



**Universidad Politécnica Salesiana**

**Sede Guayaquil**

**Carrera de Ingeniería Industrial**

Reducción de tiempos de cambio en la máquina acampanadora mediante la  
aplicación de la técnica Smed en la empresa Mexichem Ecuador S.A

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de **Ingeniero Industrial**

**Autor:** Jhonatan William Alarcón Sornoza – Dustin Ariel Véliz Dorado

**Tutor:** Ing. Luis Daniel Caamaño Gordillo

Guayaquil-Ecuador

2022

**II. Certificado de responsabilidad y autoría del trabajo de titulación.**

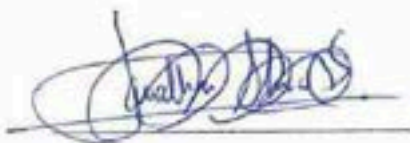
**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN**

Nosotros, Jhonatan William Alarcón Sornoza con documento de identificación N° 0954692984 y  
Dustin Ariel Véliz Dorado con documento de identificación N° 0950832642; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la  
Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o  
parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 9 de agosto del año 2022

Atentamente,



Jhonatan William Alarcón Sornoza

0954692984



Dustin Ariel Veliz Dorado

0950832642

**III. Certificado de cesión de derechos de autor del trabajo de titulación a la universidad politécnica salesiana.**

**CERTIFICADO DE CESION DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE  
TITULACION A LA UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA.**

Nosotros, Jhonatan William Alarcón Sornoza con documento de identificación N° 0954692984 Y Dustin Ariel Veliz Dorado con documento de identificación N° 0950832642, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: "Reducción de tiempos de cambio en la máquina acampanadora mediante la aplicación de la técnica Smed en la empresa Mexichem Ecuador S.A", el cual ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniero Industrial, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 9 de agosto del año 2022

Atentamente,



Jhonatan William Alarcón Sornoza

0954692984



Dustin Ariel Veliz Dorado

0950832642

#### **IV. Certificación de dirección del trabajo de titulación.**

##### **CERTIFICACION DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

YO, Luis Daniel Caamaño Gordillo con documento de identificación N° 0922618079, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: REDUCCION DE TIEMPOS DE CAMBIOS EN LA MAQUINA ACAMPANADORA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA TECNICA SMED EN LA EMPRESA MEXICHEM S.A., realizado por Jhonatan William Alarcón Sornoza con documento de identificación N° 0954692984 y por Dustin Ariel Véliz Dorado con documento de identificación N° 0950832642, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 9 de agosto del año 2022

Atentamente,



Luis Daniel Caamaño Gordillo

0922618079

## **V. Dedicatoria y agradecimiento.**

### **Dedicatoria**

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios, a mis padres, esposa e hija por sus fuerzas y apoyo brindado durante mis 5 años de estudios de Ingeniería Industrial, ellos fueron mi motor principal para poder culminar esta carrera.

**Jonathan William Alarcón Sornoza**

Con este sencillo gesto de gratitud, le dedico de forma especial este proyecto técnico a mi padre, Pedro Véliz Jurado, sin dudarle una pieza importante en este camino lleno de adversidades, admirarlo por su valentía, fuerzas incansables y ganas de ver un cambio en la construcción de mi vida profesional, contribuyendo con lo necesario en una etapa importante llena de desafíos, este logro es compartido, es de los dos, ya que él transmitió en mí ese valor de ser alguien diferente, fue mi reflejo para no rendirme jamás.

¡Gracias por todo su apoyo!

**Dustin Ariel Véliz Dorado**

## **Agradecimiento**

A mi esposa Silvia Elizabeth Torres Veliz la persona que me dio fuerza, fortaleza y apoyo emocional desde el inicio hasta el final de mis estudios académicos.

A mis padres William Alarcón Sornoza y Lourdes Sornoza Bravo que me dieron una perfecta formación para luego contribuirlo en lo académico y laboral.

Al Ing. Nelson Arévalo Paredes por su ayuda durante mi formación académica y laboral, fue una guía y apoyo fundamental para el desarrollo de mi tesis.

**Jonathan William Alarcón Sornoza**

Quiero agradecer ante todo a Dios por proteger, fortalecer y brindarme de sabiduría en este camino hacia el profesionalismo.

Además, quiero expresar mi gratitud a aquellas personas que formaron parte de la consecución de este logro significativo en mi vida, agradecerles todas sus palabras, sus sacrificios por mostrar apoyo para mi bienestar personal y profesional, sin eso hubiese sido difícil conseguirlo.

Finalmente, agradecer a la base de toda mi vida, las personas que jamás me dejarían solo, la familia, en especial a mis queridos padres, quienes con sus consejos y lucha constante sin descanso fueron la fuerza de arranque y esa permanente motivación, muchas gracias por su paciencia y entendimiento, y en especial por su gran amor.

Gracias por todo.

**Dustin Ariel Véliz Dorado**

## **VI. Resumen.**

El presente proyecto técnico tiene como finalidad implementar la técnica Smed como metodología para reducir los tiempos de cambios, el cual va a facilitar el flujo de procesos, a través de él se pretende llevar un mejor control y organización en cuanto a la producción y así obtener niveles de calidad óptimos. Se considera que la técnica utilizada en práctica, repercute en el incremento del rendimiento de la máquina al máximo, el desarrollo de este trabajo trata de demostrar como la aplicación del SMED influye de manera adecuada y significativa en el aumento de la productividad. Se logró demostrar que se podrían mejorar los tiempos de procesos ya que aplicando esta metodología se lograría comprender la mejoría en la producción intentando tener un mejor resultado en comparación a los tiempos establecidos con anterioridad. La información utilizada para la evolución de este trabajo se obtuvo en base a los datos recolectados a través de la entrevista y observación de campo ejecutado, cabe recalcar que los datos obtenidos son resultados de la investigación pre y post realizada dentro de la empresa. Las herramientas de investigación utilizadas dentro del proyecto permitieron conocer los procesos llevados a cabo dentro de la empresa y encontrar de manera inmediata soluciones que vallan acorde a sus necesidades, se aplicaron técnicas como la 5s con la que se pudo llevar un orden en los procedimientos y disminuir las falencias suscitadas. El análisis de esta investigación permitió que esta propuesta fuera desarrollada en función de corregir los problemas originados en el área de extrusión. La aplicación de la técnica antes mencionada nos facilitó para tener una gestión adecuada y correcta para la reutilización de tiempos que anteriormente eran desperdiciados y así mantener estándares apropiados a la mejoría de producción. En conclusión, el uso de la metodología Smed en la empresa Mexichem Ecuador aporta de manera significativa, eficacia en sus procesos y contribuye en la consecución de metas y cumplimiento de objetivos.

### **Palabras claves.**

Reducción de tiempos, optimización de recursos, productividad, Smed.

### **VII. Abstract.**

The present technical Project, have the purpose to implement the Smed technical, with methodology to reduce times of change, which will facilitate the flow of process through it is intended to have a better control and organization. In terms of production and to obtain the levels of optimal quality. It is considered this the technical practice, reverberates the increase of maximum performance of the machine the developing of this job demonstrate how the application of Smed influencer in proper way and significant increase of productivity. It was demonstrate that it could better the times of process since applying the methodology, it would be possible to understand the improvement in the production, trying to get a better result compare to the times establish before, the information was used for the evolution of this job, it was obtain in a database collect in a interview and observation of field executed. It is worth to say that the data obtain are the results of the research pre and post done inside the company. The research tools use inside the Project allowed to know the process carried inside of the company, and find quick solution that go according to needs, it was apply techniques like 5s that could carry procedures in order and decrease shortcoming raised. The analysis of this research allow this proposal to be developed in order to correct the problems originated in the extrusion área. The application of the aforementioned technique made it easier for us to have an adequate and correct management for the reuse of time that was previously wasted and to maintain appropriate standards to improve production. In conclusion, the use of the Smed methodology in the Mexichem Ecuador Company, contributes



significantly. Efficiency in it is processes and contributes to the achievement of goals and fulfillment of objectives.

**Keys words**

Time reduction, resource optimization, productivity, Smed.

## VIII. Índice de Contenido.

### Tabla de contenido

I. Portada	
II. Certificado de responsabilidad y autoría del trabajo de titulación.....	II
III. Certificado de cesión de derechos de autor del trabajo de titulación a la universidad politécnica salesiana.....	III
IV. Certificación de dirección del trabajo de titulación.....	IV
V. Dedicatoria y agradecimiento.....	V
VI. Resumen.....	VII
Palabras claves.....	VIII
VII. Abstract.....	VIII
Keys words.....	IX
VIII. Índice de Contenido.....	X
Índice de Figuras.....	XIII
Índice de Tablas.....	XIV
IX. Introducción.....	1
Capítulo I.....	5
X. Problema.....	5
Antecedentes.....	5

Importancia y alcances .....	6
Delimitación .....	9
Formulación del problema.....	10
XI. Objetivos de la investigación .....	10
Objetivo General .....	10
Objetivos Específicos .....	11
Capítulo II.....	12
XII. Marco Teórico Referencial .....	12
Teorías Generales .....	12
Teorías sustantivas.....	20
Capítulo III .....	21
XIII. Marco metodológico.....	21
Metodología.....	21
Población y muestra.....	23
Técnicas e instrumentos.....	23
Variables.....	24
Indicadores de las variables.....	24
Entrevista.....	25
Observación de Campo.....	30

Procedimientos para el análisis de datos .....	31
Capítulo IV .....	33
Resultados.....	33
Análisis diagrama de Ishikawa .....	33
Implementación de la metodología 5S .....	34
Presupuesto .....	46
Inventarios de accesorios de los equipos. ....	47
Estandarización de tiempos .....	49
Formato Smed toma de tiempo.....	50
Actividades de cambio de programa. ....	50
Diagrama de Actividades. ....	50
Conclusiones.....	64
Recomendaciones. ....	65
Referencias. ....	66
ANEXOS.....	70

## Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación Mexichem S.A.....	9
Figura 2. Organigrama del departamento de producción.....	10
Figura 3. Distribución del departamento de producción.....	23
Figura 4. Diagrama de Ishikawa Plastigama Mexichem S.A.....	33
Figura 5. Área de mantenimiento antes de la implementación del 5S.....	36
Figura 6. Almacenamiento de formadores después del 5S.....	37
Figura 7. Almacenamiento de herramientas antes del 5S.....	38
Figura 8. Almacenamiento de herramientas después del 5S.....	39
Figura 9. Bodega de Almacenamiento de formadores grandes diámetro.....	40
Figura 10. Bodega de Almacenamiento de formadores.....	40
Figura 11. Armario de almacenamiento de formadores.....	41
Figura 12. Carreta de Almacenamiento de formadores.....	41
Figura 13. Mantenimiento correctivo-preventivo de carretas de almacenamiento.....	42
Figura 14. Evidencia almacenamiento posterior a la implementación del 5S.....	43
Figura 15. Tiempo en preparación de los formadores de gran diámetro.....	45

## Índice de Tablas

Tabla 1. Tiempos de pérdida por buscar herramientas	7
Tabla 2. Mejora en el tiempo de enfriamiento de campana	8
Tabla 3. Tiempo antes de la implementación del 5S.	44
Tabla 4. Tiempo después de la implementación del 5S.	44
Tabla 5. Ahorro de tiempos.	45
Tabla 6. Costo de mejoramiento de tiempo en cambios de medidas en las Acampanadoras	47
Tabla 7. Inventarios de accesorios de los equipos.	48
Tabla 8. Estandarización de tiempos	49
Tabla 9. Diagrama de Actividades	52
Tabla 10. Actividades externas e internas con las mejorías en maquina convencionales	54
Tabla 11. Actividad externa e interna en al cambio de la Acampanadoras Novafort.	56
Tabla 12. Actividad externa e interna en al cambio de la Acampanadoras Novafort con mejoría en actividades.	58
Tabla 13. Actividades externas e interna correspondiente a las Acampanadoras Biax	61
Tabla 14. Actividad externa e interna en al cambio de la Acampanadoras Biax.	63

## **IX. Introducción.**

El desarrollo económico y tecnológico a lo largo de la historia ha llevado consigo un minucioso proceso a nivel mundial, uno de los principales eventos suscitados en el tiempo es la revolución industrial ya que este histórico acontecimiento permitió que se de origen a grandes transformaciones en varias organizaciones, fabricas, industrias, entre otras; siendo así, el objetivo de estas, se centra en la capacidad de llevar a cabo métodos eficaces que buscan mejorar la industria manufacturera por medio de la ingeniería industrial.

A efecto de este suceso de transformación industrial constantemente muchas organizaciones enfrentan diferentes desafíos ya sean tecnológicos, estratégicos o comercial de tal manera que este logre la adaptación y capacidad de manejar los procesos industriales de manera paralela a el entorno actual.

La empresa Mexichem Ecuador S.A se dedica a la fabricación de artículos plásticos, líder en categoría de tuberías y conexiones plásticas que sirvan en las conexiones de fluidos, dicha empresa ha sido un ente de desarrollo económico a nivel Ecuador con una amplia experiencia en el mercado tienen aproximadamente sesenta años de trayectoria, convirtiéndose así en una industria pionera en la inserción de productos de alta calidad con una gran variedad de productos disponible para la utilización en el alcantarillado y el transporte de agua potable. Debido a la evolución que ha experimentado esta compañía hoy en día busca establecer procesos productivos que vayan acorde a su crecimiento industrial, es decir, procesos productivos cada vez más eficaces y competitivos que se encaminen bajo el concepto de mejora continua y con ello la solución de problemas.

Este trabajo técnico de investigación tiene como objetivo la reducción de tiempos de cambio en la máquina acampanadora del departamento de extrusión de la industria en estudio,

adaptando los procesos manejados actualmente en la empresa a la tecnología Smed, realizando así, un estudio y análisis detallado de dicha área y los procedimientos que se llevan a cabo, tales como: tiempo de espera, tiempo por cambio de herramientas, tiempo de enfriamiento de campana, termino e inicio por lote.

La técnica Smed comprende la idea que las máquinas deberían tener un proceso que no exceda de diez minutos, fomentando así la flexibilidad de las empresas a los cambios rápidos en sus procesos.

Al momento el área de extracción de la empresa en estudio no ha implementado ninguna metodología que contribuya en la disminución de tiempos, por lo que, este trabajo ofrece una herramienta que mejora la gestión y da solución a los problemas detectados en dicha área, como lo es el disminuir tiempos y desperdicios de recursos.

La importancia de desarrollar este trabajo de investigación radica en la evolución de los procesos de mejora que van a permitir que la empresa logre alcanzar niveles óptimos en sus procesos de producción ofreciendo reducción de tiempos, siendo más productivos y a su vez acceder a ser competitivo e ir trabajando en conjunto a su entorno estrategias oportunas, y mediante la automatización de la máquina acampanadora por medio de la ingeniería lograr el aumento en los índices de producción y disminuir los costos relacionados al producto.

Este trabajo de investigación se encuentra estructurado por cuatro capítulos conceptuales y explicativos interpretado por los autores, inicia a partir de la descripción de los aspectos principales de la empresa, sus antecedentes, evolución, detalles del departamento en estudio, herramientas, maquinarias, así como el punto estratégico que actualmente maneja dicha área, también el análisis previo de los procesos utilizados en la empresa a lo largo de su trayectoria, se establece su importancia y alcance exponiendo lo que se pretende alcanzar como proyecto.

Es decir, se determina la situación actual del departamento, mediante el análisis e



interpretación de datos históricos o la memoria del área en gestión, de manera que, posteriormente se pueda evidenciar sus falencias, los desperdicios y sus inspecciones observadas y estudiadas.

En el segundo capítulo se exponen los fundamentos teóricos que corresponden al proyecto y que permiten sustentar el origen científico en los que se basa la investigación y los procesos a realizarse, tomando como referencia conceptualizaciones sobre la técnica Smed, los tiempos de demora y su importancia en los procesos de producción, siendo esto después interpretado por los autores de tal manera que se logre plantear las diferentes consideraciones que requiere el desarrollo de este trabajo, así mismo nos permita alcanzar el propósito esencial del mismo. Continuando con su desarrollo se establece en el siguiente capítulo la metodología a utilizar, el uso de la misma nos conduce a la recolección de información, determinando los parámetros y técnicas a utilizados para recoger datos, el levantamiento de información se basa en una investigación cualitativa bajo el método descriptivo documental ya que busca determinar la situación existente de la empresa en estudio, siendo está dirigida al área de producción de extrusión y orientada a la mejora continua de los procesos llevados a cabo por las maquinas acampanadoras.

A través de esta metodología de investigación se pretende analizar las diferentes causas y efectos que son ocasionados en dicho departamento y poder establecer alternativas de mejora que permitan reducir los tiempos de cambio, de tal manera que se optimice la mayor cantidad de recursos proporcionados por la empresa, una vez recolectado la información los datos son procesados y analizados por los autores dando inicio a la propuesta “la implementación de la técnica Smed Lean Manufacturing” herramienta utilizada para la disminución de desperdicios y tiempos de espera que representan actividades que no generan valor para la empresa, y partir con la adecuación de aquellas actividades que corresponden a las más

eficaces conforme al estado o la situación actual de la empresa; seguido se establecen las respectivas conclusiones de la investigación seguido de recomendaciones redactado por los autores del proyecto.

Para concluir el desarrollo de esta investigación pretende proveer a la empresa de una herramienta que contribuya de manera eficaz en la gestión de producción, colaborando en sus procedimientos y dando paso a una alternativa que vaya acorde a las necesidades presentadas por la empresa.

## Capítulo I

### **X. Problema.**

#### **Antecedentes**

Existen mejoras requeridas hoy en día por las industrias, una de gran importancia es la reducción de los tiempos de cambios en sus máquinas, el mercado actual exige procesos de producción que vayan en mejora constante, para lo cual se vuelve necesario un rendimiento óptimo de los equipos utilizados en dichas áreas, que permitan que la organización siga siendo competitivo. Llevar a cabo procesos de mejora continua es una manera factible de alcanzar el éxito deseado, la carencia de herramientas de innovación y mejora dan origen a una problemática muy común en las empresas en Ecuador siendo esta la deficiencia en sus procesos operativos, ocasionando así, la necesidad de aplicar alternativas que mejoren la flexibilidad en los procesos productivos y reducir los desperdicios en la utilización de sus recursos.

Mexichem S.A. es una empresa de Ecuador dedicada a la fabricación de artículos plásticos y líder en categoría de tuberías y conexiones, tiene una trayectoria larga de aproximadamente más de sesenta años, convirtiéndose en una empresa pionera en el mercado de tuberías y plásticos, la misma ha logrado introducir al mercado una gran variedad de productos de alta gama que contribuyen a la mejora de manejos de agua potable y alcantarillado. También es conocido a nivel nacional como Plastigama, ofrece opciones innovadoras y cuenta con un equipo de más de 12,000 colaboradores dispuesta a enfrentar grandes desafíos como son: abastecimiento de agua seguro y eficiente, mejor salud e higiene, ciudades resistentes al clima, mejor desempeño en la construcción.

## **Importancia y alcances**

La importancia de este trabajo de investigación radica en la falta de conocimiento sobre técnicas y metodologías utilizadas en los procesos de producción en las empresas nacionales, la poca utilización de herramientas que contribuyan de manera tecnológico, sistemático y avanzado el ámbito industrial siendo en este caso la reducción de tiempos de cambios en la producción. La aplicación de la técnica Smed se plantea como alternativa que genere eficacia en las operaciones a realizarse, mejorar el proceso de producción y automatizar los equipos va a permitir que los sistemas optimicen la mayor cantidad de recursos y a su vez estos se desarrollen de manera favorable para la organización.

El desarrollo de esta investigación se justifica a través del planteamiento de temas actuales que permitan que el campo en estudio respecto a la técnica aplicable se expanda, aporte criterios y variables nuevas a futuras investigaciones, permitiéndose demostrar a través del análisis y la técnica los mecanismos a utilizar, teniendo alternativas para el mejor funcionamiento en actividades similares en el campo de las ciencias exactas y la ingeniería de la producción, dar inicio a este tipo de investigación contribuye al crecimiento e innovación industrial pertinentes en el país.

La investigación a ejecutarse se enfoca específicamente al área de extrusión del departamento de producción en la empresa Mexichem Ecuador S.A, la misma actualmente maneja procesos de producción que se encuentran en la necesidad de cambios, ya que los tiempos mal invertidos han ocasiona retrasos que han comprometido las entregas de los productos a los clientes generando pérdida de credibilidad, lo cual da a conocer la falta de alternativas de cambio y flexibilidad como empresa. A través de estos tiempos muertos se han visto perjudicados ciertos indicadores en el departamento como lo son la disponibilidad y eficiencia, por lo que a través de un análisis e investigación de campo previo se da a conocer

la necesidad de implementar una estrategia que contribuya a la disminución de estos tiempos, entre los puntos considerados para el análisis tenemos la disponibilidad de herramientas y el tiempo invertido en ello, a continuación, el detalle del mismo:

**Tabla 1. Tiempos de pérdida por buscar herramientas**

<b>Tiempos de pérdidas por buscar herramientas</b>	<b>Tiempos</b>
Ejercicio 1	15
Ejercicio 2	21
Ejercicio 3	30
Ejercicio 4	19
Ejercicio 5	23
Ejercicio 6	24
Ejercicio 7	22
Ejercicio 8	19
Ejercicio 9	16

**Tabla 1.** Tiempos de pérdidas por buscar herramientas.

**Fuente:** Elaboración propia.

Como se puede visualizar en la figura 1, encontramos la distribución de tiempos perdidos por búsqueda de herramientas, analizando este primer punto podemos comprender las variaciones de tiempos en cuanto a los ejercicios a realizar en las maquinas en estudio, por lo que a través de la aplicación de la técnica SMED nos permitirá la reducción de tiempos excesivos en la organización de las herramientas a utilizarse previo al manejo de la máquina. También se consideró como parte de la investigación de campo la disyuntiva de “maquinaria” en este apartado se toma en cuenta que su enfoque va dirigido de manera específica a la máquina acampanadora de la empresa, por lo que se presenta la siguiente figura:

**Tabla 2. Mejora en el tiempo de enfriamiento de campana**

		<b>Mejora en el tiempo de enfriamiento de campana</b>				
		<b>Diametro del formador</b>	<b>Diametro tubería min</b>	<b>Diametro tubería max</b>	<b>Diametro real de la tubería</b>	
10/05/2022	Evaluacion 1	Lado A	110,70 mm	110	110,4	110,19
		Lado B	110,70 mm	110	110,4	110,3
11/05/2022	Evaluacion 2	Lado A	110,70 mm	110	110,4	110,12
		Lado B	110,70 mm	110	110,4	110,3
13/05/2022	Evaluacion 3	Lado A	110,70 mm	110	110,4	110,27
		Lado B	110,70 mm	110	110,4	110,23

**Tabla 2.** Mejora en el tiempo de enfriamiento de campana.

**Fuente:** Elaboración propia.

En referencia a la máquina en cuestión, se observa en la figura 2 las evaluaciones de tiempo de enfriamiento de campana donde se consideró los diámetros del formador de la campana, diámetro de tuberías mínimo, máximo y diámetro real de la tubería tanto en el lado A y el lado B de la máquina. A través de este análisis podemos presenciar variaciones en los diámetros reales de las tuberías, sin embargo, no existe una mayor afectación, pero se puede corregir medidas y mejorarlas a su vez, teniendo un mejor resultado al momento de la producción por lote.

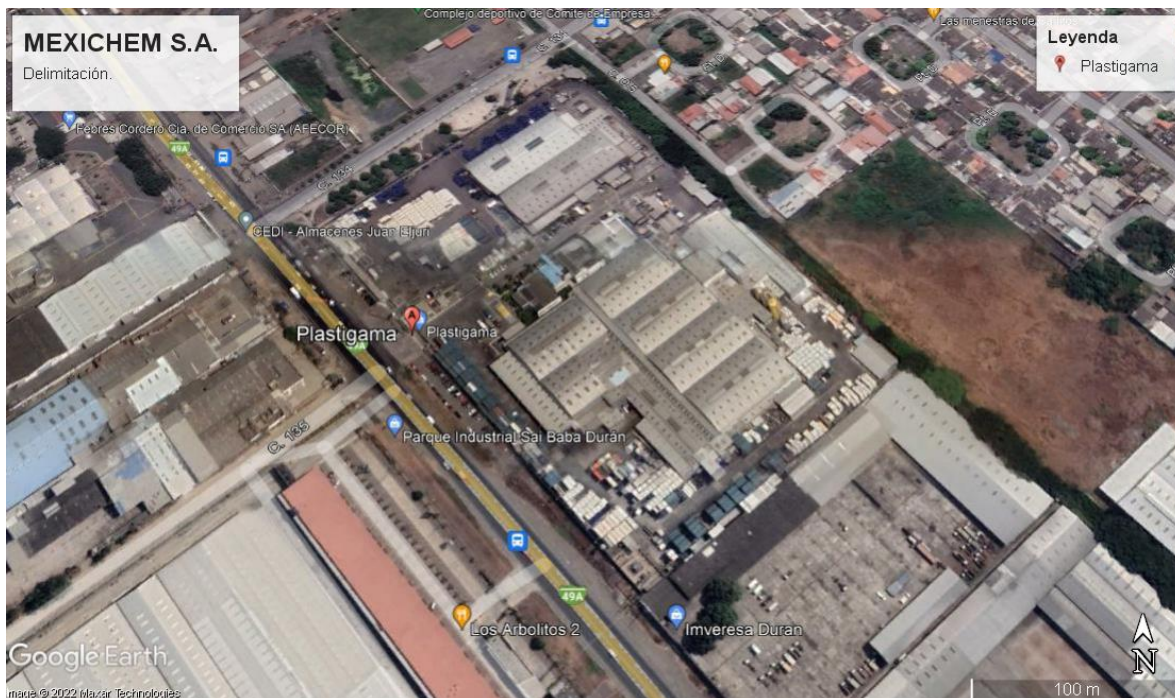
Tal como se mencionó antes, la empresa se ha visto perjudicada en indicadores de disponibilidad y eficacia por lo que se expone un siguiente punto que son proveedores y clientes, este es considerado dentro del proyecto ya que el mismo tiene gran relevancia en la investigación, si bien, la empresa ha tenido una evolución oportuna y precisa en el tiempo que tiene a partir del inicio de sus actividades comerciales, es fundamental mencionar la

fidelidad de su cartera de clientes y la disposición de sus proveedores, a raíz de ello se podría decir que sus clientes formar parte de un cuadro significativo dentro de la misma y sus proveedores serán considerados como punto estratégico en el desarrollo de sus funciones.

### **Delimitación**

El desarrollo de esta investigación tiene como fin la aplicación de la técnica Smed para la empresa Mexichem S.A, la cual se encuentra ubicado en Ecuador con sede principal en la ciudad de Duran, vía Duran-Tambo, el enfoque de su actividad comercial es la fabricación de artículos plásticos utilizados en construcción y en el hogar, en la siguiente figura se visualiza la ubicación de la empresa obtenida a través de google maps, también el organigrama del departamento en estudio y su distribución.

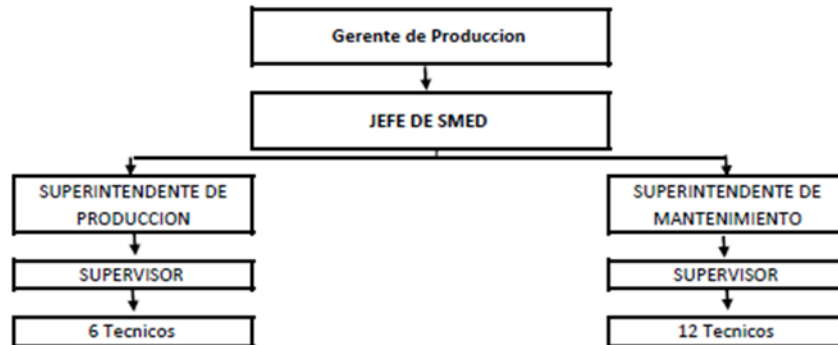
### **Ubicación desde el mapa de Google.**



**Figura 1.** Ubicación Mexichem S.A.

**Fuente:** Google map.

## Organigrama de la empresa o departamento



**Figura 2.** Organigrama del departamento de producción

**Fuente:** Elaboración propia

El proyecto tiene alcance a la empresa Mexichem Ecuador S.A. con campo de aplicación orientado a los procesos de producción, la investigación se enfoca únicamente en el departamento de operaciones de la empresa, tal como se encuentra establecido en el objetivo general del estudio del caso, la información utilizada en la evolución del trabajo será proporcionada únicamente por la empresa en estudio y el desarrollo de la propuesta se realiza en base a los recursos que se encuentran actualmente disponibles en la organización.

### **Formulación del problema**

¿Cómo reducir los tiempos de cambio en la máquina acampanadora del área de producción de la empresa Mexichem Ecuador, mediante la aplicación de la técnica Smed?

## **XI. Objetivos de la investigación**

### **Objetivo General**

Reducir mediante la aplicación de la técnica Smed, los tiempos de cambio en la máquina acampanadora de la empresa Mexichem Ecuador.



## **Objetivos Específicos**

- Realizar un diagnóstico de los procesos actuales utilizados dentro del área de producción de extrusión en la empresa Mexichem Ecuador, con respecto a las máquinas acampanadoras.
- Detallar los problemas suscitados en dicha área, con la finalidad de identificar las causas y posibles soluciones a la problemática planteada.
- Establecer parámetros y lineamientos a realizarse en los procesos de mejora continua del departamento en estudio.
- Desarrollar la propuesta de mejora continua mediante la aplicación de la técnica Smed en la máquina acampanadora de la empresa Mexichem Ecuador.

## Capítulo II

### XII. Marco Teórico Referencial

#### Teorías Generales

Para (Espin Carbonell, 2013), en los procesos productivos, se denomina tiempo planificado, al tiempo que se prevé utilizar la máquina para fabricar. El tiempo planificado se divide en dos. Por un lado, disponemos del tiempo durante el cual la empresa está elaborando producto, denominado tiempo de funcionamiento, y por otro lado, del tiempo que la máquina se encuentra parada, por motivo de avería, descansos de producción o por preparación para la fabricación de un nuevo lote de producto, llamado tiempo de cambio de lote o tiempo de preparación.

Tomando como referencia lo antes expuesto, se entiende que en los procesos productivos podría utilizarse el tiempo planificado como parte de mejorar dicho sistema, si bien la planificación es considerada como un ente organizador donde se establece un plan ante alguna actividad a realizarse entonces esto nos permite determinar que parámetros rigen dicha actividad; acogiéndonos al desarrollo de este proyecto se entiende la planificación como un punto clave para el desenvolviendo optimo del área en estudio ya que en la problemática que actualmente se encuentra expuesta dicha área es el tiempo estimado de funcionamiento y productividad, poniendo en evidencia algunos aspectos a considerar para mayor eficacia, por lo que hallar una metodología que establezca todas las actividades que conllevan este proceso se vuelve el punto de partida de esta investigación.

La globalización de los mercados, ha hecho que las empresas tomen decisiones constantes en busca de mejorar su competitividad. Esta búsqueda de competitividad, normalmente se basada en disminuir costos y el incremento de la calidad. La calidad reflejada en el producto,

y en los tiempos de entrega. Sobre todo, porque las empresas buscan la mejora de sus procesos, y entre ellos el proceso de producción y su planificación (Urbano, García, Mora, Vargas, & Cruz, 2021).

Por lo que se puede concluir que hoy en día las industrias deben permanecer en constante adaptación y ajuste ya que actualmente existen varios puntos a ser considerados en los procesos de producción, y cada uno de ellos aporta un nivel de importancia y relevancia a la mejora de procesos. Estos factores de ajuste son aquellos que van a permitir que la empresa se encuentre siempre a la vanguardia y presente en la mente del consumidor y la competencia. Entrando en materia de estudio las oportunidades de crecer dentro del mercado de industrias plásticas son cada vez más complejas debido al uso excesivo de estos materiales para diversas aplicaciones, sin embargo enfocados en el tipo de industria plásticas en que se desarrolla la empresa Mexichem Ecuador se consideran factores relevantes que cambian la perspectiva de estas oportunidades, dicha institución trabaja específicamente con productos PVC y este artículo es el único material plástico que no es totalmente originario del petróleo. El mismo contiene, en peso, el 57% de cloro, un derivado del clorato de sodio (sal de cocina), y el 43% de etileno, derivado del petróleo. Lo que indica que la principal materia prima del PVC es la sal marina, un recurso natural renovable y disponible en la naturaleza. Otro factor importante es que dicho producto tiene una vida útil muy extensa siendo está estimada hasta 100 años para la mayoría de sus aplicaciones, alta resistencia al fuego y a la intemperie, buen aislamiento acústico, térmico y eléctrico, impermeable, de elevada cristalinidad, protector de alimentos y otros productos envasados, incluidas las aplicaciones médicas (por ejemplo: plasma y sangre), y buena relación calidad/precio (Gomez, López, & Perie, 2020).

Por otro lado, el ciclo de mejora continua (Método Kaizen) es una metodología que tiene como objetivo clave eliminar las actividades que no agregan valor en la cadena productiva.

Esta herramienta tiene un potencial enorme para ayudar así a mejorar la productividad de las empresas (Atlas Consultora, 2021). La mejora continua es una técnica común utilizada por las diferentes empresas hoy en día esto debido a que siempre buscan optimizar recursos y agregarle más valor a calidad de productos o avanzar de manera eficaz en los procesos productivos de dicho producto.

Para una mejor organización de estos procedimientos existen diferentes técnicas tales como: organigramas bien estructurados y ejecutados, gestión de calidad, gestión de flujo interno, entre otras. Para la investigación nos enfocamos en la gestión de flujo interno para lo cual tomamos como referencia la definición de diagrama de flujo. Es un esquema para representar gráficamente un algoritmo. Se basan en la utilización de diversos símbolos para representar operaciones específicas, es decir, es la representación gráfica de las distintas operaciones que se tienen que realizar para resolver un problema, con indicación expresa el orden lógico en que deben realizarse (Herrera, 2020).

El diagrama de flujo o también conocido como diagrama de actividades representa a través de símbolos todas aquellas actividades que deben realizarse en un orden establecido, por medio de vínculos o pasos ya estructurados rigiéndose por un mismo proceso hasta concluir o resolver. La finalidad de utilizar esta herramienta es mostrar de manera secuencial el comienzo, los puntos de decisión y el final del proceso de producción.

Considerando diferentes técnicas de organización de herramientas nos encontramos con teorías de gran aporte a la investigación, tal es el caso del método 5S, siendo esta una herramienta llamada también de gestión visual y utilizada comúnmente en el lean manufacturing ya que podría establecerse como un punto de inicio o introducción a la mejora continua en las empresas. Siendo uno de sus principios optimizar el entorno de trabajo facilitando y generando agilidad a las actividades realizadas por el personal, potenciando la

capacidad de controlar y detectar problemas a tiempo. Se considera importante en las industrias, disponer de un área ordenada y organizada para la realización de actividades, ya que este punto clave va a permitir que se distinga de manera rápida donde existe las pérdidas de tiempo o desplazamientos innecesarios.

La metodología “cinco eses” fue desarrollada en Japón y cada una de las “S” hace referencia a una acción a realizar para implantar este método: Clasificación, Organización, Limpieza, Estandarizar y Seguir Mejorando (Sistema OEE, 2021).

También existe el diagrama de causa y efecto o Ishikawa, para lo cual (AEC, 2019) define como, el diagrama de causa-efecto (llamado también de espina de pescado debido a su forma o de Ishikawa debido a su autor) es un método para crear y clasificar ideas o hipótesis sobre las causas de un problema de manera gráfica. Además, organiza gran cantidad de datos mostrando los nexos existentes entre los hechos y las posibles causas.

Siendo así el diagrama de causa y efecto una herramienta de representación gráfica que va a permitir mostrar la relación cualitativa entre los factores que intervienen en el problema, promoviendo el estímulo de ideas, ampliar las perspectivas de las causales del problema, e incluso facilitar el análisis o diagnóstico de una situación.

Por otra parte, la técnica SMED se trata de un método de reducción de tiempos de producción utilizada con el fin de obtener mejora continua referente en las áreas de procesos. SMED es el acrónimo en lengua inglesa de Single Minute Exchange of Die, que en español significa “cambio de matriz en menos de 10 minutos” (Progressa Lean, 2014).

Siendo la técnica Smed un método de fácil acceso que proporciona mejora continua dentro de las industrias y hace hincapié a los tiempos de los procesos de producción, se ajusta de manera preciso a las necesidades que este proyecto pretende corregir. Así, uno de los

objetivos que se persiguen con esta metodología es que cualquier cambio de máquina no supere la cifra de 10 minutos.

También, se puede definir lean manufacturing como un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación del desperdicio o excesos, entiendo como exceso toda aquella actividad que no agrega valor en un proceso, pero si costo y trabajo (Socconini, 2019).

A partir de la definición de lean manufacturing, se podría establecer como una metodología de trabajo que aporta eficacia a los sistemas de producción a través de la eliminación o reducción de recursos siendo estos tiempo o personal, la misma va orientada a suprimir aquellos procedimientos que intervienen en el proceso productivo pero no guardan relevancia, la aplicación de esta metodología de trabajo genera una maximización en los estándares competitivos de la empresa debido a que con ella lo que se pretende alcanzar es la reducción de tiempos de espera, sobreproducción o mantener niveles óptimos de inventario sin realizar actividades innecesarias.

Para (Salazar López, 2019), la técnica Smed se desarrolla bajo cuatro diferentes fases:

En primer lugar, establece la separación de las operaciones, estas serán divididas en internas y externas, para el autor en esta fase establece el inicio a la metodología Smed, la misma implica el diferenciar la preparación con la máquina en descanso siendo una preparación interna y la preparación con la máquina en funcionamiento denominada preparación externa. Continúa con la conversión de operaciones, en este paso lo que se requiere es convertir las operaciones internas en externas, de manera que este paso debe considerarse siempre que se pueda, es decir debe ser ejecutado siempre y cuando sea posible de lo contrario causaría efectos de retroceso. Organizar las operaciones externas, el desarrollo de esta fase podría decirse que estrictamente se conforma por la disposición de todas las herramientas y materiales tales como: matrices, elementos de fijación, etc. Ya que son estas herramientas

las que soportan las operaciones externas; estos elementos deben estar dispuestos al lado de la máquina tras haberse realizado toda reparación de los componentes que deben entrar. Para concluir establece la última fase del proceso denominada como Reducción del tiempo en las operaciones internas: Esta fase consiste básicamente en reducir al mínimo los procesos de ajuste, y con ello lograr objetivo de la misma. La técnica Smed es una herramienta que sirve de manera útil a la productividad de las industrias, contribuye en alistamiento de máquina y la utilización de dicho equipo, siendo así, dos aspectos importantes la reducción de tiempos y a su vez el incremento de la productividad.

Para el Dr. Shigeo Shingo la técnica Smed cuenta con siete pasos fundamentales:

- Preparación previa
- Analizar la actividad sobre la que se va a centrar el taller SMED.
- Separar lo interno de lo externo.
- Organizar actividades externas.
- Convertir lo interno en externo.
- Reducir los tiempos de actividades internas.
- Realizar el seguimiento.

Si bien el Smed es una agrupación de técnicas que sirven para mejorar la eficiencia operativa en el rendimiento de máquinas. Para (Rodríguez, 2017), hay ideas Fundamentales de la técnica SMED. Es importante recalcar que el llamado proceso de cambio de serie, considera como inicio o comprende el tiempo utilizado a partir del momento en el que se fabricó la última pieza o producto de la serie a cambiar, y va hasta el instante de la fabricación de la primera pieza de la serie entrante. Incluyendo las actividades necesarias para el traslado y puesta a punto de los insumos además de los ajustes necesarios de la máquina.

La teoría Smed y su evolución tiene su evolución a través del tiempo ha provocado grandes cambios que han servido de manera oportuna en el ámbito manufacturero, los diseñadores de máquinas hoy en día buscan simplificar los procesos de cambio de series. Agregando a esto la metodología de trabajo de los operarios, sus conocimientos y las actividades procedimentadas tomando en cuenta que en su mayoría los que causan las demoras en los cambios de series son los problemas o las deficiencias de organización.

Tiempos de cambio: 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 del producto “A” y la primera pieza producida del producto “B”, que cumple con las especificaciones dadas (Ingeniería de calidad, 2018). Lo que quiere decir el tiempo requerido para cambio en una máquina, expresando de tal forma el inicio del proceso de producción con la elaboración de otro producto diferente.

Otro de los puntos clave de la investigación, radica en las dimensiones del Smed por lo que este será dividido en 3 partes:

- Tiempo Estándar Interno, es la sumatoria de todos los tiempos tomados de las operaciones identificadas como “internas” dentro del tiempo total de cambio TTC, las cuales han sido tomadas en una determinada línea de producción.
- Tiempo Estándar Externo, es la sumatoria de todos los tiempos tomados de las operaciones identificadas como “externas” dentro del tiempo total de cambio TTC, las cuales han sido tomadas en una determinada línea de producción.



- Disponibilidad, la resultante de dividir el tiempo ha estado produciendo (TO) entre el tiempo que podrá haber estado produciendo (TPO) determina la disponibilidad. Se debe tener en cuenta que el tiempo en que podría estar produciendo es la diferencia del tiempo total menos las paradas planificadas.

La gestión de la calidad establece que el 90% de los defectos o problemas de calidad son generados por los propios procesos y no por el personal. De esta manera, se entiende que una vez que los procesos se han mejorado de acuerdo con las opiniones de los operadores, diseñadores y gerentes, en los últimos años la gestión de la calidad se ha profundizado en la fabricación de productos competitivos en el mercado, a través de sistemas de comercialización, que cubren las necesidades del consumidor. Se plantea la importancia de una buena comunicación empresarial para transmitir la misión y la visión de la empresa (Nuevas Normas Iso, 2020).

El objetivo principal de la gestión de la calidad es a través de un conjunto de acciones y decisiones evitar la mayor cantidad de errores y desviaciones, para eso se vuelve inevitable la ayuda de herramientas que se ajusten a la funcionalidad de las operaciones que realiza la empresa en cuestión. Claro está que lo mejor sería que se canalice estos errores antes de que ocurran para ello realizar una gestión de calidad a tiempo garantiza un mejor proceso productivo y genera mayor valor y credibilidad a las operaciones totales.

Estudios de métodos “El estudio de métodos; permite analizar el proceso para mejorarlo y determinar el mejor método de hacer el trabajo” (Nieto, s.f.). realizar un estudio o análisis de un proceso contribuye o da lugar a un rediseño en las actividades con múltiples finalidades estas podrían variar dependiendo su enfoque o uso, el rediseño de actividades podría permitir

un incremento en su eficacia, reducir sus costos de elaboración o incluso mejorar la calidad en su producción, disminuir sus tiempos de entrega o de producción, etc. Por otro lado, para (Bravo, Menéndez, & Peñaherrera, 2018). El estudio de tiempos es una técnica utilizada para medir el tiempo de trabajo que ocupa cada proceso en la producción de un bien, además este tipo de técnica busca aumentar la productividad de las organizaciones, eliminando en forma sistemática las operaciones que no agregan valor al proceso y se constituye en la base para la estandarización de los tiempos de operación.

Por ello, el estudio de tiempo podría ser definido como una técnica de medición y estudio del tiempo que permite registrar los tiempos y el ritmo de cada actividad que responden a un trabajo en específico. Para que este estudio del tiempo se realice de forma transparente podría tomarse en cuenta algunas consideraciones como:

- Determinar las actividades que van a ser medidas.
- Medir con exactitud cada uno de las actividades y elementos que son parte del proceso a ejecutarse.
- Reportes comprensibles y análisis direccionados específicamente al objeto en estudio.

### **Teorías sustantivas.**

Método descriptivo-documental (Tipos de investigación, s.f.). Este tipo de investigación se efectúa cuando se desea describir, en todos sus componentes principales, una realidad. Mediante este tipo de investigación, que utiliza el método de análisis, se logra caracterizar un objeto de estudio o una situación concreta, señalar sus características y propiedades.

Para (Jiménez, 2017). Mediante la deducción se pasa de un conocimiento general a otro de menor nivel de generalidad. Las generalizaciones son puntos de partida para realizar

inferencias mentales y arribar a nuevas conclusiones lógicas para casos particulares. Consiste en inferir soluciones o características concretas a partir de generalizaciones, principios, leyes o definiciones universales. Por lo que, se establece el método deductivo como parte de la investigación, ya que va a permitir partir de conceptualizaciones generales a lo particular obteniendo validez a través de raciocinio y obtener conclusiones finales.

“Sirven para analizar cómo es y cómo se manifiesta un fenómeno y sus componentes. Permiten detallar el fenómeno estudiado básicamente a través de la medición de uno o más de sus atributos” (Vásquez Hidalgo, 2016). De manera que, a través del método descriptivo se logrará evaluar las características de los diferentes procesos y fenómenos suscitado en el área de estudio, para luego ser interpretado y descrito a conclusiones finales.

Por otra parte, para (Carlos, 2017). Los métodos cualitativos tienen por finalidad explorar, describir y comprender los fenómenos sociales. La extracción de conclusiones se las realiza por medio de procesos de inducción. El método cualitativo tiene por propósito describir, predecir y explicar un fenómeno de carácter observable. Sus resultados se fundamentan en forma predominante en procesos hipotéticos-deductivos, análisis de conceptos operativos y medición objetiva.

## **Capítulo III**

### **XIII. Marco metodológico.**

#### **Metodología.**

El presente proyecto “Reducción de tiempos de cambio en la máquina acampanadora mediante la aplicación de la técnica Smed en la empresa Mexichem Ecuador S.A” está

desarrollado por medio del método descriptivo-documental, como su nombre lo expresa el método descriptivo es aquel que se encarga de describir todos aquellos aspectos importantes que resaltan en la investigación la misma consiste en conocer a fondo aquellos factores que intervienen en ciertas situaciones, personas o procesos también da origen a la predicción e interpretación del investigador, por otro lado el método documental analiza los diferentes fenómenos o hechos que se presentan en su entorno con la colaboración de documentos disponibles para el investigador.

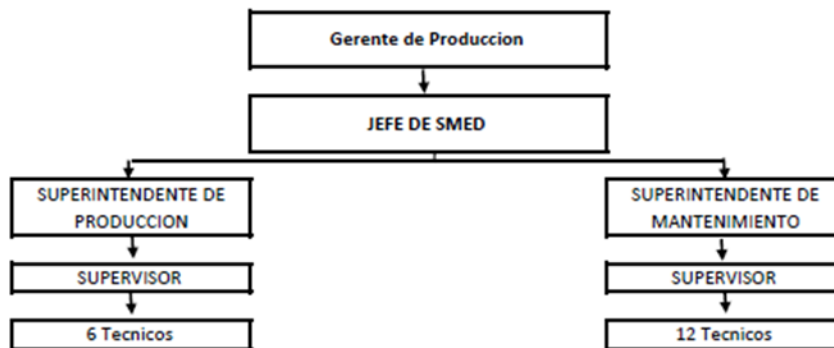
Tomando en consideración la teoría del método descriptivo- documental, se establece el mismo como metodología a utilizar para el proyecto ya que va a permitir que la investigación sea descrita de manera secuencial y basada en los estudios de campo previos realizados, este método de investigación se ajusta al tipo de recolección de datos que se desea obtener debido a que el mismo va a permitir que el investigador analice, interprete y describa los problemas que se sitúan en la empresa y así ofrecer una solución. El enfoque de estudio será cualitativo y cuantitativo ya que se pretende extraer información relevante y considerable que pueda ser fragmentada o dividida partiendo de lo general a lo particular hallando así el punto clave de la investigación.

Cuenta con un tipo de investigación descriptivo- transversal ya que busca determinar la situación existente de la empresa en estudio, siendo está dirigida al área de producción de extrusión y orientada a la mejora continua de los procesos llevados a cabo por las maquinas acampanadoras utilizadas para las distintas actividades realizadas en el área de producción, describiendo los hechos bajo el criterio de los autores en un tiempo determinado y con fundamentos válidos.

### **Población y muestra.**

El presente proyecto tuvo lugar en el área de extrusión de la empresa Mexichem S. A, mediante la siguiente figura se puede apreciar el organigrama del área ya mencionada.

Organigrama área de extrusión de tubos Mexichem S. A.



**Figura 3.** Distribución del departamento de producción.

**Fuente:** Elaboración propia.

Tal como se muestra en el organigrama de la empresa esta área tiene un total de 12 técnicos, que trabajan en 3 turnos diferentes, el cual 8 mecánicos trabajan en el primer turno, 2 mecánicos trabajando en el segundo turno y 2 mecánicos trabajando el tercer turno, son dirigidos por un supervisor y un jefe de área. Cada mecánico debe cumplir con su procedimiento de cambio de medida con las directrices que está implementando el equipo de trabajo. Para el respectivo proyecto se utilizó la población finita conformada por los 12 colabores del área. Para estudio de tiempos se evaluó a los técnicos del primer turno (8 trabajadores).

### **Técnicas e instrumentos.**

Los instrumentos de recolección de datos destinados a esta investigación son la observación de campo y la entrevista, esto debido a que va a permitir realizar un registro del

comportamiento del mismo y la información será extraída de manera directa de la empresa en estudio.

Para la realización de estudio de tiempos en el área de extrusión, se utilizó el método de cronometraje siendo un método adecuado para este proceso ya que no hay datos similares o existentes en dicha área ya mencionada. Los instrumentos que se realizaron para el estudio de toma de tiempos en el área de extrusión de tubos fueron cronometro, calculadora, videograbadora, programas office como Excel y Power Point. La videograbadora se utilizó para grabar los procesos de cambios con sus respectivos formatos en las distintas maquinas evaluadas, con la calculadora se suma los tiempos tomados de cada técnico en sus respectivos procesos y con el cronometro se cronometra los tiempos a realizar de cada técnico, además de ayudarnos con programas como Excel y Power Point para registrar información de la toma de información y tiempos.

### **Variables.**

#### **Dependiente:** Productividad

Se establece la productividad como variable dependiente ya que el proyecto desea alcanzar una reducción en sus tiempos de cambio, por lo que guarda relación con la eficiencia del mismo.

#### **Independiente:** Técnica Smed

Se establece la variable independiente por medio de la técnica Smed ya que la misma va a permitir medir los tiempos que son utilizados en las máquinas.

### **Indicadores de las variables**

#### **Variable Dependiente / Productividad**

Como se explicó anteriormente la variable dependiente será medido bajo su productividad, por lo que, esta determina su desempeño por medio del siguiente indicador:

$$Productividad = \frac{\text{lotes ejecutados}}{\text{lotes programados}}$$

### **Variable Independiente / Técnica Smed**

Por otro lado, la técnica Smed será dividido por los tiempos de preparación interno y externo

Tiempo de preparación interno

$$TPI = \frac{\sum \text{tiempos de preparación interno}}{\text{número de actividades}}$$

Tiempo de Preparación Externa

$$TPE = \frac{\sum \text{tiempos de preparación externo}}{\text{número de actividades}}$$

### **Entrevista**

Si bien la teoría indica que la entrevista es un instrumento de recolección de datos que permite recabar información profunda por medio del dialogo; esta se utilizó como parte de la investigación donde por medio de un cuestionario de preguntas abiertas se pretende obtener respuestas a detalle del objetivo del proyecto.

La entrevista fue dirigido al jefe de planta, ya que es la persona encargado de supervisar los procesos realizados en el área de extrusión y como consecuente personal de gran relevancia

en la eficacia de los procesos que se llevan a cabo en el departamento, siendo así, su participación importante en el enfoque de estudio. El objetivo de la entrevista es sustentar el problema planteado a través de la recolección e interpretación de la información.

Se tomó en cuenta para la obtención de datos del estudio de tiempos las siguientes consideraciones mencionadas a continuación

### **Consideraciones**

- Se utilizó una guía de preguntas subjetivas y realizadas con enfoque investigativo.
- El campo estudiado fue avisado de manera previa y se indicó el objetivo de la misma con la finalidad de que se obtenga resultados lo más reales posibles.
- Previo a la entrevista pidió autorización del personal encargado y aprobación de supervisores y jefes de área para la realización del estudio, considerando que el proyecto podría utilizarse para mejoras del área.

### **Guía de preguntas**

1. ¿Según su apreciación, que llevo a implementar la metodología en las empresas?
2. ¿Considera usted, que el área es adecuada para la realización del trabajo en planta?
3. ¿Qué opina acerca de la forma que se realiza los cambios de medidas en las máquinas?
4. ¿Según su apreciación, en qué estado se encuentra las herramientas y máquinas del área de extrusión?



5. ¿Podría usted indicarnos cada que tiempo se realiza mantenimiento en las maquinas?
6. ¿Según su apreciación, existen listados de herramientas a disposición?
7. ¿Considera usted, que se cumple con el orden en el área de almacenamiento de herramientas?
8. ¿Se maneja tiempos establecidos para cambios de medidas en las acampanadoras en la planta de extrusión?
9. ¿Considera usted, que el personal está capacitado para realizar los cambios de medidas?
10. ¿Según su apreciación, es necesario aumentar personal para el cambio de medida en las acampanadoras?
11. ¿Considera usted, que los procesos para producir tuberías con campana cumplen de manera eficaz con las especificaciones con los demás procesos llevados al área de producción?
12. ¿Podría usted calificar en una escala del 1 al 10 la eficacia de producción que cumple actualmente las maquinas acampanadoras?
13. ¿Podría usted explicarnos mediante un análisis corto las posibles mejoras de proceso de producción con tubería con campana?

### **Análisis e interpretación de la entrevista realizada**

Conforme a la entrevista realizada al jefe de planta del departamento de extrusión de la empresa Mexichem Ecuador, se procede a realizar el análisis e interpretación de la información proporcionado por dicho personal considerando cada una de las preguntas realizadas. En primer lugar se logró conocer que en la empresa actualmente se consideran 3

pilares fundamentales respecto a la mejora continua siendo estos flexibilidad, conocimiento y confiabilidad, por ello implementar la metodología en la empresa contribuiría demasiado ya que ayudaría a aumentar la calidad del producto, disminuir los tiempos de espera de producto terminado que van dirigidos a los clientes, aumentar la satisfacción del cliente y a su vez que todo este proceso consiga aumentar la productividad dentro de la compañía. Actualmente se maneja un proceso de estudio de toda el área de producción y también de las herramientas y maquinarias que son utilizadas en dichos procesos, la finalidad de este estudio es priorizar o jerarquizar por niveles la importancia de cada una de ellas. Con respecto a los cambios de medidas son considerados muy necesarios ya que específicamente esta área contempla una gama amplia de productos, también este proceso contempla cambios de producción, es decir, pasar de que una línea fabrique un producto A y un producto B conlleva una planificación que debería presentar siempre mejoras. El estado de las herramientas y máquinas podría decirse que se encuentra en un estado óptimo comparando con el tiempo de uso, cabe recalcar en este apartado que el departamento cuenta con un procedimiento de mantenimiento y cuidado riguroso de maquinarias y herramientas, así como la verificación antes y después de su uso es decir mantenimiento preventivo y correctivo el tiempo de mantenimiento depende de la máquina, el tipo de equipo la frecuencia de uso. Existen mantenimiento sistemático y también planes anuales de mantenimiento, la frecuencia podría llevarse desde diaria, semanal o mensual dependiendo el uso del equipo y el tipo de equipo, a través del sistema de gestión se verifica que la disponibilidad de las herramientas de trabajo siempre sea óptimo respecto a su vida útil y ubicación ya que son elementos fundamentales del proceso. Considerando el orden en el área de producción existen planes de mejora tales como capacitación y concientización del personal, así también la asignación de recursos, actualmente se trabaja para que el personal disponga de tableros de herramientas que

permitan garantizar un orden en el área de herramientas. Tomando en cuenta los tiempos establecidos para el uso de las maquinas acampanadora este proceso es dependiendo de cada medida existe un numero estándar sobre todo de los productos principales esto ya que al contar con una gama muy amplia no todos son productos de alta demanda sin embargo si existe un tiempo promedio por producto. El personal y su capacidad de ejercer un puesto de trabajo en la empresa, para esta área en específico se ingresa a los procesos de entrenamiento e inducción donde a través de una matriz de habilidades distingue el nivel de conocimiento y estos son reforzados y actualizados según haya cambios en la empresa además constantemente existe procesos de continua formación para que el personal vaya acorde a la evolución y crecimiento de la industria disponer de más personal para este proceso va a depender del costo beneficio respecto a contribución o retribución de producto y su demanda. Los procesos para producir con campana llevados a cabo son manejados de manera rigurosa, todos los procesos de producción son controlados para asegurar que cumplen con su orden. La campana es un proceso muy importante porque viene siendo la última etapa de producción su eficacia podría ser calificado como positivo puesto que el rendimiento de la línea de producción marcado por la acampanadora está entre un 80 y 90% sin embargo siempre se está dispuesto a ser más competitivo e eficaz, es una misión como equipo mejorar y desplegar esa importancia con todo el personal. La técnica Smed va a permitir reducir los principales indicadores como lo es las horas setup que se sigue de primera línea y las horas por fallos mecánicos, ya que si se asegura un correcto alistamiento estamos asegurando que no haya horas perdidas de producción y si llegan a fallar en medio proceso pues no habrían horas de paro por alistamiento. El éxito del Smed es el trabajo en equipo y ganas de mejorar cada uno de esos indicadores, conocer e implementar la metodología obteniendo resultados esperados y a su vez los procesos se vuelvan más fácil y ágil.

### **Observación de Campo.**

La técnica de observación de campo va a permitir estudiar los hechos desde adentro estudiando los procesos, el área y el entorno en que se desarrolla la problemática planteada todo esto sin intervenir en ningún proceso. Para el uso de esta técnica se utilizó una guía de observación que contiene características relacionadas a sus adecuaciones, organización de herramientas, tiempos estimados, personal autorizado, personal y sus responsabilidades, organización de materiales, etc.

### **Consideraciones**

- Para este proceso se coordinó un día de jornada normal y se estableció una guía de observación con las actividades de mayor relevancia para el desarrollo de este trabajo.
- La finalidad de realizar la observación de campo es estudiar los hechos desde un punto real y actual del proceso que se llevan a cabo en el área de extrusión y con respecto al manejo de la maquina acampanadora.

### **Análisis e interpretación de observación de campo**

En este apartado se evidencia los resultados obtenidos de la observación de campo. Se logró visualizar que la empresa mantiene las áreas relacionadas a sus herramientas de trabajo con poca preocupación esto se da debido a falta de organización respecto a los tiempos utilizados para las diferentes actividades a realizar, sus adecuaciones son acorde a los proceso que realizan, las mismas se encuentran en perfecto estado y adecuadas a fin de que sirvan de manera correcta para su uso, con respecto a la organización de las herramientas se logró detectar que podría mejorar aunque esto va relacionado más a los recursos humanos que actualmente maneja la empresa, existe disponibilidad absoluta para el uso de herramientas

detalle importante para su rendimiento, el personal se encuentra totalmente capacitado para ejercer sus actividades lo que expone la preparación y formación de cada uno de los profesionales que hacen parte de esta área, para concluir las maquinarias y equipos se encuentran aptas para su uso.

### **Procedimientos para el análisis de datos**

Para el procedimiento de análisis de información es necesario desarrollar un orden adecuado de la metodología, por lo que se procede a realizar un paso a paso del proceso a seguir:

1. Se realizó el diagrama de Ishikawa, en el que se analizaron diferentes variables como máquinas, personal, área de trabajo, métodos utilizados, materiales con su medición que se utilizan en la jornada normal de trabajo. Considerando que esta información debe generar una relación entre las causas y efectos de los tiempos excesivos operativos, siendo esto disminuyendo o retrasando la producción del área de extrusión de Mexichem S.A. Para este primer paso se considera:

- Observación de campo como técnica que permite estudiar la planta donde se va a realizar el proceso de cambios de manera que se logre constatar la situación real de los trabajadores y poder resolver las interrogantes planteadas, para ello se utilizó una guía de preguntas que contiene desde observación básica a fundamental.
- Entrevista con el jefe de planta puesto que es el encargado de la producción que maneja la maquina acampanadora en los procesos de cambios de producto, se realizan preguntas con el fin de despejar dudas tales como: el tiempo estimado para realizar mantenimientos en la maquina o sí la misma cumple las metas programadas con la actual metodología de procesos.

2. El segundo paso consiste en realizar una metodología de operaciones internas a externas con la finalidad de conocer a detalle cada procedimiento fijado para cumplir con la producción y así conocer las actividades que son ejecutadas por el personal cada que se realiza un cambio de formato de producción.
3. Una vez que se da a conocer todas las actividades que se realizan en el área de extrusión, se lleva a cabo un estudio de los tiempos para poder conocer a detalle el tiempo que es utilizado para cada actividad y el tiempo de cambio. Se realizó la medición de tiempos a través de un cronometro, para esto, el estudio tuvo inicio con la grabación de cada actividad ejecutada por el personal en la máquina acampanadora, ya que de esta manera se verificaría los tiempos reales utilizados, sea esto porque los valores podrían repetirse o por ser similares.
4. Ya en este paso, con los resultados de tiempo por actividad se procede a aplicar la metodología Smed y la técnica 5S para cada fase. La tecnología Smed sirve como herramienta para mejorar los tiempos de las actividades realizadas a través del orden y regulando cada procedimiento a seguir, por otro lado, la técnica 5S a través de los 5 principios que maneja va a permitir que el espacio de trabajo se encuentre organizado y listo para la producción de tal manera que su productividad se vea mejorado.
5. Para concluir se procede a revisar el flujo grama de procesos ya que para este paso probablemente haya actividades suspendidas por motivo de innecesario.

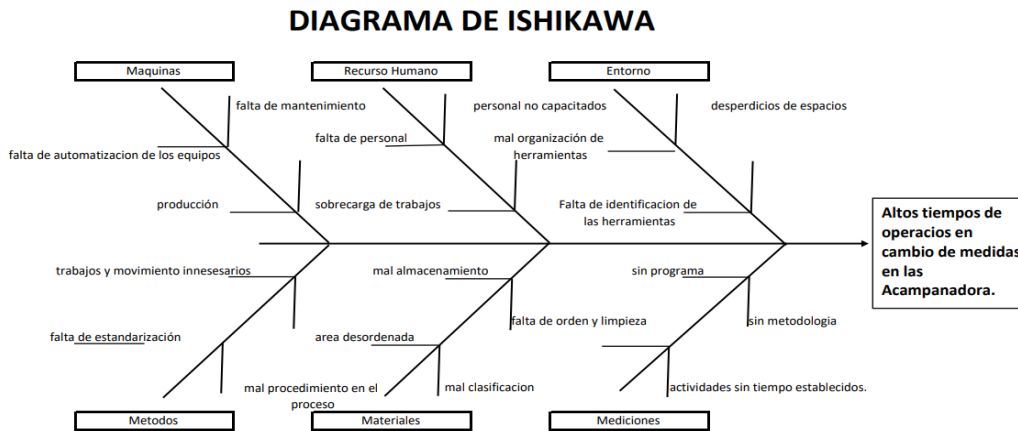
## Capítulo IV

### Resultados.

#### Análisis diagrama de Ishikawa

Se analizó y se implementó un diagrama de Ishikawa para poder tener un conocimiento más amplio de los factores por los cuales el trabajo de cambios de medidas se ve interrumpido, se pudo establecer que en el primer punto que tiene que desarrollarse para poder ver mejoría en los cambios de medidas, a continuación, podemos visualizar el diagrama de Ishikawa, causa y efecto.

Diagrama de Ishikawa Plastigama Mexichem S.A



**Figura 4.** Diagrama de Ishikawa Plastigama Mexichem S.A

**Fuente:** Elaboración propia

Podemos visualizar alguna circunstancia que afecta en las operaciones que se trabaja en la planta, con el análisis se va a proceder a relacionar los tiempos de operaciones en cada cambio de medidas.

## **Implementación de la metodología 5S**

Es muy importante la implementación de un sistema de organización de orden y limpieza que es desarrollado por empresas japonesas con el nombre de 5S, por lo cual se viene implementando en diversos países que tiene como objetivo mejorar la producción.

La “5S” es un componente muy importante para poder realizar la metodología SMED te permite que las cosas estén más organizadas y tener un orden en los almacenamientos de herramientas para reducir los tiempos de búsquedas en el trayecto de cambio de producción generando sitios más productivos, seguros y agradables donde podemos elaborar productos y servicios de alta calidad.

La implementación de la metodología SMED se la aplico en conjunto con la 5S, para tener en claro las metas de reducción de tiempo obteniendo mejores Resultados, obteniendo una disminución de tiempo por la eliminación de actividades innecesarias ocasionadas por la falta de orden y limpieza del área de almacenamiento como segunda parte tuvimos que realizar actividades muy importantes de limpieza de las herramientas y donde se va almacenar y pudimos ser un inventario de las herramientas que tenemos en el área dándole un ambiente adecuado de trabajos, por estas actividades se puede decir que la metodología se está implementando.

La metodología 5S está dividida: clasificar, limpiar, ordenar, estandarizar y disciplina: logrando de aplicar en el área de Mantenimiento Mecánico de las Acampanadoras de la siguiente forma:

- El personal del área de mantenimiento técnico tenían herramientas y cajas en mal estado que y desordenada se realizó un análisis de 5S Llegando a la solución cambiando las cajas de herramienta que no le permitían tener un buen almacenamiento y también se optó por realizar un inventario de



herramientas que este en buen estado y retirando todas herramientas que cumplieron su vida útil de trabajo dotando de nuevas herramientas facilitando al técnico en realizar un buen trabajo y reduciendo los tiempo de mantenimiento y en los cambios de medidas.

- Cada vez que el personal técnico realizaba un cambio de medida perdía muchos tiempos en preparan los herramentales para poder realizar el cambio de medida, el área nunca permanecía en orden porque no había una buena identificación donde iban almacenado cada cosa , el traslado de las herramientas y formadores no eran las adecuada por falta de mantenimiento de las ruedas, un vez implementando el 5S en el área de almacenamiento pudimos evidenciar que teníamos la facilidad de tener un buen almacenamiento teniendo como beneficios en el ahorro de tiempo en buscar cada elemento de las maquinas , con el mantenimiento que se realizó en la carretas se pudo tener un mejor traslado eliminado los riesgos ergonómico y tiempos.

- Se pudo notar que el área tenía que tener un cronograma de limpieza por lo cual se organizó internamente con el personal técnico comprometiendo el orden y limpieza del área y con esto se llevó un cronograma de actividades de orden y limpieza que cada técnico pudiera realizar inspecciones del área de almacenamiento y realiza limpiezas diarias y con esto mantenemos el control de las herramientas y el buen almacenamiento.

- Siempre preocupado por la seguridad del personal técnico y operador se realiza charlas de maneras semanales del riesgo que involucras en las

actividades a diarios que se realiza en la planta, mediante con el líder se realiza charla sobre la implementación de la metodología y mejorando los procesos de trabajo y eliminando la sobrecarga de trabajos y facilitando las herramientas de trabajos en los cambios de medidas.

## Resultados

En la figura 5 se visualiza el área de mantenimiento ante de la implementación del 5S podemos evidenciar el mal almacenamiento de los herramientas para el cambio de medida, en esta área no había un orden ni control en los almacenamiento tomando como perdida de tiempos en buscar los herramientas para su respectivo proceso, también ocasionaba que la producción no salga en perfecta condiciones por el motivo que se confundía de herramientas y esto ocasionaba la mala fabricación del productos, también notamos la mala clasificación de materiales que se utiliza en la planta de extrusión.



**Figura 5.** Área de mantenimiento antes de la implementación del 5S.

**Fuente:** Elaboración Propia.

En la siguiente figura podemos evidenciar que los formadores tiene un mejor almacenamiento permitiendo al personal de mantenimiento preparar el cambio de medida

para realizar el cambio, también permitiendo una mejor presentación mediante la aplicación de la metodología, también pudimos realiza un inventarios de los formadores y verificación en qué estado están con esto también podemos tener un control de mantenimiento que se tiene que realizar como limpieza de los ductos de enfriamiento del formador.



**Figura 6.** Almacenamiento de formadores después del 5S.

**Fuente:** Elaboración propia

Área donde se almacena la nariz de los formadores no había un lugar establecido que al momento de cambia de serie la producción teníamos una pérdida de tiempo en buscar los herramentales también el tiempo de normalización de producción es alto aumentando los desperdicios de materia y productos en mal estado, en esto herramentales en mal estado y la falta de mantenimiento estaba ocasionando que la hora de trabajo de la maquina se redujera bajando la producción.



**Figura 7.** Almacenamiento de herramientas antes del 5S.

**Fuente:** Elaboración propia.

Mediante la Implementación de la metodología se logra un buen almacenamiento de las narices de los formadores permitiendo clasificarlos por medidas pudimos evidenciar los herramientas en mal estado y con la ayuda con el área de mecanizado pudimos trabajar en la mejoría de los herramientas teniendo como resultado un producto de alta calidad, también mejoramos los tiempo de cambio de serie porque ahora el área de mantenimiento tiene la facilidad de tener un buen almacenamiento del herramienta logrando una identificación y cambio rápido con esto pudimos evidenciar los herramientas en mal estado tomando correctivos y mejoras.



**Figura 8.** Almacenamiento de herramientas después del 5S.

**Fuente:** Elaboración propia.

#### Bodega de Almacenamiento de formadores grandes diámetro

En el área de almacenamiento de formadores podemos evidenciar el mal almacenamiento de formadores, las carretas están en mal estado, no hay un control para los mantenimientos preventivos, el área no está delimitada, las paredes se encuentran con fisuras, el armario las partes metálicas se encuentra con óxidos las estructuras metálicas se encuentra con óxidos no hay inventarios de los formadores, las telarañas y bastante polvo.





**Figura 9.** Bodega de Almacenamiento de formadores grandes diámetro

**Fuente:** Elaboración propia.

Armario donde se almacena los formadores podemos evidenciar que la base de madera está en mal estado como su estructura.



**Figura 10.** Bodega de Almacenamiento de formadores.

**Fuente:** Elaboración propia.

Con el personal de mantenimiento se logró mejorar el armario de los formadores para tener un buen almacenamiento y eliminando los riesgos de caída de los herramientas.



**Figura 11.** Armario de almacenamiento de formadores.

**Fuente:** Elaboración propia.

Carreta donde se almacena los formadores y permite el traslado se encuentra en mal estado con las con grasa pintura deteriorada la estructura con oxido las ruedas en mal estado con dificultad para llevar los formadores a la acampanadora.



**Figura 12.** Carreta de Almacenamiento de formadores.

**Fuente:** Elaboración propia.

Con el grupo de mantenimiento se realizó un mantenimiento correctivos y preventivos, se procedió retirar el óxido colocando pintura de alta calidad y las ruedas se le dieron mantenimiento cambiando nuevo rodamiento 6204 2RS colocando grasa en el interior de las ruedas para al momento que este en movimiento este con la suficiente lubricación y tenga un buen funcionamiento para eliminar el sobreesfuerzo al mecánico.



**Figura 13.** Mantenimiento correctivo-preventivo de carretas de almacenamiento.

**Fuente:** Elaboración propia.

En la bodegas de formadores de grandes diámetros se puede evidenciar el buen almacenamiento de los formadores con la ayuda del personal de mantenimiento se realizó un plan de mejora aplicando la metodología 5s pudimos verificar las mejora que se tenía que realizar en el área cogiendo los puntos críticos que son mejoramiento del suelo , mantenimiento en la estructuras, mantenimiento en las carretas, mejoramiento en el armario también realizamos un plan de mantenimiento para los formadores y un inventarios los herramientas que tenemos en la bodega, también pudimos identificar los formadores que están en mal estado con la ayuda del personal de mecanizados logramos mejorar .





**Figura 14.** Evidencia almacenamiento posterior a la implementación del 5S.

**Fuente:** Elaboración propia.

### **Registro de tiempo en la preparación de herramientas**

La implementación de la metodología es muy importante para un buen almacenamiento de los formadores con eso no ayuda tener bien identificado para al momento de la preparación, permitiendo verificar el tiempo con cronometro ante de realizar 5S, con el personal de mantenimiento teniendo la dificultad de buscar el formador de 400mm por que no está rotulado y tenía demasiado polvo y así con las demás medidas.

Tiempo Ante de la implementación del 5S				
diámetro de formadores	tiempo 1	tiempo 2	promedio	Columna1
formador 400 mm	5.34	5.87	5.605	minutos
formador 440 mm	6.32	6.24	6.28	minutos
formador 355 mm	5.72	5.39	5.555	minutos
formador 335 mm	4.97	5.1	5.035	minutos

**Tabla 3.** Tiempo antes de la implementación del 5S.

**Fuente:** Elaboración propia.

Después de la implementación de la metodología con el personal de mantenimiento realizamos la siguiente preparación de los formadores y pudimos evidenciar la facilidad en preparar el formador para un cambio de medida, los formadores esta con sus respectivas identificaciones y las carretas están en buen estado dando la facilidad de trasladar a la máquina.

Tiempo Después de la implementación del 5S			
tiempo 1	tiempo 2	promedio	Columna2
1.32	1.12	1.22	minutos
1.54	1.45	1.495	minutos
1.25	1	1.125	minutos
1.6	1.24	1.42	minutos

**Tabla 4.** Tiempo después de la implementación del 5S.

**Fuente:** Elaboración propia.

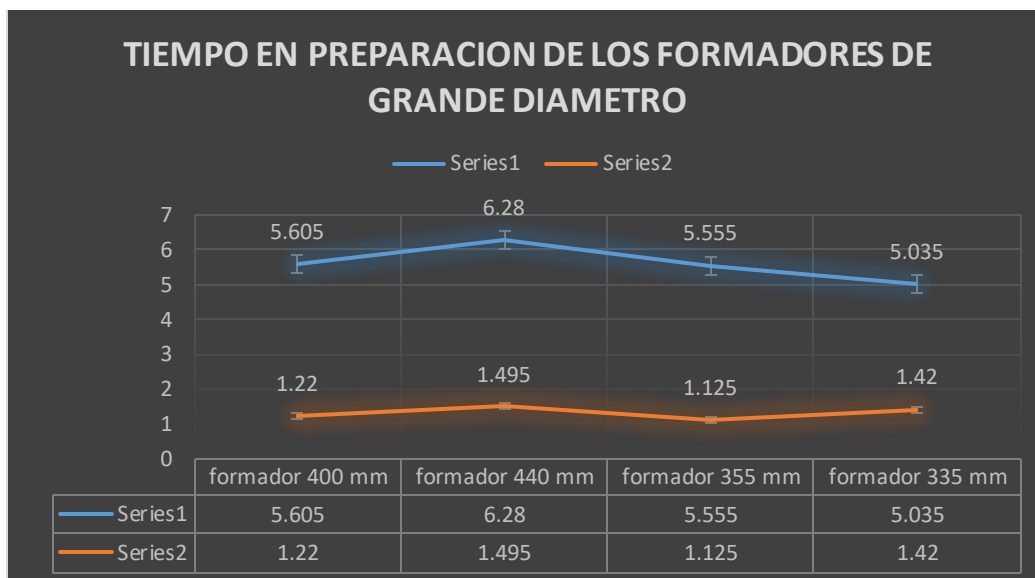
Con esto se puede notar un ahorro de tiempo valioso que permitiría aumentar la producción, el mejoramiento del producto y eliminar o disminuir los riesgos ergonómicos.

<b>Ahorro de tiempos</b>	
<b>Tiempos</b>	
	4.385
	4.785
	4.43
	3.615

**Tabla 5.** Ahorro de tiempos.

**Fuente:** Elaboración propia.

En el siguiente diagrama se puede visualizar el ahorro de tiempo con la metodología del 5S.



**Figura 15.** Tiempo en preparación de los formadores de gran diámetro.

**Fuente:** Elaboración propia

### **Beneficios de las 5S**

Los beneficios de la implementación de la 5S son muy satisfactorios porque tienes resultados positivos en la reducción de tiempo en la búsqueda de las herramientas con mayor facilidad que se relaciona con los siguientes puntos.

- Verificación y validación de Herramientas necesaria para la producción de las maquinas.
- Mayor orden e identificación de las herramientas.
- Eliminar los desperdicios incensarios que tenía los armarios donde se almacena la herramienta.
- Reducir los movimientos innecesarios.
- Implementar la eficiencia en el trabajo.
- Reducir los tiempos de búsquedas de las herramientas.

### **Presupuesto**

Mediante la implementación de la metodología SMED y 5S se pudo realizar un análisis más profundo de las pérdidas de tiempo llegando a la conclusión que las herramientas del personal técnico estaban en mal estado por qué no eran cambiada a tiempo logrando con el personal de SMED realizar inspecciones de herramientas mensualmente al personal técnico para que ellos tangas las facilidades de realizar su trabajo en la tabla se muestra el desglose de las herramientas que necesitaban ser cambiada y de implemento para poder aplicar la metodología.

### **Costo de mejoramiento de tiempo en cambios de medidas en las Acampanadoras**

<b>Materiales</b>	<b>Costos</b>	
Caja de Herramientas	\$	3,200.00
Herramientas manuales	\$	4,300.00
Pintura epóxica	\$	352.00
Compra de tubo cuadrados acero inoxidable	\$	967.00
Construcción de formadores	\$	2,100.00
<b>Total</b>	\$	<b>10,919.00</b>

**Tabla 6.** Costo de mejoramiento de tiempo en cambios de medidas en las Acampanadoras

**Fuente:** Elaboración propia

### **Inventarios de accesorios de los equipos.**

La elaboración de un inventario de los accesorios que tenemos en la planta de extrusión nos permite tener un control de todas las partes de la máquina de medida que involucra en el cambio de producción en las acampanadoras para reducir dramáticamente los movimientos en la preparación para una nueva producción. En la Figura 2 La necesidad que lleva como empresa inventariar los accesorios es que teníamos el mal procedimiento de construir accesorios del equipo perdiendo hora de producción de las máquinas y mano de obra por el mal almacenamiento

Cantidad	Medida de Formadores	Espesores de tubería		Diámetro de Campana especificaciones		Diámetro del Formador
		Diámetro Min	Diámetro Max	Min	Max	Promedio
4	Formador de 32 mm	17.98	18.18	18.18	18.4	18.53
2	Formador de 40 mm	23.37	23.57	23.5	23.7	23.87
6	Formador de 50 mm	29.47	29.72	29.47	50.4	50.65
5	Formador de 63 mm	63	63.3	63.1	63.4	63.75
3	Formador de 75 mm	75	75.3	75.1	75.4	75.78
2	Formador de 160 mm	160.25	160.5	160.2	160.7	161.66

**Tabla 7.** Inventarios de accesorios de los equipos.

**Fuente:** Elaboración propia

## Estandarización de tiempos

Para poder realizar el proceso de cambios de medidas en la maquina Acampanadoras (Montajes y Desmontajes) se realiza la toma de tiempo para poder realizar una estandarización en los procesos de cambios de medidas

Es estudio del tiempo se realizó mediante los tiempos de cambios que se realizó anteriormente y que se pretende mejorar mediante la metodología SMED permitiendo estandarizar los tiempos tratando de realizar la mayor parte de actividades durante la maquina esté produciendo una vez terminada la producción comenzar con el cambio de programa pudiendo bajar los tiempos. Para el estudio de tiempos se realizó un formato permitiendo recopilar información de cada una de las actividades que involucra en cambio de producción en las Acampanadoras que permitirá estandarizará los tiempos y ahorrando minutos muy valiosa para producción de tubería plásticas.

WQVIN (SMED) Single-Minute Exchange of Die									
FECHA: _____									
Etapa 1-2: FORMATO PARA CLASIFICACIÓN DE ACTIVIDADES - SMED / CAMBIO DE MEDIDA									
Planta _____					Línea / Máquina _____				
Molde sal _____					Molde que entra: _____				
Actividades pertenecientes al área: [marque con una "x"]									
Extrusión <input type="checkbox"/>	Moldes Extr <input type="checkbox"/>	Molde: <input type="checkbox"/>	Extrusión: <input type="checkbox"/>	Estrico Extr <input type="checkbox"/>	Lay <input type="checkbox"/>	Molde Inyección: <input type="checkbox"/>			
Nombre de Persona(s) que realiza(n) las acti _____									
Nombre de Persona(s) que graba(n) las acti _____									
ETAPA 1					ETAPA 2				
Lista Actividades para cambio de molde / medida					¿El ciclo de la máquina está funcionando? Marque con una "X"				
N°	Descripción de actividad	Hora			SI: externa / No: interna				
		Inicio	Fin	(min)	externa	interna	tiempo de	tiempo de	
1									
2									
3									
4									
5									
6									

**Tabla 8.** Estandarización de tiempos

**Fuente:** Elaboración propia

### **Formato Smed toma de tiempo.**

En este formador Podemos este compuesto por una serie de datos que no va permite analizar en qué tipos de producción podemos mejorar, esto no va a llevar a cambios muy significado en el ámbito de la metodología logrando aumentar la producción y la eficiencia en la parte operacional por lo cual es formato está compuesto por la siguiente opción.

- Línea / Maquina. - en la parte de producción tenemos algunas líneas que no va a permitir en que línea o equipo tenemos que reducir los tiempos.
- Molde que sale.
- Molde que entra.
- Actividades.
- Hora de inicio.
- Hora final.
- Actividad externa.
- Actividad interna.

Con estos tipos de formato también hemos podidos analizar en tomar decisiones en mejorar las herramientas de trabajos por ejemplo de utilizar de herramientas manuales a herramientas automáticas que podríamos en reducir en un 75 % de tiempos que significa un valor muy representativo en la producción.

### **Actividades de cambio de programa.**

#### **Diagrama de Actividades.**

En la base del tiempo de cambio de producción en la Acampanadoras lo primero es video grabar todas las actividades que compromete en el cambio de medida para luego realizar la toma de tiempos de cada una de la actividades que está relacionada con la actividad es muy



esencial que se comienza desde el inicio cuando se va a buscar los herramientas que esta almacenado en su sitio de trabajos para poder separar las actividades en las Acampanadoras, una vez realizado la tomas de tiempos procedemos registrar los tiempos en un formato que está elaborado en una hoja de Excel que no va a servir comparar tiempos y principalmente analizar los tipos de movimiento que se realiza durante las actividades, luego se realiza un reporte que muestra a los mecánicos que realiza el cambio de medida tomando las referencia de las actividades haciendo una sumatoria de cada segundo de tiempo que utilizamos en el cambio de producción.

En la Tabla 7 vamos a poder apreciar de las actividades externas y internas que corresponde a la salida de producción de tubo E / C 63 mm X 0,8 MpA ( 116 PSI ) ingresa la producción tubo 90 mm X 1,0 MPA U / Z en donde el tiempos total en el cambio de producción fue de 59 minutos de los cuales se clasificaron en 2 partes en tiempos interno y externo, el tiempo interno nos dio como sumatoria total de 8 minutos y el tiempo externo nos dio como resultado en la sumatoria total de 67 minutos.

Durante el proceso de grabación que se realizó en el cambio de medida pudimos analizar que podemos transformar algunas actividades internas a externa permitiendo ganar 8 minutos en las siguientes actividades de tener todos los herramentales listos en la máquina para una vez que termine la producción comencemos a cambiar los herramentales como cambiando los formadores, tapas de hornos, mordazas y guías permitiendo una eficiencia en los cambios de medidas.

Tabla 9 Diagrama de actividades interna y externas maquina convencionales



**Etapas 1-2: (SMED) Single-Minute Exchange of Die**

FECHA: 20/05/2022									
Etapa 1-2: FORMATO PARA CLASIFICACIÓN DE ACTIVIDADES - SMED / CAMBIO DE MEDIDA									
Planta: DURAN			Línea / Máquina			XT03			
Molde sale: TUBO E/C 63MMX0,8MPA (116PSI)			Molde que entra:			90X1,0 MPA U/Z			
ETAPA 1					ETAPA 2				
Lista Actividades para cambio de molde / medida					Hora		Duración		¿Puedo hacer esta actividad con la maquina funcionando? Marque con una "X" SI: externa / No: Interna
N°	Descripción de actividad	Inicio	Fin	(min)	externa	interna	Tiempo de la actividad externa	Tiempo de la actividad interna	
1	recibir orden de trabajo	09:25	09:25	0		x		0	
2	ir a taller mecanico de planta baja	9h25	9h30	5		x		5	
3	buscar herramentales	9h30	9h33	3		x		3	
4	llevar herramentale a la maquina	9h33	9h34	1		x		1	
5	Aflojar tuercas de la mordaza de la sierra	9h34	9h37	3		x		3	
6	retirar mordaza de sierra 63 mm	9h37	9h40	3		x		3	
7	colocar mordaza de sierra 90 mm	9h40	9h43	3		x		3	
8	apretar pernos de la mordaza de la sierra	9h43	9h46	3		x		3	
9	Retirar tapa 63 mm del horno 1	9h46	9h48	2		x		2	
10	colocar tapa 90 mm del horno 1	9h48	9h50	2		x		2	
11	Retirar tapa 63 mm del horno 2	9h50	9h52	2		x		2	
12	colocar tapa 90 mm del horno 2	9h52	9h54	2		x		2	
13	retirar pernos que sujeta el fomador	9h54	10h00	6		x		6	
14	retirar el formador 63 mm	10h00	10h02	2		x		2	
15	colocar el formado 90 mm	10h02	10h04	2		x		2	
16	colocar los pernos que sujeta el formador	10h04	10h10	6		x		6	
17	sacar los pernos que sujeta el caucho de la recamara	10h10	10h13	3		x		3	
18	retirar caucho de 63 mm	10h13	10h15	2		x		2	
19	colocar cauchos de 90 mm	10h15	10h17	2		x		2	
20	colocar los pernos que sujeta el caucho de la recamara	10h17	10h20	3		x		3	
21	retirar pernos que sujeta mordaza	10h20	10:24	4		x		4	
22	retirar mordaza de 63 mm	10h24	10h26	2		x		2	
23	colocar mordaza de 90 mm	10h26	10:28	2		x		2	
24	colocar pernos que sujetas mordaza	10h28	10h32	2		x		2	
25									
35									
36									
Tiempo total de duración (min)				65					
Tiempo Total Actividades Internas (min)						0			
Tiempo Total Actividades Externas (min)						65			

**Tabla 9.** Diagrama de Actividades

**Fuente:** Elaboración propia

En la siguiente tabla se puede apreciar el análisis para el siguiente cambio de medida pudiendo optimizar los tiempos en los procesos correspondiente a las Acampanadoras, cuya función es realizar la campana de la tubería a fabricar cumpliendo con las normas. el tiempo adecuando para realizar todas las actividades que tomo un tiempo de 65 minutos, realizándose un total de 24 actividades, cumpliendo con el total de actividades en el tiempo real, las mayorías de las actividades se trató de cambiar las actividades internas a externa en esta medida se pudieron cambiar 5 actividades externa ahorrando 12 minutos.

En la siguiente tabla se muestra las actividades externas e internas con las mejorías en maquina convencionales.

wcvin									
Etapas 1-2: (SMED) Single-Minute Exchange of Die									
Etapa 1-2: FORMATO PARA CLASIFICACIÓN DE ACTIVIDADES - SMED / CAMBIO DE MEDIDA									
Planta	DURAN			Línea / Máquina		XT40			
Molde sale	TUB PVC ALC NF 280mmX6m			Molde que entra:		TUB PVC ALC NF PLUS 440mmX6m (DI 400)			
ETAPA 1					ETAPA 2				
Lista Actividades para cambio de molde / medida					Hora		Duración		¿Puedo hacer esta actividad con la maquina funcionando? Marque con una "x" SI: externa / No: Interna
N°	Descripción de actividad	Inicio	Fin	(min)	externa	interna	Tiempo de la actividad externa	Tiempo de la actividad interna	
1	recibir orden de trabajo	07:36	07:40	4		x		4	
2	ir a taller mecanico de planta baja	07:40	07:45	5		x		5	
3	buscar herramientas	07:45	08:05	20		x		20	
4	colocar los herramientas en la carreta	08:05	08:15	10		x		10	
5	llevar herramienta a la maquina	08:15	08:19	4		x		4	
6	Aflojar tuercas de la mordaza de la sierra	09:19	09:32	13		x		13	
7	retirar mordaza de sierra 280 mm	09:32	09:37	5		x		5	
8	colocar mordaza de sierra 440 mm	09:37	09:44	7		x		7	
9	apretar pernos de la mordaza de la sierra	09h44	09h54	10		x		10	
10	aflojar perno de bloque de cuchilla	09h54	10h07	13		x		13	
11	retirar bloque de cuchilla de 280 mm	10h07	10h17	10		x		10	
12	colocar bloque de cuchilla de 440 mm	10h17	10h26	9		x		9	
13	apretar perno de bloque de cuchilla	10h26	10h30	4		x		4	
14	retirar cuchilla de 280 mm	10h30	10h36	6		x		6	
15	colocar cuchilla de 440 mm	10h36	10h42	6		x		6	
16	trasladarse a la acampanadora	10h42	10h43	1		x		1	
17	Retirar tapa 280 mm del horno	10h43	10h46	3		x		3	
18	colocar tapa 440 mm del horno	10h46	10h48	2		x		2	

19	Retirar plato interno del horno de 280 mm	10h48	10h51	3		x		3
20	colocar plato interno de horno de 440 mm	10h51	10h54	3		x		3
21	aflojar tuercas de la base que abren los insertos del formador	10h54	10h56	2		x		2
22	aflojar base del sensor de los inserto	10h56	10h58	2		x		2
23	desacoplar maguera de 8 mm del formador de 280 mm	10h58	10h59	1		x		1
24	retirar pernos que sujeta el fomador de 280 mm	10h59	11h15	16		x		16
25	retirar el formador 280 mm	11h15	11h22	7		x		7
26	colocar el formado 440 mm	11h22	11h32	10		x		10
27	colocar los pernos que sujeta el formador de 440 mm	11:32	11h52	20		x		20
28	colocar la base del sensor del inserto	11h52	12:02	10		x		10
29	acoplar manguera de 8 mm al formador de 440 mm	12h02	12h03	1		x		1
30	colocar los pernos de la base que abren los inserto del formador	12h03	12h07	4		x		4
31	retirar pernos que sujeta mordaza	12:07	12:13	6		x		6
32	retirar mordaza de 280 mm	12:13	12h22	9		x		9
33	colocar mordaza de 440 mm	12h22	12h31	9		x		9
34	colocar pernos que sujetas mordaza	12h31	12h44	13		x		13
35	entregar el acondicionamiento de la línea al supervisor de producción	12h44	12h50	6		x		6
				<b>Tiempo total de duración (min)</b>	<b>254</b>			
						<b>Tiempo Total Actividades Internas (min)</b>	<b>0</b>	
						<b>Tiempo Total Actividades Externas (min)</b>	<b>254</b>	

**Tabla 10.** Actividades externas e internas con las mejorías en maquina convencionales.

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 10 se muestran las actividades externas e interna correspondiente a las Acampanadoras Novafort, mediante en esta línea se fabrica tuberías corrugados que está diseñado para el sistema de alcantarillado que sirve para el desarrollo de la vida y la reducción de enfermedades asociada a las Aguas contaminada con una tecnología plástica de alta resistencia y calidad


### Beneficios

- Amplio portafolio de diámetros.
- Longitud útil de 6 metros más la campana (la mayor del mercado).

- Pared estructurada para la tubería y la campana (exterior corrugado e interior liso).
- Mayor rigidez anular con respecto a otra tecnológica de pared estructurada.
- Uniones 100% herméticas por sellado elastómero.
- Mayor capacidad de conducción hidráulica.
- Inmune a los gases de alcantarilla y aguas residuales

En la videograbación se pudieron apreciar que los técnicos una vez que reciben las ordenes de trabajo proceden a colocar las mordazas, tapa del horno, plato interior del horno, brida del formador, formador y herramientas de trabajos una vez teniendo todo listo se dirigen a la máquina para poder realizar el cambio de medida.

Tabla 8 se muestran la actividad externa e interna en el cambio de la Acampanadoras Novafort.

 <b>Etapas 1-2: (SMED) Single-Minute Exchange of Die</b>								
<b>Etapas 1-2: FORMATO PARA CLASIFICACIÓN DE ACTIVIDADES - SMED / CAMBIO DE MEDIDA</b>								
Planta	<b>DURAN</b>			Línea / Máquina	<b>XT03</b>			
Molde sale	<b>TUB PVC ALC NF 280mmX6m</b>			Molde que entra:	<b>TUB PVC ALC NF PLUS 440mmX6m (DI 400)</b>			
ETAPA 1					ETAPA 2			
Lista Actividades para cambio de molde / medida					¿Puedo hacer esta actividad con la máquina funcionando? Marque con una "X"			
N°	Descripción de actividad	Hora			Duración		Si: externa / No: Interna	
		Inicio	Fin	(min)	externa	interna	Tiempo de la actividad externa	Tiempo de la actividad interna
1	recibir orden de trabajo	07:36	07:40	4		x		4
2	ir a taller mecanico de planta baja	07:40	07:45	5		x		5
3	buscar herramientas	07:45	08:05	20		x		20
4	colocar los herramientas en la carreta	08:05	08:15	10		x		10

5	llevar herramentale a la maquina	08:15	08:19	4		x		4
6	Aflojar tuercas de la mordaza de la sierra	09:19	09:32	13		x		13
7	retirar mordaza de sierra 280 mm	09:32	09:37	5		x		5
8	colocar mordaza de sierra 440 mm	09:37	09:44	7		x		7
9	apretar pernos de la mordaza de la sierra	09h44	09h54	10		x		10
10	aflojar perno de bloque de cuchilla	09h54	10h07	13		x		13
11	retirar bloque de cuchilla de 280 mm	10h07	10h17	10		x		10
12	colocar bloque de cuchilla de 440 mm	10h17	10h26	9		x		9
13	apretar perno de bloque de cuchilla	10h26	10h30	4		x		4
14	retirar cuchilla de 280 mm	10h30	10h36	6		x		6
15	colocar cuchilla de 440 mm	10h36	10h42	6		x		6
16	trasladarse a la acampanadora	10h42	10h43	1		x		1
17	Retirar tapa 280 mm del horno	10h43	10h46	3		x		3
18	colocar tapa 440 mm del horno	10h46	10h48	2		x		2
19	Retirar plato interno del horno de 280 mm	10h48	10h51	3		x		3
20	colocar plato interno de horno de 440 mm	10h51	10h54	3		x		3
21	aflojar tuercas de la base que abren los insertos del formador	10h54	10h56	2		x		2
22	aflojar base del sensor de los inserto	10h56	10h58	2		x		2
23	desacoplar maguera de 8 mm del formador de 280 mm	10h58	10h59	1		x		1
24	retirar pernos que sujeta el fomador de 280 mm	10h59	11h15	16		x		16
25	retirar el formador 280 mm	11h15	11h22	7		x		7
26	colocar el formado 440 mm	11h22	11h32	10		x		10
27	colocar los pernos que sujeta el formador de 440 mm	11:32	11h52	20		x		20
28	colocar la base del sensor del inserto	11h52	12:02	10		x		10
29	acoplar manguera de 8 mm al formador de 440 mm	12h02	12h03	1		x		1
30	colocar los pernos de la base que abren los inserto del formador	12h03	12h07	4		x		4
31	retirar pernos que sujeta mordaza	12:07	12:13	6		x		6
32	retirar mordaza de 280 mm	12:13	12h22	9		x		9
33	colocar mordaza de 440 mm	12h22	12h31	9		x		9
34	colocar pernos que sujetas mordaza	12h31	12h44	13		x		13
35	entregar el acondicionamiento de la linea al supervisor de producción	12h44	12h50	6		x		6
				Tiempo total de duración (min)	254			
						Tiempo Total Actividades Internas (min)	0	
						Tiempo Total Actividades Externas (min)	254	

**Tabla 11.** Actividad externa e interna en al cambio de la Acampanadoras Novafort.

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 11 se muestra el diagrama de actividades externa e internas que tenemos referencia en la maquina Acampanadoras, la cual se encarga de hacer campana a las tuberías corrugada que tiene como nombre Novafort son tuberías que se fabrica mediante pedido que son entregada a sus cliente por eso es necesario implementar la metodología y ver mejora en la reducción de tiempo y poder aumentar la producción ,está compuesta por 35 actividades por lo cual anteriormente se lo realizaba cuando la maquina esta parada que tiene una duración de 254 minutos que si lo llevamos a horas tiene una duración de 4 horas con 23 minutos, todas las actividades que se realizaba anterior mente eran internas mediante el grupo de SMED pudimos notar que había una pérdida de tiempo muy significativo permitiendo realizar y planificar actividades ante que comience la nueva producción, colocando las preparación de los herramentales y tenerlos preparados en la máquina para una vez termine la producción comenzar con el cambio, cronometrando los tiempos son horas significativas para el personal técnico y tuvimos un ahorro de 127 minutos equivalente a 2 horas con 7 minutos.

En la tabla 12 se muestras la actividad externa e interna en al cambio de la Acampanadoras Novafort con mejoría en actividades.

wavin									
Etapas 1-2: (SMED) Single-Minute Exchange of Die									
Etapa 1-2: FORMATO PARA CLASIFICACIÓN DE ACTIVIDADES - SMED / CAMBIO DE MEDIDA									
Planta	DURAN				Línea / Máquina	XT 40			
Molde sale	TUB PVC ALC NF 280mmX6m				Molde que entra:	TUB PVC ALC NF PLUS 440mmX6m (DI 400)			
ETAPA 1					ETAPA 2				
Lista Actividades para cambio de molde / medida					Hora		Duración		¿Puedo hacer esta actividad con la maquina funcionando? Marque con una "X" SI: externa / No: Interna
N°	Descripción de actividad	Inicio	Fin	(min)	externa	interna	Tiempo de la actividad externa	Tiempo de la actividad interna	
1	recibir orden de trabajo	07:36	07:40	4	x		4		
2	ir a taller mecanico de planta baja	07:40	07:45	5	x		5		

3	buscar herramientas	07:45	08:05	20	x		20	
4	colocar los herramientas en la carreta	08:05	08:15	10	x		10	
5	llevar herramienta a la maquina	08:15	08:19	4	x		4	
6	Aflojar tuercas de la mordaza de la sierra	09:19	09:32	13	x		13	
7	retirar mordaza de sierra 280 mm	09:32	09:37	5	x		5	
8	colocar mordaza de sierra 440 mm	09:37	09:44	7	x		7	
9	apretar pernos de la mordaza de la sierra	09h44	09h54	10	x		10	
10	aflojar perno de bloque de cuchilla	09h54	10h07	13	x		13	
11	retirar bloque de cuchilla de 280 mm	10h07	10h17	10	x		10	
12	colocar bloque de cuchilla de 440 mm	10h17	10h26	9	x		9	
13	apretar perno de bloque de cuchilla	10h26	10h30	4	x		4	
14	retirar cuchilla de 280 mm	10h30	10h36	6	x		6	
15	colocar cuchilla de 440 mm	10h36	10h42	6	x		6	
16	trasladarse a la acampanadora	10h42	10h43	1	x		1	
17	Retirar tapa 280 mm del horno	10h43	10h46	3		x		3
18	colocar tapa 440 mm del horno	10h46	10h48	2		x		2
19	Retirar plato interno del horno de 280 mm	10h48	10h51	3		x		3
20	colocar plato interno de horno de 440 mm	10h51	10h54	3		x		3
21	aflojar tuercas de la base que abren los insertos del formador	10h54	10h56	2		x		2
22	aflojar base del sensor de los inserto	10h56	10h58	2		x		2
23	desacoplar maguera de 8 mm del formador de 280 mm	10h58	10h59	1		x		1
24	retirar pernos que sujeta el fomador de 280 mm	10h59	11h15	16		x		16
25	retirar el formador 280 mm	11h15	11h22	7		x		7
26	colocar el formado 440 mm	11h22	11h32	10		x		10
27	colocar los pernos que sujeta el formador de 440 mm	11:32	11h52	20		x		20
28	colocar la base del sensor del inserto	11h52	12:02	10		x		10
29	acoplar manguera de 8 mm al formador de 440 mm	12h02	12h03	1		x		1
30	colocar los pernos de la base que abren los inserto del formador	12h03	12h07	4		x		4
31	retirar pernos que sujeta mordaza	12:07	12:13	6		x		6
32	retirar mordaza de 280 mm	12:13	12h22	9		x		9
33	colocar mordaza de 440 mm	12h22	12h31	9		x		9
34	colocar pernos que sujetas mordaza	12h31	12h44	13		x		13
35	entregar el acondicionamiento de la linea al supervisor de producción	12h44	12h50	6		x		6
Tiempo total de duración (min)				254				
				Tiempo Total Actividades Internas (min)			127	
				Tiempo Total Actividades Externas (min)			127	

**Tabla 12.** Actividad externa e interna en al cambio de la Acampanadoras Novafort con mejoría en actividades.

**Fuente:** Elaboración propia



En la tabla 12 se muestran las actividades externas e interna correspondiente a las Acampanadoras Biax, durante las actividades de esta máquina la operación se la realiza con 2 técnico mecánico comenzando las actividades recibiendo la orden de trabajo, dirigiendo a buscar los herramientas que está compuesto por:

- Horno 1
- Horno 2
- Formador
- Mordaza del Horno 2
- Mordaza del formador

Como se puede notar la pérdida de tiempo en ir al taller y dejar listo los herramientas fue pérdida de tiempo muy significativo, después de tener todo listo tuvimos que esperar al montacargas para poder llevar el formador y el horno que pesa alrededor de 510 kg cada uno por la seguridad teníamos que guiar al montacargas hacia la Acampanadoras perdiendo tiempo muy significativo en la producción de 450 mm, al momento de tener las herramientas en la maquina los técnico procede a realizar el cambio de medida utilizando un teclé eléctrico para reducir los riesgos ergonómicos.

Tabla 12 se muestran la actividad externa e interna en al cambio de la Acampanadoras Biax.

**Etapas 1-2: (SMED) Single-Minute Exchange of Die**

Etapa 1-2: FORMATO PARA CLASIFICACIÓN DE ACTIVIDADES - SMED / CAMBIO DE MEDIDA									
Planta	<b>DURAN</b>			Línea / Máquina		<b>XT39</b>			
Molde sale	<b>TUB BIAx 315 mmX6m</b>			Molde que entra:		<b>TUB BIAx 450mmX6m</b>			
ETAPA 1					ETAPA 2				
Lista Actividades para cambio de molde / medida					Hora		Duración		¿Puedo hacer esta actividad con la máquina funcionando? Marque con una "X" Si: externa / No: Interna
N°	Descripción de actividad	Inicio	Fin	(min)	externa	interna	Tiempo de la actividad externa	Tiempo de la actividad interna	
1	recibir orden de trabajo	08:12	08:15	3		x		3	
2	ir a taller mecanico de planta baja	08:15	08:19	5		x		5	
3	colocar el formador de 450 mm fuera del taller	08:19	08:26	7		x		7	
4	colocar el primer horno de 450 mm fuera del taller	08:26	08:29	4		x		4	

5	Colocar las mordaza de 450 mm afuera del taller	08:29	08:34	5		x		5
6	colocar el segundo horno de 450 mm afuera del taller	08:34	08:40	6		x		6
7	llamar al montacarga para que traslade los herramentales	08:40	08:41	1		x		1
8	llega el montacarga al area donde se almacena los formadores	08:41	09:35	54		x		54
9	trasladar los herramentales a la acampanadora xt-39	09:35	10:02	27		x		27
10	retirar el formador de 315 mm	10:02	10:33	31		x		31
11	colocar el formador de 450 mm	10:33	11:03	30		x		30
12	retira el horno 2 de 315 mm	11:03	11:29	26		x		26
13	colocar el horno 2 de 450 mm	11:29	11:51	22		x		22
14	retirar el horno 1 de 315 mm	11:51	12:00	9		x		9
15	colocar el horno 1 de 450 mm	12:00	12:11	11		x		11
16	aflojar los pernos de la mordaza superior del formador	12:11	12:17	6		x		6
17	retirar las mordaza superior de 315 mm	12:17	12:25	8		x		8
18	colocar la mordaza superior de 450 mm	12:25	12:30	5		x		5
19	apretar los pernos de la mordaza superior del formador	12:30	12:35	5		x		5
20	aflojar los pernos de la mordaza inferior del formador	12:35	12:39	4		x		4
21	retirar la mordaza inferior de 315 mm	12:39	12:47	8		x		8
22	colocar la mordaza inferior de 450 mm	12:47	12:52	5		x		5
23	apretar los pernos de la mordaza superior del formador	12:52	12:59	7		x		7
24	aflojar los pernos de la mordaza superior del horno	12:59	13:06	7		x		7
25	retirar las mordaza superior de 315 mm	13:06	13:13	7		x		7
26	colocar la mordaza superior de 450 mm	13:13	13:21	8		x		8
27	apretar los pernos de la mordaza superior del horno	13:21	13:26	5		x		5
28	aflojar los pernos de la mordaza inferior del horno	13:26	13:32	6		x		6
29	retirar la mordaza inferior de 315 mm	13:32	13:40	8		x		8
30	colocar la mordaza inferior de 450 mm	13:40	13:49	9		x		9
31	apretar los pernos de la mordaza superior del horno	13:49	13:57	8		x		8
32	entregar el acondicionamiento de la linea al supervisor de producción	13:57	14:00	3		x		3
				<b>Tiempo total de duración (min)</b>	<b>350</b>			
						<b>Tiempo Total Actividades Internas (min)</b>	<b>0</b>	
						<b>Tiempo Total Actividades Externas (min)</b>	<b>350</b>	

**Tabla 13.** Actividades externas e interna correspondiente a las Acampanadoras Biax

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 13 se muestra el diagrama de actividades externa e internas que tenemos referencia en la maquina Acampanadoras de la Biax, realizando el análisis con el equipo de trabajos Pudimos transformar las Actividades internas a externa, comenzando revisando la hoja de producción y poder anticipar el cambio de medida, preparando las herramientas que son formadores, horno1, horno 2 y mordazas, y una vez teniendo todo listo llamamos al montacargas para llevar a la Acampanadoras principalmente guiando al montacarguista para librar de accidente una vez que las herramientas este en sitio podemos delimitar el áreas porque son herramientas grande que ocupa mucho espacios delimitando con cinta de seguridad, realizando el análisis mediante la metodología actividades interna o externas pudimos reducir un tiempo de 112 minutos que equivale a 1 hora con 52 minutos en este estudios podemos evidenciar que es importante de tener las herramienta antes que termine la producción e ingrese una nueva producción permitiendo ahorrar, tiempo , movimiento del personal , preparación de los equipos que este en buen estado y permitiendo que la producción salga en buenas condiciones.

La fabricación de tubería Biax es muy importante en la empresa porque son productos especiales que permite mayor resistencia cuando pasa en el proceso de orientación permitiendo a las moléculas y optimizar la producción y también permite aumenta la resistencia de la presión hidrostáticas y la tensión.

Tabla 14 se muestras la actividad externa e interna en al cambio de la Acampanadoras Biax.

WGVIN									Etapas 1-2: (SMED) Single-Minute Exchange of Die			
Etapa 1-2: FORMATO PARA CLASIFICACIÓN DE ACTIVIDADES - SMED / CAMBIO DE MEDIDA												
Planta	DURAN				Linea / Máquina	XT39						
Molde sale	TUB BIAx 315 mmX6m				Molde que entra:	TUB BIAx 450mmX6m						
ETAPA 1					ETAPA 2							
Lista Actividades para cambio de molde / medida					¿Puedo hacer esta actividad con la máquina funcionando? Marque con una "X". SI: externa / No: Interna							
N°	Descripción de actividad	Hora			externa	interna	Tiempo de la actividad externa	Tiempo de la actividad interna				
		Inicio	Fin	Duración (min)								
1	recibir orden de trabajo	08:12	08:15	3	x		3					
2	ir a taller mecanico de planta baja	08:15	08:19	5	x		5					
3	colocar el formador de 450 mm fuera del taller	08:19	08:26	7	x		7					
4	colocar el primer horno de 450 mm fuera del taller	08:26	08:29	4	x		4					
5	Colocar las mordaza de 450 mm afuera del taller	08:29	08:34	5	x		5					
6	colocar el segundo horno de 450 mm afuera del taller	08:34	08:40	6	x		6					
7	llamar al montacarga para que traslade los herramentales	08:40	08:41	1	x		1					
8	llega el montacarga al area donde se almacena los formadores	08:41	09:35	54	x		54					
9	trasladar los herramentales a la acampanadora xt-39	09:35	10:02	27	x		27					
10	retirar el formador de 315 mm	10:02	10:33	31		x		31				
11	colocar el formador de 450 mm	10:33	11:03	30		x		30				
12	retira el horno 2 de 315 mm	11:03	11:29	26		x		26				
13	colocar el horno 2 de 450 mm	11:29	11:51	22		x		22				
14	retirar el horno 1 de 315 mm	11:51	12:00	9		x		9				
15	colocar el horno 1 de 450 mm	12:00	12:11	11		x		11				
16	aflojar los pernos de la mordaza superior del formador	12:11	12:17	6		x		6				
17	retirar las mordaza superior de 315 mm	12:17	12:25	8		x		8				
18	colocar la mordaza superior de 450 mm	12:25	12:30	5		x		5				
19	apretar los pernos de la mordaza superior del formador	12:30	12:35	5		x		5				
20	aflojar los pernos de la mordaza inferior del formador	12:35	12:39	4		x		4				
21	retirar la mordaza inferior de 315 mm	12:39	12:47	8		x		8				
22	colocar la mordaza inferior de 450 mm	12:47	12:52	5		x		5				
23	apretar los pernos de la mordaza superior del formador	12:52	12:59	7		x		7				
24	aflojar los pernos de la mordaza superior del horno	12:59	13:06	7		x		7				
25	retirar las mordaza superior de 315 mm	13:06	13:13	7		x		7				
26	colocar la mordaza superior de 450 mm	13:13	13:21	8		x		8				
27	apretar los pernos de la mordaza superior del horno	13:21	13:26	5		x		5				
28	aflojar los pernos de la mordaza inferior del horno	13:26	13:32	6		x		6				
29	retirar la mordaza inferior de 315 mm	13:32	13:40	8		x		8				
30	colocar la mordaza inferior de 450 mm	13:40	13:49	9		x		9				
31	apretar los pernos de la mordaza superior del horno	13:49	13:57	8		x		8				
32	entregar el acondicionamiento de la linea al supervisor de producción	13:57	14:00	3		x		3				
Tiempo total de duración (min)				350								
				Tiempo Total Actividades Internas (min)			112					
				Tiempo Total Actividades Externas (min)				238				

Tabla 14. Actividad externa e interna en el cambio de la Acampanadoras Biax.

Fuente: Elaboración propia

## **Conclusiones.**

Para concluir, mediante el diagnóstico que se realizó sobre el uso y productividad de la maquina acampanadora en el área de extrusión de la empresa Mexichem Ecuador, se pudo comprobar que no existía control alguno de los tiempos de cambios de medidas que forman parte de la elaboración de tuberías, el mismo no contaba con un formato que regule y dirija las actividades internas y externas realizadas en el área, por ello, no se cumplía a cabalidad con las actividades, afectando a los indicadores de producción considerados en la empresa.

Se realizó el diagrama de Ishikawa para poder expandir o explicar a través de las diferentes causas y efectos la problemática planteada y que por medio de este formato grafico se logre ampliar aquellos factores que intervienen en el trabajo de cambio de medidas y las razones por las que se ve interrumpido. Continuando con ello, se establecieron los indicadores que tenía más frecuencia en los altos tiempos, en los cambios de medidas de las acampanadoras de extrusión, y las diversas actividades que tenían que realizar adicionando con el mal almacenamiento de los herramientas por lo que no se tenía estandarizados las actividades y tiempo en los cambios de medidas.

Se aplicó la metodología SMED en el área de extrusión en la maquina acampanadora y se efectuó en el análisis una falta en las ejecuciones de operaciones durante los cambios de medidas por lo cual la preparación de las herramientas no eran adecuada , permitiendo mejorar las oportunidades a la empresas de organizar , registra, controlar y evaluar de mejor forma sus operaciones, a la vez un aumento en su producción proyectándose a unos meses con el cumplimiento de las metas establecidos por la gerencia desde hace tiempo con los métodos anterior.

### **Recomendaciones.**

- La aplicación de la técnica Smed es como tal una de las mejores metodologías que las industrias podrían adoptar, esta técnica se recomienda para la empresa Mexichem Ecuador ya que, la misma busca reducir o minimizar los tiempos de cambio en la máquina acampanadora de manera que haya mayor eficacia en su productividad.
- Se recomienda realizar de manera periódica este tipo de estudios o comparación de tiempos a fin de comprobar la aceptación de la técnica Smed y a su vez comprobar el alcance en la productividad.
- Mantener las herramientas de trabajo en orden y al alcance de todos los colaboradores del área para prevenir que se detenga la producción o haya desperdicio de tiempo.
- Realizar mantenimiento preventivo y correctivo en la maquinaria con el fin de evitar paros en la producción y retraso en entregas de producto.
- Capacitar al personal de manera periódica a fin de que el mismo siempre se encuentre al tanto de los diferentes cambios en los procesos de producción, cabe recalcar que el éxito de utilizar la técnica Smed va de la mano con la colaboración del personal, netamente enfocado en mejorar los procesos del departamento de producción.

## Referencias.

- AEC. (2019). *Diagrama de causa y efecto* . Obtenido de <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/diagrama-de-causa-efecto>.
- Atlas consultora. (2021). *Mejora continua: ¿Qué es y cómo se implementa? | método Kaizen*. Obtenido de <https://www.atlasconsultora.com/mejora-continua/#:~:text=El%20ciclo%20de%20mejora%20continua,la%20productividad%20de%20las%20empresas>.
- Atlas Consultora. (2021). *Mejora Continua: ¿Qué es y cómo se implementa? | Método Kaizen*. Obtenido de <https://www.atlasconsultora.com/mejora-continua/#:~:text=El%20ciclo%20de%20mejora%20continua,la%20productividad%20de%20las%20empresas>.
- Botella, L. (2019). *5 claves para una optimización eficiente en los procesos y recursos de tu empresa*. Obtenido de <https://www.inforges.es/post/5-claves-optimizacion-procesos-recursos-empresa>.
- Bravo, K., Menéndez, J., & Peñaherrera, F. (2018). *IMPORTANCIA DE LOS ESTUDIOS DE TIEMPOS EN EL PROCESO DE COMERCIALIZACIÓN DE LAS EMPRESAS*. Obtenido de <https://www.eumed.net/rev/oel/2018/05/comercializacion-empresas-ecuador.html#:~:text=El%20estudio%20de%20tiempos%20es,se%20constituye%20en%20la%20base>.
- Carlos, E. S. (2017). *Técnicas y métodos cualitativos para la investigación científica*.
- CEUPE Magazine. (2022). *¿Qué es SMED?* Obtenido de <https://www.ceupe.com/blog/que-es-el-smed.html>.



- Espin Carbonell, F. (2013). *TÉCNICA SMED. REDUCCIÓN DEL TIEMPO PREPARACIÓN*. Obtenido de <https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2013/05/TECNICA-SMED.pdf>.
- Genera creative group. (2019). *Automatización y control de procesos* . Obtenido de <https://www.autycom.com/para-que-sirven-los-equipos-de-automatizacion-industrial/>.
- Gomez, G., López, C., & Perie, D. (2020). *Producción de tubos y accesorios de PVC para desague residencial*. Obtenido de <file:///C:/Users/HP/Downloads/PROYECTO%20FINAL%20%20%20-%20PVC%202020%20.pdf>.
- Herrera, J. (2020). *Diagrama de flujo*. Obtenido de <https://www.uv.mx/personal/aherrera/files/2020/05/DIAGRAMAS-DE-FLUJO.pdf>.
- Ingeniería de calidad. (2018). *Que es Smed? metodología Smed: origen, objetivos, tipos de cambio*. Obtenido de <https://www.ingenieriadecalidad.com/2018/10/que-es-smed.html>.
- Insteráctua. (2017). *Importancia de las herramientas de la calidad en la gestión en salud* . Obtenido de <http://insteractua.ins.gob.pe/2017/05/importancia-de-las-herramientas-de-la.html>.
- Jiménez, R. (2017). *Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/206/20652069006.pdf>.
- La librería del ingeniero. (2020). *Así es el proceso de extrusión en tuberías y perfiles metálicos*. Obtenido de <https://www.libreriaingeniero.com/2020/12/proceso-extrusion-tuberias-perfiles-metalicos.html>.

- Nieto, N. (s.f.). *Métodos y tiempos. El estudio del trabajo para la productividad*. . Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/metodos-y-tiempos-el-estudio-del-trabajo-para-la-productividad/>.
- Nuevas Normas Iso. (2020). *¿Qué es la gestión de la calidad?* Obtenido de <https://www.nueva-iso-9001-2015.com/2020/08/que-es-la-gestion-de-la-calidad/>.
- Paredes, F. (enero de 2019). *El sistema smed en un proceso troquelado*. Obtenido de <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/21920/Capitulo3.pdf>.
- Pertuz, A. (2018). *Implementación de la metodología (SMED) para la reducción de tiempos de alistamiento (Set Up) en máquinas encapsuladoras de una empresa farmacéutica en la ciudad de Barranquilla*. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/jspui/bitstream/10596/18111/1/72245661.pdf>.
- Progressa Lean. (2014). *¿Qué es Smed?* Obtenido de <https://www.progressalean.com/que-es-smed/>.
- Rodriguez, V. (2017). *Aplicación del sistema smed para incrementar la productividad del proceso de envasado de bebidas no alcohólicas en la empresa ajeper sa*. Obtenido de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/34368/RODRIGUEZ\\_AVH%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/34368/RODRIGUEZ_AVH%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Salazar López, B. (2019). *¿Qué es SMED en producción?* Obtenido de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/produccion/que-es-smed-en-produccion/>.
- Sevilla, A. (2016). *Productividad*. Obtenido de La productividad es una medida económica que calcula cuántos bienes y servicios se han producido por cada factor utilizado (trabajador, capital, tiempo, tierra, etc) durante un periodo determinado.

Sistema OEE. (2021). *Las '5 eses' para ser más productivo*. Obtenido de <https://www.sistemasoe.com/implantar->

5s/#:~:text=La%20metodolog%C3%ADa%20%E2%80%9Ccinco%20eses%E2%80%9D%20fue,Limpieza%2C%20Estandarizar%20y%20Seguir%20Mejorando.

Socconini, L. (2019). *Lean manufacturing paso a paso*.

Startup guide IONOS. (2020). *La mejora continua: método para mejorar la calidad en tu empresa*. Obtenido de <https://www.ionos.es/startupguide/productividad/proceso-de-mejora-continua/>.

*Tipos de investigación*. (s.f.). Obtenido de

<https://www.uv.mx/apps/bdh/investigacion/unidad1/investigacion->

tipos.html#:~:text=Este%20tipo%20de%20investigaci%C3%B3n%20se%20efect%

C3%BAa%20cuando%20se%20desea%20describir,se%20B1alar%20sus%20caracter%C3%ADsticas%20y%20propiedades.

Urbano, J., García, L., Mora, T., Vargas, J., & Cruz, V. (2021). *Mejora de la Productividad en una Empresa Manufacturera del Norte del Estado de Veracruz*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/944/94467989005/html/>.

Vásquez Hidalgo, I. (2016). *Tipos de estudio y métodos de investigación*. Obtenido de <https://nodo.ugto.mx/wp-content/uploads/2016/05/Tipos-de-estudio-y-m%C3%A9todos-de-investigaci%C3%B3n.pdf>.

# ANEXOS



Figura 1 Área antes de ser implementado la metodología 5S  
Fuente: bodega de almacenamiento de Formadores





Figura 2 Almacenamiento de formadores, mordaza 5S  
Fuente: bodega de almacenamiento de Formadores



Figura 3 Almacenamiento de formadores Novafort  
Fuente: bodega de almacenamiento de Formadores Novafort





Figura 4 Almacenamiento de formadores Novafort con la metodología 5S  
Fuente: bodega de almacenamiento de Formadores Novafort



Figura 5 Caja de herramientas con delimitación de espacio.  
Fuente: Mantenimiento Mecánico de Extrusión.



Figura 6 Caja de herramientas Nuevas su nuevo sistema de Almacenamiento.  
Fuente: Mantenimiento Mecánico de Extrusión.

## Guía de preguntas para entrevista

**TEMA:** Reducción de tiempos de cambio en la máquina acampanadora mediante la aplicación de la técnica Smed en la empresa Mexichem Ecuador S.A

**AUTORES:** Alarcón Sornoza Jhonatan William - Véliz Dorado Dustin Ariel

**TUTOR:** Ing. Daniel Caamaño Gordillo

<b>Variable dependiente:</b> Productividad	<b>Variable independiente:</b> Técnica SMED
<b>Técnica:</b> Entrevista	<b>Instrumento:</b> Guía de preguntas
<b>Objetivo.-</b> Sustentar la problemática planteada, mediante la recolección de datos análisis e interpretación de la misma.	
<b>Generalidades.-</b> Las preguntas son de carácter investigativo. - Responder con honestidad - Las preguntas serán analizadas e interpretadas por los autores	
<b>Técnica cualitativa de recolección de datos</b>	
<b>Cuestionario de preguntas</b>	<b>Observaciones</b>
1.- ¿Según su apreciación, que llevo a implementar la metodología en las empresas?	
2.- ¿Considera usted, que el área es adecuada para la realización del trabajo en planta?	
3.- ¿Qué opina acerca de la forma que se realiza los cambios de medidas en las máquinas?	
4.-¿Según su apreciación, en qué estado se encuentra las herramientas y máquinas del área de extrusión?	



5.-¿Podría usted indicarnos cada que tiempo se realiza mantenimiento en las maquinas?	
6.- ¿Según su apreciación, existen listados de herramientas a disposición?	
7.-¿Considera usted, que se cumple con el orden en el área de almacenamiento de herramientas?	
8.- ¿Se maneja tiempos establecidos para cambios de medidas en las acampanadoras en la planta de extrusión?	
9.- ¿Considera usted, que el personal está capacitado para realizar los cambios de medidas?	
10.- ¿Según su apreciación, es necesario aumentar personal para el cambio de medida en las acampanadoras?	
11.-¿ Considera usted, que los procesos para producir tuberías con campana cumplen de manera eficaz con las especificaciones con los demás procesos llevados a cabo en el área de producción?	
12.-¿Podría usted calificar en una escala del 1 al 10 la eficacia de producción que cumple actualmente las máquinas acampanadoras?	
13.- ¿Podría usted explicarnos mediante un análisis corto las posibles mejoras de proceso de producción con tubería con campana?	

## Guía de observación de campo

**TEMA:** Reducción de tiempos de cambio en la máquina acampanadora mediante la aplicación de la técnica Smed en la empresa Mexichem Ecuador S.A

**AUTORES:** Alarcón Sornoza Jhonatan William - Véliz Dorado Dustin Ariel

**TUTOR:** Ing. Daniel Caamaño Gordillo

<b>Variable dependiente:</b> Productividad		<b>Variable independiente:</b> Técnica SMED	
<b>Técnica:</b> Observacion de campo		<b>Instrumento:</b> Guía de preguntas	
<b>Objetivo.-</b> Recabar información a través del desenvolvimiento de los hechos y su entorno.			
<b>Generalidades. -</b> Para este proceso se coordinó un día de jornada normal y se estableció una guía de observación con las actividades de mayor relevancia para el desarrollo de este trabajo.			
<b>Técnica cualitativa de recolección de datos</b>			
<b>Cuestionario de preguntas</b>	<b>Alternativas</b>		<b>Observaciones</b>
	<b>SI</b>	<b>NO</b>	
1.- Adecuaciones en buen estado del área de extrusión	X		
2.- Espacio apropiado para la realización de actividades establecidas.	X		
3.- Herramientas se encuentran organizadas acorde a las funciones.		X	
4.- El personal esta capacitado para sus labores asignadas.	X		
5.- Tiempos adecuados para el mantenimiento de maquinaria.	X		