



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE
HERRAMIENTAS LEAN PRODUCTION Y SU
INFLUENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE
CALZADOS AMER”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Industrial

Autor:

Bach. Yeymi Rosi Argomedo Arista

Asesor:

Ing. Luis Alfredo Mantilla Rodríguez

Trujillo - Perú

2020

DEDICATORIA

A mi familia en especial a mi papá Cristino Argomedo Crespín, mi querida mamá Hermancia Arista Aspiros y mis hermanos por ser mi soporte en el sendero de la vida, por inculcarme valores, por brindarme su apoyo incondicional, por su motivación, sus oraciones, por confiar en mí, por transmitirme fuerza para lograr mis objetivos y sobre todo por su amor infinito.

A mi bella y querida sobrina Sumili Soplal Argomedo por ser la versión más pura del amor, por sus llamadas, sus charlas gigantes y todas sus palabritas de ánimo y bendiciones a pesar de su corta edad; y a todos mis sobrinos por su inmenso cariño.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser la fuerza divina que guía mi camino día a día y me mantiene en pie para perseguir mis sueños y metas.

Al programa BECA- 18 de PRONABEC por contribuir económicamente en mi formación profesional.

A la Universidad Privada del Norte, a los mentores en especial a mi asesor el Ing. Luis Mantilla brindarme las herramientas, técnicas y metodologías para mi desarrollo profesional.

Un agradecimiento especial al Sr. Hugo Méndez por permitirme hacer uso de la información de la empresa CALZADOS AMER para el desarrollo de la presente investigación.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
RESUMEN.....	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	8
1.1. Realidad problemática	8
1.2. Antecedentes de la Investigación	11
1.3. Bases Teóricas.....	18
1.4. Definición de Términos.....	38
1.5. Formulación del problema.....	39
1.6. Objetivos	39
1.6.1. <i>Objetivo general</i>	39
1.6.2. <i>Objetivos específicos</i>	39
1.7. Hipótesis.....	39
1.8. Variables.....	39
1.9. Operacionalización de Variables.....	40
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	41
2.1. Tipo de investigación.....	41
2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos).....	41
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	41
2.3.1. <i>Técnicas de recolección de datos</i>	41
2.5. Generalidades de la empresa	44
2.6. Diagnóstico de problemáticas principales.....	48
2.7. Identificación de indicadores	51
2.8. Solución propuesta.....	52
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	58
3.1. Resultado de la propuesta.....	58
3.2. Evaluación Económica y Financiera	64
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	69
4.1. Discusión.....	69
4.2. Conclusiones	70
REFERENCIAS	72
ANEXOS.....	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Principios de Lean Production (Alarcón, M. & Fuentes, J. 2007).....	21
Tabla 2 : Matriz de operacionalización de variables	40
Tabla 3: Procedimiento de recolección y tratamiento de datos	43
Tabla 4 : Principales proveedores de Calzados AMER.....	47
Tabla 5 : Principales diseños de zapatos mocasines Calzados Amer	47
Tabla 6 : Priorización de las causas raíz	50
Tabla 7 : Identificación de indicadores.....	51
Tabla 8 : Estandarización de índices de consumo de adhesivos.....	52
Tabla 9: Temas de capacitación para mejorar la habilidad técnica en corte de cuero	54
Tabla 10 : Producción diaria según el Tack Time	55
Tabla 11 : Programa de producción semanal diciembre 2019 (Heijunka)	56
Tabla 12: Utilización de las mantas de cuero	58
Tabla 13 : Variaciones del cuero diciembre 2019	59
Tabla 14 : Variaciones en adhesivos diciembre 2019	60
Tabla 15: Variaciones respecto a la producción diciembre 2019	62
Tabla 16 : Productividad total Calzados AMER diciembre 2019.....	62
Tabla 17 : Costos para la estandarización de los índices de consumo de los adhesivos	64
Tabla 18 : Costos de capacitación y estandarización de actividades de corte de cuero.....	64
Tabla 19 : Costo de implementación de Heijunka	64
Tabla 20 : Costo total de implementación de Lean Production	65
Tabla 21 : Fraccionamiento de la inversión	65
Tabla 22 : Condiciones del Préstamo.....	65
Tabla 23 : Pago de la deuda Crediscotia.....	66
Tabla 24 : Flujo de caja Calzados AMER.....	67
Tabla 25 : Indicadores Financieros	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Modelos históricos de Lean Production (Ferrás, X. 2004).	19
Figura 2 : Casa Lean según Hernández, J. & Vizán, A. (2013)	20
Figura 3: Proceso de implantación de lean producción (Ahlström, P. 1998)	22
Figura 4 : Los cinco pasos de las 5S (Madariaga, F. 2013)	23
Figura 5 : Tarjeta Roja (Cruz, J. 2010)	24
Figura 6 : Nivelación del Mix de Producción (Hernández, J. & Vizán, A. 2013)	30
Figura 10 : Modelo integrado de factores de la productividad de una empresa (Prokopenko, J. 1989)	36
Figura 11: Productividad y sus componentes (Gutiérrez, H. 2014)	37
Figura 12 : Organigrama de Calzados AMER	44
Figura 13 : Layout de planta del Calzados AMER	46
Figura 14 : Diagrama de Procesos de Calzados AMER	48
Figura 15 : Diagrama de Ishikawa Calzados AMER	49
Figura 17 : Pasos para estandarizar los índices de consumo de adhesivos	52
Figura 18 : Pasos para estandarizar las actividades de corte y capacitar al personal del área	53
Figura 19 : Pasos para implementar el modelo de programación de producción Heijunka	54
Figura 20 : Pasos para Implementar 5S's	57
Figura 21 : Rendimiento y merma de una manta de cuero de 20 pies	58
Figura 22 : Costo de adhesivos por par de mocasines	59
Figura 23 : Costo de oportunidad sin y con programación de con Heijunka diciembre 2019	61
Figura 24 : Porcentaje de participación por herramientas	63

RESUMEN

El presente estudio tiene por objetivo determinar la medida en que influye la implementación de herramientas Lean Production en la productividad de la empresa Calzados Amer. La investigación es considerada dentro del enfoque cuantitativo de alcance correlacional y de diseño pre-experimental. Se llegó a los siguientes resultados: estandarizando los índices de consumo de adhesivos se obtiene un beneficio de S/ 16,344.51 y la productividad varía de 0.11pares/S/.adhesivos a 0.54pares/S/.adhesivos; mejorando la habilidad técnica y estandarizando las actividades de corte de cuero el ahorro es de S/ 4,217.14 y la productividad de las mantas de cuero incrementa en 18.60%; la producción se programa por medio de Heijunka el beneficio es de S/ 5,320.00, la productividad mejora en 2.14% es decir de 2.86 pares/hora a 2.92 pares/hora Se concluye que la implantación de herramientas Lean Production mejora la productividad de Calzados AMER en 62.70% es decir, de 0.09pares/S/. Invertido a 0.14pares/S/. La inversión para la propuesta es de S/ 12,030.00 según el análisis se obtuvo el VAN de S/ 28,587.41 este indica que el proyecto de Lean Production genera rentabilidad a la empresa, por otro lado la TIR es de 86% por ende la inversión es rentable.

Palabras clave: Lean Production, productividad, trabajo estándar, Heijunka

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En la actualidad la industria del calzado afronta un contexto muy competitivo tanto a nivel nacional como internacional, debido a la globalización de la industria. Según la Revista de Calzado publicado el 14 agosto 2019 a nivel mundial los principales países productores de calzado están concentrados en Asia, liderados por China con 13,478 millones de pares al año representando el 55.8% de la producción mundial, la India con 2.579 millones de pares al año con el 10.7% de la producción mundial, Vietnam con 1.300 millones de pares al año con el 5.4 % de la producción mundial, Indonesia produciendo 1.271 millones de pares al año representando el 5.3% de la producción mundial y por ultimo Brasil con 944 millones de pares al año representando el 3.9% de la producción mundial de calzado. Las compañías con mayor ganancia en la fabricación de calzados a nivel mundial según Bertero, M. (2019) , publicado en la revista “modaes latinoamericana”, el Consorcio Estadounidense Payless menciona que la compañía alemana Deichmann ocupa el primer lugar con 6.524 millones de dólares al año, seguido de la compañía china Belle International con 6.214 millones de dólares, las compañías americanas Skechers con 4.621 millones de dólares, Caleres con 2.834.8 millones de dólares y por último Wolverine Worldwide con 2.239 millones de dólares.

A nivel internacional la aplicación de herramientas lean production en la industria del calzado está influenciada con el incremento de la productividad a gran escala, así lo menciona Martínez, J (2019), en el encuentro de la asociación valenciana de empresarios del calzado y la consultora del grupo Innova en España, donde los participantes llegan a la conclusión que a través del lean manufacturing se reducen

costes operacionales y aumentan los beneficios corporativos mediante el incremento de la productividad y las mejoras en los entornos de trabajo. Asimismo en las empresas, estas herramientas deberían orientar sus esfuerzos en cuatro ejes principales: Estrategia, procesos, tecnología y personas, asimismo siendo los procesos de mayor disminución en costes las áreas de transformación, control, almacenamiento y transporte. Es importante mencionar que las empresas fabricantes de calzado a nivel internacional manejan estrategias integrales a nivel de la cadena de suministro que les permiten tener estándares en sus operaciones productivas.

Según la Sociedad Nacional de Industrias (SNI) publicado en el diario la Republica (2019), la producción nacional de calzado cayó 26,7%, debido a la importación de calzados provenientes de China, Malasia, e Indonesia, lo que implica una reducción de la actividad productiva que impacta en la industria peruana de calzado, asimismo el ministerio de la producción se comprometió a fortalecer la industria peruana de calzado generando mayor empleo, mejorando las competencias técnicas, impulsando la innovación, implementando tecnología moderna, y por ende aumentar la baja productividad.

Como ya se conoce en la región de la Libertad la mayor concentración de la producción de calzado está en la provincia de Trujillo haciendo relevancia los distritos de El Porvenir, conocido como la “La capital del Calzado”; Florencia de Mora y la Esperanza, además, el distrito de Trujillo como centro de distribución. La Subgerencia de Desarrollo Empresarial de la Municipalidad Provincial de Trujillo (2017) informa que en la provincia de Trujillo existe un conglomerado de aproximadamente dos mil MIPYMES entre procesadoras de cuero y productoras de calzado, por otro lado, casi 500 tiendas comercializadoras. Su producción representa

el 40% del calzado del Perú. En la actualidad, los tres distritos “zapateros” El Porvenir, Florencia de Mora y La Esperanza concentran el 37,3% de la población provincial de Trujillo; Son todas ellas pequeñas empresas y microempresas, en su mayoría de tipo familiar y técnicamente artesanales. Según el diario Peru21 publicado el 11 Junio 2019, menciona que el Ministerio de la Producción destinara dos millones de soles al sector calzado en la región la Libertad con la finalidad de incrementar la producción y venta de calzado, donde a través del CITEccal Trujillo se diseñará y estructurará estrategias que permitirán determinar un plan de mejora de capacidades para el sector cuero y calzado.

Con respecto a la baja productividad las empresas dedicadas a la fabricación de calzados en la región la libertad no tienen establecido métodos ni herramientas de Lean Manufacturing que les permitan optimizar sus procesos productivos y puedan eliminar actividades que no agregan valor al producto, porque mayormente trabajan bajo la modalidad de destajo.

Calzados AMER es una empresa dedicada a la fabricación de zapatos mocasines, se encuentra registrada como Persona Natural con Negocio a nombre de Mendez Rodríguez Helder Hugo con número de RUC 10182130732, ubicada en Avenida prolongación Santa. La empresa trabaja mediante solicitud de pedidos de su cliente ROELMA, por ende el sistema productivo depende de la demanda. Actualmente la empresa presenta una serie de procesos que consumen más recursos de lo necesario generando despilfarros, islas de producción, incumplimiento con la demanda, desperdicio de materia prima e insumos, desorden, tiempos muertos entre otros que generan un déficit de productividad en Calzados AMER.

Es por ello que se plantea implementar las herramientas de Lean Production como 5S's, Heijunka, y trabajo estándar lo cual ayudará considerablemente a mejorar la productividad de la empresa en estudio.

1.2. Antecedentes de la Investigación

Antecedente internacional

Jácome, J. (2018). "Mejoramiento de la cadena productiva en la empresa Calzado Vaness, implementando herramientas Lean Manufacturing". Proyecto Técnico para optar el título de: Ingeniero Industrial, presentado en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en Ecuador. El presente trabajo tiene la finalidad de diseñar e implementar un programa esquemático de mejoramiento del proceso productivo en la elaboración de zapatos, para optimizar recursos e incrementar su capacidad productiva, permitiendo extender su mercado de tal manera que la empresa sea más competitiva en precio, tiempos de entrega y calidad. Para la realización de este plan se trabajó bajo la filosofía lean manufacturing, para lo cual, se procedió como punto de partida realizando un diagnóstico de la situación actual utilizando la herramienta VSM en todas las secciones que conforma el área de producción que ayudó a determinar las condiciones actuales y por ende las mejores propuestas que beneficien su proceso productivo. Después de la aplicación de la herramienta 5S, KANBAN, JUST IN TIME, se obtuvieron los siguientes resultados: Con la aplicación de la herramienta VSM se identificó los despilfarros existentes en cuanto a tiempos, distancias y demoras plasmados en los diagramas de procesos y recorrido. Del total de actividades que son determinantes para la elaboración del botín, se determinó que solo el 33.63% agrega valor al producto, y el 66.37% no agrega valor al producto terminado. De la metodología 5S se obtuvo que de la situación inicial a la comparación actual se evidenció una

mejora notable del 44% que se visibiliza en los ambientes de la planta de producción, ya que se encuentran limpios y ordenados y también sirvió para un cambio en la actitud de los operarios dando como resultado final que se mejore la producción. Con la redistribución de la planta se optimizó el proceso de producción recortando una distancia de 93.2 metros entre las áreas y un tiempo de 60.65 minutos. Obteniendo una mejora del 61.64% en cuanto a distancias y 41.15% en tiempo por par de zapatos. La aplicación de las tarjetas kanban dio paso a que se produzca lo justo y necesario para que el trabajo en el resto de la línea de producción sea continuo y no exista materia prima en espera, generando un ambiente laboral más organizado en cuanto al flujo de materia prima que existe entre la estación de aparado y montaje, equiparando toda la línea de producción. La aplicación de la herramienta justo a tiempo, permitió a la empresa que no existan ni excedentes ni faltantes de materias primas o componentes en la línea de fabricación (cero stocks) y en cada una de las estaciones de trabajo de forma que lleguen “justo a tiempo” a medida que sean necesarios, reduciendo al mínimo el inventario, evitando fundamentalmente la pérdida de tiempo en la operación de preparación de las máquinas.

Apushón, M (2019). “Incremento de la productividad del área de costura de la línea de producción de calzado escolar en el segmento femenino en Plasticaucho Industrial S.A. utilizando la metodología de manufactura esbelta”. Tesis para optar el grado de Magíster en Ingeniería Industrial y Productividad, presentado en la Escuela Politécnica Nacional en Ecuador. El presente trabajo tuvo como objetivo incrementar la productividad en el área de costura de la línea de producción de calzado escolar a través de la aplicación de herramientas de

manufactura esbelta; para ello se hizo un acercamiento al proceso de fabricación de calzado a través de diagramas SIPOC y en función del histórico de ventas de los últimos seis años se determinó el ámbito de estudio en el segmento femenino de calzado de cuero. Con el apoyo de la herramienta de Mapa de Flujo de Valor se seleccionó una familia de productos para el análisis, se escogieron cuatro modelos para el estudio piloto; se determinaron indicadores de productividad en función de la secuencia de operaciones por modelo, sus tiempos estándar y el trabajo de una célula de costura compuesta por ocho personas. A través del cursograma analítico de materiales y los criterios de la Matriz de Valor se determinaron los tiempos de ciclo, la composición de actividades y la Eficiencia del Ciclo de Proceso de cada modelo; finalmente se realizó un estudio de la composición de piezas, consumo y costos de materiales, en conjunto con la información recabada en el ámbito productivo se determinaron los aspectos a mejorar en el proceso de costura. Con base a ello se planteó la necesidad de realizar ciertas estandarizaciones a nivel de patronaje y operaciones fabriles. La aplicación de herramientas de manufactura esbelta en el análisis de los estándares de producción de calzado escolar incrementaron la productividad en la familia balerina con correa en un 33,3% por turno de trabajo, mientras que el tiempo de ciclo disminuyó en un 27,9% por par y la eficiencia del ciclo del proceso tuvo una mejora de un 24%. Al considerar el flujo de producción alineado al takt time se obtienen mejores tiempos de entrega, en complemento con Heijunka y Kanban los niveles de servicio son altos principalmente cuando el tamaño de lote disminuye o existen paros no planificados durante la jornada de producción. El proceso de armado con los métodos de trabajo obtenidos tienen una productividad promedio de 356 pares/ turno y un tiempo de ciclo de 12,8 min/par. Al concluir el

trabajo de tesis se evidencia la aplicabilidad de los sistemas esbeltos como una herramienta que permita tener procesos ágiles, eficientes e innovadores en pro de la satisfacción del cliente a través de menores costos y tiempos de entrega.

Antecedente Nacional

Bermejo, J. (2019). “Lean manufacturing para la mejora del proceso de fabricación de calzado para damas”. Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial, presentado en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos en Lima. La tesis tiene el objetivo de mejorar el proceso de fabricación a través de la eliminación de despilfarros, para este fin se hizo uso de la metodología Lean Manufacturing (manufactura esbelta) con sus respectivas herramientas (5S, Jidoka, Kanban y SMED). La aplicación de las 5S permitió tener un adecuado ambiente de trabajo y evitó movimientos innecesarios en la búsqueda de materiales y herramientas. La implementación de la herramienta Jidoka a través de la Automatización y la Matriz de auto calidad permitieron reducir en 4 el número de pares de calzados defectuosos, lográndose disminuir en 57.14% los productos defectuosos del total de pares producidos. La implementación de la herramienta Kanban a través del Pull System, el VSM, el Layout, el Diseño de la “U” logística y el sistema de tarjetas permitieron reducir el tiempo de abastecimiento en 2 minutos, lo cual representa un 10.00% del tiempo de abastecimiento inicial de producción. La implementación de la herramienta SMED permitió reducir en 4,7 minutos el tiempo de preparación para el cambio de lote de producción, lo cual representa 102 un 47.22% del tiempo de preparación para el cambio de lote de producción inicial. Las herramientas implementadas en su conjunto lograron incrementar la productividad en 20.00%, por un lado permitieron reducir el tiempo de producción por par de calzado en 5

minutos, lo cual representa un 20.83% del tiempo actual, además se incrementó el número de pares de calzados diarios producidos en 16 pares, lo cual representa un 23.53% de la producción.

Díaz, J. (2018). “Lean Manufacturing para Mejorar la Productividad en la Línea de Producción de Calzados de Cuero”. Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial, presentado en la Universidad Peruana Los Andes en Huancayo. La investigación tiene como objetivo general determinar de qué manera influye la metodología Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la línea de producción de calzados de cuero. El tipo de investigación es aplicada, el nivel es descriptivo y explicativo, el diseño es cuasi experimental. Concluyó que aplicación de la metodología Lean Manufacturing mejora la productividad de la línea de producción de calzados de cueros en la empresa Valores Industriales S.R.L. Los resultados mejoraron de 76% a un 93%, aplicando la herramienta VSM se identificó las mudas y se redujo el tiempo de entrega (LT) de un 54% a un 46%, también se redujo el valor de entrega (VA) de 55% a un 45%, por otro lado con la herramienta 5s se redujo los desperdicios de un 33% a un 72%. Lo cual resulta favorable en un periodo mínimo de tiempo para reducir y eliminar los desperdicios de la empresa.

Antecedente Local

Neyra, D. (2018). “Implementación de las Herramientas de Lean Manufacturing para incrementar la Productividad de la empresa de calzado Maytte S.A.C. 2018.” Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial, presentado en la Universidad Cesar Vallejo en Trujillo. El objetivo de la tesis es Implementar las herramientas de Lean Manufacturing para incrementar la productividad en la empresa de

calzado Maytte S.A.C en el año 2019, el estudio es de tipo aplicado y el diseño pre experimental. Las herramientas utilizadas en la investigación fueron: estudio de tiempos, 5s, Poka Yoke y SMED. Al analizar el proceso de fabricación de calzado se determinó que el proceso tiene un tiempo estándar de 1244 minutos, generando a la vez 34% de actividades improductivas la cual genera una productividad de 0.00132 docenas de botas/ m² de cuero, 6.45 docenas/ trabajador, 0.062 docenas/H-H y 0.0065 docenas/soles. Se determinó las principales causas que afectan la productividad dentro de ellas tenemos la limpieza deficiente en el calzado, demoras en el proceso, desorden en el taller, materiales defectuosos, inadecuado ambiente de trabajo, inadecuado control de piezas y retrasos en las entregas del, estos inconvenientes se deben a una falta de cultura de planificación, organización y estandarización de procesos así como el análisis y la práctica de la mejora continua en el proceso de fabricación de calzado (botas). La implementación de las herramientas de Lean Manufacturing utilizó como soporte la implementación de herramienta 5S, la cual incrementó en 60% la organización, orden y limpieza de las áreas de trabajo; por otro lado, con la implementación de la herramienta SMED permitió reducir el tiempo ciclo de fabricación de botas en un 11% respectivamente; y con la implementación de Poka Yoke se permitió mejorar algunos métodos de trabajo reduciendo los % de errores o fallas a 0%, así mismo también se redujo los tiempos en las diferentes áreas como en cortado 25% , armado en 9 % y alistado en un 10%. 93. La productividad ha incrementado en un 10% respecto al tiempo estándar que se invierte para fabricar botas.

Rios, E (2018). “Aplicación de lean manufacturing para aumentar la productividad de la línea de producción de calzado de seguridad GYW de la empresa Segusa”, Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial, presentado en la Universidad Nacional de Trujillo. La presente tesis tiene como objetivo Incrementar la productividad de la Línea de producción Good Year Welt (GYW) en la empresa SEGUSA SAC a través de la implementación de herramientas de Lean Manufacturing. El proyecto de investigación tendrá un enfoque cuantitativo, con nivel descriptivo – explicativa y con un diseño pre-experimental. Con la implemetación de Lean Manufacturing la productividad aumento de 1,90 a 2,61 pares por hora-hombre, reduciendo la mano de obra de 21 a 17 operarios. La nueva distribución de las áreas logró reducir en 18,4% las distancias recorridas, de 1 520 a 1 240 m, y en 24,4% el tiempo empleado para estos recorridos, de 0,9 a 0.68 h. Implica un aumento en la productividad de 0,05 pares por hora-hombre en promedio, es decir 9,6 pares más producidos en el turno. La implementación de las 5’S logró pasar de un 22% a un 82% en porcentaje de cumplimiento del estado actual de 5’s, ello obtuvo como resultado una reducción de 74,3% de las paradas operacionales 5’s, de 2,9 a 0,36 h en promedio. Implica un aumento en la productividad de 0,08 pares por hora-hombre en promedio, equivalente a 16,1 pares más producidos en el turno. Con la aplicación de estas herramientas se alcanzó a mejorar la productividad total de la línea en 0,84 pares por hora-hombre en promedio por turno de producción, en término porcentuales se consiguió aumentar la productividad un total de 44,4%.

1.3.Bases Teóricas

Lean Production

Lean Production o Manufacturing según Hernández, J. & Vizán, A. (2013), es una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción identificando y eliminando todo tipo de desperdicios que no agregan valor al cliente, como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de lo que necesitan. Por su parte Rojas, A. & Gisbert, V. (2017), indican que no es una filosofía estática ni radical que se aleja de lo ya conocido, sino más bien consiste en la combinación de distintos elementos, técnicas, aplicaciones y mejoras surgidas en la elaboración del trabajo. Al respecto Madarriaga, F. (2013), menciona que el lean manufacturing es un nuevo modelo de organización y gestión del sistema de fabricación que persigue la mejor calidad, el menor lead time y el menor coste mediante la eliminación continua del despilfarro.

Según Warnecke, H. & Hüser, M. (1995), la “producción ajustada”, o más bien la “gestión ajustada”, es un enfoque intelectual que consiste en un sistema de medidas y métodos que, en conjunto, tienen el potencial de generar un estado ajustado y competitivo en una empresa. Del mismo modo Villaseñor, A. & Galindo, E. (2007), menciona que la producción esbelta o sistema de producción Toyota, refiere a realizar las actividades con menos tiempo, menos espacio, menos esfuerzos humanos, menos maquinaria, menos materiales, siempre y cuando se le esté dando al cliente lo que desea. Según este modelo las empresas adoptan una filosofía de gestión basada en la mejora continua que ofrece la posibilidad de mejorar los resultados y que implica a todos los niveles de la organización

(Alarcón, M. & Fuentes, J. 2007). En la Figura 1 se visualiza los Modelos de Lean Production a través del tiempo en su forma de mejora continua según Ferrás, X. (2004).

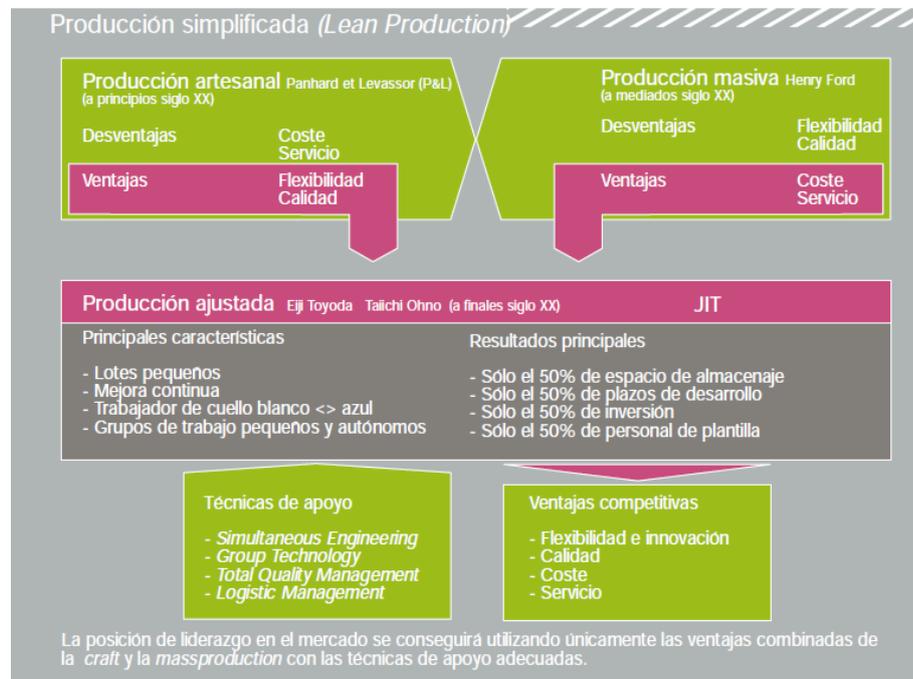


Figura 1: Modelos históricos de Lean Production (Ferrás, X. 2004).

Estructura Lean

En la casa Lean según Hernández, J. & Vizán, A. (2013), el techo de la casa está constituido por las metas perseguidas que se identifican con la mejor calidad, el más bajo costo, el menor tiempo de entrega o tiempo de maduración (Lead-time). Sujetando este techo se encuentran las dos columnas que sustentan el sistema: JIT y Jidoka. El JIT, tal vez la herramienta más reconocida del sistema Toyota, significa producir el artículo indicado en el momento requerido y en la cantidad exacta. Jidoka consiste en dar a las máquinas y operadores la habilidad para determinar cuándo se produce una condición anormal e inmediatamente detener el proceso. Ese sistema permite detectar las causas de los problemas y eliminarlas de raíz de manera que los defectos no pasen a las estaciones siguientes. La base de la

esta casa consiste en la estandarización y estabilidad de los procesos: el heijunka o nivelación de la producción y la aplicación sistemática de la mejora continua. A estos cimientos tradicionales se les ha añadido el factor humano como clave en la implantación del Lean, factor éste que se manifiesta en múltiples facetas como son el compromiso de la dirección, la formación de equipos dirigidos por un líder, la formación y capacitación del personal, los mecanismos de motivación y los sistemas de recompensa. Todos los elementos de esta casa se construyen través de la aplicación de múltiples técnicas que han sido divididas según se utilicen para el diagnóstico del sistema, a nivel operativo, o como técnicas de seguimiento.

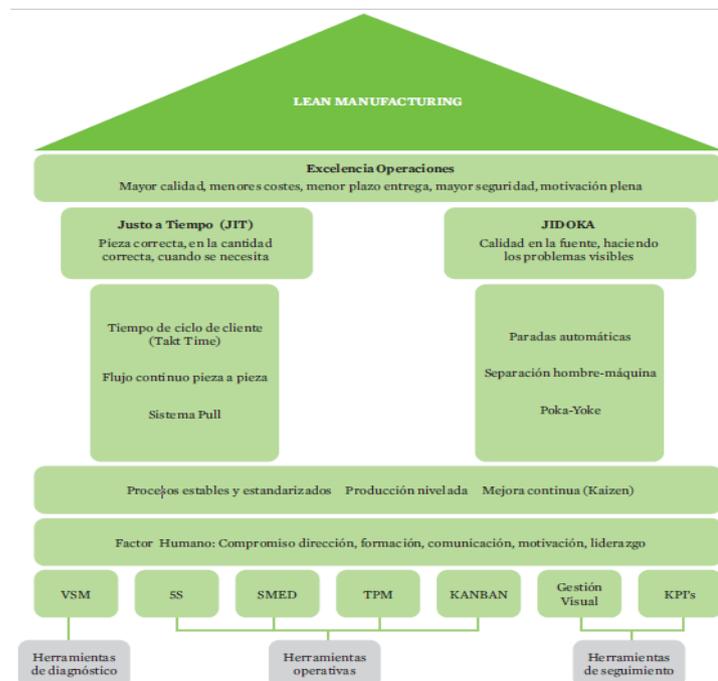


Figura 2 : Casa Lean según Hernández, J. & Vizán, A. (2013)

Principios del sistema Lean Production

Hernández, J. & Vizán, A. (2013), indican que además de la casa Toyota los expertos recurren a explicar el sistema identificando los principios que fundamentan el Lean Manufacturing. Los principios más frecuentes del sistema son: trabajar en planta y comprobar las cosas in situ, formar líderes de equipos

que asuman el sistema y lo enseñen a otros, interiorizar la cultura de “parar la línea”, crear una organización que aprenda mediante la reflexión constante y la mejora continua. Por otro lado Alarcón, M. & Fuentes, J. (2007) manifiestan que los principios del lean production están relacionados con los que afectan directamente a la producción y al producto, como se visualiza en la siguiente tabla.

Tabla 1:

Principios de Lean Production (Alarcón, M. & Fuentes, J. 2007).

Principios que afectan a producción	Principios que afectan al producto
Producción en pequeños lotes (JIT)	Rápida sustitución de modelos de productos
Mínimo inventario en proceso	Expansión frecuente de modelos de productos
Concentración geográfica de plantas de ensamblaje y producción de componentes	Alto nivel de ingeniería en proveedores
Sistema tipo “Pull” y utilización de tarjetas kanban	Jefe de proyecto de alta representatividad
Nivelación de la producción	Continuidad en equipos de diseño y dirección
Cambio rápido de útiles	Riguroso plan de ingeniería y disciplina de trabajo
Racionalización de maquinaria y líneas	Sistemas de comunicación adecuado
Estandarización del trabajo	Uso experto de diseño de útiles asistido por ordenador
Dispositivos automáticos a prueba de errores	Mejora continua incremental del producto
Trabajadores multidisciplinarios	
Alto nivel de subcontratación	
Uso selectivo de automatización	
Proceso continuo de mejora	

Asimismo Ahlström, P. (1998), encuentra que los principios base de Lean Production se implantan en paralelo, comenzando con la eliminación del despilfarro, particularmente, a través de células de fabricación gestionadas por equipos multifuncionales y trabajando dentro de un sistema “pull”. Estos

principios están apoyados permanentemente por un sistema de información vertical y por líderes de grupo encuadrados en equipos multifuncionales. En la Figura 3 se representa dicho proceso de implantación dividiendo los principios Lean en cuatro grupos según su secuencia conjunta de adopción

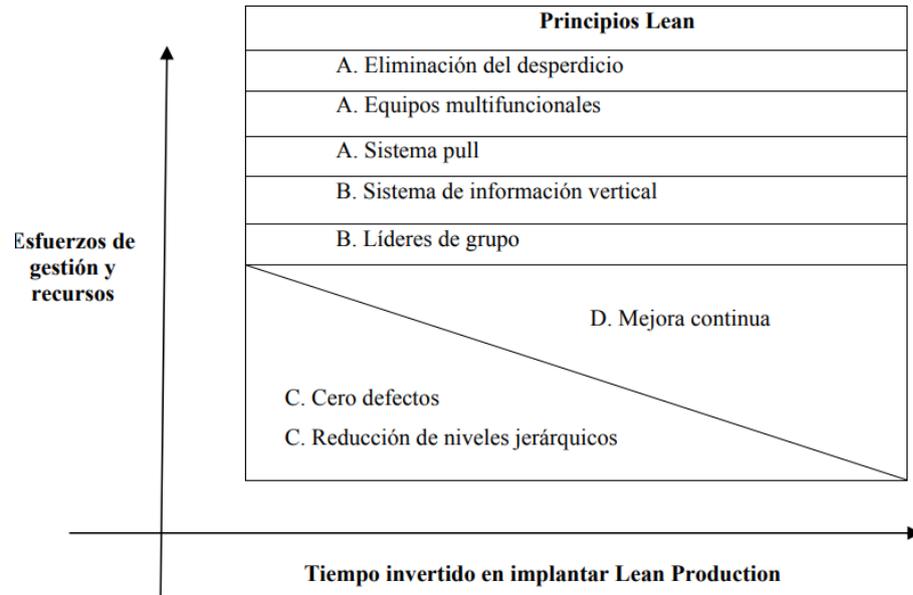


Figura 3: Proceso de implantación de lean producción (Ahlström, P. 1998)

Herramientas Lean Production

Metodología 5s

Según Madarriaga, F. (2013), las 5S proviene de las cinco palabras japonesas seiri (separar), seiton (ordenar), seiso (limpiar), seiketsu (control visual) y shitsuke (disciplina), que resumen los cinco pasos a seguir para implantar esta metodología.

Las cinco S son una metodología enfocada a mejorar las condiciones del puesto de trabajo, que propicia: mejorar la seguridad y calidad, reducir las averías, reducir los tiempos de cambio (*muda*) y su variación (*mura*) al eliminar las

búsquedas y minimizar desplazamientos a la hora de manipular los materiales y herramientas necesarios para el cambio, reducir el tiempo de ciclo del operario y su variación (mura) al disponer de forma adecuada las herramientas y útiles necesarios para realizar el ciclo de trabajo

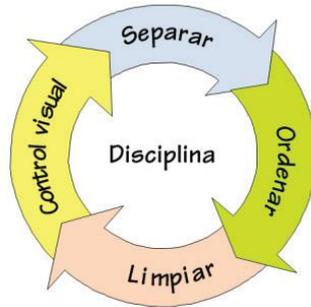


Figura 4 : Los cinco pasos de las 5S (Madarriaga, F. 2013)

Separar (seiri)

Este primer paso consiste en separar los elementos del puesto de trabajo en dos categorías: necesarios e innecesarios. Son innecesarios aquellos elementos que no prevemos utilizar a corto y medio plazo en las actividades normales de producción. Los elementos innecesarios entorpecen la utilización de los elementos necesarios y son una fuente de variación (Madarriaga, F. 2013).

La tarjeta roja es una herramienta de control visual usada para evidenciar a simple vista, artículos sobre cuya utilización se tiene duda y deben ser descartados o reubicados, a fin de mejorar la organización de las diversas áreas de la empresa (Cruz, J. 2010).

No. _____

TARJETA ROJA 5'S
Información Gen-

Propuesta por _____ Responsable de área _____
Área / Depto. _____
Descripción de artículo _____

CATEGORIA

Máquina/Equipo Material gastable
 Herramienta Materia prima
 Instrumento Trabajo en proceso
 Partes eléctricas Producto terminado
 Partes mecánicas Otros

OTROS/COMENTARIO _____

RAZON DE TARJETA

Inecesario Defectuoso
 Fuera de especificaciones Otros
Otros _____

ACCION REQUERIDA

Eliminar
 Agrupar en espacio separado
 Retornar
Otros: _____

Fecha inicio ____/____/____ Final de la acción ____/____/____

3" 6"

Figura 5 : Tarjeta Roja (Cruz, J. 2010)

Ordenar (seiton)

Tiramos lo que no sirve y establecemos normas de orden para cada cosa. Se coloca las normas a la vista para que sean conocidas por todos y en el futuro permitan practicar la mejora de forma permanente. Así pues se los objetos/herramientas de trabajo en orden de tal forma que sean de fácil acceso para su uso, bajo el slogan "un lugar para cada cosa" (Sacristán, F. 2005).

Limpiar (seiso)

Realizar la limpieza inicial con el fin de que el operado/administrativo se identifique con su puesto de trabajo y maquinas/equipos que tenga asignados. No se trata de hacer brillar las máquinas y equipos, sino de enseñar al operario/administrativo como son sus máquinas/equipos por dentro e indicarle, en una operación conjunta con el responsable, donde están los focos de suciedad de su máquina/puesto (Sacristán, F. 2005).

Control visual (seiketsu)

A través de gamas y controles, iniciar el establecimiento de los estándares de limpieza, aplicarles y mantener el nivel de referencia alcanzado. Así pues, esta consiste en distinguir fácilmente una situación normal de otra anormal mediante normas sencillas y visibles para todos (Sacristán, F. 2005).

Disciplina (shitsuke)

Realizar la auto inspección de manera cotidiana, cualquier momento es bueno para revisar y ver cómo estamos, establecer las hojas de control y comenzar su aplicación, mejorar los estándares de las actividades realizadas con el fin de aumentar la fiabilidad de los medios y el buen funcionamiento de los equipos de oficinas. En definitiva ser responsables para mantener el nivel de referencia, entrenando con disciplina y autonomía a todos. (Sacristán, F. 2005).

Ventajas de la metodología 5s

Las ventajas de las 5S según Sacristán, F. (2005) son:

- La implantación de las 5s se basa en el trabajo en equipo, permitiendo involucrar a los trabajadores en el proceso de mejora desde su conocimiento del puesto de trabajo. Los trabajadores se comprometen, valoran sus aportaciones y conocimientos de mejora continua haciéndose una tarea de todos.
- Manteniendo y mejorando el nivel de las 5s se consigue una mayor productividad que se traduce en: menos productos defectuosos, menos averías, menos accidentes, menor nivel de existencias o inventarios, menos

movimientos y traslado inútiles, menor tiempo para el cambio de herramientas.

- Mediante la organización, el orden y la limpieza, logramos un mejor lugar de trabajo para todos consiguiendo: más espacio, satisfacción por el lugar en el que se trabaja, mejor imagen ante nuestros clientes, mayor cooperación y trabajo en quipos, mayor compromiso y responsabilidad en las tareas, mayor conocimiento del puesto de trabajo

Heijunka

Para Hernández, J. & Vizán, A. (2013), Heijunka es la técnica que sirve para planificar y nivelar la demanda de clientes en volumen y variedad durante un periodo de tiempo, normalmente un día o turno de trabajo. Evidentemente, esta herramienta no es aplicable si hay nula o poca variación de tipos de producto.

Del mismo modo para la aplicación del Heijunka existen una serie de técnicas que, integradas en su conjunto, permiten obtener un sistema avanzado de producción con flujo constante, ritmo determinado y trabajo estandarizado, lo que proporciona unas ventajas muy significativas desde el punto de vista de la optimización de mano de obra, minimización de inventarios y tiempos de respuesta al cliente. Estas técnicas son:

Usar células de trabajo.

El diseño que mejor cumple los requerimientos básicos de la gestión Lean es la denominada “célula flexible” (o de trabajo), que responde al concepto de flujo de

actividades muy cercanas y que adopta la forma física de “U”. Lo esencial de la distribución en U es que la entrada y la salida de una línea se encuentran en la misma posición. El flujo continuo transforma varios procesos que trabajan de forma independiente en una celda de trabajo conjunta donde todos los procesos van ligados uno después del otro.

Cada celda se diseña para producir una familia de partes o una cantidad limitada de familias de partes. Una familia de partes es un grupo de piezas o subconjuntos del producto principal que poseen similitudes en la forma geométrica y el tamaño, o en las fases de fabricación. La celda incluye equipo especial de producción y técnicas y soportes personalizados para optimizar la producción de las familias de partes. En esta situación, cada celda se convierte en una fábrica dentro de la fábrica.

A la hora de diseñar células de células se hacen necesarios ciertos requerimientos:

- Identificar familias de productos, a menudo utilizando tecnología de grupos.
- Contar con personal capacitado y flexible.
- Disponer de personal de apoyo o empleados imaginativos y flexibles para establecer las células de trabajo iniciales
- Diseñar sistemas antierror en cada estación de la célula.
- Mejor cumplimiento de los requisitos establecidos por el cliente, en calidad y plazos.
- Reducción del inventario en proceso ya que la célula de trabajo se establece para proporcionar un flujo equilibrado de maquina a máquina.
- Reducción en el espacio de la planta ya que se necesita de menos espacio entre las máquinas para el inventario en proceso.

Flujo continuo pieza a pieza.

El concepto de flujo continuo se resume mediante una frase simple: “mover uno, producir uno” (o “mover un pequeño lote, fabricar un pequeño lote”). Es fundamental el papel del flujo continuo dentro de la filosofía Lean en la que hay que asegurar que una operación “aguas arriba” nunca hace más de lo que requiere una operación “aguas abajo”, de manera que nunca se produce más de lo que solicita un cliente.

El flujo continuo supone configurar todo el proceso para que dicho flujo se interrumpa lo menos posible, de modo que se pueda trabajar a un ritmo fluido y, para hacerlo posible, se necesitan contemplar tres niveles distintos:

1. Flujo de información normalizado para tomar decisiones aplicando las técnicas siguientes:

- La nivelación para distribuir la producción de la forma más fluida.
- Las tarjetas kanban para indicar la necesidad de material.
- El seguimiento diario de procesos para localizar las desviaciones y resolver problemas cuanto antes.

2. Flujo de materiales. Al reducir el despilfarro paso a paso, se crea un flujo de materiales con el menor plazo de producción posible mediante el uso de las técnicas siguientes:

- Un flujo pull entre todos los procesos para reducir el trabajo en proceso.
- Un equipo necesario para el flujo de proceso.
- Una organización multiproceso
- Unas entregas frecuentes.

3. Flujo de operarios (trabajo normalizado). Al formar a los operarios y asignarles las técnicas adecuadas, se crean estaciones de trabajo que ofrecen gran flexibilidad y eficacia. Para ello es necesario:

- Sincronizar el proceso según el takt time.
- Crear celdas o líneas flexibles.
- Formar a los operarios para trabajar en líneas multiproceso (polivalencia del personal).
- Normalizar el trabajo para distinto número de operarios en función de la demanda del mercado.

Producir respecto al Takt time (tiempo de ritmo).

El takt, “compás” en idioma alemán, se emplea para sincronizar el tiempo de producción con el de ventas, convirtiéndose en un número de referencia que da una sensación del ritmo al que hay que producir. Se calcula dividiendo el tiempo disponible de producción por la demanda del cliente, todo ello en un periodo dado. Así pues, el takt time se puede describir mediante la siguiente fórmula:

Takt time = (tiempo operativo por periodo en segundos.) / (Demanda cliente por periodo en unidades).

Nivelar el mix y el volumen de producción.

La programación de grandes series o lotes en los procesos finales de montaje o procesos reguladores evita realizar muchos cambios pero esto crea serios problemas en el resto del flujo de valor.

Muchas empresas encargan lotes grandes de trabajo a los procesos de planta, lo cual causa los siguientes problemas:

- No hay ni sentido de takt time ni pull con el que responder.
- El volumen de trabajo se encarga de manera aleatoria con picos y valles que causan caos en máquinas, trabajadores y supermercados.
- La situación se hace difícil de monitorizar.
- Con tal cantidad de trabajo cada proceso tiende a secuenciar las ordenes por su cuenta, lo cual incrementa el periodo de maduración o lead time y la necesidad de expedir órdenes.
- Responder a cambios en requerimientos de clientes se vuelve muy complicado.

Una de las formas más efectivas de evitar dicho efecto consiste en realizar un mix o mezcla lo más nivelada posible en el proceso regulador. Nivelar el mix de producción significa producir en pequeños lotes, incrementando el número de cambios y manteniendo las variantes de componentes a disposición en la sección de montaje

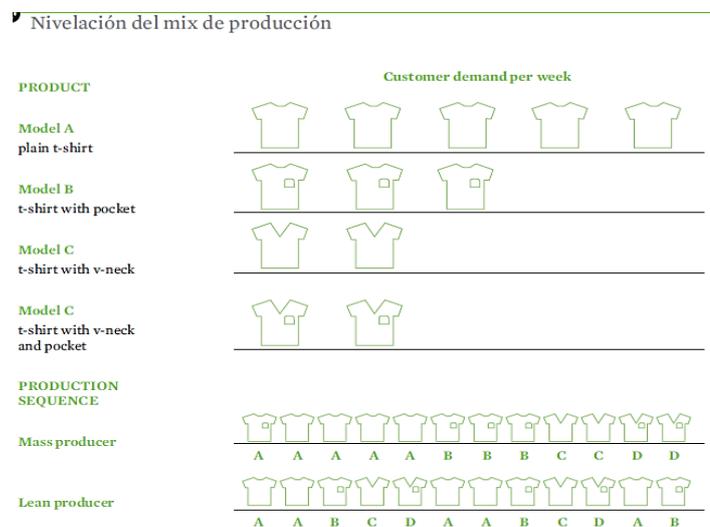


Figura 6 : Nivelación del Mix de Producción (Hernández, J. & Vizán, A. 2013)

Trabajo Estándar

Según Hernández, J. & Vizán, A. (2013), mencionan que los estándares afectan a todos los procesos de la empresa, de manera que donde exista el uso de personas, materiales, máquinas, métodos, mediciones e información (5M +1I). A continuación se expone una aproximación a los estándares de producción más importantes:

Estandarización para el control de la calidad

- Inspección de proceso.
- Comprobación de herramientas de corte.
- Análisis de problemas.
- Operaciones estándares.
- Estándares de seguimiento y análisis de defectos mediante herramientas de control de calidad (gráficos, histogramas, diagramas de pareto, diagramas causa-efecto, hojas de chequeo, estratificación de datos, diagramas de dispersión, cuadros de control).

Estandarización para la gestión de operaciones

- Análisis de operaciones para establecimiento de análisis de tiempos.
- Procedimientos de detección de despilfarros.
- Acciones de mejora continua (Listas de mejora, hojas de planificación de mejoras, resultados de la mejora, informes temporales de mejoras).
- Procedimientos de definición de operaciones y procesos (hojas, gráficos, diagramas).
- Especificaciones de equipos con datos de capacidad.
- Tiempos estándares.

Estandarización para la gestión de control de la producción

- Seguimiento de trabajo y órdenes de producción (programas diarios de producción).
- Seguimiento de averías e interrupciones de máquina.
- Paneles de información visual de planificación.
- Progreso de los procesos y estado de la planta.

La Hoja de Trabajo Estándar

Madariaga, F. (2013), menciona que la hoja de trabajo estándar sirve para estandarizar los procesos en tiempo haciéndolo más sencillo y más seguro, además se centra en los movimientos cíclicos del operario y su relación con las máquinas, los materiales y el tiempo.

- **Elemento de trabajo:** es el menor incremento de trabajo manual que puede ser transferido de un operario a otro.
- **Tiempo manual serie (TMS):** es el tiempo que el operario emplea en completar los elementos de trabajo que se realizan en serie con el ciclo automático de la máquina.
- **Tiempo manual paralelo (TMP):** es el tiempo que el operario emplea en completar los elementos de trabajo que se efectúan en paralelo con el ciclo automático de la máquina. Por ejemplo, rebabar la pieza descargada, inspeccionarla y depositarla en la caja correspondiente.

- **Espera:** tiempo que el operario espera a que la máquina termine su ciclo automático. Es uno de los siete despilfarros.
- **Tiempo de ciclo (TC):** es el tiempo que transcurre entre la obtención de dos piezas consecutivas a la salida de un proceso. En el caso de que el proceso fuera realizado por un operario con una sola máquina, el tiempo de ciclo (TC) coincidiría con el tiempo base (TB).

$$\text{Takt time} = \frac{\text{Tiempo disponible de trabajo por turno}}{\text{Demanda del cliente por turno}}$$

Productividad

Definición

Prokopenko, J (1989), menciona que la productividad es la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla. Así pues, la productividad se define como el uso eficiente de recursos trabajo, capital, tierra, materiales, energía, información en la producción de diversos bienes y servicios.

Una productividad mayor significa la obtención de más con la misma cantidad de recursos, o el logro de una mayor producción en volumen y calidad con el mismo insumo. Esto se suele representar con la fórmula:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producto}}{\text{Insumo}}$$

La productividad también puede definirse como la relación entre los resultados y el tiempo que lleva conseguirlos. El tiempo es a menudo un buen denominador, puesto que es una medida universal y está fuera del control humano. Cuanto menor tiempo lleve lograr el resultado deseado, más productivo es el sistema.

Independientemente del tipo de sistema de producción, económico o político, la definición de productividad sigue siendo la misma. Por consiguiente, aunque la productividad puede significar cosas diferentes para diferentes personas, el concepto básico es siempre la relación entre la cantidad y calidad de bienes o servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados para producirlos (Prokopenko, J. 1989),

.Limitantes de la Productividad

Socconini, L. (2019), en un proceso se utilizan materiales, personas, recursos naturales, tecnología y recursos financieros que dan como resultado un producto o servicio. En todo proceso se realiza ciertas actividades de transformación, cuya eficacia se mide por sus indicadores de productividad. Los ingenieros japoneses han clasificado estas limitantes en tres grupos diferentes debido a que todas empiezan con MU:

Muri (Sobrecarga): La productividad disminuye cuando se les impone una carga de trabajo que rebasa su capacidad.

Mura (Variabilidad): Definida a la falta de uniformidad generada desde los elementos de entrada de los procesos como materiales, especificaciones, entrenamiento, habilidades, métodos y condiciones de maquinarias produciendo una falta de uniformidad en los procesos.

Muda (Desperdicio): Definido por el exceso en el sistema productivo. Toyota clasifica en 7 grandes grupos los desperdicios o mudas.

1. Muda de sobreproducción. Significa sobre producir básicamente: Producir más de lo necesario, producir más rápido de lo requerido, manufacturar productos antes de que se necesite.

2. Muda de sobre inventario: Material, producto en proceso o producto terminado que exceden a la necesidad de satisfacer la demanda. Por lo general se generan para evitar: pronósticos erróneos sobre demanda esperada, desequilibrio en la producción, prevención de paradas de máquinas, desconocimiento de capacidad real de producción, distribución inadecuada de planta entre otras.

3. Muda de productos defectuosos: Definida al producto terminado que carece de calidad, siendo las causas más frecuentes: procesos ineficientes, falta de control procesos, decisiones administrativas inadecuadas, capacitación inadecuada, altos niveles de inventarios, desconocimiento de las causas de los problemas etc.

4. Muda de transporte de materiales y herramientas: Consiste en todos aquellos traslados de materiales que no apoyan directamente el sistema de producción, ya sea por el exceso de equipo para transportar materiales, exceso de bandas transportadoras, exceso de estantes para materiales, deficientes administración de inventarios, etc.

5. Muda de procesos innecesarios: Definida a los procesos que no agregan valor al sistema de producción, la gestión adecuada consiste en la eliminación total, reduciendo e implicando el valor.

6. Muda de espera: Se refiere al tiempo perdido del operador esperando la función de la máquina. Todo esto implica un consumo de tiempo que no agrega valor y constituye el más común de todos los desperdicios de la industria,

7. Muda de movimientos incensarios del trabajador: Se refiere al traslado de personas de un punto a otro en su lugar de trabajo o en toda la empresa.

Factores del mejoramiento de la productividad

Prokopenko, J (1989) Los factores externos son los que quedan fuera del control de una empresa determinada, y los factores internos son los que están sujetos a su control.

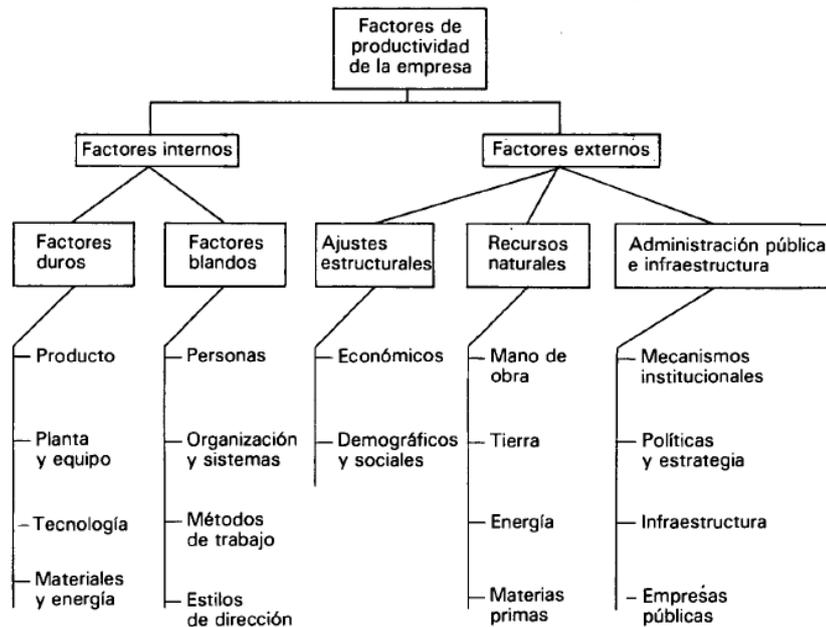


Figura 7 : Modelo integrado de factores de la productividad de una empresa (Prokopenko, J. 1989)

Medición de la productividad

Gutiérrez, H. (2014,), la productividad se mide por (resultados o servicios obtenidos entre recursos utilizados); estos se obtienen en unidades fabricadas,

productos vendidos o en ganancias mientras que los recursos alcanzan cuantificarse por cantidad de los trabajadores y horas máquinas. En las empresas la productividad se mide para mejorar los puntos críticos del trabajo y contribuir la eficiencia y eficacia

Productividad: mejoramiento continuo del sistema más que producir rápido, se trata de producir mejor

Productividad = Eficiencia X Eficacia

$$\frac{\text{Unidad producida}}{\text{Tiempo total}} = \frac{\text{Tiempo útil}}{\text{Tiempo real}} \times \frac{\text{Unidad producidas}}{\text{Tiempo útil}}$$

Eficiencia = 50%

- 50% de tiempo se desperdicia en:
- Programación
- Paros no programados
- Desbalanceo de capacidades
- Mantenimiento y relaciones

Eficacia = 80%

- De 100 unidades 80 están libres de defectos
- 20 tuvieron algún tipo de defecto

Figura 8: Productividad y sus componentes (Gutiérrez, H. 2014).

Tipos de productividad

La productividad puede clasificarse en productividad parcial y productividad total (Jiménez, F. & Espinoza, C. 2006).

- **Productividad Parcial:** En este tipo de productividad se caracteriza por un solo tipo de insumo utilizado, analizando el rendimiento de factores individualmente

$$\text{Productividad Parcial} = \frac{\text{Salida Total}}{\text{Una Entrada}}$$

- **Productividad Total:** La productividad total es la medición de todos los productos entre todos los insumos, su resultado se expresa una reducción o incremento de inventario

$$\text{Productividad Total} = \frac{\text{Salida Total}}{\text{Entrada Total}}$$

1.4. Definición de Términos

Balanceo de Línea: Es un proceso a través del cual, con el tiempo, se van distribuyendo los elementos del trabajo dentro del proceso en orden, para que se alcance la velocidad de producción determinada por la demanda

Estrategia Push: Estrategia de empujón o de Push, a través de la cual el productor o fabricante dirige la promoción a los intermediarios o canales de distribución. Aquí se trabaja mucho en la exhibición de los productos, con la finalidad de empujar a los distribuidores para que promocionen nuestros productos.

Estrategia Pull: La estrategia “pull” tiene como objetivo que el consumidor exija nuestros productos en el punto de venta para forzar al minorista a tener en existencias dicho producto o marca. A su vez el minorista lo solicita al mayorista y éste al fabricante.

Lead Time: Es el tiempo transcurrido en un sistema productivo, desde el inicio con la entrega de materia prima hasta el despacho del producto final al cliente.

Takt Time: Es el tiempo que necesita una operación para producir y entregar una cantidad conjunta de trabajo en curso de producción a una operación. El tiempo de paso es, por tanto, el producto del takt time (definido por la demanda de los clientes) y por la cantidad conjunta (definida por la empresa).

1.5. Formulación del problema

¿En Qué medida influye la implementación de herramientas Lean Production en la productividad de la empresa Calzados Amer en el año 2019?

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Determinar la medida en que influye la implementación de herramientas Lean Production en la productividad de la empresa Calzados Amer.

1.6.2. Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico de la situación actual de la empresa calzados Amer.
- Diseñar la metodología de implementación de herramientas Lean Production en la empresa Calzados Amer.
- Calcular la variación de la productividad después de la propuesta a implementar en Calzados Amer.
- Evaluar el efecto Económico de la implementación de herramientas Lean Production en Calzados Amer.

1.7. Hipótesis

La implementación de herramientas Lean Production incrementa por lo menos en 20% la productividad de la empresa Calzados Amer en el año 2019.

1.8. Variables

1.8.1. Variable independiente

- Herramientas Lean Production.

1.8.2. Variable dependiente

- Productividad de la empresa Calzados Amer

1.9. Operacionalización de Variables

En la siguiente tabla se presenta la operacionalización de las variables según sus dimensiones

Tabla 2 :

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Formula
			Estandarización de índices de consumo de adhesivos	% de adhesivos con índice de consumo	$\left(\frac{\text{Total de adhesivos con índice de consumo}}{\text{Total de adhesivos}}\right) * 100$
Herramientas Lean Production	Filosofía de mejora continua que permite optimizar un sistema de producción centrándose en identificar y eliminar todo tipo de desperdicios encontrados en el proceso (Hernández & Vizán, 2013)	Lean Production es un conjunto de herramientas que busca optimizar y mejorar el sistema productivo eliminando desperdicios y actividades que no generen valor	Habilidad técnica en corte de cuero	% de actividades estandarizadas	$\left(\frac{\text{Actividades estandarizadas}}{\text{Total de actividades}}\right) * 100$
				% de trabajadores capacitados	$\left(\frac{\text{Colaboradores capacitados}}{\text{Total de colaboradores}}\right) * 100$
				% de cumplimiento con la demanda	$\left(\frac{\text{Pares entregados/mes}}{\text{Pares solicitados/mes}}\right) * 100$
Productividad	La productividad es el resultado obtenido y los recursos empleados en un sistema productivo (Gutiérrez, H. 2014).	La productividad permite medir la producción con respecto a los recursos utilizados para dicha producción	Productividad Total	Índice de productividad	$\left(\frac{\text{Salida Total /mes}}{\text{Entrada Total /mes}}\right)$

Matriz de operacionalización de variables

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Según el enfoque, esta investigación se considera dentro del enfoque cuantitativo ya que se utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico

Según el alcance, el presente estudio es correlacional, porque busca conocer la influencia de la implementación de herramientas Lean Production sobre la productividad de la empresa Calzados AMER en el año 2019.

De acuerdo con el diseño la presente investigación es de tipo diagnóstica y propositiva, basada en la ciencia formal.

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

- **Población:** Se considera todas las áreas de la empresa Calzados AMER
- **Muestra:** El área de producción de calzados AMER, ya que en ella se centran la mayor cantidad de causas para determinar la productividad de Calzados AMER.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1. Técnicas de recolección de datos

- **Revisión documentaria:** Se revisará de manera minuciosa y cuidadosa los documentos y archivos tales como, flujos de caja, historial de ventas mensual, Registros de compras mensuales, entre otros documentos que ayuden al diagnóstico de la investigación.

- **Observación:** Se realizará una observación directa y sistemática en el área operativa de producción de Calzados AMER, con el objetivo de diagnosticar la situación actual. Al respecto Hernández, R. & Coello, S. (2012), indican que “la observación científica es la percepción planificada, dirigida a un fin y relativamente prolongada de un hecho o fenómeno. Es el instrumento universal del científico, se realiza de forma constante y orientada a un objetivo determinado” p.72

2.3.2. Instrumentos

Para llevar a cabo la presente investigación se utilizará los instrumentos mencionados a continuación.

- **Formatos de registro:** Se utilizará formatos diseñados en Excel para consolidar la información recabada de la revisión documentaria.
- **Cámara fotográfica:** Servirá para captar imágenes y videos de las operaciones, áreas del taller donde se pueda encontrar mudas y trabajar en la eliminación de los hallazgos.
- **Guía de observación:** Servirá para el recojo de datos en la observación directa, se registra los datos de forma sistemática según el objetivo de investigación.

2.4.Procedimiento

En el siguiente esquema se describe el procedimiento del desarrollo de la investigación.

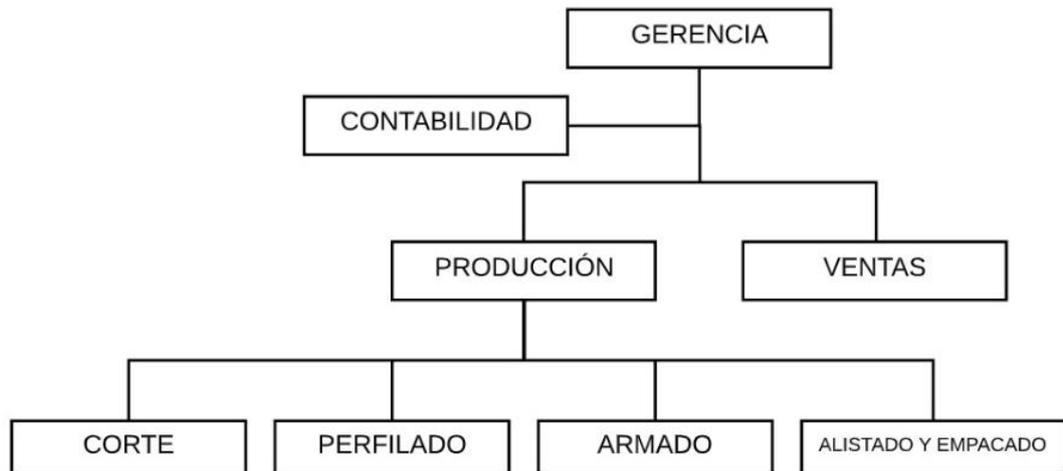
Tabla 3: *Procedimiento de recolección y tratamiento de datos*

Etapa	Descripción Del Procedimiento
Diagnostico	<p>En la etapa de diagnóstico de la presente relación se llevó a cabo las siguientes actividades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revisión de bibliografía: se revisó tesis, libro y otros medios electrónicos que ayudaron a diagnosticar la situación actual del sector en estudio asimismo las herramienta que se desarrollaran en la siguiente etapa • Diagrama de Ishikawa: ayudó a conocer el contexto interno (Calzados Amer) donde se identificó las causas raíces que influyen en la rentabilidad de la empresa. • Observación directa: Mediante la cual se logra conocer el proceso de fabricación de zapatos mocasines de AMER, además sirve para conocer el tiempo de ciclo de fabricar un par de zapatos • Se lleva a cabo con el objetivo de visualizar con mayor claridad las causas raíces y su efecto económico. • Matriz de indicadores: se aplica para tener una unidad de medida para cada causa raíz
Propuesta De Mejora	<ul style="list-style-type: none"> • Se desarrolló la metodología para implementar las herramientas Lean Production con el fin de mitigar el impacto negativo de las causas raíz identificada, dichas herramientas son Trabajo estándar, programación de la producción mediante Heijunka y 5s.
Evaluación Económico Financiera	<p>La etapa de evaluación económica financiera consta de las siguientes actividades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se realiza un presupuesto de la propuesta de mejora • Se determinó el porcentaje de financiamiento • Se calcula el cronograma de pago de la deuda en dos años • Posteriormente de elabora el flujo de caja • Por ultimo de calcula el VAN, TIR y tiempo de recuperación de la inversión

2.5. Generalidades de la empresa

2.5.1. Organigrama

Calzados Amer está registrada a nombre de una persona natural con negocios a nombre de Méndez Rodríguez Helder Hugo por ende solo tiene un organigrama básico, a continuación se presenta:



- **Gerencia:** La *Figura 9*: Organigrama de Calzados AMER gerencia es el área dedicada a la gestión integral del negocio desde la gestión con los clientes, la gestión de los materiales, insumos y todos los recursos que ingresan al proceso de producción, este también se encarga de la administración legal.
- **Contabilidad:** Se encarga de los procesos tributarios y obligaciones con la SUNAT, el contador es externo.
- **Ventas:** Encargada de colocar el producto en el cliente.
- **Producción:** Aquí se realiza el proceso de transformación de los materiales e insumos en producto terminado (zapatos mocasines)
- **Corte:** en el corte e inicia el proceso de fabricación de los mocasines, aquí llegan los materiales como cuero, badana, contrafuerte, selactic, cartón fibra, etc. y son cortados según los moldes se acuerdo a las tallas solicitadas.

- **Perfilado:** Esta es el área donde se encuentra la mayor cantidad de máquinas, aquí se unen las piezas cortadas en el área anterior a base de costuras y se forman los perfiles.
- **Armado:** ingresan los perfiles y las plantas o huellas y son unidas entre sí con adhesivos siguiendo como patrón las hormas.
- **Alistado y empaque:** En esta área se realiza el último proceso de producción, se da el acabado final de a los mocasines y luego son empacados en cajas para luego enviar al área de ventas.

2.5.2. Distribución de la Empresa:

AMER tiene dos principales áreas una administrativa o de gestión y el área de producción está subdividida en Corte, Perfilado, Armado y Alistado – empaque, a continuación se presenta el layout del área de producción.



Figura 10 : Layout de planta del Calzados AMER

2.5.3. Clientes: Calzados AMER fabrica para un solo cliente ubicado en el departamento de Cajamarca, toda la producción de AMER es destinada para ROELMA.

2.5.4. Proveedores:

Los principales proveedores de Calzados Amer son los que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4 :

Principales proveedores de Calzados AMER

Ítem	Proveedor
Cuero	Curtiembre Pacheco SRL Norpiel SRL
Badana	Industrias Herpami
Adhesivos	Comercial ARO
Plantas o huellas	Polishoes SAC
Cajas de zapatos	Distribuidora Jasmine SRL
Productos de acabado	Eliglomar SRL
Accesorios	Mercado Unión
Complementos (celastic, carton fibra)	Mercado Unión

2.5.5. Principales Productos y/o servicios:

Calzados Amer es exclusivamente la producción de zapatos estilo mocasín con diferentes diseños, cada diseño está representado por un código.

Tabla 5 :

Principales diseños de zapatos mocasines Calzados Amer

Zapatos Mocasines	
Código	Descripción
117 x5	Taco N° 5
702 X5	Taco N° 5
117 x3	Taco N° 3
702 X3	Taco N° 3
743X5	Taco N°5
830 C-30	Planta De Caucho
831 C-30	Planta De Caucho
804 C 30	Planta De Caucho
806 C 30	Planta De Caucho
820 TARMA	Planta PU Normal
635 TARMA	Planta PU Normal
796 TRMA	Planta PU Normal
804 T-50	Planta PU 50
830 T- 50	Planta PU 50
826 T-50	Planta PU 50
823 T - 50	Planta PU 50

2.5.6. Diagrama de Proceso productivo de la Empresa:

Se presenta el mapa de procesos que recoge la interrelación de todos los procesos responsables de general valor en los zapatos de Calzados Amer para satisfacer la necesidad del cliente y brindarle productos de calidad.



Figura 11 : Diagrama de Procesos de Calzados AMER

2.6. Diagnóstico de problemáticas principales

Como objeto de estudio de consideró el área de producción de Calzados Amer, se presenta el diagrama causa – efecto de la mencionada área donde se puede observar los principales problemas y las cusas raíces que ocasionan la baja productividad de la empresa Calzados Amer.

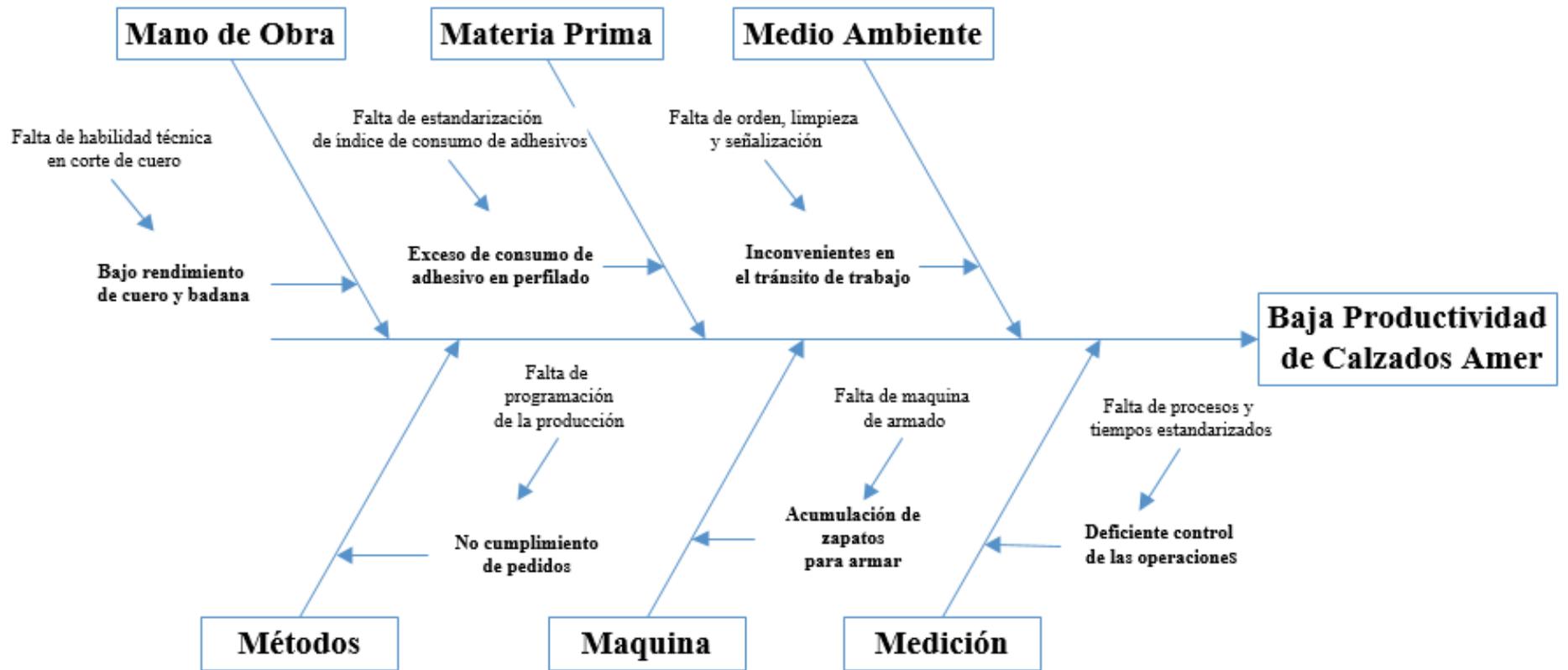


Figura 12 : Diagrama de Ishikawa Calzados AMER

Se resume cada una de las causas raíces identificadas en el diagrama causa efecto (Ishikawa), priorizando en orden de costo incurrido en los últimos cuatro meses del año 2019, estas causas se ordenaron según porcentaje de participación en la baja productividad de Calzados Amer.

Tabla 6 :

Priorización de las causas raíz

Items	Causa Raíz	Costo En 2019 (S/)	% Relativo	% Cumulado
CR1	Falta de estandarización de índices de consumo de adhesivos	S/143,395.00	59.99%	59.99%
CR2	Falta de habilidad técnica en corte de cuero	S/73,440.00	30.73%	90.72%
CR3	Falta de programación de la producción	S/20,710.00	8.66%	99.38%
CR4	Falta de orden, limpieza y señalización	S/1,470.00	0.62%	100.00%
TOTAL		S/239,015.00	100.00%	

Entre las causas priorizadas se destaca: la falta de estandarización de índices de consumo de adhesivos, con una participación de 59.99% en los costos incurridos en los últimos cuatro meses del 2019, otra causa relevante es la falta de habilidad técnica en corte de cuero, por esta razón se generan grandes cantidades de merma de cuero esta causa representa 30.73% del costo, la falta de una correcta programación de la producción para cumplir con la demanda y evitar el desabastecimiento de ROELMA esta influye en 8.66% del costo por último y no menos importante la falta de orden, limpieza y señalización ocasionando inseguridad laboral, desorden en el área de trabajo, demora en ubicar herramientas, etc. Esta representa 0.62% de los costos para Calzados AMER.

2.7. Identificación de indicadores

En la siguiente tabla se presenta los indicadores que permitirán medir el cumplimiento de la propuesta de solución.

Tabla 7 :

Identificación de indicadores

Causas	Indicador	Formula	VA	Costo	VM	Beneficio	Propuesta Herramienta De Mejora
CR1: falta de estandarización de índices de consumo de adhesivos	% de adhesivos con índice de consumo	$\left(\frac{\text{Total de adhesivos con indice de consumo}}{\text{Total de adhesivos}}\right)*100$	0.00%	S/36,347.50	100%	S/16,344.52	Trabajo estándar (Estandarización de los índices de consumo de adhesivos)
CR2: Falta de habilidad técnica en corte de cuero	% de actividades estandarizadas	$\left(\frac{\text{Actividades estandarizadas}}{\text{Total de actividades}}\right)*100$	0.00%	S/16,457.14	90%	S/4,217.14	Trabajo Estándar y capacitación
	% de trabajadores capacitados	$\left(\frac{\text{Colaboradores capacitados}}{\text{Total de colaboradores}}\right)*100$	0.00%		100%		
CR3: Falta de programación de la producción	% de cumplimiento con la demanda	$\left(\frac{\text{Pares entregados/mes}}{\text{Pares solicitados/mes}}\right)*100$	98.00%	S/5,910.00	100%	S/5,230.00	Heijunka
CR4: Falta de orden, limpieza y señalización	Nivel de cumplimiento con los programas 5S	$\left(\frac{\text{total de progrmas realizados /mes}}{\text{Total de progrmas planeados /mes}}\right)*100$	0.00%		50%		5S's

2.8. Solución propuesta

CR1: Falta de estandarización de índices de consumo de los adhesivos

Se plantea realizar la estandarización de los índices de consumo de adhesivos que se utilizan en el proceso de fabricación en Calzados AMER, ya que en los últimos 4 meses del año 2019 los costos de adhesivos asciende a S/ 143 395.00, porque no se conoce la cantidad estándar de cada adhesivo por par de zapatos por ende se entrega de forma empírica este insumo a los servicios externos y las áreas de planta. Para estandarizar los índices de consumo de adhesivos se seguirá el siguiente esquema.

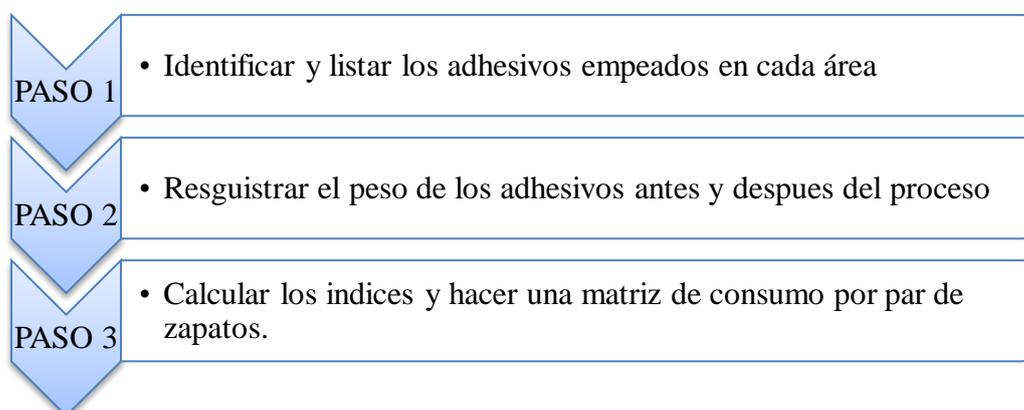


Figura 13 : Pasos para estandarizar los índices de consumo de adhesivos

Luego de seguir en campo el proceso indicado en el grafico anterior de llegó a los resultados mostrados en la tabla donde se determina el índice de consumo por cada insumo utilizado en el proceso de producción de zapatos mocasines en Calzados AMER.

Tabla 8 : Estandarización de índices de consumo de adhesivos

Ítem	Indice Kg	Indice L
Terokal Rekord 56 tekno lata de 3.785 l	0.0133333	0.01552
Jebe líquido lata de 3.785 l	0.0214286	0.02511429
Cemento universal tekno talta de 3.785 l	0.02	0.02378
Terohalogem 110 botella de 1 l	0.0072727	0.00809455
Terodor R (activador) botella de 1 l		

CR2: Falta de habilidad técnica en corte de cuero

Se realizará los instructivos de corte de cuero, además de estandarizará las herramientas de corte, a partir de ello se brindará capacitación a los colaboradores para mejorar su habilidad técnica en el proceso de cortado para tener mayor margen de aprovechamiento de las mantas de cuero, en los últimos cuatro meses del año 2019 se desaprovechó 8160 pies² haciendo una pérdida de S/ 73 440.00; con la propuesta se espera aumentar el margen de aprovechamiento. Se llevará a cabo según el siguiente esquema.

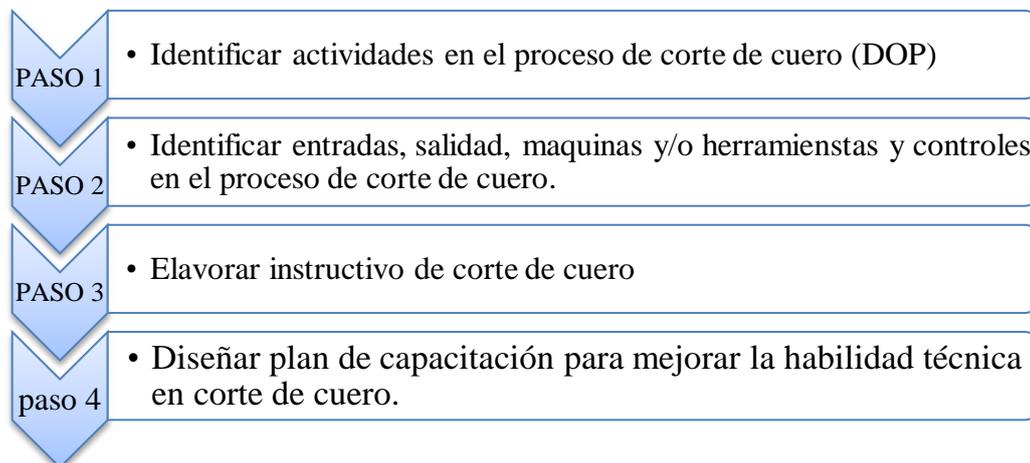


Figura 14 : Pasos para estandarizar las actividades de corte y capacitar al personal del área

Después de seguir el procedimiento indicado en el gráfico anterior se llega al plan de capacitación que permitirá mejorar la habilidad técnica de los colaboradores de corte y por ende a mejorar la productividad de las mantas de cuero. En la siguiente tabla se muestra los temas de capacitación.

Tabla 9: *Temas de capacitación para mejorar la habilidad técnica en corte de cuero*

Curso	Lugar	Duración	Contenido
Corte de cuero	Cite de Cuero y Calzado Trujillo	36 horas	<p>Módulo I: Conociendo el Cuero</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tipos de cuero - Sentido de estiramiento y quiebre del cuero. - Defectos del cuero <p>Módulo II: Cortar el Cuero</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tipo de chavetas - Como colocar los moldes para un máximo aprovechamiento. - Como reutilizar los retazos
Mejoremos nuestro trabajo	Calzados Amer	18 horas	<ul style="list-style-type: none"> - Conociendo los instructivos de corte - Cortar según el instructivo de corte

CR3: Falta de programación de la producción

Para cerrar esta brecha se propone un modelo de programación de la programación Heijunka que ayuda a nivelar el mix de producción según la demanda, cabe mencionar que la producción será controlada por medio del sistema Kanban, se sabe que en los últimos 4 meses del 2019 se incumplió con 346 pares con este nuevo sistema se busca evitar este tipo de inconvenientes. Se realizará según el siguiente esquema.

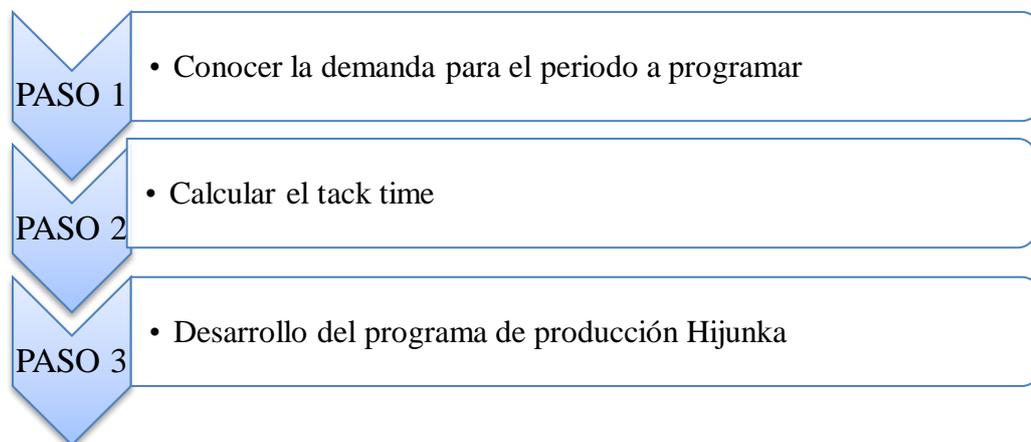


Figura 15 : Pasos para implementar el modelo de programación de producción Heijunka

Con la demanda de diciembre del 2019 se propone un modelo de programación de la producción basado en la técnica Heijunka de la filosofía Lean Manufacturing. Se conoce que el tiempo de ciclo es de 20.5 min/par, además en Amer se trabaja la jornada es de 10 horas con 1 hora de break, se trabaja de lunes a sábado, en diciembre de 2019 se trabajó 26 días, esta labor lo realizaron 6 operarios. En la siguiente tabla se presenta la demanda mensual por estilo, el tiempo de ciclo por par de zapatos, el Takt Time y la producción referencial por día determinado por el principio de la herramienta Heijunka.

Tabla 10 : *Producción diaria según el Tack Time*

Estilo	Demanda Pares	Demanda Docenas	Tc Min/Par	Takt Time	Prod/día
117 x5	144	12		22.50	6.00
702 X5	144	12		22.50	6.00
117 x3	144	12		22.50	6.00
702 X3	144	12		22.50	6.00
743X5	144	12		22.50	6.00
804 T-50	240	20		13.50	9.00
830 T- 50	240	20		13.50	9.00
826 T-50	240	20		13.50	9.00
823 T - 50	240	20	20.5	13.50	9.00
820 TARMA	300	25		10.80	12.00
635 TARMA	300	25		10.80	12.00
796 TRMA	300	25		10.80	12.00
830 C-30	360	30		9.00	14.00
831 C-30	360	30		9.00	14.00
804 C 30	360	30		9.00	14.00
806 C 30	360	30		9.00	14.00
Total	4020	335			158.00

En la siguiente tabla se presenta un modelo de programa de Heijunka por semana con la demanda del mes de diciembre del 2019, también se presenta el tiempo disponible por semana y el tiempo necesario en minutos para la producción programada. Con respecto a la programación referencial por día se hizo algunos arreglos manuales para no caer en la muda de sobreproducción, en la fila de “corrección pares” debe quedar en cero.

Tabla 11 :*Programa de producción semanal diciembre 2019 (Heijunka)*

Estilo	Sem 1		Sem 2		Sem 3		Sem 4		Sem 5		Corrección	
	PARES	DOC	DOC									
117 x5	36	3.0	36	3.00	30	2.5	30	2.5	12	1.0	12	0.0
702 X5	36	3.0	36	3.00	30	2.5	30	2.5	12	1.0	12	0.0
117 x3	36	3.0	36	3.00	30	2.5	30	2.5	12	1.0	12	0.0
702 X3	36	3.0	36	3.00	30	2.5	30	2.5	12	1.0	12	0.0
743X5	36	3.0	36	3.00	30	2.5	30	2.5	12	1.0	12	0.0
804 T-50	54	4.5	54	4.50	54	4.5	60	5.0	18	1.5	20	0.0
830 T- 50	54	4.5	54	4.50	54	4.5	60	5.0	18	1.5	20	0.0
826 T-50	54	4.5	54	4.50	54	4.5	60	5.0	18	1.5	20	0.0
823 T - 50	54	4.5	54	4.50	54	4.5	60	5.0	18	1.5	20	0.0
820 TARMA	66	5.5	66	5.50	72	6.0	72	6.0	24	2.0	25	0.0
635 TARMA	66	5.5	66	5.50	72	6.0	72	6.0	24	2.0	25	0.0
796 TRMA	66	5.5	66	5.50	72	6.0	72	6.0	24	2.0	25	0.0
830 C-30	84	7.0	84	7.00	84	7.0	84	7.0	24	2.0	30	0.0
831 C-30	84	7.0	84	7.00	84	7.0	84	7.0	24	2.0	30	0.0
804 C 30	84	7.0	84	7.00	84	7.0	84	7.0	24	2.0	30	0.0
806 C 30	84	7.0	84	7.00	84	7.0	84	7.0	24	2.0	30	0.0
TOTAL	930	78	930	78	918	77	942	79	300	25	335	0
Disponibilidad (Min)	19440		19440		19440		19440		6480			
Necesario (Min)	19065		19065		18819		19311		6150			
Excedente(Min)	375		375		621		129		330			
Pares Que Se Podrían Producir	18		18		30		6		16		89	

CR4: Falta de orden, limpieza y señalización

Si bien es cierto esta causa no es tan relevante, sin embargo se considera en la propuesta la implementación de la metodología 5S's ya que es la base para el éxito de las demás herramientas de Lean Production y lograr mejor productividad en Calzados Amer. Para la implementación se seguirá el siguiente esquema:

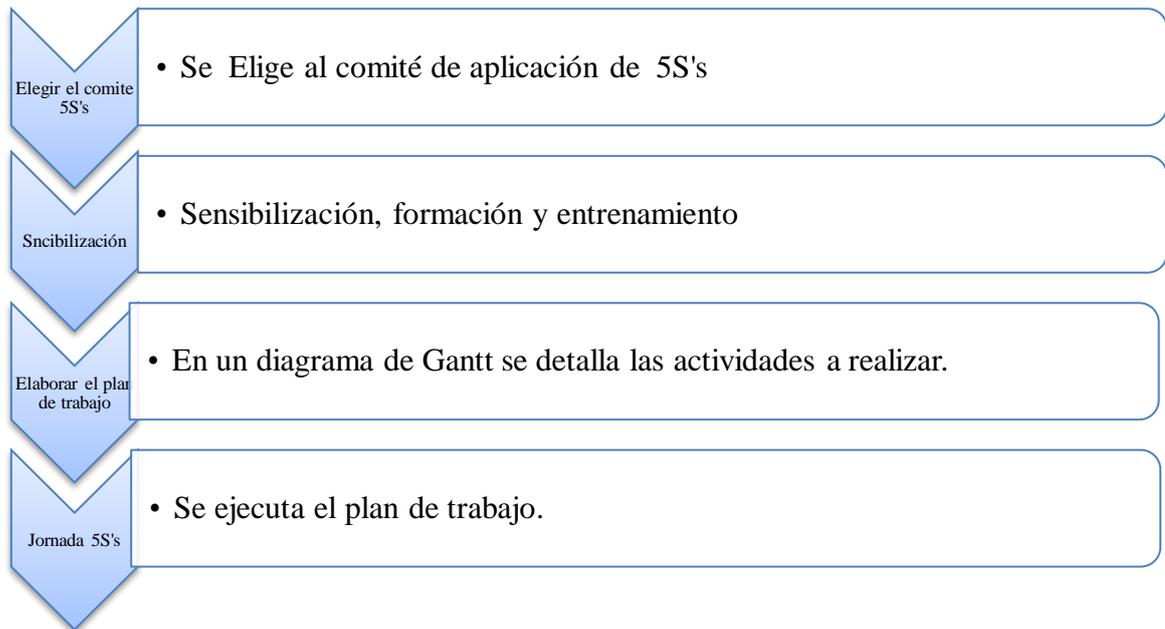


Figura 16 : Pasos para Implementar 5S's

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Resultados de la propuesta

Se analizó una manta de cuero de 20 pies con un peso de 3.5 kg, mejorando la habilidad técnica del personal de corte, se logró reducir la merma de 0.8 Kg a 0.60 Kg convirtiendo a pies sería de 4.57 pies a 3.66pies respectivamente, del mismo modo actualmente de una mantas se obtiene 8 pares, implementando la propuesta se logrará 10 pares.

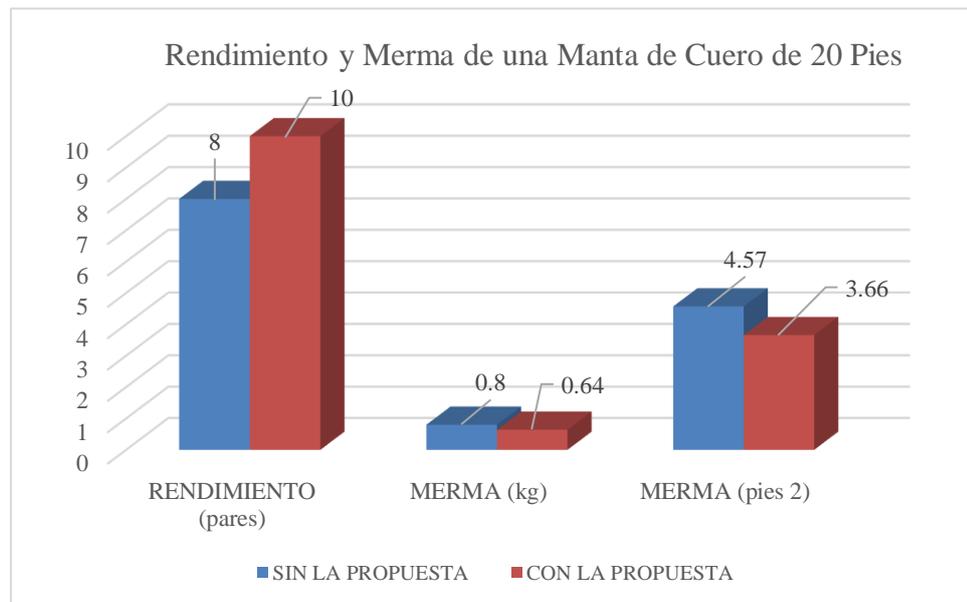


Figura 17 : Rendimiento y merma de una manta de cuero de 20 pies

Tabla 12: Utilización de las mantas de cuero

	Mantas Utilizadas	% Utilización	Producción (Pares)
Sin Prop.	502.5	0.77	4020
Con Pro.	400	0.82	

Sin la propuesta de mejora solo se usa el 77% de una manta de cuero de 20 pies, en cambio mejorando la habilidad técnica de los cortadores de alcanza un rendimiento de 82%. Estos datos se usan para para calcular la productividad en la tabla 12.

Tabla 13 :

Variaciones del cuero diciembre 2019

Perdida sin la Propuesta	Perdida con la Propuesta	Beneficio	Productividad sin pro.(pares/manta)	Productividad con Pro. (pares/manta)	Variación (%)
S/20,674.29	S/16,457.14	S/4,217.14	10.37	12.30	18.60

En términos monetarios mejorando la habilidad técnica de los colaboradores de corte de obtiene un beneficio de S/ 4,217.14 en diciembre del 2019, además la productividad actual de 10.37 pares/manta aumenta a 12.30pares/manta lo cual indica un aumento de la productividad de mantas de cuero en 18.60%

Estandarizando correctamente los índices de consumo de adhesivos, que se emplean en la fabricación de zapatos mocasines en calzados AMER, se logrará reducir el costo por par casi a la mitad del costo actual se detalla en el siguiente gráfico.

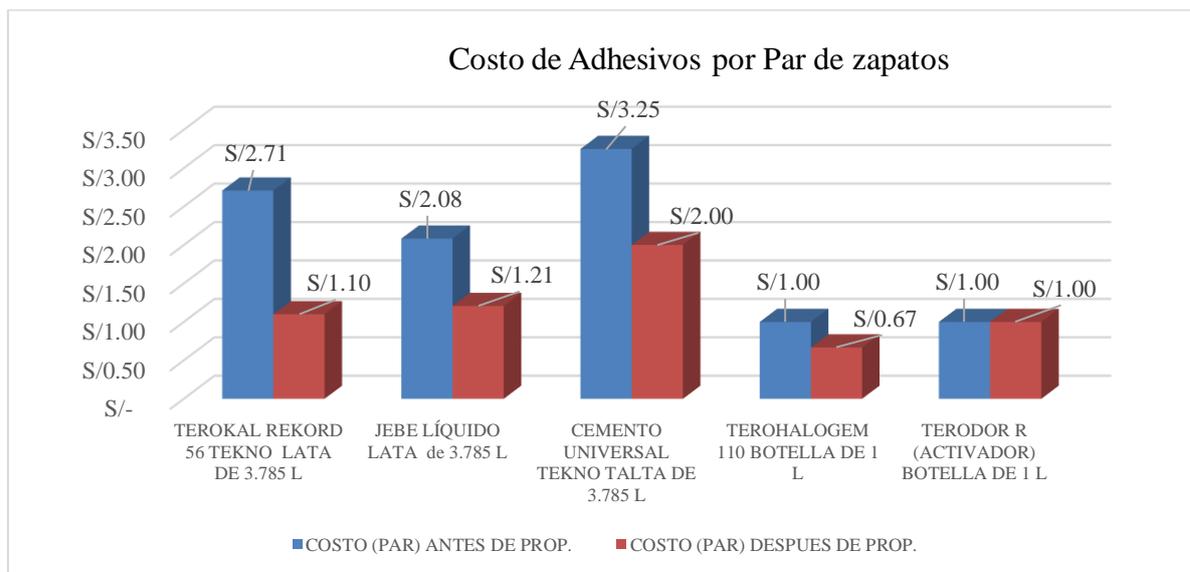


Figura 18 : Costo de adhesivos por par de mocasines

Tabla 14 :

Variaciones en adhesivos diciembre 2019

Ítem	Costo Sin Propuesta	Costo Con Propuesta	Beneficio	Productividad Sin Prop. (pares/S/.adhesivo)	Productividad con Prop. (pares/S/.adhesivo)	Variación %
Terokal Rekord 56 Tekno Lata De 3.785 L	S/10,887.50	S/4,419.66	S/6,467.84	0.37	0.91	146.34
Jebe Líquido Lata De 3.785 L	S/8,375.00	S/4,854.59	S/3,520.41	0.48	0.83	72.52
Cemento Universal Tekno Lata De 3.785 L	S/13,065.00	S/8,044.17	S/5,020.83	0.31	0.50	62.42
Terohalogem 110 Botella De 1 L	S/4,020.00	S/2,684.56	S/1,335.44	1.00	1.50	49.75
Total	S/36,347.50	S/20,002.98	S/16,344.52	0.11	0.54	392.13

Estandarizando los índices de consumo de los adhesivos se logra ahorrar S/ 16,344.52 en diciembre de 2019, además la productividad de los adhesivos mejora en 392.13%, siendo el de más relevancia la productividad del Terokal Record 56 Tekno pasa de un índice de productividad de 0.37 pares de zapatos por cada sol de adhesivo, a 0.91 pares/S/.de adhesivos.

Con adecuada programación de la producción Calzados AMER logrará resultados económicos favorables y además una óptima relación con su cliente Roelma, ya que logrará cumplir con los requerimientos de Roelma y por ende AMER logrará fabricar casi el 100% de los pedidos, reduciendo considerablemente los costos de oportunidad tal como se ve en el siguiente gráfico.

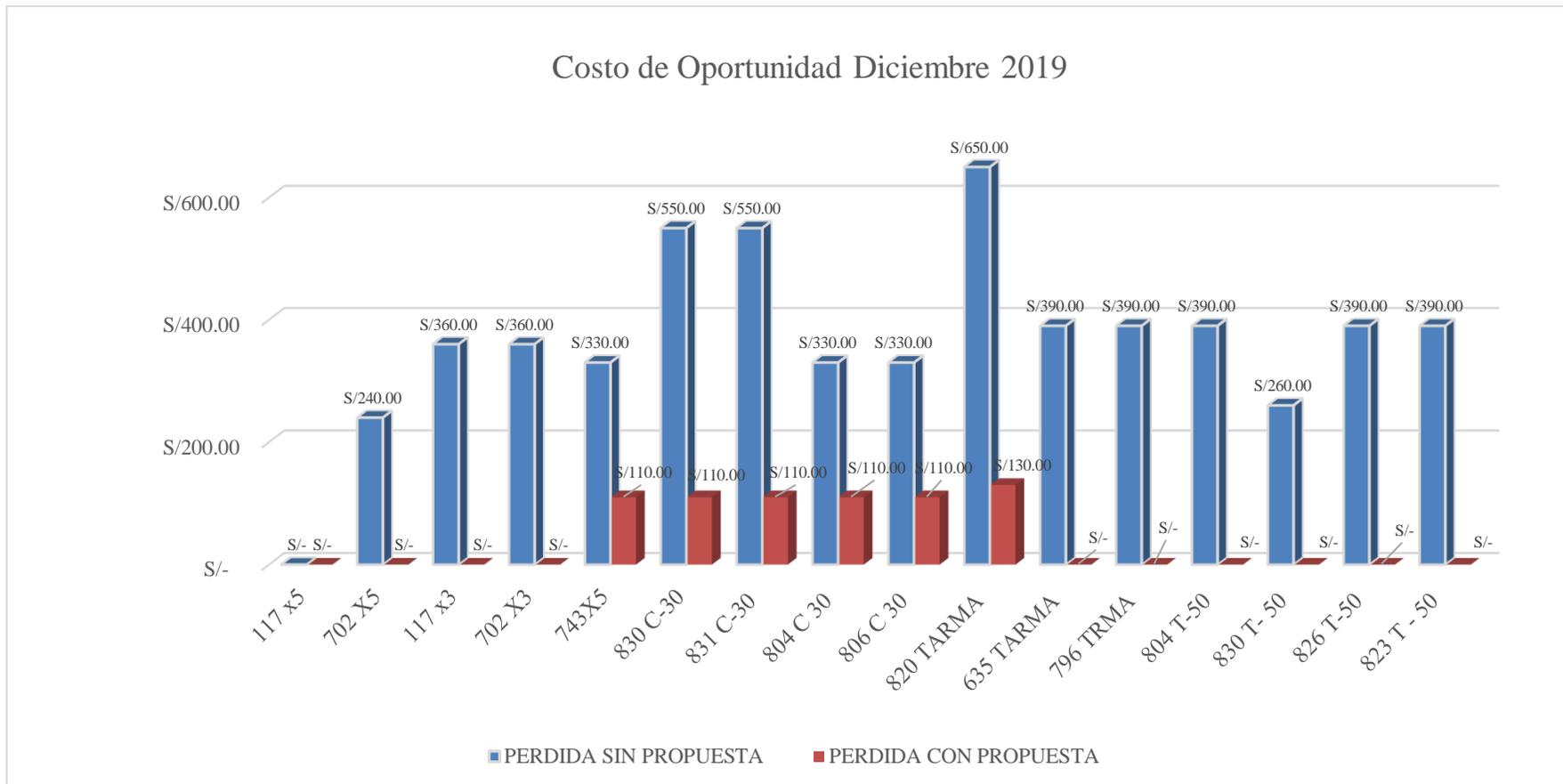


Figura 19 : Costo de oportunidad sin y con programación de con Heijunka diciembre 2019

Tabla 15:*Variaciones respecto a la producción diciembre 2019*

Pares Perdidos Sin Propuesta	Pares Perdidos Con Propuesta.	Perdida Sin Propuesta.	Perdida Con Propuesta.	Beneficio	Productividad Sin Prop. (pares/hora)	Productividad Con Prop. (pares/hora)	Variación %
98	12	S/5,910.00	S/680.00	S/5,230.00	2.86	2.92	2.14

Programando adecuadamente la producción, en este caso mediante Heijunka en diciembre de 2019 se logra obtener beneficio de S/ 5,320.00, del mismo modo la productividad mejora en 2.14% es decir aumenta de 2.86pares/hora a 2.92pares/hora.

Tabla 16 :*Productividad total Calzados AMER diciembre 2019*

	Sin Propuesta	Con Propuesta
Producción (Pares/Mes)	4020.00	4109.27
Costo Adhesivos (S./Mes)	S/36,347.50	S/20,002.98
Costo Cuero (S./Mes)	S/4,522.50	S/3,600.00
Costo Mo (S./Mes)	S/5,580.00	S/5,580.00
Productividad (Pares/S/.)	0.09	0.14
% Variación		62.70

Las herramientas Lean Production logra mejorar en 62.70% la productividad en Calzados Amer, es decir la productividad mejora de 0.09 pares por cada sol de costos a 0.14 pares/S/.

De las tres herramientas propuestas, la estandarización de los índices de consumo de adhesivos representa el 63% de los beneficios obtenidos, el trabajo estándar y capacitación a los colaboradores de corte 20%.

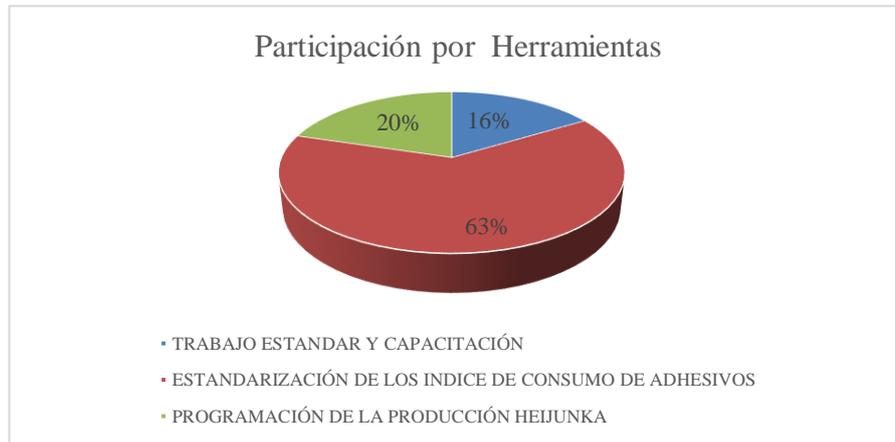


Figura 20 : Porcentaje de participación por herramientas

3.2.Evaluación Económica y Financiera

Inversión de la Propuesta de implementación de herramientas Lean Production

Para determinar la inversión total de la propuesta se realizó un análisis de costos de los requerimientos los cuales se detallan en las siguientes tablas.

Tabla 17 :

Costos para la estandarización de los índices de consumo de los adhesivos

Ítem	Cantidad	Unidad De Medida	Costo Unitario	Costo Total
Recurso Humano	1	mes	S/930.00	S/930.00
Balanza	1	und	S/2,300.00	S/2,300.00
Computadora Portátil	1	und	S/2,500.00	S/2,500.00
Total				S/5,730.00

Tabla 18 :

Costos de capacitación y estandarización de actividades de corte de cuero

Taller	Nº Participantes	Tiempo (H)	Unidad De Medida	Costo Unitario	Costo Total
Corte De Cuero	7	36	Participantes	S/300.00	S/2,100.00
Mejoremos Nuestro Trabajo	7	10	hora	S/20.00	S/200.00
Total					S/2,300.00

Tabla 19 :

Costo de implementación de Heijunka

Ítem	Cantidad	Unidad de medida	Costo Unitario	Costo Total
Computadora	1	und	S/2,000.00	S/2,000.00
Recurso Humano (Planner)	1	mes	S/2,000.00	S/2,000.00
Total				S/4,000.00

Tabla 20 :

Costo total de implementación de Lean Production

Propuesta	Costo
Estandarización de índices de consumo de adhesivos	S/5,730.00
Capacitación y estandarización de actividades de corte de cuero	S/2,300.00
Implementación de Heijunka	S/4,000.00
Total	S/12,030.00

Evaluación Económica – financiera

Tabla 21 :

Fraccionamiento de la inversión

Inversión		
Aportantes	Monto	Participación (%)
Financiado por Crediscotia	S/8,421.00	70%
Aporte de AMER	S/3,609.00	30%
Total	S/12,030.00	100%

En esta tabla se muestra el fraccionamiento de la inversión, el 30% se realizará con capital propio de Calzados AMER y 70% será financiado por financiera Crediscotia.

Tabla 22 :

Condiciones del Préstamo

Condiciones Del Préstamo	
TCEA(%)	40.30%
Monto	S/8,421.00
Periodo Años	2
Periodo Meses	24

Se trabajará a una Tasa de Costo Efectivo Anual de 40.30% en un periodo de 2 años.

Tabla 23 :

Pago de la deuda Crediscotia

Periodo (Mes)	Saldo	Amortización	Interés	Cota
0	-S/8,421.00			S/516.63
1	-S/8,187.18	S/233.82	S/282.81	S/516.63
2	-S/7,945.50	S/241.67	S/274.95	S/516.63
3	-S/7,695.71	S/249.79	S/266.84	S/516.63
4	-S/7,437.53	S/258.18	S/258.45	S/516.63
5	-S/7,170.68	S/266.85	S/249.78	S/516.63
6	-S/6,894.87	S/275.81	S/240.82	S/516.63
7	-S/6,609.80	S/285.07	S/231.55	S/516.63
8	-S/6,315.15	S/294.65	S/221.98	S/516.63
9	-S/6,010.61	S/304.54	S/212.08	S/516.63
10	-S/5,695.83	S/314.77	S/201.86	S/516.63
11	-S/5,370.49	S/325.34	S/191.29	S/516.63
12	-S/5,034.22	S/336.27	S/180.36	S/516.63
13	-S/4,686.66	S/347.56	S/169.07	S/516.63
14	-S/4,327.43	S/359.23	S/157.39	S/516.63
15	-S/3,956.13	S/371.30	S/145.33	S/516.63
16	-S/3,572.36	S/383.77	S/132.86	S/516.63
17	-S/3,175.71	S/396.66	S/119.97	S/516.63
18	-S/2,765.73	S/409.98	S/106.65	S/516.63
19	-S/2,341.99	S/423.74	S/92.88	S/516.63
20	-S/1,904.01	S/437.98	S/78.65	S/516.63
21	-S/1,451.33	S/452.68	S/63.94	S/516.63
22	-S/983.44	S/467.89	S/48.74	S/516.63
23	-S/499.84	S/483.60	S/33.03	S/516.63
24	S/0.00	S/499.84	S/16.79	S/516.63

La deuda de S/ 8421.00 se cancelará en 24 meses con una cuota constante mensual de S/ 516.63

Tabla 24 :

Flujo de caja Calzados AMER

Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ingresos Totales	S/3,609.00	S/188,400.00	S/188,400.00	S/188,400.00	S/243,300.00	S/188,400.00	S/243,300.00	S/243,300.00	S/188,400.00	S/188,400.00	S/188,400.00	S/243,300.00	S/243,300.00
Mocasines categoría X		480	480	480	720	480	720	720	480	480	480	720	720
Mocasines categoría C		1200	1200	1200	1440	1200	1440	1440	1200	1200	1200	1440	1440
Mocasines categoría T		1440	1440	1440	1860	1440	1860	1860	1440	1440	1440	1860	1860
Precio unitario X		S/60.00											
Precio unitario C		S/55.00											
Precio unitario T		S/65.00											
Ingreso Por Ventas		S/188,400.00	S/188,400.00	S/188,400.00	S/243,300.00	S/188,400.00	S/243,300.00	S/243,300.00	S/188,400.00	S/188,400.00	S/188,400.00	S/243,300.00	S/243,300.00
Aporte Calzados AMER	S/3,609.00												
Egresos Totales	S/12,030.00	S/169,560.00	S/169,560.00	S/169,560.00	S/218,970.00	S/169,560.00	S/218,970.00	S/218,970.00	S/169,560.00	S/169,560.00	S/169,560.00	S/218,970.00	S/218,970.00
Inversión	S/12,030.00												
costos operativos		S/101,736.00	S/101,736.00	S/101,736.00	S/131,382.00	S/101,736.00	S/131,382.00	S/131,382.00	S/101,736.00	S/101,736.00	S/101,736.00	S/131,382.00	S/131,382.00
GAV		S/67,824.00	S/67,824.00	S/67,824.00	S/87,588.00	S/67,824.00	S/87,588.00	S/87,588.00	S/67,824.00	S/67,824.00	S/67,824.00	S/87,588.00	S/87,588.00
Utilidad antes de impuesto		S/18,840.00	S/18,840.00	S/18,840.00	S/24,330.00	S/18,840.00	S/24,330.00	S/24,330.00	S/18,840.00	S/18,840.00	S/18,840.00	S/24,330.00	S/24,330.00
Impuesto a la Renta (30%)		S/5,652.00	S/5,652.00	S/5,652.00	S/7,299.00	S/5,652.00	S/7,299.00	S/7,299.00	S/5,652.00	S/5,652.00	S/5,652.00	S/7,299.00	S/7,299.00
Flujo de Caja Económico	-S/8,421.00	S/13,188.00	S/13,188.00	S/13,188.00	S/17,031.00	S/13,188.00	S/17,031.00	S/17,031.00	S/13,188.00	S/13,188.00	S/13,188.00	S/17,031.00	S/17,031.00
Interés		S/282.81	S/274.95	S/266.84	S/258.45	S/249.78	S/240.82	S/231.55	S/221.98	S/212.08	S/201.86	S/191.29	S/180.36
Amortización		S/233.82	S/241.67	S/249.79	S/258.18	S/266.85	S/275.81	S/285.07	S/294.65	S/304.54	S/314.77	S/325.34	S/336.27
Flujo de Caja Financiero	-S/8,421.00	S/12,671.37	S/12,671.37	S/12,671.37	S/16,514.37	S/12,671.37	S/16,514.37	S/16,514.37	S/12,671.37	S/12,671.37	S/12,671.37	S/16,514.37	S/16,514.37
Flujo de caja acumulado	-S/8,421.00	S/4,250.37	S/16,921.75	S/29,593.12	S/46,107.49	S/58,778.86	S/75,293.24	S/91,807.61	S/104,478.98	S/117,150.35	S/129,821.73	S/146,336.10	S/162,850.47
FLUJO DE CAJA ACTUAL	-S/8,421.00	S/9,337.10	S/6,880.18	S/5,069.77	S/4,868.72	S/2,752.74	S/2,643.57	S/1,947.96	S/1,101.36	S/811.55	S/598.01	S/574.29	S/423.17

Tabla 25 :

Indicadores Financieros

Indicadores Financieros	
TMAR	25%
Costo Promedio de Capital Ponderado	35.71%
VAN	S/ 28,587.41
TIR	86%
Periodo De Recuperación Meses	1

Considerando el riesgo de la inversión y el costo de oportunidad se espera que la inversión tenga un rendimiento de por lo menos 25%. Sin embargo según el análisis del VAN la inversión en la implementación de Lean Prodcution es aceptable y según la TIR se deduce que se tendrá 35.71% de rentabilidad.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

El presente estudio cuyo objetivo es determinar en qué medida influye la implementación de herramientas Lean Producción en la productividad de Calzados AMER, desde esta perspectiva se determinó que mediante las herramientas propuestas se logra mejorar la productividad en 62.70% en el mes de diciembre de 2019, del mismo modo Apushón, M (2019), en su tesis para optar el grado de Magíster en Ingeniería Industrial y Productividad, donde indica que la aplicación de herramientas de manufactura esbelta en el análisis de los estándares de producción de calzado escolar incrementaron la productividad en la familia balerina con correa en un 33,3% por turno de trabajo. Para Bermejo, J. (2019) Las herramientas Lean manufacturing implementadas en su conjunto lograron incrementar la productividad en 20.00%, por un lado permitieron reducir el tiempo de producción por par de calzado en 5 minutos, lo cual representa un 20.83% del tiempo actual, además se incrementó el número de pares de calzados diarios producidos en 16 pares, lo cual representa un 23.53% de la producción. Neyra, D. (2018). Logró incrementar la productividad en un 10% respecto al tiempo estándar que se invierte para fabricar botas. Por otro lado Ríos, E (2018). Implementando herramientas Lean Manufacturing mejoró la productividad de la empresa SEGUSA SAC en 44.4%

Todos los investigadores que implementaron Lean Manufacturing en empresas de calzado han logrado mejorar la productividad considerablemente cada uno con diferentes porcentajes los cuales difieren un poco con los resultados obtenidos en el presente estudio, esto se debe a que los autores mencionados

enfocaron la productividad desde el punto de vista de los tiempos de ciclo de producción, en cambio en el presente se enfocó desde el punto económico, otra de las causas de esta diferencia es las herramientas implementadas, cabe mencionar que Lean Manufacturing o Lean Production tiene gran variedad de herramientas.

Todos los autores revisados en los antecedentes han implementado 5S's como parte de la herramientas Lean Production y han obtenido buenos resultado en reducción de desperdicios, mejor ambiente de trabajos entre otros aspectos, sin embargo en Calzados Amer no se identificó como relevante la causa raíz falta de orden, limpieza y señalización, por ello no hay resultado específico en cuanto a 5S's pero es recomendable que la empresa implemente esta herramienta paulatinamente para tener un cambio de cultura para bien, por esta razón se desarrolló la propuesta de implementación mas no se consideró dentro de la evaluación económica ni de resultados.

4.2. Conclusiones

- La implementación de herramientas Lean Production mejora en 62.70% en la productividad de Calzados AMER, las herramientas propuestas son Trabajo estándar (Estandarización de los índices de consumo de adhesivos y capacitación en el área de corte) y Heijunka para programar la producción de acuerdo al Takt Time.
- Se realizó el diagnostico actual Calzados Amer empleando herramientas como Ishikawa y monetización de causa raíz, en el 2019 el costo de causas raíces haciendo S/ 240, 461.21, donde las causas más relevantes para el estudio son: la

falta de estandarización de índices de consumo de adhesivos representando el 50.63% del costo total, seguido de la falta de habilidad técnica en corte de cuero 30.54% y por último la falta de programación de la producción con 8.61%.

- Se diseñó una propuesta por causa, para la falta de estandarización de índices de consumo de adhesivos se diseñó el paso a paso para estandarizar dichos índices, en la tabla 7 se muestra los índices estandarizados tanto en litros como en kilogramos. En el caso de la falta de habilidad técnica en corte se diseña el paso a paso para estandarizar las actividades, herramientas de corte y ser plasmadas en un instructivo, también se diseña un plan de capacitación en materia de corte de cuero. Y para la falta de programación de la producción se diseñó el modelo Heijunka, estos se muestran en la tabla 9 y 10.
- Con lo que respecta a la evaluación económico-financiera de la implantación de herramientas Lean Production en Calzados AMER se obtuvo el VAN de S/ 28,587.41 al ser valor positivo indica que el proyecto de Lean Production genera rentabilidad a la empresa, por otro lado la TIR es de 86% este valor indica que la inversión es rentable y por último el periodo de recuperación de dicha inversión será en el primer mes. Cabe mencionar que la inversión asciende a S/12,030.00 donde el 30% es capital propio de AMER y 70% financiado por Crediscotia a una TCEA de 40.30%. el financiamiento se pagará en 24 meses a una cota constante de S/ 516.63 mensual.

REFERENCIAS

- Ahlström, P. (1998). Sequences in the implementation of lean production, *European Management Journal*, Vol. 16, nº. 3, pp. 327-334.
- Alarcón, M. & Fuentes, J. (2007). Lean Production: Estado actual y desafíos futuros de la investigación. *Investigaciones europeas de dirección y economía de la empresa*, 13(2), 179-202. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/2741/274120280010.pdf>
- Apushón, M (2019). Incremento de la productividad del área de costura de la línea de producción de calzado escolar en el segmento femenino en Plasticaucho Industrial S.A. utilizando la metodología de manufactura esbelta. (Tesis de Magíster). Escuela Politécnica Nacional. Ecuador. Recuperado de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19986/1/CD-9349.pdf>
- Baptista, M., Fernández, C. & Hernández, R. (2014). Metodología de la Investigación. Sexta Edición.
- Bermejo, J. (2019). Lean manufacturing para la mejora del proceso de fabricación de calzado para damas. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima. Recuperado de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/10588/Bermejo_dj.pdf
- Bertero, M. (04 Junio 2019). El Mapa de la Moda 2019 (VI). Los ganadores del calzado. *Revista Modaslatinoamericana*. Recuperado de <https://www.modaes.com/backstage/el-mapa-de-la-moda-2019-vi-los-ganadores-del-calzado-es.html>
- Cruz, J. (2010). Manual para la implementación sostenible de 5s. Segunda Edición, Santo Domingo, R.D. INFOTEP
- Díaz, J. (2018). Lean Manufacturing para Mejorar la Productividad en la Línea de Producción de Calzados de Cuero. (Tesis de Pregrado). Universidad Peruana Los Andes, Huancayo. Recuperado de <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/1059>

- Ferrás, X. (2004). Guías de gestión de la innovación producción y logística. Catalunya. España. ISBN 84-393-6186-6
- García, A. (2012). Productividad y Reducción de Costos. México: Editorial Trillas, 17p. ISBN: 6071707331, 9786071707338.
- Gutiérrez, H. (2014). Calidad y productividad. 4.a ed. Mexico D. F.: Mc Graw Hill Education, 2014. ISBN: 978-607-15-1148-5
- Hernández, R. & Coello, S. (2012). El proceso de investigación científica (2a. ed.). Editorial Universitaria, 2012.
- Hernández, J. & Vizán, A. (2013). Lean manufacturing (Conceptos, técnicas e implantación). Madrid, 2013. ISBN: 978-84-15061-40-3
- Jácome, J. (2018). Mejoramiento de la cadena productiva en la empresa "Calzado Vaness", implementando herramientas Lean Manufacturing. (Proyecto Técnico). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador. Recuperado de <http://201.218.5.85/bitstream/123456789/10511/1/85T00531.pdf>
- Jiménez, F. & Espinoza, C. (2006). Costos industriales. Cartago: Editorial tecnológica de Costa Rica, 2006. 577 pp. ISBN 9977661839
- La Republica (28 Dic 2019). SNI advierte que importación de calzados de menos de 5 dólares afecta a 7 mil Mypes peruanas. Recuperado de <https://larepublica.pe/economia/2019/12/28/tipo-de-cambio-precio-del-dolar-hoy-sabado-28-de-diciembre-de-2019-en-peru-para-la-compra-y-venta-sbs-interbancario-ocon-atmp/?ref=footerdesktop>
- Madariaga, F. (2013). Lean Manufacturing. Exposición adaptada a la fabricación Repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos. Madrid. España .ISBN: 978-84-686-2814-1

- Martinez, J (2019). El sector del calzado apuesta por el “lean manufacturing”. Miércoles, 05 fERJunio 2019 Recuperado de <https://fashionunited.es/noticias/retail/el-sector-del-calzado-apuesta-por-el-lean-manufacturing/2019060530386>
- Neyra, D (2018). “Implementación de las Herramientas de Lean Manufacturing para incrementar la Productividad de la empresa de calzado Maytte S.A.C., 2018.”. (Tesis de Pregrado), Universidad Cesar Vallejo. Recuperado de http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/25331/neyra_vd.pdf
- Niebel, B. & Freivalds, A. (2009). Ingeniería Industrial-Métodos, estándares y diseño del trabajo. Duodécima edición. ISBN 978-970-10-6962-2
- Peru21 (11 de Junio 2019).Ministerio de la Producción destina dos millones de soles para fortalecer el sector calzado. Recuperado de <https://peru21.pe/peru/ministerio-produccion-destinan-dos-millones-soles-fortalecer-sector-calzado-nndc-483901-noticia/?ref=p21r>
- Prokopenko, J (1989). La gestión de la productividad. Oficina Internacional del Trabajo Ginebra. Primera edición. ISBN 92-2-305901-1
- Rajadell, M. & Sánchez, J. (2010). Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 2010. 272 pp. ISBN: 9788479789671
- Revista de Calzado (14 Agosto 2019). Anuario del sector calzado: Año 2018. Recuperado de <http://revistadelcalzado.com/anuario-sector-mundial-calzado-2018/>
- Rios, E (2018). Aplicación de lean manufacturing para aumentar la productividad de la línea de producción de calzado de seguridad gyw de la empresa Segusa, Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Trujillo. Recuperado de <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/11131/RIOS%20BERNUY%2c%20Edinson%20Eloy.pdf>

- Rojas, A. & Gisbert, V. (2017). Lean manufacturing: herramienta para mejorar la productividad en las empresas. 3C Empresa: investigación y pensamiento crítico, Edición Especial, 116-124.
DOI: <http://dx.doi.org/10.17993/3comp.2017.especial.116-124>
- Sacristán, FR (2005). Las 5S: orden y limpieza en el puesto de trabajo. Fc editorial.
Recuperado de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=NJtWepnesqAC&oi=fnd&pg=PA13&dq=5s&ots=8tB9jomSgB&sig=6_4yPA053YFbaNzHcktRxx6A2-A#v=onepage&q=5s&f=false
- Socconini, L. (2019). Lean Manufacturing. Paso a paso. MARGE BOOKS. Recuperado de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=rjyeDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA5&dq=libros+lean+manufacturing+libro+&ots=DHGTs0Dj8L&sig=vk_jiIZfeIe103bOuRdvEonIC8w#v=onepage&q&f=false
- Sociedad Nacional De Industria (2017). Reporte Sectorial: Fabricación de Calzado.
Recuperado de www.sni.org.pe/enero-2017-fabricacion-calzado/
- Villaseñor, A., & Galindo, E. (2007). Manual de Lean Manufacturing, guía básica. Editorial Limusa. México.
- Warnecke, HJ & Hüser, M. (1995). Producción Lean. Revista Internacional de Economía de la Producción [https://doi.org/10.1016/0925-5273\(95\)00080-1](https://doi.org/10.1016/0925-5273(95)00080-1)

ANEXOS

ANEXO n.º 1. Producción mensual 2019

AMER.		PRODUCCIÓN MENSUAL EN EL AÑO 2019													
12		PARES = 1 DOC													
CATEGORIA	CÓDIGO	PRECIOS	MMODELO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
				pares/ mes											
X	117 x5	60	MOCA-SINES	96	96	96	144	96	144	144	96	96	96	144	144
	702 X5	60		96	96	96	144	96	144	144	96	96	96	144	144
	117 x3	60		96	96	96	144	96	144	144	96	96	96	144	144
	702 X3	60		96	96	96	144	96	144	144	96	96	96	144	144
	743X5	60		96	96	96	144	96	144	144	96	96	96	144	144
C	830 C-30	55		300	300	300	360	300	360	360	300	300	300	360	360
	831 C-30	55		300	300	300	360	300	360	360	300	300	300	360	360
	804 C 30	55		300	300	300	360	300	360	360	300	300	300	360	360
	806 C 30	55		300	300	300	360	300	360	360	300	300	300	360	360
T	820 TARMA	65		240	240	240	300	240	300	300	240	240	240	300	300
	635 TARMA	65		240	240	240	300	240	300	300	240	240	240	300	300
	796 TRMA	65		240	240	240	300	240	300	300	240	240	240	300	300
	804 T-50	65		180	180	180	240	180	240	240	180	180	180	240	240
	830 T- 50	65		180	180	180	240	180	240	240	180	180	180	240	240
	826 T-50	65		180	180	180	240	180	240	240	180	180	180	240	240
	823 T - 50	65	180	180	180	240	180	240	240	180	180	180	240	240	

ANEXO n.º 2. Diagrama de operaciones de corte de Mocasines

<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> AMER. HOJA DE DATOS DEL PROCESO </div>									
Prodcuto: zapatos Mocasines				área: corte		Fecha:			
Nº	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO				DATOS		OBSERVACIONES	
		○	⇒	□	▽	Tiempo (min)	Distancia (m)		
CUERO	1	Traer manta de ceuro, badana Y otros de almacén		X			2.01	0.5	
	2	Colocar manta de cuero sobre la de mesa de corte	X				0.04		
	3	Revisar sentido de estiramiento, zonas sopladadas marcas estriaas de manta			X		0.045		
	4	Elegir molde según talla a trabajar			X		0.01		
	5	Afilar la chaveta	X				0.05		
	6	colocar el molde sobre el cuero	X				0.09		
	7	cortar el cuero según el molde	X				0.50		
	8	Retira el corte de la manta, revisa y apila			X		0.08		
FORRO DE BADANA	9	Colocar badana sobre la mesa de corte	X				0.04		
	10	Elegir molde de forro			X		0.01		
	11	colacar molde sobre la badana	X				0.07		
	12	cortar forro según el molde	X				0.2		
PLANTILLA DE BADANA	13	revisar y apilar los forros			X		0.07		
	14	Colocar badana de plantilla sobre la mesa de corte	X				0.04		
	15	elegir molde de plantilla			X		0.01		
	16	Colocar molde sobre la badana	X				0.06		
CORTAR FALSA	17	Cortar plantilla según molde	X				0.25		
	18	Revisar y Apilar plantillas			X		0.07		
	19	Colocar plancha de carton fibra sobre la mesa de corte	X				0.03		
	20	Eleguir molde de falsa			X		0.01		
	21	colocar molde de falsa sobre el cartón fibra	X				0.08		
	22	Cortar falsa según molde	X				0.3		
	23	Verificar y apilar			X		0.08		
		TOTAL					4.135		

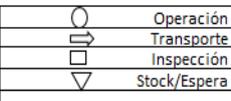
ANEXO n.º 3. Diagrama de operaciones de perfilado de mocasines

AMER. HOJA DE DATOS DEL PROCESO									
Producto: zapatos de mujer			área: Perfilado		Fecha:				
Nº	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO				DATOS			OBSERVACIONES
						Tiempo (min)	Cantidad (und)	Distancia (m)	
1	Aplicar adhesivo a cortes	x				0.04			
2	unir cortes (Capellada talón)	x				0.5			
3	Forrar cortes	x				1			
4	Cocer unión de cortes de cuero	x				3.5			
5	Verificar costura (uniforme y alineada)				x	0.04			
6	Recortar hilos	x				0.02			
7	apilar los perfiles				x	0.1			
8	Llevar los perfiles a armado		x			1		4.5	
TOTAL						6.2		4.5	

ANEXO n.º 4. Diagrama de operaciones de armado de mocasines

 HOJA DE DATOS DEL PROCESO								
Producto: zapatos Mocasine			área: Armado		Fecha:		<input type="radio"/> Operación <input type="radio"/> transporte <input type="checkbox"/> inspección <input type="checkbox"/> Stock/España	
Nº	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO				DATOS		OBSERVACIONES
		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tiempo (min)	Cantidad (und)	
1	Revisar Perfil (sin forro excedente)					0.05		
2	clavar falsa a horma	x				0.5		
3	Aplicar pegamento a falsa y perfil	x				0.02		
4	Calzar perfil a horma	x				5		
5	aplicar adhesivo a planta (huella)	x				0.05		
6	Aplicar adhesivo a los bordes del perfil calzado	x				0.03		
7	Llevar huellas a horno reactivador				x	0.01	1	
8	Reactivar adhesivo de hormas	x				1		
9	Unir huella a perfil hormado	x				1		
10	Revisar zapato hormado				x	0.01		
11	Dejar enfriar							
12	Delcalzar zapato	x				0.05		
13	Llenar en jabas los zapatos armados	x				0.01		
14	Llevar a alistado				x		1.8	
TOTAL						7.73	0	2.8

ANEXO n.º 5. Diagrama de operaciones de armado de mocasines

AMER. HOJA DE DATOS DEL PROCESO									
Producto: zapatos mocasines		área: Alistado		Fecha:					
N°	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO				DATOS			OBSERVACIONES
		○	⇒	□	▽	Tiempo (min)	Cantidad (und)	Distancia (m)	
1	Armar plantillas	x				0.03			
2	Aplicar adhesivo a parte interior del zapato	x				0.01			
3	Dejar secar zapato con adhesivo				x	1			
4	Aplicar adhesivo a parte reversa de plantilla	x				0.01			
5	Dejar secar plantillas				x	1			
6	Pegar plantilla a zapato	x				0.01			
7	Cortar hilos y limpiar adhesivo	x				0.05			
8	Aplicar brillo	x				0.01			
10	Hermanar pares y encajar	x				0.01			
11	Codificar cajar	x				0.01			
12	Apila y atar cada media docena de cajar	x				0.005			
13	Llevar a almace de producto terminado				x			5	
TOTAL						2.145	0	5	

ANEXO n.º 6. Propuesta del desarrollo estandarización de índices de consumo de adhesivos

Tipo de adhesivo por proceso y densidad (-1)					
ITEM	DENSIDAD (L/KG)	CORTE	PERFILADO	ARMADO	ALISTADO
1 TEROKAL REKORD 56 TEKNO LATA DE 3.785 L	1.164		X		x
2 JEBE LÍQUIDO LATA de 3.785 L	1.172		X		
3 CEMENTO UNIVERSAL TEKNO TALTA DE 3.785	1.189			X	
4 TEROHALOGEN 110 BOTELLA DE 1 L	1.113			X	
5 TERODOR R (ACTIVADOR) BOTELLA DE 1 L					

Estilo	Procedimiento	Materia Prima/Insumo	Cantidad	UM	Cantidad Neta (Kg)	Cantidad (L)	Indice kg	Indice en L
Mocacines	Perfilado	TEROKAL REKORD 56 TEKNO LATA DE 3.785 L	10	pares	0.35	0.4074	0.035	0.04074
		JEBE LÍQUIDO LATA de 3.785 L	10	pares	0.78	0.91416	0.078	0.091416
		TERODOR R (ACTIVADOR) BOTELLA DE 1 L						

Estilo	Procedimiento	Materia Prima/Insumo	Cantidad	UM	Cantidad Neta (Kg)	Cantidad (L)	Indice kg	Indice en L
Mocacines	Armdo	CEMENTO UNIVERSAL TEKNO TALTA DE 3.785	10	pares	0.98	1.16522	0.098	0.116522
		TEROHALOGEN 110 BOTELLA DE 1 L	10	pares	0.3	0.3339	0.03	0.03339
		TERODOR R (ACTIVADOR) BOTELLA DE 1 L						

Estilo	Procedimiento	Materia Prima/Insumo	Cantidad	UM	Cantidad Neta (Kg)	Cantidad (L)	Indice kg	Indice en L
Mocacines	Alistado	TEROKAL REKORD 56 TEKNO LATA DE 3.785 L	10	pares	0.2	0.2328	0.02	0.02328
		TERODOR R (ACTIVADOR) BOTELLA DE 1 L						

ANEXO n.º 7. Modelo de programación de producción Heijunka para Calzados AMER

turno (h)	10
almuerzo	1
Nº operarios	6
TD h/día	54
TD min/día	3240
días/mes	26
Remuneración/mes	S/930.00

		PROPUESTA DE PROGRAMA DE PRODUCCIÓN HEIJUNKA DICIEMBRE CALZADOS AMER																														
		2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14	16	17	18	19	20	21	23	24	25	26	27	28	30	31					
ESTILO	DEMA NDA pares	DEMA NDA docenas	TC mir	Takt	Tim prod/día																											
117 x5	144	12	22.50	6.00	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6				
702 X5	144	12	22.50	6.00	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6			
117 x3	144	12	22.50	6.00	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6			
702 X3	144	12	22.50	6.00	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6			
743X5	144	12	22.50	6.00	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6			
804 T-50	240	20	13.50	9.00	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	9	9				
830 T-50	240	20	13.50	9.00	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	9	9				
826 T-50	240	20	13.50	9.00	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	9	9				
823 T-50	240	20	13.50	9.00	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	9	9				
820 TARM	300	25	10.80	12.00	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12				
635 TARM	300	25	10.80	12.00	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12				
796 TRMA	300	25	10.80	12.00	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12				
830 C-30	360	30	9.00	14.00	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	12	12				
831 C-30	360	30	9.00	14.00	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	12	12			
804 C-30	360	30	9.00	14.00	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	12	12			
806 C-30	360	30	9.00	14.00	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	12	12			
total	4020	335	158.00		0.00	155.00	155.00	155.00	155.00	155.00	155.00	155.00	155.00	155.00	153.00	153.00	153.00	153.00	153.00	153.00	157.00	157.00	157.00	157.00	157.00	157.00	150.00	150.00				

ESTILO	SEM 1		SEM 2		SEM 3		SEM4		SEM5		correccion	Prod mes	
	PARES	DOC	DOC										
117 x5	36	3.0	36	3.00	30	2.5	30	2.5	12	1.0	12	0.0	144
702 X5	36	3.0	36	3.00	30	2.5	30	2.5	12	1.0	12	0.0	148
117 x3	36	3.0	36	3.00	30	2.5	30	2.5	12	1.0	12	0.0	150
702 X3	36	3.0	36	3.00	30	2.5	30	2.5	12	1.0	12	0.0	150
743X5	36	3.0	36	3.00	30	2.5	30	2.5	12	1.0	12	0.0	148
804 T-50	54	4.5	54	4.50	54	4.5	60	5.0	18	1.5	20	0.0	248
830 T- 50	54	4.5	54	4.50	54	4.5	60	5.0	18	1.5	20	0.0	248
826 T-50	54	4.5	54	4.50	54	4.5	60	5.0	18	1.5	20	0.0	244
823 T - 50	54	4.5	54	4.50	54	4.5	60	5.0	18	1.5	20	0.0	244
820 TARMA	66	5.5	66	5.50	72	6.0	72	6.0	24	2.0	25	0.0	308
635 TARMA	66	5.5	66	5.50	72	6.0	72	6.0	24	2.0	25	0.0	306
796 TRMA	66	5.5	66	5.50	72	6.0	72	6.0	24	2.0	25	0.0	306
830 C-30	84	7.0	84	7.00	84	7.0	84	7.0	24	2.0	30	0.0	366
831 C-30	84	7.0	84	7.00	84	7.0	84	7.0	24	2.0	30	0.0	364
804 C 30	84	7.0	84	7.00	84	7.0	84	7.0	24	2.0	30	0.0	366
806 C 30	84	7.0	84	7.00	84	7.0	84	7.0	24	2.0	30	0.0	366
TOTAL	930	78	930	78	918	77	942	79	300	25	335	0	4106
DISPONIBILIDAD (min)	19440		19440		19440		19440		6480				
NECESARIO (miin)	19065		19065		18819		19311		6150				
exedente MIN	375		375		621		129		330				
PARES QUE SE PODRIAN PRODUCIR	18		18		30		6		16		89		