_0: \mu Pa \geq \mu Pd$, es decir, se rechazó la hipótesis nula y por consecuencia se aceptó la hipótesis alterna ($H_a: \mu Pa < \mu Pd$), afirmando que la Aplicación de herramientas *Lean Manufacturing* incrementó la productividad en la empresa Arquideas S.R.L, Comas, 2022.

Para revalidar que el análisis anterior es correcto, se procedió a efectuar el análisis mediante el p-valor o significancia de resultados mediante el estadígrafo de *Wilcoxon* a la Productividad Pre Test y Post Test.

Regla de análisis.

Si sig. \leq 0.05, se rechaza la hipótesis nula

Si sig. $>$ 0.05, se acepta la hipótesis nula

Tabla 44. Estadísticos de prueba con *Wilcoxon* Productividad Pre Test y Post Test.

Estadísticos de prueba ^a	
	PRODUCTIVIDAD POST - PRODUCTIVIDAD PRE
Z	-4,672 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon
b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: SPSS v.24.

Según lo mostrado en la tabla 44, el valor de la significancia de esta prueba con el estadígrafo de *Wilcoxon*, constituyó que $p = 0.000 \leq 0.05$, el cual, según la regla de

análisis, se rechazó la hipótesis nula y se aceptó que la Aplicación de herramientas *Lean Manufacturing* incrementó la productividad en la empresa Arquideas S.R.L, Comas, 2022.

Análisis de la hipótesis específica 1: Eficiencia.

Ha: La aplicación de herramientas *Lean Manufacturing* incrementa la eficiencia en la empresa Arquideas S.R.L, Comas, 2022.

A fin de lograr analizar la hipótesis específica 1, fue necesario determinar los datos de la eficiencia del pre test y post test, dentro de los cuales, si estos presentan un comportamiento paramétrico o no paramétrico. Teniendo en cuenta que la muestra para ambos casos es de 30, por tanto, se procedió a emplear la prueba de normalidad con el estadígrafo de *Shapiro Wilk*.

Asimismo, se hizo uso de la siguiente regla de decisión.

Regla de decisión:

Si sig. ≤ 0.05, los datos no proviene de una distribución normal

Si sig. > 0.05, los datos proviene de una distribución normal

Tabla 45. Prueba de normalidad Eficiencia Pre Test y Post Test.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
EFICIENCIA PRE	,248	30	,000	,903	30	,010
EFICIENCIA POST	,359	30	,000	,741	30	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS v.24.

De acuerdo con la tabla 45, se puede observar que los valores de la significancia en la Eficiencia tanto en el Pre Test como en el Post Test fueron menores a 0.05. Debido a ello, se pudo entender que los datos de la muestra no comprenden una distribución normal y por ende su comportamiento fue no paramétrico.

Contrastación de la hipótesis específica 1: Eficiencia.

Ho: La aplicación de herramientas *Lean Manufacturing* no incrementa la eficiencia en la empresa Arquideas S.R.L, Comas, 2022.

Ha: La aplicación de herramientas *Lean Manufacturing* incrementa la eficiencia en la empresa Arquideas S.R.L, Comas, 2022.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu Ea \geq \mu Ed$$

$$H_a: \mu Ea < \mu Ed$$

Tabla 46. Estadísticos Descriptivos Eficiencia Pre Test y Post Test

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
EFICIENCIA PRE	30	78,779%	10,4706%	59,4%	97,1%
EFICIENCIA POST	30	92,760%	4,4333%	80,4%	97,3%

Fuente: SPSSv.24.

En la tabla 46, se puede visualizar que la media de la eficiencia Pre Test 78.77 fue inferior a la media de la eficiencia Post Test 92.76, por tal motivo no se cumple $H_0: \mu Ea \geq \mu Ed$, es decir, se rechazó la hipótesis nula y por consecuencia se aceptó la hipótesis alterna($H_a: \mu Ea < \mu Ed$), afirmando que la Aplicación de herramientas *Lean Manufacturing* incrementó la eficiencia en la empresa Arquideas S.R.L, Comas, 2022.

Para revalidar que el análisis anterior es correcto, se procedió a efectuar el análisis mediante el p-valor o significancia de resultados mediante el estadígrafo de *Wilcoxon* a la Eficiencia Pre Test y Post Test.

Regla de análisis.

Si sig. ≤ 0.05, se rechaza la hipótesis nula

Si sig. > 0.05, se acepta la hipótesis nula

Tabla 47. Estadísticos de prueba con Wilcoxon Eficiencia Pre Test y Post Test.

Estadísticos de prueba ^a	
	EFICIENCIA POST - EFICIENCIA PRE
Z	-3,991 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon
b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: SPSS v.24.

Según lo mostrado en la tabla 47, el valor de la significancia de esta prueba con el estadígrafo de *Wilcoxon*, constituyó que $p= 0.000 \leq 0.05$, el cual, según la regla de análisis, se rechazó la hipótesis nula y se aceptó que la Aplicación de herramientas *Lean Manufacturing* incrementó la eficiencia en la empresa Arquideas S.R.L, Comas, 2022.

Análisis de la hipótesis específica 2: Eficacia.

Ha: La aplicación de herramientas *Lean Manufacturing* incrementa la eficacia en la empresa Arquideas S.R.L, Comas, 2022.

A fin de lograr analizar la hipótesis específica 2, fue necesario determinar los datos de la eficacia del pre test y post test, dentro de los cuales, sí estos presentan un comportamiento paramétrico o no paramétrico. Teniendo en cuenta que la muestra para ambos casos es de 30, por tanto, se procedió a emplear la prueba de normalidad con el estadígrafo de *Shapiro Wilk*.

Asimismo, se hizo uso de la siguiente regla de decisión.

Regla de decisión:

Si sig. ≤ 0.05 , los datos no proviene de una distribución normal

Si sig. > 0.05 , los datos proviene de una distribución normal

Tabla 48. Prueba de normalidad Eficacia Pre Test y Post Test.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
EFICACIA PRE	,248	30	,000	,903	30	,010
EFICACIA POST	,359	30	,000	,741	30	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS v.24.

De acuerdo con la tabla 48, se pudo observar que los valores de la significancia en la Eficacia tanto en el Pre Test como en el Post Test fueron menores a 0.05. Con ello, se logró comprender que los datos de la muestra no comprenden una distribución normal y por ende su comportamiento fue no paramétrico.

Contrastación de la hipótesis específica 2: Eficacia.

Ho: La aplicación de herramientas *Lean Manufacturing* no incrementa la eficacia en la empresa Arquideas S.R.L, Comas, 2022.

Ha: La aplicación de herramientas *Lean Manufacturing* incrementa la eficacia en la empresa Arquideas S.R.L, Comas, 2022.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu Efa \geq \mu Efd$$

$$H_a: \mu Efa < \mu Efd$$

Tabla 49. Estadísticos Descriptivos Eficacia Pre Test y Post Test.

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
EFICACIA PRE	30	26,545%	3,5282%	20,0%	32,7%
EFICACIA POST	30	37,816%	1,8073%	32,8%	39,7%

Fuente: SPSS v.24.

En la tabla 49, se puede visualizar que la media de la eficacia Pre Test 26.54 fue inferior a la media de la eficacia Post Test 37.81, por tal motivo no se cumple $H_0: \mu Efa \geq \mu Efd$, es decir, se rechazó la hipótesis nula y por consecuencia se aceptó la hipótesis alterna($H_a: \mu Efa < \mu Efd$), afirmando que la Aplicación de

herramientas *Lean Manufacturing* incrementó la eficacia en la empresa Arquideas S.R.L, Comas, 2022.

Para revalidar que el análisis anterior es correcto, se procedió a efectuar el análisis mediante el p-valor o significancia de resultados a través del estadígrafo de *Wilcoxon* a la Eficiencia Pre Test y Post Test.

Regla de análisis.

Si sig. ≤ 0.05, se rechaza la hipótesis nula

Si sig. > 0.05, se acepta la hipótesis nula

Tabla 50. Estadísticos de prueba con *Wilcoxon* Eficacia Pre Test y Post Test.

Estadísticos de prueba ^a	
	EFICACIA POST - EFICACIA PRE
Z	-4,795 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon
b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: SPSS v.24.

Según lo mostrado en la tabla 50, el valor de la significancia de esta prueba con el estadígrafo de *Wilcoxon*, constituyó que $p= 0.000 \leq 0.05$, el cual, según la regla de análisis, se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la Aplicación de herramientas *Lean Manufacturing* incrementó la eficacia en la empresa Arquideas S.R.L, Comas, 2022.

V. DISCUSIÓN

En este capítulo se muestra una comparativa de las investigaciones recolectadas de diversos autores ya sea nacional e internacional, en función a la variable dependiente y sus dimensiones.

De acuerdo con los resultados de la productividad en la tabla 41, se muestran que la media antes de la implementación de la mejora fue de 21.26%, asimismo después de la implementación de la mejora, la media de su productividad alcanzó un 35.15%, lo que implicó un incremento del 66.66%. Estos resultados nos permiten comprobar que la media del Pre Test al ser menor que la media del Post Test, no cumplen con la regla $H_0: \mu Pa \geq \mu P$, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, demostrando que la Aplicación de herramientas *Lean Manufacturing* incrementa la productividad en la empresa Arquideas S.R.L, Comas, 2022. Este resultado tiene relación con la investigación de los autores Cuadros y Salinas (2020). Cuyo título de investigación es Implementación de Herramientas de *Lean Manufacturing* para mejorar la Productividad en la Fabricación de cubos de hielo en una empresa de alimentos, obtuvo un aumento de su productividad de 19.81% a 26.99%, logrando un aumento de su Pre test y Post Test del 42.11%. Haciendo una comparativa del aumento de su productividad, destaca en el uso de las 5s permitiéndoles organizar sus actividades y destacar la utilización del Mantenimiento Autónomo para el funcionamiento óptimo de las maquinarias.

De la misma manera, se presenta relación con la investigación de Ramasubramaniam (2021), cuyo título del artículo científico es "*Productivity Improvement by Reducing Waiting Time and Over-production Using Lean Manufacturing Technique*". Dicha investigación obtuvo un aumento de su productividad de 13.88% a 18.5%, logrando un aumento del 33.28%. Haciendo una comparativa, esta investigación obtuvo un aumento en su productividad debido a que sus medidas de solución consistieron en el uso de más máquinas, pero se descuidaron temas como, capacitaciones y toma de tiempos.

Tomando en cuenta la eficiencia en la tabla 39, se muestran que la media antes de la implementación de la mejora fue de 78.77%, después de la implementación de la mejora, la media alcanzó un 92.76%, lo que implicó un incremento del 17.76%. Estos resultados nos permiten comprobar que la media del Pre Test al ser menor que la media del Post Test no cumplen con la regla $H_0: \mu Ea \geq \mu Ed$, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, demostrando que la Aplicación de herramientas *Lean Manufacturing* incrementa la eficiencia en la empresa Arquideas S.R.L, Comas, 2022. Este resultado guarda relación con la investigación del autor Huamán (2017), cuyo título de tesis es “Implementación de Herramientas *Lean Manufacturing* para la mejora de la Productividad en el Sector 1 de Costura de la Industria Textil COFACO, Lima, 2017”. Dicha investigación presentó una mejora de su eficiencia de 71% al 74%, logrando un aumento del Pre Test y Post Test en 8.33%. Haciendo una comparativa, esta investigación obtuvo un ligero incremento de su eficiencia a causa de la falta de mayor profundización de las actividades de producción, lo que no reflejó un cambio significativo en reducir los tiempos trabajados. Por otro lado, esta investigación destacó en aportar a su área de estudio un sistema de registro de los avances de producción ya que anteriormente no poseía.

Del mismo modo guarda relación con el autor Heredia (2017), cuyo título de investigación es “Aplicación de *Lean Manufacturing* para mejorar la productividad en la Empresa Industrias de Calzado Abbielf S.A.C., Comas, 2017”. Dicha investigación presentó una mejora de su eficiencia de 82% a 92.25%, logrando un incremento del Pre Test y Post Test en 10.25%. Comparando estos resultados, se pudo entender que sus incrementos se debieron a la selección correcta de las herramientas de *Lean Manufacturing* para su área de estudio. Un aspecto diferenciador es que no se eliminaron ciertas actividades que no les generaban valor, más bien solamente se redujeron, principalmente porque sus procesos en general son automatizados.

Tomando en cuenta la eficacia en la tabla 40, se muestran que la media antes de la implementación de la mejora fue de 26.54%, luego de la implementación de la mejora, la media alcanzó un 37.14% lo que implicó un incremento del 42.64%. Estos resultados nos permiten comprobar que la media del Pre Test al ser menor

que la media del Post Test, no cumplen con la regla $H_0: \mu Efa \geq \mu Efd$, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, demostrando que la Aplicación de herramientas *Lean Manufacturing* incrementa la eficacia en la empresa Arquideas S.R.L, Comas, 2022. Este resultado guarda relación con la investigación de los autores Castillo y La Torre (2020), cuyo título de tesis es “Aplicación de Herramientas *Lean Manufacturing* para mejorar la productividad del Área de producción en la empresa Nicoll S.A. Lurín, 2020”, La investigación presentó un incremento de su eficacia de 82.85% a 84.54%, logrando un aumento del Pre Test al Post Test en 2.04%. Comparando la pequeña variación en su eficacia se puede deducir que esta investigación no eligió la herramienta correcta de *Lean Manufacturing* para el área de estudio, por lo que sus valores posteriores a la implementación no fueron significativos y no se centraron en el ámbito de producción. Otra contrastación a resaltar es el uso de una población de 52 días, lo que significa una mayor visión de los comportamientos de sus variables.

Asimismo, mantiene una relación con la investigación del autor Huamán (2017), cuyo título de tesis es “Implementación de herramientas *Lean Manufacturing* para mejorar la productividad en el área de fabricación de piezas estructurales en la empresa Resemin S.A. ATE.2017”. Dicha investigación presentó un incremento 74.71% a 91.58%, es decir, se logró aumentar en un 22.94% del Pre Test al Post Test. En relación al incremento de su eficacia en esta investigación se puede contrastar que, la mejora fue significativa, afirmando una buena elección al emplear las herramientas *Lean Manufacturing*. Además, constó de una población de 12 semanas con la finalidad de obtener más información de los cambios en su productividad. El uso del VSM en esta investigación fue muy sustancial puesto que evidenció las actividades que no generaban valor alguno en el proceso de producción.

En lo referente a las fortalezas de la presente tesis de investigación, al ser de tipo aplicada, estuvo sustentada de la información teórica necesaria respecto a *Lean Manufacturing* y las herramientas involucradas para ejecutarlas en un área en específico dentro una empresa, siguiendo el objetivo de la misma en reducir y/o eliminar todo aquello que no genere valor en un proceso productivo, además al ser de enfoque cuantitativo, los datos numéricos obtenidos fueron procesados y

verificados (mediante el software SPSS v24) con el fin de afirmar o negar las hipótesis de investigación por medio de un estudio estadístico (prueba de normalidad y estadígrafo de Wilcoxon) y comprobar los incrementos de los valores en referencia a la variable de estudio. En adición, la investigación al ser de enfoque cuantitativo presentó ventajas al realizar las mediciones respecto a un periodo de tiempo con la finalidad de conocer si presenta una tendencia positiva o negativa al aplicar una mejora.

En cuanto a las dificultades presentadas en el desarrollo de la tesis, se presentaron inconvenientes relacionados a la coyuntura del Covid 19, el cual, en el transcurso de la implementación de la mejora, se mantuvo contacto con los trabajadores del área de producción, aumentando nuestras posibilidades de exponernos a un posible contagio. Por otro lado, se presentaron situaciones de resistencia al cambio en la implementación de la mejora, lo cual dificultó en la obtención de los resultados rápidamente, sin embargo, con el tiempo fueron solucionadas.

VI. CONCLUSIONES

1. Se logró determinar que la Aplicación de herramientas *Lean Manufacturing* incrementa la productividad en la empresa Arquideas S.R.L, mostrando un valor inicial del 21.26% y posteriormente a un 35.15%, es decir, luego de la implementación de la mejora, se aumentó en un 66.66%. Por otro lado, para la comprobación de la hipótesis general, se hizo uso del estadígrafo de *Wilcoxon*, obteniendo una significancia del .000, de esta manera, se rechaza la hipótesis nula permitiendo así, aceptar la hipótesis alterna.

2. Se logró determinar que la Aplicación de herramientas *Lean Manufacturing* incrementa la eficiencia en la empresa Arquideas S.R.L, mostrando un valor inicial del 78.77% y posteriormente a un 92.76%, es decir, luego de la implementación de la mejora, se aumentó en un 17.76%. Por otro lado, para la comprobación de la hipótesis específica 1, se hizo uso del estadígrafo de *Wilcoxon*, obteniendo una significancia del .000, de esta manera, se rechaza la hipótesis nula, permitiendo así, aceptar la hipótesis alterna.

3. Se logró determinar que la Aplicación de herramientas *Lean Manufacturing* incrementa la eficacia en la empresa Arquideas S.R.L, mostrando un valor inicial del 26.54% y posteriormente a un 37.14%, es decir, luego de la implementación de la mejora, se aumentó en un 42.64%, Por otro lado, para la comprobación de la hipótesis específica 2, se hizo uso del estadígrafo de *Wilcoxon*, obteniendo una significancia del .000, de esta manera, se rechaza la hipótesis nula permitiendo así, aceptar la hipótesis alterna.

VII. RECOMENDACIONES

Debido a lo demostrado en esta investigación y los resultados positivos obtenidos, se sugiere al área de gerencia, seguir impulsando el uso de metodologías de trabajo a fin de mejorar la productividad tanto en el área producción como en otras áreas. Por ejemplo, el uso de otras herramientas pertenecientes a *Lean Manufacturing*, que fomenten una cultura de mejora continua a todo el personal involucrado.

Se sugiere aplicar la metodología “5s” al área de producción, porque es una herramienta importante, de rápida ejecución y bajo costo, con el fin de ordenar los puestos de trabajo, generar hábitos positivos hacia el trabajador y sus capacidades. Además, para conservar el uso de esta herramienta, se sugiere realizar auditorías para mantener un control del avance de la aplicación.

Debido a las diferentes características para la elaboración de formaletas metálicas, se sugiere realizar entrenamientos constantes a los trabajadores entrantes. De esta manera, se garantiza una pronta integración al ritmo de trabajo y a los procesos productivos estandarizados.

REFERENCIAS

BAENA, Guillermina. Metodología de la investigación. [en línea]. 3ª ed. México: Grupo Editorial Patria, 2017. [fecha de consulta: 23 de agosto del 2021].

Disponible en:

http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abu_so/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf

ISBN: 978-607-744-748-1

BISWAS, Sujay y CHAKRABORTY, Abhijit. Using Poka -Yoke for the Development of SMEs. *Revista American Journl of Engineering Research*. [en línea]. Vol. 5. n°9. 2016. [fecha de consulta: 07 de enero del 2022].

Disponible en: [https://www.ajer.org/papers/v5\(09\)/C0509015018.pdf](https://www.ajer.org/papers/v5(09)/C0509015018.pdf)

ISSN: 2320-0847

CAMUE, Arianna, CARBALLAL, Esperanza y TOSCANO, Darwin. Concepciones teóricas sobre la efectividad organizacional y su evaluación en las universidades. *Revista SCielo*. 2017. Vol.12, n°2. [Fecha de consulta: 07 de junio del 2022].

Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2073-60612017000200010

ISSN:2073-6061

CANALES, Ricardo. Criterios para la Toma de Decisión de Inversiones. *Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas*. [en línea]. Abril 2015. Vol. 3, n°5. [fecha de consulta: 01 de mayo del 2022].

Disponible en:

http://www.accioneduca.org/admin/archivos/clases/material/periodo-de-recuperacion_1563978353.pdf

ISSN: 2308-782X

CASO, Alfredo. Técnicas de medición del trabajo. [en línea]. 2ª ed Madrid: Confemetal, 2006. [fecha de consulta 25 de abril del 2022].

Disponible en:

https://books.google.com.pe/books?id=18TmMdosLp4C&printsec=frontcover&dq=T%C3%A9cnicas+de+medici%C3%B3n+del+trabajo&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=T%C3%A9cnicas%20de%20medici%C3%B3n%20del%20trabajo&f=false

ISBN: 978-84-96169-89-8

CASTILLO, Josseth y LA TORRE, Jesús. Aplicación de Herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad del Área de producción en la empresa Nicoll S.A. Lurín, 2020. Tesis (Título profesional de Ingeniero Industrial). Perú: Universidad César Vallejo, 2020.

Disponible en:

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/66006/Castillo_CJT-LaTorre_BJJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CHAVEZ, Sarah, ESPARZA, Oscar y RIOSVELASCO, Leticia. Diseños preexperimentales y cuasiexperimentales aplicados a las ciencias sociales y la educación. *Revista Research*. [en línea].2020. Vol.2, n°2. [Fecha de consulta: 03 de agosto del 2021].

Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/347441005_DISENOS_PREEXPRIEMENTALES_Y_CUASIEXPERIMENTALES_APLICADOS_A_LAS_CIENCIAS_SOCIALES_Y_LA_EDUCACION

ISSN: 2383-2046

CUADROS, Karolay y SALINAS, Lizeth. Implementación de Herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la Productividad en la Fabricación de cubos de hielo en una empresa de alimentos. Tesis (Título profesional de Ingeniero Industrial). Perú: Universidad Ricardo Palma. 2020.

Disponible en:

https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/3875/IND-T030_70781328_T%20%20%20SALINAS%20LOAYZA%20LIZETH%20ZANIRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

DILSAD Guzel y ALIREZA Shahbazzpour. Increasing Productivity of Furniture Factory with Lean Manufacturing Techniques (Case Study). Revista Technical Journal. [en línea]. 2021. Vol 16. n°1 [fecha de consulta: 03 de enero de 2022].

Disponible en:

<https://eds.s.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=dbe2e794-1da9-46f8-be06-c1e64c498651%40redis>

ISSN 1848-5588

FONTALVO, Tomas, DE LA HOZ, Efraín y MORELOS, José. La productividad y sus factores: incidencia en el mejoramiento organizacional. Revista Scielo.2019, Vol 16. n° 1. [Fecha de consulta: 11 de febrero del 2022].

Disponible en:

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-2085632018000100047

ISSN: 1692-8563

GÓMEZ, Marcelo. Introducción a la metodología de la investigación científica. [en línea]. Córdoba: Editorial Brujas, 2006. [fecha de consulta: 30 de agosto del 2021].

Disponible en:

<https://books.google.com.pe/books?id=9UDXPe4U7aMC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

ISBN: 978-987-591-026-3

GUTIERREZ, Humberto. Calidad y Productividad. 4^a ed. México D.F: McGraw-Hill Interamericana Editores. 2014. 382 pp
ISBN: 978-607-15-1148-5

HEREDIA, Yuri. Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la Empresa Industrias de Calzado ABBIELF S.A.C, Comas, 2017. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Industrial). Perú: Universidad César Vallejo, 2017.
Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/12667>

HERNÁNDEZ, Carlos y CARPIO, Natalia. Introducción a los tipos de muestro. Revista Alerta. [en línea]. enero-febrero 2019, Vol. 2. n°1. [Fecha de consulta: 15 de noviembre del 2021].

Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/333714362_Introduccion_a_los_tipos_de_muestreo

ISSN: 2617-5274

HERNÁNDEZ, Juan y VIZÁN, Antonio. Lean Manufacturing, conceptos, técnicas e implantación. Madrid: Fundación EOI, 2013. 178 pp.
ISBN: 978-84-15061-40-3

HERNÁNDEZ, Sampieri y MENDOZA, Christian. Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. México: McGraw-Hill. Interamericana Editores S.A, 2018. 714 pp. [Fecha de consulta: 18 de setiembre de 2021].
ISBN: 978-1-4562-6096-5

HUAMÁN, Jairo. Implementación de Herramientas Lean Manufacturing para la mejora de la Productividad en el Sector 1 de Costura de la Industria Textil COFACO, Lima, 2017. Tesis (Título profesional de Ingeniero Industrial). Perú: Universidad Cesar Vallejo. 2017.

Disponible en:

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/12148/Huaman_VJY.pdf?sequence=1&isAllowed=y

HUAMÁN, Rubén. Implementación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el área de fabricación de piezas estructurales en la empresa Resemin S.A. ATE.2017. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Industrial). Perú: Universidad Cesar Vallejo. 2017.

Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/20558>

Informe Técnico: Producción Nacional 2021. [en línea]. Perú: Instituto Nacional de Estadística e Informática. Marzo 2021. [fecha de consulta: 15 de marzo del 2022].

Disponible en:

<https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/03-informe-tecnico-produccion-nacional-ene-2021.pdf>

KARIKALAN et al. Productivity Improvement using Lean Concept in Automotive Welding Fixture Manufacturing Industry. *Revista International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*. [en línea]. Julio 2019. Vol. 8. [fecha de consulta: 03 de enero del 2022].

Disponible en:

<https://www.ijitee.org/wp-content/uploads/papers/v8i9S2/I10910789S219.pdf>

ISSN: 2278-3075

LAMANI, Edwin, AHMAD, Nur y MD, Fauzi . Lean Manufacturing Implementation To Reduce Waste On Weighing Scale Assembly Line. *Revista International Journal of Emerging Trends in Engineering Research*. [en línea]. 2020. Vol. 8. n° 1-2. [fecha de consulta: 03 de enero del 2022].

Disponible en: <http://www.warse.org/IJETER/static/pdf/file/ijeter07812sl2020.pdf>

ISSN: 2347-3983

LÓPEZ, Raúl et al. Validación de instrumentos como garantía de la credibilidad en las investigaciones científicas. *Revista Cubana de Medicina Militar*. [en línea].2019. Vol.48, n°2. [Fecha de consulta: 25 de enero del 2022].

Disponible en:

<http://www.revmedmilitar.sld.cu/index.php/mil/article/view/390/352>

ISSN:1561-3046

MANTEROLA, Carlos y OTZEN, Tamara. Técnicas de Muestreo sobre una Población a estudio. *Revista International Journal and Morphology*. [en línea]. marzo 2017. Vol. 35, n°1. [Fecha de consulta: 12 de septiembre de 2021].

Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>

ISSN: 0717-9502

MAYUR, Mahajan et al. Implementation of Lean techniques for Sustainable workflow process in Indian motor manufacturing unit. *Revista Procedia Manufacturing*. [en línea]. agosto 2019. Vol. 35. [fecha de consulta: 10 de Setiembre del 2021].

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978919308030>

ISSN 2351-9789

METE, Marcos. Valor Actual Neto y Tasa de Retorno: Su utilidad como herramientas para el Análisis y Evaluación de Proyectos de Inversión. *Revista SCielo*. [en línea]. marzo 2014. Vol.7, n°7. [fecha de consulta: 01 de mayo del 2022].

Disponible en: http://www.scielo.org.bo/pdf/rfer/v7n7/v7n7_a06.pdf

ISSN: 2071-081X

MIRANDA, Jorge y TOIRAC, Luis. Indicadores de Productividad para la Industria Dominicana. *Revista Redalyc*. [en línea]. abril-junio 2010. Vol. 35. N°. 2. [Fecha de consulta: 17 de setiembre de 2021].

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87014563005>

ISSN: 0378-7680

NIEBEL, Benjamín y FREIVALDS, Andris. Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo. [en línea]. 12ª ed. México: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. 2009. [fecha de consulta: 02 de febrero del 2022].

614pp

ISBN: 978-970-10-6962-2

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. Informe sobre el Desarrollo Industrial 2022 – Resumen. 2021.[fecha de consulta: 05 de enero del 2022].

Disponible en:

<https://www.unido.org/sites/default/files/files/2021-11/IDR%202022%20OVERVIEW%20-%20SP%20EBOOK.pdf>

PIZA, Narcisa, AMAIQUEMA, Francisco y BELTRÁN Gina. Métodos y técnicas en la investigación cualitativa. Algunas precisiones necesarias. *Revista Conrado*. [en línea]. octubre-diciembre 2019. Vol.15, n°70. [Fecha de consulta: 03 de febrero de 2022].

Disponible en

<https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/1162/1167>

ISSN 1990-8644

PROKOPENKO, Joseph. La Gestión de la Productividad. Oficina Internacional del Trabajo. 1989. 317 pp.

ISBN: 92-2-305901-1

RAMASUBRAMANIAM, Palaniswamy. Productivity Improvement by Reducing Waiting Time and Over-production Using Lean Manufacturing Technique. *Revista Journal of Textile & Apparel, Technology & Management*. [en línea]. marzo 2021. Vol 12, n°1. [fecha de consulta: 02 de enero del 2022].

Disponible en:

<https://eds.p.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=a1b9b8b7-ea85-458c-81f3-c80d4fa5cf37%40redis>

ISSN: 1533-0915

RAMOS, Carlos. Los alcances de una investigación. *Revista Ciencia América*. 2020, Vol. 9, n°3. [Fecha de consulta: 04 de enero del 2022].

Disponible en:

<http://cienciamerica.uti.edu.ec/openjournal/index.php/uti/article/view/336/621>

ISSN: 1390-9592

RENDÓN, Mario, VILLASÍS, Miguel y MIRANDA, María. Estadística descriptiva. *Revista Alergia México*. [en línea]. octubre-diciembre, 2016. Vol. 63, n°4. [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2022].

Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755026009.pdf>

ISSN: 0002-515

ROJAS, Ignacio. Elementos para el diseño de técnicas de investigación: Una propuesta de definiciones y procedimientos en la Investigación Científica. *Revista Tiempo de Educar*. [en línea]. Julio-diciembre 2011. Vol.12, n.º24 [Fecha de consulta: 20 de abril del 2022].

Disponible en:

<https://www.redalyc.org/pdf/311/31121089006.pdf>

ISSN: 1665-0824

SÁNCHEZ, Fabio. Fundamentos Epistémicos de la Investigación Cualitativa y Cuantitativa: Consensos y Disensos. *Revista SCielo*. 2019. Vol. 13, n°1. [Fecha de consulta: 10 de noviembre del 2021].

Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/ridu/v13n1/a08v13n1.pdf>

ISSN:2223-2516

SÁNCHEZ, Hugo, REYES, Carlos y MEJÍA, Katia. Manual de términos en investigación científica, tecnología y humanística. [en línea]. Lima: Universidad Ricardo Palma, 2018. pp.146.

ISBN: 978-612-47351-4-1

SOCCONINI, Luis. Lean Manufacturing Paso a Paso. [en línea]. España: Marge Books. 2019. [fecha de consulta: 23 de setiembre del 2020].

Disponible en:

https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=rjyeDwAAQBAJ&oi=fn&pg=PA7&ots=DlzNtTDn7M&sig=KyeZV4e-JU0nbcivUVpqHJym20&redir_esc=y#v=onepage&q&f=true

ISBN: 978-84-17903-04-6

TEJEDA, Anne. Mejoras de Lean Manufacturing en los Sistemas Productivos. [en línea]. abril- junio 2011. Vol. 36. n° 2. [Fecha de consulta: 24 de setiembre del 2021].

Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/320544544_Mejoras_de_Lean_Manufacturing_en_los_sistemas_productivos

UZCÁTEGUI, Carolina et al. Principales métodos de evaluación de proyectos de inversión para futuros emprendedores en el Ecuador. *Revista Espacios*. [en línea]. 2018. Vol.39, n°24. [fecha de consulta: 01 de mayo del 2022].

Disponible en: <https://www.revistaespacios.com/a18v39n24/a18v39n24p23.pdf>

ISSN: 0798-1015

VALDERRAMA, Santiago. Metodología de la investigación científica. 5ª. ed. Perú: San Marcos, 2015. 495 pp.

ISBN: 978-612-302-878-7

VEIGA, Nicolás, OTERO, Lucía y TORRES, Julia. Reflexiones sobre el uso de la estadística inferencial en la investigación didáctica. *Revista InterCambios*. [en línea]. Diciembre 2020, Vol. 7, n.º2. [Fecha de consulta: 9 de junio de 2022].

Disponible en:

<http://www.scielo.edu.uy/pdf/ic/v7n2/2301-0126-ic-7-02-94.pdf>

ISSN: 2301-0126

VENTURA, José. ¿Población o muestra?: Una diferencia necesaria. *Revista Cubana de la Salud Pública*. [en línea]. octubre- diciembre 2017, Vol. 43, n.º4 [Fecha de consulta: 27 de octubre del 2021].

Disponible en:

<http://scielo.sld.cu/pdf/rcsp/v43n4/spu14417.pdf>

ISSN: 1561-3127

VILLASEÑOR, Alberto y GALINDO, Edber. Manual de Lean Manufacturing. Guía Básica. México: Editorial Limusa. 2007. 112 pp.

ISBN: 978-968-18-6975-5

VINODHA, Vasanth y VIMAL K. Implementing lean sigma in an Indian rotary switches manufacturing organization. *Revista Production Planning & Control*. 2014. Vol.25, n°4. [fecha de consulta: 19 de setiembre del 2020].

Disponible en:

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09537287.2012.684726>

WIECH, M., BÖLLHOFF, J. y METTERNICH, J. Development of an optical object detection solution for defect prevention in a Learning Factory. *Revista Procedia Manufacturing*. 2017. Vol. 9. [fecha de consulta: 20 de setiembre del 2021].

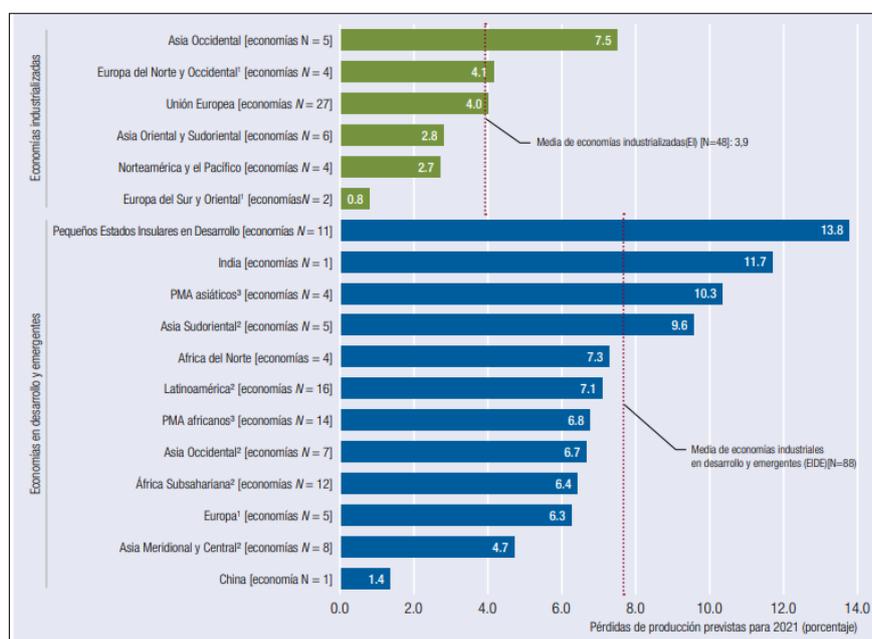
Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978917301555>

ISSN 2351-9789

ANEXOS

Anexo N°1: Pérdidas de producción mundial.



Fuente: ONU

Anexo N°2: Comportamiento nacional sector Manufactura 2021.

(Año base 2007)			
Actividad	Ponderación	Variación porcentual	
		Enero 2021/2020	Feb 2020-Ene 2021/ Feb 2019-Ene 2020
Sector Fabril Total	100,00	6,95	-12,87
Sector Fabril Primario	24,95	27,52	-1,13
Sector Fabril No Primario	75,05	0,97	-16,96

Fuente: INEI 2021

Anexo N°3: Comportamiento Sector Manufactura (Sub sector Fabril no Primario) 2021.

(Año base 2007)			
Actividad	Ponderación	Variación porcentual	
		Enero 2021/2020	Feb 2020-Ene 2021/ Feb 2019-Ene 2020
Sector Fabril No Primario	75,05	0,97	-16,96
Bienes de Consumo	37,35	-2,56	-13,21
1410 Fabricación de prendas de vestir, excepto prendas de piel	6,77	-27,08	-38,42
1103 Elaboración de bebidas malleadas y de malta	2,05	-31,45	-28,85
1430 Fabricación de artículos de punto y ganchillo	1,39	-46,61	-38,83
1520 Fabricación de calzado	1,23	-34,60	-33,84
1071 Elaboración de productos de panadería	2,54	-9,19	4,75
1030 Elaboración y conservación de frutas, legumbres y hortalizas	1,61	-13,42	2,71
3212 Fabricación de bisutería y artículos conexos	0,39	-91,78	-86,22
1709 Fabricación de otros artículos de papel y cartón	1,66	11,04	-6,07
3100 Fabricación de muebles	2,70	36,46	18,64
Bienes Intermedios	34,58	6,72	-18,06
2511 Fabricación de productos metálicos para uso estructural	1,83	40,08	-21,65
2394 Fabricación de cemento, cal y yeso	3,42	17,25	-15,74
1610 Aserrado y acepilladura de madera	2,26	31,59	-24,94
1061 Elaboración de productos de molinería	2,61	7,86	4,00
2395 Fabricación de artículos de hormigón, cemento y yeso	0,73	-21,19	-43,82
1702 Fabricación de papel y cartón ondulado y de envases de papel y cartón	0,80	-13,59	-1,34
Bienes de Capital	1,82	-33,56	-45,38
2710 Fab. de motores, generadores y transformadores eléctricos y aparatos de distrib. y control de la energía eléctrica	0,40	-36,86	-50,24
2824 Fabricación de maquinaria para la explotación de minas y canteras y para obras de construcción	0,25	-50,02	-15,30
3091 Fabricación de motocicletas	0,15	-36,76	-22,31
2920 Fabricación de carrocerías para vehículos automotores; fabricación de remolques y semirremolques	0,17	59,73	-28,39

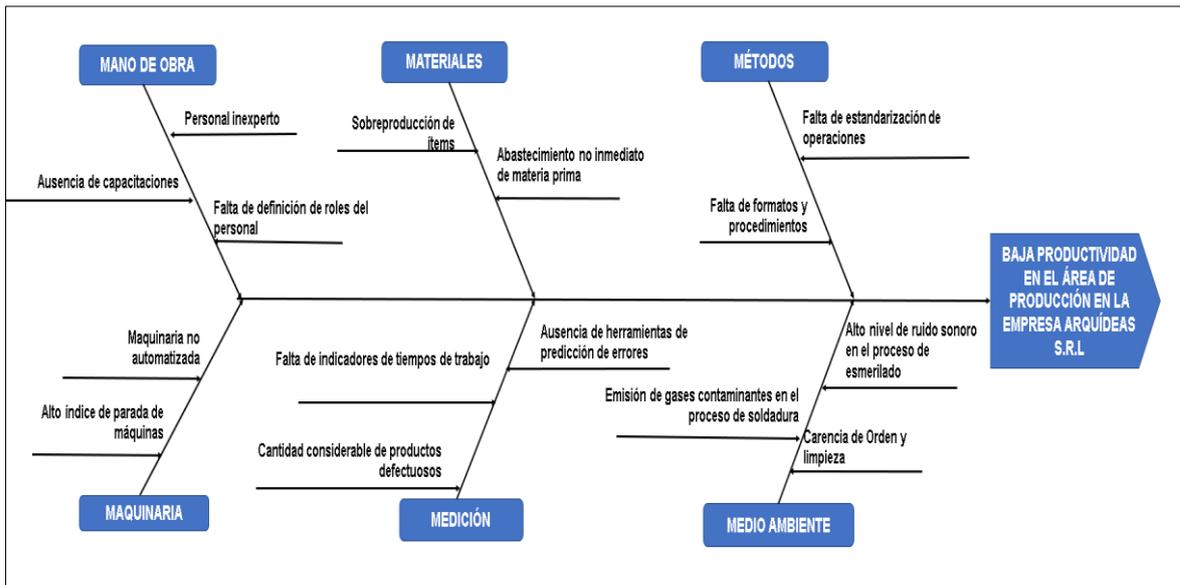
Fuente: INEI 2021

Anexo N°4: Hoja de observación de causas (lluvia de ideas).

HOJA DE OBSERVACIÓN	
Baja productividad en el área de Producción de la empresa Arquídeas S.R.L	
N°	Posibles Causas
1	Ausencia de capacitaciones
2	Personal inexperto
3	Falta de definición de roles del personal
4	Falta de estandarización de operaciones
5	Alto índice de parada de máquinas
6	Maquinaria no automatizada
7	Ausencia de herramientas de predicción de errores
8	Emisiones de gases contaminantes en el proceso de soldadura
9	Alto índice de ruido sonoro en el proceso de esmerilado
10	Carencia de orden y limpieza
11	Abastecimiento no inmediato de materias primas
12	Sobreproducción de ítems
13	Cantidad considerable de productos defectuosos
14	Falta de indicadores de tiempos de trabajo
15	Falta de formatos y procedimientos
16	Maquinarias obsoletas
17	Carencia de incentivos a los trabajadores
18	No se brindan programas de mantenimiento preventivo
19	Desconocimiento de las nuevas metodologías de trabajo
20	Falta de planificación de la producción

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N°5: Diagrama de Ishikawa en la empresa Arquideas S.R.L.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo N°6: Matriz de correlación de Vester.

CAUSAS	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	PUNTAJE	PONDERADO
C1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	4	6%
C2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	3	5%
C3	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	3	5%
C4	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	3	5%
C5	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2%
C6	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	7	11%
C7	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	7	11%
C8	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	3	5%
C9	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2%
C10	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	7	11%
C11	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	9	14%
C12	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	10	15%
C13	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	3	5%
C14	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	3	5%
C15	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3%	
SUMA																66	100%

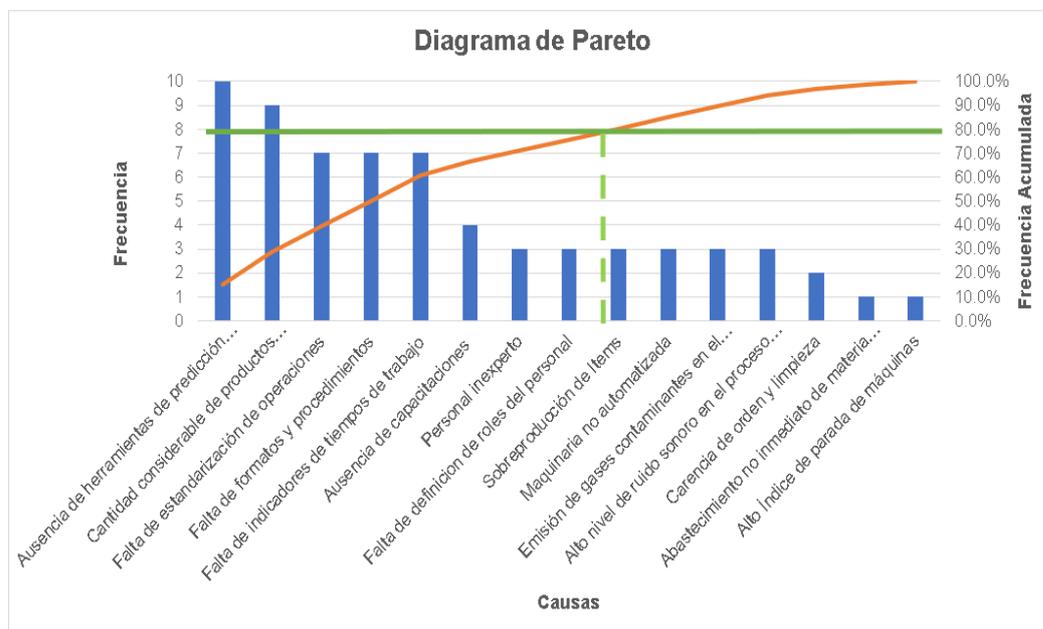
Fuente: Elaboración propia.

Anexo N° 7: Tabla de causalidad y Diagrama de Pareto.

Ítems	Causas	fi	Acumulado	Frecuencia acumulada	80/20
C12	Ausencia de herramientas de predicción de errores	10	10	15.2%	80%
C11	Cantidad considerable de productos defectuosos	9	19	28.8%	80%
C7	Falta de estandarización de operaciones	7	26	39.4%	80%
C6	Falta de formatos y procedimientos	7	33	50.0%	80%
C10	Falta de indicadores de tiempos de trabajo	7	40	60.6%	80%
C1	Ausencia de capacitaciones	4	44	66.7%	80%
C2	Personal inexperto	3	47	71.2%	80%
C3	Falta de definición de roles del personal	3	50	75.8%	80%
C4	Sobreproducción de Items	3	53	80.3%	20%
C8	Maquinaria no automatizada	3	56	84.8%	20%
C13	Emisión de gases contaminantes en el proceso de soldadura	3	59	89.4%	20%
C14	Alto nivel de ruido sonoro en el proceso de esmerilado	3	62	93.9%	20%
C15	Carencia de orden y limpieza	2	64	97.0%	20%
C5	Abastecimiento no inmediato de materia prima	1	65	98.5%	20%
C9	Alto índice de parada de máquinas	1	66	100.0%	20%
TOTAL		66	100%	-	-

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N° 8: Diagrama de Pareto.



Fuente: Elaboración propia.

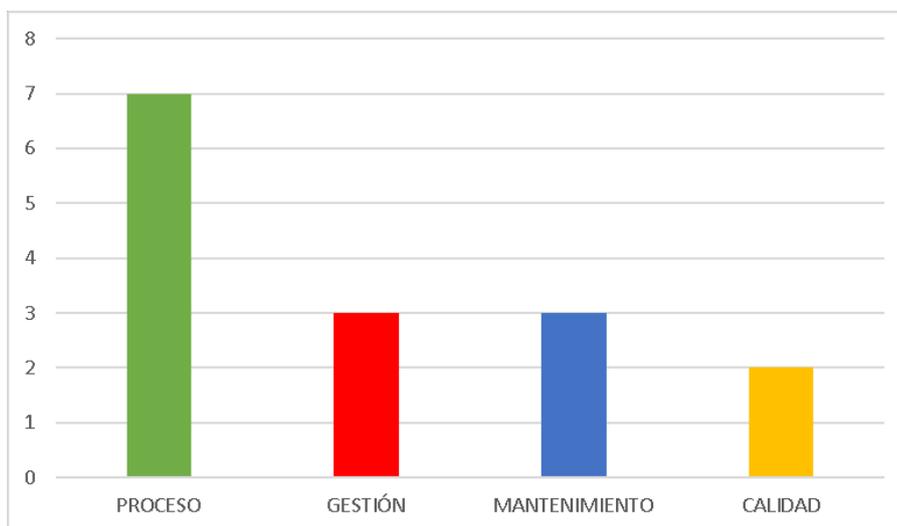
Anexo N°9: Estratificación de Causas.

TOTAL	FRECUENCIA	CAUSAS	ESTRATO
7	7	Falta de estandarización de operaciones	PROCESO
	7	Falta de formatos y procedimientos	PROCESO
	7	Falta de indicadores de tiempos de trabajo	PROCESO
	4	Ausencia de capacitaciones	PROCESO
	3	Personal inexperto	PROCESO
	3	Falta de definición de roles del personal	PROCESO
	2	Carencia de orden y limpieza	PROCESO
3	3	Sobreproducción de Items	GESTIÓN
	3	Alto nivel de ruido sonoro en el proceso de esmerilado	GESTIÓN
	1	Abastecimiento no inmediato de materia prima	GESTIÓN
3	3	Maquinaria no automatizada	MANTENIMIENTO
	3	Emisión de gases contaminantes en el proceso de esmerilado	MANTENIMIENTO
	1	Alto índice de parada de máquinas	MANTENIMIENTO
2	10	Ausencia de herramientas de predicción de errores	CALIDAD
	9	Cantidad considerable de productos defectuosos	CALIDAD

Fuente: Elaboración propia.

ESTRATO	FRECUENCIA
PROCESO	7
GESTIÓN	3
MANTENIMIENTO	3
CALIDAD	2

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo N°10: Matriz de priorización.

CONSOLIDACIÓN DE PROBLEMAS POR ÁREA	MANO DE OBRA	MATERIALES	MÉTODOS	MAQUINARIA	MEDICIÓN AMBIENTE	NIVEL DE CRITICIDAD	FRECUENCIA TOTAL	TASA PORCENTUAL DE LA FRECUENCIA	IMPACTO	CALIFICACIÓN	PRIORIDAD	MEDIDAS A TOMAR	
CALIDAD	0	0	0	0	19	0	BAJO	19	40%	3	57	3	GESTIÓN DE LA CALIDAD TOTAL
PROCESO	10	0	14	0	7	2	ALTO	33	70%	10	330	1	LEAN MANUFACTURING
GESTIÓN	0	4	0	0	0	3	MEDIO	7	15%	6	42	2	PLANIFICACION Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN
MANTENIMIENTO	0	0	0	4	0	3	BAJO	7	15%	2	14	4	MANTENIMIENTO PREVENTIVO
TOTAL	10	4	14	4	26	8		47	100%				

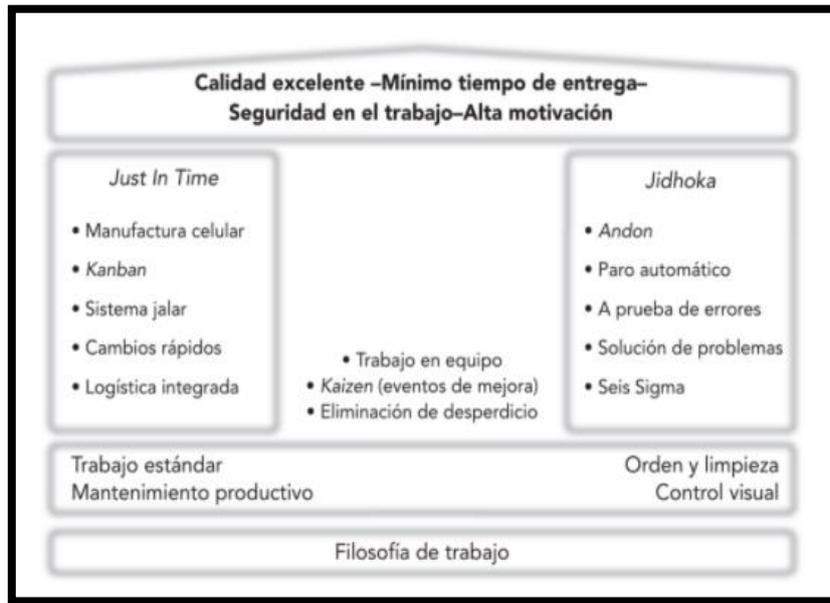
Fuente: Elaboración propia.

Anexo N°11: Alternativas de Solución.

ALTERNATIVAS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN				
	SOLUCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA	FACILIDAD DE LA APLICACIÓN	COSTO DE LA APLICACIÓN	TIEMPO DE APLICACIÓN	TOTAL
Lean manufacturing	2	2	2	2	8
Planificación y control de producción	1	1	1	1	4
Gestión de la Calidad Total	1	0	1	1	3
Mantenimiento preventivo	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N°12: Casa Toyota.



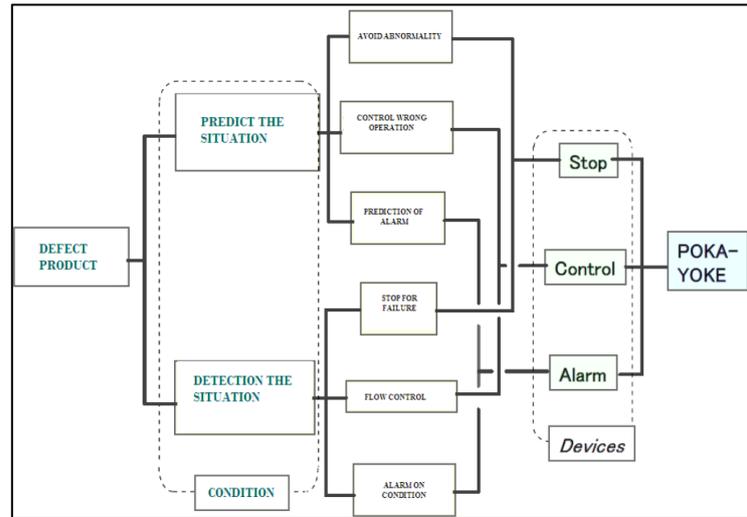
Fuente: Adaptación de la Casa Toyota.

Anexo N°13: Representación general del registro de tiempos.

PROCESO	LSSI LEAN SIX SIGMA INSTITUTE	HOJA DE MEDICIÓN DE TIEMPOS															Fecha de análisis	Número del proceso
																	Hora de análisis	Observador
Núm.	Elemento de trabajo	Punto de medición	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Tiempo repetido más bajo

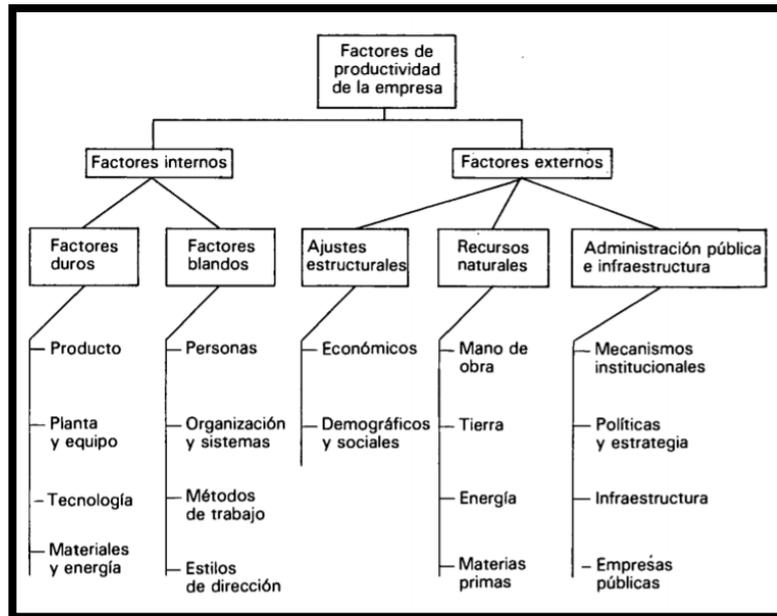
Fuente: Socconini 2019

Anexo N°14: Mecanismos de Poka Yoke.



Fuente. American Journal of Engineering Research (AJER)

Anexo N°15: Modelo integrado de los factores de la productividad en una empresa.



Fuente: Prokopenko, 1989

Anexo N°16: Matriz de Consistencia.

Problema General	Objetivo General	Hipotesis General	Variable Independiente	Dimensiones	Metodología		
¿Cómo la aplicación de herramientas Lean Manufacturing incrementa la productividad en la empresa Arquideas S.R.L, Comas, 2022?.	Determinar como la aplicación de herramientas Lean Manufacturing incrementan la productividad en la empresa Arquideas S.R.L, Comas, 2022.	La Aplicación de herramientas Lean Manufacturing incrementa la productividad en la empresa Arquideas S.R.L, Comas, 2022.	Lean Manufacturing	Estandarización	1. Tipo de Investigación		
			Socconini (2019) define: como un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación del desperdicio o excesos, entendiendo como exceso todo aquella actividad que no agrega valor en un proceso pero ocasionando mayor costo y trabajo (p.20).	$ITE = T.N + S$	Aplicada		
					2. Diseño de Investigación		
					Pre-experimental		
			Poka Yoke	$IFD = \frac{NFC D}{TFE} \times 100\%$	3. Nivel de Investigación		
					Explicativa		
			Productividad	Según Miranda y Toirac, resaltan que la productividad es la pieza principal para obtener riqueza que puede ser utilizada para el mejoramiento de los procesos productivos y implementación de nuevas tecnologías otorgando mayores ventajas competitivas en el mercado (2010, p. 248)	La aplicación de herramientas Lean Manufacturing incrementa la eficiencia en la empresa Arquideas S.R.L, Comas, 2022.	$PEF = \left(\frac{TU}{TP}\right) \times 100\%$	4. Enfoque de Investigación
							Cuantitativo
							5. Técnica de recolección de datos
							Observación directa
							6. Instrumentos
¿Cómo la aplicación de herramientas Lean Manufacturing incrementa la eficiencia en la empresa Arquideas S.R.L, Comas, 2022?.	Determinar como la aplicación de herramientas Lean Manufacturing incrementa la eficiencia en la empresa Arquideas S.R.L, Comas, 2022.	La aplicación de herramientas Lean Manufacturing incrementa la eficiencia en la empresa Arquideas S.R.L, Comas, 2022.	Según Miranda y Toirac, resaltan que la productividad es la pieza principal para obtener riqueza que puede ser utilizada para el mejoramiento de los procesos productivos y implementación de nuevas tecnologías otorgando mayores ventajas competitivas en el mercado (2010, p. 248)	$PE = \left(\frac{TFF}{TFE}\right) \times 100\%$	Ficha de Registro / cronómetro		
					7. Población		
					Producción de Fomaletas Metálicas		
					30 días laborales		
					8. Muestra		
					Poblacion es igual a la muestra		
¿Cómo la aplicación de herramientas Lean Manufacturing incrementa la eficacia en la empresa Arquideas S.R.L, Comas, 2022?.	Determinar como la aplicación de herramientas Lean Manufacturing incrementa la eficacia en la empresa Arquideas S.R.L, Comas, 2022.	La aplicación de herramientas Lean Manufacturing incrementa la eficacia en la empresa Arquideas S.R.L, Comas, 2022.	Según Miranda y Toirac, resaltan que la productividad es la pieza principal para obtener riqueza que puede ser utilizada para el mejoramiento de los procesos productivos y implementación de nuevas tecnologías otorgando mayores ventajas competitivas en el mercado (2010, p. 248)	$PE = \left(\frac{TFF}{TFE}\right) \times 100\%$	9. Muestreo		
					No Probabilístico		
					10. Unidad de Análisis		
					Formaleta de tipo estructural		
					11. Análisis de datos		
					Análisis descriptivo e inferencial (SPSS)		

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N°17: Matriz de Operacionalización de las Variables.

VARIABLE		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR Y FORMULA	ESCALA
I N D E P E N D I E N T E	M A N U F A C T U R I N G	Según Socconini lo define: como un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación del desperdicio o excesos, entendiéndose como exceso todo aquella actividad que no agrega valor en un proceso ocasionando costo y trabajo (2019,p.20).	Para la evaluación de la variable independiente, se realizó mediante las dimensiones: Estandarización y Poka Yoke, con sus indicadores respectivos.	ESTANDARIZACIÓN	$TE = T.N + S$ TE: Tiempo Estándar. TN: Tiempo Normal. S: Suplementos.	RAZÓN
				POKA YOKE	$IFD = \frac{NFCD}{TFE} \times 100\%$ IFD: Índice de Formaletas Defectuosas. NFCD: Numero de Formaletas con Defectos (unid). TFE: Total de Formaletas Elaboradas (unid).	RAZÓN
D E P E N D I E N T E	P R O D U C T I V I D A D	Según Miranda y Toirac, resaltan que la productividad es la pieza principal para obtener riqueza que puede ser utilizada para el mejoramiento de los procesos productivos y implementación de nuevas tecnologías otorgando mayores ventajas competitivas en el mercado (2010, p. 248)	Para la evaluación de la variable dependiente, se realizó mediante las dimensiones: Eficiencia y Eficacia, con sus indicadores respectivos.	EFICIENCIA	$PEf = \left(\frac{TU}{TP}\right) \times 100\%$ PEf: Porcentaje de eficiencia (%). TU: Tiempo utilizado (min). TP: Tiempo programado (min).	RAZÓN
				EFICACIA	$PE = \left(\frac{TFF}{TFE}\right) \times 100 \%$ PE: Porcentaje de Eficacia (%). TFF: Total de Formaletas Fabricadas. TFE: Total Formaletas Esperadas.	RAZÓN

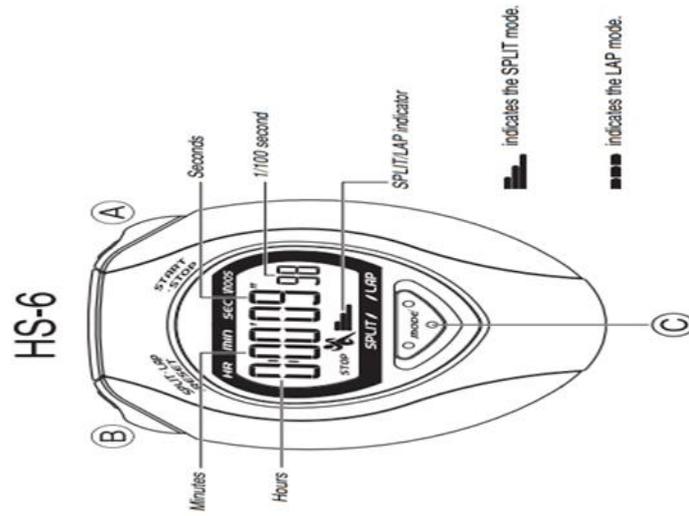
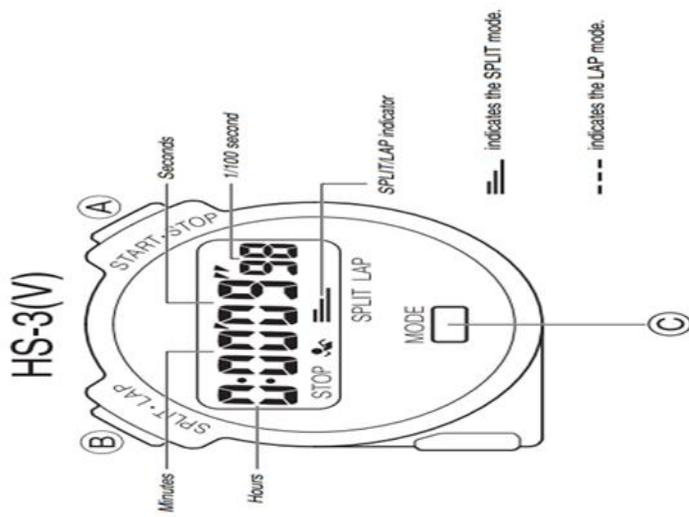
Fuente: Elaboración propia

Anexo N°18: Ficha Técnica cronometro Casio HS-3(V).

MAN212-A

USER'S GUIDE HS-3(V) HS-6

CASIO®



- A sticker is affixed to the glass of this stopwatch when you purchase it. Be sure to remove the sticker before using the stopwatch.
- Depending on the stopwatch model, the configuration of your stopwatch may differ somewhat from that shown in the illustration.

USING THE STOPWATCH

- Ⓐ Press this button to start and stop elapsed time measurement.
- Ⓑ Press this button while an elapsed time measurement is in progress to momentarily freeze a **SPLIT** or **LAP** time on the display (timing continues internally). Press again to display the ongoing time measurement. You can repeat the **LAP/SPLIT** time operation as many times you want. Pressing this button while elapsed time measurement is stopped resets the time to all zeros.
- Ⓒ Press this button to toggle between the **SPLIT** time mode and **LAP** time mode.

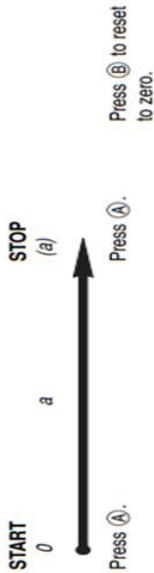
- The maximum elapsed time that can be measured is 9 hours, 59 minutes, 59.99 seconds.

A **SPLIT** is the time from the start of an event up to any specific point. **SPLIT** 

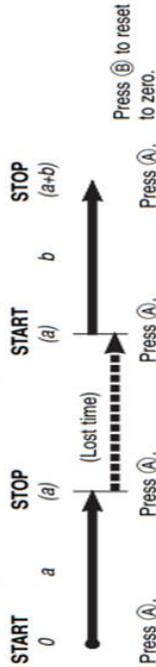
A **LAP** is the time for one segment (lap) of an event. **LAP** 

How to operate the stopwatch

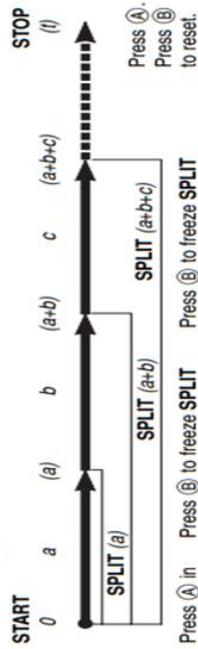
- Normal time measurement



- Net times (Accumulated time excluding loss time)

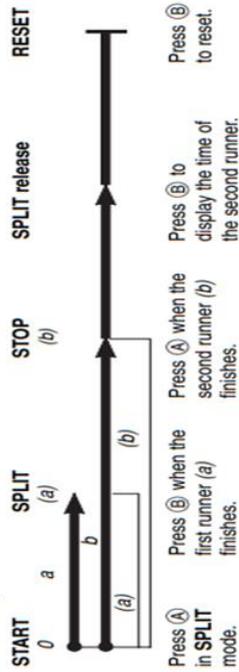


- **SPLIT** timing



Press Ⓐ in **SPLIT** mode, time (a). Press Ⓑ to release. time (a+b). Press Ⓑ to release. time (a+b+c). Press Ⓑ to release.

- 1st-2nd place times



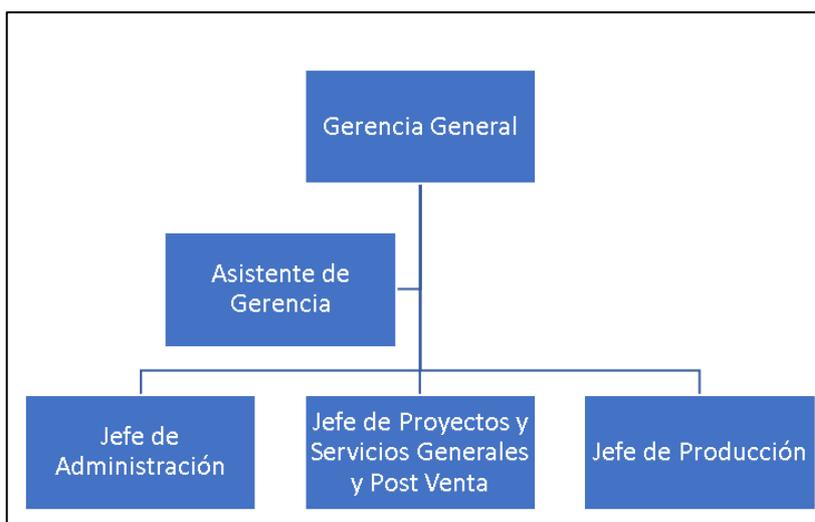
- **LAP** timing (Lap timing for each segment of an event)



DATOS GENERALES	
Razón Social	Arquideas S.R.L
R.U.C	20337583751
CIU	74218
Gerente General	Roger Edgar Olivera
Jefe de Producción	Whister Villanueva Yersenn Minaya
Dirección Legal	Av. El Porvenir Nro. S/N. Chacra Cerro
Región	Lima
Distrito	Comas
Actividad Comercial	Activ. De Arquitectura e Ingeniería

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N°21: Organigrama jerárquico de la empresa Arquideas S.R.L.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo N°22: Organigrama jerárquico producción en la empresa Arquideas S.R.L.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo N°23: Tabla del sistema Westinghouse

DESTREZA O HABILIDAD		
0.15	A1	EXTREMA
0.13	A2	EXTREMA
0.11	B1	EXCELENTE
0.08	B2	EXCELENTE
0.06	C1	BUENA
0.03	C2	BUENA
0	D	REGULAR
-0.05	E1	ACEPTABLE
-0.1	E2	ACEPTABLE
-0.16	F1	DEFICIENTE
-0.22	F2	DEFICIENTE

Cuadro 1. Habilidades

ESFUERZO O EMPEÑO		
0.13	A1	EXCESIVO
0.12	A2	EXCESIVO
0.1	B1	EXCELENTE
0.08	B2	EXCELENTE
0.05	C1	BUENO
0.02	C2	BUENO
0	D	REGULAR
-0.4	E1	ACEPTABLE
-0.8	E2	ACEPTABLE
-0.12	F1	DEFICIENTE
-0.17	F2	DEFICIENTE

Cuadro 2. Esfuerzo o Desempeño

CONDICIONES		
0.06	A	IDEALES
0.04	B	EXCELENTES
0.02	C	BUENAS
0	D	REGULARES
-0.03	E	ACEPTABLES
-0.07	F	DEFICIENTES

Cuadro 3. Condiciones

CONSISTENCIA		
0.04	A	PERFECTA
0.03	B	EXCELENTE
0.01	C	BUENA
0	D	REGULAR
-0.02	E	ACEPTABLE
-0.04	F	DEFICIENTE

Cuadro 4. Consistencia

Fuente: Westinghouse Electric Corporación.

Anexo N°24: Factores de Suplementos según OIT.

SUPLEMENTOS RECOMENDADOS POR OIT		
A. Suplementos Constantes:		
1. Suplemento personal		5
2. Suplemento por fatiga básica		4
B. Suplementos Variables:		
1. Suplemento por estar de pie		2
2. Suplemento por posición anormal		
a. Un poco incómoda		0
b. Incomoda (agachado)		2
c. Muy incomoda (tendido, estirado)		7
3. Uso de la fuerza o energía muscular (Levantar, jalar o empujar):		
kg	Peso levantado en libras:	
11	5	0
22	10	1
33	15	2
44	20	3
55	25	4
66	30	5
77	35	7
88	40	9
99	45	11
110	50	13
132	60	17
154	70	22
4. Mala iluminación:		
a. Un poco debajo de la recomendada		0
b. Bastante menor que la recomendada		2
c. Muy inadecuada		5
5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad) - variable		0 - 100
6. Atención requerida:		
a. Trabajo bastante fino		0
b. Trabajo fino o preciso		2
c. Trabajo muy fino y muy preciso		5
7. Nivel de ruido:		
a. Continuo		0
b. Intermitente - fuerte		2
c. Intermitente - muy fuerte		5
d. De tono alto - fuerte		5
8. Estrés mental:		
a. Proceso bastante complejo		1
b. Atención compleja o amplia		4
c. Muy compleja		8
9. Monotonía:		
a. Nivel bajo		0
b. Nivel medio		1
c. Nivel alto		4
10. Tedio:		
a. Algo tedioso		0
b. Tedioso		2
c. Muy tedioso		5

Fuente: Organización Internacional del Trabajo.

Anexo N° 25: Base de datos Puntuación Valores según Westinghouse.

PORCENTAJE ACTUACIÓN EN BASE AL SISTEMA WESTING HOUSE				
Num.	DESCRIPCIÓN	FACTOR	CLASIFICACIÓN	VALOR
1	MEDIR ÁNGULOS	HABILIDAD	BUENA	0.06
1	MEDIR ÁNGULOS	ESFUERZO	BUENO	0.05
1	MEDIR ÁNGULOS	CONDICIONES	REGULARES	0.03
1	MEDIR ÁNGULOS	CONSISTENCIA	REGULAR	0
1	MEDIR ÁNGULOS	TOTAL	-	0.14
2	CORTAR ÁNGULOS	HABILIDAD	BUENA	0.06
2	CORTAR ÁNGULOS	ESFUERZO	BUENO	0.02
2	CORTAR ÁNGULOS	CONDICIONES	REGULARES	0.03
2	CORTAR ÁNGULOS	CONSISTENCIA	REGULARES	0
2	CORTAR ÁNGULOS	TOTAL	-	0.11
3	LIMAR ÁNGULOS	HABILIDAD	BUENA	0.06
3	LIMAR ÁNGULOS	ESFUERZO	BUENO	0.05
3	LIMAR ÁNGULOS	CONDICIONES	REGULARES	0.03
3	LIMAR ÁNGULOS	CONSISTENCIA	REGULAR	0
3	LIMAR ÁNGULOS	TOTAL	-	0.14
4	DESTAJAR ÁNGULOS	HABILIDAD	BUENA	0.03
4	DESTAJAR ÁNGULOS	ESFUERZO	BUENO	0.02
4	DESTAJAR ÁNGULOS	CONDICIONES	BUENAS	0.02
4	DESTAJAR ÁNGULOS	CONSISTENCIA	BUENA	0.01
4	DESTAJAR ÁNGULOS	TOTAL	-	0.08
5	PERFORAR ÁNGULOS	HABILIDAD	BUENA	0.06
5	PERFORAR ÁNGULOS	ESFUERZO	BUENO	0.02
5	PERFORAR ÁNGULOS	CONDICIONES	BUENAS	0.02
5	PERFORAR ÁNGULOS	CONSISTENCIA	EXCELENTE	0.03
5	PERFORAR ÁNGULOS	TOTAL	-	0.13
6	MONTAJE DE FORMALETA	HABILIDAD	BUENA	0.06
6	MONTAJE DE FORMALETA	ESFUERZO	BUENO	0.02
6	MONTAJE DE FORMALETA	CONDICIONES	REGULARES	0
6	MONTAJE DE FORMALETA	CONSISTENCIA	REGULAR	0
6	MONTAJE DE FORMALETA	TOTAL	-	0.08
7	MEDIR PLANCHA	HABILIDAD	BUENA	0.06
7	MEDIR PLANCHA	ESFUERZO	BUENO	0.05
7	MEDIR PLANCHA	CONDICIONES	REGULARES	0
7	MEDIR PLANCHA	CONSISTENCIA	REGULAR	0
7	MEDIR PLANCHA	TOTAL	-	0.11
8	CORTAR PLANCHA	HABILIDAD	EXTREMA	0.08
8	CORTAR PLANCHA	ESFUERZO	BUENO	0.02
8	CORTAR PLANCHA	CONDICIONES	BUENAS	0.02
8	CORTAR PLANCHA	CONSISTENCIA	BUENA	0.01
8	CORTAR PLANCHA	TOTAL	-	0.13
9	PERFORAR PLANCHA	HABILIDAD	BUENA	0.06
9	PERFORAR PLANCHA	ESFUERZO	REGULAR	0
9	PERFORAR PLANCHA	CONDICIONES	REGULARES	0
9	PERFORAR PLANCHA	CONSISTENCIA	EXCELENTE	0.03
9	PERFORAR PLANCHA	TOTAL	-	0.09
10	INSPECCIONAR PLANCHA	HABILIDAD	EXTREMA	0.13
10	INSPECCIONAR PLANCHA	ESFUERZO	BUENO	0.02
10	INSPECCIONAR PLANCHA	CONDICIONES	BUENAS	0.02
10	INSPECCIONAR PLANCHA	CONSISTENCIA	BUENA	0.01
10	INSPECCIONAR PLANCHA	TOTAL	-	0.18
11	SOLDAR PLANCHA CON FORMALETA	HABILIDAD	EXCELENTE	0.08
11	SOLDAR PLANCHA CON FORMALETA	ESFUERZO	REGULAR	0
11	SOLDAR PLANCHA CON FORMALETA	CONDICIONES	EXCELENTES	0.04
11	SOLDAR PLANCHA CON FORMALETA	CONSISTENCIA	REGULARES	0
11	SOLDAR PLANCHA CON FORMALETA	TOTAL	-	0.12
12	MEDIR PLATINA	HABILIDAD	BUENA	0.06
12	MEDIR PLATINA	ESFUERZO	BUENO	0.05
12	MEDIR PLATINA	CONDICIONES	REGULARES	0
12	MEDIR PLATINA	CONSISTENCIA	REGULAR	0
12	MEDIR PLATINA	TOTAL	-	0.11
13	CORTAR PLATINA	HABILIDAD	EXTREMA	0.06
13	CORTAR PLATINA	ESFUERZO	BUENO	0.1
13	CORTAR PLATINA	CONDICIONES	BUENAS	0.02
13	CORTAR PLATINA	CONSISTENCIA	BUENA	0.01
13	CORTAR PLATINA	TOTAL	-	0.19
14	DESTAJAR PLATINA	HABILIDAD	BUENA	0.06
14	DESTAJAR PLATINA	ESFUERZO	BUENO	0.02
14	DESTAJAR PLATINA	CONDICIONES	REGULARES	0
14	DESTAJAR PLATINA	CONSISTENCIA	BUENA	0.01
14	DESTAJAR PLATINA	TOTAL	-	0.09
15	RESOLDAR MIG DE FORMALETA	HABILIDAD	EXCELENTE	0.11
15	RESOLDAR MIG DE FORMALETA	ESFUERZO	EXCELENTE	0.1
15	RESOLDAR MIG DE FORMALETA	CONDICIONES	EXCELENTES	0.04
15	RESOLDAR MIG DE FORMALETA	CONSISTENCIA	BUENA	0.01
15	RESOLDAR MIG DE FORMALETA	TOTAL	-	0.26
16	ESMERILAR DE FORMALETA	HABILIDAD	EXCELENTE	0.11
16	ESMERILAR DE FORMALETA	ESFUERZO	BUENO	0.02
16	ESMERILAR DE FORMALETA	CONDICIONES	BUENAS	0.02
16	ESMERILAR DE FORMALETA	CONSISTENCIA	REGULAR	0
16	ESMERILAR DE FORMALETA	TOTAL	-	0.15
17	PERFORAR E INSPECCIONAR FORMALETA	HABILIDAD	BUENA	0.06
17	PERFORAR E INSPECCIONAR FORMALETA	ESFUERZO	BUENO	0.02
17	PERFORAR E INSPECCIONAR FORMALETA	CONDICIONES	REGULARES	0
17	PERFORAR E INSPECCIONAR FORMALETA	CONSISTENCIA	BUENA	0.01
17	PERFORAR E INSPECCIONAR FORMALETA	TOTAL	-	0.09
18	ENDEREZAR FORMALETA	HABILIDAD	BUENA	0.03
18	ENDEREZAR FORMALETA	ESFUERZO	BUENO	0.02
18	ENDEREZAR FORMALETA	CONDICIONES	REGULARES	0
18	ENDEREZAR FORMALETA	CONSISTENCIA	REGULAR	0
18	ENDEREZAR FORMALETA	TOTAL	-	0.05
19	PINTAR FORMALETA	HABILIDAD	BUENA	0.03
19	PINTAR FORMALETA	ESFUERZO	BUENO	0.02
19	PINTAR FORMALETA	CONDICIONES	BUENAS	0.02
19	PINTAR FORMALETA	CONSISTENCIA	BUENA	0.01
19	PINTAR FORMALETA	TOTAL	-	0.08

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N°26: Cálculo del Tiempo Utilizado Pre Test.

Concepto	Para hallar la eficiencia en la fabricación de formaletas metálicas se utilizó la siguiente fórmula: Tiempo Utilizado dividido en Tiempo Programado. Para saber el Tiempo Utilizado que comprende el tiempo necesario que emplearon los trabajadores en fabricar una cantidad “n” de formaletas metálicas, donde el a la cantidad de formaletas fabricadas multiplicado por el tiempo estándar(25.9min) por unidad y multiplicado por la cantidad de trabajadores (15 trabajadores).
Formula	$TU = N^{\circ} FF \times TE \times CT$ <p>Donde: TU: Tiempo Utilizado(min). N°FF: Número de Formaletas Fabricadas. TE: Tiempo Estándar(min). CT: Cantidad de trabajadores.</p>
Ejemplo, para 1 día	$TU = 18 \times 25.9 \times 15$ $TU = 6993.0 \text{ min}$

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N°27: Tiempo utilizado Pre Test.

PRE TEST					
ÍTEM	DÍA	TOTAL DE FORMALETAS FABRICADAS	TIEMPO ESTÁNDAR(MIN)	CANTIDAD DE TRABAJADORES	TIEMPO UTILIZADO
1	1/09/2021	18	25.9	15	6993.0
2	2/09/2021	14	25.9	15	5439.0
3	3/09/2021	13	25.9	15	5050.5
4	4/09/2021	15	25.9	15	5827.5
5	6/09/2021	17	25.9	15	6604.5
6	7/09/2021	12	25.9	15	4662.0
7	8/09/2021	15	25.9	15	5827.5
8	9/09/2021	13	25.9	15	5050.5
9	10/09/2021	15	25.9	15	5827.5
10	11/09/2021	16	25.9	15	6216.0
11	13/09/2021	12	25.9	15	4662.0
12	14/09/2021	15	25.9	15	5827.5
13	15/09/2021	15	25.9	15	5827.5
14	16/09/2021	15	25.9	15	5827.5
15	17/09/2021	12	25.9	15	4662.0
16	18/09/2021	15	25.9	15	5827.5
17	20/09/2021	17	25.9	15	6604.5
18	21/09/2021	15	25.9	15	5827.5
19	22/09/2021	12	25.9	15	4662.0
20	23/09/2021	15	25.9	15	5827.5
21	24/09/2021	15	25.9	15	5827.5
22	25/09/2021	17	25.9	15	6604.5
23	27/09/2021	11	25.9	15	4273.5
24	28/09/2021	18	25.9	15	6993.0
25	29/09/2021	15	25.9	15	5827.5
26	30/09/2021	15	25.9	15	5827.5
27	1/10/2021	17	25.9	15	6604.5
28	2/10/2021	12	25.9	15	4662.0
29	4/10/2021	15	25.9	15	5827.5
30	5/10/2021	12	25.9	15	4662.0
TOTAL PROMEDIO		15	25.9	15	5672.1

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N°28: Cálculo del Tiempo Programado Pre Test.

Concepto	Cálculo del Tiempo Programado.
Formula	$TP = CT \times TJL$ <p>Donde:</p> <p>TP: Tiempo Programado</p> <p>CT: Cantidad de Trabajadores</p> <p>TJL: Tiempo de Jornada Laboral</p>

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N°29: Tiempo Programado.

Tiempo de Jornada Laboral(min)	Cantidad de Trabajadores	Tiempo Programado(min)
480	15	7200

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N°30: Cálculo de la Capacidad Instalada de Producción Pre Test.

Concepto 1:	Para el cálculo de la Capacidad Instalada de Producción Pre Test, es importante conocer el número de trabajadores, el tiempo laborable por trabajador y el tiempo estándar.		
Formula	$CPI = \frac{N^{\circ}Trab \times TLT}{TE}$ <p>Donde: CI: Capacidad de Producción Instalada. N°Trab: Número de trabajadores. TLT: Tiempo Laborable por Trabajador(min). TE: Tiempo Estándar(min).</p>		
NÚMERO DE TRABAJADORES	TIEMPO LABORABLE C / TRABAJADOR (min.)	TIEMPO ESTÁNDAR (min.)	CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN INSTALADA
5	480	25.91	93
Concepto 2:	Producción Real		
Formula	$CPR = CI \times FV$ <p>Donde: CPR: Producción Real. CI: Capacidad Instalada. FV: Factor de Valoración.</p>		
Concepto 3:	Cálculo Factor de valorización en la producción de Formaletas Metálicas Pre Test.		
FACTOR VALORIZACIÓN			
MOTIVO		VALOR	
Faltas		-6%	
Tardanzas		-5%	
Charlas de seguridad		-4%	
Paradas de máquina		-8%	
Productos no conformes		-17%	
Accidentes		-1%	
TOTAL		-41%	
FACTOR VALORIZACIÓN		59%	
CAPACIDAD INSTALADA	FACTOR VALORIZACIÓN	PRODUCCIÓN ESPERADA	
93	59%	55	

Fuente: Elaboración propia.

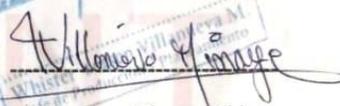
Anexo N°31: Carta de Presentación a la empresa.

**AUTORIZACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA
INVESTIGACIÓN**

Por el presente documento solicitamos al **Ing. Villanueva Minaya Whister**, la autorización para la implementación necesaria para el desarrollo del proyecto de investigación denominado “Aplicación de herramientas Lean Manufacturing para incrementar la productividad en la empresa Arquideas S.R.L, Comas, 2022”, realizados por **Ramirez Gomero Jordan Josec**, identificado con el DNI: **74034413** y **Salvatierra Arévalo Edwards**, identificado con el DNI: **46592693**, estudiantes de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad “Cesar Vallejo”. Agradeciendo la oportunidad de expresarle nuestra consideración y estima.

Lima, 01 de marzo del 2022

CONDICION
DHMOY & CO & MSAC



Villanueva Minaya Whister

DNI: 44145915

Jefe de Producción – Arquideas S.R.L

Anexo N°32: Registro de errores antes de la implementación de la mejora.

CAUSAS DE ERRORES					
1	Cortes diagonales			3	Cortes por debajo de lo indicado
2	Cortes por encima de lo indicado			4	Cortes con rebaba en los extremos
PRE TEST					
Día	Causas				Observaciones
	1	2	3	4	
1/09/2021		x	x		
2/09/2021	x	x	x		
3/09/2021		x		x	
4/09/2021	x			x	
6/09/2021	x		x		
7/09/2021	x	x			
8/09/2021	x	x	x		
9/09/2021		x	x		
10/09/2021		x	x		
11/09/2021		x			
13/09/2021			x		
14/09/2021		x			
15/09/2021		x			
16/09/2021		x	x		
17/09/2021			x		
18/09/2021		x			
20/09/2021		x	x		
21/09/2021				x	
22/09/2021		x			
23/09/2021	x				
24/09/2021					
25/09/2021		x	x		
27/09/2021			x		
28/09/2021		x		x	
29/09/2021		x			
30/09/2021		x	x		
1/10/2021	x			x	
2/10/2021	x	x			
4/10/2021	x		x		
5/10/2021		x	x		
TOTAL	9	20	15	5	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N°33: Cálculo del Tiempo Utilizado Post Test

Concepto	Para hallar la eficiencia en la fabricación de formaletas metálicas se utilizó la siguiente fórmula: Tiempo Utilizado dividido en Tiempo Programado. Para saber el Tiempo Utilizado que comprende el tiempo necesario que emplearon los trabajadores en fabricar una cantidad “n” de formaletas metálicas, donde el a la cantidad de formaletas fabricadas multiplicado por el tiempo estándar(20.3min) por unidad y multiplicado por la cantidad de trabajadores (15 trabajadores)
-----------------	---

Formula	$TU = N^{\circ} FF \times TE \times CT$ <p>Donde:</p> <p>TU: Tiempo Utilizado(min).</p> <p>N°FF: Número de Formaletas Fabricadas.</p> <p>TE: Tiempo Estándar(min).</p> <p>CT: Cantidad de trabajadores.</p>
Ejemplo, para 1 día	$TU = 22 \times 20.3 \times 15$ $TU = 6699.0 \text{ min}$

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N°34: Tiempo Utilizado Post Test.

POST TEST					
ÍTEM	DÍA	TOTAL DE FORMALETAS FABRICADAS	TIEMPO ESTÁNDAR(MIN)	CANTIDAD DE TRABAJADORES	TIEMPO UTILIZADO
1	25/04/2022	22	20.3	15	6699.0
2	26/04/2022	22	20.3	15	6699.0
3	27/04/2022	22	20.3	15	6699.0
4	28/04/2022	22	20.3	15	6699.0
5	29/04/2022	22	20.3	15	6699.0
6	30/04/2022	23	20.3	15	7003.5
7	2/05/2022	23	20.3	15	7003.5
8	3/05/2022	22	20.3	15	6699.0
9	4/05/2022	22	20.3	15	6699.0
10	5/05/2022	23	20.3	15	7003.5
11	6/05/2022	23	20.3	15	7003.5
12	7/05/2022	23	20.3	15	7003.5
13	9/05/2022	22	20.3	15	6699.0
14	10/05/2022	22	20.3	15	6699.0
15	11/05/2022	22	20.3	15	6699.0
16	12/05/2022	22	20.3	15	6699.0
17	13/05/2022	20	20.3	15	6090.0
18	14/05/2022	23	20.3	15	7003.5
19	16/05/2022	23	20.3	15	7003.5
20	17/05/2022	22	20.3	15	6699.0
21	18/05/2022	23	20.3	15	7003.5
22	19/05/2022	21	20.3	15	6394.5
23	20/05/2022	22	20.3	15	6699.0
24	21/05/2022	19	20.3	15	5785.5
25	23/05/2022	22	20.3	15	6699.0
26	24/05/2022	19	20.3	15	5785.5
27	25/05/2022	21	20.3	15	6394.5
28	26/05/2022	22	20.3	15	6699.0
29	27/05/2022	22	20.3	15	6699.0
30	28/05/2022	22	20.3	15	6699.0
TOTAL PROMEDIO		22	20.3	15	6678.7

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N°35: Calculo del tiempo programado – Post test

Concepto	Cálculo del Tiempo Programado.
Formula	$TP = CT \times TJL$ <p>Donde:</p> <p>TP: Tiempo Programado</p> <p>CT: Cantidad de Trabajadores</p> <p>TJL: Tiempo de Jornada Laboral</p>

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N°36: Calculo del tiempo programado – Post test

Tiempo de Jornada Laboral(min)	Cantidad de Trabajadores	Tiempo Programado(min)
480	15	7200

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N°37: Cálculo de la Capacidad Instalada de Producción Post Test.

Concepto 1:	Para el cálculo de la Capacidad Instalada de Producción Post Test, es importante conocer el número de trabajadores, el tiempo laborable por trabajador y el tiempo estándar.		
Formula	$CPI = \frac{N^{\circ}Trab \times TLT}{TE}$ <p>Donde: CI: Capacidad de Producción Instalada. N°Trab: Número de trabajadores. TLT: Tiempo Laborable por Trabajador(min). TE: Tiempo Estándar(min).</p>		
NÚMERO DE TRABAJADORES	TIEMPO LABORABLE C / TRABAJADOR (min.)	TIEMPO ESTÁNDAR (min.)	CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN INSTALADA
5	480	24.22	99
Concepto 2:	Producción Real		
Formula	$CPR = CI \times FV$ <p>Donde: CPR: Producción Real. CI: Capacidad Instalada. FV: Factor de Valoración.</p>		
Concepto 3:	Cálculo Factor de valorización en la producción de Formaletas Metálicas Post Test.		

FACTOR VALORIZACIÓN		
MOTIVO	VALOR	
FALTAS	-6%	
TARDANZAS	-5%	
CHARLA DE SEGURIDAD	-4%	
PARADAS DE MÁQUINA	-8%	
PRODUCTOS NO CONFORMES	-17%	
ACCIDENTES	-1%	
TOTAL	-41%	
FACTOR VALORIZACIÓN	59%	

CAPACIDAD INSTALADA	FACTOR VALORIZACIÓN	PRODUCCIÓN ESPERADA
99	59%	58

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N°38: Costo de Oportunidad según SBS.

Tasa Anual (%)	BBVA	Comercio	Crédito	Pichincha	BIF	Scotiabank	Citibank	Interbank	Mibanco	GNB	Falabella	Santander	Ripley	Alfin	ICBC	Bank of China	Promedio
Corporativos	6.41	9.01	6.62	8.12	6.77	6.44	-	7.20	-	6.91	-	9.44	-	-	7.02	S.I.	6.64
Descuentos	7.76	51.11	7.60	7.88	4.14	6.73	-	7.13	-	-	-	9.12	-	-	-	S.I.	7.70
Préstamos hasta 30 días	5.87	-	6.21	-	-	6.16	-	-	-	5.79	-	9.87	-	-	-	S.I.	6.12
Préstamos de 31 a 90 días	6.76	-	6.14	6.80	7.54	6.11	-	6.63	-	6.75	-	9.02	-	-	6.67	S.I.	6.49
Préstamos de 91 a 180 días	7.19	6.50	6.80	8.54	9.08	7.73	-	7.36	-	-	-	9.51	-	-	6.64	S.I.	7.15
Préstamos de 181 a 360 días	6.57	-	6.76	-	-	6.45	-	-	-	-	-	-	-	-	8.02	S.I.	6.71
Préstamos a más de 360 días	5.96	-	6.77	-	8.15	6.95	-	7.31	-	-	-	11.00	-	-	-	S.I.	6.54
Grandes Empresas	8.70	8.40	7.84	7.41	8.86	7.74	7.14	8.37	-	8.91	-	9.87	-	-	8.40	S.I.	8.17
Descuentos	10.53	8.24	8.28	8.34	6.99	7.70	-	8.99	-	9.46	-	9.79	-	-	-	S.I.	8.91
Préstamos hasta 30 días	7.56	-	9.04	6.78	10.28	7.29	6.83	12.40	-	7.00	-	10.54	-	-	-	S.I.	8.28
Préstamos de 31 a 90 días	7.87	9.25	7.46	7.62	9.36	8.15	7.07	7.98	-	8.97	-	9.13	-	-	-	S.I.	7.75
Préstamos de 91 a 180 días	8.58	8.32	7.71	7.99	11.04	7.79	7.79	8.31	-	7.49	-	9.56	-	-	8.40	S.I.	8.18
Préstamos de 181 a 360 días	8.06	-	7.52	8.70	8.88	8.65	-	7.80	-	-	-	13.48	-	-	-	S.I.	7.73
Préstamos a más de 360 días	6.58	-	7.77	6.86	9.09	7.49	-	8.29	-	9.45	-	8.80	-	-	-	S.I.	7.91
Medianas Empresas	11.48	8.95	11.69	9.27	11.02	11.22	7.16	12.96	16.36	10.79	-	9.32	-	-	-	S.I.	11.95
Descuentos	12.68	8.43	11.21	9.26	8.64	9.97	-	10.89	-	-	-	10.14	-	-	-	S.I.	10.89
Préstamos hasta 30 días	11.42	9.00	8.69	8.16	16.13	9.67	-	10.62	-	-	-	10.32	-	-	-	S.I.	9.69
Préstamos de 31 a 90 días	12.81	9.06	11.76	7.86	11.15	9.76	7.09	11.62	19.28	13.91	-	8.00	-	-	-	S.I.	10.82
Préstamos de 91 a 180 días	12.25	9.21	11.01	9.60	12.19	9.64	-	9.68	24.55	11.12	-	9.19	-	-	-	S.I.	11.04
Préstamos de 181 a 360 días	13.93	11.33	10.57	10.65	12.49	11.14	7.23	9.08	17.59	8.23	-	11.04	-	-	-	S.I.	11.93
Préstamos a más de 360 días	10.80	8.00	12.82	10.93	11.35	12.77	-	12.87	16.61	-	-	9.46	-	-	-	S.I.	11.83
Pequeñas Empresas	16.97	8.74	20.61	20.48	14.63	16.45	-	19.61	23.07	7.23	-	-	-	-	-	S.I.	20.51
Descuentos	18.68	-	16.98	11.75	12.98	12.92	-	16.12	-	-	-	-	-	-	-	S.I.	16.61
Préstamos hasta 30 días	19.86	-	18.20	-	-	10.98	-	-	58.22	-	-	-	-	-	-	S.I.	18.42
Préstamos de 31 a 90 días	19.21	-	12.69	22.26	16.66	13.09	-	10.29	36.62	-	-	-	-	-	-	S.I.	22.13
Préstamos de 91 a 180 días	18.96	8.74	12.14	20.20	14.28	10.22	-	9.32	34.20	7.23	-	-	-	-	-	S.I.	15.87
Préstamos de 181 a 360 días	18.88	-	17.99	21.77	14.90	16.76	-	27.34	26.03	-	-	-	-	-	-	S.I.	26.99
Préstamos a más de 360 días	16.56	-	20.69	20.43	-	16.75	-	20.26	21.11	-	-	-	-	-	-	S.I.	19.92
Microempresas	25.20	-	30.14	27.98	19.00	14.89	-	19.48	39.47	-	-	-	-	-	-	S.I.	35.47
Tarjetas de Crédito	31.48	-	27.73	40.96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	S.I.	32.36
Descuentos	11.26	-	21.75	-	-	-	-	10.50	-	-	-	-	-	-	-	S.I.	20.70
Préstamos Revolventes	18.31	-	-	-	-	-	-	19.50	44.34	-	-	-	-	-	-	S.I.	44.85

Fuente:

<https://www.sbs.gob.pe/app/pp/EstadisticasSAEEPPortal/Paginas/TIActivaTipoCreditoEmpresa.aspx?tip=B>

Anexo N°39: Registro de errores Post Test.

CAUSAS DE ERRORES					
1	Cortes diagonales			3	Cortes por debajo de lo indicado
2	Cortes por encima de lo indicado			4	Cortes con rebaba en los extremos
POST TEST					
Día	Causas				Observaciones
	1	2	3	4	
25/04/2022					
26/04/2022			x		
27/04/2022		x			
28/04/2022	x				
29/04/2022		x			
30/04/2022		x	x		
2/05/2022					
3/05/2022					
4/05/2022			x		
5/05/2022					
6/05/2022		x			
7/05/2022					
9/05/2022					
10/05/2022				x	
11/05/2022					
12/05/2022			x		
13/05/2022					
14/05/2022		x			
16/05/2022					
17/05/2022		x			
18/05/2022					
19/05/2022					
20/05/2022	x				
21/05/2022		x			
23/05/2022					
24/05/2022					
25/05/2022					
26/05/2022					
27/05/2022					
28/05/2022					
TOTAL	2	7	4	1	

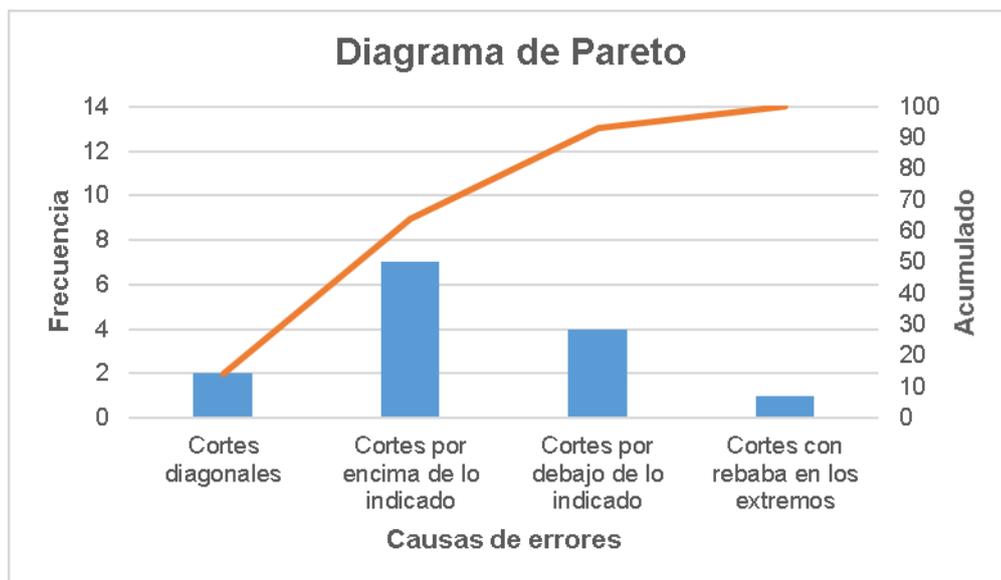
Fuente: Elaboración propia

Anexo N°40: Identificación de errores en el proceso de corte de ángulos después de la implementación de la mejora.

Causas de errores	Frecuencia	%	Acumulado
Cortes diagonales	2	14	14
Cortes por encima de lo indicado	7	50	64
Cortes por debajo de lo indicado	4	29	93
Cortes con rebaba en los extremos	1	7	100
TOTAL	14	100	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N°41: Diagrama de Pareto para los errores en el corte de ángulos después de la implementación de la mejora



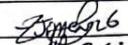
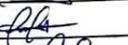
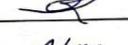
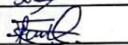
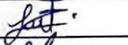
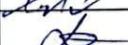
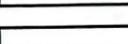
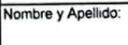
Fuente: Elaboración propia.

Anexo N°42: Ficha de Registro de Capacitación.

		REGISTRO DE CAPACITACIÓN		
EMPRESA		N° TRABAJADORES		
RAZÓN SOCIAL		ACTIVIDAD ECONÓMICA		
DOMICILIO LEGAL		ÁREA		
TEMÁTICA		FECHA		
EXPOSITORES				
N°	NOMBRES Y APELLIDOS	N° DNI O CARNET EXTRANJERÍA	FIRMA	OBSERVACIONES
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

RESPONSABLE DEL REGISTRO		SUPERVISADO POR:	
Nombre y Apellido:		Nombre y Apellido:	
Firma:		Firma:	
Fecha:		Fecha:	

Fuente: Elaboración propia.

		REGISTRO DE CAPACITACIÓN		
EMPRESA	Argudeas S.R.L.	N° TRABAJADORES	15	
RAZÓN SOCIAL	Argudeas	ACTIVIDAD ECONÓMICA	Metalmeccánica	
DOMICILIO LEGAL	Av. Percear No 5/A Pinar del Rio	ÁREA	Producción	
TEMÁTICA	Aplicación de Lean Manuf.	FECHA	25/03/2022	
EXPOSITORES	Ramirez Gomez Jordan Josec y Salvatierra Arevato Edwards Paul			
N°	NOMBRES Y APELLIDOS	N° DNI O CARNET EXTRANJERIA	FIRMA	OBSERVACIONES
1	JIMENEZ SANDA Luz	06726774		
2	Juan Marco Saboya	61430205		
3	Bryan Salvador	75753926		
4	Idel Paulino Padilla	40843850		
5	Nestor Velasquez Sr.	70469200		
6	Katuska Alvarez N.	62603849		
7	AROPA TIENA JUAN J.	41003129		
8	TEODORO ROJAS V	21068090		
9	Nathaly orrico dequibana	45042690		
10	Sara NECIOSUP Carretero	80331698		Asist Almacén
11	Silvia Fila Mala Ferego	46495242		Responsable Almacén
12	Larry Navarro Tuesta	77451499		
13	Morili Sanchez Flores	44240350		Supervisor
14	ARAUJO CARA OLIVERA	10381541		
15	Edgar GONZ. Escameado	41599245		
16	Ronald Vallabres Nunez	76624081		
17	Douglas Zurita Garza	75476842		
18	MANUEL Zurita Fisher	41525307		Supervisor
19	SINCA ROSALES	31640986		
20				

RESPONSABLE DEL REGISTRO		SUPERVISADO POR:	
Nombre y Apellido: • Jordan Josec Ramirez Gomez • Salvatierra Arevato Edwards Paul		Nombre y Apellido:	
Firma: 	Fecha: 25/03/2022	Firma:	Fecha:

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N°43: Evidencias de la capacitación al personal de Producción.







UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, PAZ CAMPAÑA AUGUSTO EDWARD, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Aplicación de herramientas Lean Manufacturing para incrementar la productividad en la empresa Arquideas S.R.L, Comas, 2022.", cuyos autores son SALVATIERRA AREVALO EDWARDS PAUL, RAMIREZ GOMERO JORDAN JOSEC, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, 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.

LIMA, 07 de Julio del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
PAZ CAMPAÑA AUGUSTO EDWARD DNI: 07945812 ORCID: 0000-0001-9751-1365	Firmado electrónicamente por: AEPAZC el 24-07- 2022 16:44:33

Código documento Trilce: TRI - 0325960