FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera De Ingeniería Industrial y Comercial

REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE PREPARACIÓN DEL ÁREA DE PRENSA PARA LA MEJORA DE PRODUCCIÓN EN EMPRESA DE CALZADO

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial y Comercial

CARLO ANDRE VICUÑA MÜHLIG

ALEXANDER FERNANDO ZAMORA NACCHA

Asesor:
Ing. Alex Antonio Izquierdo Requejo

Lima - Perú
2019

JURADO DE LA SUSTENTACION ORAL

……

Presidente

……

Jurado 1

……

Jurado 2

Entregado el:

……

Graduando 1

……

Graduando 2

Aprobado por:

……

Asesor de Tesis:

UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA
FACULTAD DE INGENIERIA

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Carlo Andreê Vicuña Mühlig, identificada con DNI N.º 48493713 Bachiller del Programa Académico de la Carrera de Ingeniería Industrial y Comercial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad San Ignacio de Loyola, presento mi tesis titulada:
REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE PREPARACIÓN DEL ÁREA DE PRENSA PARA LA MEJORA DE PRODUCCIÓN EN EMPRESA DE CALZADO.
Declaro en honor a la verdad, que el trabajo de tesis es de mi autoría; que los datos, los resultados y su análisis e interpretación, constituyen mi aporte. Todas las referencias han sido debidamente consultadas y reconocidas en la investigación.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad u ocultamiento de la información aportada. Por todas las afirmaciones, ratifico lo expresado, a través de mi firma correspondiente.

Lima, mayo del 2019

……..……..
Carlo Andreê Vicuña Mühlig
DNI N° 48493713

UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA
FACULTAD DE INGENIERIA

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Alexander Fernando Zamora Naccha, identificada con DNI N.º 72913719 Bachiller del Programa Académico de la Carrera de Ingeniería Industrial y Comercial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad San Ignacio de Loyola, presento mi tesis titulada:

REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE PREPARACIÓN DEL ÁREA DE PRENSA PARA LA MEJORA DE PRODUCCIÓN EN EMPRESA DE CALZADO.

Declaro en honor a la verdad, que el trabajo de tesis es de mi autoría; que los datos, los resultados y su análisis e interpretación, constituyen mi aporte. Todas las referencias han sido debidamente consultadas y reconocidas en la investigación.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad u ocultamiento de la información aportada. Por todas las afirmaciones, ratifico lo expresado, a través de mi firma correspondiente.

Lima mayo del 2019

……..……..

Alexander Fernando Zamora Naccha

DNI N° 72913719

EPÍGRAFE

¿Por qué no hacer el trabajo más fácil y más interesante para que la gente no tenga que sudar?

(Taiichi Ohno, 1990)

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis abuelos y padres, por su infinito apoyo y cariño a lo largo de estos años.

A mis padres y hermana, por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, valores, por la motivación constante e incondicional que se mantiene a través del tiempo.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la empresa Industrial Condor SAC y a nuestro asesor el Ing. Alex Izquierdo, por la confianza y el apoyo brindado al desarrollar la presente tesis.

Índice de contenidos

	Páginas
Índice de tablas	10
Índice de Figuras	12
Índice de Anexos	15
Resumen	16
Abstract	17
Introducción	18
Problema de investigación	19
Identificación del problema	19
Formulación del problema	32
Marco Referencial	33
Antecedentes internacionales	33
Antecedentes nacionales	37
Estado del arte	41
Marco teórico	43
5'S	43
Single Minut Exchange of Die (SMED)	46
Diagrama Causa – Efecto	48
Diagrama de Pareto	50
Diagrama de actividades del proceso	52
Diagrama de recorrido	55
Método Guerchet	55
Overall Equipment Effectiveness	58
Estudio de tiempos y movimientos	59
Desperdicios	61
Objetivos de la investigación	63
Objetivo General	63
Objetivos específicos.	63
Justificación de la investigación	63
Limitaciones	64
Hipótesis	65
Matriz de consistencia	67

Marco metodológico **69**
Enfoque **69**
Alcance de la investigación **69**
Paradigma **69**
Método **70**
Variables **70**
Independiente **70**
Dependiente **71**
Población **71**
Muestra **71**
Unidad de análisis **71**
Instrumentos y técnicas **72**
Procedimientos de datos **83**
Resultados **98**
Conclusiones **132**
Recomendaciones **134**
Referencias **136**
Anexos **138**

Índice de Tablas

	Páginas
Tabla 1: Cuadro de producción por área.	**20**
Tabla 2: Cuadro de producción diario promedio por área.	**20**
Tabla 3: Tabla de resultado, sobre el problema que más impacta en el área.	**23**
Tabla 4: Tabla de porcentaje, sobre el problema que más impacta en el área.	**23**
Tabla 5: Cuadro de instrumentos a utilizar.	**72**
Tabla 6: Diagrama de pareto de suelas.	**75**
Tabla 7: Cuadro de suplementos.	**77**
Tabla 8: Tabla OEE.	**83**
Tabla 9: Tabla toma de tiempos huella 23.	**87**
Tabla 10: Tabla toma de tiempos huella 28.	**88**
Tabla 11: Tiempo y distancia en actividades de preparación.	**92**
Tabla 12: Actividades de preparación de material y herramientas.	**93**
Tabla 13: Tabla resumen DAP (Tiempos de Preparación).	**93**
Tabla 14: Cálculo de OEE mes abril.	**97**
Tabla 15: Medidas para resolver los problemas.	**98**
Tabla 16: Objetos en área de prensa.	**99**
Tabla 17: Objetos en área de prensa después de aplicar primera S.	**100**
Tabla 18: Parámetros método Guerchet.	**102**
Tabla 19: Cálculos de método Guerchet.	**102**

Tabla 20: valores de diagrama de relaciones. 103

Tabla 21: Reducción de tiempos de preparación por 5´S. 108

Tabla 22: Tabla toma de tiempos método 2 producción 4 moldes modelo 28. 111

Tabla 23: Tabla toma de tiempos método 2 producción 2 moldes modelo 23 y 2 moldes modelo 28. 112

Tabla 24: tabla de variación de método 1 y método 2. 113

Tabla 25: Actividades de preparación de maquinaria, herramientas y materiales después de 5'S. 115

Tabla 26: Reducción de tiempos de preparación. 116

Tabla 27: Tabla resumen nuevo DAP (Tiempos de preparación). 120

Tabla 28: OEE mes de mayo. 123

Tabla 29: Tabla de comparación OEE. 124

Tabla 30: Costo de implementación. 126

Tabla 31: Costo de mano de obra. 126

Tabla 32: Horas extras al mes. 127

Tabla 33: Costo mensual de mano de obra directa antes. 128

Tabla 34: Consumo KW.-Mes 128

Tabla 35: Costo mensual de mano de obra directa después. 128

Tabla 36: Estado de Resultado antes de mesa de trabajo 129

Tabla 37: Estado de Resultado después de mesa de trabajo 129

Tabla 38: Calculo de VAN y TIR 130

Índice de Figuras

Paginas.

Figura 1: Flujo principal, Industrial Condor SAC. 19

Figura 2: Diagrama de Ishikawa. 22

Figura 3: Gráfico de pareto. 24

Figura 4: Representación, "Prensa de Caucho" 25

Figura 5: representación, "método de prensado 1" 26

Figura 6: imagen, "método de prensado". 27

Figura 7: foto del área de prensa. 28

Figura 8: desorden de moldes de prensa. 29

Figura 9: mesa para preparar material. 29

Figura 10: foto de espacio de trabajo de prensa. 30

Figura 11: principios de las 5'S. 44

Figura 12: conceptos tiempo de cambio. 47

Figura 13: estructura del diagrama causa – efecto. 49

Figura 14: tabla conteo de datos. 51

Figura 15: tabla de datos para un diagrama de Pareto. 51

Figura 16: ejemplo de diagrama de Pareto. 52

Figura 17: simbología diagramas de actividades del proceso. 53

Figura 18: ejemplo de diagramas de actividades del proceso. 54

Figura 19: ejemplo de diagramas de flujo. 55

Figura 20: ejemplo superficie estática, método Guerchet. 56

Figura 21: ejemplo de superficie gravitatoria, método Guerchet. 56

Figura 22: ejemplo superficie de evolución, método Guerchet. 57

Figura 23: coeficiente de evolución, método Guerchet. 57

Figura 24: ejemplo de superficie total, método Guerchet. 57

Figura 25: ejemplo Superficies, método Guerchet. 58

Figura 26: fórmula OEE. 59

Figura 27: valores para clasificar la efectividad del equipo. 59

Figura 28: valoración ritmo de trabajo. 60

Figura 29: cuadro de suplementos. 61

Figura 30: cuadro de tiempos. 73

Figura 31: cálculo de observaciones requeridas. 74

Figura 32: gráfico de Pareto, huellas. 76

Figura 33: DAP del área de prensa. 78

Figura 34: encuesta - diagnóstico inicial – herramienta 5'S. 81

Figura 35: Layout área de prensa. 82

Figura 36: estado inicial del área de prensa en orden y limpieza. 86

Figura 37: diagrama de actividades del proceso de un día – área de prensa. 91

Figura 38: diagrama de recorrido área de prensa. 94

Figura 39: layout área de prensa – antes de Guerchet. 101

Figura 40: Diagrama de relaciones del área de prensa. 103

Figura 41: layout área de prensa luego de aplicar Guerchet. 104

Figura 42: zona de moldes ordenados por modelos y tallas. 105

Figura 43: estación después de aplicación 5S. 105

Figura 44: herramientas y materiales de trabajo ordenadas. 106

Figura 45: nueva distribución del área de prensa. 106

Figura 46: nueva distribución del área de prensa (2). 107

Figura 47: formato de 5'S. 107

Figura 48: gráfico comparativo de tiempos de preparación antes y después de 5'S. 109

Figura 49: representación método nuevo. 110

Figura 50: gráfico de reducción de tiempos y actividades de preparación. 116

Figura 51: nuevo diagrama de actividades del proceso de un día – área de prensa. 119

Figura 52: nuevo diagrama de recorrido – inicio de jornada. 120

Figura 53: nuevo diagrama de recorrido – fin de jornada. 121

Figura 54: gráfico de evolución de OEE y los factores de disponibilidad y calidad. 125

Índice de Anexos

	Paginas.
Anexo 1: tiempos observados proceso de producción huella 23.	**138**
Anexo 2: tiempos observados proceso de producción huella 28.	**139**
Anexo 3: Encuestas de trabajadores.	**140**
Anexo 4: Fotografías del área de prensa luego de 5´S.	**157**
Anexo 5: tiempos observados proceso de producción método 2 huella 28 y 28.	**160**
Anexo 6: tiempos observados proceso de producción método 2 huella 23 y 28.	**161**
Anexo 7: Calculo de OEE mes de junio y julio.	**162**
Anexo 8: carta de consentimiento informado.	**172**
Anexo 9: Capacitaciones de concientización 5´S.	**174**
Anexo 10: Cuadros de producción mensual y diarios por áreas del año 2017.	**179**

RESUMEN

El presente trabajo de tesis muestra la relación entre los tiempos de preparación con respecto a la capacidad productiva del área de prensado de suelas de caucho en una empresa de calzado deportivo en Lima, Perú en el año 2018. El objetivo principal de esta investigación es reducir los tiempos de preparación, aplicando herramientas como el método Guerchet y 5´S para optimizar el layout generando así un área más ordenada y limpia; implementando también un método de producción más eficiente aprovechando una mayor capacidad de las máquinas con la finalidad de aumentar la capacidad del área de prensa. Además, veremos el ahorro (monetario) en energía, mano de obra y materia prima gracias a las medidas implementadas. Nos enfocamos en el OEE (Overall Equipment Effectiveness) como el indicador que nos demuestre el avance de haber aplicado todas estas herramientas y metodologías, ya que abarca variables de rendimiento, capacidad y calidad. Obteniendo como resultados la reducción de tiempos de preparación hasta en un 62%, un mejor método de producción que aumenta la capacidad máxima en un 33%. Esto conlleva a una mejora en el OEE de un 18%, en un periodo de tiempo relativamente corto. Finalmente, un aumento en el rendimiento de un 23%, esto gracias a que la producción promedio de aumento de entre 700 y 750 a 896 pares.

Palabras Claves: Método de Guerchet; aumento de producción; SMED; 5'S; Efectividad Total de Máquina (OEE).

ABSTRACT

The resent shows the relationship between the preparation times with respect to the productive capacity of the rubber sole pressing area in a sports shoe company in Lima, Peru in 2018.The main objective of this research is to reduce preparation times, applying tools such as the Guerchet method and 5'S to optimize the layout, generating a tidier and cleaner area; also implementing a more efficient production method taking advantage of a greater capacity of the machines in order to increase the capacity of the press area. In addition, we will see the (monetary) savings in energy, labor and raw material thanks to the measures implemented. We focus on the OEE (Overall Equipment Effectiveness) as the indicator that shows us the progress of having applied all these tools and methodologies, since it covers variables of performance, capacity and quality. Obtaining as a result the reduction of preparation times up to 62%, a better production method that increases the maximum capacity by 33%. This leads to an improvement in the OEE of 18%, in a relatively short period of time. Finally, an increase in the performance of 23%, this to the average production increase between 700 and 750 to 896 pairs.

Key Words: Guerchet Method; SMED; increased production capacity; 5'S; Overall Equipment Effectiveness (OEE).

Introducción

La empresa Industrial Condor SAC fue fundada en 1995 pero, empezó sus obras recién en 1996 vendiendo zapatillas de lona con el nombre de FreeWay, contaba con 12 trabajadores y tenían una producción diaria de 60 pares por día. En el año 1997 habiendo duplicado su producción, obtuvieron la patente para producir zapatillas con la marca Walon. En el año 1998 dejaron de fabricar FreeWay para crear una nueva marca llamada Libero.

El día de hoy con más de 21 años de trayectoria, y con un total de 100 trabajadores ha llegado a posicionarse entre los líderes en el rubro de calzado deportivo para sectores clase C y D, produciendo más de 800 pares diarios de calzado deportivo hechos de microfibra y cuero. Aun trabajan con la patente de la marca Walon, además de una nueva marca propia creada en el 2014 llamada Zeti.

La empresa está conformada por 4 áreas principales: administración, ventas, diseño y producción. El área de producción, por su parte, está compuesta por 9 subáreas que se encargan de la fabricación del calzado deportivo. Estas son: Planeamiento y control de la producción, corte de material (microfibra, cuero, calcio y complementos), serigrafía (estampado de diseños en microfibra y calcio), aparado, almacén producto Intermedio, prensado de suelas de caucho, inyección de T.P.U, E.V.A y chimpunes, armado de suelas, armado de calzado (donde se une la capellada con la suela), y almacén producto terminado. Cada área cuenta con un jefe de área encargado del cumplimiento de las órdenes de planeamiento y control de producción.

En el año 2018, el área de prensa presentó ciertos percances, debido a la creciente demanda por el incremento de modelos y tallas, así como el incremento de cambios de moldes y en efecto, los tiempos involucrados en los tiempos de preparación de maquinaria; esto impide que se cumpla el programa diario de producción, generando retrasos en el área de armado de suelas y la de armado de calzado, faltantes en la producción e incumplimiento en los plazos de entrega de pedidos. Por este motivo se aplicarán herramientas de la filosofía lean manufacturing con objetivo de reducir los tiempos innecesarios y aumentar la producción del área de prensado de suelas.

Problema de Investigación

Identificación del Problema

La empresa Industrial Condor SAC tiene el siguiente proceso para la fabricación de calzado deportivo:

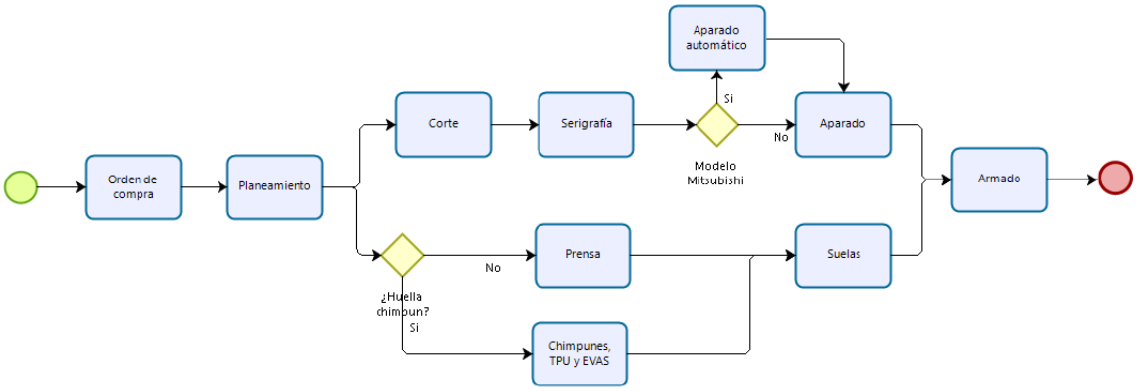


Figura 01: Flujo principal, Industrial Condor SAC.

Fuente: Elaboración propia.

En el anterior diagrama se explica cómo empieza el proceso de producción, desde que el área planeamiento recepciona una orden de compra enviada por ventas y este se registra para que empiece su proceso de fabricación. En la empresa hay 3 procesos principales, éstos son: corte de capelladas, armado de suelas y armado de calzado. El proceso de “Armado de capellada”, está compuesto por las áreas de: corte, serigrafía y aparado, mientras que el proceso de “Armado de suelas” lo conforman las áreas de: prensa, chimpunes y suelas. Al área de armado de calzado deben llegar casi sincronizadas las capelladas y las suelas armadas, para la fabricación final. Lo ideal sería que cada área produzca alrededor de 850 a 900 pares diarios, ya que es la capacidad actual del área de armado de calzado.

En el siguiente cuadro de producción de los 3 primeros meses del 2018 se puede observar que todas las áreas llegan cerca de la meta propuesta. Como antecedente se tienen también la producción del año 2017 (anexo 10) que se encuentran en la sección de anexos.

Mes	Corte	Serigrafia	Aparado	Prensa	Suelas	EVA's, TPU y Chimpun.	Armado de Calzado
Enero	19846	20188	20847	16860	14522	1891	19402
Febrero	16573	17430	16571	14839	14399	0	17649
Marzo	16635	16031	17503	17046	14338	660	15915

Tabla 01: cuadro de producción por área.
Fuente: Elaboración propia.

Mes	Corte	Serigrafia	Aparado	Prensa	Suelas	EVA's, TPU y Chimpun.	Armado de Calzado
Enero	863	878	906	733	631	82	844
Febrero	829	872	829	742	720	0	882
Marzo	723	697	761	741	623	29	692

Tabla 02: cuadro de producción diario promedio por área.
Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en el cuadro de producción promedio la mayoría de áreas llega en promedio a los 800 o 900 pares, salvo 3 áreas. El área de EVA´S, TPU y Chimpun, debido a que tienen un stock bastante alto producido en el 2017, para el año de estudio (2018) se decidió solo producir pequeñas cantidades de colores y tallas que puedan faltar. Con respecto al área de armado de suelas, su producción escaseaba por dos razones: el área de prensa abastecía máximo de 700 a 750 pares y que a veces cuando la demanda de modelos escolares para niñas era muy grande, 100 pares de prensa se iban a un productor externo, ya que el área no contaba con maquinarias para trabajarlo. Sin embargo, gracias al stock de chimpunes solicitado en el 2017 para el mundial (Rusia 2018), abastecían al área de armado alrededor de 250 pares por día, pero al acabar estas dos épocas (escolar y mundial), suelas tendría que abastecer sola al área de armado. El área de prensa, un área que desde que empezó en 2016 su máximo de producción, siempre rondo entre los 700 y 750 a pesar que es la única área de la fábrica que trabaja a

dos turnos; para abastecer al área de suelas a veces se hacen horas extras los días sábados, pero aun así no se logran superar los 800 pares.

Sumado a esto para el mes de abril recién se planeaba introducir una nueva huella (28) pero, los vendedores empezaron a traer pedidos en grandes cantidades desde meses anteriores, el problema era que los moldes aun no estaban listos, se acumularon grandes cantidades de pedidos de esa huella y la prensa no podía abastecer la gran demanda, a la fecha (28/03/18) se tenían 10,000 pares en cola de la huella 28 y seguía aumentando.

El cuadro también presenta que en el mes de marzo ocurrió una disminución en la producción de las áreas de corte, serigrafía y armado, esto debido a la introducción no planeada de nuevos modelos y el tiempo que se invertía haciendo muestras.

Se tenía que encontrar una solución para llegar a satisfacer con la demanda de todas las huellas que se pedían, pero si se le daba prioridad a la nueva huella se dejaban de producir otros modelos. Se trabajo sin avanzar la nueva huella mientras se decidía que hacer para abastecer toda la demanda que hay.

Luego de conocer esta problemática que genero la alta demanda de la nueva huella y la poca capacidad de respuesta del área de prensa, se conversó con el ingeniero responsable del área y los operarios sobre cuáles eran las causas que afectaban directamente a la producción del área.

Se anotaron los problemas en un diagrama de Ishikawa tomando como base las 6 m y el resultado fue el siguiente:

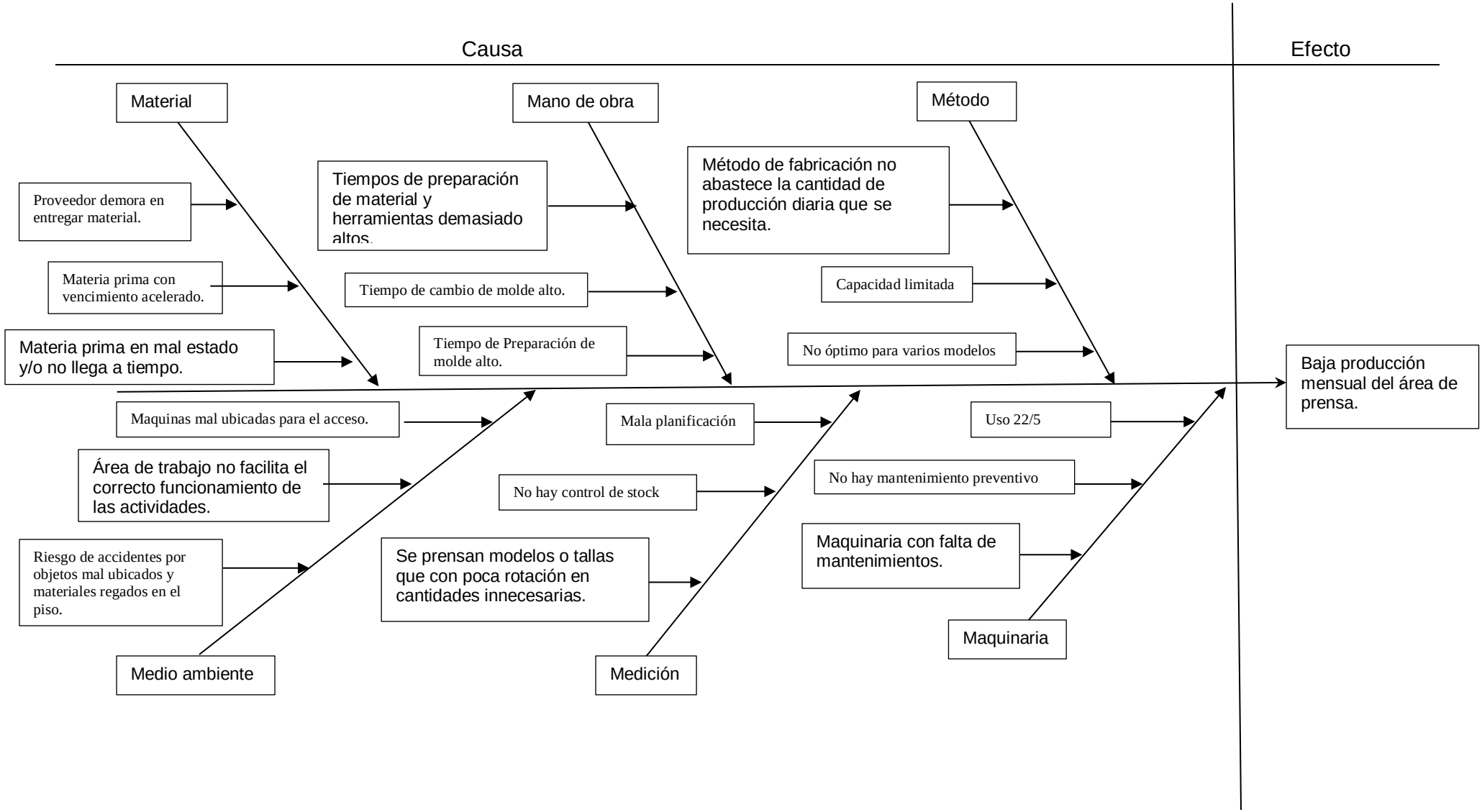


Figura 02: Diagrama de Ishikawa.

Fuente: Elaboración Propia.

Se hizo un diagrama de pareto para localizar cuales eran los problemas a resolver que ocasionaban mayor impacto en el área. Para obtener datos se le consulto a cada uno de los operarios y el resultado fue el siguiente:

¿Cuál de estos problemas genera un mayor impacto en la capacidad?	Operarios					
Problemas	1	2	3	4	5	6
Materia prima en mal estado y/o no llega a tiempo.		x				
Tiempos de preparación de herramientas y materiales demasiado altos.	x	x	x	x	x	x
Método de fabricación no abastece la cantidad de producción diaria que se necesita.	x	x	x		x	
Área de trabajo no facilita el correcto funcionamiento de las actividades.	x	x	x	x	x	x
Maquinaria con falta de mantenimientos.				x		
Se prensan modelos o tallas que con poca rotación en cantidades innecesarias.	x			x		x

Tabla 03: tabla de resultado, sobre el problema que más impacta en el área.
Fuente: Elaboración propia.

Problemas	Votos	%	% Acum.
Tiempos de preparación de herramientas y materiales demasiado altos.	6	26.09%	26.09%
Área de trabajo no facilita el correcto funcionamiento de las actividades.	6	26.09%	52.17%
Método de fabricación no abastece la cantidad de producción diaria que se necesita	5	21.74%	73.91%
Se prensan modelos o tallas que con poca rotación en cantidades innecesarias.	3	13.04%	86.96%
Maquinaria se malogra y se demoran en arreglarla.	2	8.70%	95.65%
Materia prima en mal estado y/o no llega a tiempo.	1	4.35%	100.00%
Total	23	100.00%	

Tabla 04: tabla de porcentaje, sobre el problema que más impacta en el área.
Fuente: Elaboración propia.

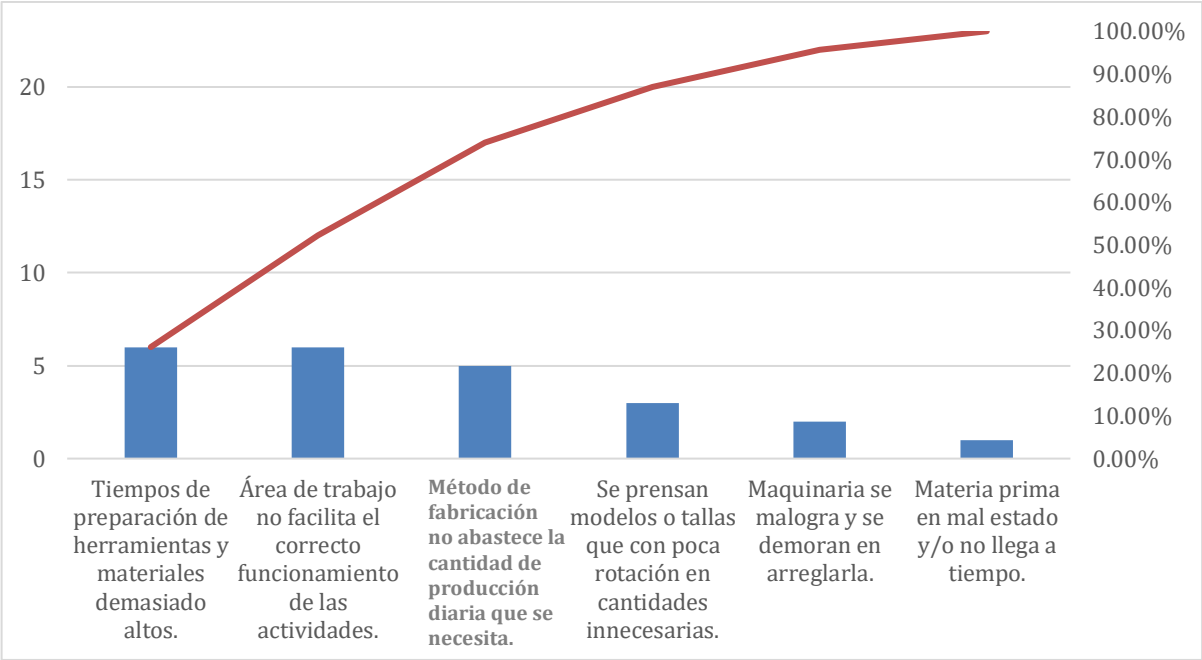


Figura 03: gráfico de pareto.

Fuente: Elaboración propia.

Se empezó observar el área en abril (2018), se pudo obtener la siguiente información de los problemas encontrados en el diagrama de Ishikawa:

- **Método de fabricación no abastece la cantidad de producción diaria que se necesita.**

  Método actual de producción de suelas utilizando 1 piso y 2,3,4 moldes:

  Al prensador se le programa un máximo de 180 pares de suelas por día. La empresa tiene 4 máquinas prensadoras de caucho, en cada máquina se pueden colocar 3 moldes debido a que posee 3 pisos y 4 platos, cada molde se coloca en un piso entre los platos, tal como muestra la siguiente imagen:

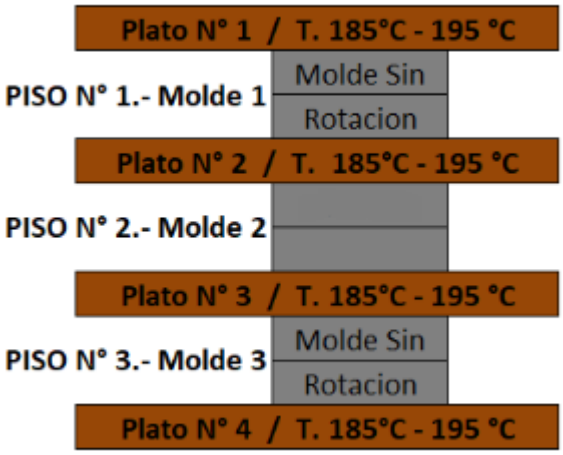


Figura 04: representación, “Prensa de Caucho”

Fuente: Elaboración propia.

Cabe resaltar que ese máximo de pares fue calculado empíricamente, es decir que cuando se inició con el área en el año 2016 los trabajadores que contrataron eran experimentados en el proceso y al ver las máquinas decidieron que lo máximo para el trabajo eran 180 pares y en un piso, pese a que estos trabajadores ya no laboran en la empresa se sigue aplicando su método. No se realizaron estudios previos para conocer la capacidad máxima real de la maquinaria.

Existen 3 formas de trabajo para producir 180 pares de suelas diarios:

Utilizando 2 moldes: 90 pares del molde A, 90 pares del molde B.

Utilizando 3 moldes: 60 pares del molde A, 60 pares del molde B, 60 pares del molde C.

Utilizando 4 moldes: 45 pares del molde A, 45 pares del molde B, 45 pares del molde C, 45 pares del molde D.

Condiciones de trabajo para el siguiente método:

- La temperatura de Prensado se trabaja entre 185°C y 195°C
- El tiempo de aguante debe ser de 1.5 min. (90 seg.)
- Presión 2000 psi

Procedimiento:

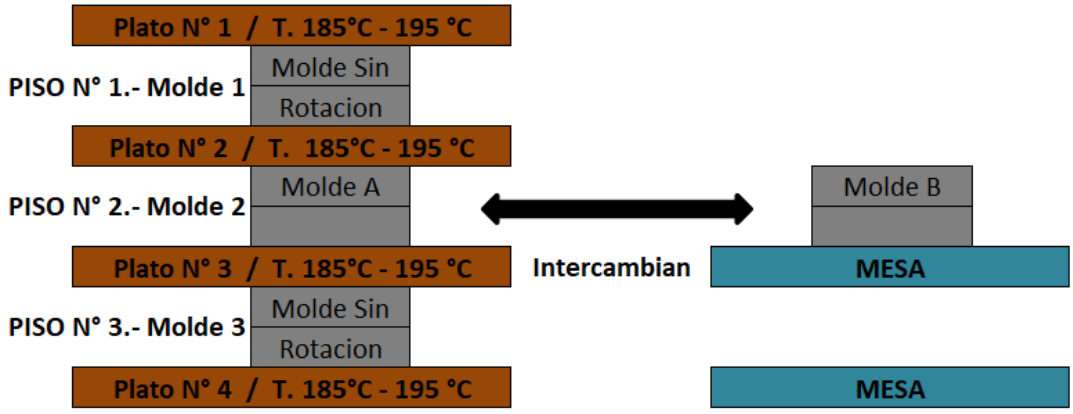


Figura 05: representación, “método de prensado 1”
Fuente: Elaboración propia.

El problema con el método de producción se encuentra en la capacidad. En las prensas se pueden utilizar 3 pisos de manera simultánea, pero por el método solo se utiliza uno, es decir ⅓ de su capacidad total. La mesa de trabajo con la que cuentan los operarios, está diseñada para trabajar solo un piso, eso es otro factor para que los operarios no utilicen los 3 pisos. También al solo poder utilizar un piso dificulta más la tarea cuando se tienen que trabajar muchas tallas o modelos en el día, ya que los moldes son pesados, no están a la mano y su tiempo de preparación es alto.

Como cada prensador solo produce un máximo de 180 pares por día, la mejor solución en ese momento fue crear dos turnos de tres prensadores por turno para poder satisfacer la demanda diaria que consume el área de armado de calzado.

Dato aparte, al prender la maquina se calientan los 3 pisos y no solo el que se está utilizando. Esto genera un gasto excesivo en recursos por el doble turno y la energía que se utiliza en maquinaria y luz, horas hombre de madruga, tener más personal del que se requiere.

Figura 06: imagen, “método de prensado”.
Fuente: Área de Prensado de Suelas.

- **Tiempo de preparación de herramientas y materiales demasiado altos:**

  La prensa al encenderse se demora entre 60 minutos en calentar para que cada plato llegue hasta los 180°C de temperatura; debido a esto los prensadores del turno día ingresan a trabajar 1 hora antes que las demás áreas (7:00 am a 7:00 pm), primero se demoran de 10 a 15 minutos desde que llegan en alistarse para ir a trabajar, luego los lunes prenden la prensa y no se vuelve a apagar hasta el viernes. Mientras la prensa calienta, se ponen a buscar los moldes según el programa diario y colocarlos en la prensa para calentarse, esto toma alrededor de 8 a 10 minutos y que el molde caliente de 30 a 45 minutos. Mientras el molde y la prensa calientan, los pensadores comienzan a preparar su material, recoger las suelas de caucho troqueladas, separarlas de acuerdo con el programa, limpiarlas, cortar los retazos de caucho, cortar los insertos, finalmente buscar sus instrumentos y limpiar su sitio de trabajo, todo esto toma alrededor de 25 a 30 minutos. En el turno de noche entran 8:00 pm, hacen las mismas actividades de buscar los moldes y calentarlos (de 25 a 30 min ahora, ya que la prensa está caliente), trabajan de corrido (sin hora de descanso) y terminan a las 7:00 am. Tanto en el turno día como en el de noche nunca sacan los moldes que han trabajado cuando se retiran, los dejan en la máquina para que el siguiente los retire.

El prensador por día trabaja con 4 moldes como máximo, en algunas ocasiones el cambio de molde se hace 15 minutos antes del inicio del almuerzo para que los moldes pueden calentar sin interferir la horas de trabajo, sin embargo, esto depende de la cantidad de pares programados por molde, en ocasiones se requiere trabajar con más de 4 moldes debido a urgencia de la demanda, esto provoca que la producción se reduzca en 20 pares por cada dos moldes agregado, ya que el cambio de moldes dura de 8 a 10 minutos y calentarlo, es de 20-25 minutos, sumado esto a un desgaste físico generado por cagar más peso.

En conclusión, los operarios entran una hora antes, pero no para producir más, sino para preparar sus materiales de trabajo. Aparte aun así empiezan su producción alrededor de las 8:00 am en el día y 8:00 pm en la noche.

- **Layout actual dificulta el buen funcionamiento de la producción:**

La actual área de prensa está dividida de la siguiente manera:

Figura 07: foto del área de prensa.
Fuente: Área de Prensado de Suelas

El problema de la actual distribución es primero la zona por la cual se ingresa, siempre está bloqueada, así como los caminos de transito del área, lo cual dificulta la movilización del operario por la zona, provocando más esfuerzos en dejar el puesto de trabajo, para recoger material y también aumenta la cantidad de

riesgos de accidentes por objetos mal colocados o elementos en el piso. Todo ocasionado varias veces por los desperdicios acumulados en el área, el desorden de las herramientas y materiales fuera de sitio. Por último, la misma producción se deja en el piso al costado de la máquina.

Segundo, la dificultad para localizar y utilizar los moldes y el material para insertos. Los moldes están colocados en el piso, uno encima del otro. Cada uno pesa 30 kg en promedio y no tienen siquiera un orden para colocarlos como se aprecia en la figura 07:

Figura 08: desorden de moldes de prensa.
Fuente: Zona de Moldes – Área Prensado de Suelas

El material para insertos es otro punto donde se pierde mucho tiempo, actualmente el operario tiene que buscarlo, en la misma área, estirarlo cortarlo y luego guardarlo en el mismo lugar u otro desocupado, como se muestra en la siguiente foto:

Figura 09: mesa para preparar material.
Fuente: Área de Prensado de Suelas

Por último, la pérdida de materiales es constante, los operarios necesitan tijeras, cuchillas, teflón, desmoldante, guantes, entre otros. Lo correcto sería que cada operario tenga sus propias herramientas para trabajar de manera óptima, pero no, a veces los operarios del turno anterior mantienen las herramientas consigo, por ende, cuando el operario del siguiente turno ingresa al área de trabajo, no tiene los materiales necesarios para trabajar, perdiendo tiempo pidiendo o buscando materiales.

Figura 10: foto de espacio de trabajo de prensa.
Fotografía: Proyecto de tesis.

- **Moldes y tallas de poca rotación se prensan en grandes cantidades.**

Solo se prensa para alcanzar la meta de producción, sin tomar en cuenta el plan de producción diario. Debido a los tiempos de preparación y los cambios de moldes son altos, también siendo afectado por el método de trabajo (se utiliza un piso), se producen huellas en grandes cantidades incluyendo tallas que no se necesitan, para evitar volver a usarlas en el día, por ejemplo:

En un plano que piden 100 pares, con el siguiente seriado:

Talla	38	39	40	41	42	43	Total
Cantidad	14	22	25	18	14	6	100

Lo que se produce realmente es lo siguientes:

Talla	38	39	40	41	42	43	Total
Cantidad	60	60	60	60	60	60	360

Como se puede observar en el ejemplo, ocurre que dos prensas se dedican todo el día a prensar un mismo modelo, porque se le asignan cantidades grandes a cada una de ellas y no se necesitan para la producción de ese día o el día siguiente, esto ocasiona que otros modelos se dejen de producir o se retrase su elaboración. Además, las huellas 43, 42 y 41 nunca se piden en grandes cantidades y se quedan en el stock del área de armado de suelas, sin usarse.

- **Maquinaria con falta de mantenimientos y materia prima no llega a tiempo:**

Estos dos problemas no ocurren con mucha frecuencia en el día a día en el área, entre los dos ocurrieron 5 veces en el mes de estudio (abril 2018) pero cuando sucede la máquina y el operario quedan paradas un promedio de una hora a una hora y media, por ende, se tomará en cuenta las paradas, pero no nos enfocaremos en estos problemas.

El problema de máquinas se dejará a cargo del técnico de la fábrica que ya está preparando junto con el ingeniero a cargo un plan de mantenimiento preventivo. Por otro lado, el problema con los proveedores y el cumplimiento del programa de producción se dejará a cargo del área de planificación y al ingeniero del área.

En resumen:

Luego de haber observado el área y sus problemas, se pudo concluir que los problemas principales están ligados a los altos tiempos tanto en la preparación de máquina y materiales como en el desorden del área de trabajo. Como la preparación de los materiales, acomodarse en la estación de trabajo y buscar las herramientas de trabajo, limpiar el material, etc. También el método de producción, que no aprovecha el potencial completo de la máquina, por ende, no puede alcanzar al total estimado por los mismos trabajadores. Y por último problemas que ocurren ya con menos frecuencia como prensar tallas o modelos con tanta rotación (lo que ha generado el stock que se tiene en el área de suelas), la falta de mantenimientos que ocasionan paras de las máquinas y que los proveedores se retrasan al traer el caucho.

Formulación del Problema

Problema General:

¿En cuánto se podría aumentar la producción del área de prensa reduciendo los tiempos de preparación?

Problemas específicos:

¿Cuál sería el impacto en los tiempos de preparación con un mejor orden, limpieza y distribución del layout de prensa?

¿Cuál sería el efecto de un método de producción, que utilice mayor capacidad de la máquina, en los tiempos de preparación?

¿Cuáles serían los nuevos métodos de trabajo para reducir tiempos de preparación de herramientas y materiales innecesarios del área de prensa?

¿Cuál sería el impacto de reducir los tiempos de preparación en los costos del área de prensa?

Marco Referencial

En esta sección se realizará un análisis de diversos estudios y artículos que enfocados en los conceptos de la filosofía Lean Manufacturing, la implementación de los mismos en diversas empresas nacionales e internacionales y sus resultados en el aumento de la producción a base de la reducción de desperdicios. Gracias a ello, se nos brinda los argumentos necesarios para escoger esta metodología. Si bien existen otras metodologías que eliminen desperdicios, errores en logística, agilización de procesos mediante técnicas y herramientas, como el six sigma; el lean manufacturing se caracteriza por poseer ideas sencillas a realizar con procedimientos y técnicas para personas inexpertas tales como operarios y administrativos. Para finalizar, este método se construye con un trabajo en equipo e impulsa las mejoras continuas. Tiene un plazo de 1 a 3 meses para ver los beneficios (Universidad ESAN, 2018).

Antecedentes Internacionales

Actualmente las empresas industriales se enfrentan al reto de buscar e implantar nuevas técnicas organizativas y de producción que les permitan competir en un mercado global. El modelo de fabricación esbelta, conocido como Lean Manufacturing, constituye una alternativa consolidada y su aplicación y potencial deben ser tomados en consideración por toda empresa que pretenda ser competitiva. (Hernández & Vizán, 2013, p.6).

Villalobos et al. (2016), realizaron un artículo donde presentan la mejora de procesos productivos mediante la filosofía lean manufacturing a compañías CDC de fabricación de colchones en Chile.

En este estudio emplearon herramientas típicas de la filosofía lean (Diagrama de flujo de Valor (VSM) y Diagramas de Ishikawa) que permitieron describir e identificar mudas dentro del proceso productivo. Los resultados de esta investigación dejaron en evidencia cuatro problemas principales y sus causas, con la finalidad de eliminar las malas prácticas que generan desperdicios en la producción de colchones, estos fueron: excesivo transporte de materias primas y semielaboradas por grúas horquilla, alto porcentaje de productos semielaborados por taller, tiempos de espera que afectan el flujo constante de

trabajo y sobre stock de productos semielaborados que tienen relación con las mudas de transporte.

Finalmente se concluyó en la centralización de procesos de terminación en un solo lugar ayudaría a reducir las mudas, costos y ayudará a la automatización en el proceso final de colchones.

Torres (2016), comprobó el impacto de las herramientas de la metodología lean manufacturing en el mejoramiento de la producción de perfiles armados en la empresa Estrumetal S.A. En esta investigación se aplicaron herramientas de la filosofía lean manufacturing, como 5s, Kanban, flujo de producción continuo. Luego de estandarizar el proceso productivo con las herramientas mencionada, se hicieron simulaciones en pro-model de las ventajas de una redistribución de planta en el ciclo de producción, y por último el aumento de productividad de un cambio del tipo de soldadura.

Se obtuvieron los siguientes resultados: el 34% del tiempo muerto se debía a una deficiencia en la planificación de producción. Gracias a la estandarización del proceso productivo, se aumentó en un 50% la producción, ya que se eliminan tiempos muertos donde la máquina no funcionaba. Asimismo, el cambio de soldadura generó una mejora en la producción en un 67% y un menor tiempo en la creación de perfiles con filetes de soldadura de 5/16 pulgadas.

Castrejon Gallegos, Abigail (2016), Implementación de Herramientas de Lean Manufacturing en el área de empaque de un laboratorio farmacéutico.

El análisis nace de uno de los indicadores más importantes del laboratorio farmacéutico, el OEE (Efectividad Total de los Equipos), el cual nos muestra que el área de empaque presenta una baja eficiencia, esto debido principalmente al tiempo perdido considerado como tiempo de set-up (tiempo conformado por los ajustes, limpiezas y documentación entre lote y lote), así como paros por fallas en los equipos.

Este trabajo de investigación se enfatiza en la disminución de tiempos de set-up mediante la estandarización de las herramientas de la filosofía Lean Manufacturing como VSM, Kaizen, ANDON, 5’S, POKA-YOKE, KANBAN, TPM, y SMED que ayudaron a

eliminar actividades que no agregar valor en el área, con la implementación de dichas herramientas el laboratorio logró incrementar en un 30% el OEE.

Curubo & Gómez (2015), Mejora para el proceso de transformación de vidrio en Incolvit LTDA a partir de herramientas de lean manufacturing.

Después de un análisis de la situación actual junto con la alta gerencia de la empresa Incolvit LTDA se detectaron problemas como la falta de estandarización del proceso de transformación de vidrio, incumplimiento en las fechas de entrega a clientes, poca flexibilidad del proceso productivo debido a la falta de tecnología adecuada y una mala distribución de espacios.

Para el análisis de los problemas y búsqueda de posibles oportunidades de mejora, se utilizó un values stream mapping (VSM) en el sistema productivo de vidrio y 5 ‘s para mejorar los puestos de trabajo de los colaboradores. Luego, se generó un estudio de tiempos y un análisis TOC para conocer los cuellos de botella en el proceso. Se reconoció que el proceso de corte tomaba un 75% más de tiempo de los demás procesos. Se crearon propuestas a base de los resultados obtenidos, las cuales fueron estandarizar las funciones y responsabilidades de los operarios, así mismo se hará con el proceso productivo para considerar las variables clave que afecten a su eficiencia. También se quedó en que la programación de la producción sea realizada a través de herramientas de información con lo cual se puede verificar el color de lote y la fecha de llegada, que son los criterios que afectan al proceso.

Se logró aumentar el rendimiento del proceso de corte en un 82% debido al adecuado uso de la herramienta de programación de producción. Además, se logró identificar que ocurren grandes desperdicios en agua y materia prima (rendimiento del 62% global).

Cordona (2013), Modelo Para Implementación De Técnicas Lean Manufacturing En Empresas Editoriales.

Expone las características principales de la industria gráfica colombiana, su problemática y necesidad actual de implementar modelos de gestión que le permitan

elevar sus niveles de competitividad regional, nacional e internacional que contextualizan los aportes conceptuales sobre el enfoque Lean Manufacturing y las bases sobre las cuales se estructuró, indicando sus principios rectores, los beneficios y/o ventajas que obtienen las empresas cuando lo adoptan, generando actividades de manera proactiva para controlarlo, minimizarlo y eliminarlo, mediante iniciativas de mejora continua en todas las áreas del proceso productivo.

En el proceso de investigación se exponen algunas de las técnicas y herramientas que se enmarcan bajo el enfoque de mejoramiento Lean Manufacturing, indicando los conceptos fundamentales y los pasos que abarcan su aplicación, así como la descripción conceptual de algunas de estas herramientas y los beneficios al aplicarlas; luego, en una aproximación al ciclo PHVA.

El cálculo del tiempo esperado por el cliente, se convierte en el punto de partida para establecer mejoras a los procesos, puesto que al contrastar con el tiempo de ciclo en cada proceso, se obtiene variaciones importantes que afectan los niveles de productividad en la elaboración de los productos, reflejado en el tiempo de ciclo total, discriminado en cada proceso, detectando variaciones que al esquematizarlas por medio del mapa de cadena de valor, identifican el lead time para una producción promedio, demasiado elevada con respecto a lo que el cliente espera.

Finalmente, la percepción obtenida por medio de algunos indicadores no financieros, conlleva a contar con valores cuantitativos, que representan la situación actual de la empresa y que requieren de acciones que mejoren su comportamiento, con el objetivo de elevar la productividad de la empresa, y por ende reflejado a nivel de valores facturados.

Harrison, J (2006), Six sigma vs. lean manufacturing: which is right for your company?

Se explica en este artículo que el six sigma es una serie de métodos para gestionar variaciones en el proceso que causan defectos y eliminarlos, con los objetivos de tener procesos con rendimientos, calidad y fiabilidad de clase mundial. Mientras que Lean manufacturing es una metodología que, en lugar de buscar defectos en los procesos, se

encarga de agilizar la producción, reduciendo los desperdicios. Según la lógica lean, al eliminar todo lo que no aporta valor al proceso, la calidad y la productividad mejorarán y los costos se reducirán.

Y para escoger o saber cuál de estas metodologías aplicar en tu empresa deberías en tu empresa deberías hacerte preguntas como: ¿Cuál es tu objetivo?, ¿Qué tan pronto necesitas resultados?, ¿Nivel de participación de los empleados?, ¿Cuál hacer primero?

Por su parte, Six Sigma es un proceso riguroso, envolvente y exhaustivo. Implica que el equipo de trabajo sea un grupo de personas altamente capacitado, debido a su naturaleza técnica. Mientras Lean Manufacturing, cuando se aplica correctamente, ha demostrado la capacidad de comenzar a generar resultados notables casi de inmediato. Una aplicación a la metodología Lean, requiere que se involucren equipos de trabajo naturales, de personas involucradas directamente en el proceso o el área. Es en estos equipos donde se identifican y se aplican las mejores ideas.

Si la organización todavía está operando en un modo tradicional, se sugiere primero la implementación de Lean Manufacturing, ya que, casi siempre generará resultados mucho más significativos, antes y sus resultados serán reflejados de manera global en la empresa. Six Sigma es una herramienta poderosa cuando se aplica a problemas de control de procesos y calidad apropiados. Los métodos Six Sigma deben ser utilizados, donde sea apropiado, para resolver problemas específicos de calidad y/o confiabilidad del proceso.

Antecedentes Nacionales:

Mejía, S. (2013), Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de confecciones de ropa interior de una empresa textil mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta.

El estudio presenta una empresa textil que quiere mejorar la eficiencia de las líneas de confección de ropa. La mejora del proceso fue medida por OEE (Overall Equipment Effectiveness) que tiene aspectos de calidad, rendimiento y disponibilidad de las líneas. Se identificaron los siguientes problemas: desorden en el área, alto tiempo de búsqueda

de herramientas y tiempos de muertos de máquina altos. Se propuso aplicar herramientas de manufactura esbelta, los cuales fueron metodología 5s junto al mantenimiento autónomo y SMED (Single minute Exchange of Die). Se logró aumentar en un 34.92% los indicadores OEE, gracias al incremento de la disponibilidad de las máquinas, el aumento del tiempo bruto de producción y la reducción de productos defectuosos.

Baluis, C. (2013), Optimización de procesos en la fabricación de termas eléctricas utilizando herramientas de Lean Manufacturing.

En este estudio se utilizan herramientas de lean manufacturing para resolver y/o aligerar los principales problemas de una empresa de termas eléctricas y comercialización de calentadores instantáneos. Primero se utilizó un diagrama de flujo de valor (VSM) y los siguientes indicadores: tiempos de ciclo de los procesos, los días de inventarios entre procesos en fábrica, los tiempos de cambio de molde y la disponibilidad de máquinas. Luego de analizar el VSM con los indicadores se encontraron los siguientes problemas: desbalance de carga de trabajos para la línea de fabricación de tanques de termas eléctricas, problemas de sobre inventarios entre los procesos y problemas con tiempos de setup de máquinas altos. Se propuso implementar un sistema Kanban para controlar los niveles de inventario y un sistema SMED para disminuir los tiempos de cambio de moldes.

Finalmente se evaluó las mejoras implementadas por separado que fueron justificadas con un VAN positivo y un TIR por encima del 20%.

Palomino, M. (2012), Aplicación de herramientas de lean manufacturing en las líneas de envasado de una planta envasadora de lubricantes.

El estudio se realizó en una planta de fabricación de lubricantes, con el fin de optimizar el rendimiento del proceso productivo. Utilizando indicadores OEE para medir la eficiencia del proceso se detectó que el problema se encontraba en el tiempo excesivo de paradas, dentro de las cuales las que más resaltaron fueron las paradas por Set - up y el movimiento de empaques hacia las líneas de envasado.

Para disminuir estos tiempos se aplicaron herramientas típicas de lean manufacturing, las cuales fueron SMED, 5s y Jit. Consiguieron mejorar en un 20% el

indicador OEE, un ahorro de horas hombre y una mayor capacidad productiva, mejor tiempo de respuesta y cumplimiento.

Juárez, J. & Castañeda, D. (2016), Propuesta de mejora de la productividad en el proceso de elaboración de mango congelado de la empresa procesadora Perú SAC, basado en Lean Manufacturing.

En esta investigación se estudió el aumento de productividad del proceso productivo de una empresa de procesadora de mango congelado, aplicando herramientas típicas de lean manufacturing. Primero, se ubicaron las causas y los problemas mediante un diagrama de Ishikawa (Causa - efecto) y un diagrama de flujo de valor (VSM) para poder describir el proceso productivo. Finalmente, se escogió la metodología 5S para combatir y reducir problemas como deficiencias del proceso, limpieza y desorden, indisciplina de los empleados en las actividades y la incorrecta clasificación de procesos y productos terminados; finalmente aplicar un nuevo VSM.

El resultado final estima un incremento del 5% en la productividad de la elaboración de mango congelado.

Barentzen, J. (2017), Propuesta de reducción del tiempo de set up usando los principios de lean manufacturing para la mejora continua del proceso productivo de una planta de fabricación de redes de pesca industrial.

En este trabajo de investigación se quiso reducir los tiempos de set up para la mejora del proceso productivo usando los principios de la filosofía lean manufacturing. Se plantearon los siguientes objetivos: crear un procedimiento operativo, reducir los tiempos de producción y finalmente mejorar la calidad. Con el estudio de las actividades del día a día por un lapso de 5 meses, se realizó un mapeo del recorrido de los operarios durante la operación. Se aplicó una estandarización de procesos y repartir la carga de trabajo de operarios, el método SMED para la reducción de tiempos de set up y finalmente la metodología 5´S para reforzar el orden y organización dentro de los puestos de trabajo.

Se calculó que en la situación actual de la empresa se fabricaban 13 redes por semana, con la estandarización del proceso se llegaron a alcanzar 26 redes por semana,

es decir un aumento del 50%, también se obtuvo una reducción en los tiempos de preparación un 44% y en términos monetarios se llegó a alcanzar un ahorro en la facturación de s/. 118,755 en el primer año.

En resumen:

En conclusión, se presentan casos reales en empresas casi contemporáneas de cómo el aplicar herramienta de la filosofía lean manufacturing ayuda a identificar problemas que generan desperdicios en tiempo, producción, dinero y como resolverlos obteniendo resultados visibles en un periodo de tiempo corto. Las herramientas y los indicadores que nos brinda lean se acomodan a cualquier situación, como se evidencia en las tesis e investigaciones, eso es favorable para nuestra investigación ya que no restringe, el tipo de negocio o el área de estudio. Ahorro de dinero, procesos más veloces y limpios, menos paradas de máquina o tiempos muertos, es el resultado de una buena implementación de la filosofía manufacturing.

ESTADO DEL ARTE

Los trabajos realizados por Henry Ford y F.W. Taylor a inicios del siglo XX hacen que surjan las técnicas de la producción, que formalizan y modifican los conceptos de fabricación en serie que fueron aplicados a principios del siglo XIX, ejemplos relevantes como fusiles o turbinas de barco lo demuestran. Taylor aportó aplicando el método científico a procesos, tiempos, equipos personas y movimientos. Ford introdujo las primeras cadenas de fabricación, donde hizo un uso de la normalización de productos, la utilización de máquinas para tareas elementales, la simplificación - secuenciación de tareas y recorridos, la sincronización de entre procesos, la especialización de trabajo y la formalización especializada. (Hernández y Vizán, 2013).

El primer pensamiento conocido como lean nace en Japón, por la empresa automovilística Toyota, donde el reto era lograr beneficios de productividad sin recurrir a economías a escala. Empezaron a estudiar los métodos estadounidenses con especial énfasis en las prácticas de productivas de Ford, el control estadístico de procesos desarrollado por Shewart, las técnicas de calidad de Deming y Juran, junto a las propias japonesas desarrolladas por Ishikawa (Hernández y Vizán, 2013).

En 1949 un colapso obligó a Toyota a despedir a gran parte de su personal, después de una larga huelga. Eiji Toyoda y Taiicho Ohno (considerado padre del Lean Manufacturing), visitaron empresas automovilísticas americanas y observaron que su sistema rígido de producción no podría ser aplicado en Japón y que el futuro sería autos más pequeños y de modelos variados. Llegaron a la conclusión que solo sería posible suprimiendo los Stocks y reduciendo despilfarros. A partir de ese principio Taiicho Ohno estableció el sistema Just in Time (JIT/TPS) (Hernández y Vizán, 2013).

El sistema Just in Time formuló un principio simple, “solo se produce lo que se demanda y cuando el cliente lo solicita”. Este principio se complementó con las aportaciones de Shigeo Shingo, que tras haber estudiado la administración científica de Taylor y la teoría de tiempos y movimientos de Gilberth, entendió que la necesidad de transformar la operación de producción en flujos continuos, sin interrupciones con el fin de proporcionar al cliente solo lo que requería, centrándose en únicamente en reducir los tiempos de preparación. Sus primeras aplicaciones fueron en la reducción en los tiempos

de cambio de herramientas, creando los fundamentos del sistema SMED. Con el paso se crearon nuevas técnicas para apoyar la filosofía JIT como el Kanban, Jidoka, Poka- Joke, que enriquecieron el sistema de Toyota.

Recién en la época de los 90 el modelo japonés tiene un gran eco en occidente a través de la publicación de “La máquina que cambió al mundo” de Womack Jones y Roos. En ese libro se sintetiza el “Programa de Vehículos a Motor” que realizó el MIT (Massachusetts Institute of Technology) con el fin de contrastar, los sistemas de producción de Japón, Europa y EE.UU. Se expone las características de un nuevo sistema capaz de combinar eficiencia, flexibilidad y calidad utilizable en cualquier lugar del mundo.

En el libro “La máquina que cambio al mundo” fue donde se utilizó por primera vez el término de “Lean Manufacturing”. Teniendo en cuenta los antecedentes es lógico que se haga referencia al sistema de producción japonés para hablar de Lean. Según Suzuki (2004), las técnicas del Just in Time, junto con el Japanese Work Organization y el Jidoka son fundamentos del Lean Manufacturing.

En 1996 el libro Lean Thinking de James P. Womack y Daniel T. Jones, describen los principios del lean manufacturing:

- Identificar la cadena de valor de cada producto.
- Mapear la cadena de valor.
- Hacer fluir el producto, es decir introducir el concepto que todos los procesos están enlazados unos con otros.
- Gestionar hacia la excelencia, el tiempo de producción que se invierte y la información necesaria para servir al cliente se controlen de forma continua.

Según estos enunciados el lean manufacturing, se entiende como un conjunto de herramientas que mejora la calidad, productividad y motivación del trabajador.

Rajadell y Sánchez (2010) en su libro Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad, afirman que la filosofía y métodos de lean manufacturing siguen vigentes hasta hoy porque proponen lo siguiente: “utilizar menos recursos a comparación con la producción en masa, eliminando el desperdicio y lo que no añade valor”.

MARCO TEÓRICO

Según Hernández y Vizán (2013), el Lean Manufacturing se materializa en la práctica a través de la aplicación de una amplia variedad de técnicas, estas pueden ser aplicadas de formas independientes o conjuntas según sean las especificaciones de cada caso.

Herramientas lean manufacturing

5’s

Las 5’S es una herramienta orientada hacia la calidad total que vio su origen en Japón bajo la visión de Deming hace más de cuarenta años. En esencia las 5’S se refieren a la creación y mantenimiento en tener áreas de trabajo más organizadas, limpias y seguras. González (2007), afirma que las 5’S trata de imprimirle mayor “calidad de vida” al trabajo, puesto que es una mejora realizada por la gente para la gente.

Hernández y Vizán (2013), explican que las 5’S tienen por objetivo evitar que se muestran los siguientes síntomas disfuncionales que afectan directamente en la efectividad de la empresa:

- Aspecto sucio de la planta: máquinas, instalaciones, técnicas, etc.
- Desorden: pasillos ocupados, técnicas sueltas, embalajes, etc.
- Elementos rotos: mobiliario, cristales, señales, topes, indicadores, etc.
- Falta de instrucciones sencillas de operación.
- Número de averías más frecuentes de lo normal.
- Desinterés de los empleados por su área de trabajo.
- Movimientos y recorridos innecesarios de personas, materiales y utillajes.
- Falta de espacio en general.

Los principios en los que se basan las 5'S son los mostrados en la figura n:

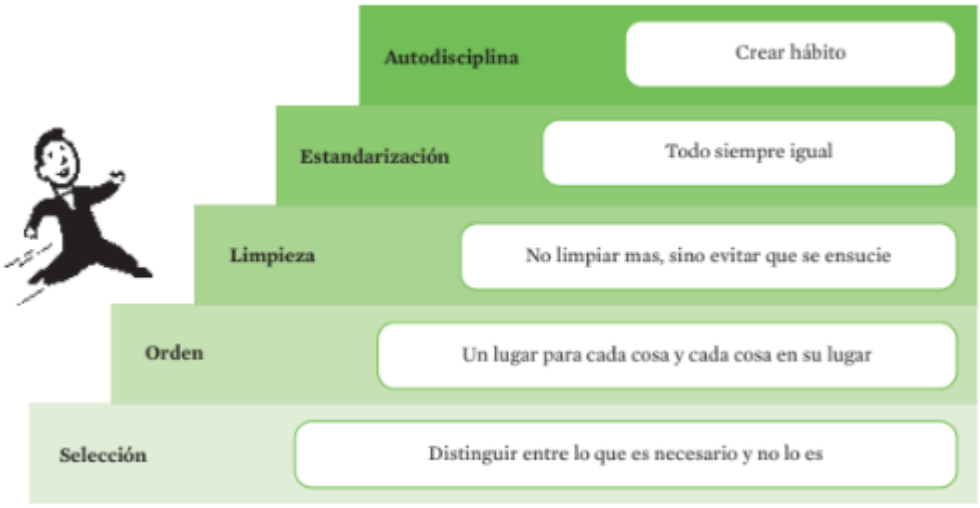


Figura 11: principios de las 5'S.
Fuente:" Lean Manufacturing Conceptos, técnicas e implementación" de Juan Hernández y Antonio Vizán.

Las 5'S son:

- Seiri (Clasificar o eliminar): clasificar o eliminar lo que no se necesita
  Consiste en apartar del área de trabajo todos aquellos elementos que no se necesitan para cumplir la labor designado, ya sea en producción o administración. En este caso se tiene una pregunta clave, ¿es esto útil o no? No se debe pensar si algún elemento podría ser útil en alguna situación en especial, los expertos recomiendan que, si tienes alguna duda, desechar dichos elementos, para evitar despilfarros o estorbos dentro del área. Se puede utilizar una tarjeta roja como ayuda visual para identificar elementos que no sean necesarios.

- Seiton (Ordenar): orden de los elementos
  El orden es más que apariencia. La organización de los elementos o herramientas de trabajo resulta necesaria para, facilitar el uso y el acceso, estos elementos o herramientas deberán estar etiquetados para que se encuentren, se retiren y se devuelvan a su lugar inicial con facilidad para los trabajadores.

Se deberían clasificar los elementos o herramientas de maneras sencillas, por ejemplo: lo que más se usa debería estar más cercano a la mano y lo que no más abajo o arriba.

- Seiso (Limpiar): limpiar el sitio y los equipos de trabajo, prevenir la suciedad y el desorden

  Se aplica el orden y la limpieza de los sitios de trabajo, los equipos y además aplicaciones para disminuir la suciedad y hacer seguro el ambiente donde se trabaja. Un ambiente limpio es la mejor manera de inspeccionar un área, ya que, si esta está ordena y limpia es mucho más fácil la detección de errores y fallas dentro de la misma.

  Para implementar esta etapa de las 5'S se comprenden los siguientes puntos:

  - Limpieza diaria al puesto de trabajo.
  - Limpieza con inspección obligatoria.
  - Eliminar focos de suciedad en vez de consecuencias.
  - Conservar elementos de trabajo en óptimas condiciones como "el primer día".

- Seiketsu (Estandarizar): estandarizar para preservar altos niveles de organización, orden y limpieza

  Esta estandarización de la limpieza pretende mantener lo trabajado en 3'S anteriores y solo se obtiene a través de la aplicación constante de las anteriores. En etapa de la aplicación de las 5's, son los mismos trabajadores quienes crean programas y mecanismos para sí mismos que les permita un mayor beneficio para la realización del trabajo.

  Se podrían aplicar diferentes herramientas para generar la cultura dentro de los trabajadores, como asignar responsabilidades sobre las 3 primeras "S" a los operarios, ya que, deben saber exactamente qué hacer, cuando dónde y cómo hacerlo. por ejemplo, usar fotografías del área en óptimas condiciones para que los trabajadores siempre recuerden cómo debe permanecer.

Las ventajas de llegar a esta etapa de las 5's son:

- Elaborar un estándar de limpieza y orden.
- Transmitir la importancia de aplicar estándares.
- Crear hábitos de organización, orden y limpieza.
- Evitar accidentes causados por desorden.

- Shitsuke (Disciplina): crear hábitos basados en las 4'S anteriores

En este paso lo esencial es implantar disciplina para mantener el cumplimiento de los procedimientos y las normas establecidas. El Shitsuke es el canal entre las 5'S y la mejora continua.

La única forma para que los cambios se mantengan en el tiempo es que ocurra una retroalimentación, se sugiere un sistema de auditorías en todas las áreas de la empresa y proporcionar reportes a cada jefe de área para que tomen acciones y gestionen los avances para dirigirlos al camino de la mejora continua.

SMED (Single Minute Exchange of Die – Cambios rápidos)

Una metodología rápida y clara de poca inversión, pero requiere constancia y método para lograr el objetivo.

El objetivo central de la metodología SMED es reducir tiempos de preparación de la maquinaria. La reducción de estos tiempos es altamente recomendable, ya que, al tener tiempos de preparación elevados los lotes de producción son altos y por tanto tienes inversión en inventario. En cambio, cuando tu tiempo de preparación es pequeño se puede producir lo que se necesita a diario.

Originalmente SMED (single minute exchange of die), significa que el número de minutos de tiempo de preparación tiene una sola cifra, es decir, es inferior a 10 minutos (Rajdell y Sánchez, 2010). Tener un tiempo de preparación inferior a 10, es sacar ventajas

en existencias mínimas, producción orientada a pedidos y adaptarse rápidamente a la demanda. Para la aplicación de esta técnica es obligatorio los siguientes principios:

- Siempre se pueden reducir al máximo los tiempos de cambio.
- El problema no recae solo en lo técnico, sino, también en la organización.
- Solo siendo rigurosos en la aplicación de la técnica escogida se pueden obtener los máximos resultados a menos costo.

Los diferentes conceptos del tiempo de cambio pueden ser:

PROCEDIMIENTOS DE TIEMPO DE CAMBIO	DESCRIPCIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE CAMBIO
Cambiar utillajes y herramientas	Estos procedimientos son típicos en talleres mecánicos, donde los operarios han de fijar y retirar moldes, sierras, fresas, etc.
Cambiar parámetros estándar	Estos procedimientos se dan cuando intervienen máquinas de corte de elevada precisión o equipos de proceso químico programados, donde los operarios cambian los parámetros estándares usados en diferentes tareas de proceso.
Cambiar piezas a ensamblar u otros materiales	Cada vez que en una línea cambia el modelo de producto, recibe piezas y otros materiales que se incorporan al nuevo modelo. La preparación en estos casos incluye el cambio de utillajes.
Preparación general previa a la fabricación	Este tipo de preparación incluye una gran variedad de actividades para tener a punto el material, los útiles, las herramientas o los accesorios, por ejemplo: arreglar el equipo, ensayar el proceso y ajustar, limpieza general, asignar tareas a trabajadores, revisar planos, etc.

Figura 12: conceptos tiempo de cambio.
Fuente:" Lean Manufacturing, evidencia de una necesidad" de Rajdell y Sánchez.

Para aplicar SMED se tienen los siguientes 5 pasos que se consideran fundamentales que ayudan a mejorar y eliminar los tiempos de cambio:

1. Identificar, detallar y cronometrar las operaciones en que se divide el tiempo de cambio del modelo así calcular el tiempo total de cada una de ellas y los metros recorridos.
2. Diferenciar las operaciones internas de las externas. Una operación interna se considera cuando la máquina tiene que detenerse obligatoriamente,

estas deberían limitarse solamente a retirar el producto o herramienta y colocar el siguiente, porque, es el mínimo tiempo posible con la máquina parada. Mientras que las operaciones externas son las que puedes hacer mientras la maquina este en marcha. Al diferenciar operaciones internas y externas el tiempo de preparación interna puede disminuirse en un 30 o 50%.

3. Transformar operaciones internas en externas. Es quizá la función principal del SMED y un trabajo bastante minucioso de todas las actividades para comprobar si algo es asumido como interno cuando debería ser externos o también, convertir estos pasos a externos.
4. Reducir operaciones internas. Se pueden reducir las operaciones internas en la siguiente manera:
    i. Utilizar cambios rápidos para los componentes
    ii. Eliminar uso de herramientas.
    iii. Utilizar código de colores.
    iv. Establecer posiciones prefijadas de utillajes a la hora de cambiar. (estandarizar guías, paros, topes, etc.)
5. Reducir operaciones externas. Estas se reducen similar a las internas, teniendo los estándares actualizados y estando todos los operarios adecuadamente en sus lugares.

Diagrama de Causa - Efecto:

En 1953 el profesor Kaoru Ishikawa, realizó un diagrama causa - efecto resumiendo la opinión de los ingenieros de una planta mientras discutían temas de calidad. Se dice que esa fue la primera vez que se utilizó para el enfoque de calidad. Después de eso el diagrama se mostró muy útil y llegó a aplicarse en varias compañías en Japón.

En la terminología del JIS (Estándares Industriales Japoneses) del control de calidad se definió de la siguiente manera: “Diagrama que muestra la relación entre una característica de calidad y factores” (Kume, 1992).

La estructura de un diagrama causa - efecto o “Diagrama de espina de pescado” es la siguiente:

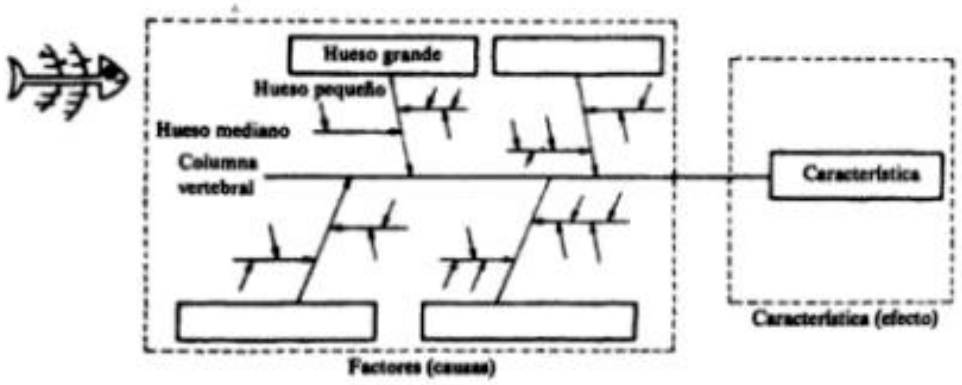


Figura 13: estructura del diagrama causa – efecto.
Fuente:" Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad" de Kume.

Según kume (1992), los paso a seguir para la correcta realización de un diagrama causa efecto son:

- Paso 1

  Describir el efecto o atributo de calidad.
- Paso 2

  Escoger una característica de calidad y escribirla en el lado derecho de la hoja, seguido a esto dibujar una línea de derecha a izquierda y encerrar la característica en un cuadrado. Después escribir causas primarias que afectan a la característica uniéndolos a la línea principal, encerrados por cuadrados igual.
- Paso 3

  Escribir ahora las causas (Secundarias) que afectan a las causas primarias. También aplicar lo mismo con las causas secundarias, escribir causas (terciarias) que las afectan.
- Paso 4

  Asignar importancia a cada causa o factor, resaltar los factores que pueden tener un efecto significativo en la característica de calidad.
- Paso 5

  Registrar información adicional útil.

Diagrama de Pareto

Los diagramas de pareto sirve principalmente para identificar las causas esenciales a los defectos que ocasionan pérdidas en la producción, es decir identificar los pocos vitales de los muchos triviales. En pocas palabras el diagrama de pareto es una herramienta de calidad que permite encontrar problemas con más eficiencia.

Es muy importante aclarar que la mayoría de los defectos en un proceso de producción se debe a ciertos tipos de defectos que en su mayoría se pueden atribuir a un número muy pequeño de causas. Si se identifican esas causas podrás eliminar los defectos y así las pérdidas en su gran mayoría.

Existen dos tipos de diagramas de pareto: los diagramas de fenómenos y los de causas. Los diagramas de pareto de fenómenos se relacionan con resultados indeseables de: calidad (defectos, faltas, quejas, fracasos, devoluciones), costo (magnitud de pérdida), entregas (demoras en pagos, entregas, escasez de inventarios), seguridad (accidentes, interrupciones, errores); mientras que el diagrama de pareto de causas se utilizan para identificar los principales problemas de: operario (turno, grupo, edad, experiencia), maquina (maquinas, organizaciones, herramientas, modelos), materia prima (producto, planta, lote, clase), método operacional (condiciones, ordenes, disposiciones, métodos).

Según kume (1992), los pasos para elaborar el Diagrama de Pareto son:

Paso 1.

- Decida qué clase de problemas son los que usted quiere investigar.
- Decida qué datos van a necesitar y cómo clasificarlos.
- Defina el método de recolección de los datos y el periodo de duración de la recolección.

Paso 2.

- Diseñar una tabla para conteo de datos, con espacio suficiente para registrar los totales.

Tipo de defecto	Conteo	Total
Fractura	𝍸 𝍸	10
Rayado	𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 ..... 𝍸 //	42
Mancha	𝍸 /	6
Tensión	𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 ..... 𝍸 ////	104
Rajadura	////	4
Burbuja	𝍸 𝍸 𝍸 𝍸	20
Otros	𝍸 𝍸 ////	14
Total		200

Figura 14: tabla conteo de datos.
Fuente:" Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad" de Kume.

Paso 3.

- Diligencie la tabla de conteo y calcule los totales

Paso 4.

- Elabore una tabla de datos para el diagrama de pareto con la lista de ítems, los totales individuales, los totales acumulados, la composición porcentual y los porcentajes acumulados (tabla X.2)

Tipo de defecto	Número de defectos	Total acumulado	Composición porcentual	Porcentaje acumulado
Tensión	104	104	52	52
Rayado	42	146	21	73
Burbuja	20	166	10	83
Fractura	10	176	5	88
Mancha	6	182	3	91
Rajadura	4	186	2	93
Otros	14	200	7	100
Total	200	—	100	—

Figura 15: tabla de datos para un diagrama de Pareto.
Fuente:" Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad" de Kume.

Paso 5.

- Organice los ítems por orden de cantidad (de menor a mayor) y llene la tabla de datos.

Paso 6.

- Dibuje dos ejes verticales y un eje horizontal.
    - Eje Izquierdo: Marque con una escala desde 0 hasta el total general.
    - Eje derecho: Marque con una escala desde 0% hasta 100%
    - Eje Horizontal: Divida este eje en un número de intervalos igual al número de ítems clasificados.

Paso 7.

- Construya un diagrama de barras.

Paso 8.

- Dibuje la curva acumulada (curva de pareto)

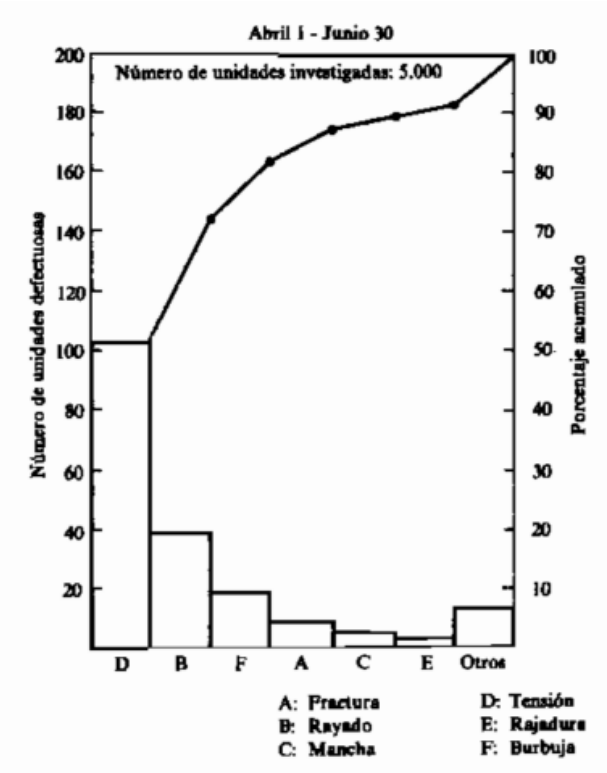


Figura 16: ejemplo de diagrama de Pareto.

Fuente:" Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad" de Kume.

Diagrama de Actividades del Proceso (DAP):

El "diagrama de actividades del proceso" o también llamado "diagrama de flujo del proceso" cuenta mayor detalle del proceso. Cuenta con operaciones, inspecciones,

retrasos, demoras, transportes y almacenamientos, cada uno representado por su símbolo en particular.

Es útil para registrar los costos ocultos no productivos, como los retrasos, las distancias recorridas y almacenamientos temporales. Una vez encontrados los analistas pueden tomar medidas para reducirlos y sus costos. También como un inicio para mejorar la distribución del área de trabajo.

Estos son los símbolos utilizados en un DAP:

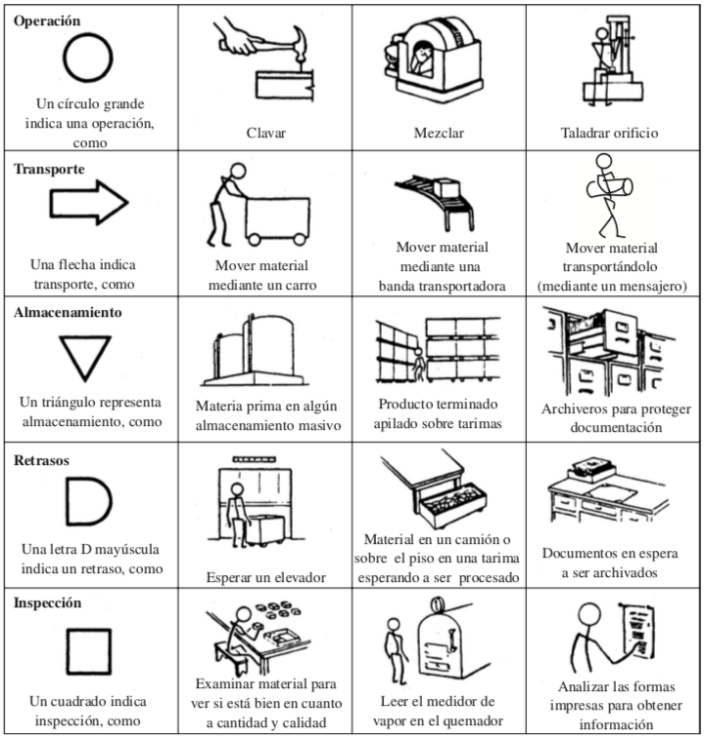


Figura 17: simbología diagramas de actividades del proceso.
Fuente:" Ingeniería Industrial, Métodos, Estándares y diseño del trabajo", Niebel.

Existen dos tipos de DAP que actualmente se emplean: de productos o materiales y de personas u objetivos. El de productos brinda detalles de los eventos que involucran un producto, mientras que el de personas muestra cómo lleva a cabo una persona una secuencia de operaciones.

Ejemplo de diagrama de actividades del proceso:

Ubicación: Dorben Ad Agency		Resumen			
Actividad: Preparación de anuncios por correo directo		Evento	Presente	Propuesto	Ahorros
Fecha 1-26-98		Operación	4		
Operador: J.S.	Analista: A. F.	Transporte	4		
Enciérrese en un círculo el método y tipo apropiados		Retrasos	4		
Método: (Presente) *Propuesto*		Inspección	0		
Tipo: (Trabajador) *Material* *Máquina*		Almacenamiento	2		
Comentarios:		Tiempo (min)			
		Distancia (pies)	340		
		Costo			

Descripción de los eventos	Símbolo	Tiempo (en minutos)	Distancia (en pies)	Recomendaciones al método
Cuarto con la existencia de materiales	○ ◇ D □ ▽			
Hacia el cuarto de recopilación	○ ◇ D □ ▽		100	
Ordenar los estantes por tipo	○ ◇ D □ ▽			
Ordenar cuatro hojas	○ ◇ D □ ▽			
Apilar	○ ◇ D □ ▽			
Hacia el cuarto de doblado	○ ◇ D □ ▽		20	
Empujar, doblar, rayar	○ ◇ D □ ▽			
Apilar	○ ◇ D □ ▽			
Colocar la engrapadora	○ ◇ D □ ▽		20	
Poner la grapa	○ ◇ D □ ▽			
Apilar	○ ◇ D □ ▽			
Hacia el cuarto del correo	○ ◇ D □ ▽		200	
Colocar la dirección	○ ◇ D □ ▽			
A la bolsa del correo	○ ◇ D □ ▽			
	○ ◇ D □ ▽			
	○ ◇ D □ ▽			
	○ ◇ D □ ▽			
	○ ◇ D □ ▽			
	○ ◇ D □ ▽			

Figura 18: ejemplo de diagramas de actividades del proceso.
Fuente:" Ingeniería Industrial, Métodos, Estándares y diseño del trabajo", Niebel.

Se debe describir cada evento, encerrar en un círculo el símbolo correcto del diagrama e indicar los tiempos asignados para los procesos, retrasos, y distancias. Luego, conectar símbolos mediante una línea vertical. Por último, en la columna de la derecha se deben escribir el análisis del responsable del diagrama o recomendaciones.

Diagrama de Recorrido:

El diagrama de recorrido representa un complemento útil del diagrama de flujo de procesos debido a que indica el camino hacia atrás y las áreas posibles de congestión de tráfico y facilita el desarrollo de una configuración ideal de la planta (Niebel, 2004).

El diagrama de recorrido es una representación gráfica de la distribución de las áreas de trabajo, maquinarias y la ubicación de todas las actividades descritas en el diagrama de actividades del proceso. Cuando se elabora un diagrama de recorrido, se identifican las actividades descritas en el diagrama de actividades del proceso mediante símbolos y números. Para la dirección del flujo del proceso se utilizan unas flechas que indican cómo continúa el proceso. Se utilizan diferentes colores de líneas para explicar diferentes tipos de flujo.

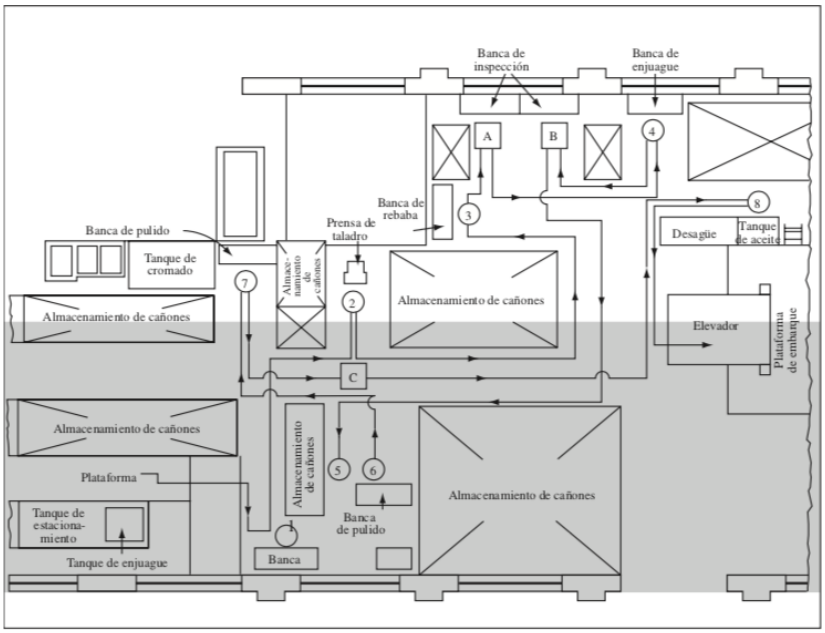


Figura 19: ejemplo de diagramas de flujo.
Fuente:" Ingeniería Industrial, Métodos, Estándares y diseño del trabajo", Niebel.

Método Guerchet

Un método utilizado con el objetivo de calcular la superficie total que se va a necesitar para colocar las máquinas

Para cada elemento a distribuir, la superficie total necesaria se calcula a partir de tres superficies:

- Superficie estática (Ss): el área que ocupa la maquinaria, los muebles y equipos. Se debe incluir las bandejas de depósito, las palancas, los tableros, los pedales y demás objetos necesarios para el funcionamiento de la máquina.

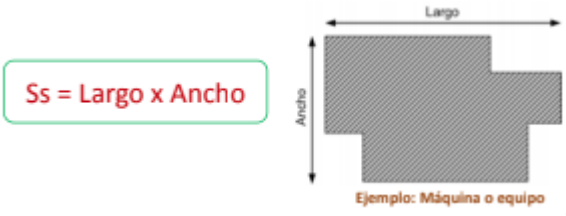


Figura 20: ejemplo superficie estática, método Guerchet.
Fuente:" Ingeniería de Métodos 2", Rojas.

- Superficie de gravitación (Sg): superficie utilizada por el operario y el material necesario para la operación a realizar, cercana al puesto de trabajo.

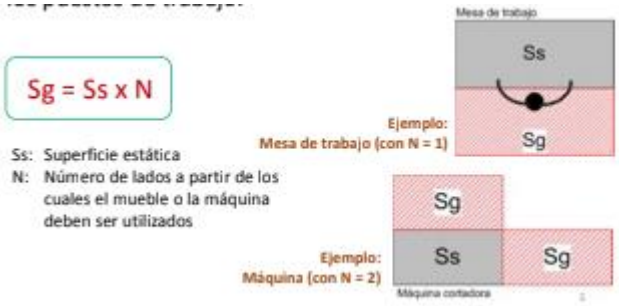


Figura 21: ejemplo de superficie gravitatoria, método Guerchet.
Fuente:" Ingeniería de Métodos 2", Rojas.

- Superficie de evolución (Se): superficie calculada para el desplazamiento del personal, transporte de equipos y salida de producto terminado.

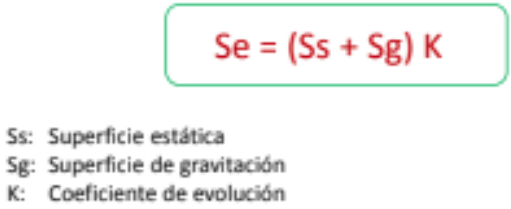


Figura 22: ejemplo superficie de evolución, método Guerchet.

Fuente:” Ingeniería de Métodos 2”, Rojas.

$$K = \frac{h_{em}}{2 \times h_{ee}}$$

$$h_{em} = \frac{\Sigma (Ss \times n \times h)}{\Sigma (Ss \times n)}$$

$$h_{ee} = \frac{\Sigma (Ss \times n \times h)}{\Sigma (Ss \times n)}$$

K: Coeficiente de evolución
h_{em}: Altura ponderada de los elementos móviles
h_{ee}: Altura ponderada de los elementos estáticos
Ss: Superficie estática de los elementos móviles o estáticos
h: Altura del elemento móvil o estático
n: Número de elementos móviles o estáticos

Figura 23: coeficiente de evolución, método Guerchet.
Fuente:” Ingeniería de Métodos 2”, Rojas.

- Superficie de total (ST) – por tipo de elemento:

$$S_T = n\,(Ss + Sg + Se)$$

Ss: Superficie estática
Sg: Superficie de gravitación
Se: Superficie de evolución
n: Número de elementos móviles o estáticos **de un tipo**

Figura 24: ejemplo de superficie total, método Guerchet.
Fuente:” Ingeniería de Métodos 2”, Rojas.

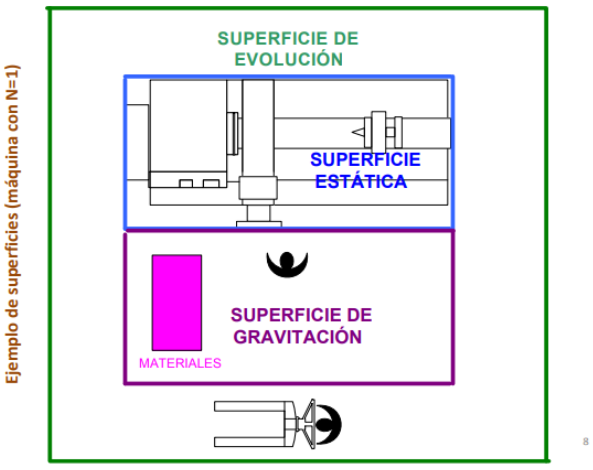


Figura 25: ejemplo Superficies, método Guerchet.
Fuente:” Ingeniería de Métodos 2”, Rojas.

Efectividad global de máquina (OEE)

Gonzales (2009) afirma. “El OEE es una herramienta de fácil manejo, con un lenguaje y definiciones accesibles para todos los operarios y tecnólogos que proporciona información sobre el nivel de efectividad de una máquina especifica o una línea de producción” (p.8).

Al referirnos a OEE hablamos de un indicador fiable, es porque su cálculo no puede ser corrompido, ya que al establecer los estándares no puede ser alterado. Cada variable que lo compone puede ser alterada pero el OEE que, siempre será considerado una ratio de lo que se produce en buena calidad entre lo que se debería haber obtenido en el tiempo considerado, es estable.

El concepto de OEE en sus inicios nace como un KPI (Indicador de Desempeño) asociado con el estándar de mejora de producción llamado TPM (Mantenimiento Productivo Total) que su objetivo principal es la reducción de costos (González, 2009).

El OEE es un porcentaje que se calcula combinando 3 factores: Disponibilidad, Rendimiento y Calidad. Al relacionar la efectividad de la máquina con el máximo absoluto de los 3 factores, se puede centrar en las pérdidas y cómo reducirlas. La fórmula para el cálculo del OEE es el siguiente:

$$\text{OEE (Cálculo)} = \frac{\text{Tiempo de Funcionamiento}}{\text{Tiempo Programado de Producción}} \times \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades que teóricamente deberíamos haber producido}} \times \frac{\text{Unidades buenas}}{\text{Unidades producidas}}$$

$$\frac{\text{Tiempo Programado de Producción} - (\text{averías} + \text{esperas} + \text{restricción línea})}{\text{Tiempo Programado de Producción}} \qquad \frac{\text{Unidades producidas} - (\text{scrap} + \text{retrabajos})}{\text{Unidades producidas}}$$

Figura 26: fórmula OEE.
Fuente: Una Herramienta de mejora, el OEE, González, 2009.

Una vez calculado el OEE se clasifica según los siguientes valores:

1. OEE < 65% Inaceptable. Se producen importantes pérdidas económicas. Muy baja competitividad.
2. 65% < OEE < 75% Regular. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora. Pérdidas económicas. Baja competitividad.
3. 75% < OEE < 85% Aceptable. Continuar la mejora para superar el 85 % y avanzar hacia la World Class. Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
4. 85% < OEE < 95% Buena. Entra en Valores World Class. Buena competitividad.
5. OEE > 95% Excelencia. Valores World Class. Excelente competitividad.

Figura 27: valores para clasificar la efectividad del equipo.
Fuente: Una Herramienta de mejora, el OEE, González, 2009.

Luego de identificar en qué porcentaje se encuentra tus equipos y ver las causas que reducen la eficiencia de la máquina (identificadas en el cálculo del OEE al obtener la información de las variables), se procede a plantear mejoras entre el equipo de estudio y de los relacionados con el proceso productivo como el operario. Finalmente se hace el feedback luego aplicadas estas mejoras.

Tiempos y Movimientos

Es una herramienta que nos sirve para poder mejorar los métodos de trabajo, reducir costos en las actividades, determinar los tiempos estándar y también para el entrenamiento del personal. Lo ideal para poder realizar un buen estudio de tiempos, es conocer los procesos involucrados que se desean mejorar o estudiar y definir exactamente los elementos los cuales se les tomará tiempos. (como se cita en Ocrospoma, 2016, p.37).

Una vez definidos los elementos, se empieza a tomar tiempos, a estos se les denomina tiempo observado (to). Se calcula la cantidad de observaciones o muestra por cualquiera de los métodos establecidos (estadístico o tradicional). Luego de calculado los tiempos observados proseguimos a sacar un promedio de estos, dejando afuera las anomalías observadas en la toma de tiempo, para esto se calculan límites.

Luego de calcular el promedio del tiempo observado, procedemos a calcular el tiempo normal (tn). Se calcula por la multiplicación del to y la valoración del ritmo de trabajo que tiene el operador a la hora de la toma de tiempos. La valoración del ritmo de trabajo se muestra en la siguiente figura.

Escalas				Descripción del desempeño	Velocidad (Km/h)[1]
60-80	75-100	100-133	0-100		
0	0	0	0	Actividad nula.	0
40	50	67	50	Muy lento; movimientos torpes, inseguros; el operador parece medio dormido y sin interés en el trabajo.	3,2
60	75	100	75	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento pero no pierde el tiempo adrede mientras lo observan.	4,8
80	100	133	100	Activo, capaz, como obrero calificado medio pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado.	6,4[2]
100	125	167	125	Muy rápido; el operador actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del obrero calificado medio.	8,0
120	150	200	150	Excepcionalmente rápido, concentración y esfuerzo intenso, sin probabilidad de durar por largos períodos; actuación de "virtuosos", solo alcanzada por unos pocos trabajadores sobresalientes.	9,6

Figura 28: valoración ritmo de trabajo.
Fuente: Ingeniería Industrial Online.com.

Después de haber calculado el tiempo normal, finalmente se pasa a calcular el tiempo estándar (ts), para calcular el tiempo estándar se considera la adición de suplementos como el entorno de trabajo, el tipo de trabajo y las condiciones. Aquí una tabla con los suplementos.

SISTEMA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO

SUPLEMENTOS CONSTANTES	HOMBRE	MUJER
Necesidades personales	5	7
Básico por fatiga	4	4
SUPLEMENTOS VARIABLES	**HOMBRE**	**MUJER**
a) Trabajo de Pie		
Trabajo de pie	2	4
b) Postura anormal		
Ligeramente incómoda	0	1
Incómoda (inclinado)	2	3
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7
c) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)		
Peso levantado por kilógramo		
2.5	0	1
5	1	2
7.5	2	3
10	3	4
12.5	4	6
15	5	8
17.5	7	10
20	9	13
22.5	11	16
25	13	20 (máx.)
30	17	-
33.5	22	-
d) Iluminación		
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0
Bastante por debajo	2	2
Absolutamente insuficiente	5	5

SUPLEMENTOS VARIABLES	HOMBRE	MUJER
e) Condiciones atmósfericas		
Índice de enfriamiento, termómetro de Kata (milicalorías/cm²/segundo)		
16	0	
14	0	
12	0	
10	3	
8	10	
6	21	
5	31	
4	45	
3	64	
2	100	
f) Tensión visual		
Trabajos de cierta precisión	0	0
Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
Trabajos de gran precisión	5	5
g) Ruido		
Continuo	0	0
Intermitente y fuerte	2	2
Intermitente y muy fuerte	5	5
Estridente y muy fuerte	7	7
h) Tensión mental		
Proceso algo complejo	1	1
Proceso complejo o atención dividida	4	4
Proceso muy complejo	8	8
i) Monotonía mental		
Trabajo algo monótono	0	0
Trabajo bastante monótono	1	1
Trabajo muy monótono	4	4
j) Monotonía física		
Trabajo algo aburrido	0	0
Trabajo aburrido	2	1
Trabajo muy aburrido	5	2

Figura 29: cuadro de suplementos.
Fuente: Ingeniería Industrial Online.com.

Al final sumamos los tiempos estándares con los suplementos añadidos y este sería los tiempos estándar total del proceso.

Desperdicios

Según Womack y Jones (1996), muda o desperdicio es específicamente toda aquella actividad humana que absorbe recursos, pero no crea valor.

En resumidas cuentas, es toda acción que no genera un valor añadido al producto o no es fundamental para la fabricación del producto o servicio.

Aquí una lista con los desperdicios más frecuentes en producción:

- Sobreproducción: cuando se produce más cantidad de lo requerido o inviertes en maquinaria con mayor capacidad. La sobreproducción también genera pérdidas de tiempo produciendo activos que no se necesitan para nada y es el paso previo al sobre inventario.

- Esperas para el próximo paso a procesar: es causado por una secuencia de trabajo poco eficiente. Cuando una línea de producción está mal diseñada genera que haya operarios parados mientras otros están saturados de trabajo.

- Transporte y movimientos innecesarios: resulta con el movimiento innecesario de material. Los procesos, máquinas y productos, tienen que fluir de una estación la siguiente. Causante principal de tiempos de espera de proceso en proceso innecesarios y que las probabilidades que los productos resulten dañados son mayores.

- Fabricación de piezas defectuosas: uno de los desperdicios más aceptados dentro de la industria, pero también de los que generan más pérdida de productividad dentro de la empresa. Es consecuencia de no haber ejecutado correctamente el proceso productivo, lo que genera productos defectuosos, trabajo extra para subsanar el error. Un control de calidad en cada operación sería necesario para localizar el defecto antes de que siga o durante el proceso para así no fabricar un producto que no servirá.

- Inventarios mayores a los necesarios: es cuando se tiene mayor cantidad de existencias de las necesarias para satisfacer la demanda inmediata. Acumular material es muestra de que el flujo de producción no es continuo.

Objetivo General

Determinar en cuánto se podría aumentar la producción del área de prensa si se reducen los tiempos de preparación.

Objetivos Específicos

Determinar el impacto en los tiempos de preparación de herramientas y materiales del área de prensa con un mejor orden, limpieza y distribución del layout de prensa.

Determinar el efecto de un método de producción que utilice mayor capacidad de la máquina en los tiempos de preparación.

Determinar cuáles serían los nuevos métodos de trabajo para reducir los tiempos de preparación de herramientas y materiales innecesarios del área de prensa.

Determinar en cuánto se podría reducir el costo de producción en el área de prensa, reduciendo los tiempos de preparación.

JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se enfocará en demostrar cómo una buena gestión del tiempo, recursos y distribución de los procesos de producción puede generar un mejor método de producción, disminuir tiempos, reducir costos y eliminar desperdicios. Todo esto para aumentar la producción del área escogida y cumplir con la demanda diaria.

Este estudio tomará como base la filosofía lean manufacturing, que tiene como pilares la mejora continua, el control total de calidad, la eliminación de despilfarros, la reducción de costos y el aprovechamiento del potencial de los operarios en el proceso de producción.

La aplicación de herramientas lean manufacturing en una empresa brinda ventajas en corto y mediano plazo, disminuye los desperdicios de logística hasta un 20%, los plazos de entrega hasta un 75%, la puntualidad de entregas aumenta hasta un 99% y el inventario

(capital de trabajo) se reduce hasta un 75%. También se afirma que, el 60% de las actividades de manufactura o producción en las empresas no tiene valor y podrían ser descartadas. Se entiende que hay 7 tipos de desperdicios en el proceso de producción, estos son: tiempo de espera, sobreproducción, el exceso de procesado, el transporte, el movimiento, el inventario y el potencial humano desperdiciado. Se les llama así, porque no aportan valor al proceso productivo y causan un gasto adicional a la rentabilidad de la empresa (Consultoría Lean Enterprise Partners, 2017).

Con este conocimiento de lean manufacturing y viendo los problemas presentados en el área que son: continuos cambios de moldes de suelas, un área de trabajo desordenada y mal ubicada, el ineficiente método de producción, las grandes cantidades de material que se desperdicia y un tiempo de preparación de herramientas y materiales bastante elevado. Se implementará una propuesta de mejora que ofrezca un proceso más efectivo, ordenado y que se adapte mejor a la demanda. Tomando en cuenta variables como: la distribución, el orden, las técnicas de trabajo, etc. Esperando alcanzar, un mejor flujo dentro del área, eliminar todo lo que no generan valor y reducir el volumen de desperdicios y devoluciones.

Esta propuesta además de beneficiar al área de prensa, también lo haría al proceso general del calzado deportivo, ya que, es el área con mayor retrasos y devoluciones dentro de la empresa. También es la única área que trabaja 22 horas por 5 días, esto genera gastos en luz, mano de obra y material adicional. Estos factores se tomarán en cuenta a la hora de la implementación y se evidenciaron en los resultados.

LIMITACIONES

La presente investigación se limitará a poner en evidencia los problemas que ocurren exactamente en el área de prensa en el año 2018, que ocasionan retrasos en la producción diaria de la empresa, generan desperdicios de material y consumen recursos adicionales a los previstos.

Todo lo mencionado basado en herramientas de la filosofía lean manufacturing. Con la finalidad de mejorar la producción del área y en general de la planta para adaptarse mejor a la demanda y eliminando los desperdicios que se genera en el día a día. Solo se

entrará en detalles de las herramientas mencionadas en la investigación, que fueron escogidas por su alto nivel de efectividad frente a los problemas encontrados. No discutirá, ni se entrará en detalle del orden, la eficiencia y los procesos en las demás áreas que conforman la empresa. Tampoco se entrará en detalle de almacenes y proveedores, porque según el análisis pareto se encontró que el problema radica netamente en el área de prensa.

Se generará información completa y actualizada de los procesos para un mejor conocimiento del estado actual del área. Esta data nos servirá para identificar y proponer indicadores que se tomarán para medir el rendimiento de la propuesta. Establecer una metodología de trabajo que sea efectiva para el área y que sea sostenible en el tiempo para que futuros trabajadores puedan aprenderla y aplicarla.

Se mostrará data del 2017 y 2018, pero solo nos enfocaremos en presentar problemas que se presentan en el área de prensa en el año 2018 y como la implementación de herramientas de la filosofía lean manufacturing ayudan a eliminar o resolver problemas de orden, a generar mejores métodos de producción, disminuir desperdicios y aumentar el ahorro. No se tocarán asuntos de ergonomía, mantenimiento de maquinaria, almacenes y proveedores porque nuestro enfoque solo se basa en aspectos del proceso productivo.

HIPÓTESIS

H1: Aumenta la producción del área de prensa cuando se reducen los tiempos de preparación de herramientas y materiales.
Ho: La producción de prensa, no aumenta cuando se reducen los tiempos de preparación de herramientas y materiales.

H2: Se consigue un impacto positivo en los tiempos de preparación de herramientas y materiales con un mejor orden, limpieza y distribución del layout de prensa.
Ho: No se consigue un impacto positivo en los tiempos de preparación de herramientas y materiales con un mejor orden, limpieza y distribución del layout de prensa.

H3: Al implementar un método de producción que utilice mayor capacidad de la máquina genera un efecto favorable, reduciendo los tiempos de preparación.
Ho: Al implementar un método de producción que utilice mayor capacidad de la máquina genera un efecto no favorable, ya que no afecta a los tiempos de preparación.

H4: Implementar nuevos métodos de trabajo ayudan a reducir los tiempos de preparación de herramientas y materiales del área de prensa.
Ho: Al implementar nuevos métodos de trabajo no se reducen los tiempos de preparación de herramientas y materiales del área de prensa.

H5: Se reducen los costos de producción del área de prensa reduciendo los tiempos de preparación.
Ho: No se reducen los costos de producción del área de prensa reduciendo los tiempos de preparación.

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Formulación del problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Marco Metodológico
Problema General: ¿En cuánto se podría aumentar la producción del área de prensa reduciendo los tiempos de preparación?	**Objetivo General** Determinar en cuánto se podría aumentar la producción del área de prensa si se reducen los tiempos de preparación.	**Hipótesis General** H1: Aumenta la producción del área de prensa cuando se reducen los tiempos de preparación de herramientas y materiales. Ho: La producción del área de prensa, no aumenta cuando se reducen los tiempos de preparación de herramientas y materiales.	**Variable Independiente** Tiempo promedio de preparación de herramientas y materiales. Capacidad máxima de producción diaria por prensa.	**Enfoque.** El enfoque cuantitativo se aplicará en esta investigación, porque probaremos a través de hechos objetivamente observables, que serán medidos y explicados estadísticamente para determinar la veracidad de nuestra hipótesis.
Problemas específicos: ¿Cuál sería el impacto en los tiempos de preparación con un mejor orden, limpieza y distribución del layout de prensa? ¿Cuál sería el efecto de un método de producción, que utilice mayor capacidad de la máquina, en los tiempos de preparación?	**Objetivos Específicos** Determinar el impacto en los tiempos de preparación de herramientas y materiales del área de prensa con un mejor orden, limpieza y distribución del layout de prensa. Determinar el efecto de un método de producción que utilice mayor capacidad de la	**Hipótesis Específicas** H2: Se consigue un impacto positivo en los tiempos de preparación de herramientas y materiales con un mejor orden, limpieza y distribución del layout de prensa. Ho: No se consigue un impacto positivo en los tiempos de preparación de herramientas y materiales con un mejor orden, limpieza y distribución del layout de prensa.	**Variable Dependiente** Producción mensual. **Indicadores** Tiempo de preparación de herramientas y materiales. Tiempo estándar OEE	**Método.** Se escogió un método cuasi experimental, ya que se trabajó con un muestreo de datos antes de aplicar las herramientas de la filosofía lean manufacturing en el área de prensa y se comparó con una muestra de datos posterior a la aplicación de las herramientas. **Alcance de la investigación** Con un alcance bivariado correlacional de la investigación para

¿Cuáles serían los nuevos métodos de trabajo para reducir tiempos de preparación de herramientas y materiales innecesarios del área de prensa? ¿Cuál sería el impacto de reducir los tiempos de preparación en los costos del área de prensa?	máquina en los tiempos de preparación. Determinar cuáles serían los nuevos métodos de trabajo para reducir los tiempos de preparación de herramientas y materiales innecesarios del área de prensa. Determinar en cuánto se podría reducir el costo de producción en el área de prensa, reduciendo los tiempos de preparación.	H3: Al implementar un método de producción que utilice mayor capacidad de la máquina genera un efecto favorable, reduciendo los tiempos de preparación. Ho: Al implementar un método de producción que utilice mayor capacidad de la máquina genera un efecto no favorable, ya que no afecta a los tiempos de preparación. H4: Implementar nuevos métodos de trabajo ayudan a reducir los tiempos de preparación de herramientas y materiales del área de prensa. Ho: Al implementar nuevos métodos de trabajo no se reducen los tiempos de preparación de herramientas y materiales del área de prensa. H5: Se reducen los costos de producción del área de prensa reduciendo los tiempos de preparación. Ho: No se reducen los costos de producción del área de prensa reduciendo los tiempos de preparación.		conocer la reacción entre la variable independiente y las variables independientes que estudiaremos dentro del área de prensa. **Paradigma.** En esta investigación se empleó un paradigma positivista, ya que se emplearán métodos estadísticos, analíticos y racionales para analizar la realidad actual del área de prensa de la empresa Industrial Condor y demostrar mediante indicadores y variables la veracidad de la hipótesis propuesta.

METODOLOGÍA

Enfoque.

Sampieri (2014) afirma: “Enfoque cuantitativo utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías” (p.04).

El enfoque cuantitativo se aplicará en esta investigación, ya que se recolectarán datos mediante herramientas estadísticas, se analizarán y se demostrarán de manera numérica los resultados obtenidos. Expresados en porcentajes, tiempo, distancia, pares, valores monetarios y cantidad de producción. Todos estos datos nos permitirán comprobar el impacto que tiene la variable dependiente sobre la independiente y así conseguir los objetivos planteados.

Alcance de la investigación

Se empleará un alcance bivariado correlacional para esta investigación, ya que se quiere comprobar el impacto entre de la variable dependiente (producción) y la variable independiente (tiempos de preparación) cuando se realizan diversos estudios y se aplican herramientas que generan nuevos métodos dentro del área de prensa de la empresa Industrial Condor SAC.

Sampieri (2014) afirma: “Este tipo de estudios tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular” (p.93).

Paradigma.

En esta investigación se tomará el paradigma positivista, ya que se emplearán métodos estadísticos, analíticos y racionales para analizar la realidad actual del área de prensa de la empresa Industrial Condor. Con el fin de poder demostrar que mediante la aplicación de las herramientas escogidas medidas por indicadores y variables la veracidad o falsedad de las hipótesis planteadas.

El “Paradigma positivista se califica de cuantitativo, empírico-analítico, racionalista, sistemático gerencial y científico tecnológico”. Por tanto, sustentará a la investigación que tenga como objetivo comprobar una hipótesis por medios estadísticos (como se cita en Ramos, 2015, p.10).

Método.

Se escogió un diseño cuasi experimental, ya que para esta investigación se escogió un grupo ya conformado de elementos, no se escogió de manera al azar. Para luego comprobar el impacto entre las variables a estudiar comparándolo con una muestra posterior a la aplicación de las herramientas.

Sampieri (2014) afirma: “En los diseños cuasiexperimentales, los sujetos no se asignan al azar a los grupos ni se emparejan, sino que dichos grupos ya están conformados antes del experimento” (p.151).

VARIABLES

Según Sampieri (2014), una variable es una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse. Las variables adquieren valor para la investigación científica cuando forman parte de una hipótesis o una teoría. Existe dos tipos de variable, la variable independiente es la que se manipula, es el centro del experimento y es aislada por el investigador. Y la variable dependiente, que no se manipula, sino se mide para ver el efecto que la manipulación de la variable independiente tiene en ella.

Variable Independiente

Se consideran las siguientes variables:

- Capacidad máxima de producción diaria por prensa, se considera una variable independiente ya que, al aplicar las mejoras sobre el método productivo, la producción de prensa esta se verá afectada directamente.

- Tiempo promedio de preparación de herramientas y materiales, nos indica todas las actividades previas al inicio del proceso productivo. Esta variable será de suma

importancia, ya que mediremos su reducción y si afectan directamente a la capacidad de producción del área.

Variable dependiente

Producción mensual, se considera la variable dependiente, ya que, se está buscando que el área de prensa cubra la demanda diaria con la introducción de los nuevos modelos que ingresaran. Para esto se realizarán estudios y se implementarán nuevos métodos que afectarán directamente a la capacidad de producción mensual del área de prensa.

POBLACIÓN Y MUESTRAS

Población:

Según Sampieri (2014), una población es un conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones.

La investigación que se realizará se centrara únicamente en el área de prensa y las mejoras actuarán directamente en aumentar la capacidad del área para cumplir con la demanda, por eso la población a analizar será la producción del segundo trimestre del 2018.

Se selecciona esta población debido a que es donde se recolectarán los datos necesarios para poder probar si los cambios en el área de prensa aplicando herramientas de la filosofía lean manufacturing y herramientas de ingeniería generan un efecto positivo en la capacidad de producción para cumplir con la demanda de producción.

Muestra:

Para este estudio no hay muestra, ya que se utilizará el total de la población para medir los cambios que se realizarán en el área de prensa.

Unidad de medida:

El par de suelas prensadas, serán nuestra unidad de medida, ya que nos permite observar el efecto de las mejoras que se aplicaran y poder comparar el antes y después en de cantidad de pares producidos y el tiempo en que los entregan.

INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS

INSTRUMENTOS

Para la recolección de datos necesarios correspondientes se emplearán métodos de forma directa, que demostrará los efectos de las mejoras aplicadas al área de prensa por medio de datos numéricos y un método de forma indirecta que se basará en la apreciación de los operarios con respecto a el estado actual comparado con los cambios realizados.

Las herramientas que se aplicarán para mejorar cada uno de los problemas se presentan en el siguiente cuadro:

Nro.	Problemas	Instrumentos
1	Método de fabricación no abastece la cantidad de producción diaria que se necesita.	Estudio de tiempos y movimientos.
2	Tiempos de preparación de herramientas y materiales demasiado altos.	DAP, Diagrama de Recorrido.
3	Layout desordenado e ineficiente.	Encuesta de estado inicial, Diagrama de recorrido.
4	Baja producción mensual del área de prensa	Descripción de Factores, Tabla OEE.

Tabla 05: cuadro de instrumentos a utilizar.
Fuente: elaboración propia.

Se realizará un estudio de tiempos y movimientos de la producción de un par de zapatillas, para calcular cuánto toma producir cada una de ellas con el método actual de producción. Esto nos ayudará en conocer todos los movimientos que realiza el operador mientras está en la prensa y como se podría afectar si es que en vez de un solo piso se utilizan 2 o 3. También cuáles deberían ser los nuevos pasos a realizar y la posición de los elementos para que el tiempo de preparación del molde con la huella troquelada para el prensado sea el mínimo posible.

Cuadro de toma de tiempos:

N°	Elementos	Tiempos observados (en segundos)																Tiempo promedio	ls +20%	li -20%	Tiempo promedio	Valoración (%)	Tiempo normal	Suplementos 30%	Tiempo estándar
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	…	n								
1	Chancar Inserto.																					100			
2	Limpieza con aire.																					100			
3	Echar desmoldante.																					100			
4	Colocar huella.																					100			
5	Colocar Taquitos de caucho.																					100			
6	Insertar molde y retirar molde en proceso																					100			
7	Prensar.																					100			
8	Liberar aire.																					100			
9	Prensar.																					100			
10	Prensar (Aguante).																					100			
11	Retirar molde.																					100			
12	Sacar huella																					100			
13	Inspeccionar.																					100			
																								TIEMPO ESTANDAR	

Figura 30: cuadro de tiempos.

Fuente: Elaboración propia.

El número total de observaciones se estimará con la siguiente fórmula:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n' \sum x^2 - \sum (x)^2}}{\sum x}\right)^2$$

siendo:

n = Tamaño de la muestra que deseamos calcular (número de observaciones)
n' = Número de observaciones del estudio preliminar
Σ = Suma de los valores
x = Valor de las observaciones.
40 = Constante para un nivel de confianza de 94,45%

Figura 31: cálculo de observaciones requeridas.

Fuente: Ingeniería Industrial Online.com.

Se tuvo una muestra inicial de 5 actividades y el resultado en segundos fue el siguiente en min:

n': 5

$\sum x^2$: 73.3

$\sum (x)^2$: 366.3

$\sum$x: 19.14

n: 0.804 = 1

Al ser el resultado un número muy bajo de observaciones requeridas (1), se hará un muestreo por conveniencia, según la definición de Sampieri (2014), “Muestras por conveniencia: estas muestras están formadas por los casos disponibles a los cuales tenemos acceso (Battaglia, 2008a).” (390.p).

- La fábrica nos brindó disponibilidad de tomar tiempos del proceso de prensado los lunes y miércoles de 8:00 am a 1:00 pm.
- Disponibilidad limitada de nuestros investigadores por temas laborales.
- Número elevado de suelas a estudiar.

Se acordó que la toma de tiempos serían los días lunes de 8:00am a 11:00 am para tomar tiempos de la huella 23 y miércoles de 8:00am a 11:00 am para tomar tiempos de

la huella 28 y lo que resta del tiempo disponible se utilizará para revisar demás detalles del área.

Para delimitar que tipo de suela se utilizaría en la medida de tiempos, se realizó un diagrama de pareto, para poder escoger el tipo de suelas con mayor frecuencia. Esto con el fin de que las mejoras a realizar respecto al método de trabajo se enfoquen primero en las suelas que ocupan más tiempo y demanda de la producción y luego replicarlo con las siguientes.

Solo se cuenta con información histórica desde enero de 2017 hacia arriba, más la demanda de una nueva huella (28) que son 10 000 pares, en los primeros meses de 2018, con estas pautas se realizó el diagrama de pareto:

Tipo de Huella	Demanda 2017 – 2018 (marzo)	Demanda %	Porcentaje Acumulado
23	127,084	57%	57%
10	63,886	29%	85%
29	17,919	8%	93%
52	13,170	6%	99%
57	1,549	1%	100%
Total	223,608	100%	

Tabla 06: diagrama de pareto de suelas.
Elaboración: Elaboración propia.

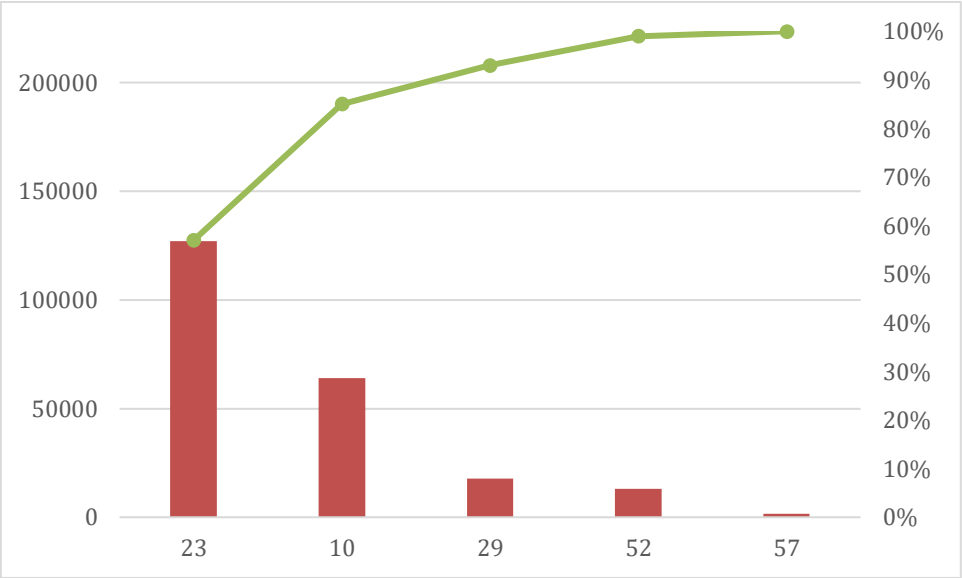


Figura 32: gráfico de pareto, huellas.

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la anterior tabla, se ha tomado la demanda total de todo el año 2017 hasta marzo 2018. Los números colocan a la Suela 23 en primer lugar, con un total de 127,084 pares producidos en 1 año 3 meses. Luego la suela 10, con 63,886 pares producidos y por último la suela 29 con 17,919 pares. Por este motivo, las mejoras que se aplicarán serán inicialmente probadas con la huella 23, también se agregara la huella 28 en el proceso de toma de tiempo, debido alta demanda presentada en un corto tiempo.

En conclusión, se realizarán estudios de tiempos en la fábrica lunes y miércoles de 8:00 am a 1:00 pm, solo serán de huellas 23 y 28, ya que son las que tienen una mayor demanda, los días que se vaya a tomar tiempos se prepara un plan para realizar estas huellas en la hora que nos autorizó la fábrica.

Definición de suplementos:

Suplemento	Puntaje	Descripción
Suplementos Constantes	9	Por ser hombre se los suplementos constantes de necesidades personales y fatiga son de 5 y 4
¿Realiza el trabajo de pie?	2	Ya que realiza el trabajo de pie.

Postura anormal	0	Realiza el trabajo de pie, pero en una posición que no se tiene q estirar ni este incómodo.
Uso de la fuerza	0	Si bien los moldes son pesados, los operarios trabajan con los moldes echados en una superficie lisa que permite su fácil movilidad.
Iluminación	0	El centro de trabajo tiene buena iluminación
Condiciones Atmosféricas	0	Normales
Tensión visual	0	Se necesita cierta precisión ya que los moldes tienen relieve en donde se pone el inserto.
Ruido	0	La sensación de ruido en el área no es muy fuerte, tampoco estridente
Tensión mental	1	La operación realizada no es compleja, pero si se tiene que ser cuidadoso para no confundir moldes o tallas.
Monotonía	1	Es una operación monótona.
Monotonía física	0	A los operarios les gusta el prensado, son operarios que están ahí porque les agrada y conocen del trabajo, por ende, no les parece aburrido el trabajo.
Total	13%	

Tabla 07: cuadro de suplementos.
Elaboración: Elaboración propia.

Según Sampieri (2014), “La ventaja de una muestra no probabilística desde la visión cuantitativa es su utilidad para determinados diseños de estudio que requieren no tanto una “representatividad” de elementos de una población, sino una cuidadosa y controlada elección de casos con ciertas características especificadas (p.189)”.

Para calcular los tiempos totales de las actividades para el proceso de prensado se hará un diagrama de actividades del proceso (DAP), esto nos ayudará en identificar cuáles son todos los tiempos de preparación y cuánto tiempo toma cada uno. Esto con el

fin de conocer y poder separar los tiempos internos con los tiempos externos. El formato de DAP a utilizar será el siguiente.

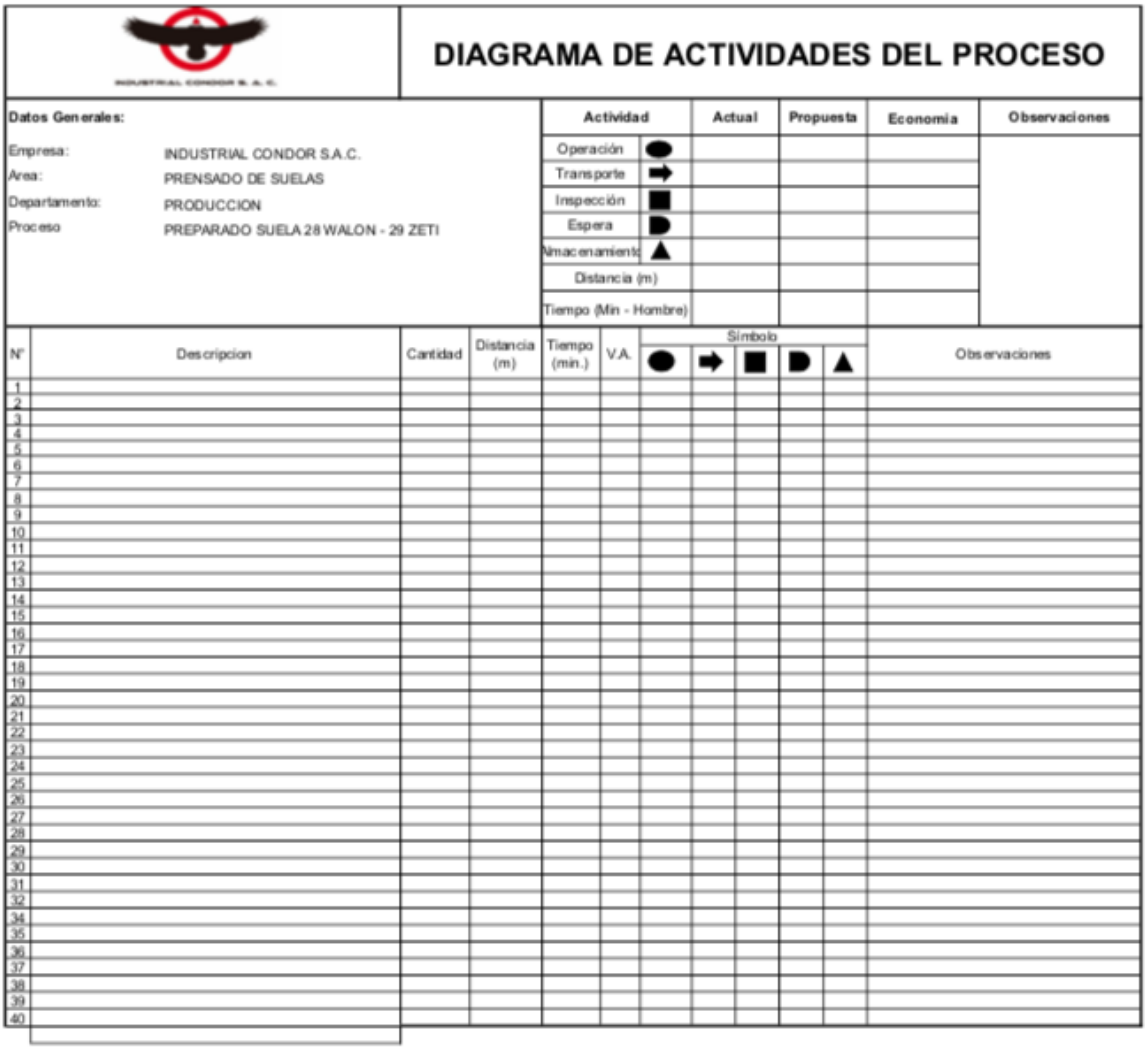


DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO

Datos Generales:	
Empresa:	INDUSTRIAL CONDOR S.A.C.
Area:	PRENSADO DE SUELAS
Departamento:	PRODUCCION
Proceso	PREPARADO SUELA 28 WALON - 29 ZETI

Actividad	Actual	Propuesta	Economia	Observaciones
Operación				
Transporte				
Inspección				
Espera				
Almacenamiento				
Distancia (m)				
Tiempo (Min - Hombre)				

N°	Descripcion	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min.)	V.A.	Simbolo					Observaciones
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											
31											
32											
34											
35											
36											
37											
38											
39											
40											

Figura 33: DAP del área de prensa.
Fuente: Elaboración propia.

Para conocer el estado actual del layout en orden y limpieza, se hará una encuesta que será resuelta por el los operarios del área de prensa, esta nos ayudará a ver en qué estado se encuentra el área y que se debería resolver primero. Con el fin que el operario no pierda tiempo en ordenar su sitio, buscar sus herramientas o material. También un diagrama de recorrido de para conocer de manera más visual de cuáles son los

movimientos que hace el operario antes de empezar el proceso de producción con la distribución del layout actual.

En el trabajo de investigación de Orjuela (2016), se presenta una encuesta que se aplica para conocer el estado inicial del área a estudiar, se aplicará en este trabajo de investigación ya que, se acomoda a lo que se desea conocer del área de prensa y es la que se presenta a continuación:

	Evaluación				
	Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Excelente
SEIRI - SELECCIONAR	1	2	3	4	5
¿Cómo califica la ubicación de sus herramientas de trabajo?					
¿Cómo califica la distribución de su área de trabajo?					
¿Cómo es el grado de clasificación de las herramientas, materiales y equipos en su lugar de trabajo?					
¿Cómo califica la capacidad para distinguir lo necesario e innecesario en su lugar de trabajo?					
	Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Excelente
SEITON - ORGANIZAR	1	2	3	4	5
¿Cómo califica el orden en general de su lugar de trabajo?					
¿Cómo califica la facilidad con la que encuentra usted sus herramientas de trabajo?					

¿Cómo es el nivel de estandarización para el orden de las herramientas, materiales y equipos en su lugar de trabajo?					
	Si		No		
¿Existe un lugar designado para las herramientas que debe usar en la realización de sus labores?					
¿Cuándo usted termina de utilizar una herramienta, la devuelve al lugar designado?					
¿Cuándo usted termina de utilizar una herramienta, la devuelve al lugar designado?					
	Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Excelente
SEISO - LIMPIAR	1	2	3	4	5
¿Cómo califica la limpieza de su lugar de trabajo?					
¿Cómo califica la separación de residuos en su lugar de trabajo?					
¿Cómo es el mantenimiento que se realiza a herramientas, maquinaria y equipos en su lugar de trabajo? (En cuenta, calidad y tiempo)					
	Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Excelente
SEIKETSU - ESTANDARIZAR	1	2	3	4	5
¿Cómo califica la señalización para ubicar sus herramientas de trabajo?					
	Si		No		

¿Existe un método o guía para la limpieza de los equipos, herramientas, maquinar y lugares de trabajo?					
¿Existe señalización y delimitación de las áreas de trabajo, maquinaria, equipos y herramientas?					
¿Existe un método o guía para el orden de los equipos y herramientas en su lugar de trabajo?					
¿Existe un método o guía para seleccionar y clasificar los equipos y herramientas en su lugar de trabajo?					
	Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Excelente
SHITSUKE - SEGUIMIENTO	1	2	3	4	5
¿Cómo es el seguimiento realizado a la clasificación de materiales y equipos en su lugar de trabajo?					
¿Cómo es el seguimiento realizado al orden de materiales y equipos en su lugar de trabajo?					
¿Cómo es el seguimiento realizado a la limpieza de materiales y equipos en su lugar de trabajo?					
	Si		No		
¿Hay un cumplimiento constante de las normas de seguridad, higiene y salud en el trabajo?					

Figura 34: encuesta - diagnóstico inicial – herramienta 5’S.

Fuente: Diseño Metodológico de las Cinco S'S en la Línea 6 de Refrescos de Fruta de Gaseosas Lux Bogotá SA., Orjuela, 2016.

El layout de prensa es el que se muestra en la siguiente imagen.

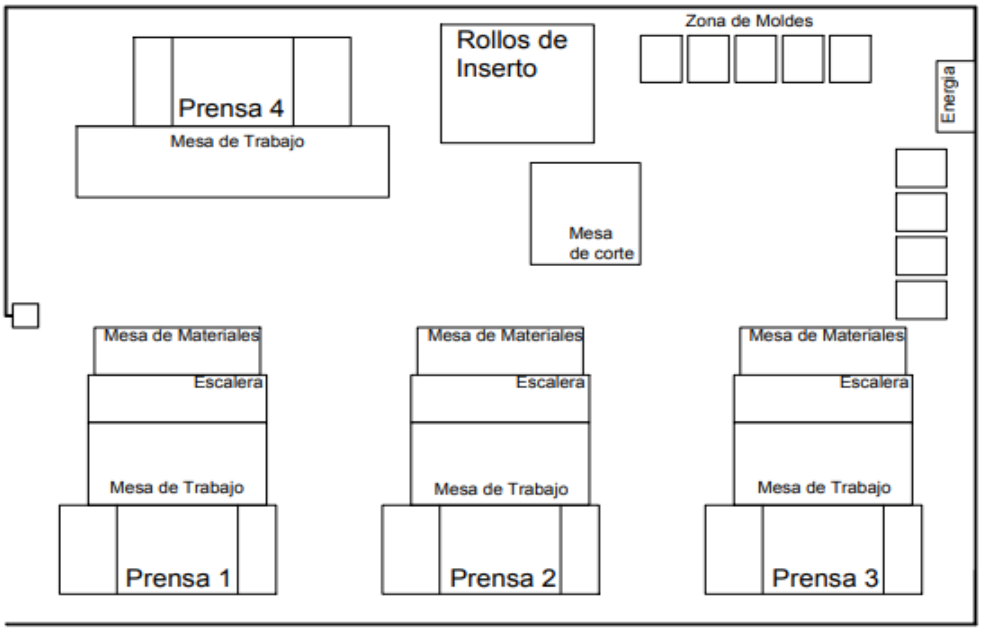


Figura 35: layout área de prensa.
Fuente: Elaboración propia.

El indicador que nos mostrará el avance total de las actividades será el OEE, ya que cuenta con las variables de tiempo, producción y calidad. Se empezará a tomar el OEE en los meses de enero, febrero, marzo y abril del año 2018 y luego se calculará en los meses siguientes de la investigación para comparar el avance. La información necesaria para calcular el OEE del área será:

- Disponibilidad
  - Horas totales en que la máquina está encendida por mes.
  - Horas totales cuando la máquina está encendida y no está produciendo.
  - Horas totales en los que la máquina esta sin funcionar por alguna falla.
- Rendimiento
  - Cantidad de producción planificada de huellas total por mes.
  - Cantidad de producción real de huellas total por mes.
- Calidad
  - Cantidad de huella devueltas por mal estado.

Los datos se acomodarán en la siguiente tabla:

Mes			
Factor disponibilidad	Tiempo programado de producción	Tiempo de Funcionamiento	%
Factor de Capacidad	Unidades que teóricamente se debió producir	Unidades reales producidas	%
Factor calidad	Producción Real (Pares/mes)	Producción buena	%
OEE			0.00 %

Tabla 08: tabla OEE.
Fuente: Elaboración propia.

PROCESAMIENTO DE DATOS

La recolección y procesamiento de datos se empezó de la siguiente manera:

1. Encuesta de 5's para tener una noción de la percepción del personal del estado del área de prensa y las dificultades que tiene cada uno de ellos para laborar.

	Evaluación				
	Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Excelente
SEIRI - SELECCIONAR	1	2	3	4	5
¿Cómo califica la ubicación de sus herramientas de trabajo?		1	5		
¿Cómo califica la distribución de su área de trabajo?		2	4		
¿Cómo es el grado de clasificación de las herramientas, materiales y equipos en su lugar de trabajo?		2	4		
¿Cómo califica la capacidad para distinguir lo necesario e innecesario en su lugar de trabajo?			3	3	
	Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Excelente
SEITON - ORGANIZAR	1	2	3	4	5

¿Cómo califica el orden en general de su lugar de trabajo?		1	5		
¿Cómo califica la facilidad con la que encuentra usted sus herramientas de trabajo?			1	5	
¿Cómo es el nivel de estandarización para el orden de las herramientas, materiales y equipos en su lugar de trabajo?		4	2		
	NO		SI		
¿Existe un lugar designado para las herramientas que debe usar en la realización de sus labores?	6		0		
¿Cuándo usted termina de utilizar una herramienta, la devuelve al lugar designado?	6		0		
¿Cuándo usted termina de utilizar una herramienta, la devuelve al lugar designado?	0		6		
	Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Excelente
SEISO - LIMPIAR	1	2	3	4	5
¿Cómo califica la limpieza de su lugar de trabajo?		2	4		
¿Cómo califica la separación de residuos en su lugar de trabajo?		2	4		
¿Cómo es el mantenimiento que se realiza a herramientas, maquinaria y equipos en su lugar de trabajo? (En cuenta, calidad y tiempo)		3	3		
	Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Excelente
SEIKETSU - ESTANDARIZAR	1	2	3	4	5
¿Cómo califica la señalización para ubicar sus herramientas de trabajo?		3	3		
	NO		SI		

¿Existe un método o guía para la limpieza de los equipos, herramientas, maquinar y lugares de trabajo?	6		0		
¿Existe señalización y delimitación de las áreas de trabajo, maquinaria, equipos y herramientas?	6		0		
¿Existe un método o guía para el orden de los equipos y herramientas en su lugar de trabajo?	6		0		
¿Existe un método o guía para seleccionar y clasificar los equipos y herramientas en su lugar de trabajo?	6		0		
	Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Excelente
SHITSUKE - DISCIPLINA	1	2	3	4	5
¿Cómo es el seguimiento realizado a la clasificación de materiales y equipos en su lugar de trabajo?		4	2		
¿Cómo es el seguimiento realizado al orden de materiales y equipos en su lugar de trabajo?		4	2		
¿Cómo es el seguimiento realizado a la limpieza de materiales y equipos en su lugar de trabajo?		4	2		
	No		SI		
¿Hay un cumplimiento constante de las normas de seguridad, higiene y salud en el trabajo?	6		0		

Figura 36: estado inicial del área de prensa en orden y limpieza.
Fuente: Elaboración propia.

La encuesta nos da como resultado que casi ninguna de las preguntas correspondientes a algunas de las “S” está en un estado bueno o excelente, sino regular o malo.

2. Se tomo tiempos del proceso de prensado durante 6 días en el mes de abril y mayo durante 2 horas de producción de un par huella 23 se obtuvo una muestra de 64 pares y de la huella 28 se prenso una muestra de 20 de pares. Se calculó el tiempo estándar de cada uno y el resultado fue el siguiente:

N°	Elementos	Tiempos Observados Huella 23 (En Minutos)												Tiempo Promedio	Ls	Li	Tiempo Promedio	Valoración (%)	Tiempo Normal	Suplementos	Tiempo Estándar
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	…	64		20%	20%				13%	
1	Chancar Inserto.	1.12	1.17	1.22	1.25	1.13	1.37	1.22	1.07	0.95	1.03	1.08	1.22	1.15	1.38	0.92	1.15	100	1.15	0.15	1.30
2	Limpieza Con Aire.	0.07	0.10	0.12	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	0.09	0.06	0.07	100	0.07	0.01	0.08
3	Echar Desmoldante.	0.07	0.08	0.07	0.13	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07	0.09	0.06	0.07	100	0.07	0.01	0.08
4	Colocar Huella.	0.08	0.25	0.18	0.25	0.10	0.10	0.08	0.10	0.08	0.12	0.10	0.10	0.11	0.13	0.09	0.10	100	0.10	0.01	0.12
5	Cortar Y Colocar Taquitos De Caucho.	0.38	0.38	0.40	0.32	0.38	0.32	0.35	0.37	0.35	0.33	0.37	0.40	0.35	0.42	0.28	0.35	100	0.35	0.05	0.39
6	Insertar Molde En Proceso.	0.40	0.33	0.37	0.35	0.35	0.35	0.38	0.42	0.42	0.40	0.45	0.43	0.41	0.50	0.33	0.40	100	0.40	0.05	0.45
7	Prensar.	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.14	0.09	0.12	100	0.12	0.00	0.12
8	Liberar Aire.	0.13	0.12	0.12	0.13	0.15	0.15	0.13	0.13	0.13	0.13	0.12	0.13	0.12	0.15	0.10	0.13	100	0.13	0.02	0.14
9	Prensar.	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.14	0.09	0.12	100	0.12	0.00	0.12
10	Liberar Aire.	0.13	0.12	0.10	0.13	0.13	0.12	0.12	0.13	0.13	0.13	0.15	0.10	0.13	0.15	0.10	0.13	100	0.13	0.02	0.15
11	Prensar (Aguante).	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.72	1.15	1.43	100	1.43	0.00	1.43
12	Retirar Molde Prensado.	0.38	0.38	0.57	0.35	0.42	0.40	0.50	0.38	0.38	0.43	0.47	0.35	0.43	0.52	0.34	0.41	100	0.41	0.05	0.47
13	Sacar Huella	0.25	0.27	0.23	0.28	0.22	0.28	0.35	0.32	0.38	0.27	0.35	0.28	0.28	0.34	0.23	0.26	100	0.26	0.03	0.29
14	Inspeccionar.	0.03	0.05	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.08	0.05	0.03	0.03	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	100	0.03	0.00	0.04
																				Tiempo S (Min)	5.17

Tabla 09: tabla toma de tiempos huella 23.
Fuente: Elaboración propia.

N°	Elementos	Tiempos Observados Huella 28												Tiempo Promedio	Ls	Li	Tiempo Promedio	Valoración (%)	Tiempo Normal	Suplementos	Tiempo Estándar
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	..	20		20%	20%				13%	
1	Chancar Inserto.	0.37	0.38	0.43	0.53	0.42	0.42	0.54	0.63	0.43	0.41	0.43	0.47	0.45	0.54	0.36	0.43	100	0.43	0.06	0.49
2	Limpieza Con Aire.	0.08	0.08	0.04	0.12	0.04	0.10	0.09	0.08	0.12	0.11	0.09	0.08	0.09	0.11	0.07	0.09	100	0.09	0.01	0.10
3	Echar Desmoldante.	0.05	0.06	0.03	0.02	0.03	0.06	0.09	0.07	0.09	0.06	0.06	0.06	0.05	0.06	0.04	0.06	100	0.06	0.01	0.06
4	Colocar Huella Con Taquito.	0.58	0.87	0.65	0.60	0.64	0.89	0.62	0.60	0.65	0.70	0.63	0.58	0.65	0.78	0.52	0.62	100	0.62	0.08	0.70
6	Insertar Molde En Proceso.	0.30	0.37	0.42	0.45	0.32	0.35	0.27	0.30	0.53	0.42	0.30	0.43	0.37	0.44	0.30	0.36	100	0.36	0.05	0.41
7	Prensar.	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.14	0.09	0.12	100	0.12	0.00	0.12
8	Liberar Aire.	0.13	0.13	0.12	0.10	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.13	0.12	0.12	0.12	0.14	0.09	0.12	100	0.12	0.02	0.13
9	Prensar.	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.14	0.09	0.12	100	0.12	0.00	0.12
10	Liberar Aire.	0.07	0.12	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.14	0.09	0.12	100	0.12	0.02	0.13
11	Prensar (Aguante).	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.72	1.15	1.43	100	1.43	0.00	1.43
12	Retirar Molde Prensado.	0.38	0.40	0.37	0.38	0.38	0.38	0.42	0.38	0.42	0.38	0.38	0.37	0.39	0.47	0.31	0.39	100	0.39	0.05	0.44
13	Sacar Huella	0.38	0.25	0.28	0.33	0.27	0.27	0.25	0.23	0.23	0.27	0.25	0.27	0.27	0.33	0.22	0.26	100	0.26	0.03	0.30
14	Inspeccionar.	0.03	0.05	0.03	0.03	0.03	0.03	0.05	0.03	0.03	0.05	0.05	0.03	0.04	0.05	0.03	0.03	100	0.03	0.00	0.04
																				Tiempo S (Min)	4.47

Tabla 10: tabla toma de tiempos huella 28.
Fuente: Elaboración propia.

3. Para identificar todas las actividades que se realizan en el día desde que ingresan al área, hasta que terminan el turno, se elaboró un diagrama de actividades de una jornada de trabajo (Imagen 36) del operario que trabaja en la prensa 1, ya que es el más apartado de la zona de moldes e insertos. Para este cuadro se estudió el recorrido de un prensador y todas sus actividades. Luego para los tiempos del proceso productivo se utilizaron los tiempos estándar obtenidos del cuadro de tiempos de producción de huellas. Para el final del día se regresó donde el operario para tomar nota de las actividades.

   Se resalta el hecho que para este estudio de actividades se evaluó el trabajo con dos moldes, es bueno aclarar este punto para no generar confusión, con el cuadro de toma de tiempos, ya que ahí se presentaron los tiempos de producción de un solo molde.

   También aclarar que se escogieron las actividades con dos moldes, porque es la mínima cantidad de moldes a trabajar en el día y se quería comprobar si con la mínima cantidad el tiempo alcanzaba para completar la cantidad propuesta. Como se explicó al inicio por cada molde nuevo se agrega un tiempo de 8 a 10 minutos, así que el DAP de 3 o 4 moldes se le sumarían ese tiempo.

   El resultado en tiempo dio un total de 654.51 minutos desde que ingresa al área hasta que acaba, sumado eso a los 20 minutos que se demoran para alistarse desde que llegan, eso en horas es 11.24 horas, si trabajando con dos moldes el operario tiene tiempo suficiente para acabar, con más de 2 moldes la situación se complica, es por esta razón que los operarios no llegan a cumplir con lo que se les propone, porque no siempre trabajan solo con dos molde y sumado a esto los tiempo de preparación que son bastante altos.

INDUSTRIAL CONDOR S. A. C.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO

Datos Generales:	
Empresa:	INDUSTRIAL CONDOR S.A.C.
Área:	ARMADO DE SUELAS
Departamento:	PRODUCCION
Proceso	PRENSADO DE 2 TALLAS DE SUELA 23 WALON

Actividad	Actual	Propuesta	conom
Operación	50		
Transporte	20		
Inspección	5		
Espera	0		
Almacenamiento	1		
Distancia (m)	211.04		
Tiempo (Min - Hombre)	654.51		

Observaciones

Los operarios entran a las 7, mientras se cambian , se preparan y llegan al área, empiezan su labor a las 7: 20 am. Para presentación de este DAP se simulo sobre 2 pares procesados.

N°	Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min.)	Símbolo	Observaciones
1	Prender prensa y graduar temperatura.	1	0	1.50		La maquina demora en calentar 1 hora.
2	Transporte - En dirección a la mesa de corte.	1	5	0.10		
3	Ver Programa de producción	1	0	2.00		
4	Transporte - En dirección a prensa	1	5.3	0.12		
5	Revisar si los moldes a trabajar están en la prensa.	1	0	0.10		En caso sean los moldes, no tomar en cuenta la
6	Retirar moldes de la prensa	2	0	0.31		
7	Transporte - En dirección área de moldes.	2	7.81	0.17		Se cargan los moldes (30 kg.)
8	Dejar moldes en zona de moldes	2	0	0.08		
9	Buscar molde a trabajar.	2	0	6.00		
10	Recoger moldes	2	0	0.67		
11	Transporte - A la prensa	2	7.81	0.24		Se cargan los moldes (30 kg.)
12	Colocar Moldes en prensa.	2	0	0.40		
13	Ingresar moldes y generar presión para calentar.	2	0	0.80		
14	Transporte - Para recoger huellas troqueladas	3	22	1.00		
15	Recoger huellas troqueladas y laminas.	3	0	0.30		
16	Transporte - Para dejar huellas troqueladas en mesa de materiales	3	25	1.10		
17	Dejar huellas y laminas para tacos en mesa de materiales	3	0	0.10		
18	Revisar huellas troqueladas.	1	0	6.00		
19	Limpiar huellas troqueladas.	1	0	6.00		
20	Transporte - En dirección a mesa de corte	1	5	0.12		con laminas de caucho
21	Cortar caucho laminado en tiras.	1	0	7.00		
22	Transporte - En dirección a mesa de materiales	1	5	0.07		
23	Dejar tira en mesa de materiales	1	0	0.17		
24	Transporte - En dirección a los rollos Inserto	1	6	0.07		
25	Buscar y recoger rollo de inserto según color programado	1	0	0.15		
26	Transporte - En dirección a mesa de corte	1	0.5	0.02		
27	Estirar rollo y cortar pliegos	3	0	2.50		
28	Cortar pliegos en cuadrados para el día	1	0	5.00		
29	Recoger rollo de inserto utilizado.	1	0	0.08		
30	Transporte - En dirección a los rollos Inserto	1	0.5	0.02		
31	Dejar Rollo Utilizado	1	0	0.08		
32	Transporte - En dirección a mesa de corte	1	0.5	0.02		
33	Recoger inserto cortado	1	0	0.02		
34	Transporte - En dirección a mesa de trabajo	1	7	0.07		
35	Dejar Inserto en mesa de trabajo.	1	0	0.02		
36	Soltar Presión de Moldes	1	0	0.02		
37	Transporte Retirar molde A y B de prensa	1	0	0.32		
38	Acomodar Moldes A y B en piso 2	1	0	1.00		

39	Transporte - acomodar e Ingresar molde B caliente	1	0	0.08						
40	Abrir y chancar inserto sobre el molde A	1	0	1.30						
41	Limpieza con aire sobre molde A	1	0	0.08						
42	Echar desmoldante sobre molde A	1	0	0.08						
43	Colocar huella troquelada sobre el molde A	1	0	0.12						
44	Cortar taquito de la tira.	1	0	0.14						
45	Colocar taquito sobre huella troquelada y cerrar molde	1	0	0.25						
46	Retirar molde B de prensa e Insertar molde A en prensa.	1	0	0.45						
47	Generar presión en prensa sobre molde A	90	0	0.12						
48	Abrir molde B y liberar aire en molde A	90	0	0.14						
49	Chancar Inserto sobre el molde B	90	0	1.30						Mientras se chanca el inserto se prensa la huella A una vez más y empieza el aguante
50	Limpieza con aire sobre molde B	90	0	0.08						Prensado (aguante)
51	Echar desmoldante sobre molde B	90	0	0.08						Prensado (aguante)
52	Colocar huella troquelada sobre el molde B	90	0	0.12						Prensado (aguante)
53	Cortar taquito de la tira.	90	0	0.14						Prensado (aguante)
54	Colocar taquito sobre huella troquelada y cerrar molde	90	0	0.25						Prensado (aguante)
55	Retirar molde A de prensa e Insertar molde B en prensa.	90	0	0.45						
56	Generar presión en prensa sobre molde B	90	0	0.12						
57	Abrir molde A y retirar huella prensada	90	0	0.29						
58	Revisar huella del molde A	90	0	0.04						
59	Lanzar huella al piso	90	0	0.04						
60	Liberar Aire en molde B	90	0	0.14						
61	Chancar Inserto sobre el molde A	89	0	1.30						Mientras se chanca el inserto se prensa la huella B una vez más y empieza el aguante
62	Limpieza con aire sobre molde A	89	0	0.08						Prensado (aguante)
63	Echar desmoldante sobre molde A	89	0	0.08						Prensado (aguante)
64	Colocar huella troquelada sobre el molde A	89	0	0.12						Prensado (aguante)
65	Cortar taquito de la tira.	89	0	0.14						Prensado (aguante)
66	Colocar taquito sobre huella troquelada.	89	0	0.25						Prensado (aguante)
67	Retirar molde B de prensa e Insertar molde A en prensa.	89	0	0.45						
68	Generar presión en prensa sobre molde A	89	0	0.12						
69	Abrir molde B y retirar huella prensada	90	0	0.29						
70	Revisar huella del molde B	90	0	0.04						
71	Lanzar huella al piso	90	0	0.04						
72	Transporte - Fuera de prensa.	1	1	0.04						
73	Recoger huellas prensadas.	6	0	4.00						
74	Amarrar con rafia.	6	0	1.00						
75	Transporta a anaqueles	3	1	0.10						
76	Dejarlo en los anaqueles.	1	0	2.00						

Figura 37: diagrama de actividades del proceso de un día – área de prensa.
Fuente: Elaboración propia.

Actualmente se tiene un total de 35 actividades y movimientos que se realizan antes de empezar el proceso de producción. Si bien, la mayoría se realiza durante el calentado de moldes, igual es un tiempo de preparación bastante alto, causado por falta de coordinación, orden y limpieza del área.

Cantidad de movimientos o actividades antes de iniciar proceso de producción.	Distancia total de recorrido (m)	Tiempo total de actividades (min)
35	207.04	61.07

Tabla 11: tiempo y distancia en actividades de preparación.
Fuente: Elaboración propia.

Descripción
Prender prensa y graduar temperatura.
Transporte - En dirección a la mesa de corte.
Ver Programa de producción
Transporte - En dirección a prensa
Revisar si los moldes a trabajar están en la prensa.
Retirar moldes de la prensa
Transporte - En dirección área de moldes.
Dejar moldes en zona de moldes
Buscar molde a trabajar.
Recoger moldes
Transporte - A la prensa
Colocar Moldes en prensa.
Ingresar moldes y generar presión para calentar.
Transporte - Para recoger huellas troqueladas
Recoger huellas troqueladas y laminas.
Transporte - Para dejar huellas troqueladas en mesa de materiales
Dejar huellas y laminas para tacos en mesa de trabajo
Revisar huellas troqueladas.
Limpiar huellas troqueladas.
Transporte - En dirección a mesa de corte
Cortar caucho laminado en tiras.
Transporte - En dirección a mesa de materiales
Dejar tira en mesa de materiales
Transporte - En dirección a los rollos Inserto

Recoger rollo de inserto según color programado
Transporte - En dirección a mesa de corte
Estirar rollo y cortar pliegos
Cortar pliegos en cuadrados para el día
Recoger rollo de inserto utilizado.
Transporte - En dirección a los rollos Inserto
Dejar Rollo Utilizado
Transporte - En dirección a mesa de corte
Recoger inserto cortado
Transporte - En dirección a mesa de trabajo
Dejar Inserto en mesa de trabajo.

Tabla 12: actividades de preparación de material y herramientas.
Fuente: Elaboración propia.

Estas son todas las actividades que se realizan antes de empezar el proceso de producción de prensado. Es casi una cantidad desplazada y un tiempo demasiado elevados, se buscará reducir este tiempo con herramientas de ingeniería y lean manufacturing para que el operario no tenga que moverse tanto fuera del área y encontrar los materiales ya preparados.

4. Diagrama de recorrido del área de prensa.

Actividad		**Actual**
Operación		**18**
Transporte		**13**
Inspección		**4**
Espera		**0**
Almacenamiento		**0**
Distancia (m)		**207.04**
Tiempo (Min - Hombre)		**61.07**

Tabla 13: tabla resumen DAP (Tiempos de preparación).
Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en el DAP el operario realiza muchos movimientos dentro y fuera del área antes de poder empezar con el proceso de prensado, todas estas acciones, hacen que el operario empiece sus actividades en promedio una hora después de su ingreso.

A continuación, presentaremos un diagrama de recorrido con la información obtenida para poder visualizar los desplazamientos que realiza el operario hasta antes de empezar con el proceso de prensa.

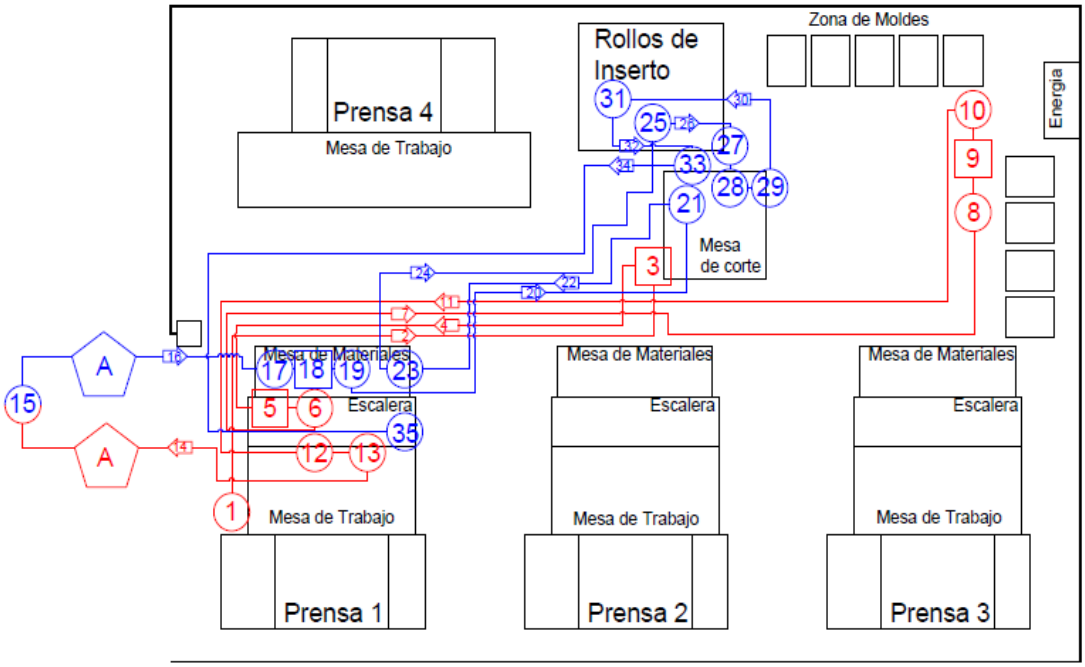


Figura 38: diagrama de recorrido área de prensa.
Fuente: elaboración propia.

5. Cálculo de OEE inicial (abril).

Para calcular el OEE hay que tener en cuenta diversos factores, los cuales nos ayudaran a calcular que tan eficiente se encuentra la línea de producción del área de prensa y saber cuál es la capacidad actual. Se mostrará el cálculo del OEE de abril, ya que es el mes de estudio, en el ANEXO 7 se podrán visualizar el cálculo de los meses anteriores.
Los factores a conocer son:

- Disponibilidad
    - Horas totales en que la máquina está encendida por mes.
        - Por día la máquina esta encendida un total de 22 horas, por 5 días a la semana y el mes de abril tuvo un total de 21 días laborales.
          El resultado da un total de: 462 horas en que la máquina debió estar funcionando.

    - Horas totales cuando la máquina está encendida y no está produciendo.
        - Si se sabe que se pierde una hora por turno, ya que los operarios pierden demasiado tiempos preparando sus herramientas y material, la máquina tampoco produjo por falta de material por 3 veces en el mes durante 1 hora.
          El resultado da un total de 45 horas menos de producción en el mes de abril.

    - Horas totales en los que la máquina esta sin funcionar por alguna falla.
        - La máquina se detuvo 2 veces por fallos durante el mes por 1 hora y 1:30.
          El resultado da un total de 2.5 horas menos de producción en el mes de abril.

El factor disponibilidad se calcula entonces:

Horas de funcionamiento – (Averías+ Esperas+ restricciones) /Horas de funcionamiento.

$$\frac{462-(45+2.5)}{462} = 0.90$$

- Rendimiento
    - Cantidad de producción planificada de huellas total por mes.
        - Si cada prensador tiene un máximo de 180 pares por día, son 6 prensadores y 21 días laborables en el mes de abril. El resultado da un total de: 22,680 pares planificados en el mes de abril.
    - Cantidad de producción real de huellas total por mes.
        - El total producido en el mes de abril es de: 15208.

El factor de rendimiento se calcula entonces:

$$\frac{15208}{22680} = 0.67$$

- Calidad
    - Cantidad de huella devueltas por mal estado.
        - No se tiene el dato exacto de cuantas huellas falladas hay en el mes, ya que no se lleva un control de estas, preguntamos al ingeniero encargado, comenta que en promedio de 30 huellas al mes por fallas.

El factor de calidad se calcula entonces:

$$\frac{15178}{15208} = 0.99$$

Una vez calculado cada uno de los factores se colocan en el cuadro para calcular el OEE del mes de abril:

Abril			
Factor disponibilidad	Tiempo programado de producción	Tiempo de Funcionamiento	%
	462	415	90
Factor de rendimiento	Unidades que teóricamente se debió producir	Unidades reales producidas	%
	22680	15208	67
Factor calidad	Producción Real (Pares/mes)	Producción buena	%
	15208	15178	99
OEE			60%

Tabla 14: cálculo de OEE mes abril.
Fuente: Elaboración propia.

Según las escalas de OEE, la eficiencia de la línea de producción del área de prensa se encuentra por debajo de lo aceptable. Se puede notar que el indicador que se ve más afectado por la situación actual del área es el de rendimiento, y todas las herramientas de la filosofía lean manufacturing e ingeniería se enfocaran en aumentar dicho indicador.

RESULTADOS

La hoja de ruta para la implementación de herramientas de lean manufacturing e ingeniería será la siguiente:

Nro.	Problemas	Instrumentos	Medidas
1	Layout desordenado e ineficiente.	Encuesta de estado inicial, Diagrama de recorrido.	Método Guerchet, 5'S, Diagrama de relaciones.
2	Tiempos de preparación demasiado altos.	DAP, Diagrama de Recorrido.	SMED, 5'S.
3	Método de fabricación no abastece la cantidad de producción diaria que se necesita.	Estudio de tiempos y movimientos.	Nuevos métodos de producción aprovechando la capacidad total de la máquina, SMED.
4	Baja producción mensual del área de prensa	Descripción de Factores, Tabla OEE.	Impacto de las herramientas aplicadas.

Tabla 15: medidas para resolver los problemas.
Fuente: Elaboración propia.

Aplicación 5´S

Primero se procederá a aplicar las 5'S, junto con el método Guerchet, para comprobar el impacto de un área más ordenada y limpia. La fase de implantación de las 5´S se presentará a continuación:

1. **Primera S: Clasificar y eliminar**

   Para empezar con la fase de clasificación y eliminación primero se hizo un listado de todos los objetos que se encuentran en el área, esto con el fin de definir que es todo lo que cumple con los estándares de la primera S. Los objetos se muestran en la siguiente tabla:

Objeto	cantidad	Uso		Observación
		continuo	usual/no se usa	
Prensa	4	x		
Moldes	60			
Moldes malogrados	5		x	no sirve
Rollos de inserto	6	x		
Escalera	1		x	no se usa
Botellas con desmoldante	8	x		
Bidón de desmoldante	2		x	
Mesa	1	x		
Cuchillas	2	x		
Regla de metal	1	x		
Guantes (pares)	6	x		
Cincel	6	x		
Trapos	8	x		
Bolsa de basura	1	x		
Bolsa de insertos sobrante	1		x	
Alicates	6	x		
Pata de cabra	1		x	no se usa
Brochas	6	x		
Tijeras	6	x		
Teflón	12	x		
Bolsa con talco	1		x	
Latas de otros insumos	3		x	
Mesa de trabajo	3	x		
Cajas con basura pasada	2		x	no sirve
Total	152			

Tabla 16: objetos en área de prensa.
Fuente: Elaboración propia.

Como refleja la tabla 14, hay un total de 8 elementos que no se usan mucho y 4 que nunca se usan o ya no sirven. El siguiente paso fue retirar primero todo lo que no se usa o no sirve dentro del área. Luego se pasó a reducir en cantidad lo que, si se usa a solo lo necesario, para que no se utilice espacio en objetos que ya hay en el área. El resultado fue el siguiente:

Objeto	cantidad	Uso		Observación
		continuo	usual/no se usa	
Prensa	4	x		
Moldes	60			
Rollos de inserto	6	x		
Botellas con desmoldante	6	x		
Mesa	1	x		
Cuchillas	2	x		
Regla de metal	1	x		
Guantes (pares)	6	x		
Cincel	4	x		
Trapos	4	x		
Bolsa de basura	1	x		
Bolsa de insertos sobrante	1		x	
Alicates	6	x		
Brochas	6	x		
Tijeras	6	x		
Teflón	6	x		
Bolsa con talco	1		x	
Mesa de trabajo	3	x		
Total	124			

Tabla 17: objetos en área de prensa después de aplicar primera S.
Fuente: Elaboración propia.

2. Segunda S: Ordenar

Después de clasificar y eliminar todo lo que no se necesita de lo que si dentro del área, el siguiente paso fue ordenar el espacio dentro del área, para así poder localizar todo lo que se utiliza seguido, más cerca de la estación de trabajo.

Implementación de método Guerchet

En el diagrama de recorrido se observó que el área para movilizarse es reducida, los recorridos que tiene que hacer los operarios para alcanzar sus herramientas e insumos para trabajar son demasiado largos y las máquinas están distribuidas de manera que no se facilitan el acceso o salida del área. Como primer paso para mejorar la distribución. Primero se aplicó el método Guerchet, para definir los espacios necesarios para cada centro de trabajo dentro del área de prensa. Se presentarán las medidas y la aplicación en los siguientes cuadros:

Dimensión Actual del Área de Prensa

- Largo: 5.2 m.
- Ancho: 7.6 m.
- Área: 39.52 m2.

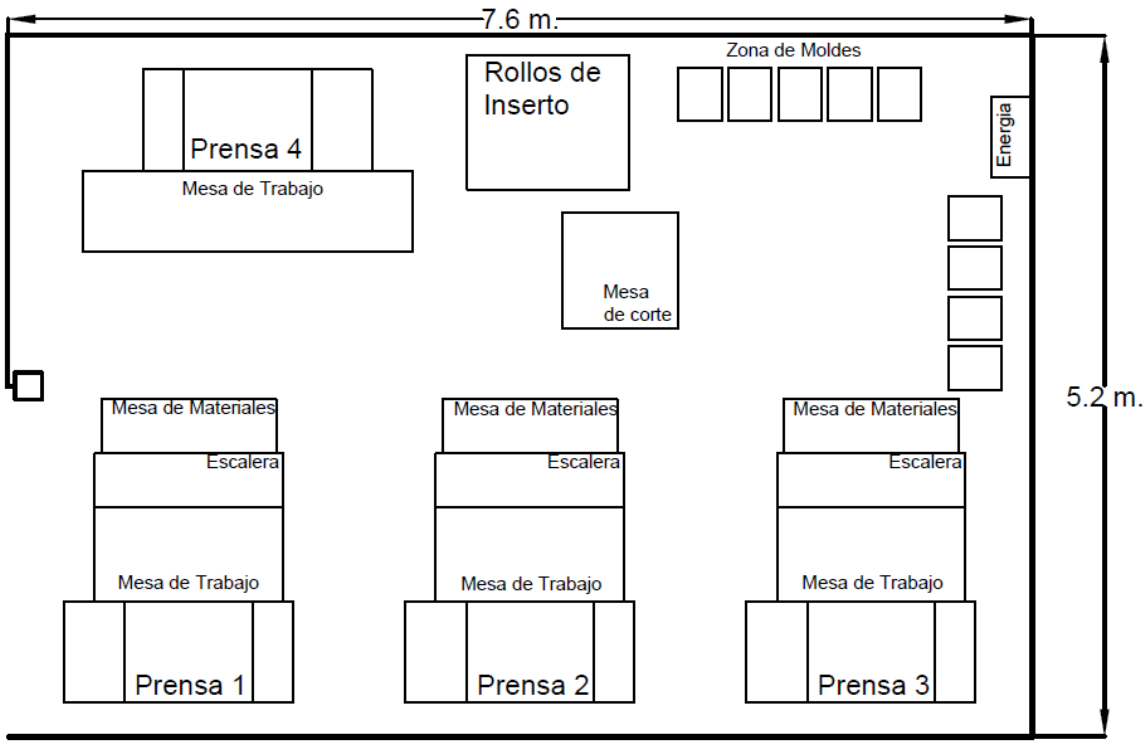


Figura 39: layout área de prensa – antes de Guerchet.
Fuente: elaboración propia.

La mesa de trabajo de la prensa cuatro tiene diferentes dimensiones, ya que se observó que está diseñada para poder trabajar con dos pisos y se averiguó con fabricantes de suelas, que es la misma mesa que utilizan ellos para trabajar. Así que se implementará las dimensiones de esa misma mesa para todas las demás prensas. Se hicieron los cálculos correspondientes:

Para aplicar el método Guerchet primero se detallan los siguientes parámetros:

Abreviado	Descripción del Parámetro
n	Cantidad de elementos
N	Numero de lados Utilizados
SS	Superficie Estática
SG	Superficie Gravitacional
K	Coeficiente de superficie Evolutiva
hm	Promedio de equipos móviles
hf	Promedio de equipos fijos
SE	Superficie Evolutiva
ST	Superficie total

Tabla 18: parámetros método Guerchet.
Fuente: Elaboración propia.

Elementos	n	N	Largo (m.)	Ancho (m.)	SS (m2.)	SG (m2.)	Altura (m.)	SSxnxh	SSxn	SE	ST1	STt
Elementos Móviles	---- --	---- --	------	---------	------	------	------	------	------	------	------	------
Operarios	3	x	x	x	0.5	x	1.7	2.55	1.5	X	X	x
Coche de Materiales	1	1	0.45	0.75	0.34	0.34	1.5	0.51	0.34	0.31	0.99	0.99
Elementos Fijos	---- --	---- --	------	---------	------	------	------	------	------	------	------	------
Prensa	4	0	1.70	0.75	1.28	0.00	2.50	12.75	5.10	0.59	1.87	7.47
Mesa Prensa	3	2	2.45	0.60	1.47	2.94	1.80	7.94	4.41	2.05	6.46	19.37
Mesa Materiales	3	0	0.40	1.30	0.52	0.00	1.60	2.50	1.56	0.24	0.76	2.28
Mesa de Corte	2	1	0.86	0.86	0.74	0.74	1	1.48	1.48	0.69	2.17	4.3
Escalera Prensa	3	0	1.40	0.40	0.56	0.00	0.50	0.84	1.68	0.26	0.82	2.46
											Superficie Total m2.	36.90

K	0.46
hm	1.66
hf	1.79

Tabla 19: cálculos de método Guerchet.
Fuente: Elaboración propia.

Una vez realizado los cálculos necesarios, se confirma que el área de trabajo es aceptable y se encuentra dentro de los parámetros para tener las cuatro prensas. Luego se elaboró un diagrama de relaciones para poder ver que tan próximos deberían estar los elementos unos entre otros para poder optimizar el layout del área. Gracias al conocimiento que se tiene sobre el funcionamiento del área se procedió a evaluar todas las herramientas, maquinarias y su relación. Con el diagrama de relaciones pudimos catalogar debería estar cerca y que no. Esto nos ayudó a establecer un mejor orden de como deberían ordenarse cada elemento para que el flujo dentro del área sea menos trabajoso y más fluido. Finalmente se procedió a reubicar el área, como se puede observar en el diagrama los moldes y las prensas deben estar lo más cercano posible. El resultado de la nueva distribución se muestra en la figura 41.

Valor	Relación
A	Absolutamente Necesario
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Ordinario
U	Sin Importancia
X	No deseable

Tabla 20: valores de diagrama de relaciones.
Fuente: Elaboración propia.

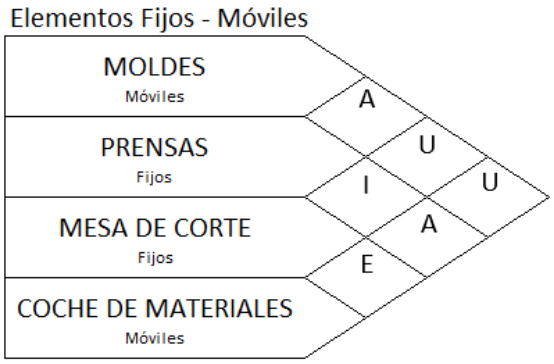


Figura 40: Diagrama de relaciones del área de prensa.
Fuente: elaboración propia.

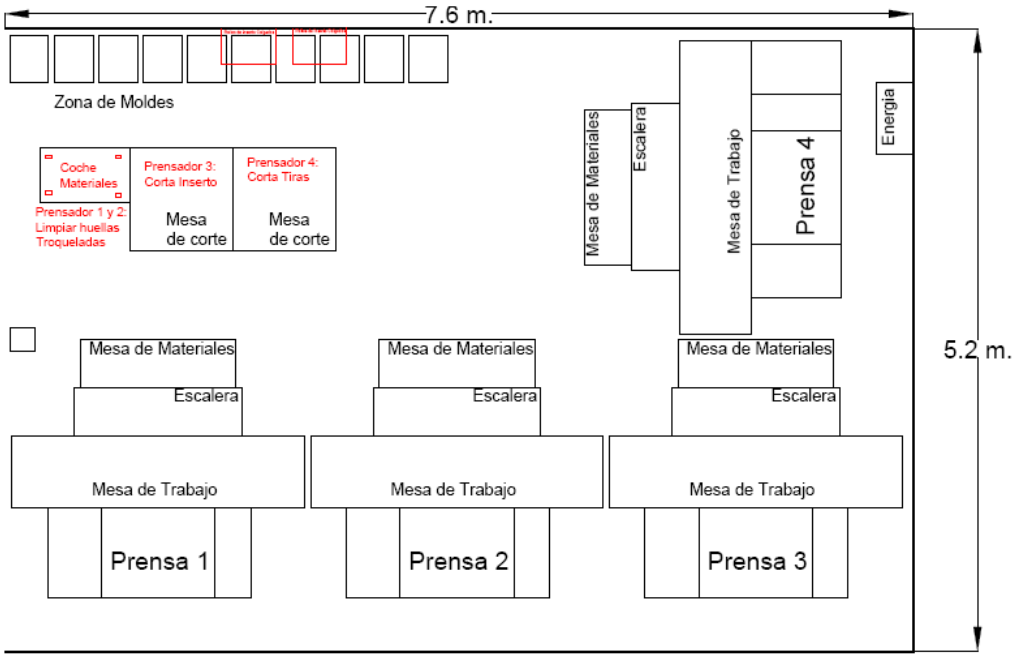


Figura 41: layout área de prensa luego de aplicar Guerchet.
Fuente: elaboración propia.

Si bien el diagrama de relaciones muestra que los moldes y la prensa deben estar próximos, por motivos de flujo y movimientos dentro del área se estableció que prensas iban a utilizar cada molde (el más cercano para reducir movimientos). Luego de ubicar las máquinas del área, se procedió a organizar todos los materiales más utilizados por los operarios en cada estación de trabajo. Se le dio una caja a cada operario para que tuvieran sus herramientas propias (tijeras, pinzas, cuchillas, teflón, brocha, guantes) y no estén agarrando lo que no les pertenece, así generar pérdidas o desorden. También se dijo a los trabajadores que cada vez que prensen una huella no la tiren al piso, sino se le dio una canasta para que lo coloquen, y cuando acaben sea más fácil ordenarla. Los moldes se acomodaron por modelo y por tallas, frente a cada prensa. Se le puso etiqueta a cada botella de desmoldante, cincel y trapos debajo de cada prensa.

3. Tercera S: Limpieza

No existía una cultura de limpieza en la empresa, por tanto, los operarios no están acostumbrado a limpiar el área y menos puestos de trabajo, si es que no es

completamente necesario. Lo más cercano a limpiar el área es que cada miércoles viene el camión de basura y ese día sacan toda la basura.

Lo que se hizo fue limpiar todas las maquinarias, pisos, herramientas y dejarlo todo lo más ordenado posible. Se acordó con los trabajadores que el área se limpiaría todos los días 10 minutos después de finalizar el turno de trabajo.

A partir de la tercera S, podemos ver los resultados en el área, se presentarán en las siguientes imágenes:

Figura 42: zona de moldes ordenados por modelos y tallas.
Fuente: elaboración propia.

Figura 43: estación después de aplicación 5S.
Fuente: elaboración propia.

Figura 44: herramientas y materiales de trabajo ordenadas.
Fuente: elaboración propia.

Figura 45: nueva distribución del área de prensa.
Fuente: elaboración propia.

Figura 46: nueva distribución del área de prensa (2).
Fuente: elaboración propia.

4. Cuarta S: Estandarización.

Para lograr la fase de estandarización de las 5´S se conversó con los operarios, primero para que valoren todo lo que habían logrado en ordenar y limpiar el área. Segundo en que desde ahora debería mantenerse así, para facilitar su trabajo y que encontrar sus herramientas no se vuelva tedioso, ahora podrían movilizarse dentro del área con mayor facilidad y la labor de buscar moldes no sería tan cansado como lo es todos los días. Tercero, se acordó que se retirarían los moldes al final del día y colocar los del siguiente turno. Por último, para que todo se mantenga de esta manera, se puso una foto de cómo debe quedar el área en la zona de ingreso, también se creó un formato, para que cada turno lo llene y recuerde que es todo lo que tiene que ordenar antes de retirarse de su puesto de trabajo. El formato se observa en la siguiente imagen (figura 46).

Turno:		Actividades	Cumplida	
Operarios			SI	No
		Herramientas guardadas.		
		Mesa de trabajo limpio.		
		Área de trabajo ordenada.		
		Máquina limpia.,		
		Moldes cambiados.		
		Piso limpio.		

Figura 47: formato de 5'S.
Fuente: elaboración propia.

5. Quinta S: Disciplina.

Según Rajadell y Sánchez (2010), “La S de disciplina, quizás sea la más importante, puesto que una vez acabado el workshop, donde se han hecho muchas mejoras a la línea, habrá que mantener en el tiempo, para no echar por la borda todo el trabajo realizado” (p191).

Eso nos dice que la última “S” es la que nos ayudará a mantener en el tiempo todo el trabajo realizado, para esto el encargado del área realizara visitas diarias para revisar el orden y limpieza del área, basándose en la foto y el formato de las 5´S, estas visitas se harán hasta que se vea que los operarios sin necesidad de ser supervisados ordenan, limpian y mantienen el área como esta en las fotos.

Para implementar las 5´S se tomaron los días 3, 4 y 5 de mayo, en donde el primer día para no interferir en la producción solo se clasificaron los objetos. El segundo se tomaron las medidas y se realizaron los cálculos del método Guerchet. El último día se movieron las máquinas y se limpió y ordeno toda el área, para que el lunes a primera hora empezar a estandarizar y disciplinar a los operarios. Durante la siguiente semana se midió el tiempo que se tarda ahora el operario 1 en movilizarse dentro del área y en recoger sus herramientas. El resultado fue el siguiente:

Por día	Antes	Después	Reducción
Cantidad de movimientos o actividades antes de iniciar proceso de producción.	35	33	6%
Distancia total de recorrido (m)	207.04	178.5	14%
Tiempo total de actividades (min)	61.07	47.36	22%

Tabla 21: reducción de tiempos de preparación por 5´S.
Fuente: elaboración propia.

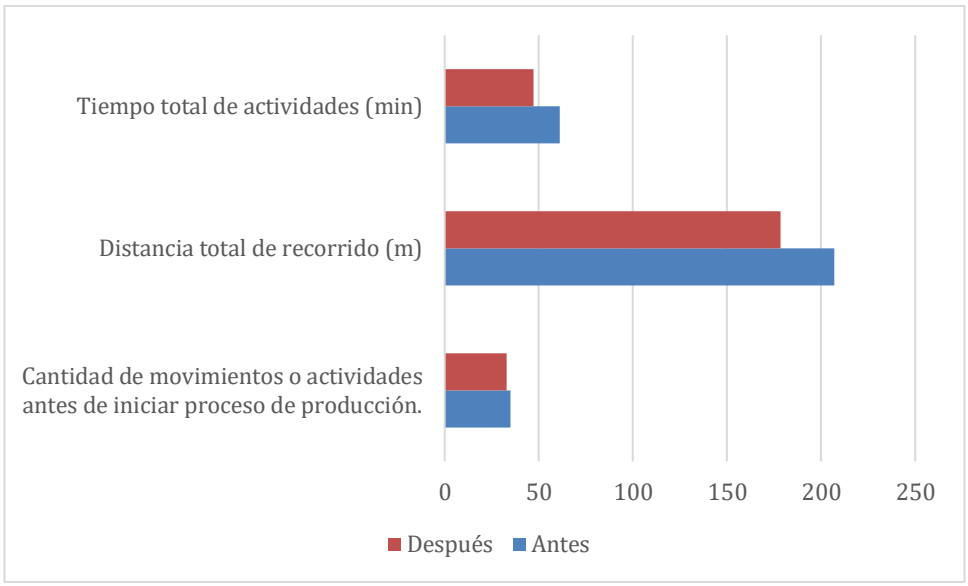


Figura 48: gráfico de composición de tiempos internos después de 5'S.
Fuente: elaboración propia.

El impacto de aplicación de las 5´S se presentará en los siguientes puntos:

Reducción y eliminación de tiempos de preparación de herramientas:

- Como ahora los moldes que se necesitan, siempre estarán en la prensa cuando llegue el siguiente turno se eliminaron las actividades de revisar los moldes en la prensa.
- También con una mejor distribución, del área, ahora es más fácil movilizarse dentro, las herramientas y materiales de cada operaria siempre están a la mano y el material limpio. Como los moldes, están más cerca y ordenados, ya no es tan trabajoso buscarlos. Cada prensa se dedicará a utilizar solo los moldes que estén más cerca de su estación de trabajo.
- Reducción de distancias entre máquina y herramientas, ahora que los moldes más cerca de todas las prensas, el recorrido para recogerlos no es tanto y menos trabajoso, ya que los pisos están despejados y sin huellas o basura por el suelo. El camino a la mesa de cortes está más despejado y céntrico con las prensas y los moldes. Por último, se amplió la entrada al área, para que se vea más espacioso y con el fin que ya no se coloque basura ahí como antes.

Implementación nuevo método de producción:

Debido a que el área de prensa no abastecía lo necesario para el área de armado de suela, y por ende al área de armado de calzado, se observó y estudio una de las prensas(maquina 4) ya que esta tenía una mesa de trabajo distinta a las demás, esta poseía unos carritos deslizante que permitían utilizar dos pisos en vez de uno a diferencia de los otros, se sacó tiempos, y se demostró que el tiempo de prensado de 2 moldes, era el mismo tiempo de preparación de otros 2, aprovechando que el tiempo de chancado del nuevo modelo de suela 28 es de 25 seg. En promedio, concluyendo que se podía trabajar en simultaneo 2 moles (lógica, se preparan dos moldes y se prensan dos moldes; entran 2 moldes, salen 2 moldes).

En el siguiente grafico se mostrará una representación de la nueva técnica de trabajo.

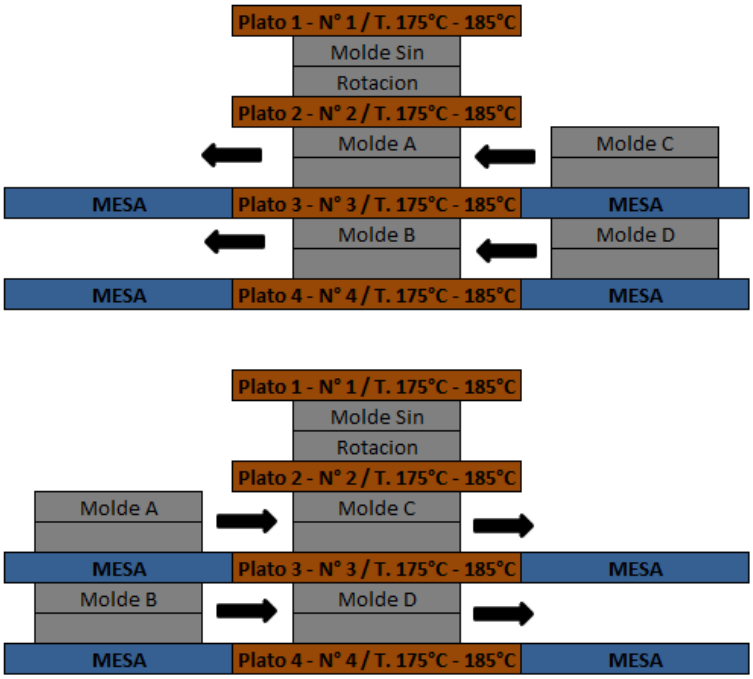


Figura 49: representación método nuevo.

Fuente: elaboración propia.

N°	Elementos	Tiempos Observados Huella 28, 28 Dos Pisos (En Minutos)												Tiempo Promedio	Ls	Li	Tiempo Promedio	Valoración (%)	Tiempo Normal	Suplementos	Tiempo Estándar
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	…	20		20%	20%				13%	
1	Chancar Inserto.	0.73	0.75	0.85	1.07	0.83	0.83	1.08	1.27	0.87	0.82	0.80	0.93	0.89	1.07	0.71	0.86	100	0.86	0.11	0.97
2	Limpieza Con Aire.	0.15	0.12	0.10	0.13	0.10	0.13	0.13	0.10	0.10	0.12	0.15	0.13	0.12	0.15	0.10	0.12	100	0.12	0.02	0.14
3	Echar Desmoldante.	0.10	0.12	0.07	0.03	0.07	0.12	0.18	0.13	0.18	0.12	0.10	0.12	0.10	0.12	0.08	0.11	100	0.11	0.01	0.12
4	Colocar Huella Con Taquito	1.00	1.42	1.18	0.82	0.98	0.93	1.10	1.10	1.05	0.98	1.15	0.78	1.02	1.22	0.81	1.00	100	1.00	0.13	1.13
6	Insertar Molde En Proceso.	0.30	0.37	0.42	0.45	0.32	0.35	0.27	0.30	0.53	0.42	0.37	0.43	0.37	0.44	0.30	0.36	100	0.36	0.05	0.41
7	Prensar.	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.16	0.11	0.13	100	0.13	0.00	0.13
8	Liberar Aire.	0.13	0.13	0.12	0.10	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.13	0.12	0.12	0.12	0.14	0.09	0.12	100	0.12	0.02	0.13
9	Prensar.	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.16	0.11	0.13	100	0.13	0.00	0.13
10	Liberar Aire.	0.07	0.12	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.13	0.12	0.12	0.14	0.09	0.12	100	0.12	0.02	0.13
11	Prensar (Aguante).	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.94	2.63	3.28	100	3.28	0.00	3.28
12	Retirar Molde Prensado.	0.35	0.30	0.37	0.42	0.33	0.42	0.30	0.37	0.35	0.43	0.32	0.30	0.37	0.44	0.30	0.36	100	0.36	0.05	0.41
13	Sacar Huella	0.78	0.50	0.57	0.67	0.52	0.53	0.50	0.47	0.43	0.53	0.52	0.53	0.54	0.65	0.43	0.53	100	0.53	0.07	0.60
14	Inspeccionar.	0.08	0.10	0.08	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.07	0.09	0.06	0.07	100	0.07	0.01	0.08
																				Tiempo S (Min)	7.68

Tabla 22: tabla toma de tiempos método 2 producción 4 moldes modelo 28.
Fuente: elaboración propia.

N°	Elementos	Tiempos Observados Huella 28, 23 Dos Pisos (En Minutos)												Tiempo Promedio	Ls	Li	Tiempo Promedio	Valoración (%)	Tiempo Normal	Suplementos	Tiempo Estándar
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	…	20		20%	20%				13%	
1	Chancar Inserto.	1.93	1.72	1.52	1.18	1.42	1.18	1.35	1.60	1.53	1.38	1.25	1.85	1.50	1.80	1.20	1.49	100	1.49	0.19	1.68
2	Limpieza Con Aire.	0.13	0.12	0.15	0.12	0.10	0.10	0.13	0.08	0.10	0.10	0.13	0.15	0.12	0.15	0.10	0.12	100	0.12	0.02	0.13
3	Echar Desmoldante.	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12	0.10	0.10	0.10	0.12	0.12	0.10	0.12	0.12	0.14	0.09	0.12	100	0.12	0.02	0.13
4	Colocar Huella Con Taquito	0.97	1.35	1.00	1.10	0.98	1.42	0.95	0.93	1.10	0.78	1.05	0.87	1.02	1.22	0.81	1.00	100	1.00	0.13	1.13
6	Insertar Molde En Proceso.	0.43	0.40	0.43	0.38	0.43	0.47	0.42	0.23	0.42	0.38	0.42	0.43	0.41	0.50	0.33	0.42	100	0.42	0.05	0.48
7	Prensar.	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.16	0.11	0.13	100	0.13	0.00	0.13
8	Liberar Aire.	0.13	0.13	0.12	0.10	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.13	0.12	0.12	0.12	0.14	0.09	0.12	100	0.12	0.02	0.13
9	Prensar.	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.16	0.11	0.13	100	0.13	0.00	0.13
10	Liberar Aire.	0.07	0.12	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.14	0.09	0.12	100	0.12	0.02	0.13
11	Prensar (Aguante).	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	4.20	2.80	3.50	100	3.50	0.00	3.50
12	Retirar Molde Prensado.	0.47	0.43	0.43	0.38	0.43	0.38	0.43	0.45	0.38	0.42	0.43	0.23	0.41	0.50	0.33	0.42	100	0.42	0.05	0.48
13	Sacar Huella	0.77	0.65	0.53	0.77	0.67	0.73	0.78	0.67	0.50	0.57	0.65	0.78	0.65	0.79	0.52	0.66	100	0.66	0.09	0.75
14	Inspeccionar.	0.08	0.10	0.08	0.10	0.07	0.10	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.10	0.06	0.07	100	0.07	0.01	0.08
																				Tiempo S (Min)	8.90

Tabla 23: tabla toma de tiempos método 2 producción 2 moldes modelo 23 y 2 moldes modelo 28.
Fuente: elaboración propia.

Se calculo el tiempo estándar y se llevó a la práctica para saber cuántas suelas se podrían prensar en 1 jornada de trabajo, dando como resultado final un total de 240 pares por prensador en 4 moldes de suela 28, y 220 pares en dos moldes de suela 23 junto a dos de suela 28, que se explicaran líneas abajo.

Primera prueba: Se programaron 240 pares de suelas por día en modelo W28. Utilizando 4 moldes; 60 p. molde A, 60 p. Molde B, 60 p. Molde C, 60 p. Molde D.

Condiciones de Trabajo

La temperatura de Prensado debe estar entre 175°C y 185°C

El tiempo de aguante debe ser entre 3 min. - 3.3 min (180 seg. – 198 seg.)

Presión 2000 psi.

Segunda prueba: Se programaron 220 pares de suelas por día en modelo W28, W23. Utilizando 4 moldes; 55 p. molde A (W23), 55 p. Molde B(W28), 55 p. Molde C(W23), 55 p. Molde D(W28).

Condiciones de Trabajo

La temperatura de Prensado debe estar entre 175°C y 185°C

El tiempo de aguante debe ser máximo 3.5 min. (210 seg.)

Presión 2000 psi.

	Método 1 1 Piso (23) min.	Método 1 1 Piso (4 pares 23) min.	Método 2 2 Pisos (23 o 28) min.	Método 2 2 Pisos (2 pares 23 y 2 pares 28) min.	Variación %
Tiempo Estándar 1 par prensado	5.17	14.09	4.45	10.91	22.57%

Tabla 24: tabla de variación de método 1 y método 2.
Fuente: elaboración propia.

Se comprueba que trabajar con dos pisos en simultaneo es más productivo, ya que, como se observa en la tabla 22, para producir 4 pares (dos de suela 23 y dos de suela 28) en un solo piso se necesitan 14.09 minutos, mientras que, trabajando con dos pisos se producen cuatro pares en 10.91 minutos. Esto nos da un 22.57 % de tiempo ahorrado

utilizando el nuevo método de fabricación. A la larga esto se expresa en mayor producción en el día.

Aplicación de método SMED:

Gracias a la aplicación de las 5´S en el área se pudieron disminuir tiempos por un área más ordenada y limpia, pero nos dimos cuenta de que ahora gracias a los moldes se dejaban listas en la prensa, estos estaban calientes cuando iniciaba el siguiente turno. Es decir, que los tiempos de preparación de materiales ya no se hacían al mismo tiempo que se calentaba el molde y ahora se tenían que hacer un viaje obligatorio de 4 moldes por el nuevo método de trabajo. Se decidió aplicar el método SMED para reducir los tiempos de preparación de la maquinaria y herramientas.

1. **Primer paso: Identificar actividades.**

   Después de aplicar las 5´S, estas son las actividades de preparación que hay:

N°	Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min.)
1	Prender prensa y graduar temperatura.	1	0.00	1.5
2	Transporte - En dirección a la mesa de corte.	1	5.00	0.1
3	Ver Programa de producción	1	0.00	2
4	Transporte - Para recoger huellas troqueladas	3	22.00	1
5	Recoger huellas troqueladas y laminas.	3	0.00	0.3
6	Transporte - Para dejar huellas troqueladas en mesa de materiales	3	25.00	1.1
7	Dejar huellas y laminas para tacos en mesa de materiales	3	0.00	0.1
8	Revisar huellas troqueladas.	1	0.00	6
9	Limpiar huellas troqueladas.	1	0.00	3
10	Transporte - En dirección a mesa de corte	1	4.00	0.08
11	Cortar caucho laminado en tiras.	1	0.00	7
12	Transporte - En dirección a mesa de materiales	1	4.00	0.08
13	Dejar tira en mesa de materiales	1	0.00	0.17
14	Transporte - En dirección a los rollos Inserto	1	6.00	0.17
15	Buscar y recoger rollo de inserto según color programado	1	0.00	0.15
16	Transporte - En dirección a mesa de corte	1	0.50	0.02
17	Estirar rollo y cortar pliegos	3	0.00	2.5
18	Cortar pliegos en cuadrados para el día	1	0.00	5
19	Recoger rollo de inserto utilizado.	1	0.00	0.08

20	Transporte - En dirección a los rollos Inserto	1	0.50	0.02
21	Dejar Rollo Utilizado	1	0.00	0.08
22	Transporte - En dirección a mesa de corte	1	0.50	0.02
23	Recoger inserto cortado	1	0.00	0.02
24	Transporte - En dirección a mesa de trabajo	1	3.00	0.07
25	Dejar Inserto en mesa de trabajo.	1	0.00	0.02

67	Regresar a prensa	1	2	0.10
68	Retirar moldes de la prensa	4	0.00	0.31
69	Transporte - En dirección área de moldes.	4	3.00	0.2
70	Dejar moldes en zona de moldes	4	0.00	0.08
71	Buscar molde a trabajar.	4	0.00	1
72	Recoger moldes	4	0.00	0.5
73	Transporte - A la prensa	4	3.00	0.2
74	Colocar Moldes en prensa.	4	0.00	0.4
75	Ingresar moldes y generar presión para calentar.	4	0.00	0.8

Tabla 25: actividades de preparación de maquinaria, herramientas y materiales después de 5'S.
Fuente: elaboración propia.

Todas esas actividades de preparación se hacen con la máquina detenida, se podrían considerar internas según el método SMED.

2. **Segundo paso: Separar.**

   Todas las actividades de preparación se hacen con la máquina detenida, por ende, todas son internas.

3. **Tercer paso: Convertir.**

   Primero se procedió a convertir los tiempos de preparación en herramientas y materiales, para esto se aplicaron las siguientes actividades:

   - Los lunes las prensas las encenderá el señor de seguridad, que está en el turno de mañana, para esto las prensas se dejaran previamente reguladas para que solo tenga que oprimir el botón de encendido.
   - Todas las actividades que se tenían que realizar fuera del área, como recoger los materiales, se eliminaran y ahora el operario que troquela las

huellas tendrá que dejarlas el mismo a los prensadores, revisar que estén en buen estado y las llevara en un carrito.

- Los insertos ahora se cortarían solo una vez por semana, esta acción se realizaría una vez los lunes por turno para así ya no tendrían que hacer el movimiento de cortar inserto todos los días.
- Ahora se trabaja con 4 operarios de día y 2 de noche.
- Ahora el método de trabajo será el siguiente: dos operarios cada mañana se dedicarán a cortar las tiras para ambos turnos mientras otros dos limpian y reparten las huellas. Si fuera lunes, uno de los que limpia cortaría los insertos.
- Después de aplicar estas medidas, los tiempos de preparación de materiales se redujeron hasta en un 50%. Se representarán los cambios de tiempos de preparación de actividades del proceso de producción al inicio, luego de aplicar 5'S y SMED en el siguiente cuadro.

Tiempos de preparación	Min	# de actividades	% de tiempos reducido
Iniciales	61.07	35	0
Después de 5´S	47.36	33	6%
Después de SMED y 5'S con método 1	23.42	13	62%
Después de SMED y 5'S con método 2	28.12	13	54%

Tabla 26: reducción de tiempos de preparación.
Fuente: elaboración propia.

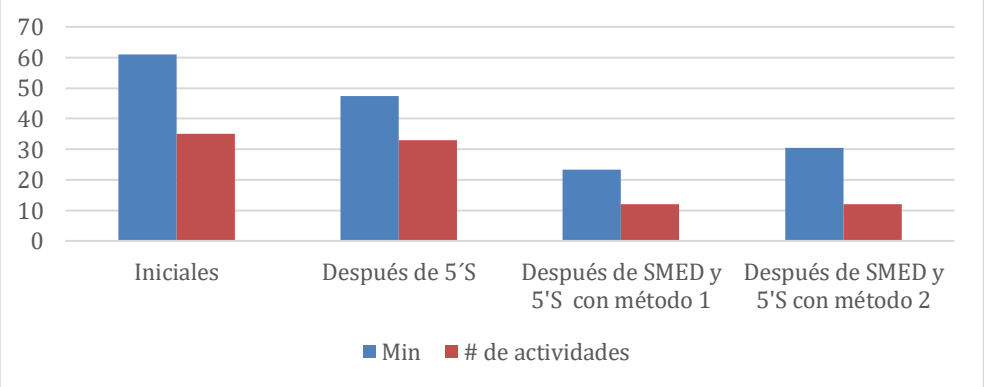


Figura 50: gráfico de reducción de tiempos y actividades de preparación.
Fuente: elaboración propia.

Los siguientes pasos serían eliminar actividades internas y externas. En el caso de actividades internas, como se ve en la conversión, lo que se hizo fue eliminar la responsabilidad de los operarios en buscar su material y dejarlo listo.

Para poder visualizar con más detalle los cambios que se hicieron en el área, la reducción de los tiempos de preparación y el nuevo método de trabajo se presenta el nuevo DAP (con el nuevo método) y diagrama de recorrido del operario:

INDUSTRIAL CONDOR S. A. C.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO

Datos Generales:	
Empresa:	INDUSTRIAL CONDOR S.A.C.
Area:	ARMADO DE SUELAS
Departamento:	PRODUCCION
Proceso	PRENSADO DE 2 TALLAS DE SUELA 28 Y 2 TALLAS DE SUELA 23 WALON

Actividad	Actual	Propuesta	Economia	Observaciones
Operación	44			Los operarios entran a las 7, mientras se cambian , se preparan y llegan al área, empiezan su labor a las 7: 20 am. Para presentación de este DAP se simulo sobre 4 pares procesados.
Transporte	6			
Inspección	1			
Espera	0			
Almacenamiento	1			
Distancia (m)	46.5			
Tiempo (Min - Hombre)	636.76			

N°	Descripcion	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min.)	V.A.	Símbolo	Observaciones
1	Ver Programa de produccion (mesa Coche de materiales)	1	0	2.00			La maquina lo prende un tercero a las 5:30 am,
2	P1 y P2: Cortar tiras en caucho.	1	0	14.00			**Lunes:** P3 corta Insertos y P4 limpia huellas troqueladas. **Martes a Viernes:** P3 y P4 Limpiar huellas troqueladas.
3	Trasporte - en direccion a prensa	1	4	0.30			
4	Dejar tiras en mesa de materiales	1	0	0.17			
5	Acomodar moldes de trabajo	1	0	1.00			
6	Abrir y chancar inserto sobre los moldes A Y B	1	0	1.68			
7	Echar aire sobre molde A Y B	1	0	0.13			
8	Echar desmoldante sobre molde A Y B	1	0	0.13			
9	Colocar huella troquelada sobre el molde A Y B	1	0	0.75			
10	Cortar taquito de la tira.	1	0	0.22			
11	Colocar taquito sobre huella troquelada y cerrar moldes A y B	1	0	0.16			
12	Retirar molde C y D, Insertar molde A y B.	55	0	0.48			
13	Generar presion en prensa sobre molde A Y B	55	0	0.13			
14	Liberar Aire en molde A Y B	55	0	0.13			
15	Abrir y chancar Inserto sobre los moldes C Y D	55	0	1.68			Mientras se chanca el inserto se prensa la huella A y B una vez más y empieza el aquante
16	Echar aire sobre molde C Y D	55	0	0.13			Prensado (aguante)
17	Echar desmoldante sobre molde C Y D	55	0	0.13			Prensado (aguante)
18	Colocar huella troquelada sobre el molde C Y D	55	0	0.75			Prensado (aguante)
19	Cortar taquito de la tira.	55	0	0.22			Prensado (aguante)
20	Colocar taquito sobre huella troquelada y cerrar moldes C y D.	55	0	0.16			Prensado (aguante)
21	Retirar molde A y B, Insertar molde C Y D	55	0	0.48			
22	Generar presion en prensa sobre molde C y D	55	0	0.13			
23	Abrir y retirar huella prensada del molde A y B	55	0	0.75			
24	Revisar huellas prensadas del Molde A y B	55	0	0.08			
25	Lansar huellas	55	0	0.02			
26	Liberar aire en molde C y D	55	0	0.13			
27	Chancar Inserto sobre el molde A Y B	54	0	1.68			Mientras se chanca el inserto se prensa la huella A y B una vez más y empieza el aquante
28	Echar aire sobre molde A Y B	54	0	0.13			Prensado (aguante)
29	Echar desmoldante sobre molde A Y B	54	0	0.13			Prensado (aguante)
30	Colocar huella troquelada sobre el molde A Y B	54	0	0.75			Prensado (aguante)
31	Cortar taquito de la tira.	54	0	0.22			Prensado (aguante)

32	Colocar taquito sobre huella troquelada y cerrar moldes A y B	54	0	0.16							Prensado (aguante)
33	Retirar molde C y D, Insertar molde A y B	54	0	0.48							
34	Generar presion en prensa sobre molde A Y B	54	0	0.13							
35	Abrir y retirar huella prensada del molde C y D	55	0	0.75							
36	Revisar huella prensada del molde C y D	55	0	0.08							
37	Lanzar huellas	55	0	0.02							
38	Transporte - Fuera de prensa	1	0.5	0.10							
39	Recoger huellas prensadas	12	0	4.00							
40	Amarrar con rafia	12	0	1.00							
41	Transporta a coche de materiales	4	2	0.25							
42	Dejarlo en coche de materiales	4	0	0.25							
43	Ver programa y buscar molde a trabajar para dia siguiente.	1	0	2.00							
44	Transporte - En dirección a Prensa.	1	2.00	0.25							
45	Retirar moldes de la prensa	4	0.00	0.4							
46	Transporte - En dirección área de moldes.	4	4.00	0.2							
47	Dejar moldes en zona de moldes	4	0.00	0.08							
48	Recoger moldes	4	0.00	0.67							
49	Transporte - A la prensa	4	4.00	0.2							
50	Colocar Moldes en prensa.	4	0.00	0.4							
51	Ingresar moldes y generar presión.	4	0.00	0.4							

Figura 51: nuevo diagrama de actividades del proceso de un día – área de prensa.

Fuente: elaboración propia.

Actividad		Actual
Operación		**9**
Transporte		**4**
Inspección		**1**
Espera		**0**
Almacenamiento		**0**
Distancia (m)		**38**
Tiempo (Min - Hombre)		**28.12**

Tabla 27: tabla resumen nuevo DAP (Tiempos de preparación).
Fuente: elaboración propia.

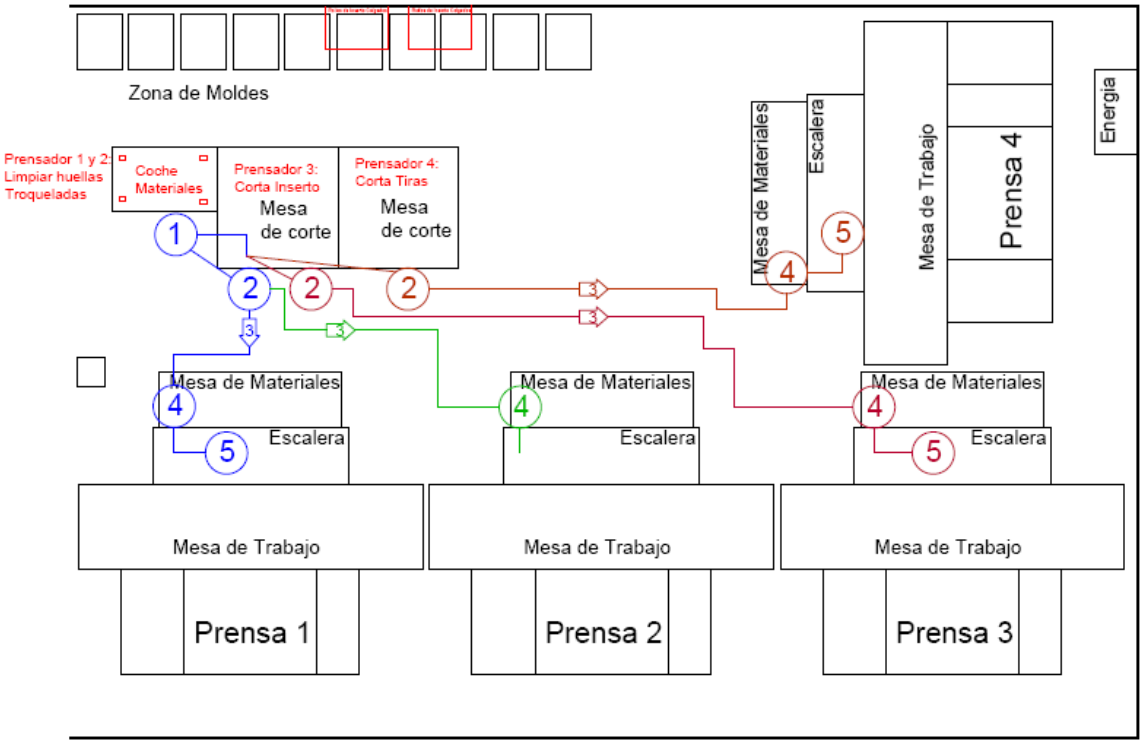


Figura 52: Nuevo diagrama de recorrido – inicio de jornada
Fuente: elaboración propia.

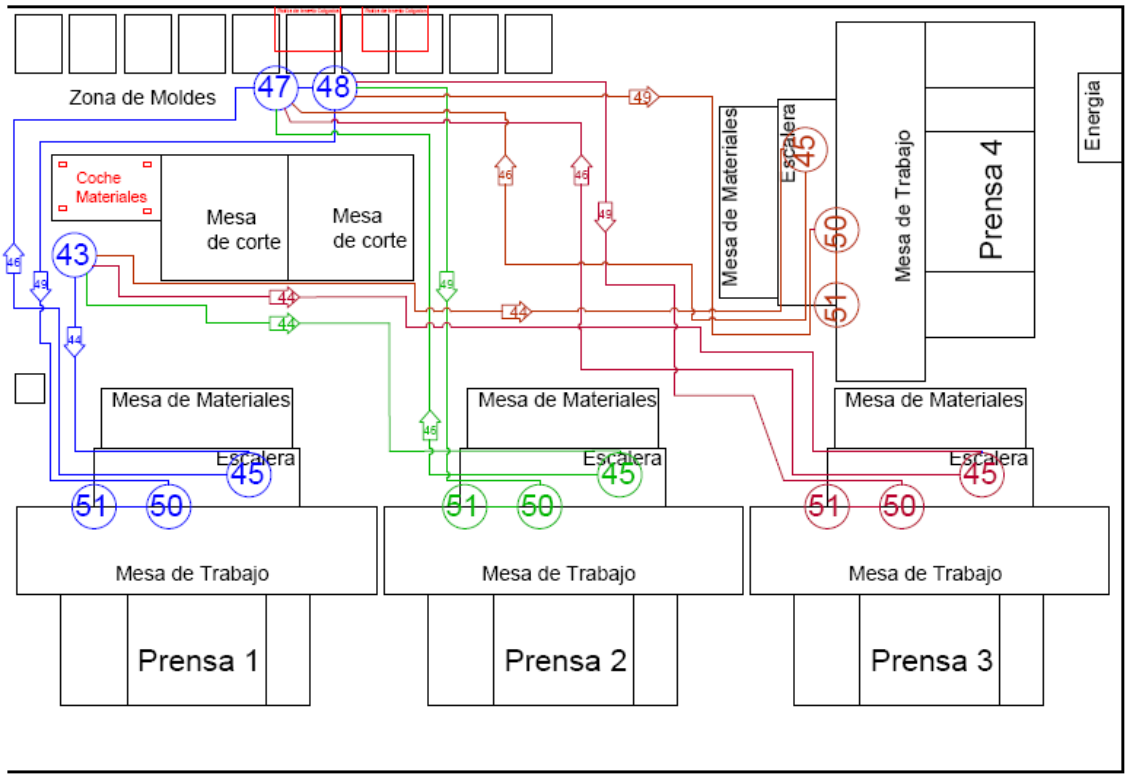


Figura 53: Nuevo diagrama de recorrido – fin de jornada

Fuente: elaboración propia.

Gracias a la reducción de tiempos de preparación, los operarios tienen mucho más tiempo para producir, y con la implementación del método nuevo ahora reducen los tiempos de cambios de moldes, el tiempo total del DAP en estas condiciones es de 10,61 horas y alcanza una producción de 220 pares.

Impacto en el OEE

Por último, después de haber aplicado todas estas herramientas y mejoras en el mes de mayo, pasaremos a evaluar si dieron efecto o no, para demostrarlo revisaremos el OEE del mes de mayo, junio y julio. Luego se compararán con los meses de enero, febrero, marzo y abril.

OEE mayo:

- Disponibilidad
  - Horas totales en que la máquina está encendida por mes.
    - Por día la máquina esta encendida un total de 22 horas, por 5 días a la semana y el mes de mayo tuvo un total de 22 días laborales.

      El resultado da un total de: 484 horas en que la máquina debió estar funcionando.

  - Horas totales cuando la máquina está encendida y no está produciendo.
    - Los tiempos de preparación, limpieza y cambio de moldes al final del día equivalen a un total de 23.23 minutos por turno.
    - También no se tuvo el material a tiempo y la producción paro en total 2 veces al mes por 1 hora cada vez.

  - Horas totales en los que la máquina esta sin funcionar por alguna falla.
    - La máquina presentó demoras por fallas en el mes de mayo en total de 2 horas.

  El factor disponibilidad se calcula entonces:
  Horas de funcionamiento – (Averías+ Esperas+ restricciones) /Horas de funcionamiento.

$$\frac{484-(17+2+2)}{484} = 0.96$$

- Rendimiento
  - Cantidad de producción planificada de huellas total por mes.
    - Si 6 prensadores tiene un máximo de 180 pares por día, son 6 prensadores y 23 días laborables en el mes de abril.

      El resultado da un total de: 23,760 pares planificados en el mes de mayo.
  - Cantidad de producción real de huellas total por mes.

- El total producido en el mes de abril es de: 17992.

El factor de rendimiento se calcula entonces:

$$\frac{17992}{23760} = 0.76$$

- Calidad
  - Cantidad de huella devueltas por mal estado.
    - No se tiene el dato exacto de cuantas huellas falladas hay en el mes, ya que no se lleva un control de estas, preguntamos al ingeniero encargado, comenta que en promedio de 30 huellas al mes por fallas.

El factor de calidad se calcula entonces:

$$\frac{17962}{17992} = 0.99$$

Una vez calculado cada uno de los factores se colocan en el cuadro para calcular el OEE del mes de mayo:

Mayo			
Factor disponibilidad	Tiempo programado de producción	Tiempo de Funcionamiento	%
	484	463	96
Factor de rendimiento	Unidades que teóricamente se debió producir	Unidades reales producidas	%
	23760	17992	76
Factor calidad	Producción Real (Pares/mes)	Producción buena	%
	17992	17962	99
OEE			72%

Tabla 28: OEE mes de mayo.
Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar el OEE aumento en un 12%, con respecto al mes de abril, esto se debe a que los trabajadores pierden menos tiempo en actividades que le resten tiempo de producción, sumado a que un operario por turno llega a producir hasta 60 pares más, gracias al mejor método de producción.

Se mostrará a continuación una tabla con los OEE respectivos de los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio y julio, para comparar como ha ido el progreso. La explicación de cada uno de los factores puede encontrarse en el ANEXO 7.

Mes	Factor Disponibilidad	Factor Rendimiento	Factor Calidad	OEE mensual
Enero	89%	71%	99%	63.37%
Febrero	90%	69%	99%	61.39%
Marzo	89%	79%	99%	70%
Abril	90%	67%	99%	60%
Mayo	97%	72%	99%	72%
Junio	96%	96%	99%	91%
Julio	96%	86%	99%	83%

Tabla 29: Tabla de comparación OEE.
Fuente: elaboración propia.

En esta tabla se muestra que como ha ido aumentando el OEE de los meses de enero a julio. Gracias a la aplicación de herramientas lean manufacturing y de ingeniería la cantidad de pares mensuales promedio de los últimos 3 meses comparada con la producción promedio de los primeros meses del año, aumento en un 23%, gracias a la aplicación del nuevo método de producción con algunos prensadores, con respecto al impacto del orden y limpieza afecto en una reducción de 22% los tiempos de preparación, eso apoyado con el SMED ayudo a que los tiempos de preparación disminuyeran en un 62% en total.

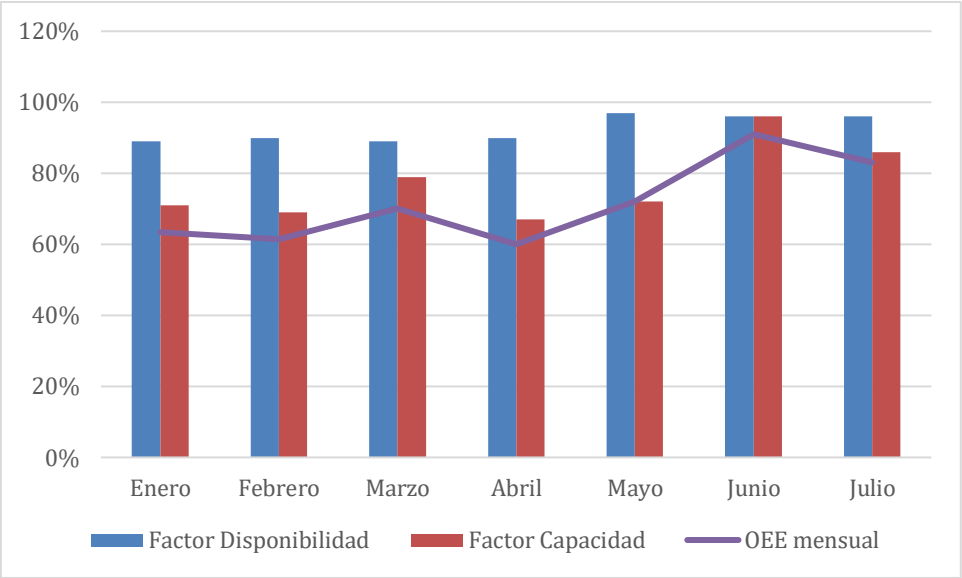


Figura 54: gráfico de evolución de OEE y los factores de disponibilidad y calidad.
Fuente: elaboración propia.

Como se observa en el gráfico se demuestra que el OEE va aumentando en los siguientes meses de haber aplicado las herramientas para reducir tiempos de preparación y cuando se utiliza el nuevo método de producción para que se pueda producir más. El factor calidad no se muestra en la gráfica ya que no vario en los meses siguientes. En total el OEE en los últimos 3 meses comparado con los primeros meses del año aumento en un 18%

Evaluación Económica

A continuación, se expondrá un análisis financiero sobre la implementación que se está llevando a cabo en el área de prensado de suelas, cabe mencionar que el Gerente de Administración y finanzas está dispuesto a realizar la implementación con inversión propia de la empresa sin necesidad de acudir a préstamos bancarios debido a que el costo no es muy elevado y el retorno es casi inmediato.

La inversión tiene un bajo costo debido a que se realizó todo en un solo día, se utilizó horas hombres de los mismos operarios del área para implementar el método Guerchet, además de colocar la nueva mesa de trabajo que se mandaron a fabricar.

A continuación, se hará mención de la inversión que se llevó a cabo.

Costo de Implementación	
Fabricación e instalación de mesa de trabajo por prensa	S/ 1,500.00

Tabla 30: Costo de Implementación
Fuente: elaboración propia.

Proceso	Aplicación Método Guerchet (hr)
Tiempo	10
Operarios (#)	3
Tipo de Operario	Prensador
Salario Por Hora	S/ 6.64
Costo de MO	S/ 199.20

Tabla 31: Costo de Mano de Obra
Fuente: elaboración propia.

Por lo tanto, el costo total de mano de obra para aplicar el metodo Guerchet: **S/ 199.20**

Costo total de implementar 3 mesas de trabajo: **S/ 4,500.00**

Durante el desarrollo de esta implementación se pudo analizar que, instalando esta nueva mesa de trabajo a las 3 prensas restantes, se podría aumentar la capacidad del área de prensa hasta en 1440 pares en 2 jornadas de trabajo por día con 6 operarios, por tal motivo se tendrían 2 operarios que se podrían dar de baja o migrar a otras áreas(para ambos casos en la tabla 35 no se verá afectada), quedándonos solo con 4 operarios prensadores ya que por el momento se requiere cumplir la meta de 900 pares diarios por área y con este nuevo método se apunta a 960 pares como máximo.

Esta reducción de operarios también tendría un impacto positivo no solo en ahorro de costos de mano de obra, sino también en un ahorro de costo fijo que vendría a ser el gasto de energía eléctrica ya que se podría reducir a una sola jornada de trabajo.

A continuación, se mostrará el costo mensual de mano de obra antes y después de la implementación de las dos mesas de trabajo restante.

Tomar en cuenta para el análisis:

Horas extra mensual	33
Horas extra semanal	8.25
25% primeras dos horas semanales	8
35% siguientes horas	25

Tabla 32: horas extras al mes
Fuente: elaboración propia.

Operario	Sueldo básico	Asig. Famil.	Bonific.	Gra. F. Pat	Gra. Navid.	Sub total	CTS	Salud	Horas extra +25%	Horas extra +35%	Costo mes
1	S/ 1,200.00	S/ 93.00	S/ 300.00	S/ 132.75	S/ 132.75	S/ 1,558.50	S/ 129.88	S/ 116.37	S/ 66.38	S/ 224.02	S/ 2,395.14
2	S/ 1,200.00	S/ 93.00	S/ 300.00	S/ 132.75	S/ 132.75	S/ 1,558.50	S/ 129.88	S/ 116.37	S/ 66.38	S/ 224.02	S/ 2,395.14
3	S/ 1,200.00	S/ 93.00	S/ 300.00	S/ 132.75	S/ 132.75	S/ 1,558.50	S/ 129.88	S/ 116.37	S/ 66.38	S/ 224.02	S/ 2,395.14

4	S/ 1,200.00	S/ 93.00	S/ 300.00	S/ 132.75	S/ 132.75	S/ 1,558.50	S/ 129.88	S/ 116.37	S/ 66.38	S/ 224.02	S/ 2,395.14
5	S/ 1,200.00	S/ 93.00	S/ 300.00	S/ 132.75	S/ 132.75	S/ 1,558.50	S/ 129.88	S/ 116.37	S/ 66.38	S/ 224.02	S/ 2,395.14
6	S/ 1,200.00	S/ -	S/ 300.00	S/ 125.00	S/ 125.00	S/ 1,450.00	S/ 120.83	S/ 108.00	S/ 62.50	S/ 210.94	S/ 2,252.27
TOTALES:	S/ 7,200.00	S/ 465.00	S/ 1,800.00	S/ 788.75	S/ 788.75	S/ 9,242.50	S/ 770.21	S/ 689.85	S/ 394.38	S/ 1,331.02	S/ 14,227.95

Tabla 33: Costo Mensual de Mano de Obra Directa Antes

Fuente: elaboración propia.

Sabiendo que el costo KW/Hr. es de 0.45 céntimos de sol, se presenta el consumo mensual en KW.

	Antes	Después
Consumo KW.	2454.64	1454.28
Consumo S/.	S/ 1,104.59	S/ 654.43

Tabla 34: Consumo KW. -mes

Fuente: elaboración propia.

Operario	Sueldo básico	Asig. Famil.	Bonific.	Gra. F. Pat	Gra. Navid.	Sub total	CTS	Salud	Horas extra +25%	Horas extra +35%	Costo mes
1	S/ 1,200.00	S/ 93.00	S/ 400.00	S/ 141.08	S/ 141.08	S/ 1,575.17	S/ 131.26	S/ 116.37	S/ 70.54	S/ 238.08	S/ 2,531.42
2	S/ 1,200.00	S/ 93.00	S/ 400.00	S/ 141.08	S/ 141.08	S/ 1,575.17	S/ 131.26	S/ 116.37	S/ 70.54	S/ 238.08	S/ 2,531.42
3	S/ 1,200.00	S/ 93.00	S/ 400.00	S/ 141.08	S/ 141.08	S/ 1,575.17	S/ 131.26	S/ 116.37	S/ 70.54	S/ 238.08	S/ 2,531.42
4	S/ 1,200.00	S/ -	S/ 400.00	S/ 133.33	S/ 133.33	S/ 1,466.67	S/ 122.22	S/ 108.00	S/ 66.67	S/ 225.00	S/ 2,388.56
TOTALES:	S/ 4,800.00	S/ 279.00	S/ 1,600.00	S/ 556.58	S/ 556.58	S/ 6,192.17	S/ 516.01	S/ 457.11	S/ 278.29	S/ 939.23	S/ 9,982.82

Tabla 35: Costo Mensual de Mano de Obra Directa después.

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se muestra el estado de resultados, del antes y después, **la implementación** generaría un ahorro mensual de S/ 4,245.13 en mano de obra y S/ 450.00 en energía eléctrica.

		Enero 2018	Febrero 2018	Marzo 2018	Abril 2018	Mayo 2018	Junio 2018	Julio 2018
Ventas		58110.00	55697.00	56811.00	58883.00	58151.00	58935.00	59690.00
Costo de Ventas	M.O.D.	14223.95	14224.95	14225.95	14226.95	14227.95	14227.95	14227.95
	Energía	1087.16	1004.96	1127.92	1110.56	1061.44	1150.60	1189.48
	Otros	26091.84	24119.04	27070.08	26653.44	25474.56	27614.40	28547.52
Utilidad Bruta		**16707.05**	**16348.05**	**14387.05**	**16892.05**	**17387.05**	**15942.05**	**15725.05**
Gasto de ventas		5156.00	4984.00	4963.00	4980.00	5193.00	5016.00	4941.00
Gastos de Administración		5012.00	5003.00	4979.00	5003.00	4969.00	4975.00	5067.00
Utilidad en Operación		**6539.05**	**6361.05**	**4445.05**	**6909.05**	**7225.05**	**5951.05**	**5717.05**
Otros Gastos		2500.00	2500.00	2500.00	2500.00	2500.00	2500.00	2500.00
Utilidad antes de Impuestos		**4039.05**	**3861.05**	**1945.05**	**4409.05**	**4725.05**	**3451.05**	**3217.05**

Tabla 36: Estado de Resultado antes de implementación de mesas de trabajo.

Fuente: elaboración propia.

		Agosto 2018	Setiembre 2018	Octubre 2018	Noviembre 2018	Diciembre 2018	Enero 2018	Febrero 2018	Marzo 2018	Abril 2018	Mayo 2018
Ventas		56844.00	56851.00	57690.00	59728.00	56781.00	59769.00	57059.00	55819.00	58465.00	58109.00
Costo de Ventas	M.O.D.	9982.82	9982.82	9982.82	9982.82	9982.82	9982.82	9982.82	9982.82	9982.82	9982.82
	Energía	652.30	602.98	676.75	666.34	636.86	690.36	713.69	621.00	668.00	616.00
	Otros	28264.14	27765.02	24860.83	25177.78	26108.42	28551.76	25273.21	27439.56	26320.40	26430.52
Utilidad Bruta		**18597.04**	**19103.16**	**22846.35**	**24567.40**	**20689.76**	**21234.42**	**21802.97**	**18396.62**	**22161.78**	**21695.66**
Gasto de ventas		5165.00	4912.00	4919.00	4926.00	5051.00	5133.00	5160.00	5140.00	5077.00	4989.00
Gastos de Administración		4912.00	5066.00	4947.00	5023.00	5058.00	5037.00	4973.00	5063.00	4935.00	5040.00
Utilidad en Operación		**8520.04**	**9125.16**	**12980.35**	**14618.40**	**10580.76**	**11064.42**	**11669.97**	**8193.62**	**12149.78**	**11666.66**
Otros Gastos		2500.00	2500.00	2500.00	2500.00	2500.00	2500.00	2500.00	2500.00	2500.00	2500.00
Utilidad antes de Impuestos		**6020.04**	**6625.16**	**10480.35**	**12118.40**	**8080.76**	**8564.42**	**9169.97**	**5693.62**	**9649.78**	**9166.66**

Tabla 37: Estado de Resultado después de mesas de trabajo

Fuente: elaboración propia.

Para demostrar que tan rentable es la implementación, se utilizara dos herramientas financieras, el valor actual neto y la tasa interna de retorno, los cuales se aplicaron según el estado de resultados, después de la implementación (tabla 36).

Se solicito al Gerente de Administración y Finanzas una referencia de la tasa de rendimiento efectiva anual TREA, y el dato que nos brindo fue del 15%, luego aplicando las fórmulas de Ms Excel se obtuvo lo siguiente:

Tasa TREA	15.00%
Tasa TEM	1.17%
VAN	S/ 33,969.55
TIR	82%

Tabla 38: Calculo VAN y TIR

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

Conclusión del objetivo general: Determinar en cuánto se podría aumentar la producción del área de prensa si se reducen los tiempos de preparación.

Se calculó el OEE mensual del área de prensa, ya que este indicador se comprende de tres variables, la disponibilidad, el rendimiento y la calidad; inicialmente el OEE del área fue de 63.69% en promedio, dando como resultado el factor rendimiento como el más bajo de los tres con 72%, con solo 739 pares en promedio diarios. Gracias a la reducción de tiempos de preparación, movimientos innecesarios, orden, limpieza, distribución y un método de producción que utiliza en mayor capacidad la máquina, el OEE del área aumento en 18%. El factor de rendimiento aumento hasta un 85% y la producción promedio diaria aumento a 896 pares en los siguientes 3 meses.

Así se confirma que el impacto de alterar los tiempos de preparación en la producción es positivo gracias a las herramientas de ingeniería aplicadas, la producción del área de prensa aumenta de 739 pares en promedio diarios a 896 pares.
Se afirma la Hipótesis 1.

Conclusión del objetivo 2: Determinar el impacto en los tiempos de preparación de herramientas y materiales del área de prensa con un mejor orden, limpieza y distribución del layout de prensa.

Al Aplicar diferentes herramientas de ingeniería para verificar la factibilidad del área (el método Guerchet), optimizar el área para un flujo más fluido entre elementos móviles y estáticos (diagrama de relaciones) y para mejorar el orden, limpieza (5´S). Tuvo como impacto que los tiempos de preparación se reduzcan en un 22%, la distancias en un 14% y las actividades 6%, además de generar una cultura de apoyo mutuo dentro del área.
Se afirma la hipótesis H2.

Conclusión del objetivo 3: Determinar cuáles serían los nuevos métodos de trabajo para reducir los tiempos de preparación de herramientas y materiales innecesarios del área de prensa.

La conclusión de este objetivo es que logra optimizar el proceso de producción del área de prensa aplicando un nuevo método utilizando más capacidad de la prensa, de utilizar solo un piso, pasamos a utilizar 2 pisos en simultaneo, esto afecta en que la producción máxima teórica de un operario de 180 pares a ser 240 pares por turno como máximo, es decir que el segundo método aplicado aumento la producción máxima en un 33% y así reduciendo los tiempos de cambios de molde, a solo una vez por día. Ya no sería necesario que se cambien al medio día u sea el caso en más de dos ocasiones.
Se afirma la hipótesis H3.

Conclusión del objetivo 4: Determinar cuáles serían los nuevos métodos de trabajo para reducir los tiempos de preparación de herramientas y materiales innecesarios del área de prensa.

Los tiempos de preparación se reducen hasta en un 62% gracias a la aplicación de herramientas de ingeniería y un nuevo método de producción. Como se puede observar en los resultados se logró reducir los tiempos de preparación de herramientas y materiales a solo los mínimos necesarios que debería realizar el operario. A su vez los operarios ahora trabajan más en equipo para conseguir dichos resultados.
Se afirma la hipótesis H4.

Conclusión del objetivo 5: Determinar en cuánto se podría reducir el costo de producción en el área de prensa, reduciendo los tiempos de preparación.

Aplicando las herramientas de ingeniería, junto con la nueva técnica de trabajo podemos afirmar que el costo de producción se reduce en un 29.8% mensual solo en mano de obra directa.
Se afirma hipótesis H5.

RECOMENDACIONES

Es muy importante entender que la filosofía lea manufacturing consta de muchas herramientas que siempre añadirán valor a cualquier área de la empresa donde se necesite, sobre todo cuando se desea eliminar desperdicios, en este caso se demostró que aplicado de manera correcta dio resultados en poco tiempo. Solo falta ser constante en su aplicación y buscar nuevas oportunidades de mejora, empezando desde la cabeza de la empresa.

Recomendación del objetivo 2: Determinar el impacto en los tiempos de preparación de herramientas y materiales del área de prensa con un mejor orden, limpieza y distribución del layout de prensa.

Se recomienda que los jefes y operarios antes de proponer o empezar cualquier mejora dentro de cualquiera área de la empresa, empiecen con mejorar el orden y limpieza, es decir, aplicando 5'S, SMED, ya que así se podrán eliminar varios elementos que no aportan valor dentro del área de manera sencilla y rápida. Con la finalidad de que se tenga un mejor campo visual de cómo aprovechar cada espacio y movimientos dentro del área.

También se sugiere a la empresa que dispongan de medios y equipamientos necesarios para que sus operarios puedan laborar de forma segura, con capacitaciones y equipos de seguridad adecuados para cada tarea. También dar charlas al trabajador para generar una conciencia de mantener su área segura, limpia, ordenada, que en caso de cualquier accidente todos estén preparados y sepan cómo actuar.

Recomendación del objetivo 3: Determinar cuáles serían los nuevos métodos de trabajo para reducir los tiempos de preparación de herramientas y materiales innecesarios del área de prensa.

Como siguiente recomendación, la compañía debe estar siempre informada y actualizada acerca de las nuevas tecnologías que se crean en el mercado, ya que estos avances respecto a maquinarias siempre están dirigidos a facilitar cosas y realizarlas de manera más rápidas. Por parte de los jefes de la empresa, debe existir un principio enfocado en la mejora continua e innovación. También siempre intentar nuevos métodos de producción para aprovechar al máximo la maquinaria que poseen. Completar la

implementación de las máquinas para el nuevo método y así poder reducir personal, horas extras y el doble turno.

Recomendación del objetivo 4: Determinar cuáles serían los nuevos métodos de trabajo para reducir los tiempos de preparación de herramientas y materiales innecesarios del área de prensa.

Por último, respecto a la supervisión constante de las prácticas que se hacen en la empresa, se debe buscar un estándar, mediante la implementación de manuales de área, de procesos, de máquinas; de esta manera se facilita la gestión del área y el encontrar errores o mejoras en los métodos de producción. Además, son de mucha utilidad cuando hay que capacitar a nuevos integrantes.

REFERENCIAS

Baluis Flores, C. A. (2013). Optimización de procesos en la fabricación de termas eléctricas utilizando herramientas de Lean Manufacturing.

Barentzen Soberón, J. L. (2015). Propuesta de reducción del tiempo de set up usando los principios de Lean Manufacturing para la mejora continua del proceso productivo de una planta de fabricación de redes de pesca industrial.

Castañeda Huamán, D., Suyón, J., & Giancarlos, J. (2016). Propuesta de mejora de la productividad en el proceso de elaboración de mango congelado de la empresa procesadora PERÚ SAC, basado en Lean Manufacturing.

Correa, F. G. (2007). Manufactura esbelta (lean manufacturing). Principales herramientas. Revista Raites, 1(2), 85-112.

Escadia Villalobos, Ismael; Jara Valdes, Paloma y Letzkus Palavecino, Manuel (2016). Mejora de procesos productivos mediante Lean Manufacturing.

Gallegos, A. C. (2016). Implementación de herramientas de lean manufacturing en el área de empaque de un laboratorio farmacéutico.

García, C., & Marcela, L. (2017). Mejora para el proceso de transformación de vidrio en Incolvit Ltda. a partir de herramientas de Lean Manufacturing.

González, H. L. A. (2009). Una herramienta de mejora, el OEE (Efectividad Global del Equipo). Contribuciones a la Economía, (2009-10).

Harrison, J. (2006). Six sigma vs. lean manufacturing: which is right for your company? Foundry Management & Technology, 13(7), 31-32

Hernández, J. Vizán, A. (2013). Lean Manufacturing Concepto, Técnicas e Implementación. Madrid, España: Fundación EOI.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación. Sexta Edición. Editorial Mc Graw Hill. México. 2014• Hernández, R. Metodología de la Investigación. 6a Edición, Mc Graw Hill, México.

Janania, C. (2008). Manual de tiempos y movimientos, ingeniería de métodos. DF México. Limusa, Noriega Editores.

Kume, H. (1992). Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad. Editorial Norma.

Mejía Carrera, S. A. (2013). Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de confecciones de ropa interior en una empresa textil mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta.

Muther, R. (1973). Systematic Layout Planning/by Richard Muther

Niebel, B. W., Freivalds, A., & Osuna, M. A. G. (2004). Métodos, estándares y diseño del trabajo. Alfaomega.

Ocrospoma, C. (2016). Incremento de capacidad productiva implementando Lean Manufacturing en una planta productora de tela no tejida sintética Lima, Perú.

Orjuela Mendoza, A. C. Diseño Metodológico de las Cinco S'S en la Línea 6 de Refrescos de Fruta de Gaseosas Lux Bogotá SA. http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/3810/4/OrjuelaMendozaAngelaCristinaAnexo-1.pdf

Palomino Espinoza, M. A. (2013). Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en las líneas de envasado de una planta envasadora de lubricantes.

Rajadell, M. Sánchez, J. (2010). Lean Manufacturing, la evidencia de una necesidad. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos

Ramos, C. A. (2015). Los paradigmas de la investigación científica. Avances en Psicología, 23(1), 9-17.

Ruíz Huamaní, S. (2016). Implementación de herramientas de Lean Manufacturing en el área de producción de una empresa de confección de ropa industrial.

Torres Arcos, J. (2017). Impacto de las herramientas de la metodología lean manufacturing en el mejoramiento de la producción de perfiles armados en la empresa Estrumetal SA.

Universidad Esan (2017). Las ventajas del Lean Manufacturing para la logística de una empresa. Lima, Perú: Conexión Esan. Recuperado de: https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2017/12/las-ventajas-del-lean-manufacturing-para-la-logistica-de-una-empresa/

Universidad Esan (2017). Lean Manufacturing vs. Six Sigma: ¿en qué se diferencian? Lima, Perú: Conexión Esan. Recuperado de: https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2017/12/lean-manufacturing-vs-six-sigma-en-que-se-diferencian/

ANEXOS

Anexo 1: tiempos observados proceso de producción huella 23.

N°	Elementos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Chancar Inserto.	1.12	1.17	1.22	1.25	1.13	1.37	1.22	1.07	0.95	1.03	1.08	1.17	1.08	1.05	1.05	1.15	1.13	1.12	1.25	1.17
2	Limpieza con aire.	0.07	0.10	0.12	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.05	0.07	0.07	0.05	0.07	0.10	0.07	0.08	0.08	0.08
3	Echar desmoldante.	0.07	0.08	0.07	0.13	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07	0.07	0.05	0.07	0.05	0.07	0.05	0.07	0.07	0.07	0.12	0.07
4	Colocar huella.	0.08	0.25	0.18	0.25	0.10	0.10	0.08	0.10	0.08	0.12	0.08	0.10	0.10	0.10	0.07	0.08	0.10	0.13	0.10	0.15
5	Cortar y colocar Taquitos de caucho.	0.38	0.38	0.40	0.32	0.38	0.32	0.35	0.37	0.35	0.33	0.45	0.43	0.33	0.30	0.33	0.30	0.40	0.37	0.32	0.42
6	Insertar molde en proceso.	0.40	0.33	0.37	0.35	0.35	0.35	0.38	0.42	0.42	0.40	0.50	0.55	0.35	0.42	0.55	0.33	0.33	0.37	0.40	0.52
7	Prensar.	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
8	Liberar aire.	0.13	0.12	0.12	0.13	0.15	0.15	0.13	0.13	0.13	0.13	0.08	0.13	0.08	0.13	0.08	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
9	Prensar.	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
10	Soltar	0.13	0.12	0.10	0.13	0.13	0.12	0.12	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.12	0.15	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
11	Prensar (Aguante).	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43
12	Retirar molde prensado.	0.38	0.38	0.57	0.35	0.42	0.40	0.50	0.38	0.38	0.43	0.38	0.42	0.50	0.40	0.38	0.38	0.40	0.40	0.53	0.48
13	Sacar huella	0.25	0.27	0.23	0.28	0.22	0.28	0.35	0.32	0.38	0.27	0.28	0.37	0.27	0.08	0.25	0.25	0.30	0.30	0.27	0.37
14	Inspeccionar.	0.03	0.05	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.08	0.05	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.05	0.05

21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
1.17	1.25	1.22	1.07	1.08	1.07	1.15	1.13	1.07	1.15	1.22	1.08	1.12	1.17	1.30	1.07	1.13	1.25	1.13	1.08	1.30	1.10	1.25	1.18	1.40	1.37	1.08	1.15
0.05	0.05	0.08	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	0.08	0.07	0.07	0.05	0.05	0.05	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.05	0.08	0.07	0.08	0.07
0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.05	0.07	0.07	0.07	0.07	0.05	0.07	0.10	0.05	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.10	0.05	0.07	0.08	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07
0.12	0.25	0.10	0.12	0.10	0.08	0.10	0.10	0.18	0.08	0.10	0.10	0.08	0.10	0.10	0.10	0.08	0.10	0.08	0.12	0.10	0.10	0.13	0.13	0.10	0.10	0.12	0.08
0.38	0.33	0.30	0.40	0.33	0.45	0.35	0.37	0.33	0.33	0.33	0.40	0.32	0.33	0.38	0.27	0.27	0.33	0.37	0.42	0.38	0.33	0.32	0.35	0.33	0.27	0.33	0.32
0.38	0.40	0.35	0.53	0.42	0.43	0.40	0.40	0.38	0.37	0.35	0.42	0.48	0.42	0.60	0.40	0.48	0.40	0.48	0.35	0.42	0.53	0.35	0.42	0.43	0.38	0.40	0.45
0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
0.13	0.13	0.12	0.13	0.13	0.12	0.12	0.08	0.15	0.13	0.10	0.12	0.12	0.13	0.15	0.13	0.13	0.08	0.12	0.12	0.13	0.10	0.15	0.12	0.13	0.13	0.13	0.13
0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
0.13	0.12	0.13	0.13	0.08	0.10	0.12	0.15	0.08	0.13	0.13	0.13	0.12	0.13	0.13	0.13	0.08	0.13	0.12	0.13	0.13	0.15	0.10	0.13	0.12	0.13	0.12	0.12
1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43
0.40	0.38	0.40	0.53	0.48	0.47	0.40	0.58	0.47	0.35	0.48	0.33	0.35	0.58	0.40	0.43	0.40	0.47	0.38	0.35	0.35	0.47	0.38	0.47	0.40	0.47	0.58	0.60
0.25	0.28	0.22	0.25	0.33	0.27	0.25	0.30	0.37	0.33	0.30	0.23	0.28	0.38	0.27	0.25	0.22	0.35	0.23	0.25	0.23	0.32	0.27	0.25	0.30	0.23	0.35	0.27
0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.08	0.03	0.05	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.05	0.03	0.03	0.03	0.03	0.05	0.05	0.03

49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
1.13	1.12	1.12	1.17	1.10	1.28	1.18	1.13	1.18	1.10	1.07	1.13	1.15	1.07	1.08	1.22
0.07	0.08	0.07	0.07	0.05	0.05	0.07	0.10	0.07	0.07	0.08	0.10	0.07	0.07	0.07	0.08
0.07	0.07	0.05	0.07	0.12	0.07	0.13	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.07
0.10	0.10	0.10	0.07	0.12	0.15	0.10	0.12	0.08	0.10	0.12	0.13	0.07	0.10	0.10	0.10
0.37	0.35	0.28	0.35	0.30	0.33	0.30	0.35	0.33	0.35	0.33	0.50	0.38	0.30	0.37	0.40
0.40	0.35	0.38	0.40	0.35	0.42	0.43	0.35	0.47	0.38	0.47	0.42	0.48	0.40	0.45	0.43
0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
0.12	0.12	0.13	0.13	0.08	0.12	0.12	0.10	0.13	0.08	0.08	0.08	0.10	0.10	0.12	0.13
0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
0.12	0.13	0.13	0.13	0.13	0.15	0.08	0.13	0.13	0.12	0.13	0.13	0.12	0.12	0.15	0.10
1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43
0.47	0.57	0.35	0.47	0.37	0.40	0.43	0.48	0.35	0.33	0.52	0.45	0.35	0.33	0.47	0.35
0.30	0.30	0.38	0.28	0.35	0.25	0.23	0.32	0.28	0.25	0.27	0.28	0.30	0.37	0.35	0.28
0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.05	0.03	0.05	0.05	0.03	0.03	0.03	0.03	0.05

Anexo 2: tiempos observados proceso de producción huella 28.

N°	Elementos	TIEMPOS OBSERVADOS HUELLA 28																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Chancar Inserto.	0.37	0.38	0.43	0.53	0.42	0.42	0.54	0.63	0.43	0.41	0.40	0.43	0.45	0.41	0.43	0.52	0.44	0.40	0.43	0.47
2	Limpieza con aire.	0.08	0.08	0.04	0.12	0.04	0.10	0.09	0.08	0.12	0.11	0.09	0.08	0.09	0.11	0.10	0.09	0.08	0.12	0.09	0.08
3	Echar desmoldante.	0.05	0.06	0.03	0.02	0.03	0.06	0.09	0.07	0.09	0.06	0.07	0.03	0.04	0.06	0.05	0.06	0.03	0.03	0.06	0.06
4	Colocar huella con taquito.	0.58	0.87	0.65	0.60	0.64	0.89	0.62	0.60	0.65	0.70	0.57	0.60	0.58	0.57	0.70	0.65	0.67	0.58	0.63	0.58
6	Insertar molde en proceso.	0.30	0.37	0.42	0.45	0.32	0.35	0.27	0.30	0.53	0.42	0.37	0.32	0.43	0.38	0.40	0.37	0.35	0.33	0.30	0.43
7	Prensar.	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
8	Liberar aire.	0.13	0.13	0.12	0.10	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.13	0.12	0.12	0.12	0.10	0.10	0.12	0.13	0.12	0.12	0.12
9	Prensar.	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
10	Liberar aire.	0.07	0.12	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.13	0.17	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.10	0.12	0.12
11	Prensar (Aguante).	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43
12	Retirar molde prensado.	0.38	0.40	0.37	0.38	0.38	0.38	0.42	0.38	0.42	0.38	0.40	0.37	0.37	0.43	0.37	0.40	0.38	0.38	0.38	0.37
13	Sacar huella	0.38	0.25	0.28	0.33	0.27	0.27	0.25	0.23	0.23	0.27	0.25	0.28	0.27	0.23	0.30	0.27	0.27	0.30	0.25	0.27
14	Inspeccionar.	0.03	0.05	0.03	0.03	0.03	0.03	0.05	0.03	0.03	0.05	0.05	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.05	0.03

Anexo 3: Encuestas de trabajadores.

Operario 1	Evaluación				
	Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Excelente
SEIRI - SELECCIONAR	1	2	3	4	5
¿Cómo califica la ubicación de sus herramientas de trabajo?		x			
¿Cómo califica la distribución de su área de trabajo?			x		
¿Cómo es el grado de clasificación de las herramientas, materiales y equipos en su lugar de trabajo?			x		
¿Cómo califica la capacidad para distinguir lo necesario e innecesario en su lugar de trabajo?				x	
	Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Excelente
SEITON - ORGANIZAR	1	2	3	4	5
¿Cómo califica el orden en general de su lugar de trabajo?			x		
¿Cómo califica la facilidad con la que encuentra usted sus herramientas de trabajo?				x	
¿Cómo es el nivel de estandarización para el orden de las herramientas, materiales y equipos en su lugar de trabajo?		x			
	No		Si		
¿Existe un lugar designado para las herramientas que debe usar en la realización de sus labores?	x				
¿Cuándo usted termina de utilizar una herramienta, la devuelve al lugar designado?	x				

¿Cuándo usted termina de utilizar una herramienta, la devuelve al lugar designado?			x		
	Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Excelente
SEISO - LIMPIAR	1	2	3	4	5
¿Cómo califica la limpieza de su lugar de trabajo?		x			
¿Cómo califica la separación de residuos en su lugar de trabajo?		x			
¿Cómo es el mantenimiento que se realiza a herramientas, maquinaria y equipos en su lugar de trabajo? (En cuenta, calidad y tiempo)		x			
	Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Excelente
SEIKETSU - ESTANDARIZAR	1	2	3	4	5
¿Cómo califica la señalización para ubicar sus herramientas de trabajo?			x		
	No		Si		
¿Existe un método o guía para la limpieza de los equipos, herramientas, maquinar y lugares de trabajo?	x				
¿Existe señalización y delimitación de las áreas de trabajo, maquinaria, equipos y herramientas?	x				
¿Existe un método o guía para el orden de los equipos y herramientas en su lugar de trabajo?	x				
¿Existe un método o guía para seleccionar y clasificar los equipos y herramientas en su lugar de trabajo?	x				
	Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Excelente
SHITSUKE - SEGUIMIENTO	1	2	3	4	5

¿Cómo es el seguimiento realizado a la clasificación de materiales y equipos en su lugar de trabajo?		x			
¿Cómo es el seguimiento realizado al orden de materiales y equipos en su lugar de trabajo?			x		
¿Cómo es el seguimiento realizado a la limpieza de materiales y equipos en su lugar de trabajo?			x		
	No		Si		
¿Hay un cumplimiento constante de las normas de seguridad, higiene y salud en el trabajo?	x				

Operario 2	Evaluación				
	Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Excelente
SEIRI - SELECCIONAR	1	2	3	4	5
¿Cómo califica la ubicación de sus herramientas de trabajo?			x		
¿Cómo califica la distribución de su área de trabajo?		x			
¿Cómo es el grado de clasificación de las herramientas, materiales y equipos en su lugar de trabajo?		x			
¿Cómo califica la capacidad para distinguir lo necesario e innecesario en su lugar de trabajo?			x		
	Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Excelente
SEITON - ORGANIZAR	1	2	3	4	5
¿Cómo califica el orden en general de su lugar de trabajo?			x		

¿Cómo califica la facilidad con la que encuentra usted sus herramientas de trabajo?			x		
¿Cómo es el nivel de estandarización para el orden de las herramientas, materiales y equipos en su lugar de trabajo?		x			
	No		Si		
¿Existe un lugar designado para las herramientas que debe usar en la realización de sus labores?	x				
¿Cuándo usted termina de utilizar una herramienta, la devuelve al lugar designado?	x				
¿Cuándo usted termina de utilizar una herramienta, la devuelve al lugar designado?			x		
	Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Excelente
SEISO - LIMPIAR	1	2	3	4	5
¿Cómo califica la limpieza de su lugar de trabajo?			x		
¿Cómo califica la separación de residuos en su lugar de trabajo?			x		
¿Cómo es el mantenimiento que se realiza a herramientas, maquinaria y equipos en su lugar de trabajo? (En cuenta, calidad y tiempo)		x			
	Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Excelente
SEIKETSU - ESTANDARIZAR	1	2	3	4	5
¿Cómo califica la señalización para ubicar sus herramientas de trabajo?		x			
	No		Si		

¿Existe un método o guía para la limpieza de los equipos, herramientas, maquinar y lugares de trabajo?	x				
¿Existe señalización y delimitación de las áreas de trabajo, maquinaria, equipos y herramientas?	x				
¿Existe un método o guía para el orden de los equipos y herramientas en su lugar de trabajo?	x				
¿Existe un método o guía para seleccionar y clasificar los equipos y herramientas en su lugar de trabajo?	x				
	Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Excelente
SHITSUKE - SEGUIMIENTO	1	2	3	4	5
¿Cómo es el seguimiento realizado a la clasificación de materiales y equipos en su lugar de trabajo?		x			
¿Cómo es el seguimiento realizado al orden de materiales y equipos en su lugar de trabajo?		x			
¿Cómo es el seguimiento realizado a la limpieza de materiales y equipos en su lugar de trabajo?		x			
	No		Si		
¿Hay un cumplimiento constante de las normas de seguridad, higiene y salud en el trabajo?	x				

Operario 3	Evaluación				
	Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Excelente
SEIRI - SELECCIONAR	1	2	3	4	5

¿Cómo califica la ubicación de sus herramientas de trabajo?			x		
¿Cómo califica la distribución de su área de trabajo?			x		
¿Cómo es el grado de clasificación de las herramientas, materiales y equipos en su lugar de trabajo?			x		
¿Cómo califica la capacidad para distinguir lo necesario e innecesario en su lugar de trabajo?				x	
	Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Excelente
SEITON - ORGANIZAR	1	2	3	4	5
¿Cómo califica el orden en general de su lugar de trabajo?			x		
¿Cómo califica la facilidad con la que encuentra usted sus herramientas de trabajo?				x	
¿Cómo es el nivel de estandarización para el orden de las herramientas, materiales y equipos en su lugar de trabajo?		x			
	No		Si		
¿Existe un lugar designado para las herramientas que debe usar en la realización de sus labores?	x				
¿Cuándo usted termina de utilizar una herramienta, la devuelve al lugar designado?	x				
¿Cuándo usted termina de utilizar una herramienta, la devuelve al lugar designado?			x		
	Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Excelente
SEISO - LIMPIAR	1	2	3	4	5

¿Cómo califica la limpieza de su lugar de trabajo?			x		
¿Cómo califica la separación de residuos en su lugar de trabajo?			x		
¿Cómo es el mantenimiento que se realiza a herramientas, maquinaria y equipos en su lugar de trabajo? (En cuenta, calidad y tiempo)		x			
	Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Excelente
SEIKETSU - ESTANDARIZAR	1	2	3	4	5
¿Cómo califica la señalización para ubicar sus herramientas de trabajo?		x			
	No		Si		
¿Existe un método o guía para la limpieza de los equipos, herramientas, maquinar y lugares de trabajo?	x				
¿Existe señalización y delimitación de las áreas de trabajo, maquinaria, equipos y herramientas?	x				
¿Existe un método o guía para el orden de los equipos y herramientas en su lugar de trabajo?	x				
¿Existe un método o guía para seleccionar y clasificar los equipos y herramientas en su lugar de trabajo?	x				
	Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Excelente
SHITSUKE - SEGUIMIENTO	1	2	3	4	5
¿Cómo es el seguimiento realizado a la clasificación de materiales y equipos en su lugar de trabajo?		x			

¿Cómo es el seguimiento realizado al orden de materiales y equipos en su lugar de trabajo?		x			
¿Cómo es el seguimiento realizado a la limpieza de materiales y equipos en su lugar de trabajo?		x			
	No		Si		
¿Hay un cumplimiento constante de las normas de seguridad, higiene y salud en el trabajo?	x				

Operario 4	Evaluación				
	Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Excelente
SEIRI - SELECCIONAR	1	2	3	4	5
¿Cómo califica la ubicación de sus herramientas de trabajo?			x		
¿Cómo califica la distribución de su área de trabajo?			x		
¿Cómo es el grado de clasificación de las herramientas, materiales y equipos en su lugar de trabajo?		x			
¿Cómo califica la capacidad para distinguir lo necesario e innecesario en su lugar de trabajo?			x		
	Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Excelente
SEITON - ORGANIZAR	1	2	3	4	5
¿Cómo califica el orden en general de su lugar de trabajo?			x		
¿Cómo califica la facilidad con la que encuentra usted sus herramientas de trabajo?				x	

¿Cómo es el nivel de estandarización para el orden de las herramientas, materiales y equipos en su lugar de trabajo?			x		
	No		Si		
¿Existe un lugar designado para las herramientas que debe usar en la realización de sus labores?	x				
¿Cuándo usted termina de utilizar una herramienta, la devuelve al lugar designado?	x				
¿Cuándo usted termina de utilizar una herramienta, la devuelve al lugar designado?			x		
	Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Excelente
SEISO - LIMPIAR	1	2	3	4	5
¿Cómo califica la limpieza de su lugar de trabajo?			x		
¿Cómo califica la separación de residuos en su lugar de trabajo?		x			
¿Cómo es el mantenimiento que se realiza a herramientas, maquinaria y equipos en su lugar de trabajo? (En cuenta, calidad y tiempo)			x		
	Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Excelente
SEIKETSU - ESTANDARIZAR	1	2	3	4	5
¿Cómo califica la señalización para ubicar sus herramientas de trabajo?		x			
	No		Si		
¿Existe un método o guía para la limpieza de los equipos, herramientas, maquinar y lugares de trabajo?	x				

¿Existe señalización y delimitación de las áreas de trabajo, maquinaria, equipos y herramientas?	x				
¿Existe un método o guía para el orden de los equipos y herramientas en su lugar de trabajo?	x				
¿Existe un método o guía para seleccionar y clasificar los equipos y herramientas en su lugar de trabajo?	x				
	Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Excelente
SHITSUKE - SEGUIMIENTO	1	2	3	4	5
¿Cómo es el seguimiento realizado a la clasificación de materiales y equipos en su lugar de trabajo?			x		
¿Cómo es el seguimiento realizado al orden de materiales y equipos en su lugar de trabajo?			x		
¿Cómo es el seguimiento realizado a la limpieza de materiales y equipos en su lugar de trabajo?		x			
	No		Si		
¿Hay un cumplimiento constante de las normas de seguridad, higiene y salud en el trabajo?	x				

Operario 5	Evaluación				
	Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Excelente
SEIRI - SELECCIONAR	1	2	3	4	5
¿Cómo califica la ubicación de sus herramientas de trabajo?			x		
¿Cómo califica la distribución de su área de trabajo?		x			

¿Cómo es el grado de clasificación de las herramientas, materiales y equipos en su lugar de trabajo?			x		
¿Cómo califica la capacidad para distinguir lo necesario e innecesario en su lugar de trabajo?			x		
	Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Excelente
SEITON - ORGANIZAR	1	2	3	4	5
¿Cómo califica el orden en general de su lugar de trabajo?		x			
¿Cómo califica la facilidad con la que encuentra usted sus herramientas de trabajo?				x	
¿Cómo es el nivel de estandarización para el orden de las herramientas, materiales y equipos en su lugar de trabajo?		x			
	No		Si		
¿Existe un lugar designado para las herramientas que debe usar en la realización de sus labores?	x				
¿Cuándo usted termina de utilizar una herramienta, la devuelve al lugar designado?	x				
¿Cuándo usted termina de utilizar una herramienta, la devuelve al lugar designado?			x		
	Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Excelente
SEISO - LIMPIAR	1	2	3	4	5
¿Cómo califica la limpieza de su lugar de trabajo?		x			
¿Cómo califica la separación de residuos en su lugar de trabajo?			x		

¿Cómo es el mantenimiento que se realiza a herramientas, maquinaria y equipos en su lugar de trabajo? (En cuenta, calidad y tiempo)			x		
	Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Excelente
SEIKETSU - ESTANDARIZAR	1	2	3	4	5
¿Cómo califica la señalización para ubicar sus herramientas de trabajo?			x		
	No		Si		
¿Existe un método o guía para la limpieza de los equipos, herramientas, maquinar y lugares de trabajo?	x				
¿Existe señalización y delimitación de las áreas de trabajo, maquinaria, equipos y herramientas?	x				
¿Existe un método o guía para el orden de los equipos y herramientas en su lugar de trabajo?	x				
¿Existe un método o guía para seleccionar y clasificar los equipos y herramientas en su lugar de trabajo?	x				
	Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Excelente
SHITSUKE - SEGUIMIENTO	1	2	3	4	5
¿Cómo es el seguimiento realizado a la clasificación de materiales y equipos en su lugar de trabajo?			x		
¿Cómo es el seguimiento realizado al orden de materiales y equipos en su lugar de trabajo?		x			

¿Cómo es el seguimiento realizado a la limpieza de materiales y equipos en su lugar de trabajo?			x		
	No		Si		
¿Hay un cumplimiento constante de las normas de seguridad, higiene y salud en el trabajo?	x				

Operario 6	Evaluación				
	Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Excelente
SEIRI - SELECCIONAR	1	2	3	4	5
¿Cómo califica la ubicación de sus herramientas de trabajo?			x		
¿Cómo califica la distribución de su área de trabajo?			x		
¿Cómo es el grado de clasificación de las herramientas, materiales y equipos en su lugar de trabajo?			x		
¿Cómo califica la capacidad para distinguir lo necesario e innecesario en su lugar de trabajo?				x	
	Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Excelente
SEITON - ORGANIZAR	1	2	3	4	5
¿Cómo califica el orden en general de su lugar de trabajo?			x		
¿Cómo califica la facilidad con la que encuentra usted sus herramientas de trabajo?				x	

¿Cómo es el nivel de estandarización para el orden de las herramientas, materiales y equipos en su lugar de trabajo?			x		
	No		Si		
¿Existe un lugar designado para las herramientas que debe usar en la realización de sus labores?	x				
¿Cuándo usted termina de utilizar una herramienta, la devuelve al lugar designado?	x				
¿Cuándo usted termina de utilizar una herramienta, la devuelve al lugar designado?			x		
	Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Excelente
SEISO - LIMPIAR	1	2	3	4	5
¿Cómo califica la limpieza de su lugar de trabajo?			x		
¿Cómo califica la separación de residuos en su lugar de trabajo?			x		
¿Cómo es el mantenimiento que se realiza a herramientas, maquinaria y equipos en su lugar de trabajo? (En cuenta, calidad y tiempo)			x		
	Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Excelente
SEIKETSU - ESTANDARIZAR	1	2	3	4	5
¿Cómo califica la señalización para ubicar sus herramientas de trabajo?			x		
	Si		No		

¿Existe un método o guía para la limpieza de los equipos, herramientas, maquinar y lugares de trabajo?			x		
¿Existe señalización y delimitación de las áreas de trabajo, maquinaria, equipos y herramientas?			x		
¿Existe un método o guía para el orden de los equipos y herramientas en su lugar de trabajo?			x		
¿Existe un método o guía para seleccionar y clasificar los equipos y herramientas en su lugar de trabajo?			x		
	Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Excelente
SHITSUKE - SEGUIMIENTO	1	2	3	4	5
¿Cómo es el seguimiento realizado a la clasificación de materiales y equipos en su lugar de trabajo?		x			
¿Cómo es el seguimiento realizado al orden de materiales y equipos en su lugar de trabajo?		x			
¿Cómo es el seguimiento realizado a la limpieza de materiales y equipos en su lugar de trabajo?		x			
	No		Si		
¿Hay un cumplimiento constante de las normas de seguridad, higiene y salud en el trabajo?	x				

Anexo 4: Fotografías del área de prensa luego de 5´S.

Anexo 5: tiempos observados proceso de producción método 2 huella 28 y 28.

N°	Elementos	TIEMPOS OBSERVADOS HUELLA 28, 28 DOS PISOS(EN MINUTOS)																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Chancar Inserto.	0.73	0.75	0.85	1.07	0.83	0.83	1.08	1.27	0.87	0.82	0.80	0.87	0.90	0.82	0.87	1.03	0.88	0.80	0.85	0.93
2	Limpieza con aire.	0.15	0.12	0.10	0.13	0.10	0.13	0.13	0.10	0.10	0.12	0.15	0.08	0.12	0.15	0.12	0.13	0.12	0.13	0.12	0.13
3	Echar desmoldante.	0.10	0.12	0.07	0.03	0.07	0.12	0.18	0.13	0.18	0.12	0.10	0.07	0.08	0.12	0.10	0.12	0.07	0.07	0.12	0.12
4	Colocar huella con taquito	1.00	1.42	1.18	0.82	0.98	0.93	1.10	1.10	1.05	0.98	1.15	1.03	0.82	0.78	1.35	0.95	0.87	1.07	0.97	0.78
6	Insertar molde en proceso.	0.30	0.37	0.42	0.45	0.32	0.35	0.27	0.30	0.53	0.42	0.37	0.32	0.43	0.38	0.40	0.37	0.35	0.33	0.30	0.43
7	Prensar.	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
8	Liberar aire.	0.13	0.13	0.12	0.10	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.13	0.12	0.12	0.12	0.10	0.10	0.12	0.13	0.12	0.12	0.12
9	Prensar.	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
10	Liberar aire.	0.07	0.12	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.13	0.17	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.10	0.12	0.12
11	Prensar (Aguante).	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28
12	Retirar molde prensado.	0.35	0.30	0.37	0.42	0.33	0.42	0.30	0.37	0.35	0.43	0.32	0.38	0.32	0.53	0.45	0.27	0.37	0.43	0.40	0.30
13	Sacar huella	0.78	0.50	0.57	0.67	0.52	0.53	0.50	0.47	0.43	0.53	0.52	0.58	0.53	0.47	0.57	0.52	0.53	0.60	0.52	0.53
14	Inspeccionar.	0.08	0.10	0.08	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07

Anexo 6: tiempos observados proceso de producción método 2 huella 23 y 28.

N°	Elementos	TIEMPOS OBSERVADOS HUELLA 28, 23 DOS PISOS																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Chancar Inserto.	1.93	1.72	1.52	1.18	1.42	1.18	1.35	1.60	1.53	1.38	1.58	1.43	1.22	1.40	1.78	1.72	1.40	1.55	1.25	1.85
2	Limpieza con aire.	0.13	0.12	0.15	0.12	0.10	0.10	0.13	0.08	0.10	0.10	0.12	0.12	0.13	0.15	0.13	0.12	0.13	0.12	0.13	0.15
3	Echar desmoldante.	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12	0.10	0.10	0.10	0.12	0.12	0.12	0.13	0.12	0.10	0.12	0.12	0.13	0.13	0.10	0.12
4	Colocar huella con taquito	0.97	1.35	1.00	1.10	0.98	1.42	0.95	0.93	1.10	0.78	0.98	0.82	1.18	1.15	0.82	1.03	0.78	1.07	1.05	0.87
6	Insertar molde en proceso.	0.43	0.40	0.43	0.38	0.43	0.47	0.42	0.23	0.42	0.38	0.43	0.43	0.40	0.38	0.45	0.42	0.45	0.43	0.42	0.43
7	Prensar.	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
8	Liberar aire.	0.13	0.13	0.12	0.10	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.13	0.12	0.12	0.12	0.10	0.10	0.12	0.13	0.12	0.12	0.12
9	Prensar.	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
10	Liberar aire.	0.07	0.12	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.13	0.17	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.10	0.12	0.12
11	Prensar (Aguante).	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
12	Retirar molde prensado.	0.47	0.43	0.43	0.38	0.43	0.38	0.43	0.45	0.38	0.42	0.42	0.43	0.40	0.42	0.42	0.40	0.43	0.45	0.43	0.23
13	Sacar huella	0.77	0.65	0.53	0.77	0.67	0.73	0.78	0.67	0.50	0.57	0.68	0.57	0.57	0.75	0.70	0.63	0.53	0.58	0.65	0.78
14	Inspeccionar.	0.08	0.10	0.08	0.10	0.07	0.10	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.10	0.07	0.10	0.07	0.07	0.07

Anexo 7: Calculo de OEE mes de enero, febrero, marzo, junio y julio.

OEE enero:

- Disponibilidad
  - Horas totales en que la máquina está encendida por mes.
    - Por día la máquina esta encendida un total de 22 horas, por 5 días a la semana y el mes de enero tuvo un total de 22 días laborales.

      El resultado da un total de: 484 horas en que la máquina debió estar funcionando.

  - Horas totales cuando la máquina está encendida y no está produciendo.
    - Los tiempos de preparación son un total de 61.07 min por turno.
    - También no se tuvo el material a tiempo y la producción paro en total 3 veces al mes por un total de 4 horas.

  - Horas totales en los que la máquina esta sin funcionar por alguna falla.
    - La máquina presentó demoras por fallas en el mes de mayo en total de 3 horas.

  El factor disponibilidad se calcula entonces:
  Horas de funcionamiento – (Averías+ Esperas+ restricciones) /Horas de funcionamiento.

$$\frac{484-(44+7)}{484} = 0.89$$

- Rendimiento
  - Cantidad de producción planificada de huellas total por mes.
    - Si 6 prensadores tiene un máximo de 180 pares por día, son 6 prensadores y 22 días laborables en el mes de enero.

El resultado da un total de: 23,760 pares planificados en el mes de enero.

- Cantidad de producción real de huellas total por mes.
  - El total producido en el mes de enero es de: 17992.

El factor de rendimiento se calcula entonces:

$$\frac{16860}{23760} = 0.71$$

- Calidad
  - Cantidad de huella devueltas por mal estado.
    - No se tiene el dato exacto de cuantas huellas falladas hay en el mes, ya que no se lleva un control de estas, preguntamos al ingeniero encargado, comenta que en promedio de 30 huellas al mes por fallas.

El factor de calidad se calcula entonces:

$$\frac{16830}{16860} = 0.99$$

Una vez calculado cada uno de los factores se colocan en el cuadro para calcular el OEE del mes de enero:

Enero			
Factor disponibilidad	Tiempo programado de producción	Tiempo de Funcionamiento	%
	484	433	97
Factor de rendimiento	Unidades que teóricamente se debió producir	Unidades reales producidas	%
	23760	16860	71
Factor calidad	Producción Real (Pares/mes)	Producción buena	%
	16860	16830	99
OEE			63.37%

OEE febrero:

- Disponibilidad
  - Horas totales en que la máquina está encendida por mes.
    - Por día la máquina esta encendida un total de 22 horas, por 5 días a la semana y el mes de febrero tuvo un total de 20 días laborales.
      El resultado da un total de: 440 horas en que la máquina debió estar funcionando.

  - Horas totales cuando la máquina está encendida y no está produciendo.
    - Los tiempos de preparación, limpieza y cambio de moldes equivalen a un total de 61.07 minutos por turno.
    - También no se tuvo el material a tiempo y la producción paro en total 2 veces al mes por un total de 2 horas.

  - Horas totales en los que la máquina esta sin funcionar por alguna falla.
    - No hubo paros por fallas de equipos.

  El factor disponibilidad se calcula entonces:
  Horas de funcionamiento – (Averías+ Esperas+ restricciones) /Horas de funcionamiento.

$$\frac{440-(44+2)}{440} = 0.90$$

- Rendimiento
  - Cantidad de producción planificada de huellas total por mes.
    - Si 6 prensadores tiene un máximo de 180 pares por día, son 6 prensadores y 20 días laborables en el mes de febrero.
      El resultado da un total de: 21,600 pares planificados en el mes de febrero.
  - Cantidad de producción real de huellas total por mes.
    - El total producido en el mes de febrero es de: 14839.

El factor de rendimiento se calcula entonces:

$$\frac{14839}{21600} = 0.69$$

- Calidad
  - Cantidad de huella devueltas por mal estado.
    - No se tiene el dato exacto de cuantas huellas falladas hay en el mes, ya que no se lleva un control de estas, preguntamos al ingeniero encargado, comenta que en promedio de 30 huellas al mes por fallas.

El factor de calidad se calcula entonces:

$$\frac{14809}{14839} = 0.99$$

Una vez calculado cada uno de los factores se colocan en el cuadro para calcular el OEE del mes de febrero:

Febrero			
Factor disponibilidad	Tiempo programado de producción	Tiempo de Funcionamiento	%
	440	394	90
Factor de rendimiento	Unidades que teóricamente se debió producir	Unidades reales producidas	%
	21600	14839	69
Factor calidad	Producción Real (Pares/mes)	Producción buena	%
	14839	14809	99
OEE			61.39%

OEE marzo:

- Disponibilidad
  - Horas totales en que la máquina está encendida por mes.
    - Por día la máquina esta encendida un total de 22 horas, por 5 días a la semana y el mes de marzo tuvo un total de 20 días laborales.

El resultado da un total de: 440 horas en que la máquina debió estar funcionando.

- Horas totales cuando la máquina está encendida y no está produciendo.
  - Los tiempos de preparación, limpieza y cambio de moldes son un total de 61.07 minutos por turno.
  - También no se tuvo el material a tiempo y la producción paro por un total de 4 horas.

- Horas totales en los que la máquina esta sin funcionar por alguna falla.
  - La máquina presentó demoras por fallas en el mes de mayo en total de 1 hora en el mes.

El factor disponibilidad se calcula entonces:
Horas de funcionamiento – (Averías+ Esperas+ restricciones) /Horas de funcionamiento.

$$\frac{440-(44+5)}{440} = 0.89$$

- Rendimiento
  - Cantidad de producción planificada de huellas total por mes.
    - Si 6 prensadores tiene un máximo de 180 pares por día, son 6 prensadores y 20 días laborables en el mes de marzo.
      El resultado da un total de: 21,600 pares planificados en el mes de marzo.
  - Cantidad de producción real de huellas total por mes.
    - El total producido en el mes de marzo es de: 17992.

El factor de rendimiento se calcula entonces:

$$\frac{17046}{21600} = 0.79$$

- Calidad
    - Cantidad de huella devueltas por mal estado.
        - No se tiene el dato exacto de cuantas huellas falladas hay en el mes, ya que no se lleva un control de estas, preguntamos al ingeniero encargado, comenta que en promedio de 30 huellas al mes por fallas.

El factor de calidad se calcula entonces:

$$\frac{17016}{17046} = 0.99$$

Una vez calculado cada uno de los factores se colocan en el cuadro para calcular el OEE del mes de marzo:

Marzo			
Factor disponibilidad	Tiempo programado de producción	Tiempo de Funcionamiento	%
	440	391	89
Factor de rendimiento	Unidades que teóricamente se debió producir	Unidades reales producidas	%
	21600	17042	79
Factor calidad	Producción Real (Pares/mes)	Producción buena	%
	17046	17016	99
OEE			70%

OEE junio:

- Disponibilidad
    - Horas totales en que la máquina está encendida por mes.
        - Por día la máquina esta encendida un total de 22 horas, por 5 días a la semana y el mes de junio tuvo un total de 20 días laborales.

El resultado da un total de: 440 horas en que la máquina debió estar funcionando.

- Horas totales cuando la máquina está encendida y no está produciendo.
  - Los tiempos de preparación, limpieza y cambio de moldes al final del día equivalen a un total de 23.23 minutos por turno.
  - También no se tuvo el material a tiempo y la producción paro en total 2 veces al mes por 1 hora cada vez.

- Horas totales en los que la máquina esta sin funcionar por alguna falla.
  - No hubo demoras por fallos por equipos en el mes.

El factor disponibilidad se calcula entonces:
Horas de funcionamiento – (Averías+ Esperas+ restricciones) /Horas de funcionamiento.

$$\frac{440-(17+2)}{440} = 0.96$$

- Rendimiento
  - Cantidad de producción planificada de huellas total por mes.
    - Si 180 y 20 días laborables en el mes de junio.
      El resultado da un total de: 24,00 pares planificados en el mes de junio.
  - Cantidad de producción real de huellas total por mes.
    - El total producido en el mes de junio es de: 20643.

El factor de rendimiento se calcula entonces:

$$\frac{20643}{24000} = 0.86$$

- Calidad
  - Cantidad de huella devueltas por mal estado.
    - No se tiene el dato exacto de cuantas huellas falladas hay en el mes, ya que no se lleva un control de estas, preguntamos al ingeniero encargado, comenta que en promedio de 30 huellas al mes por fallas.

El factor de calidad se calcula entonces:

$$\frac{20613}{20643} = 0.99$$

Una vez calculado cada uno de los factores se colocan en el cuadro para calcular el OEE del mes de junio:

Junio			
Factor disponibilidad	Tiempo programado de producción	Tiempo de Funcionamiento	%
	440	421	96
Factor de rendimiento	Unidades que teóricamente se debió producir	Unidades reales producidas	%
	21600	20643	96
Factor calidad	Producción Real (Pares/mes)	Producción buena	%
	20643	20613	99
OEE			91%

OEE Julio:

- Disponibilidad
  - Horas totales en que la máquina está encendida por mes.
    - Por día la máquina esta encendida un total de 22 horas, por 5 días a la semana y el mes de julio tuvo un total de 22 días laborales.

El resultado da un total de: 484 horas en que la máquina debió estar funcionando.

- Horas totales cuando la máquina está encendida y no está produciendo.
  - Los tiempos de preparación, limpieza y cambio de moldes al final del día equivalen a un total de 23.23 minutos en total.
  - También no se tuvo el material a tiempo y la producción paro en total 3 veces al mes por 1 hora cada vez.

- Horas totales en los que la máquina esta sin funcionar por alguna falla.
  - No hubo demoras por fallos por equipos en el mes.

El factor disponibilidad se calcula entonces:
Horas de funcionamiento – (Averías+ Esperas+ restricciones) /Horas de funcionamiento.

$$\frac{484-(17+3)}{484} = 0.96$$

- Rendimiento
  - Cantidad de producción planificada de huellas total por mes.
    - Si 6 prensadores tiene un máximo de 180 pares por día, son 6 prensadores y 22 días laborables en el mes de abril.
      El resultado da un total de: 23,760 pares planificados en el mes de julio.
  - Cantidad de producción real de huellas total por mes.
    - El total producido en el mes de julio es de: 20494

El factor de rendimiento se calcula entonces:

$$\frac{20494}{23760} = 0.86$$

- Calidad
    - Cantidad de huella devueltas por mal estado.
        - No se tiene el dato exacto de cuantas huellas falladas hay en el mes, ya que no se lleva un control de estas, preguntamos al ingeniero encargado, comenta que en promedio de 30 huellas al mes por fallas.

El factor de calidad se calcula entonces:

$$\frac{17962}{17992} = 0.99$$

Una vez calculado cada uno de los factores se colocan en el cuadro para calcular el OEE del mes de julio:

Julio			
Factor disponibilidad	Tiempo programado de producción	Tiempo de Funcionamiento	%
	484	464	96
Factor de rendimiento	Unidades que teóricamente se debió producir	Unidades reales producidas	%
	23760	20494	86
Factor calidad	Producción Real (Pares/mes)	Producción buena	%
	20494	20464	99
OEE			83%

Anexo 8: carta de consentimiento informado.

Carta de Consentimiento Informado

Por medio de la presente manifiesto que se me informo de la realización de la investigación llamada "AUMENTO DE LA CAPACIDAD PRODUCTIVA DEL ÁREA DE PRENSA DE UNA EMPRESA DE CALZADO APLICANDO HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING", conducida por los alumnos, Carlo Andreê Vicuña Mühlig con DNI: 48493713 y a Alexander Fernando Zamora Naccha con DNI: 72913719, de la Universidad San Ignacio de Loyola.

Objetivos del Estudio:

Determinar en cuánto se podría aumentar la capacidad de producción de suelas en el área de prensa aplicando herramientas de lean manufacturing en una fábrica de calzado.

Determinar en cuánto se puede mejorar el proceso de producción de suelas en el área de prensa aplicando herramientas de lean manufacturing.

Determinar si una correcta distribución del área de prensa aplicando herramientas de ingenieria y lean manufacturing ayuda a mejorar la capacidad de producción.

Determinar en cuánto se podrían reducir los tiempos de Set Up del área de prensa aplicando herramientas de lean manufacturing.

Determinar en cuánto se podría reducir el costo de producción de suelas en el área de prensa aplicando herramientas de lean manufacturing.

Procedimiento:

La recolección de datos se realizará por medio de 4 métodos, una encuesta a los trabajadores del área, toma de tiempos y movimientos, un diagrama de actividades del proceso y un diagrama de recorrido.

Riesgos:

No se preveen riesgos en la participación del estudio.

Confidencialidad:

Se guardará la información recolectada. Si los resultados de este seguimiento son publicados, no se mostrará ninguna información que permita la identificación de las personas ni de la empresa que participará del estudio. Los archivos e información brindada no serán mostrados a ninguna persona ajena al estudio sin su consentimiento.

Uso de la información Obtenida:

La información de los resultados será usada para la investigación beneficiando al incremento de capacidad productiva del área de prensa aplicando Lean Manufacturing.

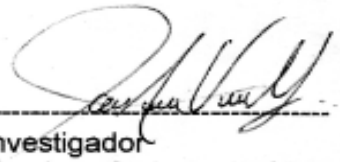
Derechos de la empresa:

Si la empresa decide participar en el estudio, puede retirarse de este en cualquier momento, o no participar del estudio sin perjuicio alguno. Si se tiene alguna duda adicional, por favor pregunte al personal de estudio, comunicarse con el Sr. Carlo

Andreê Vicuña Mühlig a su celular: 941 394 348 o correo: cv.muhlig@gmail.com o con el Sr. Alexander Fernando Zamora Naccha a su celular: 989 302 216 o correo: fernando.z1808@gmail.com/ azamora@idlcondor.com.pe.

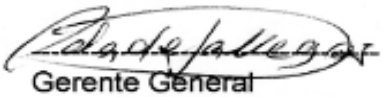
Consentimiento:

Se nos ha garantizado la confidencialidad de la información suministrada y autorizo la publicación de los resultados del estudio de la empresa Industrial Cóndor S.A.C a condición de que en todo momento se mantenga el secreto profesional y que no se publicará el nombre de la empresa ni de las personas participantes del estudio. Habiendo comprendido lo anterior y una vez que se me aclararon todas las dudas que surgieron con respecto al proyecto, brindo el consentimiento de realizar el estudio.



Investigador
Nombre: Carlo Andreê Vicuña Mühlig
DNI: 48493713
Fecha:14 de marzo 2018

Investigador
Nombre: Alexander Fernando Zamora Naccha
DNI:72913719
Fecha:14 de marzo 2018



Gerente General
Nombre: Ada López Rivera de Gallegos
DNI: 09152254
Fecha:14 de marzo 2018

Anexo 9: Capacitaciones de concientización 5´S.

INDUSTRIAL CONDOR S.A.C.

Charla de Inducción 5´S

Se deja constancia que los abajo firmantes asistieron a la actividad de inducción 5´S y declaran haber comprendido el contenido y alcance del tema desarrollado, comprometiendo la aplicación de los conocimientos, acciones y actitudes para optimizar la funcionabilidad del área.

Tema: 5´S – Seiri – Clasificación y Descarte

Fecha: 04 de mayo del 2018

OPERARIO	DNI	FIRMA
AROTINCO TORRES ALIPIO	40901562	
PEREZ LUNA AQUILINO	40113359	
VIGO SANCHEZ LUIS NICOLAS	19243292	
LANDEO ANTEZANA JOEL	46609273	
CACERES ANGELES ALEX OMAR	42693970	
OJEDA MENDOZA NEIVER	40411329	

INDUSTRIAL CONDOR S.A.C.
Alexander Zamora Naccha
COORDINADOR DE PRODUCCIÓN

INDUSTRIAL CONDOR S.A.C.

Charla de Inducción 5´S

Se deja constancia que los abajo firmantes asistieron a la actividad de inducción 5´S y declaran haber comprendido el contenido y alcance del tema desarrollado, comprometiendo la aplicación de los conocimientos, acciones y actitudes para optimizar la funcionabilidad del área.

Tema: 5´S – Seiton – Organizacion

Fecha: 11 de mayo del 2018

OPERARIO	DNI	FIRMA
AROTINCO TORRES ALIPIO	40901562	
PEREZ LUNA AQUILINO	40113359	
VIGO SANCHEZ LUIS NICOLAS	19243292	
LANDEO ANTEZANA JOEL	46609273	
CACERES ANGELES ALEX OMAR	42693970	
OJEDA MENDOZA NEIVER	40411329	

INDUSTRIAL CONDOR S.A.C.

Alexander Zamora Naccha
COORDINADOR DE PRODUCCIÓN

INDUSTRIAL CONDOR S.A.C.

Charla de Inducción 5´S

Se deja constancia que los abajo firmantes asistieron a la actividad de inducción 5´S y declaran haber comprendido el contenido y alcance del tema desarrollado, comprometiendo la aplicación de los conocimientos, acciones y actitudes para optimizar la funcionabilidad del área.

Tema: 5´S – Seiso – Limpieza

Fecha: 18 de mayo del 2018

OPERARIO	DNI	FIRMA
AROTINCO TORRES ALIPIO	40901562	
PEREZ LUNA AQUILINO	40113359	
VIGO SANCHEZ LUIS NICOLAS	19243292	
LANDEO ANTEZANA JOEL	46609273	
CACERES ANGELES ALEX OMAR	42693970	
OJEDA MENDOZA NEIVER	40411329	

INDUSTRIAL CONDOR S.A.C.
Alexander Zamora Naccha
COORDINADOR DE PRODUCCIÓN

INDUSTRIAL CONDOR S.A.C.

Charla de Inducción 5´S

Se deja constancia que los abajo firmantes asistieron a la actividad de inducción 5´S y declaran haber comprendido el contenido y alcance del tema desarrollado, comprometiendo la aplicación de los conocimientos, acciones y actitudes para optimizar la funcionabilidad del área.

Tema: 5´S – Seiketsu – Higiene y Visualización

Fecha: 25 de mayo del 2018

OPERARIO	DNI	FIRMA
AROTINCO TORRES ALIPIO	40901562	
PEREZ LUNA AQUILINO	40113359	
VIGO SANCHEZ LUIS NICOLAS	19243292	
LANDEO ANTEZANA JOEL	46609273	
CACERES ANGELES ALEX OMAR	42693970	
OJEDA MENDOZA NEIVER	40411329	

INDUSTRIAL CONDOR S.A.C.
Alexander Zamora Naccha
COORDINADOR DE PRODUCCIÓN

INDUSTRIAL CONDOR S.A.C.

Charla de Inducción 5´S

Se deja constancia que los abajo firmantes asistieron a la actividad de inducción 5´S y declaran haber comprendido el contenido y alcance del tema desarrollado, comprometiendo la aplicación de los conocimientos, acciones y actitudes para optimizar la funcionabilidad del área.

Tema: 5´S – Shitsuke – Disciplina y Compromiso

Fecha: 01 de junio del 2018

OPERARIO	DNI	FIRMA
AROTINCO TORRES ALIPIO	40901562	
PEREZ LUNA AQUILINO	40113359	
VIGO SANCHEZ LUIS NICOLAS	19243292	
LANDEO ANTEZANA JOEL	46609273	
CACERES ANGELES ALEX OMAR	42693970	
OJEDA MENDOZA NEIVER	40411329	

INDUSTRIAL CONDOR S.A.C.
Alexander Zamora Naccha
COORDINADOR DE PRODUCCIÓN

Anexo 10: Cuadros de producción mensual y diarios por áreas del año 2017.

Como se puede observar en la siguiente tabla de producción del 2017 de la empresa, todas las áreas fluctúan entre los 800 y 900 pares diarios, salvo algunas excepciones en las que producen por debajo de los 800 pares. También se puede observar que la única área que no pasa de los 700 pares es el área de prensa. Esto genera un efecto en la siguiente área que es la de suelas, si no fuera por la producción de inyección de chimpunes, el área de armado no se alimentaria con las suelas que se necesitan.

PRODUCCION INDUSTRIAL CONDOR S.A.C. 2017 MENSUAL

MES	CORTES	SERIGRAFIA	APARADO	PRENSA	SUELAS	INYECCION	ARMADO
ENERO	18128	17490	18678	17446	18040	0	18348
FEBRERO	17402	19008	15818	15444	18964	0	17688
MARZO	23298	18744	17622	16698	16060	0	19624
ABRIL	17644	15774	16654	15752	16346	0	16808
MAYO	19118	19602	17622	16456	17534	5720	19184
JUNIO	20240	17864	17248	16170	15906	6534	21274
JULIO	16962	16632	17952	17050	16126	8360	17974
AGOSTO	21406	21142	17578	15730	16148	6116	19734
SEPTIEMBRE	20284	18326	17380	14234	17072	4268	19492
OCTUBRE	19624	20086	18832	12452	16214	8624	16016
NOVIEMBRE	18612	16918	18766	14740	15840	2486	20152
DICIEMBRE	15202	16236	17270	13684	15334	264	14850

PRODUCCION INDUSTRIAL CONDOR S.A.C. 2017 DIARIO

MES	CORTES	SERIGRAFIA	APARADO	PRENSA	SUELAS	INYECCION	ARMADO
ENERO	824	795	849	793	820	0	834
FEBRERO	791	864	719	702	862	0	804
MARZO	1059	852	801	759	730	0	892
ABRIL	802	717	757	716	743	0	764
MAYO	869	891	801	748	797	260	872
JUNIO	920	812	784	735	723	297	967
JULIO	771	756	816	775	733	380	817
AGOSTO	973	961	799	715	734	278	897
SEPTIEMBRE	922	833	790	647	776	194	886
OCTUBRE	892	913	856	566	737	392	728
NOVIEMBRE	846	769	853	670	720	113	916
DICIEMBRE	691	738	785	622	697	12	675