



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Aplicación del modelo SMED en el proceso productivo de línea de extrusión  
para mejorar la productividad de la empresa INDECO, Lima-2018.

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTOR

Raul Leonardo Mucha Guerra

ASESOR

Mg: Marcial Rene Zúñiga Muños

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Gestión empresarial y productiva

LIMA –PERU

2018

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don: Raul Leonardo Mucha Guerra, cuyo título es: "Aplicación del modelo SMED en el proceso productivo de línea de extrusión para mejorar la productividad de la empresa INDECO, Lima-2018"

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 14(catorce).

San Juan de Lurigancho, 14 de diciembre del 2018



.....  
**Dr. Panta Salazar, Javier Francisco**  
**PRESIDENTE**



.....  
**Mg. Farfan Martínez, Roberto**  
**SECRETARIO**



.....  
**Mg. Zúñiga Muñoz, Marcial Rene**  
**VOCAL**

## Dedicatoria

A mis padres Abel Mucha y María Guerra,  
que son el principal motor y motivo para seguir  
adelante a mi madre un especial agradecimiento  
por mostrarme cuan resilientes debemos de ser  
en la vida, mi madre mi mayor orgullo gracias.

### Agradecimientos

A Dios ante todo por siempre ser una guía y apoyo en todo el plano espiritual, a la universidad a los profesores por brindarnos las herramientas para seguir luchando en la vida, a mi familia, colegas que de una u otra manera me apoyaron en la realización de este trabajo de tesis.

Declaratoria de autenticidad

Yo, Raul Leonardo Mucha Guerra con DNI N.º 80000575, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica. Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces. En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 20 de diciembre del 2018



---

Raul Leonardo Mucha Guerra  
DNI: 80000575

## Presentación

Señores miembros del Jurado: En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada “Aplicación del modelo SMED en el proceso productivo de línea de extrusión para mejorar la productividad de la empresa INDECO S.A Lima 2018”.

La misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Industrial.

La presente tesis se ha estructurado en siete capítulos, en el capítulo I, se presenta la introducción, los trabajos previos, teorías relacionadas al tema, la formulación del problema, justificación del estudio, hipótesis y objetivos; el capítulo II, contiene el diseño de la investigación, las variables y su operacionalización, población, muestra, las técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de datos, así como la validez y confiabilidad de los mismos, el método de análisis de datos y los aspectos éticos; en el capítulo III, se analizan los resultados así como se contrastan las hipótesis; en el capítulo IV, se muestra la discusión; luego en los capítulos V y VI, se describen las conclusiones y recomendaciones respectivamente; en el capítulo VII se presentan las referencias consultadas en la investigación; finalmente se muestran los anexos correspondientes.



---

Raul Leonardo Mucha Guerra  
DNI:80000575

## ÍNDICE

Página del jurado.....	i
Dedicatoria.....	ii
Declaratoria de autenticidad .....	iv
Presentación .....	v
Índice.....	vi
Lista de Ilustraciones.....	xii
Lista de Tablas .....	xiii
Lista de Gráficos.....	ix.
Resumen.....	10
Abstract.....	11
I INTRODUCCIÓN.....	12
1.1 Realidad problemática .....	13
1.1.2 A Nivel Mundial.....	14
1.1.3 A nivel nacional .....	15
1.1.4 A nivel local.....	16
1.2 Trabajos previos.....	21
1.2.1 Nacionales.....	21
1.2.2 Internacionales .....	23
1.3 Teorías relacionadas al tema.....	26
1.3.1 Definición Metodología SMED .....	26
1.3.2 Origen de Metodología SMED .....	27
1.3.3 Objetivos de la Metodología SMED.....	28
1.4 Variable Independiente SMED .....	28

1.4.1 Dimensión 1 .....	28
1.4.1.1 Tiempo de Operación de Cambio .....	28
1.4.1.2 Máquina de extrusión.....	28
1.4.1 Pasos para la aplicación del SMED .....	29
1.4.1.2 Diferenciar las operaciones internas de las externas.....	30
1.4.1.3 Transformar las operaciones internas en externas .....	31
1.4.1.4 Reducir las operaciones internas:.....	32
1.4.1.5 Reducir las operaciones externas .....	33
1.4.1.6 Estandarización del cambio .....	34
1.4.2 Dimensión 2 .....	35
1.4.2.1 Eficiencia Global de los Equipos OEE (Overall Equipment Effectiveness) .....	35
1.4.2.2 Disponibilidad:.....	36
1.4.2.3 Rendimiento:.....	37
1.4.2.4 Calidad: .....	37
1.5 Variable Dependiente.....	38
1.5.1 Productividad .....	38
1.5.2 Dimensión 1. Eficiencia.....	38
1.5.3 Dimensión 2. Eficacia.....	38
1.6 Medición de la productividad .....	41
1.7 formulación del problema.....	41
1.7.1 Problema general .....	41
1.7.2 Problemas específicos.....	41
1.8 Justificación .....	42
1.8.1 Justificación social.....	42
1.8.2 Justificación económica .....	43
1.8.3 Justificación ambiental.....	43
1.9 Hipótesis .....	43



1.9.1 Variable Independiente .....	43
1.9.2 Variable Dependiente.....	43
1.9.3 Hipótesis específicas .....	44
1.10 Objetivos .....	44
1.10.1 Objetivo general.....	44
1.10.2 Objetivos específicos .....	44
II MÉTODO.....	45
2.1 Diseño de la Investigación .....	45
2.1.1 Tipo de estudio: Aplicada .....	45
2.1.2 Nivel de investigación: .....	46
2.1.3 Enfoque: .....	46
2.1.4 Diseño: .....	46
2.2 Variables, Operacionalización .....	47
2.2.1 Variable Indirecta Técnica SMED.....	47
2.2.1.1 Dimensiones:.....	48
2.2.2 Variable: Productividad .....	48
2.2.2.1 Dimensiones de la Productividad.....	49
2.3 Población y Muestra .....	50
2.3.1. Población.....	50
2.3.2. Muestra: .....	50
2.3.3. Muestreo .....	50
2.4 Criterios de Selección .....	51
2.6. Validez del Instrumento.....	53
2.6.1. Confiabilidad del instrumento.....	54
2.7. Métodos de análisis de datos.....	54
2.8. Aspectos éticos.....	54
III RESULTADOS.....	55

3.1 Situación actual de la empresa.....	56
3.1.1 Generalidades de la empresa.....	56
3.2 plan integral de propuesta de mejora con la metodología Smed .....	65
3.2.1 Fase 1: Preliminar. ....	65
3.2.2 fase 2: ejecución.....	67
IV. DISCUSIÓN .....	108
V. CONCLUSIONES .....	111
VI. RECOMENDACIONES.....	113
VII. REFERENCIAS .....	116
Bibliografía .....	117
ANEXOS .....	121

## Lista de Ilustraciones

ILUSTRACIÓN 2 EMPRESA INDECO S.A LIMA -PERÚ .....	122
ILUSTRACIÓN 6 VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO MGST: ROBERTO CONDE. ....	135
ILUSTRACIÓN 7 VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DOCTOR: ROBERT CONTRERAS .....	135
ILUSTRACIÓN 8 VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO MGST: SANTOS ESPARZA .....	136

## Lista de Tables

TABLA 1. CAUSAS DE LA BAJA PRODUCTIVIDAD. ....	19
TABLA 2 FORMATO DE CONTROL DIARIO. SET UP. ....	19
TABLA 3 MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES. ....	49
TABLA 4 JUICIO DE EXPERTOS. ....	53
TABLA 5 ACTIVIDADES A REALIZAR EN MAQUINA EN EL PROCESO SET UP .....	70
TABLA 6 RESUMEN DE ACTIVIDADES ANTES DE LA MEJORA. ....	72
TABLA 7 D.A.P DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE PROCESO .....	73
TABLA 8 IDENTIFICACIÓN DE OPERACIONES INTERNAS Y EXTERNAS .....	74
TABLA 9 TIEMPO DE ACTIVIDADES POR OPERACIÓN ANTES DE LA MEJORA.....	75
TABLA 10 REDUCCIÓN DE OPERACIONES INTERNAS POR EXTERNAS 1 .....	76
TABLA 11 REDUCCIÓN DE OPERACIONES INTERNAS POR EXTERNAS 2-3 .....	76
TABLA 12 REDUCCIÓN DE OPERACIONES INTERNAS POR EXTERNAS 4-5-6. ....	76
TABLA 13 REDUCCIÓN DE OPERACIONES INTERNAS POR EXTERNAS 8 .....	77
TABLA 14 REDUCCIÓN DE OPERACIONES INTERNAS POR EXTERNAS 9-10 .....	77
TABLA 15 REDUCCIÓN DE OPERACIONES INTERNAS POR EXTERNAS 11-14 .....	77
TABLA 16 REDUCCIÓN DE OPERACIONES INTERNAS POR EXTERNAS 23-26 .....	78
TABLA 17 REDUCCIÓN DE OPERACIONES INTERNAS POR EXTERNAS 16-22 .....	78
TABLA 18 REDUCCIÓN DE OPERACIONES INTERNAS POR EXTERNAS 27.....	78
TABLA 19 REDUCCIÓN DE OPERACIONES INTERNAS POR EXTERNAS 29-34 .....	79
TABLA 20 REDUCCIÓN DE OPERACIONES INTERNAS POR EXTERNAS 28. ....	79
TABLA 21 REDUCCIÓN DE OPERACIONES INTERNAS POR EXTERNAS 30 .....	79
TABLA 22 REDUCCIÓN DE OPERACIONES INTERNAS POR EXTERNAS 31-33 .....	80
TABLA 23 REDUCCIÓN DE OPERACIONES INTERNAS POR EXTERNAS 36 .....	80
TABLA 24 REDUCCIÓN DE OPERACIONES INTERNAS POR EXTERNAS 37 .....	80

TABLA 25 COMPARACIÓN DE REDUCCIÓN DE TIEMPO.....	81
TABLA 26 RESUMEN DE ACTIVIDADES DESPUÉS DE LA MEJORA.....	82
TABLA 29 MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	126
TABLA 30 PRODUCCIÓN DE COBRE EN EL PERÚ.....	127
TABLA 31 PRODUCCIÓN DE COBRE POR EMPRESA 2017.....	127

## Lista de figuras

FIGURA 1. DIAGRAMA DE ISHIKAWA. ....	18
FIGURA 2 DIAGRAMA DE PARETO 80-20.....	20
FIGURA 3 IDENTIFICACIÓN DE OPERACIONES. ....	29
FIGURA 4 IDENTIFICACIÓN DE OPERACIONES INTERNAS Y EXTERNAS. ....	30
FIGURA 5 TRANSFORMACIÓN DE OPERACIONES.....	31
FIGURA 6 REDUCIR OPERACIONES INTERNAS.....	32
FIGURA 7. REDUCCIÓN DE OPERACIONES EXTERNAS.....	33
FIGURA 8. FASES DE REDUCCIÓN DE TIEMPO MÉTODO SMED. ....	34
FIGURA 9. DIAGRAMA EN BLOQUES DE LAS O.E.E OVERALL EFFECTIVENESS EQUIPMENT.....	36
FIGURA 10 CRONOMETRO DIGITAL TOMA DE TIEMPOS.....	52
FIGURA 11 CÁMARA FILMADORA GRABACIÓN DE ACTIVIDADES.....	53
FIGURA 12 ORGANIGRAMA DE MANTENIMIENTO. ....	58
FIGURA 13 DIAGRAMA DE OPERACIÓN DE PROCESOS. (D.O.P).....	60
FIGURA 14 MATERIA PRIMA COBRE DESNUDO. ....	61
FIGURA 15 COBRE TREFILADO EN CARRETES. ....	62
FIGURA 16 FORMADOR DE ENTORCHADO.....	62
FIGURA 17 MAQUINA BUNCHADORA.....	62
FIGURA 18 CHAQUETA DE CABLE ELÉCTRICO.....	63
FIGURA 19 FORRADO EXTERNO DE CABLE ELÉCTRICO.....	63
FIGURA 20 CONDUCTOR ELÉCTRICO ENROLLADO PARA PRUEBAS.....	64
FIGURA 21 EQUIPO NEUMÁTICO PARA AJUSTE DE PERNOS DE BRONCE.....	89
FIGURA 22 CARRO TRANSPORTADOR DE GUÍAS Y DADOS . ....	89
FIGURA 23 EQUIPO EXTRACTOR HIDRÁULICO.....	89
FIGURA 24 JUEGO DE LLAVES RACHELL PARA REDUCIR TIEMPO DE AJUSTE ESPACIO REDUCIDO.....	89
FIGURA 25 EQUIPO NEUMÁTICO PARA LIMPIEZA DE PARTES DE MATRIZ.....	89
FIGURA 26 MOTOREDUCTOR PARA MOVER EXTRUSORA EN FORMA ELÉCTRICA.....	89
FIGURA 29:FUENTE DIARIA <i>GESTIÓN</i> . ....	128
FIGURA 30:FUENTE DIARIA <i>GESTIÓN</i> . ....	128
FIGURA 31 INDICADOR SET UP MES DE JUNIO. ....	128
FIGURA 32 INDICADOR SET UP MES DE JULIO.....	128

## Resumen

La tesis presentada “Aplicación del modelo SMED en el proceso productivo de línea de extrusión, para mejorar la productividad de la empresa INDECO, Lima-2018”, tuvo como objetivo principal determinar como la aplicación del modelo SMED puede generar aumento de productividad en el área extrusión. la estructura se elaboró bajo un enfoque cuantitativo, con un diseño metodológico experimental de tipología cuasi experimental, por lo cual hubo manipulación de variable, en nuestro caso el modelo Smed (Variable independiente) y Productividad (Variable dependiente). La técnica empleada fue la observación, los formatos de cotejo y las fichas de toma de datos siendo el instrumento el formato de tiempos, la población se encuentra conformado por 8 máquinas de extrusión en el área de forrados de las cuales durante un periodo de 12 semanas que estiman un antes y un después.

En resumen, se llegó a la conclusión que la Implementación del modelo Smed mejora significativamente el proceso productivo en la empresa Indeco S.A 2018. La productividad se incrementó en un 28.35 %. en el cual se ve demostrado con una mayor disponibilidad, performance y calidad de la línea de producción, así como una mayor flexibilidad y respuesta ante cualquier pedido urgente o cambio de pedido a su vez también se ve reflejado en la reducción de tiempo al cambio de formato. Que finalmente lo veremos reflejado en una mayor rentabilidad económica para la empresa Indeco.

**Palabras claves:** Modelo SMED, productividad, eficiencia, eficacia, extrusión

## Abstract

The thesis presented "Application of the SMED model in the production process of extrusion line, to improve the productivity of the company INDECO, Lima-2018", had as main objective to determine how the application of the SMED model can generate increased productivity in the area extrusion. the structure was elaborated under a quantitative approach, with an experimental methodological design of quasi-experimental typology, for which there was variable manipulation, in our case the Smed (Independent Variable) and Productivity (Dependent Variable) model. The technique used was the observation, the collation formats and the data collection forms, the instrument being the time format, the population is made up of 8 extrusion machines in the area of liners of which during a period of 12 weeks who estimate a before and after.

In summary, it was concluded that the implementation of the Smed model significantly improves the production process in the company Indeco SA 2018. Productivity increased by 28.35%. in which it is demonstrated with greater availability, performance and quality of the production line, as well as greater flexibility and response to any urgent request or change of order in turn is also reflected in the reduction of time to change Format. That finally we will see reflected in a greater economic profitability for the company Indeco.

Keywords: SMED model, productivity, efficiency, efficiency, extrusion.

## I INTRODUCCIÓN

## 1.1 Realidad problemática

En la actualidad en nuestro mundo globalizado y la masiva expansión de todos los mercados altamente competitivos en la que nos encontramos , nos lleva hacia un desarrollo tanto a nivel social como empresarial, esto también afecta al desarrollo de grandes exigencias en las empresas, por lo cual tales se direccionan en la mejora de procesos, donde la reducción de los tiempos de preparación y minimizar los costos, así como un lado muy importante que es la calidad de sus productos son un punto común, de buscar aumentar la productividad. la cual sea base para ser competitivo en el mercado donde se desarrolle.

En el siglo XX, la aparición de nuevos inventos y aplicaciones basados en electricidad como fuente de energía originó la revolución de la electricidad; y más tarde la de la electrónica. El bienestar de las personas mejoraba gracias a la existencia del cable eléctrico, capaz de conducir energía producida en centrales eléctricas, hasta donde fuera necesario. Surgía así un potente sector económico, el energético.

(Montajes, 2016)

En la actualidad, las diversas empresas dedicadas al rubro de manufactura en relación a la fabricación de conductores eléctricos a nivel mundial dedican sus operaciones dirigidas al cambio constante y optimización de tiempos dado que representan una gran variable de reducción de preparación de una máquina para poder empezar su producción. Las empresas del rubro manufacturas pese a ser más industrializadas presentan casi siempre la misma problemática general donde se trata de preparación de máquinas o tiempos set up, cambio de matrices, cambio de productos y diámetros lo que comúnmente llamamos tiempos muertos. ver (grafico 1) anexos.

Una característica que comparten los empresarios de hoy en día y los profesionales del siglo pasado es que el mercado cada día exige mayor flexibilidad y capacidad de respuesta por parte de los productores de bienes y servicios. Esta tendencia a la flexibilidad, la optimización de tiempos y la contención o reducción de tiempos de producción no cesa de agudizarse con el tiempo y, así, cualquier estrategia que nos permita posicionarnos en el mercado internacional y producir más y mejor será más que ejecutada.



### 1.1.2 A Nivel Mundial.

El reporte Global Traking Framework 2015, desarrollado por iniciativa Sustentable Energy (SE4ALL) de la ONU indica que 1 mil 100 millones de personas, casi el 15 por ciento de la población global, no tiene acceso a la electricidad y cerca de tres millones de personas, 40 por ciento del mundo, dependen de uso tradicional de biomasa para cocinar. El 97 por ciento viven en zonas de desarrollo como África y Asia con 84 por ciento en zonas rurales. (Eléctrico., 2015)

En información con respecto al banco mundial el nivel de comportamiento de América latina y el caribe se encuentra en una buena situación de mucha importancia para poder tener una decisión. Puesto que las ganancias obtenidas por el gran aumento internacional de las materias primas en este caso se están agotando y es de mucha importancia desarrollar nuevas estrategias para poder desarrollar el sector productivo industrial.

Adicional, es vital analizar el comportamiento de la micro y pequeña empresa que según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe las Pymes constituyen el 99% del sector industrial y fomentan la mayor cantidad de empleos sin embargo su productividad es muy baja en comparación con las grandes organizaciones. Para superar esta brecha la CEPAL indica que debemos potenciar las cadenas productivas con empresas de diferente tamaño y en especial a las PYMES. De esta forma podemos observar como la economía a nivel de la región tiene una gran importancia y relación con el desarrollo de la productividad del sector manufactura; de otra forma, los índices de crecimiento para el año 2018 son acertadas y es objetivo de las empresas estar preparadas para poder iniciar y atender de manera adecuada los requerimientos que originen estas proyecciones a nivel mundial de manera positiva.

Dentro de lo que podemos observar tenemos aún un mercado bastante amplio para poder abastecer de conductores eléctricos, donde podemos abarcar nuestra producción la demanda de llevar electricidad a partes donde no cuentan con este beneficio llevan a las empresas a ser más productivas y competitivas.

Las industrias de manufactura de cables eléctricos a nivel mundial se puede ver que existen diferente tipos de línea de producción con el objeto de fabricar los múltiples productos que llegan para la satisfacción del cliente que a su vez deben estar dentro de los márgenes de calidad que son solicitados por el consumidor ,es por ello que todas la empresas buscan ser mucho más competitivos y aumentar su productividad, es por ello que se busca de una manera adecuada la utilización de métodos de aplicación para poder adecuar su producción

de acuerdo a lo solicitado por el mercado, sabemos que es un mercado cambiante y por ello se necesita estar continuamente innovando.

### 1.1.3 A nivel nacional

las empresas para la realización de diferentes productos en sus líneas de manufactura para tener detenido el menor tiempo posible su equipo, realizan la aplicación de nuevas metodologías esto da la posibilidad de hacer diferentes productos en una misma máquina o línea de acondicionamiento minimizando los tiempos de parada. Se necesita acortar los tiempos de preparación de sus líneas de producción para lograr tener una empresa flexible que compita en el nuevo mercado global, donde la competencia con un producto similar es muy alta. La Planta al ser flexible, podrá en el mismo tiempo, hacer lotes más pequeños, aumentar la producción y reducir los inventarios.

En nuestro país muy a pesar de ser la minería el principal eje económico vemos que la materia prima para manejar nuestra producción esta designada hacia la producción de cobre en el Perú es así que según los indicadores manifiestan. La producción de cobre del Perú alcanzaría 2.5 millones de toneladas métricas <sup>TM</sup> finas en el 2017 (+8%). Este incremento sería provocado, principalmente, por la mayor producción de Minera Las Bambas y Sociedad Minera Cerro Verde, al ser el primer año completo en el que sus proyectos estarían operando a plena capacidad. # Según el reporte al cuarto trimestre del 2016 de MMG Limite, Las Bambas (Cusco) estima producir entre 420 mil y 460 mil TM de cobre en el 2017, participando con el 18% de la producción nacional de cobre. (Gestión, 2017) .

Dentro de uno de los principales problemas que afronta el mercado nacional es el ingreso de productos de procedencia extranjera que no cumplen con la normativa técnica peruana en lo que es las dimensiones y tipo de material al que se refiere lo que incluye afrontar problemas de seguridad al momento de uso de los conductores eléctricos. Dentro del contexto principal debemos ser muy cuidadosos al momento de la fabricación puesto que al tener un mercado cambiante tanto en gusto como en tecnología debemos estar al límite de la innovación para poder tener un cliente fidedigno y por lo cual nos posibilita mantenernos en el mercado estableciendo la marca Indeco.

ver figura (2) anexos producción local de cobre en el Perú.

#### 1.1.4 A nivel local.

El punto en donde enfocaremos nuestra realidad problemática en nuestro ámbito local será las líneas de extrusión de una empresa de manufactura INDECOS.A dedicada a la fabricación de cables eléctricos puesto que en esta parte de la máquina llamada cabezal de una línea de extrusión se encuentra nuestra deficiencia en ella observamos demasiados tiempos en el cambio de un producto a otro los retrasos están dado en el tiempo de factores internos ,el cambio de producto ,el cambio de color o cambio de diámetro están dejando como consecuencia tiempos muertos elevados ,los set up elevados nos ocasionan demoras en la entrega de los pedidos y perder a clientes potenciales .

El punto adicional también lo dan el área de producción y los directivos ya que siempre su deseo es trabajar de la manera tradicional y no en el nuevo enfoque de cambio .se crea un ambiente donde a los trabajadores los lleva a una etapa desgastante donde provocan excesivos gastos de materia prima, mano de obra e inventarios. Para poder realizar la implementación del SMED también se debe hacer el uso de otra nueva metodología y de manera paralela llamada” 5 s, Poka Yoque para que nos ´permita una buena organización y estructuración del sistema.

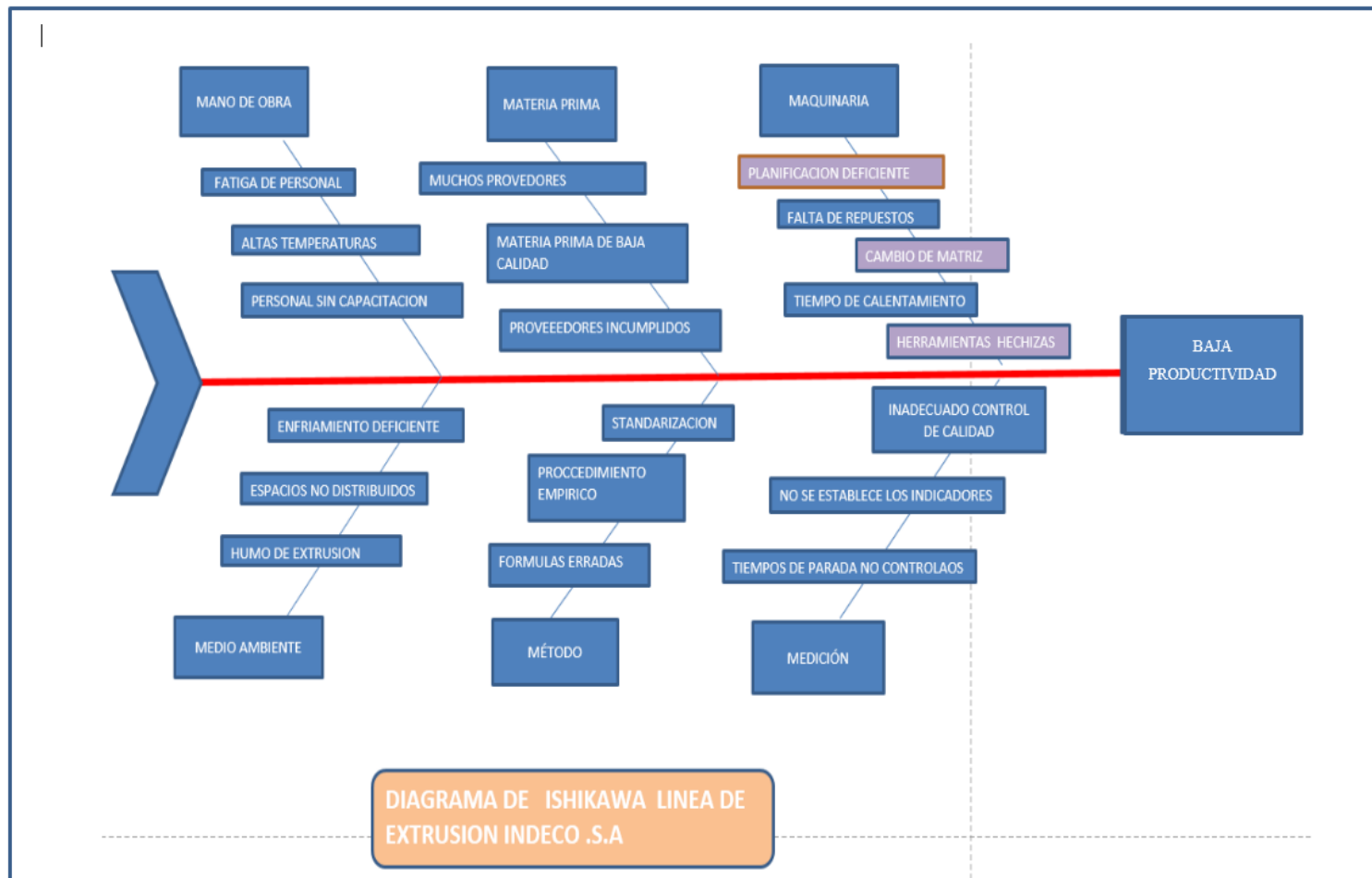
Tal como lo explica el doctor El Sr. Shingo ha demostrado que las preparaciones de máquinas, que previamente necesitaban días, pueden hacerse en unos pocos minutos; los plazos de fabricación de un mes pueden reducirse hasta menos de una semana; los inventarios de trabajo en curso pueden reducirse en 90 %. «No puede hacerse» es una frase que ya no tiene aplicación. Pensaba que los cambios de útiles, las preparaciones de máquinas, eran solamente un aspecto menor del proceso de fabricación. Pero, ahora, estoy convencido de que reducir los tiempos de preparación es la clave para reducir los cuellos de botella, reducir los costes, y mejorar la calidad de los productos. Las preparaciones y cambios de útiles son, desde esta perspectiva, el elemento más crítico del proceso. Aún hoy mucha gente piensa que su fábrica en particular es «diferente», y que los principios de Shingo no se le aplican. (SHINGO S. , 1993)

En nuestro caso al realizar la aplicación de esta metodología Smed podremos realizar las paradas programadas en el menor tiempo posible, podremos estandarizar tiempos de cambios de herramientas o tomar acciones correctivas que conlleven a incrementar la productividad de la línea de extrusión. cabe resaltar que al ser un área que se encuentra en constante movimiento necesitamos disminuir nuestros tiempos de parada para poder mejorar nuestra productividad poder transformarlo en rentabilidad.

The word productivity first time appeared in literature in 1766. According to Sumanth (1990, p. 01), “the term productivity was probably first time used by French mathematician in an article in 1766. In 1883, another French man, Littre, defined productivity as the faculty to produce”. Many organizations have defined productivity in different ways. Hereinafter, diverse meanings of productivity coined by different people and organizations in different periods will be presented. Sumanth (1990, p. 04) has given a list of nine different organizations and people who have given definition of productivity. A list of different meanings has been prepared with the help of definitions proposed by (Sumanth David, 1994)

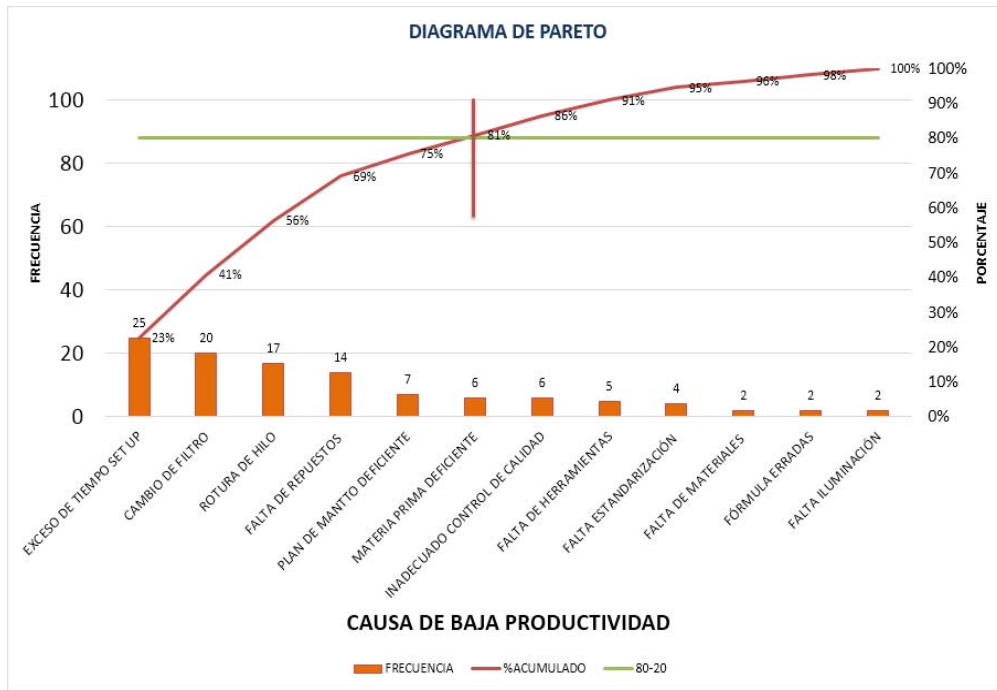
has added some other dimensions in the concept of productivity. This looks a more comprehensive statement when compared to all those mentioned above. Daniels (1997, p. 52) has indicated another avenue of productivity in the following words, “the approach and attitude to productivity improvement is much more important than the type or nature of any techniques”. (Prokopenko, 1989)

Figura 1. Diagrama de Ishikawa.





**Figura 1 Diagrama de Pareto 80-20**



**Interpretación** en estos resultados, la mayor fuente de quejas es exceso de tiempo set up. la gráfica muestra 25 quejas sobre preparación de máquina, que representa 23% de todas las quejas. en estos resultados, 75% de todas las causas proviene de las 5 primeras categorías, en la cual definimos que el exceso de tiempo en los arranques de línea, cambio de filtro, rotura de hilo, falta de repuestos y una falta de mantenimiento representan aproximadamente el mayor porcentaje de causas más frecuentes de la baja productividad, ya que en la actualidad la línea de extrusión se estima aproximadamente un turno de 8 horas en poder iniciar el arranque de línea, en conclusión.

## 1.2 Trabajos previos

### 1.2.1 Nacionales

**DIAZ (2016)** en su tesis “Aplicación de la técnica SMED para mejorar la productividad en el área de torno de la empresa Sergo industrial S.A Lima 2016” Universidad Cesar Vallejo Lima-Perú cuyo objetivo fue determinar de qué manera la aplicación de la técnica Smed mejoro la productividad en el área de torno de la empresa Sergo industrial, en donde se desarrolló un tipo de investigación aplicada con un enfoque cuantitativo y su diseño de investigación cuasi experimental, así mismo el autor concluye que la aplicación de la técnica Smed mejora la productividad, ya que al realizar el análisis para la hipótesis general se obtuvo que la productividad en el área de torno durante el pre test fue de 0.64 y después de la aplicación de la técnica Smed el análisis para la productividad durante el post test fue de 0.86 el cual se obtiene una mejora de 34.37%. Finalmente concluyo que la técnica SMED mejoro la productividad en 21.5%, así mismo mejoro la eficacia en 12.30% y finalmente para la eficiencia mejoro en 13.10%, esto quiere decir que la variable independiente mejora la variable dependiente y también a sus dos dimensiones.

**GOMEZ (2017)** en su tesis “Aplicación del SMED para incrementar la productividad en la línea de producción de los enchufes planos tropicalizados”. en el cual manifiesta que su objetivo fue Determinar de qué manera la Aplicación del SMED incrementa la productividad en la línea de producción de los Enchufes planos tropicalizados en la empresa Corporación Visión SAC. Universidad Cesar Vallejo Lima Perú el autor desarrollo el tipo de investigación aplicada con un nivel descriptivo su enfoque cuantitativo con un diseño cuasiexperimental, En la presentación de la tesis se plantea realizar la mejora de los valores en índices de productividad que se da en la línea de producción de enchufes tropicalizados aplicando la herramienta Lean Manufacturing SMED el nivel de eficiencia de los equipos con las que dispone la empresa y al no ser fiables nos lleva a la aplicación de la método dentro de las cuales se encuentra el Smed y como indicador de medida utilizan las (OEE). Overall Equipment Effectiveness. finalmente, al tener un resultado se llega a la conclusión que el 2016 los productos fabricados tenían un promedio de 59% lográndose alcanzar un nuevo promedio de 84%de eficiencia dadas en las evaluaciones s de pre test y post test que fueron los datos del 2017.



**HUERTA (2017)** en su tesis "Análisis y propuesta de mejora en la productividad de una línea de envasado utilizando la metodología SMED". Ingeniero Industrial Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima -Perú en el cual, para su objetivo elabora una propuesta análisis de mejora con relación a la productividad, realizando de una manera adecuada la utilización de método SMED, desarrollo un tipo de investigación aplicada con un nivel descriptivo y un diseño cuasiexperimental, a su vez se llega a la conclusión que la empresa de envases de desodorantes y por tener un alto nivel de demanda de estos productos hacia el mercado ha incrementado considerablemente su producción siendo de vital importancia abastecer la demanda de los grandes clientes es por este motivo que la empresa necesita aumentar su productividad y disminuir sus tiempos de preparación, set up, entre sus principales pasos para poder conseguir el cambio de formato de manera eficiente es lograr aplicar los 4 pasos de SMED, luego de manera sistemática lograr estandarizar los procesos para poder mantenerlos y lograr el compromiso de todos los trabajadores de la empresa. en conclusión se logra obtener buenos resultados mediante el proceso de fabricación en las cuales manifiesta que se redujo el tiempo de cambio de formato de 9.12 minutos por lote que en su totalidad representa 41.09 horas al año, obteniendo un 25% de tiempo total desperdiciado en el área la cual se transformó en productividad.

**RIVERA (2017)** en su tesis, aplicación del método SMED para incrementar la productividad en la línea de envases de hojalata en la empresa Nestlé del Perú s.a., Lima-Perú Universidad Cesar Vallejo Ingeniero Industrial en el cual su objetivo fue determinar de qué manera la aplicación del método SMED aumento la productividad de la línea de hojalatas de la empresa Nestlé Perú para lo cual desarrollo un tipo de investigación aplicada de nivel explicativo y bajo un enfoque cuantitativo. De igual manera el autor concluyo: que la productividad de la línea de hojalata se incrementó por medio de la metodología SMED de un 13.8% a 50.1% y a su vez en su objetivo específico donde figuran la eficiencia y eficacia se logró incrementar de 36.9% a 73.3% de eficiencia y de 34.4% a 68.3 % de eficacia respectivamente.

**PALACIOS (2017)** en su tesis Aplicación de la técnica SMED para mejorar la productividad del área de etiquetado de la empresa Industria Alimentarias SAC. Ingeniero Industrial Universidad Cesar Vallejo. Lima-Perú. En el cual manifiesta que su objetivo fue Determinar como la aplicación la técnica SMED mejora la productividad del área de etiquetado proponiendo mejoras para la solución y poder aplicarla para poder reducir los tiempos de cambio de formato. A su vez realiza un tipo de investigación aplicada de nivel explicativo de enfoque cuantitativo y diseño experimental cuasi experimental donde manipula la variable independiente para ver los efectos que crea en la variable dependiente. En conclusión se logra al realizar la implementación del SMED en el área de etiquetado, que por medio de esta metodología se logra reducir considerablemente los tiempos de preparación de etiquetado, considerando que en su primer momento la productividad fue de 0.67 y después de la aplicación del SMED la productividad está alcanzando el 0.95 en lo que define que hay un incremento notable, también se nota que a través de su eficiencia logran aumentar su eficiencia en un 20% esto es directamente proporcional a su eficacia que también tiene un incremento de 20%. Hay que resaltar que la implementación de la metodología necesita el compromiso de todas las áreas desde la gerencia hasta el personal operativo para poder obtener los resultados esperados .

### 1.2.2 Internacionales

**ALARCÓN (2014)** en su tesis Implementación de OEE y SMED como herramientas de lean manufacturing en una empresa del sector plástico. Ingeniero Industrial Universidad de Guayaquil. Ecuador. en el cual nos manifiesta que su objetivo es: aumentar por medio de las herramientas de Lean Manufacturing los indicadores en los procesos de producción que permitan incrementar la productividad en Planta. El tipo de investigación es descriptiva y el diseño de investigación desde el punto de vista del investigador es no experimental con mediciones de las variables como estudio longitudinal este tipo de investigación es sistemática y empírica y no se manipula las variables de forma intencionada. En conclusión, se obtuvieron los siguientes resultados. El OEE calculando el rendimiento anterior al uso de SMED como herramienta para cambio rápido arrojaba un valor de 28%, realizando todas las actividades de análisis y mejora dentro del trabajo de calibración de molde se consigue un incremento hasta llegar al 61.08%, teniendo 33.08% de incremento en la productividad.

**GARCIA (2014)** Implementación de la metodología SMED para la reducción de tiempos de alistamiento y limpieza en las líneas de producción 921-1, 921-2 y 921-3 de una

planta en la ciudad de Cali. Ingeniero Industrial Universidad San Buenaventura Colombia. El cual manifiesta como objetivo: implementar la metodología SMED con el fin de disminuir los tiempos de alistamiento y limpieza en las líneas de producción para poder aumentar su productividad de la empresa Genfar S.A. Desarrollo un tipo de investigación descriptiva y el método de investigación deductiva con el que inicia a través de una hipótesis acerca de los tiempos de cambio dentro de la producción para pasar al análisis detallado del proceso y tener un plan basado en la metodología SMED y poder reducir los cambios de formato. Como tema de conclusión Se parte de un análisis previo de los tiempos actuales para determinar las causas de las pérdidas de tiempo para posteriormente diseñar las acciones correctivas necesarias. Luego se definieron tanto el equipo de trabajo como el plan de acción a implementar con sus actividades correctamente definidas y los responsables de cada una de ellas. entre la mejora obtenida se dio de un valor de productividad de 34.5% a 68.0% siendo muy bien definida la efectividad en un 33.5% de mejora.

**VERA (2014)** en su tesis Implementación de las técnicas SMED en el montaje de matrices en el área de metalistería de la planta Mabe Ecuador. Ingeniero Industrial Universidad de Guayaquil. Ecuador. En donde manifiesta que su objetivo es determinar por medio de las herramientas de lean manufacturing SMED y de sus indicadores en los procesos de producción que lograran aumentar la productividad en planta y reducir el tiempo de cambio de matrices en las prensas hidráulica. A su vez mediante el tipo de investigación a usar es de tipo exploratoria descriptiva. Es donde se realiza un estudio que se efectúa sobre un tema un objeto desconocido o poco estudiado, por lo que sus resultados construyen una visión aproximada de dicho objeto, es decir, un nivel superior de conocimiento”.

Nivel de investigación: Descriptiva se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto. como definición y resultado es plantear una solución en un área de montaje de matrices designada para la fabricación de base de cocinas, el uso de la metodología de mejora continua que va conjuntamente con el JIT será utilizada paralelamente con el sistema SMED esta herramienta será de gran ayuda para encontrar el cuello de botella, la demora en los tiempos de preparación y minimizar los desperdicios.

**LASCANO (2014)** en su tesis Aumento de la productividad en el proceso de cambio de formato utilizando SMED para el caso de envasado de cerveza. Ingeniero Industrial Universidad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias Quito-Ecuador el cual definió como

objetivo primordial Aumentar la producción y optimizar tiempos durante los cambios de formato en la línea de envasado de cerveza aplicando el método SMED donde el autor a su vez realizo un tipo de investigación aplicada de nivel de investigación explicativo, enfoque cuantitativo, y de diseño cuasiexperimental es así que al mismo tiempo se llegó a la conclusión que el proyecto tiene como finalidad aumentar la productividad de una línea de envasado de cerveza manteniendo como principal indicador la (OEE) esto se logrará disminuyendo los tiempos de paro e incrementando los índices de disponibilidad de máquina para producir. El 50%de actividades se puede convertir en actividades internas en externas, así como el cambio inicial es de 2 horas 20 min se redujo a 1 hora 20 min lo cual es notable, se verifica un aumento de la OEE y que a su vez esto se convertirá en producción

**GOMEZ (2013)** en su tesis Disminución de los tiempos de setup de las comprimidoras exprés utilizando el sistema SMED bajo las normas GMP. título Ingeniero Industrial Universidad Austral de Chile. Valdivia-Chile. en donde propone que su principal objetivo que desarrollo fueron las estrategias para disminuir los tiempos de Setup de las Comprimidoras Express, bajo las normas GMP en el área de Fabricación de Maver S.A, utilizando metodología SMED. Donde para lograr su objetivo han implementado un curso informativo para la jefatura y operarios, en el análisis de método se usó el tipo de investigación aplicada con un nivel de investigación descriptivo explicativo y el diseño cuasiexperimental La empresa Maver S.A han realizado un nuevo sistema de trabajos para el área de solidos es decir que en esa área se comprimen a esta parte de la maquina se realizara la implantación de sistema Smed la cual traduce en una disminución de cabios de formato y a su vez la limpieza de las maquinas comprimidoras .en conclusión se lleo a determinar que el modo de operar del Piloto A y Piloto B a través de diagramas de trabajo y capacitaciones con el fin de lograr disminuir los tiempos de Setup en un principio en un 50%. Para las condiciones ensayadas por el “Piloto B” con tres operarios, en la tabletea Express 25, se obtuvo un cambio de Setup que incluye limpieza radical de equipos y de sala de un tiempo total de 3.5 horas, lo que comparado con el tiempo actual de trabajo correspondió a una reducción del 80 %.

### 1.3 Teorías relacionadas al tema

#### 1.3.1 Definición Metodología SMED

En el año 1969, el Dr. Shigeo Shingo, quien es considerado el padre de método SMED, inserto sus teorías al poder reducir el tiempo de cambio de formato de una prensa hidráulica de 1000 toneladas de 4 horas a solo 3 minutos, de ahí inicio la expresión actual de “menos de 10 minutos”. aunque en el SMED se defina y se hable de minimizar tiempos de preparación de línea o cambio de formato en menos de 10 minutos, no siempre ocurre ya que es bastante con reducir tiempos considerables.

Tratar de aumentar el ritmo de trabajo o adiestramiento de los operarios manteniendo al mismo tiempo la desorganización, no es en absoluto el camino correcto. La única solución eficaz es seguir una rigurosa metodología que analice con detalle todos los aspectos implicados en el cambio de serie y que, además lo simplifique y lo organice. (Garcia A. , 1998)

Esta herramienta conocida como el sistema SMED por sus siglas en inglés SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE (Cambio de herramientas en menos de diez minutos), por medio de su creador el Sr. Shigeo Shingo de nacionalidad japonesa, plantea la posibilidad de que se puede diseñar un sistema de producción que inherentemente sea capaz de responder a los cambios, reducir los plazos de fabricación y el inventario de trabajo en curso (PARADA, 2003)

El método de la empresa será usado en una empresa de conductores eléctricos en la línea de extrusión El Sistema SMED hace posible responder rápidamente a las fluctuaciones de la demanda, y crea las condiciones necesarias para las reducciones de los plazos de fabricación. Hay que tener en consideración que la producción flexible solamente es accesible a través de la optimización de los tiempos. por todo ello SMED fue desarrollado para mejorar las preparaciones y montajes de producción de todo tipo de máquinas y herramientas (SHINGO S. , 1993)

Según (Rajadell y Sanchez, 2010), originalmente single minute Exchange of die, significa que el número de minutos de tiempo de preparación tiene un solo dígito, o sea, es menor a 10 minutos. En el presente, en muchos casos, el tiempo de preparación se ha reducido a menos de un minuto. La necesidad de llegar a un tiempo menor proviene de que, reduciendo los tiempos de preparación, se podría minimizar el tamaño de los lotes y por consecuente reducir los stocks para laborar en series muy cortas de productos.

Luego (Rajadell y Sanchez, 2010), nos dicen que la minimización de las existencias, la producción dirigida a los pedidos de encargo, y una rápida adaptación a las variaciones de la demanda, son las situaciones de las ventajas más importantes de un tiempo de preparación menor a 10 minutos. Para poder conseguir nuestro objetivo es necesario aplicar sistemas de cambio de serie rápidos y el SMED se atribuye en una herramienta muy útil. En las empresas del oriente, la reducción de tiempo de preparación no la propone el personal de organización científica del trabajo, sino los propios trabajadores, reunidos en pequeños grupos de trabajo. La aplicación de esta técnica exige la consideración de tres ideas fundamentales:

-Siempre es posible reducir los tiempos de cambio de serie hasta casi eliminarlos completamente. No es solo un problema técnico, sino también de organización. Solo con la aplicación de un método riguroso se obtienen los máximos resultados a menor costo

### 1.3.2 Origen de Metodología SMED

El tiempo de preparación rápido es una mejora innovadora aportada por los japoneses en la organización científica del trabajo. Efectivamente, el sistema SMED, según su creador Shigeo Shingo, tiene sus orígenes en ciertos trabajos que le fueron 23 encargados, en 1950, en la fábrica Toyo de Mazda. Sin embargo, se desarrolló completamente alrededor de los años setenta del siglo pasado cuando realizaba trabajos para Toyota y ésta adoptó, promovida por los propios operarios, el sistema SMED como uno de los pilares básicos de su modo de fabricación. Las técnicas SMED requieren un cambio de actitud, un método de mejora continua, de forma que cualquier empresa que las adopte debe realizar esfuerzos para conseguir tiempos de preparación cada vez más cortos (Rajadell y Sanchez, 2010).

### 1.3.3 Objetivos de la Metodología SMED

La técnica SMED (Single Minute Exchange of die) o cambio rápido de herramienta, tienen por objetivo la reducción del tiempo de cambio (setup). El tiempo de cambio se define como el tiempo entre la última pieza producida de producto —A‖ y la primera pieza producida del producto —B‖, que cumple con las especificaciones dadas. El logro de un menor tiempo de cambio y el correspondiente aumento de la moral permiten a los operarios afrontar retos similares en otros campos de la planta, lo cual constituye una importante ventaja de carácter secundario del SMED (Rajadell y Sanchez, 2010).

## 1.4 Variable Independiente SMED

### 1.4.1 Dimensión 1

#### 1.4.1.1 Tiempo de Operación de Cambio

Según (Socconini, 2014) “El tiempo de cambio viene a ser el tiempo que transcurre desde la salida de la última pieza en buenas condiciones que pertenece a un lote anterior, hasta que sale la primera pieza optima de un siguiente lote después de haber realizado el cambio” (p. 211). para nuestro presente estudio utilizaremos el tiempo de cambio de carrete, es decir desde el ultimo carrete bueno de conductor eléctrico hasta el inicio del nuevo carrete óptimo de carrete de conductor eléctrico. Además, (Rajadell y Sanchez, 2010) nos menciona que hay diversos conceptos que afectaran el tiempo de cambio, entre ellos está el que emplearemos nosotros es decir el de cambiar las matrices de una máquina de extrusión (p. 125).

Según (Rajadell y Sanchez, 2010), “Hay que identificar las tareas o actividades de preparación que se realizan en un cambio, diferenciado entre operaciones internas, operaciones que deben realizarse mientras la máquina esta parada y operaciones externas con las máquinas en marcha” (p.129) el autor nos hace referencia que hay que separar las operaciones tanto externas como internas para poder definir posteriormente una buena estandarización.

Los principales puntos donde se aplicará el SMED están dadas por:

#### 1.4.1.2 Máquina de extrusión

La extrusión de plástico es un proceso industrial que utiliza maquinas extrusoras para procesar las materias primas y de reciclaje. El flujo continuo del material, la presión, temperatura y empuje permiten hacer pasar el material fundido por medio de un molde para darle la forma deseada. La materia prima que se encuentra en forma de gránulos para a través de un embudo que abastece constantemente al cilindro o "cañón" calentado en cuyo interior se encuentra un husillo que empuja el material a lo largo del cilindro y a la vez genera presión y aumenta la temperatura aún más para fundir y homogenizar la materia prima. (omnitemático, 2011)

En nuestra implementación del modelo SMED usaremos una máquina de extrusión de plástico, el cual nos centraremos en el cambio de matriz y reducir los tiempos de operación de cambio la máquina de extrusión sirve para realizar el forrado de un alambre de cobre

desnudo y de esa forma brindarle la protección necesaria para poder usarlo como conductor eléctrico.

#### 1.4.1 Pasos para la aplicación del SMED

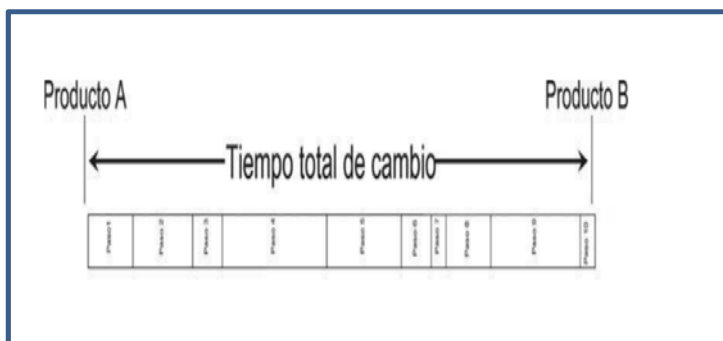
Por tal podemos definir a SMED como un sistema que va en la reducción de los tiempos de cambio, cuyas ventajas son:

- Aumentar las tasas de producción de sus máquinas.
- Reducir el tamaño de lotes y el nivel de existencias, así como el plazo de fabricación.
- Mayor facilidad para realizar el programa de producción, permitiendo contar con horizontes de planificación más cortos. Con esto podemos indicar que con los respectivos cambios rápidos se puede aumentar la capacidad actual de la máquina, si las máquinas se encuentran en su máxima capacidad una de las opciones sin necesidad de comprar otra máquina es reducir su tiempo de cambio y preparación.

Descripción de los pasos para reducir los tiempos de cambio:

##### 1.4.1.1 Identificar las operaciones en que se divide el cambio de modelo

Según (Rajadell y Sanchez, 2010), “Consiste en detallar todas las tareas de un cambio y cronometrar todas y cada una de las secuencias, apuntando el tiempo, los metros recorridos” (p.128).



**Figura 2 Identificación de operaciones.**

Interpretación: la figura 3 nos indica el tiempo total de cambio entre el producto a y el producto b en cual define como una serie de pasos a seguir, el tiempo no está definido y solo se establece en pasos a seguir





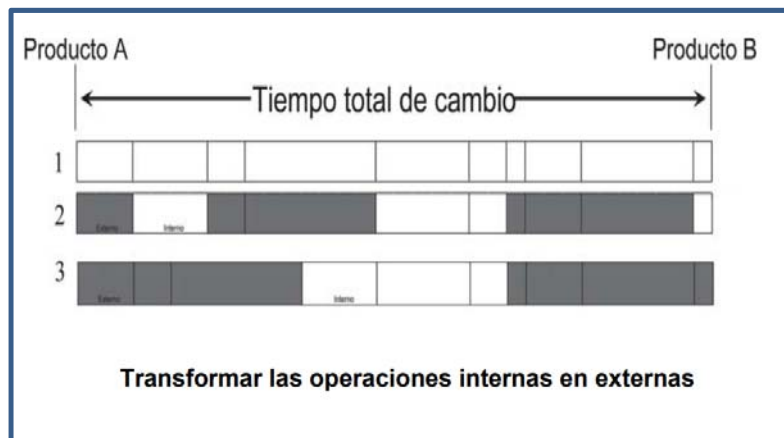


Figura 4 transformación de operaciones.

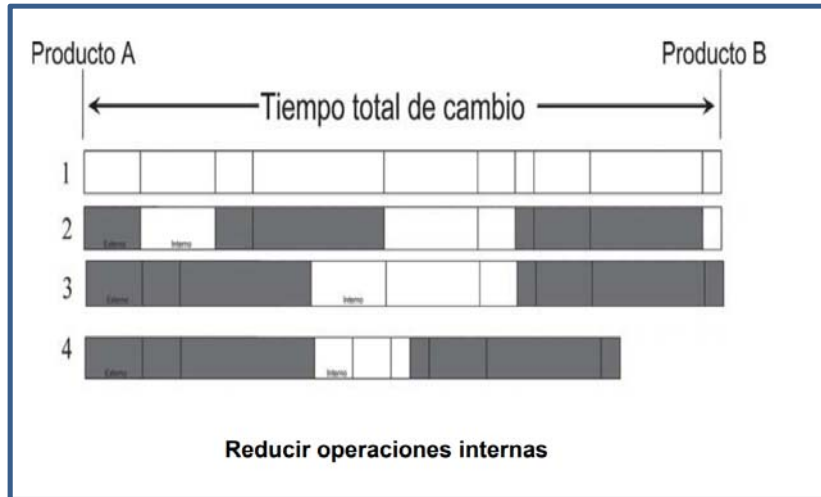
Interpretación: En la figura 5 se observa en los cuadros la manera como transformar las operaciones interna máquina detenida a las operaciones externas maquina trabajando.

#### 1.4.1.4 Reducir las operaciones internas:

Según (Rajadell y Sanchez, 2010), “Consiste en que la operación interna se consigue mediante las siguientes acciones:

- Utilizar cambios rápidos para los componentes y soportes
- Eliminar herramientas utilizadas
- Utilizar códigos de colores
- Establecer posiciones prefijadas de utillaje a la hora de cambiar
- Eliminar ajustes mediante la estandarización (p.131)

” Según Francisco Madariaga (2013) indica, “Para reducir las operaciones internas actuaremos sobre los ajustes, los elementos de fijación, los desplazamientos del operario y el trabajo en paralelo” (pag.143).

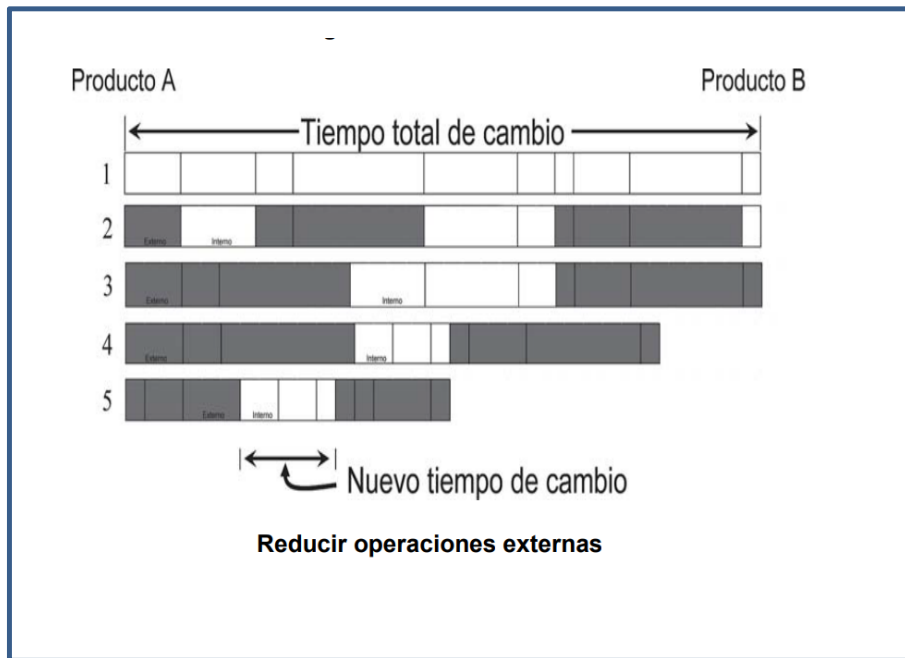


**Figura 5 Reducir operaciones internas**

Interpretación: Se define que mediante las acciones estandarizadas se puede reducir las operaciones internas y que podrán ser realizadas en las operaciones externas es decir cuando la maquina se encuentre trabajando, es resultante que se realizaran ciertos puntos tales como el desplazamiento del operario y se realizaran trabajos en paralelo para la realización de trabajos internos.

#### 1.4.1.5 Reducir las operaciones externas

Según (Rajadell y Sanchez, 2010), “Las operaciones externas se reducen de la misma manera que se hace con las operaciones internas, integrando los movimientos de los operarios, teniendo los estándares de línea actualizados y validados y estando todos los operarios formados adecuadamente” (p.132)



**Figura 6.Reducción de operaciones externas.**

Interpretación: se define que, así como las operaciones internas con las operaciones externas también se reducen, realizando movimientos estándares y dándoles a los operarios una buena inducción acerca del nuevo modelo a aplicar con esto lograremos el nuevo tiempo de cambio de formato.

#### 1.4.1.6 Estandarización del cambio

Según Francisco Madariaga (2013) indica, se tiene que documentar el nuevo método de cambio, como también formar a los operadores con el nuevo método de cambio y finalmente realizar el cambio de acuerdo al nuevo procedimiento (pag.147).

#### **Operaciones Internas**

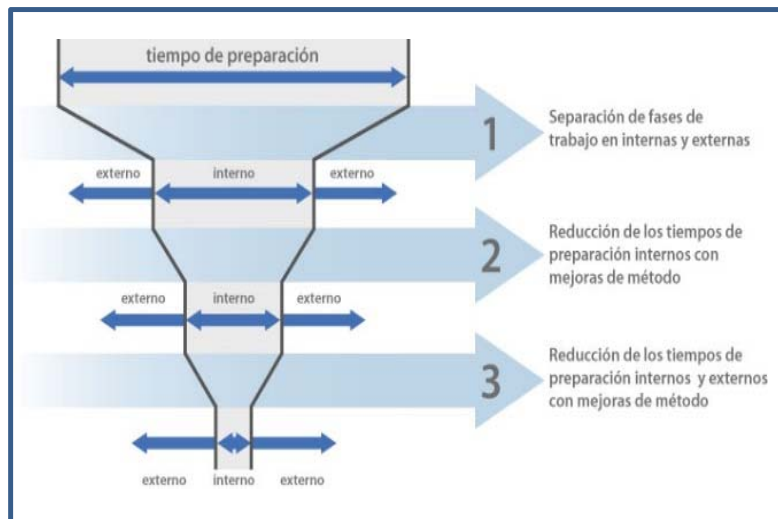
Según (Hernandez y Vizán, 2013), “Se entiende todas aquellas actividades que para poder efectuarlas requiere que la máquina se detenga” (p.43)

Según González Correa F. (2009), “Pasos de cambio que pueden hacerse solamente cuando la máquina esta parada” (p.8)

## Operaciones Externas

Según (Hernandez y Vizán, 2013) “Se refiere a las actividades que pueden llevarse a cabo mientras la máquina está en funcionamiento” (p.43)

Según Gonzáles Correa F. (2009), “Pasos de cambio que pueden hacerse sin parar la máquina. En otras palabras, pasos que pueden hacerse como preparación para el cambio o después que reinicie la máquina” (p.8)



**Figura 7. Fases de reducción de tiempo método Smed.**

**Interpretación:** se indica que el tiempo de cambio de una serie u orden de fabricación comienza cuando se acaba la última pieza de una serie y termina cuando se obtiene una pieza libre de defectos de la siguiente serie. Dentro de este periodo, las operaciones que se realizan con la máquina parada se denominan internas y aquellas que se realizan mientras la máquina produce piezas buenas se denominan externas.

Generalmente la aplicación de esta “metodología” va ligada al objetivo de reducir los stocks y mejorar el **lead-time**. Al disminuir el tiempo necesario para realizar un cambio de modelo, mejora nuestra capacidad de realizar más cambios de modelo, fabricando lotes más pequeños y planificando en consecuencia un plazo de entrega y un almacenamiento menores.

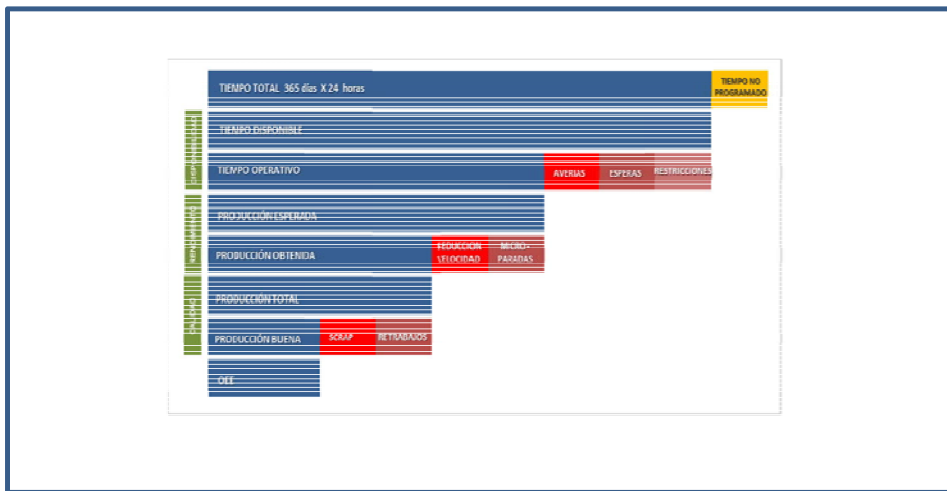
## 1.4.2 Dimensión 2

### 1.4.2.1 Eficiencia Global de los Equipos OEE (Overall Equipment Effectiveness)

Es un indicador que permite medir la eficiencia global de todas las máquinas y que participan en los procesos productivos de cada empresa. toda máquina está diseñada con un valor nominal de trabajo, pero en realidad por diversos factores se encuentran trabajando por debajo de su capacidad. las (OEE) es un indicador global que permite medir los parámetros fundamentales en un proceso productivo como son la: calidad, el rendimiento y la disponibilidad”. (Belohlavek, 2006)

El (OEE) resulta de multiplicar la disponibilidad, la eficiencia y la calidad. el resultado esta expresado en porcentaje.

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} \cdot \text{Rendimiento} \cdot \text{Calidad} = \%$$



**Figura 8. Diagrama en bloques de las O.E.E Overall Effectiveness Equipment**

#### 1.4.2.2 Disponibilidad:

Según (Belohlavek, 2006) la disponibilidad del equipamiento es el factor más observable. Lo que nos resulta observable son los matices de disponibilidad durante la puesta en marcha o paradas que generan faltas en la disponibilidad más allá de lo evidente. (pág. 29).

la disponibilidad de una máquina resulta de dividir el tiempo que la máquina ha estado produciendo (tiempo de operación: TO) sobre el tiempo que la máquina podría haber estado produciendo.

$$\text{disponibilidad} = (\text{TO} / \text{TPO}) \times 100$$

donde

TPO=tiempo total de trabajo -tiempo de paradas

TO= TPO-paradas y/o averías

#### 1.4.2.3 Rendimiento:

Según (Belohlavek, 2006) Representa la propiedad de mantenimiento de acercarse lo más posible a la conservación de la capacidad productiva para alcanzar su capacidad potencial. La performance se mide entonces entre una desviación entre la producción real y la potencial. (pág. 29)

el rendimiento resulta de dividir la cantidad de piezas realmente producidas por la cantidad de piezas que se podrían haber producido. Capacidad nominal. es la capacidad de la máquina o equipo declarada en la especificación técnica. es lo que primero debe ser establecido. en general, está proporcionada por el fabricante, aunque suele ser una aproximación, ya que puede variar considerablemente según las circunstancias de operación de la máquina o equipo.

$$R = \text{tiempo de ciclo ideal} / (\text{tiempo de operación} / \text{n}^\circ \text{ total unidades})$$

$$R = \text{n}^\circ \text{ total unidades} / (\text{tiempo de operación} \times \text{velocidad máxima})$$

#### 1.4.2.4 Calidad:

Según (Belohlavek, 2006) La calidad resulta de comparar la cantidad de bienes o servicios producidos dentro de los parámetros de calidad establecidos con la cantidad total de bienes o servicios producidos en realidad. Es el factor que esta mas cerca de influir en el mantenimiento ya que las pérdidas de calidad suelen tener un resultado económico negativo por la pérdida de materiales y horas de producción (pág. 29)

disminuye la pérdida de velocidad. el tiempo empleado para fabricar productos defectuosos deberá ser estimado y sumado al tiempo de paradas, ya que durante ese tiempo no se han fabricado productos conformes. por lo tanto, la pérdida de calidad implica dos tipos de

pérdidas: Pérdidas de calidad es igual al número de unidades malas fabricadas. pérdidas de tiempo productivo, igual al tiempo empleado en fabricar las unidades defectuosas. en función de que las unidades sean o no válidas para ser reprocesadas

## 1.5 Variable Dependiente

### 1.5.1 Productividad

Según (Gutierrez, 2014) definió “La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos” (p. 20). En la presente cita el autor argumenta su definición hacia la productividad que su principal objetivo es el adecuado uso de todos los recursos utilizados.

### 1.5.2 Dimensión 1. Eficiencia

Según Gutiérrez (2014) definió “La eficiencia es simplemente la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados” (p. 20). en la presente cita el autor menciona y define que la eficiencia es el nivel de relación entre los resultados alcanzados y los recursos utilizados.

### 1.5.3 Dimensión 2. Eficacia

Según Gutiérrez (2014) definió “La eficacia como el grado en que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados planeados” (p. 20). En la presente cita el autor refiere que la eficacia es la idoneidad de lograr los resultados que se tiene como objetivo.

Según (Cruelles, 2012) definió “La productividad como el índice que mide la relación existente entre la producción realizada y la cantidad de factores o insumos empleados en conseguirla” (p. 10). El autor resume que la productividad es un índice que mide el nivel de utilización de los factores que influyen en la fabricación de un producto. En el caso de una empresa e manufactura se puede definir que la productividad es la relación entre el producto expresado en función física y al insumo definido en horas de trabajo.



### **Dimensión 1. Eficiencia**

Según (Cruelles, 2012) definió “La eficiencia mide la relación entre insumos y producción, busca minimizar el costo de los recursos (Hacer bien las cosas)” (p. 10). El autor resume que la eficiencia logra llegar a los objetivos deseados mediante el menor uso de los recursos definidos hacia la fabricación de un producto.

### **Dimensión 2. Eficacia**

Según (Cruelles, 2012) indicó “La eficacia es el grado en el que se logran los objetivos. Se identifica con el logro de las metas (hacer las cosas correctas)” (p. 11). El autor resume que la eficacia se define en lograr las metas correctas definidas y propuestas por la empresa.

Según (Garcia, 2011) definió “La productividad como la relación entre los productos logrados y los insumos que fueron utilizados o factores de la producción que intervinieron” (p. 18). El autor resume que la productividad expresa el buen aprovechamiento de todos y cada uno de los recursos que intervienen en la producción, durante un tiempo determinado.

### **Dimensión 1. Eficiencia**

Según (Garcia, 2011) indicó “La eficiencia es la relación que existe entre los recursos programados y los insumos utilizados realmente” (p. 16). El autor resume que el indicador de eficiencia expresa el manejo adecuado de los recursos en la producción de un bien o servicio en un tiempo determinado.

### **Dimensión 2. Eficacia**

Según (Garcia, 2011) indicó “La eficacia es la relación que existe entre los productos logrados y las metas que se tienen fijadas” (p. 17). El autor argumenta que el índice de eficacia expresa el resultado de la realización de un bien o servicio en un tiempo determinado.

Carro y Gonzales (2012) describieron “La productividad es un índice que relaciona lo producido por un sistema (salidas o producto) y los recursos utilizados para generarlo (entradas o insumos). Es decir:  $\text{Productividad} = \text{Salidas} / \text{Entradas}$ ” (p.3).

### **Dimensión 1: Eficiencia.**

Carro y Gonzales (2012) enunciaron “Es una medida del grado de utilización de la mano de obra y puede expresarse como una relación de tiempos o de cantidades producidas. Por ejemplo: supóngase que un operario coloca etiquetas en una línea de producción; que el estándar sea de 75 unidades por hora (o sea, 48” por etiqueta), y la cantidad colocada realmente, en un período dado, haya sido de 56 unidades por hora (o sea, 64,29” por etiqueta); por consiguiente:  $\text{Productividad Total} = (\text{Producción Real} / \text{Producción Estándar})$ .” (p.7)

Según (Medianero, 2016) indicó “la productividad, en términos generales, como la relación entre productos e insumos haciendo de este indicador una medida de la eficiencia con el cual la organización utiliza sus recursos para producir bienes finales” (p.24). el autor resume que la productividad está muy ligada a la efectividad como resultante, el cual hace el uso de los recursos para producir bienes finales.

### **Dimensión 1: Eficiencia.**

según (Medianero, 2016) indico que “Es la correcta manera de abordar la relación objetivos – recursos [...] de modo que se obtenga el máximo producto [...] con el mínimo esfuerzo” (p.38). en el presente resumen el autor aborda la eficiencia en relación a los objetivos y metas trazadas de modo de minimizar el uso de los recursos de modo que se obtenga el máximo producto con el menor esfuerzo.

### **Dimensión 2: Eficacia**

Según (Medianero, 2016)indico que “Se define como la relación entre los resultados obtenidos y metas trazadas” (p.38). en resumen, el autor hace referencia a la eficacia a la relación entre los objetivos y metas trazadas por la empresa en el tiempo definido por la misma.

En la presente cita nos indica que la productividad en la empresa nos refleja que manera eficientemente se está haciendo el uso de los recursos en la producción de bienes y servicio, que para ello se debería utilizar de manera adecuada los recursos que la empresa dispone para con ello llegar a la elaboración de productos de calidad, ya que al hacer uso de menores recursos se estaría logrando los resultados propuestos.

Según (Prokopenko, 1989) “La productividad es la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla. Se define como el uso eficiente de recursos que dispone la empresa como mano de obra, capital, tierra, materiales, energía, para la fabricación de diversos bienes y servicios.

Nos indica que la productividad no significa producir cantidad de productos sino producir productos de buena calidad lograr un buen servicio a los clientes nos podra darnos un nivel de compromiso entre empresa cliente esto estara ligado al nivel de ponernos en un nivel de de competitividad.

Eficiencia +Eficacia =Efectividad =Productividad =Competitividad=Mantenerse =Innovar

Se puede relacionar la productividad mediante la siguiente formula:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Productos}}{\text{Insumos}} = \frac{\text{Resultados logrados}}{\text{Resultados utilizados}}$$

### 1.6 Medición de la productividad

Los indicadores clave de desempeño (KPI por sus siglas en inglés) deben estructurarse para ayudar a los administradores a predecir el desempeño económico de la compañía y detectar la necesidad de cambios en las operaciones. Las medidas financieras tales como el efectivo disponible del día y el ingreso operativo por unidad o división se utilizan junto con medidas no financieras tales como el tiempo promedio de respuesta a las llamadas de servicio, el tiempo de entrega para cumplir con los pedidos del cliente y el porcentaje de las ventas de nuevos productos. La evaluación de que tan productivamente utiliza sus recursos una empresa es la base para los KPI. (Chase B, 2009).

## 1.7 formulación del problema

### 1.7.1 Problema general

P ¿En qué medida la aplicación del modelo SMED mejora la productividad en la línea de extrusión de la empresa INDECO 2018?

### 1.7.2 Problemas específicos

P1 ¿En qué medida la aplicación del modelo SMED incrementa la eficiencia de la línea de extrusión en la empresa Indeco S.A. Lima 2018?

P2 ¿En qué medida la aplicación del modelo SMED incrementa la eficacia de la línea de extrusión en la empresa Indeco S.A. Lima 2018?

## 1.8 Justificación

“La justificación de una investigación, es donde se detalla el motivo por el cual se realiza el estudio, el cual busca impactar al lector con la propuesta del proyecto”  
(Valderrama, 2013).

La implementación de la metodología SMED es de mucha importancia puesto que está dado para el ramo industrial esto debido a que la demanda de los clientes es más versátiles más reñidos y cambiantes es por eso que la industria de conductores debe estar siempre enfocada a la variabilidad de sus demandas.

Dentro de nuestra propuesta de investigación con la metodología SMED se pretende encontrar cuales son las causas exactas del por qué los tiempos de parada son tan extensos y de qué manera vamos a minimizar los tiempos muertos de parada en el cambio de proceso los beneficiarios en la aplicación de la metodología SMED serían los operadores puesto que proporcionarían las herramientas necesarias y los tiempos definidos para el cambio de producto, los beneficiarios también sería directamente el cliente ya que la empresa podría abastecer sus demandas en el tiempo acordado y por último la empresa ya que disminuirán sus costos y aumentarán su productividad, así también directamente aumentará el prestigio de la empresa ganada ante sus consumidores.

### 1.8.1 Justificación teórica.

(Valderrama, 2013), El porqué de nuestra investigación radica en el estudio del contenido de la teoría.

La investigación busca mediante los conceptos y proceso del sistema SMED hallar desajustes que demanden el tiempo de las máquinas que afecte la mano de obra por consiguiente una producción en demora en la línea de extrusión de la empresa Indeco como también tener la primera documentación de lo que se realizará en la línea de envasado.

#### 1.8.2 Justificación económica.

Mediante su aplicación se considera factible puesto que podremos reducir los tiempos, las paradas, los tiempos de cambio de producto, reduciremos los tiempos de preparación de máquina; esto nos generara en forma económica la reducción en mantenimiento preventivo y la reducción en productos de reproceso por lo tanto tendremos una horro significativo con respecto al retorno de inversión, la cual brindara a la empresa una mayor rentabilidad.

#### 1.8.3 Justificación ambiental

(Ambiental, 2015) Debemos tener en cuenta que nos enfrentamos a problemas ambientales complejos, que pueden considerarse tanto desde un punto más cercano y local, como trasladarse a una perspectiva más amplia y global. Debemos comenzar por proteger y recuperar nuestro patrimonio, y a su vez ser conscientes de que si logramos una conciencia ecológica y social fundamentada en nuestro ámbito estaremos participando también de un movimiento a mayor escala del mismo.

Dado que la empresa INDECO donde realizamos nuestra aplicación de modelo Smed cuenta los más altos estándares en cuanto a la protección ambiental dándose así inicio a usar y minimizar el uso de los recursos tal es el caso de usar el agua para enfriamiento de manera de recirculación, el uso de tener una buena segregación y una buena disposición de residuos nos da a entender de qué manera eficiente podemos proteger el medio ambiente haciendo uso eficientemente de los recursos usados.

#### 1.9 Hipótesis

La Implementación del modelo SMED mejora significativamente el proceso productivo en la empresa INDECO S.A.

### 1.9.1 Variable Independiente

La implementación del modelo SMED.

### 1.9.2 Variable Dependiente

Mejora significativamente el modelo productivo.

### 1.9.3 Hipótesis específicas

-La aplicación del método SMED incrementa la eficiencia de la línea de extrusión en la empresa Indeco S.A, Lima 2018.

-La aplicación del método SMED incrementa la eficacia de la línea de extrusión en la empresa Indeco S.A, Lima 2018.

## 1.10 Objetivos

### 1.10.1 Objetivo general

En qué medida la aplicación del modelo Smed mejora el proceso productivo en la línea de extrusión de la empresa INDECO 2018.

### 1.10.2 Objetivos específicos

1.-Determinar de qué manera la aplicación de la metodología SMED incrementa la eficiencia en la línea de extrusión en la empresa Indeco S. A

2.- Determinar de qué manera la aplicación de la metodología SMED incrementa la eficacia en la línea de extrusión en la empresa Indeco S. A.

## II MÉTODO

## 2.1 Diseño de la Investigación

### 2.1.1 Tipo de estudio: Aplicada

“La investigación aplicada utiliza los descubrimientos y aportes teóricos para plantear soluciones a los problemas con la finalidad de crear bienestar a la sociedad.”  
(Valderrama, 2013)

El tipo de investigación aplicada busca transformar los conocimientos científicos en tecnología, es decir (busca buscar nuevos métodos de poder realizar las cosas)

dentro del presente proyecto de investigación que se realiza el tipo de estudio es de manera aplicada puesto que nos enfocamos en el proyecto dentro de su teoría y la investigación de la metodología SMED que directamente se usara para mejorar la productividad de la empresa Indeco exactamente en la línea de extrusión y cambio de matriz.

### 2.1.2 Nivel de investigación:

Explicativo- descriptivo

“Busca explicar porque se relacionan dos o más variables con la finalidad de conocer el problema de investigación”. (Valderrama, 2013)

explica a su vez la relación causa efecto entre dos o más variables, en ella vemos como la variable independiente (Smed)se va a relacionar con la otra variable que en nuestro caso es la variable dependiente (productividad) con todos estos datos las dos variables al poder relacionarse nos ayudasen a encontrar las causas de nuestra problemática.

### 2.1.3 Enfoque:

Cuantitativo

“Se caracteriza porque usa la recolección de datos cuantificables, se representan mediante números y son procesados mediante la utilización de métodos o técnicas estadísticas”. (Valderrama, 2013).

El método cuantitativo está basado en una investigación empírico-analista. Basa sus estudios en números estadísticos para dar respuesta a unas causas-efectos concretas.



dentro de la investigación científica que realizaremos se encuentra el enfoque cuantitativo puesto que utilizaremos las herramientas estadísticas para poder obtener los datos exactos y puntuales que nos permitan poder validar nuestra hipótesis.

#### 2.1.4 Diseño:

##### **Experimental -cuasiexperimental**

“Manipula la variable independiente para ver los efectos que crea en la variable dependiente” (Valderrama, 2013)

En nuestro contexto lo definimos que el diseño cuasiexperimental manipula directamente la variable independiente porque existe un antes y un después Nuestra variable independiente es el (Smed) y podremos ver los efectos que se darán en la variable dependiente (productividad).

##### **2.1.5 Por su alcance temporal**

La investigación será longitudinal

según Valderrama (2015), “recolecta a través del tiempo, en puntos o periodos especificados, para hacer diferencia con respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias” (p.71)

LONGITUDINAL

G= (01,02,03,04,05,06,07,08,09,10,11,12 (X) 14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25
---

## 2.2 Variables, Operacionalización

### 2.2.1 Variable Indirecta Técnica SMED

#### **Definición Conceptual:**

Según (Hernandez, 2016)“SMED es una metodología que tiene como objetivo disminuir los tiempos de preparación de maquina”(p.43)

#### **Definición Operacional:**

La aplicación del modelo SMED se procederá a iniciar mediante el método SMED disminuir los tiempos de paro de la maquina ya sean por cambio de formato y preparación set up así mismo estará direccionado a la disponibilidad de la misma. Nuestra unidad de medida estará dada a través de la observación lista de cotejo la toma de tiempos y de los diferentes formatos que utilizaremos para poder tomar nuestra unidad de medida

#### 2.2.1.1 Dimensiones:

##### **Tiempo de Operación de Cambio**

Según Suñe y Figueras, (2013) Se entiende por cambio de formato o tiempo de operación de cambio al tiempo utilizado desde la elaboración del Último producto correcto de una presentación hasta la obtención del primer Producto correcto de la presentación siguiente”. (p.99).

##### **Disponibilidad de la máquina**

Según (Cruelles, 2012), “cuanto tiempo ha estado funcionando la máquina o equipo respecto del tiempo Que se planifico que estuviera funcionando” ( (p.34).

En cuanto especifica que la disponibilidad de la máquina está dada por el tiempo que la máquina se encuentra trabajando sin averías ni paros que perjudiquen la producción.

## 2.2.2 Variable: Productividad

### **Definición Conceptual:**

(Gutierrez, 2014)“La productividad mide la relación entre los recursos Utilizados y los productos obtenidos, es decir si se utilizan menos recursos y se obtienen más producto mayor será la productividad obtenida”. (Gutiérrez, 2014, p.3).

### **Definición Operacional:**

La productividad del área de forrados se obtendrá De la multiplicación de la eficiencia por la eficacia. Utilizando los indicadores Propuestos. Asimismo, se medirá a través de la observación, toma de tiempos, Procedimientos y formatos).

### 2.2.2.1 Dimensiones de la Productividad

#### **Eficiencia**

Según (Prokopenko, 1989)“La eficiencia es el grado en que un producto se produce utilizando los insumos disponibles”

Se logra analizar cuando definimos que la eficiencia está ligada a la obtención de un producto minimizando el uso de los recursos utilizados y en el menos tiempo posible.

#### **Eficacia**

Según (Prokopenko, 1989)“La eficacia es la comparación de los logros actuales con los logros planificados” Logramos el producto en el tiempo adecuado y los recursos definidos.

Tabla 2 matriz de operacionalización de variables.

"Aplicación del modelo SMED en el proceso productivo de la línea de extrusión ,para mejorar la productividad de la empresa Indeco S.A "									
Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de los indicadores	Técnica	Instrumento	Unidad de medida	Fórmula
<b>INDEPENDIENTE</b>									
<b>SMED</b>	Según Shingo (1993) El SMED hace posible responder rápidamente a las fluctuaciones de la demanda, y crea las condiciones necesarias para las reducciones de los plazos de fabricación a su vez Madariaga (2013) Señala que es una herramienta de trabajo enfocada a incrementar la eficiencia productiva en todos los procesos ( p 65)	Herramienta que es parte del Lean Manufacturing que permite la reducción de tiempos set up por cambio de utillaje, aprovechand o al máximo el uso de sus dimensiones tiempo de operación de cambio y las (OEE)	Tiempo de operación de cambio  OEE (OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS)	TIEMPO UTIL  OEE GENERAL	RAZON  RAZON	observación  observación	Lista de cotejo ,formato de tiempos.  Formato de averías, FORMATO DE VELOCIDADES, LISTA DE COTEJO	%  %	$TTP \left( \frac{TP-TP}{TTP} \right) * 100$ TTP =Tiempo total proyectado TP =Tiempo de preparación (Segun Sanchez,2010,p.126)  $OEE (\%) = RD * RR * RG$ RD =Ratio disponibilidad RR =Ratio de rendimiento RC =Ratio de calidad (Segun D.H Stamatis,2011 ,p.24)
<b>DEPENDIENTE</b>									
<b>PRODUCTIVIDAD</b>	Segun Gutierrez (2010)La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. En general, la productividad se mide por el cociente formado por los resultados logrados y los recursos empleados.(p 21)	La productividad es una medida de la efectividad, en el uso de sus dimensiones eficiencia y eficacia en todo proceso productivo.	EFICIENCIA  EFICACIA	TIEMPO DE LA PRODUCCION  INDICE DE LOGROS	RAZON  RAZON	observación  observación	Lista de cotejo check list  Formatos de producción, check list	%  %	$Eficiencia = \frac{TP-TI}{TP} * 100$ TP= Tiempo productivo TI = Tiempo improductivo  $Eficacia = \frac{OR}{OP} * 100$ RA =Orden realizada RE = Orden programada (Segun Mejia.C.2016 P,02)

Fuente: Elaboración propia.

## 2.3 Población y Muestra

En el presente proceso de investigación en el que se desarrolla en la línea de producción área de extrusión, máquina de conductores eléctricos en la empresa INDECO s.a. para nuestro caso tomaremos la población del proceso de producción.

### 2.3.1. Población

Según (Valderrama, 2013) define como población a “un conjunto de la totalidad de las medidas de la variable de estudio, en cada una de las unidades del universo” (p.182). En la presente cita el autor indica que la población es parte de universo como un conjunto de “N” definidas en unidades estadísticas que se encuentran integradas con nuestras variables de estudio. En nuestro caso de investigación la población la tenemos definidas con 8 máquinas de extrusión. que lo nombraremos como líneas de forrados (maquinarias).

### 2.3.2. Muestra:

Segun (Valderrama, 2013) afirma que la muestra es “un subconjunto de un universo o población” (p.184).

según (Tamayo, 2003)ta que la muestra “refleja las características que definen la población de la cual fue extraída” (p.35)

La muestra en la cual desarrollaremos nuestro trabajo de desarrollo de tesis va a ser igual a los datos de nuestra población que estará se conformará por las maquinas del área de extrusión. Que lo conforman 8 máquinas de línea extrusión y 24 operadores de máquinas, adicional del personal administrativo y técnico. La producción de trabajo durante el periodo de análisis. los 3 turnos de 7:00 am a 3:00pm, de 3:00 pm a 11:00pm, de 11:00 pm a 7 :00 am de lunes a sábado respectivamente.

### 2.3.3. Muestreo

No se obtendrá un muestreo por que la población es igual a nuestra muestra.

2.4 Criterios de Selección: tendremos en cuenta los datos de criterio de selección para poder incluir o excluir algunos datos referidos.

**Criterios de inclusión:** la población está comprendida por los días hábiles de producción de metros producidos de conductores eléctricos es decir de lunes a sábado.

**Criterios de exclusión:** dentro de los criterios de población no se podrá abarcar los días feriados ni domingos, ya que la producción está ligada al funcionamiento de la planta.

.2.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, valides y confiabilidad

### **2.5.1 Validez y confiabilidad.**

#### **Técnicas**

Según (Tamayo, 2003) afirma que las técnicas de recolección de datos “es la expresión operativa del diseño de investigación, la especificación concreta de cómo se hará la investigación” (p. 182).

En relación a los indicadores de estudio se definen las siguientes técnicas y herramientas que vamos a utilizar para poder obtener nuestros datos.

#### **Observación directa:**

Según (Tamayo, 2003) “Es aquella en la cual el investigador puede observar y recoger datos mediante su propia observación” (p.183).

para nuestro análisis usaremos la observación directa puesto que se entrará en contacto directo y personalmente con la actividad o realización del proyecto de investigación.

#### **Instrumentos de recolección de datos**

Según (Villaseñor, 2007) Un instrumento o recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información.

Para la presente investigación se utilizará como instrumento principal la ficha de observación, ya que permitirá registrar y guardar los datos obtenidos con el cronómetro.

## Ficha de Observación

Carrasco (2006) “se emplea para registrar datos que se generan como resultado del contacto directo entre el observador y la realidad que se observa” (p.45).

En el proyecto de investigación para poder lograr y poder obtener nuestros datos utilizaremos las siguientes fichas y formatos de observación y podremos obtener los datos requeridos.

**formato 1:** formato de control diario de velocidades (ver formato 1 anexos)

**formato 2:** Pareto causas de la desviación (ver formato 4 anexos)

**Formato 3:** formato de control de preparación de máquinas. (ver formato 6 anexos)

**Formato 4:** control de auditoria seguridad (ver formato 7 anexos)

**Cronómetro:** se realizará la utilización del cronómetro digital para la toma de tiempos de las actividades relacionadas a los cambios de formatos y set up.

En la presente, se encuentra representado el método de trabajo que el operario del área de extrusión utiliza sin el conocimiento de la técnica SMED. Se realizó el cronometraje de todos los tiempos que se emplean en cada cambio para la realización del proceso que se da desde la parada de maquina hasta el reinicio de la misma. Se utilizó como instrumento, un cronómetro calibrado para la toma de los tiempos.



Figura 9 Cronómetro digital toma de tiempos

**Video cámara:** Se realizará la grabación respectiva del cambio de formato (set up) para luego poder realizar la proyección juntamente los operarios y el personal del proyecto de investigación para poder encontrar las mejores propuestas a la aplicación del método SMED.



Figura 10 Cámara filmadora grabación de actividades.

## 2.6. Valides del Instrumento

Según Hernández, Fernández y Baptista (2010) la validez es “Grado en el que un instrumento produce resultados consistentes y coherentes” (p.277).

La Validez de los instrumentos de recolección de los datos serán sometidos a juicio de expertos se tomará en cuenta la participación y opinión de 3 docentes de la escuela de Ingeniería Industrial.

ver gráfico en anexos

Tabla 3 juicio de expertos.

Fuente: Elaboración propia

EXPERTOS	INDICADORES			OPINIÓN
	si/no	si/no	si/no	Aplicable
Mgst.Carlos Santos Esparza	si	si	si	✘
Mgst. Roberto Conde Rosas	si	si	si	✘
Mgst.Robert Contreras Rivera	si	si	si	✘
Resultado	si	si	si	✘



### 2.6.1. Confiabilidad del instrumento

Hernández, Fernández y Baptista (2010) afirma que la confiabilidad “se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir” (p.277).

### 2.7. Métodos de análisis de datos

Bernal (2010) sostiene que el análisis de datos “consiste en procesar los datos obtenidos de la población objeto de estudio con la finalidad de generar resultados con las cuales se realizara el análisis según los objetivos y las hipótesis de la investigación”. (p.198).

Bernal (2010) afirma que “el procesamiento de datos debe realizarse mediante el uso de herramienta estadísticas” (p. 200).

### 2.8. Aspectos éticos

el presente proyecto de investigación está enfocado en fundamentos éticos, honestos y verdaderos respetando los aspectos de autoría de las investigaciones utilizadas. todos los datos se encuentran disponibles si es que el jurado en su momento lo requiere esto está dado en base a la confianza de la empresa hacia el investigador no podrán ser expuestos salvo sea el caso escrito de la empresa o del investigador.

se define que la investigación un acto ético que nos establece normas morales las cuales se procederá a respetar en cada investigación, desde el planteamiento hasta la obtención de los resultados.

Entre los principales a considerar son:

- Legitimidad
- confidencial
- Congruencia
- Espacio de estudio real
- Transparencia
- Verídico.

### III RESULTADOS

### 3.1 Situación actual de la empresa

#### 3.1.1 Generalidades de la empresa.

Con la energía como base de su desarrollo, INDECO, es desde hace 65 años el líder nacional en la industria del cable, ofreciendo una extensa gama de cables y sistemas de cableado.

INDECO es una empresa industrial responsable basada en el desarrollo sostenible como parte integral de su estrategia global y operativa.

La innovación continua en productos, soluciones y servicios, el desarrollo de los empleados y su compromiso, y la introducción de procesos industriales con limitado impacto ambiental, son algunas de las iniciativas claves que INDECO ha implementado: En el centro de un futuro sostenible.

Nuestros productos cumplen un rol importante en la vida de los peruanos, están presentes en la infraestructura pública, de electricidad y telecomunicaciones, en construcción civil y en el sector minero y petrolero.

Desde el año 2008 INDECO es miembro del grupo fabricante más grande del mundo: Nexans.

INDECO, está conformado por 453 colaboradores, que están distribuidos en tres gerencias de área lideradas por la Gerencia General:

**Gerente General** - Nicolas Moutin

**Gerente de Administración y Finanzas** - José Gutiérrez Avalos

**Gerente de Recursos Humanos** - Jessica Ortega

**Gerente Comercial** - José Ortiz Ugarte

**Gerente de Producción** - Alex García Ramírez

## **Datos de la empresa.**

### **. Oficina Principal y Planta**

Av. Universitaria Sur 583, Lima 1

Tel (+51-1) 205-4800

### **Oficina Comercial**

Av. Industrial 794, Lima 1

Tel (+51-1) 205-4810 / 205-4811

Fax (+51-1) 205-4813

Ventas locales: [ventas.peru@nexans.com](mailto:ventas.peru@nexans.com) [exportaciones.peru@nexans.com](mailto:exportaciones.peru@nexans.com)

## **Misión.**

Ser reconocidos a nivel mundial, como los mejores y mas confiables fabricantes peruanos de conductores eléctricos y de telecomunicaciones. Ser reconocidos en el Perú, como una empresa modelo de organización, atractiva como centro laboral, donde su personal se sienta realizado.

## **Visión.**

Contribuir al desarrollo del Perú suministrando productos, soporte técnico y servicios para la conducción de energía eléctrica y de telecomunicaciones satisfaciendo en forma equilibrada los intereses de nuestros clientes, accionistas, proveedores y personal de la empresa.

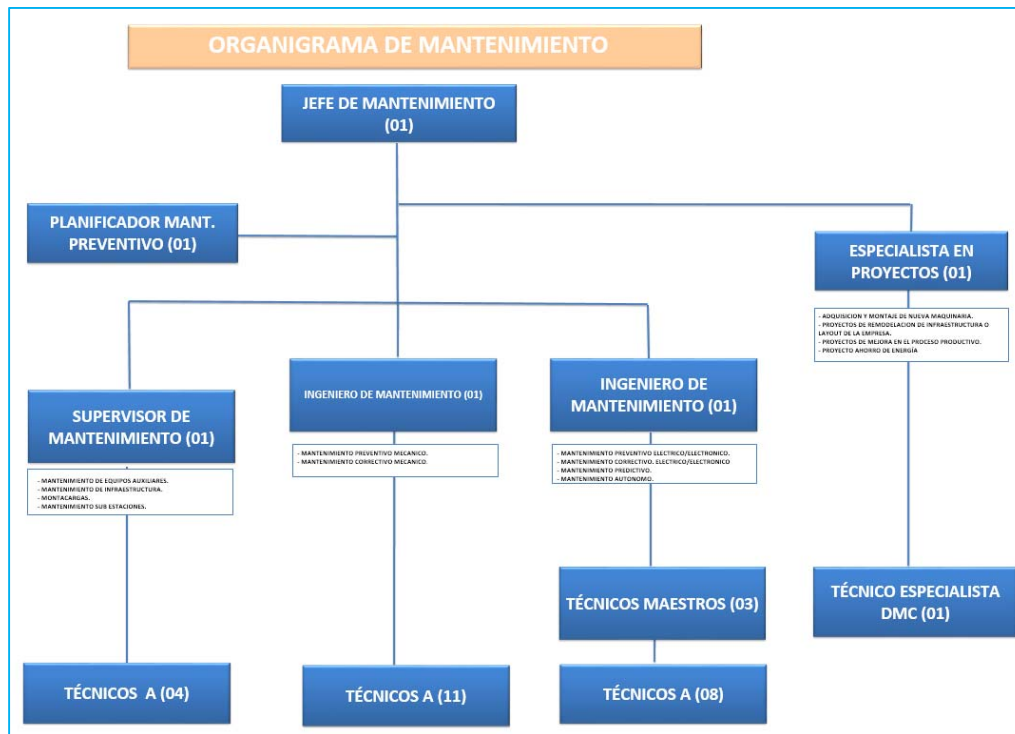


figura 11 Organigrama de Mantenimiento.

## Historia

El 19 de mayo de 1952 los ingenieros peruanos Jorge Cánepa Campodónico y Alejandro Tabini Fernández Dávila fundaron Industrias del Cobre Sociedad Anónima (INDECO S.A.), empresa constituida bajo las leyes peruanas con la finalidad inicial de fabricar cables eléctricos para la construcción.

2005 la demanda del mercado nacional como de exportaciones, requirió una inversión de Indeco para la adquisición de una nueva línea de Trefiladora Multihilos, con lo que aumentó la capacidad de producción de hilos finos, quedando en condiciones de cubrir tanto el mercado local como de exportaciones.

INDECO adquirió un terreno aledaño con un área de 2000 m<sup>2</sup>. Esto permitió reordenar la planta.

Se inició la producción de un producto de categoría superior, el Alambre Esmaltado 200°, lo que permitió satisfacer los requerimientos de nuestros clientes.

2006 extraordinaria subida de los precios del cobre impulsó la manufactura a nivel récord (US\$ 226 millones). Se obtuvo también nivel récord de utilidades. Incorporación de Cableadora Caballe de última generación. Ampliación de la planta PVC nos permitió el autoabastecimiento de este importante insumo

2007 descartando el efecto positivo de tenencia de cobre en los ejercicios 2006 y 2007, Indeco superó en el 2007 el nivel de utilidad registrado en el 2006. Récords de producción en Planta de Cables (16,482 TM-metal contenido) y en planta de Sulfatos (1,407 TM-metal contenido). Igualmente se registraron récords de ventas en cables y sulfatos, tanto en el mercado nacional como del exterior. Se redujo el nivel de scrap de cobre a 2,9% anual (menor nivel histórico). Con la inversión de más de US\$ 2 millones en maquinaria, se amplió la capacidad de la planta de Cables de 1,400 a 1,700 TM/mes. De acuerdo al plan corporativo, en abril-07 Indeco migró su sistema informático al moderno ERP SAP, cuya implementación se va completando y afinando progresivamente. Se planificó incorporar los módulos PP y HR para el 2008.

2008 MADECO líder regional en la fabricación de conductores eléctricos, vendió todas sus operaciones de cables a la firma Nexans de Francia, el grupo corporativo de empresas fabricantes de cables más grande del mundo. Crisis financiera con epicentro en Estados Unidos, se extendió por todo el mundo, originando una drástica caída en el precio de los metales. Inversión de US\$. 6,2 millones en ampliación de la capacidad industrial y en la modernización de equipos de producción. Récord de ventas de cables en el mercado nacional.

2009 la crisis financiera originada en los países desarrollados llegó al Perú, lo que redujo el ritmo del crecimiento de la economía, 10% en el 2008 a 1% en el 2009. En consecuencia, el mercado peruano de cables se contrajo en 12%, respecto al año anterior. Inversión de US\$ 6.6 millones en la ampliación de la capacidad industrial y en la modernización de equipos de producción. Se registró récord de exportación de cables (3,607 TM-metal contenido).

2010 inversión de USD. 3.5 millones en ampliación de la capacidad industrial y en la modernización de equipos de producción. Récord de ventas de cables en el mercado nacional. Se firmó Convenio Colectivo 2010-2012 con el Sindicato Único de Trabajadores de INDECO. A partir de setiembre todos nuestros cables son fabricados con compuestos

ecológicos, libres de materiales pesados, por lo que no contaminan el medio ambiente.

### Línea de productos

INDECO S.A posee una gran variedad de productos Nexans Indeco es un fabricante peruano de alambres, cables y conductores eléctricos de cobre para los sectores de energía, telecomunicaciones, minería y construcción. La empresa fue incorporada en 1952 y tiene su sede en Lima. Desde el 2008 es parte del grupo Nexans, uno de los principales productores de cables a nivel mundial, la línea de producto esta dirigida de forma especial hacia el sector doméstico, industrial y minero.

### Proceso de producción de conductor eléctrico domestico TW

Para la fabricación del conductor eléctrico domestico TW se desarrollan las siguientes actividades, las cuales se muestran en el siguiente diagrama de operaciones generales.

### Materia prima

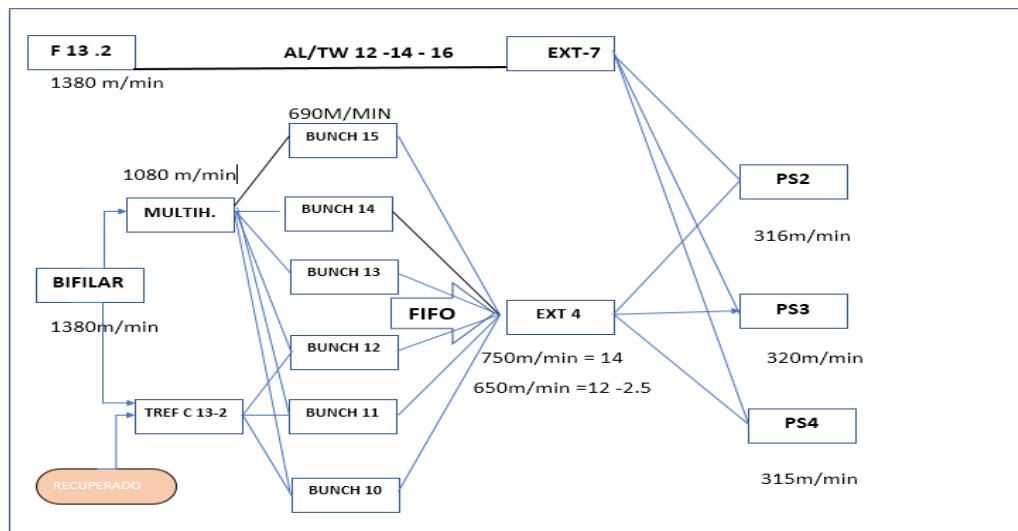


Figura 12 Diagrama de Operación de Procesos. (D.O.P)

la materia prima principal para la fabricación de conductores eléctricos es el alambón de cobre que es recepcionado a través de grandes rollos tipo jumbos de un peso aproximado 5 toneladas y de 10 mm de diámetro



Figura 13 Materia prima Cobre desnudo.

### **Trefilado:**

El trefilado propiamente dicho consiste en el estirado del alambre en frío, por pasos sucesivos a través de hileras, mandriles o trefilas de carburo de tungsteno cuyo diámetro es paulatinamente menor. Esta disminución de sección da al material una cierta acritud en beneficio de sus características mecánicas.



Figura 14 Cobre Trefilado en carretes.



## **Bunchados**

Son máquinas rápidas, eficientes y fiables que fabrican unen los cables eléctricos ideales para nuevas implantaciones que fabriquen cables de baja, media y alta tensión, cables de aluminio o cobre, cableado de conductores flexibles y reunido de aislados.



Figura 16 Maquina Bunchadora



Figura 15 formador de entorchado

## **Forrado o aislamiento**

En el aislamiento, se coloca un recubrimiento aislante sobre el conductor para evitar fugas de corriente. las condiciones ambientales y climáticas o los contactos con agentes agresivos, así como la falta de cuidado en la instalación, manejo y conservación, son las causas principales que limitan la vida de un cable.

los aislamientos se clasifican en dos grandes grupos: termoplásticos y termoestables.

los aislamientos termoplásticos más usuales en la fabricación de cables eléctricos son: PVC (policloruro de vinilo), z1 (poliolefinas), pe (polietileno lineal), poliuretano (pu), teftel, teflón (fluorados), etc.

en cuanto a los aislamientos termoestables, los más usuales son: epr (etileno propileno), xlpe (polietileno reticulado), Eva (acetato de etil vinil), si (silicona), pcp (neopreno), sobre (caucho natural), etc. el PVC y el polietileno se utilizan como aislamiento y como

cubierta protectora de los cables eléctricos, por su alta resistencia a los impactos y a la abrasión.



Figura 17 Chaqueta de cable eléctrico



Figura 18 Forrado externo de cable eléctrico.

### **Enrollado de cable eléctrico.**

Es el proceso por el cual el conductor eléctrico toma la forma de un rollo de aproximadamente 100 metros esto debido a que se colocaran en lotes de 200 a 400 rollos por parihuela, el enrollado

se realiza en una maquina llamada metradoras automática que recorre a una velocidad de 400 metros por minuto.



Figura 19 Conductor eléctrico enrollado para pruebas.

### **Control de calidad**

Los ensayos de muestreo se realizan con una frecuencia predeterminada (de acuerdo a la norma o al sistema interno de calidad) y su cometido es constatar que el producto cumple las especificaciones de diseño. Variando de acuerdo a las diferentes normas, podemos enumerar los siguientes ensayos:» Examen del conductor» Verificación de dimensiones (aislación, cubierta)» Tracción y alargamiento antes y después del envejecimiento sobre los materiales plásticos» Deformación por calor» Doblado en frío. Todos los conductores eléctricos pasan por una rigurosa prueba de control de calidad.

### 3.2 Plan integral de propuesta de mejora con la metodología Smed

para poder implementar la metodología Smed se cuenta con una serie de fases las cuales se verán desarrolladas y explicadas a continuación.

#### 3.2.1 Fase 1: Preliminar.

##### **Compromiso de la alta dirección.**

el área donde se desarrollará este trabajo, es el área de cordones para lo cual se solicitó el apoyo del jefe inmediato en nuestro caso el jefe de la línea de forrados a lo cual el supervisor

se mostró muy predispuesto hacia la implementación de la nueva metodología a utilizar dentro del área de cordones se le hizo conocimiento que para poder implementar la metodología se necesita el compromiso de todas las partes involucradas y crear conciencia de mejora en los trabajadores puesto que de esta manera el trabajo para ellos será más fácil y de menor tiempo ,se le hace conocimiento que necesitamos el apoyo de los cargos superiores de la empresa puesto que necesitamos la participación continua de todos los colaboradores mediante el proceso de toma de información ,todos los informes respecto a la nueva metodología se realizan mediante la presentación en ppt.

### **Organización del comité SMED**

Como parte de la segunda etapa se pide la creación de un comité dentro del área de forrados que cuente en promedio con 10 personas entre ellas se involucra al jefe de área y los 8 maquinistas más el técnico de mantenimiento cada uno de ellos tendrá sus funciones respectivas e indicadas en cada formato establecido se divide en líder del grupo secretario y facilitador .dentro de las actividades programadas esta la toma de tiempos para el cambio de formato el cual nos permitirá tener una idea clara de lo que buscamos mejorar .todo esto se lleva a cabo mediante una filmación toma de tiempos y registro fotográfico .

### **Lanzamiento oficial de la metodología SMED.**

En esta fase es donde se hace oficial ante todo el personal operativo el deseo de implementar la metodología por la alta dirección, esto se realizó una charla a través de diapositivas ante todo el personal, explicando todo lo que contiene la metodología SMED se hizo hincapié a todo el personal que se necesita el compromiso respectivo de cada uno de ellos en el plano teórico. dentro de las tareas programadas para cada personal operario es el llenado de los formatos establecidos para poder tener un control diario en los turnos de los tiempos que se realiza el cambio de set up cabe indicar que con estos indicadores podremos llevar un control diario cuantas veces se realiza el cambio de formato.

### **Planificación de actividades.**

Se realizó un formato donde se especifica la secuencia de actividades de la metodología a implementar, el control se hará de forma semanal para tener un indicador exacto respecto a la toma de tiempos

### **Capacitación del personal operativo respecto al SMED.**

en el área de forrados se realizó una charla de capacitación a todo el personal involucrado as u vez se les hizo conocer la problemática que tenemos y las posibles soluciones a mejorar que se manifiesta exactamente en el tiempo que demora el cambio de formato o cambio de matriz para la realización de cambio de un producto a otro , también se le entrego un manual de llenado de formato y se explica a cada uno de ellos como se va desarrollar la implementación de la nueva metodología ,esto quedara marcado de forma autónoma el registro en tableros colocados en cada una de las máquinas para poder llevar un control diario

3.2.2 fase 2: ejecución.

#### **implementación del Smed**

##### **Objetivo**

##### **Reducir los tiempos de preparación de maquina**

la técnica Smed sigue los siguientes pasos:

##### **Observar y comprender**

El proceso de cambio de formato el proceso de cambio de lote discurre desde última pieza correcta del lote anterior, hasta la primera pieza correcta del lote siguiente. en este primer paso, se realiza la observación detallada del proceso con el fin de comprender cómo se lleva a cabo éste y conocer el tiempo invertido.

son 3 las actividades principales:

- Filmación completa de la operación de preparación. se presta especial atención a los movimientos de manos, cuerpo y ojos. cuando el proceso de cambio se lleva a cabo por varias personas, todas ellas deben ser grabadas de forma simultánea.
- Creación de un equipo de trabajo multidisciplinar, en el que deben figurar los protagonistas de la grabación, personal de producción, encargados, personal de mantenimiento, calidad, etc. en esta fase se aclaran dudas y se recopilan ideas
- . • Elaboración del documento de trabajo, donde se resumirán de forma sencilla las actividades realizadas y los tiempos que comprenden.

### 1. **Identificar y Separar**

Las operaciones internas y externas se entienden por operaciones internas aquéllas que se deben realizar con la máquina parada. las operaciones externas son las que pueden realizarse con la máquina en funcionamiento. inicialmente todas las operaciones se hallan mezcladas y se realizan como si fuesen internas, por eso es tan importante la fase de identificación y separación. por ejemplo: transportar el molde, que se utilizará en el siguiente lote, hasta la máquina es una operación externa, ya que se puede realizar al margen de que la máquina esté funcionando. limpiar el tamiz en un molino de pintura debe realizarse con la máquina parada y por eso se considera una operación interna.

### 2. **Convertir las operaciones internas en externas**

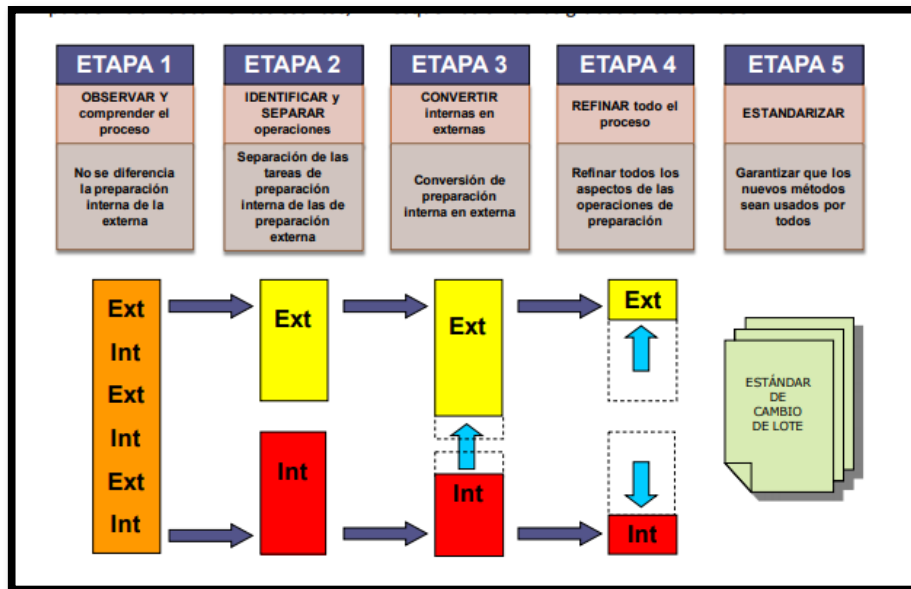
En esta fase las operaciones externas pasan a realizarse fuera del tiempo de cambio, reduciéndose el tiempo invertido en dicho cambio. técnica Smed. reducción del tiempo preparación 8 por ejemplo: si antes de realizar el cambio de lote, hemos acercado el molde hasta la prensa, habremos restado este tiempo del tiempo de cambio. habremos convertido la operación de interna a externa.

### 3. **Refinar**

Todos los aspectos de la preparación en este punto se busca la optimización de todas las operaciones, tanto internas como externas, con el objetivo de acortar al máximo los tiempos empleados. los tiempos de las operaciones externas se reducen mejorando la localización, identificación y organización de útiles, herramientas y resto de elementos necesarios para el cambio. para la reducción de los tiempos de las operaciones internas se llevan a cabo operaciones en paralelo, se buscan métodos de sujeción rápidos y se realizan eliminaciones de ajustes.

### **Estandarizar**

El nuevo procedimiento la última fase busca mantener en el tiempo la nueva metodología desarrollada. para ello se genera documentación sobre el nuevo procedimiento de trabajo, que puede incluir documentos escritos, esquemas o nuevas grabaciones de vídeo



fuelle: elaboración propia.

### 3.2.2.1 Conclusión

Podemos hacer mención a los principales beneficios que se obtienen tras la aplicación de esta técnica, que se resumen en:

1. se transforma tiempo no productivo en tiempo productivo, que repercute en un incremento de la capacidad de producción y de la productividad de la planta.
2. es posible la reducción del lote de producción, cuyas consecuencias son un incremento de la flexibilidad de la planta frente a los cambios de la demanda, una reducción del plazo de entrega, una disminución del stock de material en curso y la consecuente liberación de espacio en la planta productiva.
3. se estandariza n los procedimientos de cambio de lote, estableciendo métodos de trabajo cómodos y seguros, reduciendo el producto rechazado en los procesos de ajuste, ofreciendo procesos de aprendizaje fáciles y garantizando la competitividad de la empresa a lo largo del tiempo.

### 3.3 Desarrollo

#### 3.3.1 Análisis de la causa raíz

Después de haber realizado un análisis previo de las principales causas de la baja productividad en la maquina extrusora de conductores eléctricos dentro de las cuales se encuentra la evaluación de nuestra ficha de datos para posteriormente realizar nuestro Ishikawa y nuestro diagrama de Pareto se identificaron las causas de la disminución en la productividad ,siendo la raíz principal el cambio de formato o matriz de la maquina la cual registra demasiados tiempos de parada de maquina ala cambio.

En la empresa Indeco tiene como base de nuestra población 8 maquinas de forrados que varían su velocidad entre 650m/min a 750 m/min el cual al tiempo producido de parada de 1 hora nos genera 45 km de cable no producido ,verificamos que las maquinas detienen el proceso aproximadamente en promedio de cambio de formato de 3 a 4 horas y también sumarle al inicio de arranque de línea calentamiento de maquina la cual genera demasiado tiempos de parada puesto que cambio de formato es parte del proceso de fabricación se debe conocer que buscamos reducir el tiempo de cambio y convertirlo en productividad para lo cual realizaremos la aplicación del modelo SMED para poder mejorar los tiempos en los cambios set up .

En él cuadro se puede apreciar todas las acciones a realizar en el cambio de formato de la máquina de forrados de conductores eléctricos en la cual se especifica aquellas actividades donde nos centraremos para poder realizar nuestra mejora de cambio.








Tabla 5 Actividades A realizar en maquina en el proceso set up

Ítem	Actividad
1	Realizar inspecciones diarias de máquina
2	Realizar inspecciones diarias de sistema de seguridad
3	Revisar condiciones de funcionamiento continuo: presión, caudal, temperatura.
4	Trasladarse a las oficinas de producción
5	Solicitar la próxima receta al área de producción
6	Trasladarse al la maquina forradora
7	Verificar el funcionamiento de la maquina
8	Trasladarse al área de herramental
9	Solicitar las matrices, dados, guías. para cambio de formato
10	Trasladarse a la maquina forradora
11	Realizar limpieza ajuste y toma de medidas para el cambio
12	Detener la maquina reduciendo la velocidad
13	Desajustar pernos de extrusora para separar el bypass
14	Retirar el cabezal y retirar el material restante de extrusora
15	Poner en marcha la extrusora para poder retirar el filtro
16	Aplicar presión de aire para enfriar la porta filtro
17	Retirar el filtro de metal
18	Cerrar la tolva y empezar el purgado
19	Apagar la máquina y desajustar los topes de sujeción
20	Retiro de acoples manuales
21	Retiro de bocinas de bronce collarín
22	Retiro de matriz de extrusora
23	Retiro de dados y guías
24	Realizar limpieza en mesa de trabajo
25	Utilizar extractor manual para separación de piezas
26	Retirar tornillo sin fin
27	Retiro de partes eléctricas termocuplas
28	Retiro de extrusora de 2" hacia atrás manualmente
29	Limpieza de tornillo con cepillo de bronce
30	Limpieza de alojamiento interno de tornillo
31	Montaje de tornillo sin fin
32	Montaje de dados y guías
33	Montaje de base collarín
34	Montaje de parte eléctrica termocuplas
35	Verificación de las condiciones de trabajo
36	Verificar material y orden de proceso
37	Devolver guías y dado a herramental
38	Iniciar limpieza de la zona de trabajo
39	Iniciar proceso de forrado.

fuentes: elaboración propia.

**Interpretación:** Podemos apreciar en el presente cuadro todas las actividades a realizar en la parte operativa de cambio de formato de la máquina de forrado de conductores eléctricos.

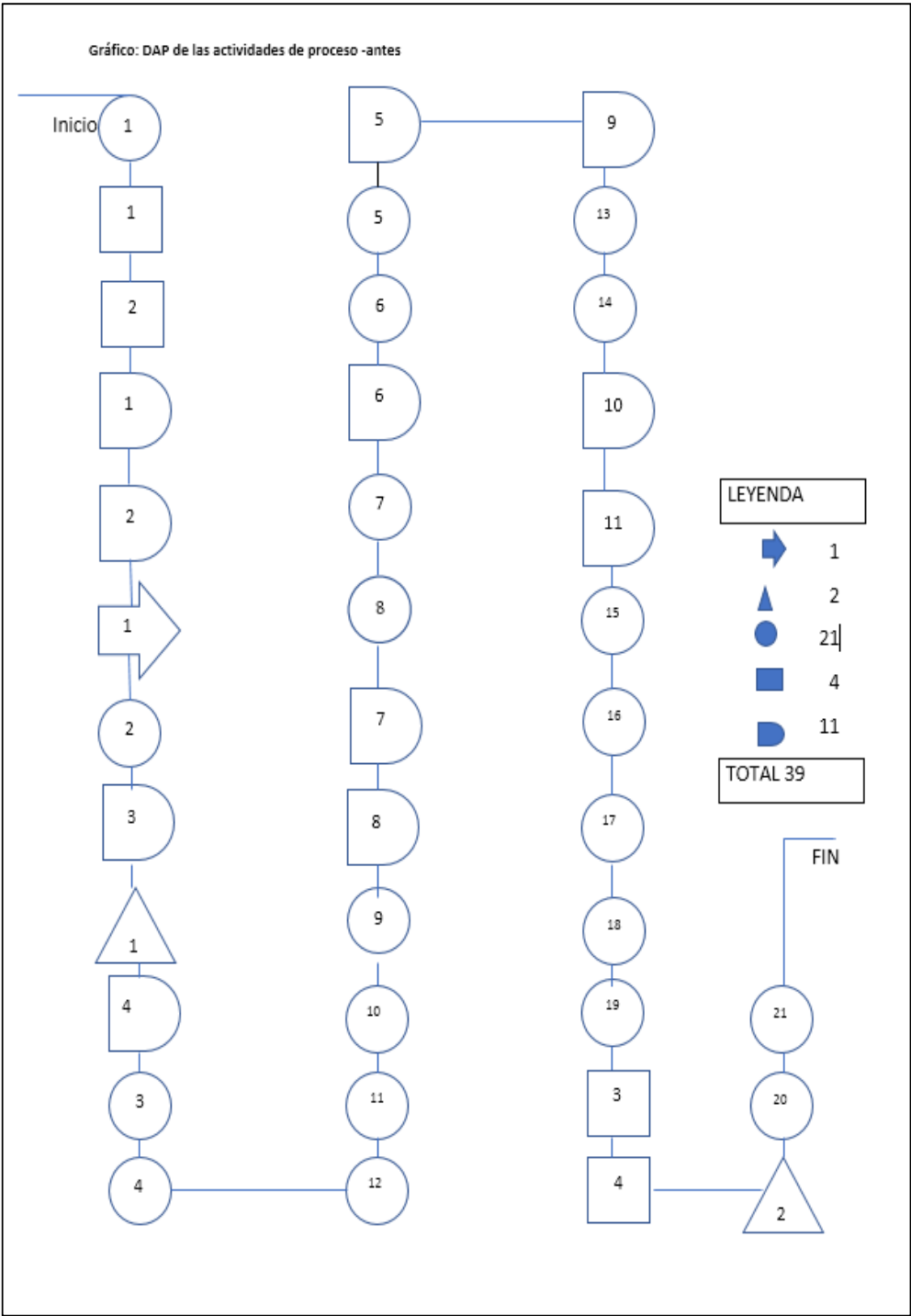
Tabla 4 Resumen de actividades antes de la mejora.

Item	Actividad	operación	transporte	inspeccion	demora	almacen
						
1	Realizar inspecciones diarias de máquina					
2	Realizar inspecciones diaria de sistema de seguridad					
3	Revisar condiciones de funcionamiento : presión ,caudal, temperatura					
4	Trasladarse a las oficinas de producción					
5	Solicitar la próxima receta al área de producción					
6	Trasladarse al la maquina forradora					
7	Verificar el funcionamiento de la maquina					
8	Trasladarse al área de herramental					
9	Solicitar las matrices ,dados, guías ,para cambio de formato					
10	Trasladarse a la maquina forradora					
11	Realizar limpieza ajuste y toma de medidas para el cambio					
12	Detener la maquina reduciendo la velocidad					
13	Desajustar pernos de extrusora para separar el bypass					
14	Retirar el cabezal y retirar el material restante de extrusora					
15	Poner en marcha la extrusora para poder retira el filtro					
16	Aplicar presión de aire para enfriar el porta filtro					
17	Retirar el filtro de metal					
18	Cerrar la tolva y empezar el purgado					
19	Apagar la maquina y desajustar los topes de sujeción					
20	Retiro de acoples manuales					
21	Retiro de bocinas de bronce collarín					
22	Retiro de matriz de extrusora					
23	Retiro de dados y guías					
24	Realizar limpieza en mesa de trabajo					
25	Utilizar extractor manual para separación de piezas					
26	Retirar tornillo sin fin					
27	Retiro de partes eléctricas termocuplas					
28	Retiro de extrusora de 2" hacia atrás manualmente					
29	Limpieza de tornillo con cepillo de bronce					
30	Limpieza de alojamiento interno de tornillo					
31	Montaje de tornillo sin fin					
32	Montaje de dados y guías					
33	Montaje de base collarín					
34	Montaje de parte eléctrica termocuplas					
35	Verificación de las condiciones de trabajo					
36	Verificar material y orden de proceso					
37	Devolver guías y dado a herramental					
38	Iniciar limpieza de la zona de trabajo					
39	Iniciar proceso de forrado .					

fuelle: elaboracion propia.

**Interpretación:** se puede apreciar en el presente cuadro de operaciones como se divide el cambio de formato en 21 operaciones,1 transporte,4 inspecciones,2 almacen,12 demoras las cuales se verán reducidas luego de la aplicación de la metodología SMED.

Tabla 7 D.A.P diagrama de actividades de proceso



Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 8 Identificación de operaciones internas y externas

N.	Actividad	Tipo de actividad	
		O. Externas	O. Internas
1	Realizar inspecciones diarias de máquina		O. I
2	Realizar inspecciones diarias de sistema de seguridad		O. I
3	Revisar condiciones de funcionamiento continuo: presión temperatura		O. I
4	Trasladarse a las oficinas de producción		O. I
5	Solicitar la próxima receta al área de producción		O. I
6	Trasladarse a la maquina forradora		O. I
7	Verificar el funcionamiento de la maquina	O. E	
8	Trasladarse al área de herramental		O. I
9	Solicitar las matrices, dados, guías. para cambio de formato		O. I
10	Trasladarse a la maquina forradora		O. I
11	Realizar limpieza ajuste y toma de medidas para el cambio		O. I
12	Detener la maquina reduciendo la velocidad	O. E	
13	Desajustar pernos de extrusora para separar el bypass		O. I
14	Retirar el cabezal y retirar el material restante de extrusora		O. I
15	Poner en marcha la extrusora para poder retirar el filtro	O. E	
16	Aplicar presión de aire para enfriar la porta filtro		O. I
17	Retirar el filtro de metal		O. I
18	Cerrar la tolva y empezar el purgado		O. I
19	Apagar la máquina y desajustar los topes de sujeción	O. E	
20	Retiro de acoples manuales		O. I
21	Retiro de bocinas de bronce collarín		O. I
22	Retiro de matriz de extrusora		O. I
23	Retiro de dados y guías		O. I
24	Realizar limpieza en mesa de trabajo		O. I
25	Utilizar extractor manual para separación de piezas		O. I
26	Retirar tornillo sin fin		O. I
27	Retiro de partes eléctricas termocuplas		O. I
28	Retiro de extrusora de 2" hacia atrás manualmente		O. I
29	Limpieza de tornillo con cepillo de bronce		O. I
30	Limpieza de alojamiento interno de tornillo		O. I
31	Montaje de tornillo sin fin		O. I
32	Montaje de dados y guías		O. I
33	Montaje de base collarín		O. I
34	Montaje de parte eléctrica termocuplas		O. I
35	Verificación de las condiciones de trabajo		O. I
36	Verificar material y orden de proceso		O. I
37	Devolver guías y dado a herramental		O. I
38	Iniciar limpieza de la zona de trabajo		O. I
39	Iniciar proceso de forrado.	O. E	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9 *Tiempo de actividades por operación antes de la mejora.*

N.	actividades	Tiempo /minutos
1	Realizar inspecciones diarias de máquina	5,00
2	Realizar inspecciones diarias de sistema de seguridad	5,00
3	Revisar condiciones de funcionamiento continuo: presión temperatura.	5,00
4	Trasladarse a las oficinas de producción	12,00
5	Solicitar la próxima receta al área de producción	5,00
6	Trasladarse a la maquina forradora	4,00
7	Verificar el funcionamiento de la maquina	7,22
8	Trasladarse al área de herramental	10,00
9	Solicitar las matrices, dados, guías. para cambio de formato	8,00
10	Trasladarse a la maquina forradora	5,22
11	Realizar limpieza ajuste y toma de medidas para el cambio	8,00
12	Detener la maquina reduciendo la velocidad	2,00
13	Desajustar pernos de extrusora para separar el bypass	9,00
14	Retirar el cabezal y retirar el material restante de extrusora	5,00
15	Poner en marcha la extrusora para poder retirar el filtro	2,00
16	Aplicar presión de aire para enfriar la porta filtro	2,00
17	Retirar el filtro de metal	3,00
18	Cerrar la tolva y empezar el purgado	3,00
19	Apagar la máquina y desajustar los topes de sujeción	2,00
20	Retiro de acoples manuales	3,00
21	Retiro de bocinas de bronce collarín	4,00
22	Retiro de matriz de extrusora	2,50
23	Retiro de dados y guías	7,45
24	Realizar limpieza en mesa de trabajo	3,00
25	Utilizar extractor manual para separación de piezas	11,00
26	Retirar tornillo sin fin	12,00
27	Retiro de partes eléctricas termocuplas	12,00
28	Retiro de extrusora de 2" hacia atrás manualmente	10,80
29	Limpieza de tornillo con cepillo de bronce	10,00
30	Limpieza de alojamiento interno de tornillo	10,00
31	Montaje de tornillo sin fin	10,00
32	Montaje de dados y guías	6,00
33	Montaje de base collarín	3,00
34	Montaje de parte eléctrica termocuplas	5,00
35	Verificación de las condiciones de trabajo	5,00
36	Verificar material y orden de proceso	5,00
37	Devolver guías y dado a herramental	10,00
38	Iniciar limpieza de la zona de trabajo	12,00
39	Iniciar proceso de forrado.	5,00
	TIEMPO EN HORAS	4,15

Interpretación: Como se puede observar en la presente tabla el total de horas al realizar el cambio de formato se suma en total a 4 horas 15 minutos, el cual manifiesta el alto indicador de tiempo y preparación de maquina al cambio de formato y de matriz de la línea de extrusión.

Tabla 10 Reducción de operaciones internas por externas 1

Actividad	Procedimiento
OPERACIÓN	Realizar inspección de maquina diaria 1
LOGRO	reducir tiempo de inspección 5 minutos
INICIO	al iniciar arranque de maquina
TERMINO	llegando a la velocidad nominal
PROCEDIMIENTO	el operador al iniciar el arranque de maquina
PROPUESTA	cambia la inspección de maquina parada a encendida
MEJORA	se redujo el tiempo de 5 min
REALIZADO POR	Operador de turno
SUPERVISADO POR	jefe de línea de producción

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 11 Reducción de operaciones internas por externas 2-3

Actividad	Procedimiento
OPERACIÓN	Realizar inspección diaria de seguridad 2-3
LOGRO	reducir tiempo de inspección 5 minutos
INICIO	al iniciar arranque de maquina
TERMINO	llegando a la velocidad nominal
PROCEDIMIENTO	el operador al iniciar el arranque de maquina
PROPUESTA	cambia la inspección de maquina parada a encendida
MEJORA	se redujo el tiempo de 5,00 min
REALIZADO POR	Operador de turno
SUPERVISADO POR	jefe de línea de producción

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 12 Reducción de operaciones internas por externas 4-5-6.

Actividad	Procedimiento
OPERACIÓN	Solicitar receta a oficinas de producción 4-5-6
LOGRO	Reducir tiempo de traslado 15 min
INICIO	antes del inicio de arranque de maquina
TERMINO	durante el proceso de arranque de maquina
PROCEDIMIENTO	la receta debe de estar puesta en maquina antes del inicio de producción
PROPUESTA	jefe de línea debe de estar en maquina con la SOF en el inicio de fabricación
MEJORA	se elimina el tiempo de traslado del operador 12 min
REALIZADO POR	Operador de turno
SUPERVISADO POR	jefe de línea de producción

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 13 *Reducción de operaciones internas por externas*<sup>8</sup>

Actividad	Procedimiento
OPERACIÓN	Traslado área de herramental 8
LOGRO	Reducir tiempo de traslado 10 min
INICIO	antes del arranque de maquina
TERMINO	durante el funcionamiento
PROCEDIMIENTO	herramental entrega matriz a maquina
PROPUESTA	área de herramental habilita matriz en máquina.
MEJORA	reduce tiempo de traslado
REALIZADO POR	Operador de turno
SUPERVISADO POR	jefe de línea de producción

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 14 *Reducción de operaciones internas por externas* 9-10

Actividad	Procedimiento
OPERACIÓN	solicitud de matriz de extrusión 9-10
LOGRO	reducir tiempo de solicitud y traslado 10 min
INICIO	antes de inicio de arranque de maquina
TERMINO	durante el funcionamiento
PROCEDIMIENTO	realizar la solicitud de matriz de extrusión
PROPUESTA	habilitado por herramental en maquina
MEJORA	disminución de tiempo de solicitud.
REALIZADO POR	Operador de turno
SUPERVISADO POR	jefe de línea de producción

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 15 *Reducción de operaciones internas por externas*<sup>11-14</sup>

Actividad	Procedimiento
OPERACIÓN	desmontaje de matriz 11-12-13-14-
LOGRO	diminución de tiempo de cambio de formato
INICIO	durante la operación de cambio
TERMINO	durante la operación de cambio
PROCEDIMIENTO	desmontaje de matriz manualmente
PROPUESTA	desmontaje con llaves de uso automático neumático
MEJORA	cambio de herramientas modernas y automáticas 11 min
REALIZADO POR	Operador de turno
SUPERVISADO POR	jefe de línea de producción

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 16 *Reducción de operaciones internas por externas*23-26

Actividad	Procedimiento
OPERACIÓN	utilización extractor manual 23-24-25-26
LOGRO	disminución de tiempo al cambio de formato de 22min
INICIO	durante la operación de cambio
TERMINO	durante la operación de cambio
PROCEDIMIENTO	desmontaje de matriz con extractor manual
PROPUESTA	uso de extractor de presión hidráulica
MEJORA	disminución de tiempo al cambio de formato a 12 min
REALIZADO POR	Operador de turno
SUPERVISADO POR	jefe de línea de producción

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 17 *Reducción de operaciones internas por externas*16-22

Actividad	Procedimiento
OPERACIÓN	limpieza con cepillo manual 16-17-18-19-20-21-22
LOGRO	disminución de tiempo a la limpieza de 20min
INICIO	durante el proceso de cambio de formato
TERMINO	durante el proceso al cambio de formato
PROCEDIMIENTO	limpieza de partes de matriz de extrusión
PROPUESTA	usar esmeril neumático para la limpieza automáticamente
MEJORA	disminución de tiempo a la limpieza de accesorios a 13.2 min
REALIZADO POR	Operador de turno
SUPERVISADO POR	jefe de línea de producción

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 18 *Reducción de operaciones internas por externas* 27

Actividad	Procedimiento
OPERACIÓN	Retiro de partes eléctricas de control 27
LOGRO	disminución de tiempo a la desconexión 12 min
INICIO	durante el proceso de cambio de formato
TERMINO	durante el proceso de cambio de formato
PROCEDIMIENTO	desconexión de termocuplas
PROPUESTA	colocar conectores Poka Yoque.
MEJORA	Disminución de tiempo y a prueba de error 3 min
REALIZADO POR	Operador de turno
SUPERVISADO POR	jefe de línea de producción

Fuente: Elaboracion propia.



**Tabla 19** Reducción de operaciones internas por externas29-34

Actividad	Procedimiento
OPERACIÓN	limpieza de tornillo sin fin y montaje de matriz de extrusión 29-30-31-32-33-34-
LOGRO	disminución de tiempo uso de herramientas automáticas 40min
INICIO	durante el proceso de cambio de formato
TERMINO	al termino de limpieza automática
PROCEDIMIENTO	limpieza departes y montaje de matriz dados y guías
PROPUESTA	uso de herramientas automáticas para la limpieza
MEJORA	disminución de tiempo al cambio de limpieza automática 15 min
REALIZADO POR	Operador de turno
SUPERVISADO POR	jefe de línea de producción

Fuente: Elaboracion propia.

**Tabla 20** Reducción de operaciones internas por externas28.

Actividad	Procedimiento
OPERACIÓN	Retiro de extrusora de 2.5 manualmente 28
LOGRO	disminución al mover la extrusora manualmente 10,8 min
INICIO	durante el proceso al cambio de formato
TERMINO	en el proceso de cambio de matriz
PROCEDIMIENTO	mover la extrusora para el desmontaje de matriz manualmente
PROPUESTA	colocar un motorreductor para mover la extrusora eléctricamente
MEJORA	disminución d tiempo 2min
REALIZADO POR	Operador de turno
SUPERVISADO POR	jefe de línea de producción

Fuente: Elaboracion propia.

**Tabla 21** Reducción de operaciones internas por externas30

Actividad	Procedimiento
OPERACIÓN	limpieza de alojamiento de tornillo sin fin 30
LOGRO	disminución de tiempo a la limpieza 10 min
INICIO	durante el cambio de formato
TERMINO	en el proceso de limpieza
PROCEDIMIENTO	limpiar manualmente
PROPUESTA	uso de hisopo con extensión interna 5 min
MEJORA	disminución de tiempo durante la limpieza
REALIZADO POR	Operador de turno
SUPERVISADO POR	jefe de línea de producción

Fuente: Elaboracion propia

Tabla 22 Reducción de operaciones internas por externas31-33

Actividad	Procedimiento
OPERACIÓN	montaje de matriz de extrusión 31-32-33
LOGRO	disminución de tiempo al cambio de formato 19 min
INICIO	durante el proceso de cambio de formato
TERMINO	en el proceso de montaje
PROCEDIMIENTO	uso de herramientas de ajuste
PROPUESTA	cambio de herramientas manuales por llaves Rachell
MEJORA	disminución de tiempo al montaje de matriz y partes a 10 min
REALIZADO POR	Operador de turno
SUPERVISADO POR	jefe de línea de producción

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 23 Reducción de operaciones internas por externas36

Actividad	Procedimiento
OPERACIÓN	verificación de SOF y condiciones de trabajo 36
LOGRO	disminución de tiempo 10 min
INICIO	proceso de verificación
TERMINO	durante el proceso de verificación antes del arranque
PROCEDIMIENTO	verificación y hoja de inicio de proceso
PROPUESTA	lo realiza el jefe de línea o proceso
MEJORA	disminución de tiempo a la verificación 10 min
REALIZADO POR	Operador de turno
SUPERVISADO POR	jefe de línea de producción

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 24 Reducción de operaciones internas por externas37

Actividad	Procedimiento
OPERACIÓN	devolución de matriz a herramental 37
LOGRO	disminución de tiempo al traslado 10 min
INICIO	antes del inicio al arranque de maquina
TERMINO	durante el cambio de formato.
PROCEDIMIENTO	devolución de matriz a herramental
PROPUESTA	personal de herramental lo realizara en máquina para llevarlo a herramental
MEJORA	disminución de tiempo a la entrega de matriz 10 min
REALIZADO POR	Operador de turno
SUPERVISADO POR	jefe de línea de producción






Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 25 Comparación de reducción de tiempo

N.	actividades	Tiempo /minutos	Reducción /tiempo
1	Realizar inspecciones diarias de máquina	5,00	5,00
2	Realizar inspecciones diarias de sistema de seguridad	5,00	5,00
3	Revisar condiciones de funcionamiento continuo: presión temperatura.	5,00	5,00
4	Trasladarse a las oficinas de producción	12,00	12,00
5	Solicitar la próxima receta al área de producción	5,00	5,00
6	Trasladarse a la maquina forradora	4,00	4,00
7	Verificar el funcionamiento de la maquina	7,22	-
8	Trasladarse al área de herramental	10,00	10,00
9	Solicitar las matrices, dados, guías. para cambio de formato	8,00	8,00
10	Trasladarse a la maquina forradora	5,22	5,00
11	Realizar limpieza ajuste y toma de medidas para el cambio	8,00	4,00
12	Detener la maquina reduciendo la velocidad	2,00	2,00
13	Desajustar pernos de extrusora para separar el bypass	9,00	3,00
14	Retirar el cabezal y retirar el material restante de extrusora	5,00	2,00
15	Poner en marcha la extrusora para poder retirar el filtro	2,00	-
16	Aplicar presión de aire para enfriar la porta filtro	2,00	2,00
17	Retirar el filtro de metal	3,00	1,20
18	Cerrar la tolva y empezar el purgado	3,00	2,00
19	Apagar la máquina y desajustar los topes de sujeción	2,00	-
20	Retiro de acoples manuales	3,00	2,00
21	Retiro de bocinas de bronce collarín	4,00	2,00
22	Retiro de matriz de extrusora	2,50	2,00
23	Retiro de dados y guías	7,45	3,12
24	Realizar limpieza en mesa de trabajo	3,00	-
25	Utilizar extractor manual para separación de piezas	11,00	5,00
26	Retirar tornillo sin fin	12,00	7,30
27	Retiro de partes eléctricas termocuplas	12,00	3,00
28	Retiro de extrusora de 2" hacia atrás manualmente	10,80	2,00
29	Limpieza de tornillo con cepillo de bronce	10,00	4,00
30	Limpieza de alojamiento interno de tornillo	10,00	5,00
31	Montaje de tornillo sin fin	10,00	6,00
32	Montaje de dados y guías	6,00	3,00
33	Montaje de base collarín	3,00	3,00
34	Montaje de parte eléctrica termocuplas	5,00	2,00
35	Verificación de las condiciones de trabajo	5,00	-
36	Verificar material y orden de proceso	5,00	5,00
37	Devolver guías y dado a herramental	10,00	10,00
38	Iniciar limpieza de la zona de trabajo	12,00	12,00
39	Iniciar proceso de forrado.	5,00	-
	TIEMPO EN HORAS	4,15	2,53
	Nuevo tiempo de actividades		1,53

Interpretación: Se señala el nuevo tiempo tras la mejora realizada al cambio de formato y utilización de nuevas herramientas en el proceso de cambio el cual mejoro en promedio de 4horas 15 min a 1 hora 53 minutos.

Tabla 26 Resumen de actividades después de la mejora

Item	Actividad	operación	transporte	inspeccion	demora	almacen
						
1	Realizar inspecciones diarias de máquina					
2	Realizar inspecciones diaria de sistema de seguridad					
3	Revisar condiciones de funcionamiento : temperatura.					
4	Trasladarse a las oficinas de producción					
5	Solicitar la próxima receta al área de producción					
6	Trasladarse al la maquina forradora					
7	Verificar el funcionamiento de la maquina					
8	Trasladarse al área de herramental					
9	Solicitar las matrices ,dados, guías ,para cambio de formato					
10	Trasladarse a la maquina forradora					
11	Realizar limpieza ajuste y toma de medidas para el cambio					
12	Detener la maquina reduciendo la velocidad					
13	Desajustar pernos de extrusora para separar el bypass					
14	Retirar el cabezal y retirar el material restante de extrusora					
15	Poner en marcha la extrusora para poder retira el filtro					
16	Aplicar presión de aire para enfriar el porta filtro					
17	Retirar el filtro de metal					
18	Cerrar la tolva y empezar el purgado					
19	Apagar la maquina y desajustar los topes de sujeción					
20	Retiro de acoples manuales					
21	Retiro de bocinas de bronce collarín					
22	Retiro de matriz de extrusora					
23	Retiro de dados y guías					
24	Realizar limpieza en mesa de trabajo					
25	Utilizar extractor manual para separación de piezas					
26	Retirar tornillo sin fin					
27	Retiro de partes eléctricas termocuplas					
28	Retiro de extrusora de 2" hacia atrás manualmente					
29	Limpieza de tornillo con cepillo de bronce					
30	Limpieza de alojamiento interno de tornillo					
31	Montaje de tornillo sin fin					
32	Montaje de dados y guías					
33	Montaje de base collarín					
34	Montaje de parte eléctrica termocuplas					
35	Verificación de las condiciones de trabajo					
36	Verificar material y orden de proceso					
37	Devolver guías y dado a herramental					
38	Iniciar limpieza de la zona de trabajo					
39	Iniciar proceso de forrado .					

fuelle: elaboracion propia.

Interpretación: El resumen de las actividades de cambio de formato después de realizado la mejora se logran dividir en promedio en 34 operaciones 2 inspecciones 2 tiempos de demora y 1 de transporte de herramienta mejorando así nuestro tiempo de cambio.

Procedimientos de inicio y cambio de formato.

<p>Colocar la MALLA DE METAL en el filtro rompeflujo con la ayuda de silicona (Fig. 1 y 2).</p>	<p>Utilizar doble guantes de hilo, mangas y lentes de seguridad.</p>		
---	--	--	---



Procedimiento 1

<p>Fijar el FILTRO ROMPEFLUJO en la EXTRUSORA (Fig. 3).</p>	<p>Verificar que el filtro rompeflujo quede bien fijado (Fig. 4).</p>		
---	---	--	---

Procedimiento 2

<p>Juntar el BAYPASS con la EXTRUSORA (Fig. 5).</p>	<p>No colocar los dedos en la trayectoria de movimiento del equipo (Fig. 6).</p>		
---	--	---	--

Procedimiento 3

<p>Fijar los PERNOS SUJETADORES de la extrusora (Fig. 7 y 8).</p>			
---	--	--	---



Procedimiento 4

<p>Utilizar la llave de boca ancha N° 11/2 para ajustar los PERNOS SUJETADORES (Fig. 9).</p>	<p>Utilizar un tubo como palanca para ayudar a liberar los pernos (Fig 10).</p>	 <p>FIG. 9</p>	 <p>FIG. 10</p>
--	---	---	---

### Procedimiento 5

<p>Introducir el PORTAGUIA en la parte interna del cabezal de la extrusora (Fig. 3).</p>	<p>La chaveta del PORTAGUIA debe de encajar en la ranura del cabezal para que quede bien fijado (Fig. 4).</p>	 <p>FIG. 3</p>	 <p>FIG. 4</p>
--	---	--	---

### Procedimiento 6

<p>Realizar el purgado de la extrusora 2" desajustando los PERNOS del BYPASS con la llave de boca ancha N° 11/2 (Fig. 9).</p>	<p>Utilizar respirador para vapores y gases. Utilizar un tubo como palanca para ayudar a liberar los pernos (Fig. 10).</p>	 <p>FIG. 9</p>	 <p>FIG. 10</p>
---	--	---	---

### Procedimiento 7

<p>Poner en marcha la extrusora de 2" para iniciar el purgado de material (Fig. 11).</p>	<p>Colocar el coche debajo del bypass para el purgado del material (Fig. 12).</p>	 <p>FIG. 11</p>	 <p>FIG. 12</p>
--	---	---	--

### Procedimiento 8

<p>Introducir el ISOPO para limpiar la camiseta de la extrusora (Fig. 1).</p>	<p>Utilizar doble guantes de hilo, mangas, lentes de seguridad y respirador para vapores y gases.</p> <p>Utilizar un isopo con escobilla de hilos de bronce (Fig. 2).</p>	 <p>FIG. 1</p>	 <p>FIG. 2</p>
---	---	---	---

### Procedimiento 9

<p>Retirar cualquier residuo con la aplicación de aire. (Fig. 3).</p>	 <p>FIG. 3</p>
---	--

### Procedimiento 10

<p>Introducir el TORNILLO en el interior de la extrusora (Fig. 4).</p>	<p>Utilizar guantes de rayón (alta temperaturas) para manipular el tornillo.</p> <p>No introducir totalmente el tornillo, dejar 30 cm aprox (Fig. 5).</p>	 <p>FIG. 4</p>	 <p>FIG. 5</p>
--	---	--	---

### Procedimiento 11

<p>Terminar de introducir el TORNILLO utilizando pieza de bronce (Fig. 6).</p>	<p>No exponer los dedos a la trayectoria del tornillo (Fig. 7).</p>	 <p>FIG. 6</p>	 <p>FIG. 7</p>
--	---	--	---

<p>Cerrar la TOLVA de material y poner en marcha la extrusora para iniciar el purgado del tornillo (Fig. 1 y 2).</p>	<p>Utilizar doble guantes de hilo, mangas, lentes de seguridad y respirador para vapores y gases.</p> <p>Colocar el coche debajo de la extrusora para recibir el material purgado (Fig. 3 y 4).</p>	   
--	---	---

### Procedimiento 12


<p>Retirar el TORNILLO de la extrusora y colocarlo en los 02 soportes (Fig. 7).</p>	<p>Utilizar guantes de rayón (alta temperaturas) para manipular el tornillo.</p>	
---	--	--

### Procedimiento 13

<p>Retirar el material impregnado del cuerpo del TORNILLO (Fig. 8).</p>	<p>Utilizar un cepillo de hilos de bronce. Colocar el tornillo de 2" en la mesa de trabajo (Fig. 9).</p>	 
---	--	--

### Procedimiento 14



<p>Utilizar la llave de boca ancha N° 13/4 para liberar la TUERCA que sujeta el DADO (Fig. 1).</p>	<p>Utilizar doble guantes de hilo, mangas, lentes de seguridad y respirador para vapores y gases.</p>	 <p>FIG. 1</p>
--	---	--

### Procedimiento 15

<p>Poner en marcha el cabezal de la extrusora para expulsar el DADO (Fig. 2).</p>	<p>Colocar el coche debajo del cabezal (Fig. 3)</p>	 <p>FIG. 2</p>	 <p>FIG. 3</p>
---	---	---	---

### Procedimiento 16

<p>Utilizar la llave de boca ancha para liberar la TUERCA que sujeta el PORTADADO (Fig. 4).</p>	<p>Siempre utilizar los EPPs recomendados para el retiro de las piezas del cabezal (Fig. 5)</p>	 <p>FIG. 4</p>	 <p>FIG. 5</p>
---	---	--	--

### Procedimiento 17

<p>Limpiar con el cepillo de hilos de bronce la TUERCA de ajuste del PORTADADO (Fig. 6).</p>	<p>Sujetar la tuerca con la ayuda de un trapo o paño industrial.</p>	 <p>FIG. 6</p>
--	--	--

### Procedimiento 18

<p>Poner en marcha el cabezal de la extrusora para expulsar el PORTADADO (Fig. 7).</p>	<p>Sujetar el PORTADADO con la ayuda de un trapo o paño industrial y llevarlo hacia la mesa de trabajo (Fig. 8)</p>	 <p>FIG. 7</p>	 <p>FIG. 8</p>
--	---	--	---

### Procedimiento 19



Procedimiento 20



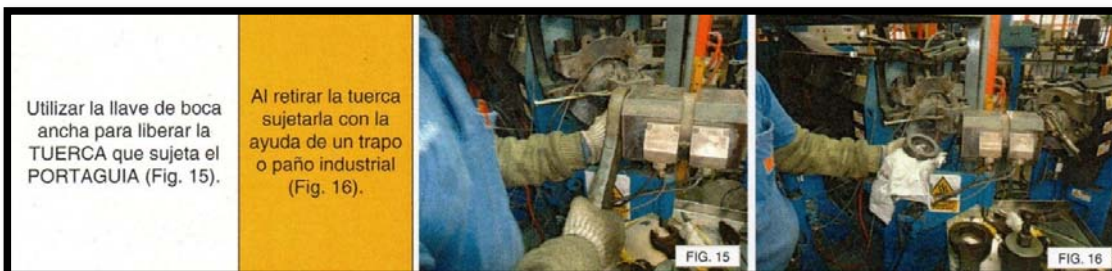
Procedimiento 21



Procedimiento 22



Procedimiento 23



Procedimiento 24

## Equipos y herramientas a remplazar en el cambio de formato



Figura 21 carro transportador de guías y dados .



Figura 20 equipo neumático para ajuste de pernos de bronce



Figura 23 juego de llaves Rachell para reducir tiempo de ajuste espacio reducido



Figura 22 equipo extractor hidráulico



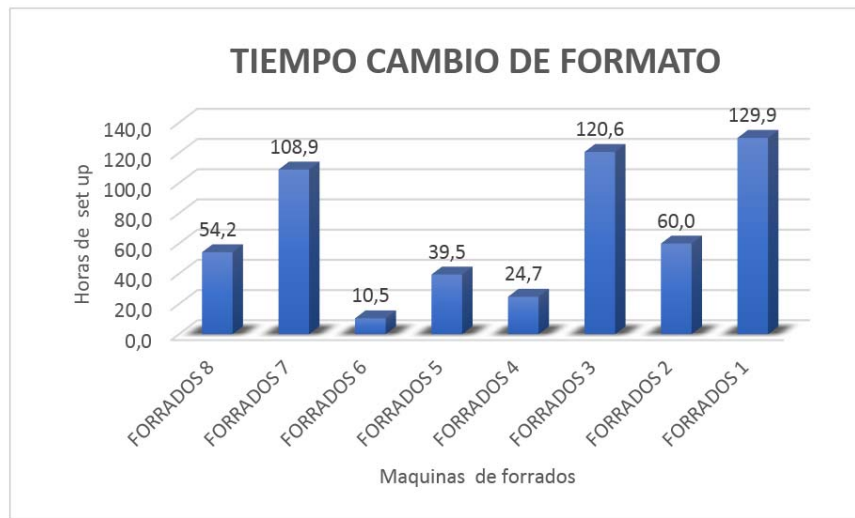
Figura 25 motorreductor para mover extrusora en forma eléctrica .



Figura 24 equipo neumático para limpieza de partes de matriz

Indicador: Cambio de tiempo de formato

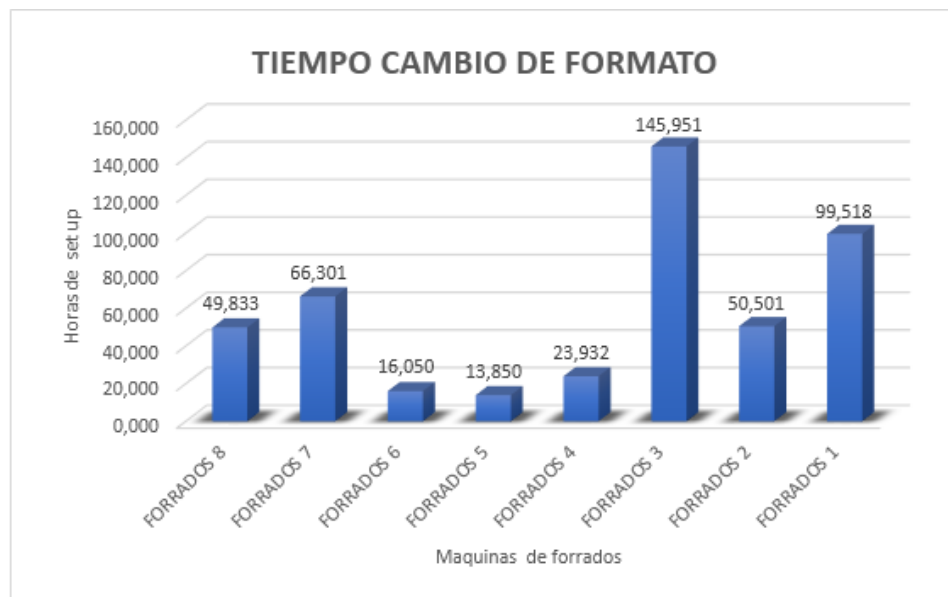
TIEMPO DE SET UP MED DE JULIO						
Des.Máquina	Aver.Mecá	Aver.Eléct	Total Aver.	T.Prepar.	T.Produc	Ind.Produc.(%)
FORRADOS 8	6,733	1,934	8,667	54,199	315,032	78,77
FORRADOS 7	3,183	17,165	20,348	108,936	312,800	66,15
FORRADOS 6	0,000	0,000	0,000	10,450	85,601	89,12
FORRADOS 5	1,650	2,067	3,717	39,450	418,515	89,70
FORRADOS 4	12,150	2,900	15,050	24,735	275,933	82,69
FORRADOS 3	1,500	1,900	3,400	120,569	396,350	74,39
FORRADOS 2	2,833	13,818	16,651	59,951	321,696	79,20
FORRADOS 1	5,633	7,667	13,300	129,902	331,284	67,83



Interpretación:

Como podemos apreciar de la tabla 2 y la figura 1, podemos evidenciar el tiempo que tiene cada máquina al realizar el cambio de formato esto basado a un promedio mensual, a su vez podemos definir que los tiempos por cambios de formato disminuyen notablemente los tiempos de producción de la máquina de forrados.

TIEMPO DE SET UP MED DE AGOSTO						
Des.Máquina	Aver.Mecá	Aver.Eléct	Total Aver.	T.Prepar.	T.Produc.	Ind.Produc.(%)
FORRADOS 8	10,234	3,001	13,235	49,833	77,53	78,77
FORRADOS 7	1,617	2,217	3,834	66,301	77,17	66,15
FORRADOS 6	0,000	4,034	4,034	16,050	35,78	89,12
FORRADOS 5	2,933	1,483	4,416	13,850	70,84	89,70
FORRADOS 4	2,733	18,133	20,866	23,932	81,90	82,69
FORRADOS 3	1,083	10,616	11,699	145,951	66,91	74,39
FORRADOS 2	8,434	2,017	10,451	50,501	81,65	79,20
FORRADOS 1	0,000	5,200	5,200	99,518	72,73	67,83

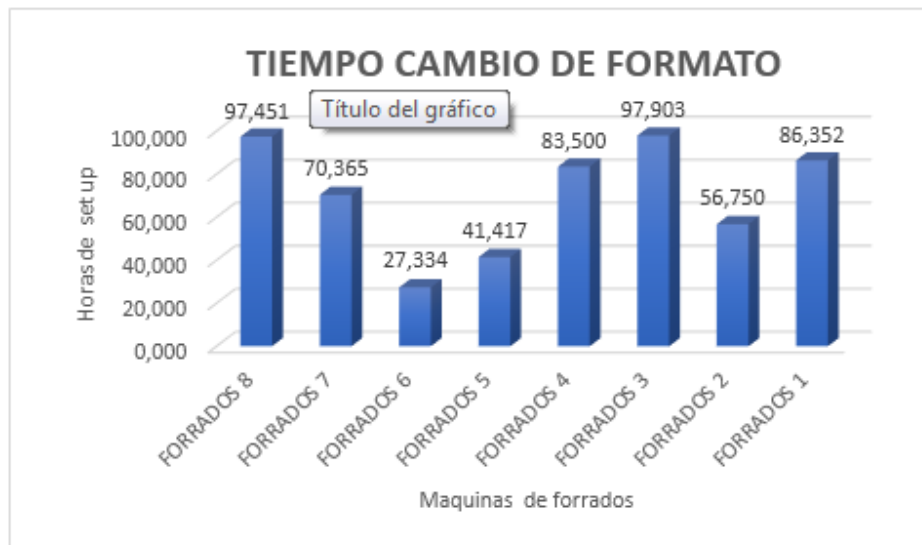


Interpretación:

En la tabla 3 figura 2 podemos observar que existe una notable desviación respecto al tiempo de preparación de maquina siendo la máquina que más demoro en hacer los cambios la línea 3 de forrados, en este grafico observamos que no existe ningún tiempo estándar para poder realizar los cambios de set up, se hace resaltar que el tiempo de producción también disminuyo de manera notable.

TIEMPO DE SET UP MED DE SETIEMBRE						
Des.Máquina	Aver.Mecá	Aver.Eléct	Total Aver.	T.Prepar.	T.Produc.	Ind.Produc.(%)
FORRADOS 8	0,850	4,283	5,133	97,451	74,00	78,77
FORRADOS 7	0,000	15,499	15,499	70,365	71,07	66,15
FORRADOS 6	0,000	0,283	0,283	27,334	68,79	89,12
FORRADOS 5	5,467	24,433	29,900	41,417	77,62	89,70
FORRADOS 4	2,333	0,000	2,333	83,500	73,84	82,69
FORRADOS 3	1,017	4,333	5,350	97,903	75,79	74,39
FORRADOS 2	2,050	8,868	10,918	56,750	71,73	79,20
FORRADOS 1	0,000	3,217	3,217	86,352	81,65	67,83

Elaboracion propia



Interpretación:

En la tabla 4 figura 3 podemos observar que la producción de cable eléctrico a aumentado en un 35% más, por ello las maquinas a evaluar también subieron su tiempo de preparación de maquina las máquinas con mayor tiempo de preparación son las líneas de forrados 8 y 3 respectivamente.

Tabla 5 Overall Effectiveness Equipment datos Pre-test

LINEA DE EXTRUSIÓN OEE (SMED) PRE TEST							
Pre aplicación	MESES	SEMANAS	AÑO	DISPONIBILIDAD	RENDIMIENTO	CALIDAD	OVERAL EFFECTIVENES EFFECTIVES
ANTES	JUNIO	1	2018	80,31	66,86	6,87	51,34
		2		97,91	69,62	3,54	57,02
		3		57,75	73,94	2,35	44,68
		4		95,41	76,25	1,33	57,66
	JULIO	5		52,26	74,86	1,53	42,89
		6		85,44	77,94	3,15	50,18
		7		72,24	75,15	3,15	50,18
		8		77,05	72,91	2,19	50,72
	AGOSTO	9		47,21	75,49	1,91	41,54
		10		97,19	75,23	5,39	59,27
		11		53,69	76,03	6,76	45,49
		12		71,89	75,46	3,67	50,34
SEMANA DE ADAPTACION A LA APLICACIÓN 13,14.							

Tabla 6 tiempo útil SMED datos Pre-test

LINEA DE EXTRUSIÓN OEE (SMED) POST TEST							
Pre aplicación	MESES	SEMANAS	AÑO	DISPONIBILIDAD	RENDIMIENTO	CALIDAD	PROMEDIO
DESPUES	SEPTIEMBRE	1	2018	94,0	72,0	6,87	57,62
		2		97,9	80,0	3,54	60,48
		3		69,0	84,0	2,35	51,78
		4		95,4	88,0	1,33	61,58
	OCTUBRE	5		78,0	85,0	1,53	54,84
		6		85,4	78,0	3,15	55,53
		7		72,2	75,2	3,15	50,18
		8		77,1	80,0	2,19	53,08
	NOVIEMBRE	9		92,0	79,0	1,91	57,64
		10		97,2	95,0	5,39	65,86
		11		92,0	92,0	6,76	63,59
		12		71,9	92,0	3,67	55,85

Elaboracion propia.

Tabla 7 Eficacia productividad pre test.

LINEA DE EXTRUSIÓN TIEMPO UTIL (SMED) PRE TEST							
Pre aplicación	MESES	SEMANAS	AÑO	TIEMPO PROYECTADO	TIEMPO DE PREPARACION	TIEMPO UTIL= TP/TP	PROMEDIO
ANTES	JUNIO	1	2018	93,20	20,38	0,22	21,87
		2		215,9	99,7	0,46	46,18
		3		119,9	50,32	0,42	41,97
		4		106,8	18,7	0,18	17,51
	JULIO	5		87,3	15,8	0,18	18,10
		6		92,2	17,4	0,19	18,87
		7		91,8	17	0,19	18,52
		8		95,5	19,7	0,21	20,63
	AGOSTO	9		63,83	11,33	0,18	17,75
		10		116,15	17,6	0,15	15,15
		11		70,85	11,34	0,16	16,01
		12		98,23	15,53	0,16	15,81
SEMANA DE ADAPTACION A LA APLICACIÓN 13,14.							

Tabla 8 Eficiencia productividad pre test

LINEA DE EXTRUSIÓN EFICIENCIA (PRODUCTIVIDAD) PRE TEST							
Pre aplicación	MESES	SEMANAS	AÑO	ORDEN REALIZADA	ORDEN PROGRAMADA	EFICACIA	PROMEDIO
ANTES	JUNIO	1	2018	21	55	0,38	38,2
		2		33	50	0,66	66,0
		3		60	62	0,97	96,8
		4		15	57	0,26	26,3
	JULIO	5		19	37	0,51	51,4
		6		16	58	0,28	27,6
		7		42	46	0,91	91,3
		8		15	34	0,44	44,1
	AGOSTO	9		39	41	0,95	95,1
		10		45	54	0,83	83,3
		11		29	37	0,78	78,4
		12		14	52	0,27	26,9
SEMANA DE ADAPTACION A LA APLICACIÓN 13,14.							

Elaboracion propia

Tabla 9 Overall Effectiveness Equipment datos Post-test

OEE SMED ANTES -DESPUES		
SEMANAS	%TIEMPO DE CAMBIO ANTES PRE TEST	%TIEMPO DE CAMBIO DESPUES POST TEST
1	51,34	57,62
2	57,02	60,48
3	44,68	51,78
4	57,66	61,58
5	42,89	54,84
6	50,18	55,53
7	50,18	50,18
8	50,72	53,08
9	41,54	57,64
10	59,27	65,86
11	45,49	63,59
12	50,34	55,85

Tabla 10 Eficiencia productividad post test

TIEMPO UTIL SMED ANTES -DESPUES		
SEMANAS	%TIEMPO DE CAMBIO ANTES PRE TEST	%TIEMPO DE CAMBIO DESPUES POST TEST
1	21,87	57,62
2	46,18	60,48
3	41,97	51,78
4	17,51	61,58
5	18,10	54,84
6	18,87	55,53
7	18,52	50,18
8	20,63	53,08
9	17,75	57,64
10	15,15	65,86
11	16,01	63,59
12	15,81	55,85

Tabla 11 Eficiencia productividad post test

EFICIENCIA (PRODUCTIVIDAD) ANTES - DESPUES		
SEMANAS	%TIEMPO DE CAMBIO ANTES PRE TEST	%TIEMPO DE CAMBIO DESPUES POST TEST
1	37,73	75,50
2	69,24	80,60
3	34,94	76,80
4	70,63	87,90
5	51,78	89,90
6	82,29	88,90
7	48,40	98,00
8	64,24	87,00
9	70,69	87,00
10	65,35	78,90
11	48,13	96,00
12	61,63	76,00

Tabla 12 Eficacia productividad post test.

EFICACIA (PRODUCTIVIDAD) ANTES - DESPUES		
SEMANAS	%TIEMPO DE CAMBIO ANTES PRE TEST	%TIEMPO DE CAMBIO DESPUES POST TEST
1	38,18	94,55
2	66,00	96,00
3	96,77	93,55
4	26,32	91,23
5	51,35	94,59
6	27,59	94,83
7	91,30	86,96
8	44,12	91,18
9	95,12	92,68
10	83,33	88,89
11	78,38	81,08
12	26,92	96,15

Fuente: Elaboracion propia



Tabla 13 tiempo antes después O.E.E.

LINEA DE EXTRUSIÓN EFICIENCIA (PRODUCTIVIDAD) PRE TEST								
Pre aplicación	MESES	SEMANAS	AÑO	TIEMPO PRODUCTIVO	TIEMPO IMPRODUCTIVO	EFICIENCIA	PROMEDIO	
								DESPUES
DESPUES	SEPTIEMBRE		2018	2	112	99,7	0,89	89,02
				3	120	50,32	0,42	41,93
				4	115	101,7	0,88	88,43
				5	110	74,56	0,68	67,78
	OCTUBRE		2018	6	118	118,5	1,00	100,42
				7	125	69,7	0,56	55,76
				8	135	92,5	0,69	66,52
				9	157	101,8	0,65	64,84
	NOVIEMBRE		2018	10	141	94,1	0,67	66,74
				11	150	69,3	0,46	46,20
				12	110	88,75	0,81	80,68

Tabla 14 tiempo antes y después tiempo útil

LINEA DE EXTRUSIÓN EFICIENCIA (PRODUCTIVIDAD) PRE TEST								
Pre aplicación	MESES	SEMANAS	AÑO	ORDEN REALIZADA	ORDEN PROGRAMADA	EFICACIA	PROMEDIO	
DESPUES	SEPTIEMBRE		2018	1	52	55	0,95	94,5
				2	48	50	0,96	96,0
				3	58	62	0,94	93,5
				4	52	57	0,91	91,2
	OCTUBRE		2018	5	35	37	0,95	94,6
				6	55	58	0,95	94,8
				7	40	46	0,87	87,0
				8	31	34	0,91	91,2
	NOVIEMBRE		2018	9	38	41	0,93	92,7
				10	48	54	0,89	88,9
				11	30	37	0,81	81,1
				12	50	52	0,96	96,2

Tabla 15 Eficacia antes después productividad.

LINEA DE EXTRUSIÓN EFICIENCIA (PRODUCTIVIDAD) PRE TEST								
Pre aplicación	MESES	SEMANAS	AÑO	TIEMPO PRODUCTIVO	TIEMPO IMPRODUCTIVO	EFICIENCIA	PROMEDIO	
ANTES	JUNIO		2018	1	144	54,33	0,38	37,73
				2	144	99,7	0,69	69,24
				3	144	50,32	0,35	34,94
				4	144	101,7	0,71	70,63
	JULIO		2018	5	144	74,56	0,52	51,78
				6	144	118,5	0,82	82,29
				7	144	69,7	0,48	48,40
				8	144	92,5	0,64	64,24
	AGOSTO		2018	9	144	101,8	0,71	70,69
				10	144	94,1	0,65	65,35
				11	144	69,3	0,48	48,13
				12	144	88,75	0,62	61,63

SEMANA DE ADAPTACION A LA APLICACION 13,14.

Tabla 16 Eficiencia antes después productividad

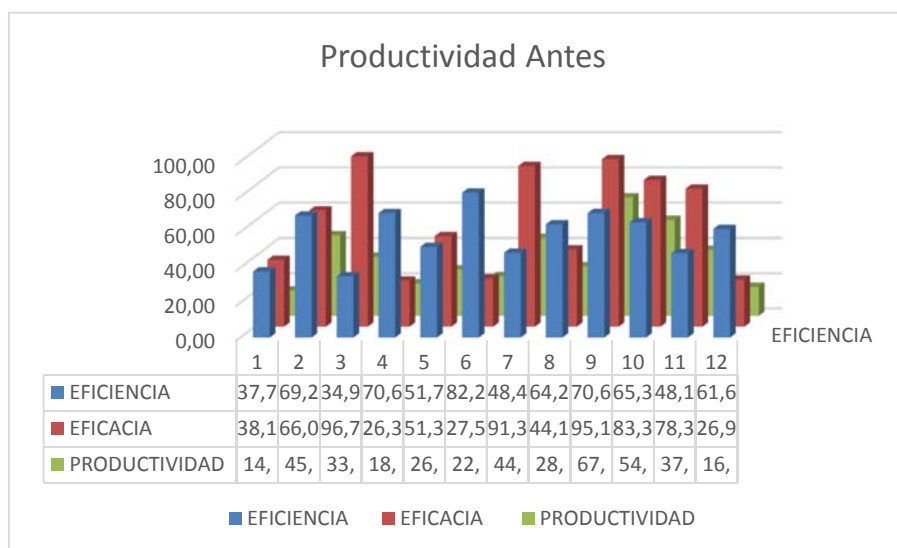
LINEA DE EXTRUSIÓN TIEMPO UTIL (SMED) POST TEST								
POST APLICACIÓN	MESES	SEMANAS	AÑO	TIEMPO PROYECTAD	TIEMPO DE PREPARACION	TIEMPO UTIL= TP/TF	TIEMPO OPERACIÓN DE CAMBIO	
DESPUES	SEPTIEMBRE		2018	1	93,20	10,22	0,11	10,97
				2	215,9	25,14	0,12	11,64
				3	119,9	22,22	0,19	18,53
				4	106,8	9,28	0,09	8,67
	OCTUBRE		2018	5	87,3	12,3	0,14	14,09
				6	92,2	8,65	0,09	9,38
				7	91,8	6,41	0,07	6,98
				8	95,5	15,22	0,16	15,94
	NOVIEMBRE		2018	9	63,83	8,45	0,13	13,24
				10	116,15	6,33	0,05	5,45
				11	70,85	5,22	0,07	7,37
				12	98,23	10,21	0,10	10,39

Fuente: Elaboracion propia

Tabla 5 productividad antes de método SMED

PRODUCTIVIDAD ANTES			
SEMANAS	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
1	37,73	38,18	14,4
2	69,24	66,00	45,7
3	34,94	96,77	33,8
4	70,63	26,32	18,6
5	51,78	51,35	26,6
6	82,29	27,59	22,7
7	48,40	91,30	44,2
8	64,24	44,12	28,3
9	70,69	95,12	67,2
10	65,35	83,33	54,5
11	48,13	78,38	37,7
12	61,63	26,92	16,6

Fuente: Elaboracion propia

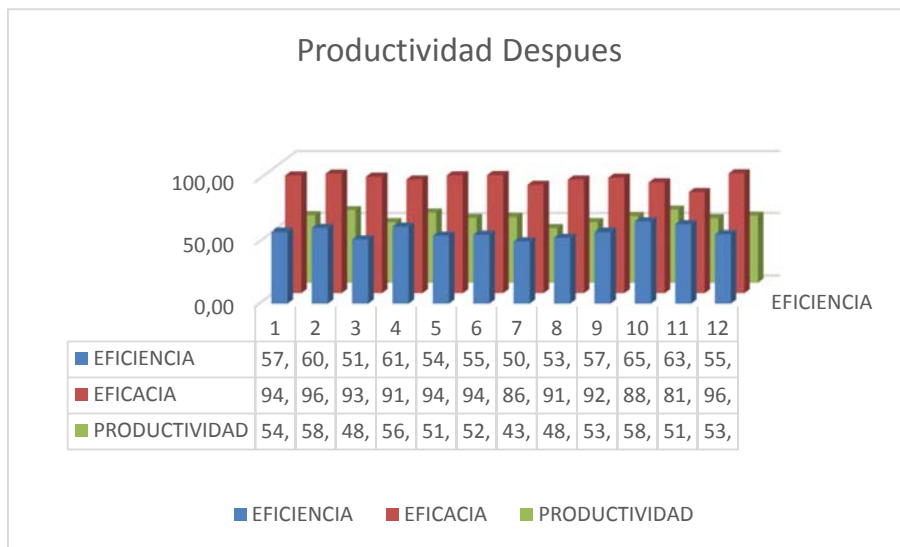


Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 6 *Productividad después método SMED.*

PRODUCTIVIDAD DESPUES			
SEMANAS	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
1	57,62	94,55	54,0
2	60,48	96,00	58,1
3	51,78	93,55	48,4
4	61,58	91,23	56,2
5	54,84	94,59	51,9
6	55,53	94,83	52,7
7	50,18	86,96	43,6
8	53,08	91,18	48,4
9	57,64	92,68	53,4
10	65,86	88,89	58,5
11	63,59	81,08	51,6
12	55,85	96,15	53,7

Fuente: Elaboracion propia

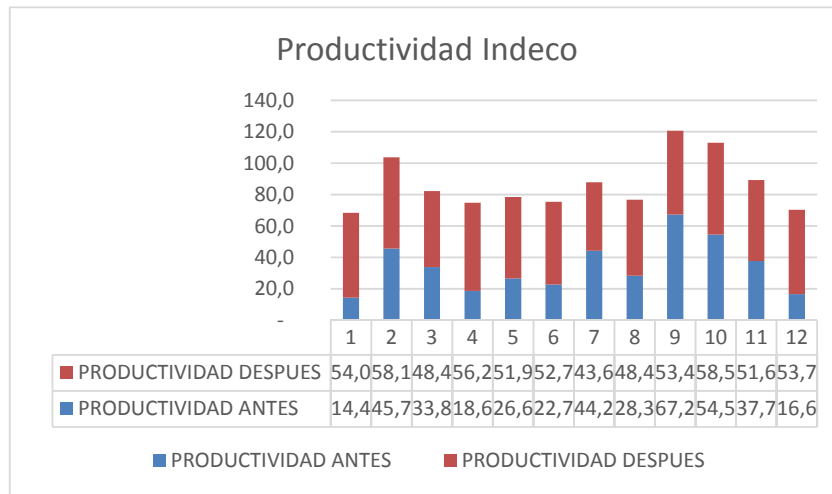


Fuente: Elaboracion propia.

### 3.1. Análisis descriptivo

En el presente análisis descriptivo por medio de indicador de barras demostraremos los datos que se han logrado en el levantamiento de información de la producción del antes y después de la implementación del método SMED.

En el grafico hacemos referencia a un diagrama de los tiempos del cambio de set up de antes y después del estudio



Fuente: Elaboracion propia

Interpretación: en el presente cuadro se observa y se hace referencia al cambio de formato el cual al inicio nos indica en promedio de mejora con respecto a la aplicación del método SMED. El cual se manifiesta en un 28.35% de promedio.

### Comparación de la Productividad del Pre-test y Post-test

#### 3.2. Análisis inferencial

##### 3.2.1 Análisis de la hipótesis general

Ha: La Implementación del modelo SMED mejora significativamente el proceso productivo en la empresa INDECO S.A.

Con el objetivo donde podamos comprobar la hipótesis general es fundamental que los datos pertenezcan a las series de la productividad del antes y después ya que tienen un comportamiento paramétrico, es decir normal. En vista que la sucesión de ambos datos es 24, se procederá a utilizar el análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro-Wilk.

Regla de decisión:

Si  $p \text{ valor} \leq 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico no provienen de una distribución normal.

Si  $p \text{ valor} > 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico provienen de una distribución normal.

Tabla de decisión prueba p

	ANTES	DESPUÉS	CONCLUSIÓN
sig.>0,05	si	si	PARAMETRICO
sig. <0,05	si	no	NO PARAMÉTRICO
sig. <0,05	no	si	NO PARAMÉTRICO
sig. <0,05	no	no	NO PARAMÉTRICO

Fuente Danglot y Vega (2003)

Resumen de procesamiento de datos de productividad

**Resumen del procesamiento de los casos**

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
VI_PRODUCTIVIDAD_PRE	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%
VI_PRODUCTIVIDAD_POST	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%

#### Prueba de normalidad variable independiente productividad

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
VI_PRODUCTIVIDAD_PRE	,141	12	,200*	,944	12	,556
VI_PRODUCTIVIDAD_POST	,163	12	,200*	,952	12	,661

Interpretación: De acuerdo a los datos observados en los cuales son 12 semanas (pre-post).se observa que la prueba de normalidad se realizó con Shapiro Wilk, puesto que los datos analizados son menores que 30 obteniendo el grado de significancia productividad antes  $>0.05$  y productividad después  $> 0.05$  por lo tanto los presentes datos son paramétricos y para la contratación de hipótesis se realizara el uso de T Student con el respectivo promedio de medias.

#### Contrastación de la hipótesis general

Ho: La Implementación del modelo SMED no mejora significativamente el proceso productivo en la empresa INDECO S.A.

Ha: La Implementación del modelo SMED mejora significativamente el proceso productivo en la empresa INDECO S.A.

Regla de decisión:

Ho:  $\mu$  productividad antes  $\geq$   $\mu$  productividad después

Ha:  $\mu$  productividad antes  $>$   $\mu$  productividad después

Tabla estadística de muestras emparejadas productividad

Estadísticos de muestras relacionadas					
		Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Par 1	VI_PRODUCTIVIDAD_PRE	34,1917	12	16,28086	4,69988
	VI_PRODUCTIVIDAD_POST	52,5417	12	4,25942	1,22959

Interpretación: en el presente grafico se demuestra que el promedio de la productividad es de 34.19% que es menos al promedio de la productividad anterior el cual es de 52.54% aumentando en un 18.35% ben consecuencia no se cumple Ho:  $\mu_{Pa} < \mu_{Pd}$  de esta manera podemos definir que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

De esta manera debemos corroborar que el análisis el cual realizamos se encuentre en el valor adecuado para lo cual realizaremos un análisis de p valor o significancia y los resultados de la prueba T Student a la productividad antes y después.

Prueba de muestras emparejadas t Student

**Correlaciones de muestras relacionadas**

		N	Correlación	Sig.
Par 1	VI_PRODUCTIVIDAD_PRE y VI_PRODUCTIVIDAD_POST	12	,057	,861

Análisis de significancia o p valor productividad t Student

**Prueba de muestras relacionadas**

		Diferencias relacionadas		
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Par 1	VI_PRODUCTIVIDAD_PRE - VI_PRODUCTIVIDAD_POST	- 18,35000	16,59324	4,79005

**Prueba de muestras relacionadas**

		gl	Sig. (bilateral)
Par 1	VI_PRODUCTIVIDAD_PRE - VI_PRODUCTIVIDAD_POST	11	,003

Interpretación: la significancia de las pruebas emparejadas es de 0.003 y es menor que 0.05 por lo tanto podemos definir que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.



Tabla de procesamiento de casos eficiencia

Resumen del procesamiento de los casos							
	Casos						
	Válidos		Perdidos		Total		
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje	
INDICADOR_EFICIENCIA_P RE	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%	
INDICADOR_EFICIENCIA_P OST	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%	

Prueba de normalidad eficiencia

Pruebas de normalidad						
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
INDICADOR_EFICIENCIA_P RE	,162	12	,200 <sup>*</sup>	,950	12	,630
INDICADOR_EFICIENCIA_P OST	,176	12	,200 <sup>*</sup>	,923	12	,309

Interpretación: en la presente tabla podemos observar que nuestros datos analizados son de 12 semanas (Pre-post) para lo cual realizaremos el uso de Shapiro Wilk, ya que los datos son menores a 50. Obteniendo el grado de significancia eficiencia antes  $<0.05$  y eficiencia después  $>0.05$  así que por lo tanto los datos no son paramétricos y para la contratación de la hipótesis se utilizará el estadístico WILCOXON con el comparativo promedio de medias

Contrastación de la hipótesis general

Ho: La Implementación del modelo SMED no mejora significativamente el proceso productivo en la empresa INDECO S.A.

Ha: La Implementación del modelo SMED mejora significativamente el proceso productivo en la empresa INDECO S.A.

Regla de decisión:

Ho:  $\mu$  productividad antes  $\geq$   $\mu$  productividad después

Ha:  $\mu$  productividad antes  $>$   $\mu$  productividad después

Tabla comparativa medias de eficiencia

Descriptivos			
		Estadístico	Error típ
INDICADOR_EFICIENCIA_PRE	Media	58,7542	4,18068
INDICADOR_EFICIENCIA_POST	Media	85,2083	2,20222

Interpretación: En la presente tabla se demuestra que la media de la productividad anterior es de 58.75% y es menor a la media de productividad posterior que es de 85.20% en relación no se cumple Ho:  $\mu_{Pa} < \mu_{Pd}$  de esta manera podemos definir que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

En este sentido se debe de corroborar que el análisis realizado se encuentra bien, entonces realizaremos un análisis de p valor o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a la eficiencia antes y después.

Tabla de prueba significancia p valor eficiencia Wilcoxon

Tabla resumen casos eficacia

**Resumen del procesamiento de los casos**

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
INDICADOR_EFICACIA_PRE	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%
INDICADOR_EFICACIA_POST	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%

Tabla prueba de normalidad eficacia

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
INDICADOR_EFICACIA_PRE	,156	12	,200 <sup>*</sup>	,883	12	,097
INDICADOR_EFICACIA_POST	,193	12	,200 <sup>*</sup>	,861	12	,050

Interpretación: en la presente tabla podemos observar que nuestros datos analizados son de 12 semanas (Pre- post) para lo cual realizaremos el uso de Shapiro Wilk, ya que los datos son menores a 50. Obteniendo el grado de significancia eficiencia antes  $<0.05$  y eficiencia después  $>0.05$  así que por lo tanto los datos no son paramétricos y para la

contratación de la hipótesis se utilizará el estadístico WILCOXON con el comparativo promedio de medias

Contrastación de la hipótesis general

Ho: La Implementación del modelo SMED no mejora significativamente el proceso productivo en la empresa INDECO S.A.

Ha: La Implementación del modelo SMED mejora significativamente el proceso productivo en la empresa INDECO S.A.

Regla de decisión:

Ho:  $\mu$  productividad antes  $\geq$   $\mu$  productividad después

Ha:  $\mu$  productividad antes  $>$   $\mu$  productividad después

Tabla comparación de medias eficacia

Descriptivos			
		Estadístico	Error típ
INDICADOR_EFICIENCIA_PRE	Media	60,4483	8,054
INDICADOR_EFICIENCIA_POST	Media	91,8075	1,2686

Interpretación: en la presente tabla se demuestra que la media de la productividad anterior es de 60 .44% y que es mucho menor la productividad posterior que es de 91.80 %y en consecuencia se cumple Ho:  $\mu_{Pa} < \mu_{Pd}$ , de manera cual que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Así mismo debemos corroborar el resultado en el análisis se encuentre correcto para lo cual realizaremos un análisis de p valor o significancia de los resultados de la prueba de Wilcoxon a la eficiencia antes y después.

Tabla de prueba de significancia o p valor Wilcoxon

<b>Estadísticos de contraste</b>	
	INDICADOR_EFICACIA_POST - INDICADOR_EFICACIA_PRE
Z	-2,432 <sup>b</sup>
Sig. asintót. (bilateral)	,015

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos negativos.

Interpretación: se puede observar en la presente tabla que el valor de significancia es de 0,015 siendo menor que 0.05 de pruebas emparejadas por consiguiente se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

## **IV DISCUSIÓN**

En nuestro trabajo de investigación el cual fue desarrollado en la empresa Indeco S.A área de extrusión, líneas de forrados nos permite desarrollar la aplicación del método Smed, el cual desarrolla el cambio rápido de formato y por consecuente obtenemos un aumento significativo de productividad, el cual logro un aumento de 18.35% la prueba que la media de la productividad pre test (antes) de la aplicación de la propuesta del método dio como resultado 34,19% que es dato menor en comparación a la media post test después de la aplicación de la metodología Smed que fue 52,54% con esto el tiempo de cambio de formato paso de 2 horas y 20 minutos a 31 minutos con 52 segundos. Así mismo se comparte el resultado expuesto por (Diaz 2016) en su tesis “Aplicación de la técnica Smed para mejorar la productividad en el área de torno. donde nos manifiesta que con la aplicación de la metodología Smed se logra aumentar significativamente 21.50% de productividad.

En el siguiente resultado, se observa que la eficiencia antes de la aplicación Smed es de 58.75% y el resultado obtenido después del sistema Smed da como resultado una eficiencia de 85.20%. brindando una mejora significativa de 26.45% en donde se puede afirmar que la aplicación del método Smed mejora la eficiencia como lo manifiesta (Rivera 2017) en su tesis, aplicación del método Smed para incrementar la productividad en la línea de envases de hojalata, donde menciona que la eficiencia indica cumplir con lo programado, teniendo un 33.9% de eficiencia en relación a la fabricación de envases de hojalata.

Para poder finalizar y analizando la eficacia en la línea de extrusión antes de la aplicación del método Smed, se obtuvo un promedio de 60.44% y la eficacia después es 91.80 % obteniendo una mejora significativa de 31.36% con el sistema Smed. Por consiguiente, como lo manifiesta (Gómez 2017) en su tesis “Aplicación del Smed para incrementar la productividad en la línea de producción de los enchufes planos tropicalizados donde resalta la eficacia y obtuvo un 25% de mejora en eficacia dentro del proceso de extrusión de la empresa cumpliendo con sus objetivos establecidos; con lo que se puede definir y concluir una metodología eficaz tanto para los colaboradores, como también para la empresa.

(Rajadell y Sanchez, 2010) señalan que el sistema Smed tiene un enfoque de mejora y como tal requiere método y constancia con el propósito de generar el aumento en la productividad con eficiencia y eficacia, obteniendo resultados positivos siendo Smed un sistema viable.



## **V. CONCLUSIÓN**

La Implementación del modelo Smed mejora significativamente el proceso productivo en la empresa Indeco S.A 2018. La productividad se incrementó en un 18.35 %. en el cual se ve demostrado con una mayor disponibilidad, performance y calidad de la línea de producción, así como una mayor flexibilidad y respuesta ante cualquier pedido urgente o cambio de pedido. Que finalmente lo veremos reflejado en una mayor rentabilidad económica para la empresa Indeco.

Posterior a realizar los respectivos análisis en la presente investigación obtenemos las siguientes conclusiones:

Los promedios obtenidos de la significancia de la prueba estadígrafo de T-Student, aplicada a la productividad antes y después es de 0.000, por ello y según a la regla de decisión ( $p \text{ valor} \leq 0.05$ ), se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, en definición, La Implementación del modelo Smed mejora significativamente el proceso productivo en la empresa Indeco S.A. Lima -2018 en donde podemos tomar como referencia los resultados de productividad antes es de 34.19% y la productividad después es 52.54% que nos brinda como resultado de productividad un incremento significativo de 18.35%

Para los resultados de la significancia de la prueba estadígrafo de T-Student, aplicada a la eficiencia antes y después es de 0.000, por esa razón y según a la regla de decisión ( $p \text{ valor} \leq 0.05$ ), se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, en definición: La Implementación del modelo Smed mejora significativamente el proceso productivo en la empresa Indeco S.A. Lima -2018. En donde logramos definir que la eficiencia antes y la eficiencia después es 58.75%, que da como resultado un incremento de 91.88% equivalente a 31.36%.

En el indicador de la significancia de la prueba estadígrafo de Wilcoxon, aplicada a la eficacia antes y después es de 0.000, por lo tanto y según a la regla de decisión ( $p \text{ valor} \leq 0.05$ ), se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, en conclusión, la implementación del modelo Smed mejora significativamente el proceso productivo en la línea de extrusión de la empresa Indeco s.a. lima -2018. podemos definir y establecer que la eficacia antes 58.75% y la productividad después es 85.20%, que da como resultado un incremento de 26.45%.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda al personal operativo para mejorar la productividad en la empresa Indeco aplicar el modelo Smed al mediante cursos de capacitación, inducciones y charlas continuas para poder lograr su compromiso con la aplicación es necesario reconocer el esfuerzo y la buena voluntad que cada operador pondrá a su implementación del método en su máquina de trabajo. Se recomienda continuar con la mejora en la productividad, seguir con la medición de los tiempos en las operaciones tales internas como externas ya que esto logrará mantener y mejorar las horas de los cambios de formato. manteniendo la aplicación del modelo Smed, para poder alcanzar una mejor producción diaria.

2.- Para la mejora en la eficiencia se recomienda también realizar la reducción de tiempo en otras líneas de producción, ya sea otras máquinas de extrusión u otros equipos que influyan en el proceso de forrado. Así mantener y mejorar las horas efectivas durante la jornada programada en toda la línea del proceso, incrementando la capacidad en las unidades programadas.

3. Para la mejora de la eficacia Se recomienda la aplicación de procedimientos de trabajo, instructivos y modelos de formatos de control para todo lo que conlleve con el cambio de set up y continuar con el incremento de la eficacia y eficiencia, no solo en una sola máquina, también implementarlo en otros equipos de producción, de esta manera responder el aumento de producción que se está obteniendo por la aplicación del Smed.

4. Se recomienda poder concientizar y lograr el compromiso de todos los trabajadores y de la plana directiva para poder lograr el objetivo determinado, el resultado más optimo lo vamos a lograr de acuerdo al nivel de compromiso de cada uno de ellos, es necesario que cada colaborador sea reconocido por su apoyo a la aplicación del modelo Smed.

## GLOSARIO

**Balance de línea:** herramienta utilizada para el control de la producción, con la finalidad de estandarizar y regular los tiempos en una línea de producción.

**Disponibilidad:** permite conocer el tiempo disponible de la máquina, que tan operativas y cuanto es el tiempo que no se encuentra operando.

**Eficiencia:** significa utilizar adecuadamente los recursos disponibles de la empresa, sin desperdiciarlo.

**Eficacia:** significa realizar, fabricar o reparar las cantidades de unidades que se programan, es decir lograr el objetivo de producción.

**Lean Manufacturing:** Manufactura esbelta, busca que todo el proceso de producción se realice sin algún tipo de desperdicios, con la finalidad de agregar valor a sus productos o servicios.

**Operaciones internas:** se ejecutan todas las actividades del proceso cuando la máquina se encuentra sin funcionar y apagada.

**Operaciones externas:** se ejecutan todas las actividades del proceso cuando la máquina de encuentra en funcionamiento.

**SMED:** Single Minute Exchange of Die, cambio rápido de herramienta en menos de 10 segundos, evitando tiempos muertos en la producción de diversos productos.

**Set up:** es el tiempo que transcurre cuando se realiza la preparación de la máquina, los ajustes o el cambio de herramienta en una línea de producción para la fabricación de productos.

**5s:** principio de orden y limpieza en el área o puesto de trabajo, también dirigido a la empresa en general, cuenta con cinco principios aplicadas

## **VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Alarcón Falconí, A. H. (2014). *Implementación de OEE y SMED como Herramientas de Lean Manufacturing en una empresa del sector plástico*. ( tesis de grado. Universidad de Guayaquil)., Ecuador .
- Ambiental, F. C. (2015). <http://www.latirajala.org/justificacion-social>.
- Belohlavek, P. (2006). *Overall Equipment Effectiveness*. Buenos Aires, Argentina: Blue Eagle Group. Recuperado el mayo de 2018
- Chase B, R. (2009). *Administración de operaciones*. México: Interamericana Ediciones .
- Checa, L. J. (2014). *Propuesta de mejora en el proceso productivo de la línea de confeccion para incrementar la productividad de la empresa Sol*. (tesis de grado .Universidad Privada del Norte) trujillo, Perú.
- Cruelles, J. A. (2012). *Productividad e incentivos*. Zaragoza, España: Marcombo.
- Eléctrico., C. (2015). Obtenido de <https://constructorelectrico.com/sin-acceso-a-electricidad-15-por-ciento-de-la-poblacion-global/>
- Garcia. (2011). *Productividad y Reduccion de Costos. para la pequeña y mediana industria* (2 ed.). México, Méxixo: Trillas.
- Garcia Jojoa, C. E. (2013). *Implementación de la metodología SMED para la disminución de tiempos de alistamiento y limpieza en las lineas de producción*. (tesis de grado, Universidad de Buena Aventura), Colombia.
- Garcia, A. (1998). *Conceptos de organizacion industrial*. Barcelona, España: Marcombo buixareu editores.
- Gestión, D. (21 de AGOSTO de 2017). Mayor producción de cobre y zinc impulsarían PBI minero en alrededor de 8% en el 2017. *Produccion local de cobre*, pág. 18.
- Gomez Dominguez, M. Y. (2017). *Aplicación del SMED para aumentar la productividad en la linea de producción de enchufes tropicalizados*. (Tesis de grado, Universidad Cesar Vallejo), Perú.

- Gomez Guzman, P. D. (julio de 2013). Disminucion de los tiempos set up de comprimidoras express utilizando smed bajo las normas gmp. *Tesis*. Valdivia, CHILE- UAC. Obtenido de Tesis.
- Gutierrez, H. P. (2014). *Calidad Total Y Productividad*. Mexico, México: Mc Graw Hill.
- Hernandez Roberto, F. C. (2016). *Metodología de la investigación*. México: Interamericana de editores s.a.
- Hernandez, J. y. (2013). *Lean Manufacturing conceptos técnicas e implantación*. Madrid, España: Fundación EOI.
- Huerta, V. D. (2017). *Analisis y propuesta de mejora en la productividad de una linea de envasado de desodorantes utilizando la metodología SMED*. (Tesis de grado. Universidad Nacional Mayor de San Marcos) Lima., Perú.
- Lascano Coca, J. R. (Diciembre de 2015). Aumento de productividad en el proceso de cambio de formato utilizando smed para el caso de envasado de cerveza. *Tesis*. Quito -udla, Ecuador.
- Marroquín Chirinos, M. (2016). *Aplicación de la técnica SMED para mejorar la Productividad en el Área de tornos de la empresa Sergio Industrial s.a*. Perú Universidad César Vallejo .
- Medianero, B. D. (2016). *Productividad Total. Teoria y Métodos de Medición*. Perú: Macro.
- Minor Lopez, O. J. (Junio de 2014). *Aplicación de la metodología SMED en la linea de empaque* . D.F Mexico, Mexico Universidad Nacional Autonoma de México.
- Montajes, I. d. (Agosto de 2016). *I.C.M*. Obtenido de <http://www.icmesp.com/historia-la-electricidad-del-cable-electrico/>
- Odar, N. A. (2014). *Mejora de la productividad en la empresa Vivar SAC*. (Tesis de grado Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo). Chiclayo, Perú.
- omnitemático, E. b. (2011). Obtenido de <http://omnitematico.over-blog.com/article-para-que-sirven-maquinas-extrusoras-plastico-85844948.html>



- Palacios, C. (2017). *Aplicación de la técnica SMED para mejorar la productividad del área de etiquetado de la empresa Industrias Alimentarias SAC*. (Tesis de grado, Universidad Cesar Vallejo .Lima, Perú.
- Parada, C. (2003). *La aplicacion del justo a tiempo como elemenmto basico en la agilizacion del proceso de compras*. TESIS, Universidad Tecnologica del Salvador., El Salvador.
- Prokopenko, J. (1989). *La gestión de la productividad*. Ginebra: Productivity Management. Obtenido de [https://es.scribd.com/document/244112343/Libro-Productividad-Prokopenko-](https://es.scribd.com/document/244112343/Libro-Productividad-Prokopenko)
- Rajadell y Sanchez. (2010). *Lean Manufacturing La Evidencia de una necesidad*. Cataluña, España.
- Sanches James. (07 de Abril de 2014). *IngIndustrial*. Obtenido de <http://www.ingindustrialfacil.net.co/2014/04/pasos-para-la-implementacion-del-smed.html>
- Shigeo Shingo. (1991). *Produccion sin stock,El sistema Shingo para la mejora continua*. Madrid España.Inc Madrid.
- shingo, s. (1985). *Una revolucion en la produccion El sistema SMED*. Japón: Productivity, Inc.
- Shingo, S. (1990). *El sistema de producción Toyota*. Madrid -España: Inc Madrid.
- Shingo, S. (1993). *una revolucion en la produccionel sistema SMED*. Madrid España: Productivity .Inc.
- Socconini, L. (2014). *Lean Manufacturing paso a paso*. Lima: Norma.
- Sumanth David, j. (1994). *Productivity Enginnering and Management*. India: McGraw - hill Edition.
- Tamayo, M. (2003). *El proceso de la investigación científica*. México: Limusa s.a.
- Valderrama, S. (2013). *Pasos para elaborar proyectos de investigación*. Lima, Perú: San Marcos.

Vera Villamar, C. A. (Julio de 2014). Implementación de las técnicas SMED En el montaje de matrices área de metalistería. *Tesis*. Ecuador -UNI Guayaquil, Ecuador.

Villaseñor, c. A. (2007). *Lean Manufacturing Guía Básica*. México, México: Limusa.

### **Libros en ingles**

1. industry commission (1997). *assessing australia's productivity performance: agps, canberra*.
2. lingareddy, h., sahitya, g., jagadeshwar, k. (2013). 5s as a tool and strategy for improvising the work place. *international journal of advanced engineering technology*, 4(2), 28 – 30.
3. nachum lilach (1999). *measurement of productivity of professional services an illustration on swedish management consulting firms. international journal operations and production management*, vol. 19 no. 9, pp. # mcb university press, 0144-3577, 943-948.
4. sink d (1985). *productivity management: planning, measurement and evaluation, control and improvement*. john wiley and sons. canada.
5. srinivasan, s., ikuma, l. h., shakouri, m., nahmens, i., & harvey, c. (2016). *5s impact on safety climate of manufacturing workers. journal of manufacturing technology management*, 27(3), 364-378. recuperado de <https://search.proquest.com/docview/1773253144?accountid=37408>
6. prokopenko joseph (ed.) (1999). *productivity promotion organizations: evaluation and experience*. international labour organization geneva.

## ANEXOS



Ilustración 1 Empresa Indeco S.A Lima -PERÚ



Gráfico 1 Maquina de extrusión línea 4 de forrados.



Gráfico 2 Tablero de proyecto acelerado de taller de mejora.



Gráfico 3 Máquina iniciando después de la purga y cambio de color.



Gráfico 4 Maquina en proceso cable 14 AWG velocidad 700m/m.



Gráfico 5 Matriz de extrusión



Gráfico 6 Maquina en purga de material



Gráfico 7 Línea en proceso cable 12 THW.



Gráfico 8 Matriz de malla cambio de filtro



Gráfico 9 desmontaje de guías y cambio de dados.

Tabla 7 Matriz de consistencia

"Aplicación del modelo SMED en el proceso productivo de línea de extrusión, para mejorar la productividad de la empresa INDECO, Lima-2018"															
Preguntas de investigación	Objetivos	Hipótesis	Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Formulas	Escala de los indicadores	Metodología					
General	General	Principal	SMED	Según Shingo (1993) El SMED hace posible responder rápidamente a las fluctuaciones de la demanda, y crea las condiciones necesarias para las reducciones de los plazos de fabricación. a su vez Madariaga (2013) Señala que es una herramienta de trabajo enfocada a incrementar la eficiencia productiva en todos los procesos ( p 65)	Se mide el SMED con sus dimensiones basadas en el Tiempo de operación de cambio y las OEE que define la disponibilidad rendimiento y calidad.	Tiempo de operación de cambio	Tiempo util	$TTP = \frac{(TTP-TP)}{TTP} \cdot 100$ TTP = Tiempo total proyectado TP = Tiempo de preparación	Razón	Tipo de estudio : Aplicada Nivel de investigación : Explicativa Diseño de investigación: Experimental cuasixperimental					
Específicas	Específicos	Secundarias									(OEE) Overall equipment effectiveness	OEE general	OEE = RD . RR . RC RD= Ratio disponibilidad RR= Ratio de rendimiento RC= Ratio de calidad.	Razón	Enfoque :cuantitativo
¿En que medida la aplicación del modelo SMED mejora la productividad en línea de extrusión de la empresa Indeco S.A?	Determinar en que medida la aplicación del modelo SMED mejora el proceso productivo en el área de forrados línea de extrusión de la empresa INDECO S.A	La aplicación del modelo SMED mejora significativamente el proceso productivo en la empresa INDECO S.A	Productividad	Según Gutierrez (2010)La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. En general, la productividad se mide por el cociente formado por los resultados logrados y los recursos empleados,(p 21)	Se mide la productividad , en el uso de sus dimensiones eficiencia y eficacia en todo proceso productivo.	Eficacia	Indice de logros	$Eficacia = \frac{OR}{OP} \cdot 100$ OR =Orden realizada OP = Orden programada	Razón	Población : N= 8 Maquinas de extrusión Técnicas y analisis de recoleccion de datos: Ficha de recolección de datos y formatos de control diario Metodo de analisis de datos: Software SPSS					
¿En que medida la aplicación del modelo SMED incrementa la eficiencia en la línea de extrusión de la empresa Indeco S.A?	Determinar en que medida la aplicación del modelo SMED incrementa la eficiencia en el área de forrados línea de extrusión de la empresa Indeco S.A	• La aplicación del modelo SMED incrementa la eficacia en el área forrados línea de extrusión de la empresa Indeco S.A													
¿En que medida la aplicación del modelo SMED incrementa la eficacia en la línea de extrusión de la empresa Indeco S.A?	Determinar en que medida la aplicación del modelo SMED incrementa la eficiencia en el área de forrados línea de extrusión de la empresa Indeco S.A	• La aplicación del modelo SMED incrementa la eficiencia en el área de forrados línea de extrusión de la empresa Indeco S.A													



Tabla 8 Producción de cobre en el Perú

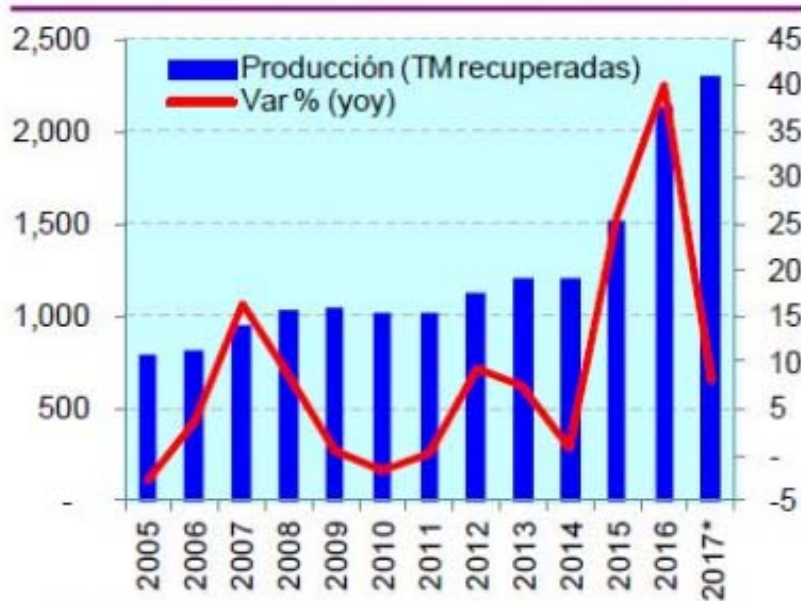
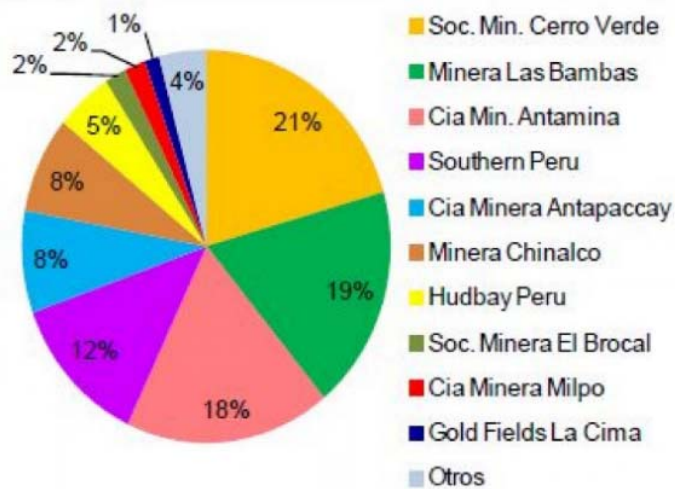


Tabla 43 Producción de cobre por empresa 2017.

**PRODUCCIÓN DE COBRE POR EMPRESA 2017**  
(Participación %)



Indice de Avería de Máquinas

Fecha: 02.07.2018  
Hora: 08:14:16  
Periodo: 01.05.2018 al 30.05.2018  
Hora: 00:00:01 hasta 23:59:59

Cod.Máquina	Des.Máquina	Total Aver.	Num.	T.Produc.	Aver.Eléc.	Aver.Mec.	Mantenci.	Ind.Av.	T.Lb.Mant.	MTBF	MTRR	T.Posible	T.Prepar.	T.Falta Alm.	T.Falta	T.Colocad.	
114214	LINEA CATENARIA/NITROGENO	1.400	1	273.417	1.400	0,000	6,867	0,38	26.400	0,000	1.400	370.499	69.284	0	0,000	0,000	1,200
114387	LINEA DE FORRADO CABALLE 120	0,000	0	339.632	0,000	0,000	0,000	0,00	2.400	0,000	0,000	499.929	75.864	0	42.033	0,000	10,967
115184	LINEA DE FORRADO TRIPLE	8.834	6	315.001	8.384	0,450	0,000	1,77	23.632	99,860	1.473	499.299	138.903	0	11.133	0,000	25,199
112181	LINEA DE FORRADOS 1	35.494	13	404.385	33.494	2,000	0,000	6,21	11.268	47,615	2.730	571.379	113.584	0	3.733	0,000	6,417
112182	LINEA DE FORRADOS 2	9.467	4	330.013	3.717	5,750	0,000	2,35	12.517	134,21	2,368	402.629	39.220	0	9,083	0,000	24,867
112183	LINEA DE FORRADOS 3	12.800	5	392.567	10,850	2,950	0,000	2,36	11.701	146,38	2,760	585.549	136.632	0	0,100	27,750	6,117
112385	LINEA DE FORRADOS 4	10.535	10	398.197	6,518	4,017	0,000	2,08	5.233	56,350	1,055	507.149	55.782	0	38,067	0,000	47,681
112383	LINEA DE FORRADOS 5	6.134	6	355.449	0,000	6.134	0,000	1,46	21.097	84,034	1,023	420.169	29,825	0	7,650	0,000	35,416
112381	LINEA DE FORRADOS 6	131.734	10	184.615	130,801	0,933	0,000	29,50	20,334	49,619	13,174	446.569	78,734	0	17,799	0,000	13,415
112382	LINEA DE FORRADOS 7	9.417	7	407.504	2,700	6,717	0,000	1,86	4.433	84,517	1,346	307,099	77,965	0	2,134	0,000	10,449
112384	LINEA DE FORRADOS 8	16.283	12	376.118	9,417	6,866	0,000	3,08	7.133	48,127	1,357	529,399	82,948	0	36,000	4,584	71,350
114210	LINEA DE VULCANIZACION CATENAR	0,000	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0,000	0,000
117213	Linea Forrado #2 Aluminio Dwi	29,066	3	409,266	29,066	0,000	0,000	4,93	24,166	294,54	9,667	589,079	120,272	0	5,133	0,000	3,483
112442	Metradora 1: Entwistle 1	10,584	2	7,250	0,000	10,584	0,000	2,39	0,614	443,76	5,295	443,769	0,000	0	0,000	0,000	0,000
112443	Metradora 2: Entwistle 2	1,083	1	111,915	1,083	0,000	0,000	0,95	0,383	0,000	1,080	113,749	0,367	0	0,000	0,000	3,567
112444	Metradora 3: Entwistle 3	0,000	0	8,682	0,000	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000	0,000	8,679	0,000	0	0,000	0,000	0,000
112441	Metradora 4: Vla2	0,000	0	0,017	0,000	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000	0,000	0,019	0,000	0	0,000	0,000	0,000
112448	METRADORA AUTOMATICA P5-350-2	22,649	16	339,194	9,882	12,767	55,283	6,15	6,582	24,563	1,415	368,439	0,000	0	0,000	0,000	56,398
112449	METRADORA AUTOMATICA P5-350-3	56,530	19	280,970	26,151	30,399	0,333	15,86	14,783	19,810	2,976	356,579	4,284	0	0,000	0,000	27,367
112450	METRADORA AUTOMATICA P5-350-4	4,085	6	443,415	0,717	3,368	0,000	0,90	2,299	91,162	0,683	455,809	6,016	0	0,000	0,000	73,567

Figura 26 indicador set up mes de junio.

Indice de Avería de Máquinas

Fecha: 02.07.2018  
Hora: 08:06:27  
Periodo: 01.06.2018 al 30.06.2018  
Hora: 00:00:01 hasta 23:59:59

Cod.Máquina	Des.Máquina	Total Aver.	Numer.	T.Produc.	Aver.Eléc.	Aver.Mec.	Mante	Ind.Av.	T.Lb.Mant.	MTBF	MTRR	T.Posible	T.Prepar.	T.Paros Var.
112461	L. Re-encarretadora Villa	0,000	0	45.550	0,000	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
114214	LINEA CATENARIA/NITROG...	21,300	3	149,402	0,000	21,300	0,000	4,82	74,450	220,985	7,100	477	33,850	0,000
114387	LINEA DE FORRADO CABAL...	3,717	4	358,883	2,950	0,767	0,000	0,79	4,867	157,726	0,930	477	107,715	0,000
115184	LINEA DE FORRADO TRIPLE	1,800	1	264,449	1,800	0,000	0,000	0,46	13,150	0,000	1,800	477	103,781	0,000
112181	LINEA DE FORRADOS 1	4,867	5	347,495	4,867	0,000	0,000	0,98	8,351	124,615	0,974	477	123,250	0,000
112182	LINEA DE FORRADOS 2	2,200	2	243,199	0,000	2,200	0,000	0,72	10,750	306,199	1,100	477	45,200	0,000
112183	LINEA DE FORRADOS 3	3,917	2	330,048	3,917	0,000	0,000	0,86	1,233	453,479	1,960	477	115,148	0,000
112385	LINEA DE FORRADOS 4	10,166	10	377,712	0,367	9,799	0,000	2,08	25,952	54,350	1,016	477	52,948	0,000
112383	LINEA DE FORRADOS 5	0,000	0	261,884	0,000	0,000	0,000	0,00	6,616	0,000	0,000	477	65,667	0,000
112381	LINEA DE FORRADOS 6	2,567	2	60,251	2,567	0,000	0,000	1,13	7,467	226,379	1,285	477	58,851	0,000
112382	LINEA DE FORRADOS 7	7,683	6	227,318	7,683	0,000	116,2	2,25	4,566	68,216	1,280	477	82,234	0,000
112384	LINEA DE FORRADOS 8	12,999	9	313,598	7,216	5,783	0,000	2,94	9,084	55,352	1,443	477	64,002	0,000
114210	LINEA DE VULCANIZACION	14,817	3	58,567	9,017	5,800	0,000	4,79	0,183	154,660	4,940	477	11,000	0,000
117213	Linea Forrado #2 Aluminio D...	10,667	6	383,598	10,667	0,000	0,000	1,93	2,050	110,386	1,778	477	154,716	0,000
112443	Metradora 2: Entwistle 2	1,217	1	48,983	0,000	1,217	0,000	1,35	40,183	0,000	1,220	477	0,000	0,000
112444	Metradora 3: Entwistle 3	0,000	0	0,100	0,000	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000	0,000	477	0,000	0,000
112441	Metradora 4: Vla2	0,000	0	0,067	0,000	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000	0,000	477	0,000	0,000
112448	METRADORA AUTOMATICA	25,383	20	304,129	5,350	20,033	0,000	7,59	4,814	17,603	1,269	477	0,133	0,000
112449	METRADORA AUTOMATICA	15,550	15	331,383	6,666	8,884	52,617	4,23	13,816	26,257	1,037	477	6,849	0,000
112450	METRADORA AUTOMATICA	45,016	23	309,879	8,667	36,349	0,000	12,08	11,766	16,946	1,957	477	6,150	0,000

Figura 27 indicador set up mes de julio

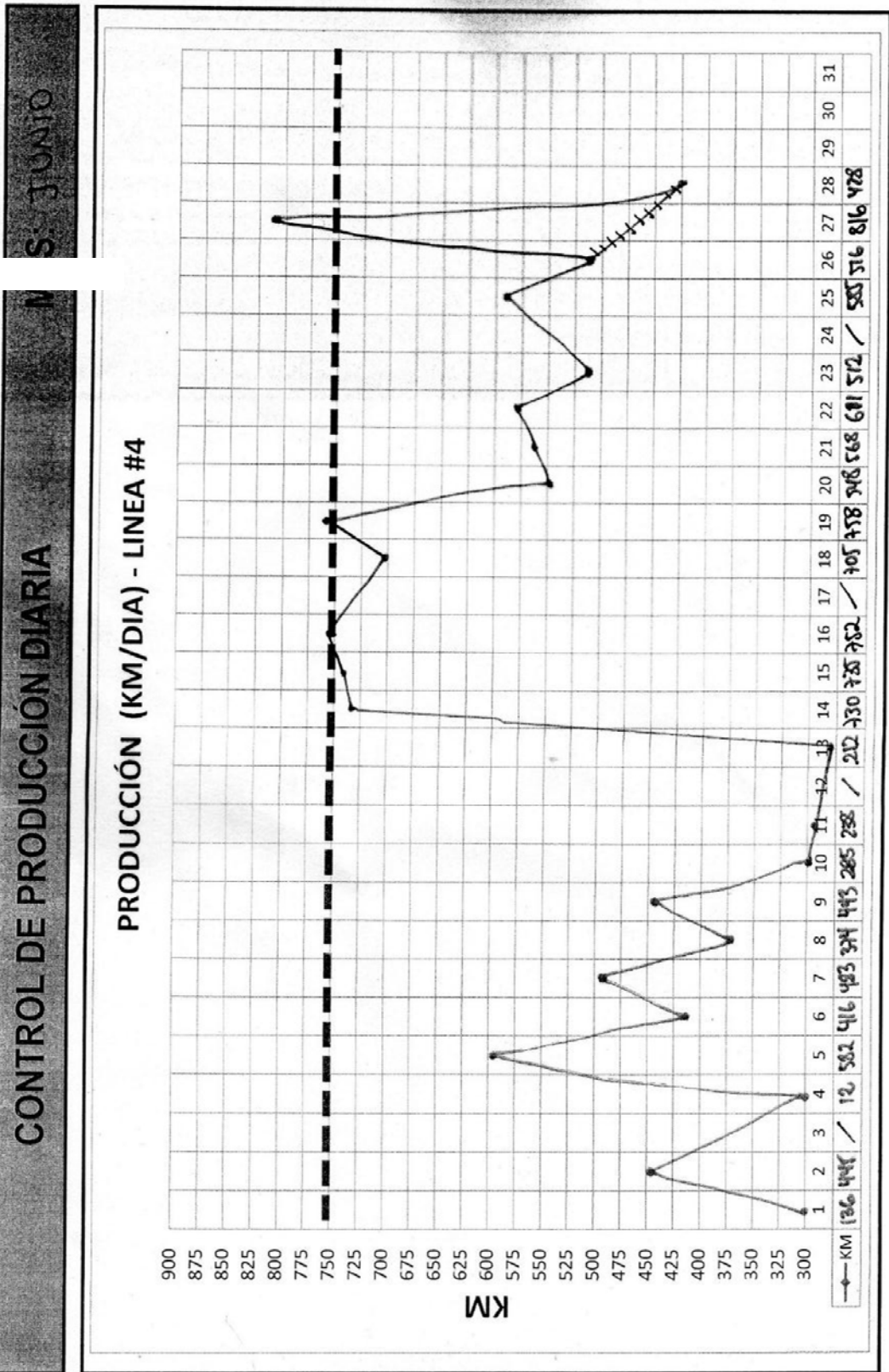
Estados de una máquina

Actividades Maquina

Rango : Del 01.06.2018 al 30.06.2018  
Fecha: 02.07.2018  
Hora: 08:22:39

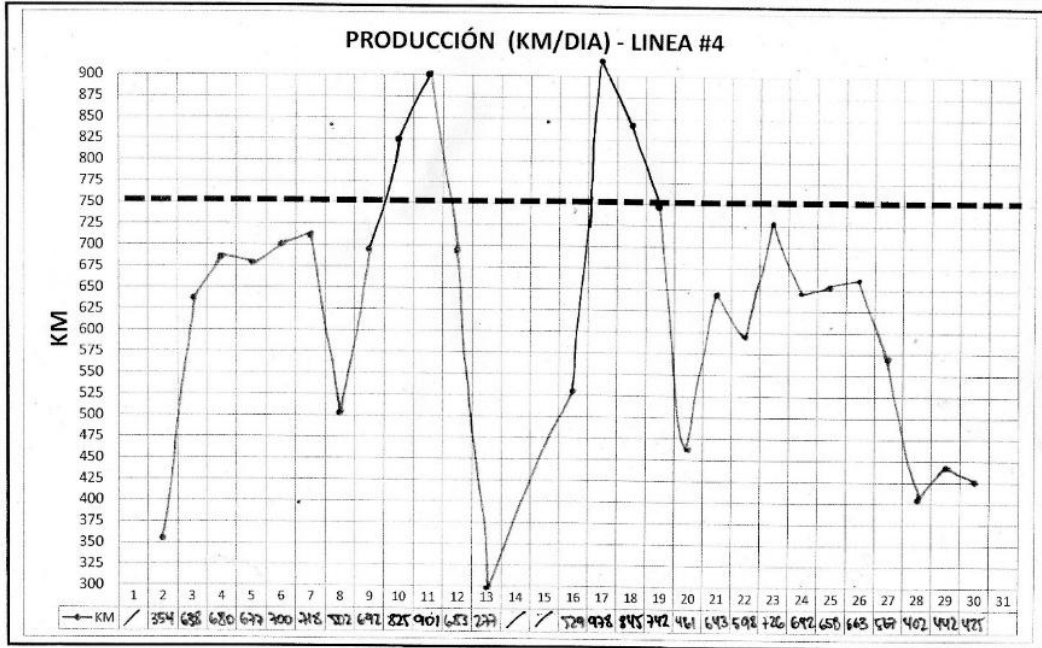
Máquina	Estado	Descripción	Fecha I.	Hora Inicio	Fecha Fin	Hora Fin	Duración	Operador	Nombres	Turno	Descripción	Descripción
112385	COLACIÓN	LINEA D.	01.06.2	19:08:00	01.06.2018	19:57:00	-51	0,85	280092	ALEJANDRO VARGAS	PETA	Tarde
112385	PRODUCCIÓN	LINEA D.		19:57:00	02.06.2018	19:07:00	23:10	23,17	280092	ALEJANDRO VARGAS	PETA	Tarde
112385	PRODUCCIÓN	LINEA D.		19:09:00	01.06.2018	19:06:00	3:57	3,95	280402	MARINO EDWIN VITELLA	PETA	Tarde
112385	PRODUCCIÓN	LINEA D.	02.06.2	19:07:00	02.06.2018	19:54:00	-47	0,76	280092	ALEJANDRO VARGAS	PETA	Tarde
112385	PRODUCCIÓN	LINEA D.		19:54:00	02.06.2018	23:04:00	3:10	3,17	280092	ALEJANDRO VARGAS	PETA	Tarde
112385	SIN TRABAJO PROGRAMADO	LINEA D.		23:04:00	03.06.2018	23:29:00	24:25	24,42	280092	ALEJANDRO VARGAS	PENO	Noche
112385	PREPARACIÓN MÁQUINA	LINEA D.	03.06.2	23:29:00	04.06.2018	02:55:00	3:26	3,43	280402	MARINO EDWIN VITELLA	PENO	Noche
112385	AVERÍA MECÁNICA	LINEA D.	04.06.2	15:03:00	04.06.2018	15:24:00	-21	0,35	280280	PEDRO ISAC MEJIA	PETA	Tarde
112385	CAPACITACIÓN Y ENTRENAMEN.	LINEA D.		07:56:00	04.06.2018	09:03:00	1:07	1,12	280280	PEDRO ISAC MEJIA	PEMA	Mañana
112385	COLACIÓN	LINEA D.		11:28:00	04.06.2018	12:20:00	-51	0,85	280280	PEDRO ISAC MEJIA	PEMA	Mañana
112385	COLACIÓN	LINEA D.		02:55:00	04.06.2018	03:56:00	1:01	1,02	280402	MARINO EDWIN VITELLA	PENO	Noche
112385	LIBERACIÓN MANTENCIÓN	LINEA D.		15:24:00	04.06.2018	15:35:00	-31	0,52	270316	JAVIER SARAIVA	PETA	Tarde
112385	PREPARACIÓN MÁQUINA	LINEA D.		15:55:00	04.06.2018	22:15:00	6:20	6,33	280092	ALEJANDRO VARGAS	PETA	Tarde
112385	PREPARACIÓN MÁQUINA	LINEA D.		12:20:00	04.06.2018	15:03:00	2:43	2,72	280280	PEDRO ISAC MEJIA	PEMA	Mañana
112385	PREPARACIÓN MÁQUINA	LINEA D.		09:03:00	04.06.2018	11:29:00	2:26	2,43	280280	PEDRO ISAC MEJIA	PEMA	Mañana
112385	PREPARACIÓN MÁQUINA	LINEA D.		03:56:00	04.06.2018	07:56:00	4:00	4,00	280402	MARINO EDWIN VITELLA	PENO	Noche
112385	PRODUCCIÓN	LINEA D.		22:15:00	05.06.2018	11:34:00	13:19	13,32	280092	ALEJANDRO VARGAS	PETA	Tarde
112385	PRODUCCIÓN	LINEA D.	05.06.2	18:50:00	05.06.2018	19:50:00	1:00	1,00	280092	ALEJANDRO VARGAS	PETA	Tarde
112385	PRODUCCIÓN	LINEA D.		11:34:00	05.06.2018	12:20:00	-46	0,77	280280	PEDRO ISAC MEJIA	PEMA	Mañana
112385	PREPARACIÓN MÁQUINA	LINEA D.		19:50:00	05.06.2018	21:16:00	1:26	1,43	280092	ALEJANDRO VARGAS	PETA	Tarde

Figura 31 indicador set up mes de agosto



**CONTROL DE PRODUCCIÓN DIARIA**

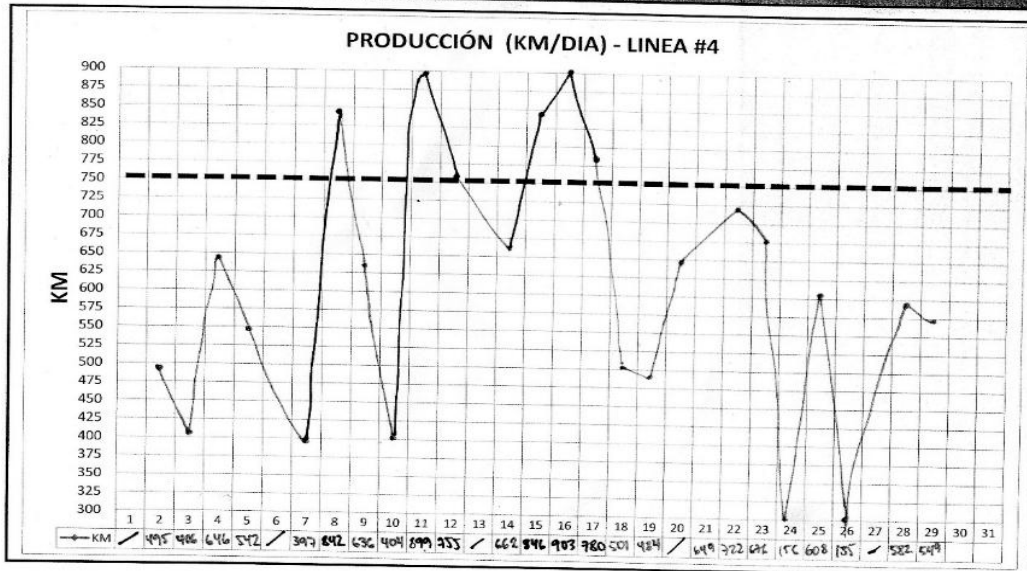
**MES: ABRIL**



formato 2 Control de producción diaria mes de abril.

**CONTROL DE PRODUCCIÓN DIARIA**

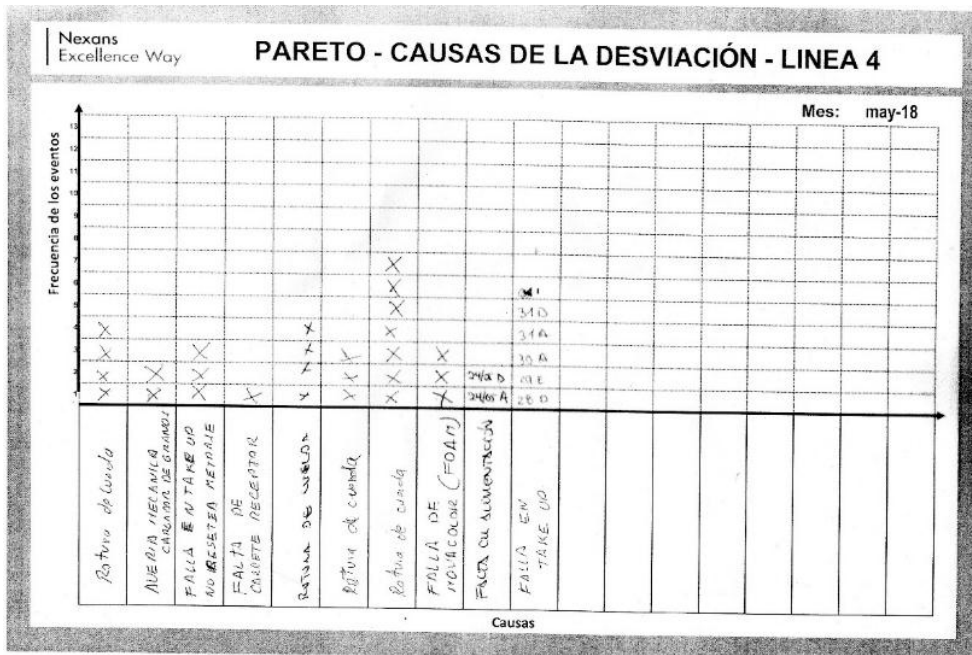
**MES: MAYO**



formato 3 Control de producción diaria mes de mayo.



formato 4 Pareto causas de la desviación línea 4






















formato 5 Pareto causas de la desviación escrita por los operarios.

formato 6 control de producción preparación de maquina llenado por los operarios.

CONTROL PREPARACION DE MAQUINA (SO-UP) / SMED - LINEA #4											PROYECTO AIW L#4 - INICIO: Febrero 2018					
FECHA	TIPO DE PREPARACION							ACTIVIDADES						OBSERVACIONES	HORA FIN	HORA INICIO
	CAMBIO PRODUCTO	CAMBIO COLOR	CAMBIO CALIBRE	CAMBIO MATERIAL/COMPUES.	LIMPIEZA TORNILLO	LIMPIEZA CABEZAL	CAMBIO HERRMITA	CAMBIO CARRETE ALIM.								
10-05	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	7:30	6:346	Reglaron de curvada
11-05	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	20:30	20:30	
12/05	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	12:30	11:00	REVISION DE VALVULA Y SUSSE
15-05	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	10:48	10:00	Robina de Curvada 3000 (Cambiar línea)
17-05	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	14:30	12:30	Robina de curvada, durante la instalación
18-05	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	16:30	15:00	FALTA TORNILLO
30-05	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	09:00	08:30	
30-05	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	15:00	12:00	
30-05	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	14:30	12:00	
30/06	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3:00	3:00	Cambio de Mangua a Blanca
21/06	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	6:40	6:00	11 de Reparación
01/07	51	NO	51	51	NO	51	51	51	51	51	51	51	51	04:00	23:00	

ubicación: Z19 - MANTENIMIENTO Hecho por: Puntaje Total:

Check Item	N°	Descripción	N°
	1	Solo existen elementos NECESARIOS en el área y están identificados (máquinas, equipos, accesorios).	1
	2	No existen EXCESOS de materiales/herramientas/etc, dentro de los muebles/cajones/área.	2
	3	Todas las HERRAMIENTAS están en BUEN ESTADO.	3
	4	Todos los REPUESTOS/ACCESORIOS tienen una UBICACIÓN. Están identificados y ordenados.	4
	5	Todas las PARTES DE MÁQUINA EN REPARACIÓN tienen una UBICACIÓN IDENTIFICADA.	5
	6	Todas las HERRAMIENTAS / STOCKS / CARRROS tienen una UBICACIÓN. Están identificadas y ordenadas.	6
	7	Todos los MATERIALES DE LIMPIEZA están ordenados y disponibles.	7
	8	No hay objetos en forma desordenada (CHATARRA / PLANCHAS / OTROS).	8
	9	Los tableros/equipos/mesas/cajones/sillas están LIMPIOS y en BUEN ESTADO.	9
	10	No existen restos de aceite/materia prima/basura en el piso.	10
	11	Áreas de trabajo/áreas peligrosas están señalizadas. Cables/mangueras amarradas correctamente. Escaleras sin obstáculos.	11
	12	Recipientes de SCRAP/RESIDUO PELIGROSOS están identificados y respetan el contenido.	12
	13	La documentación SIG/SWI de máquina está limpia y disponible.	13
	14	Todos los cilindros (lubricante/etc) cuentan con sistema de contención. Productos peligrosos/inflamables están identificados. Cilindros de nitrógeno, GLP, etc. están correctamente asegurados.	14
	15	Todas las máquinas/equipos/zonas tienen una FOTOGRAFIA ESTÁNDAR. Éste y otros ESTÁNDARES son RESPETADOS.	15
	16	Las tuberías están correctamente identificadas (color/dirección/etc).	16
	17	Todos los tomacorrientes y conectores están identificados por color y voltaje.	17
	18	Las delimitaciones e identificaciones están en buen estado.	18
	19	Hay un tablero 5'S donde se hace seguimiento, las observaciones son corregidas.	19
	20	Hay un tablero 5'S donde se hace seguimiento, las observaciones son corregidas.	20
	21	La oficina correspondiente a la JEFATURA DEL AREA, cumple con los ESTÁNDARES 5'S (delimitaciones, ubicaciones, orden y limpieza correcte).	21
	22	REGLA #01: Todos los tableros eléctricos están debidamente bloqueados con candado.	22
	23	REGLA #03: Partes rotativas de máquina y puntos de atrapamiento están debidamente protegidos.	23
	24	REGLA #04: Se respeta el uso de EPPs y están en BUEN ESTADO.	24
	25	REGLA #07: Las máquinas, en caso de MANTENIMIENTO, están bloqueadas con LOTO.	25
	26	REGLA #09: El tránsito es seguro (peatonal/montacargas). No hay obstáculos. Líneas peatonales están señalizadas.	26
	27	REGLA #10: Salidas y equipos de emergencia (extintores/luces) están señalizados y sin obstrucciones.	27
	28	REGLA #11: Se evidencia trabajos de Mto. y obras civiles señalizadas y con acceso restringido.	28
	29	REGLA #13: Las escaleras manuales están correctamente aseguradas/identificadas e inspeccionadas según frecuencia ósea.	29
	30	REGLA #15: Todas las escaleras están en buen estado. Cuentan con pasamanos y se respeta su uso.	30

A.RE.014 Edición: 2018-05-07

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE**  
**"aplicación del modelo SMED en el proceso productivo de línea de extrusión, para mejorar la productividad de la empresa Indeco, Lima-2018"**

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	<b>DIMENSIÓN 1 Eficiencia</b>  TP: Tiempo productivo TI: Tiempo improductivo $EFI = \frac{TP-TI}{TP} \times 100$							
2	<b>DIMENSIÓN 2 Eficacia</b>  OR: Orden realizada OP: Orden programada $EF = \frac{OR}{OP} \times 100$							

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad:  Aplicable  Aplicable después de corregir  No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mg: Conde Reses Roberto DNI: 09147944

Especialidad del validador: Mgstr. Dirección de Operaciones y Logística

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

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

30 de junio del 2018  
 Firma del Experto Informante.

**Ilustración 2 Validación de instrumento Mgst: Roberto Conde.**

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE:**  
**"Aplicación del modelo SMED en el proceso productivo de línea de extrusión, para mejorar la productividad de la empresa INDECO, Lima-2018"**

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE (SMED) Single Minute Exchange of Die.</b>  Dimensión 1: Tiempo de operación de cambio $ITP = \frac{TTP - TP}{TTP} \times 100$ TTP: Tiempo total proyectado TP: Tiempo de preparación							
2	<b>Dimensión 2: (OEE) Overall Equipment Effectiveness</b>  RD: Ratio de disponibilidad RR: Ratio de rendimiento RC: Ratio de calidad $OEE(\%) = RD * RR * RC$							

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad:  Aplicable  Aplicable después de corregir  No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mg: Conde Reses Roberto DNI: 09961475

Especialidad del validador: Mg. Industrial

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

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

26 de junio Del 2018  
 Firma del Experto Informante.

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



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE:

"Aplicación del modelo SMED en el proceso productivo de línea de extrusión, para mejorar la productividad de la empresa INDECO, Lima-2018"

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		SI	No	SI	No	SI	No	
1	VARIABLE INDEPENDIENTE (Productividad)							
	Dimensión 1: Eficiencia							
	TP: Tiempo total proyectado TI: Tiempo de preparación EFT: Eficiencia							
	EFT-TP-TI TP 100	✓		✓		✓		
2	Dimensión 2: Eficacia							
	OR: Orden realizado OP: Orden programada EF: Eficacia							
	EF=OR OP 100	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

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

Apellidos y nombres del juez validador: Dr. Mg. Contreras Rivera Robert

DNI: 09961475

Especialidad del validador: Industrial

28 de junio Del 2018

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.  
<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

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

Firma del Experto Informante.

Ilustración 3 Validación de instrumento Mgst: Robert Contreras

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE:

"Aplicación del modelo SMED en el proceso productivo de línea de extrusión, para mejorar la productividad de la empresa INDECO, Lima-2018"

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		SI	No	SI	No	SI	No	
1	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE (SMED) Single Minute Exchange of Die.</p> <p>Dimensión 1: Tiempo de operación de cambio</p> $TTP: \left( \frac{TTP - TP}{TTP} \right) * 100$ <p>TTP: Tiempo total proyectado TP: Tiempo de preparación</p>	X		X		X		
2	<p>Dimensión 2: (OEE) Overall Equipment Effectiveness</p> $OEE(\%) = RD * RR * RC$ <p>RD: Ratio de disponibilidad RR: Ratio de rendimiento RC: Ratio de calidad</p>	X		X		X		

Observaciones (precluir si hay suficiencia):

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

Apellidos y nombres del juez validador, Dr. / Mg: Santa Espinoza Corlo E DNI: 07187315

Especialidad del validador: Ing. Ind.

28 de junio Del 2018

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto técnico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

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

  
 Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE:

"Aplicación del modelo SIMED en el proceso productivo de línea de extrusión, para mejorar la productividad de la empresa INDECO, Lima-2018"

N°	DIMENSIONES / ítems VARIABLE INDEPENDIENTE (Productividad)	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	Dimensión 1: Eficiencia  TP: Tiempo total proyectado TI: Tiempo de preparación EF: Eficiencia $KPI = \frac{TP - TI}{TP} * 100$	X		X		X		
2	Dimensión 2: Eficacia  OR: Orden realizada OP: Orden programada EF: Eficacia $EF = \frac{OR}{OP} * 100$	X		X		X		

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

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. Mg: Santos Esparza Cusi    DNI: 07187345

Especialidad del validador: Juez Sub

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.  
<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

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

28 de junio Del 2018

  
 Firma del Experto Informante.

Ilustración 4 Validación de instrumento Mgst: Santos Esparza

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD          DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	---	---

Yo; Marcial Zúñiga Muñoz, docente de la Facultad de Ingeniería y carrera Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo campus Lima Este, revisor de la tesis titulada: "Aplicación del modelo SMED en el proceso productivo de línea de extrusión, para mejorar la productividad de la empresa INDECO, Lima-2018" de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial estudiante Mucha Guerra Raul Leonardo, constato que la investigación tiene un índice de similitud de (14) % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

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

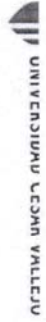
San Juan de Lurigancho, 20 de diciembre del 2018



Mg. Marcial Zúñiga Muñoz

DNI: .....06105726

	Elaboró	Revisó			Elaboró
---	---------	--------	---	--	---------



### FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Aplicación del modelo SMED en el proceso productivo de línea de extrusión para mejorar la productividad de la empresa INDECO, Lima-2018.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTOR

Raúl Lozano Mucha Guerra

*Recibido  
20-12-18*

#### Resumen de coincidencias

14%

1	www.uecma.pe	3%
2	docplayer.es	3%
3	www.sciencedata.com	2%
4	repositorio.uv.edu.pe	1%
5	documentaria	1%
6	docshare01.docshare.t	1%
7	repositorio.ug.edu.ec	1%

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE          TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> <b>UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	---	---

Yo; Raul Leonardo Mucha Guerra identificado con DNI N.º 80000575, egresado de la Carrera Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo, No autorizo la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "Aplicación del modelo SMED en el proceso productivo de línea de extrusión ,para mejorar la productividad de la empresa INDECO, Lima-2018 ; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

La empresa Indeco no permite la divulgación de sus instalaciones y fotos de su planta de trabajo siendo el accionar una falta grave.



.....  
 Raul Leonardo Mucha Guerra

DNI: 80000575

Fecha: 21/01/ 2019

	Dirección de Investigación 	Revisó		 
Elaboró			Responsable del SGC	



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

Mg. Óscar Alvarado Rodríguez

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Raul Leonardo Mucha Guerra

INFORME TÍTULADO:

“Aplicación del modelo SMED en el proceso productivo de línea de extrusión para mejorar la productividad de la empresa INDECO, Lima-2018”

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

---

Ingeniero Industrial

SUSTENTADO EN FECHA: 14/12/2018

NOTA O MENCIÓN: 14 (catorce)



---

Mg. Óscar Francisco Alvarado Rodríguez