

**PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE LAMINACIÓN DEL GRUPO  
EXCALA**

**ANDRÉS FELIPE ÁNGEL TORO  
ERIK ALEXANDER YEPES MÁRQUEZ**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO  
FACULTAD DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO  
INGENIERÍA INDUSTRIAL  
MEDELLÍN  
2023**

**PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE LAMINACIÓN DEL GRUPO  
EXCALA**

**ANDRÉS FELIPE ÁNGEL TORO  
ERIK ALEXANDER YEPES MÁRQUEZ**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIEROS  
INDUSTRIALES**

**ASESORES  
CHÁROL KÁTHERIN VÉLEZ CASTAÑEDA  
YESIT JOVAN RODRÍGUEZ CARO**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO  
FACULTAD DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO  
INGENIERÍA INDUSTRIAL  
MEDELLÍN  
2023**

Nota de aceptación:

-----  
-----  
-----  
-----  
-----

Firma Jurado

-----

Firma Jurado

-----

Firma Jurado

-----

Medellín, 22 noviembre de 2023

## **DEDICATORIA**

Después de estar a punto de culminar esta parte de nuestras vidas, solo nos queda este espacio para expresar el más profundo agradecimiento y dedicarle a cada una de las familias de nosotros este trabajo de grado. Su presencia constante, apoyo incondicional y amor inquebrantable han sido los pilares fundamentales en cada uno de los caminos hacia la culminación de esta etapa académica.

Desde que se nos inició en el maravilloso mundo de la educación hasta ahora, ustedes han estado allí, alentándonos en cada paso del camino. Han sido testigos de las caídas y han estado para compartir los triunfos; la confianza que depositaron en nosotros nos dio la fuerza para creer en nuestras capacidades y a pesar de las circunstancias siempre seguir adelante, por eso, han sido la mayor motivación para enfrentar los desafíos que se nos presentaron durante la realización de este proyecto y en toda la carrera en general.

Con todo nuestro cariño y admiración,

**Andrés Felipe Ángel y Erik Alexander Yepes Márquez**

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, queremos comenzar expresando el más profundo agradecimiento a cada uno de los integrantes que hacen parte de nuestras familias, por su incondicional apoyo y amor durante esta trayectoria académica, su respaldo emocional y palabras de aliento han sido un motor que nos ha impulsado a seguir adelante en cada desafío. Gracias por estar siempre ahí, creyendo en nosotros en todo momento, animándonos en las caídas y celebrando en los logros.

Agradecemos a Dios, por las oportunidades académicas que nos ha brindado, su infinita sabiduría y amor han iluminado cada uno de nuestros caminos y nos ha dado la fuerza y el discernimiento para superar obstáculos y alcanzar las metas profesionales que nos hemos propuesto. Gracias por tu constante guía y por bendecirnos con la capacidad de trabajar y crecer en nuestra carrera.

Agregando, queremos expresar nuestro sincero agradecimiento a las organizaciones y a cada uno de los compañeros de trabajo. Estas empresas han sido nuestro hogar profesional durante este tiempo y estamos agradecidos por todas las oportunidades de aprendizaje y crecimiento que se nos han presentado. Nos sentimos bendecidos de formar parte de cada uno de estos equipos y de contribuir al éxito de estas empresas.

Para terminar, agradecemos a cada uno de los maestros por su dedicación, paciencia y apoyo incondicional durante este trayecto, por su compromiso con la educación y su pasión por enseñarnos, han sido fundamentales en nuestro proceso de investigación y aprendizaje. Nos sentimos muy orgullosos de ser Pascualinos.

## CONTENIDO

	Pág.
<b>RESUMEN</b> .....	<b>14</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>16</b>
<b>2. PROBLEMA</b> .....	<b>21</b>
2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	21
2.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	32
2.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	34
<b>3. JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>35</b>
<b>4. OBJETIVOS</b> .....	<b>38</b>
4.1 OBJETIVO GENERAL.....	38
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	38
<b>5. REFERENTES TEÓRICOS</b> .....	<b>39</b>
5.1. DIAGRAMA CAUSA-EFECTO (ISHIKAWA).....	39
5.1.1 Elementos del diagrama de Ishikawa .....	40
5.1.2. Cómo hacer un diagrama de Ishikawa .....	41
5.2. HOJA DE DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS.....	43
5.2.1 El uso de la forma de análisis .....	44
5.3. MÉTODO 7M.....	45
5.4 ENCUESTAS.....	46
5.4.1 ¿Cómo se elabora una encuesta? .....	46
5.5 HERRAMIENTA DE MEJORA 5S .....	48
5.5.1 Las 5 etapas de la metodología 5S .....	49
5.5.2 Etapas en la implantación de la metodología 5S .....	51

5.6 LA ENTREVISTA.....	52
5.6.1 Características de una entrevista .....	53
5.6.2 Partes de una entrevista .....	54
5.6.3 Tipos de entrevista .....	55
5.7 MATRIZ DE PRIORIZACIÓN .....	56
5.7.1 Pasos para crear una matriz de priorización .....	57
<b>6. METODOLOGÍA .....</b>	<b>59</b>
6.1 ENFOQUE METODOLÓGICO .....	59
6.2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	60
6.2.1 Etapa 1 .....	61
6.2.2 Etapa 2 .....	62
6.2.3 Etapa 3 .....	62
<b>7. RESULTADOS.....</b>	<b>63</b>
7.1 ETAPA 1.....	63
7.2 ETAPA 2.....	95
7.3 ETAPA 3.....	103
<b>8. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>114</b>
<b>9. CONCLUSIONES .....</b>	<b>117</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>119</b>

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Seguimiento NC semestral .....	24
Tabla 1. NC por origen .....	26
Tabla 3. Fuentes de información y técnicas o instrumentos .....	61
Tabla 4. Consolidado de los porcentajes de no cumplimiento .....	96
Tabla 5. Criterios de evaluación .....	101
Tabla 6. Tabla de priorización .....	102
Tabla 7. Tarjeta de clasificación .....	105
Tabla 7. Cronograma de limpieza .....	108
Tabla 9. Plan de capacitación empleados nuevos y antiguos .....	110
Tabla 10. Plan de capacitación personal técnico .....	112



## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Empaques de polipropileno y fique .....	22
Figura 2. Arrugas en sacos de cemento gris .....	27
Figura 3. Arrugas en sacos de nitrosoil abonos .....	28
Figura 4. Arrumes en estiba de productos NC .....	29
Figura 5. Estructura del diagrama de Ishikawa .....	40
Figura 6. Como dibujar un diagrama de Ishikawa .....	42
Figura 7. Resumen de las etapas de 5S .....	52
Figura 8. Etapas del proyecto .....	60
Figura 9. Formato hoja de diagnóstico y análisis de condiciones industriales ....	65
Figura 10. Plantilla diagrama de Ishikawa .....	67
Figura 11. Fachada Grupo Excala .....	68
Figura 12. Planta de polipropileno .....	69
Figura 13. Área de operación .....	70
Figura 14. Área de la tolva .....	71
Figura 15. Sobre-almacenamiento de tela en zona de laminación .....	72
Figura 16. Máquina laminadora 2 .....	73
Figura 17. Tolva de adición de materia prima .....	74
Figura 18. Bobinado del rollo en la máquina laminadora .....	75
Figura 19. Área de limpieza del cabezal .....	76
Figura 20. Máquina laminadora 3 .....	77
Figura 21. Tolva de la máquina laminadora 3 .....	78
Figura 22. Parte trasera de la máquina laminadora 3 .....	79
Figura 23. Distribución de planta .....	80
Figura 24. Hoja de diagnóstico - Respuestas del mecánico 1 .....	86
Figura 25. Hoja de diagnóstico - Respuestas del mecánico 2 .....	87
Figura 26. Hoja de diagnóstico - Respuestas del analista de calidad .....	90
Figura 27. Hoja de diagnóstico - Respuestas del operario .....	92
Figura 28. Hoja de diagnóstico - Respuestas del inspector de calidad .....	94

Figura 29. Diagrama de Ishikawa ..... 99

Figura 30. Layout propuesto ..... 107

## GLOSARIO

**ARRUGA:** en el proceso de laminación una arruga es una raya irregular que queda en una tela, un papel u otro material flexible cuando ha sido doblada o plegada y que no se acomoda a la superficie del rodillo de la máquina, deformando la calidad del producto final.

**CADENA DE VALOR:** comprende toda la variedad de actividades que se requieren para que un producto o servicio transite a través de las diferentes etapas de producción, desde su concepción hasta su entrega a los consumidores y la disposición final después de su uso.

**COYUNTURA:** combinación de factores y circunstancias que caracterizan una situación en un momento determinado.

**ECONOMIA CIRCULAR:** es un modelo de producción y consumo que implica, compartir, alquilar, reutilizar, reparar, renovar y reciclar materiales y productos existente todas las veces que sea posible.

**EFFECTIVIDAD:** combinación de eficiencia y eficacia.

**EFICACIA:** logro de los objetivos con la mejor utilización de los recursos.

**EMPAQUE:** es la envoltura que se encarga de proteger y preservar un producto.

**EFICIENCIA:** logro de objetivos en la optimización del tiempo.

**GREMIOS:** conjunto de personas que tiene el mismo oficio o profesión.

**HOJA DE RUTA:** programa detallado para la consecución de un objeto concreto

**INDICADORES:** conjunto de mediciones realizadas al proceso para medir tanto las actividades como los resultados del proceso.

**LAMINADO:** proceso industrial que consiste en adherir una película fina de plástico (polipropileno) a los rollos de tela, ya sea en ambas caras o solo en una de ellas para permeabilizar el empaque. Lo cual se realiza entre uno o más pares de rodillos para reducir su espesor y hacerlo más uniforme.

**LAYOUT:** es la representación de un plano sobre el cual se va a dibujar la distribución de un espacio específico o determinado.

**MANZANAS DE MICROPERFORADO:** superficie redonda con pequeñas agujas que perforan la superficie de la tela para que el producto a empacar respire.

**PACTO:** acuerdo entre dos o más personas que obliga a ambas a cumplir una serie de condiciones.

**PLIEGUE:** es una marca visual permanente dejada por una arruga formada en un rodillo.

**POLIPROPILENO:** también denominado por las siglas PP, son plásticos estándar de uso universal con propiedades muy equilibradas, excelente resistencia química, gran pureza, baja absorción de agua y buenas propiedades de aislamiento eléctrico.

**PROCESO:** conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.

**PRODUCTO:** es la salida de un proceso.

**REGISTROS:** formatos diseñados para la recolección de información de los sucesos, eventos y/o actividades realizadas en la empresa.

**RODILLO:** es un cilindro con un diámetro relativamente ancho que suele girar. Se usa habitualmente para prensar. Desde la masa de pan en panificadoras hasta grandes lingotes de metal (por ejemplo, para fabricar el papel aluminio).

**RODILLO HD:** es un cilindro con diámetro ancho y que cuenta con pequeñas cerdas de alta definición que reciben las agujas de la manzana de microperforado.

**SACO:** recipiente de tela, papel u otro material flexible, de forma rectangular o cilíndrica y abierta por uno de los lados, que sirve para meter y guardar o transportar cosas en ella. También conocidos como costales.

**SACO LAMINADO:** empaque elaborado con fibras de polipropileno laminado a una o ambas caras, que brinda una mayor barrera a la humedad y a agentes externos.

**SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD:** es la forma como una organización realiza la gestión empresarial asociada con la calidad.

**TENDENCIAS GLOBALES:** nuevas fuerzas que evolucionaran el mundo de los consumidores, los comerciantes y fabricantes de productos o servicios.

**UVTs:** unidad de valor tributario.

## RESUMEN

Grupo Excala es una empresa con gran trayectoria en la fabricación de productos para embalaje y envases, que buscan evolucionar; crearon la primera planta industrial de empaques de fique en Colombia y posteriormente instalaron la primera planta de plástico de la Compañía, siendo esta la planta de polipropileno líder en Colombia (Grupo Excala, s.f).

Excala Packaging es la unidad de negocio de la empresa que se especializa en el diseño y fabricación de costales (sacos) de polipropileno y fique, con el fin de brindar soluciones sostenibles que garanticen la integridad de los negocios de sus clientes.

Entre algunos de los productos finales que ofrece la compañía se encuentran los sacos sellados de polipropileno que son empaques de diferente tamaño dependiendo de la especificación del producto y la marca. Estos sacos también son conocidos como lonas o costales PP y son considerados altamente resistentes al impacto, con alta barrera a la humedad, excelentes propiedades ópticas (transparencia y brillos), barrera a la permeación del vapor de agua, impresión de calidad fotográfica, reciclables, flexibilidad en el tejido y de alta calidad de imagen para las marcas.

Es así, como actualmente en Grupo Excala se está presentando una pérdida significativa de sacos por unidades No conformes (NC) en el proceso de laminación de PP. Este problema se presenta por causa de arrugas en los rollos de tela en las máquinas laminadoras, lo que posteriormente se ven reflejadas en el producto final, en este caso en los sacos de PP, el porcentaje promedio total es del 0,50% y para el primer semestre del año 2023 ha dejado \$ 108.715.319 en pérdidas para la compañía por los NC, además del detrimento de materia prima, insumos y reprocesos que esto genera.

Es por esto, que se ha decidido diseñar una propuesta de mejora que permita la disminución de los defectos de sacos con arrugas en el proceso de laminación del Grupo Excala. Para efectuar este proyecto se ha iniciado con una investigación de orientación mixta que involucra la recopilación y análisis de datos cualitativos y cuantitativos, se han utilizado técnicas como encuestas a varios colaboradores de la empresa, entrevista al supervisor del proceso de laminación, al igual que una detallada observación del proceso con el propósito de identificar las causas raíz del problema.

Posteriormente, se ha realizado el diagnóstico del estado actual del área de laminado con el fin de verificar las dificultades presentadas en este proceso, para luego mediante el uso de herramientas de calidad reconocer las posibles causas que generan arrugas en los sacos de PP. Una vez identificada la oportunidad de mejora se elabora el diseño de la propuesta con la metodología 5S basados en las 7Ms buscando solucionar las dificultades halladas y de este modo eliminar al máximo la cantidad de defectos en este proceso.

Finalmente, se espera que Grupo Excala pueda realizar pruebas piloto para evaluar la viabilidad de implementar dicha propuesta en el área de producción y así mejorar el proceso de PP con la disminución de los defectos de sacos con arrugas en el laminado.

## 1. INTRODUCCIÓN

La industria de empaques es un sector vital en la cadena de suministro de productos, ya que se encarga de la fabricación y diseño de envases y embalajes para proteger, conservar y facilitar el transporte de diversa mercancía o artículos. El embalaje también juega un papel fundamental en el marketing de productos, ya que logra atraer la atención de los consumidores, transmitir mensajes importantes sobre el producto y garantizar su calidad e integridad. Además, aseguran el cumplimiento de los requisitos legales y reglamentarios en materia de confianza y manipulación del producto.

De igual manera, dicha industria es muy variada y comprende una amplia serie de productos como cajas de cartón, botellas de plástico, bolsas de papel, bolsas de tela, envases metálicos, etc. Cada tipo de embalaje tiene sus propias características y requisitos dependiendo de la industria de destino a satisfacer, como la salud, alimentos y bebidas, bienes de consumo, entre otras.

Es así como hace más de 100 años, se creó en el planeta tierra un material sintético (el plástico) con beneficios que carecen los materiales naturales, a base de estos se logra cambiar su composición con una modificación química a el caucho, la nitrocelulosa, el colágeno o la galalita. Gracias al avance de la tecnología se han desarrollado y se reconocen como plásticos modernos derivados de los mencionados anteriormente, los que se expresan a continuación:

- Uno de los primeros ejemplos fue el invento de Alexander Parkes en 1855, denominado parkesina a partir de su propio nombre. Es lo que hoy en día conocemos como celuloide.
- El policloruro de vinilo (PVC) fue polimerizado por primera vez entre 1838 y 1872.



- Un avance fundamental tuvo lugar en 1907, cuando el químico belga-americano Leo Baekeland creó la baquelita, el primer plástico fabricado en serie realmente sintético (Europe, s.f.).

En este sentido, los empaques tienen una gran importancia en la industria y en el comercio, ya que cumple determinadas funciones:

El empaque y embalaje tienen la función de proteger el producto durante todas las etapas de transporte y almacenaje hasta llegar al punto destino.

La gran mayoría de productos para su distribución requieren cajas corrugadas, cintas autoadhesivas, plásticos y botellas, que son necesarias para que los productos lleguen de forma adecuada a los clientes preservando sus propiedades y contenidos. Además de las condiciones funcionales y ambientales, el diseño del empaque cobra una inusitada importancia a la hora del reconocimiento de marca por parte del cliente y de la información acerca del uso del producto. El mercadeo en las organizaciones ha sido el promotor del cambio del objetivo del empaque y embalaje de los productos. El empaque ya no solo tiene la función de proteger adecuadamente su contenido, sino que se ha convertido en un elemento importante para mejorar la experiencia del consumidor al comprar, almacenar, usar y desechar el producto. Una vez que el producto es usado o desempacado, el empaque es desechado; es entonces cuando el empaque tiene un impacto ambiental significativo; ya que, dependiendo de su composición, tamaño, cantidad y de su disposición final puede provocar efectos indeseables en los ecosistemas y poblaciones humanas.

El empaque es entonces parte vital del ciclo de vida de los productos, su diseño y fabricación debe analizarse a la luz de los efectos que tiene en relación con la protección de los productos, el reconocimiento de marca, la información sobre el uso del producto y la disminución del impacto ambiental (Piñeros et al., 2013).

Es así como, los empaques son esenciales para proteger, conservar, informar, diferenciar y facilitar el transporte de los productos, lo que contribuye a garantizar su calidad, seguridad y éxito en su comercialización. De acuerdo con Andrade et al. (2017):

La variedad de empaques para alimentos, las innovaciones en materiales, formas y funcionalidades ha permitido que las empresas que los requieren tengan la oportunidad de adaptar la producción al empaquetado o viceversa de acuerdo a las tendencias que se registren en el mercado, a favor o en contra de un tipo de material.

Por otra parte, y no menos importante es fundamental saber que Colombia mediante el Compromiso Empresarial para el Reciclaje (CEMPRE) como se le conoce al Pacto por los Plásticos acordado por la nación, empresas y gremios que forman parte de la cadena de valor de dicho material, buscan incrementar el consumo de plásticos aprovechables con una hoja de ruta de iniciativas para el 2030 y con esta superar los valores que se obtienen actualmente, que son de un 32% de productos aprovechables. Gracias a esta inclusión, Colombia se une a la red global que está conformada por 13 pactos en varias naciones, lo que posiciona al país a la altura de las tendencias globales en economía circular para el plástico (Colprensa, 2022).

Caso específico, el sector de empaques en Colombia ha experimentado una coyuntura en los últimos años por el impuesto a los plásticos de un solo uso propuesto por el gobierno del país en la reforma tributaria. El proyecto de ley plantea introducir un impuesto administrado por la Nación, por cada gramo de plástico no desechable se deberá pagar 0,00005 Unidad de valor tributario (UVTs), el cual grava la venta e importación de productos plásticos de empaques (Muñoz D. , 2022).

Dicho proyecto de ley afectará varios sectores de la industria, según un estudio realizado por Acoplásticos en el año 2022, en Colombia la producción de empaques

se destina un 22% a alimentos, 17% a bebidas, 29% a productos de aseo, limpieza, cosméticos, químicos y abonos, 23% a comercio, hoteles y restaurantes y 9% a otros sectores (Muñoz D. , 2022).

Bajo esta perspectiva, este proyecto se enfoca en el Grupo Excala, una compañía dedicada a la fabricación de productos para empaque, embalaje y envases. Tal como lo expresa Grupo Excala (2021):

Es una empresa con más de 80 años de experiencia en la transformación de fibras naturales y resinas plásticas en soluciones prácticas y con altos estándares de calidad para los sectores industriales, agropecuario, construcción e infraestructura a través de sus unidades de negocio: Excala Packaging, Excala Agro, Excala Construcción y Excala Biosolutions.

Con base en lo anterior, para este proyecto se trabajará con lo concerniente a la unidad de negocio Excala Packaging, la cual se encarga de diseñar y fabricar empaques, en este caso costales o sacos en polipropileno (PP) y fique para diversas industrias, entre las cuales están la de empaques para alimentos como arroz y azúcar, concentrado para mascotas, café y cacao, frutas y verduras, fertilizantes, granos y cereales, harinas, minerales y químicos, entre algunas otras industrias (Grupo Excala, s.f.).

Uno de los procesos que se les aplica a los sacos de los empaques antes mencionados es el de laminación y se lleva a cabo en el área de laminado, dicha área cuenta con cuatro máquinas laminadoras que están encendidas las 24 horas del día trabajando a altas velocidades y se encargan de adherir una película fina de plástico (polipropileno) a los rollos de tela allí ubicados, ya sea en ambas caras o solo en una de ellas para permeabilizar el empaque.

Conforme a ello, en el área de laminado se está presentando una pérdida significativa de sacos por causa de arrugas en los rollos de tela en las máquinas laminadoras debido a múltiples motivos, entre los cuales se encuentran las máquinas descalibradas, hilos de los rollos de tela reventados, telas con fibras de diferentes calibres, entre otros, lo que hace que mes a mes la compañía tenga pérdidas de materia prima e insumos y reprocesos, adicional a la pérdida de dinero que esto genera, también afecta los indicadores de calidad y los tiempos de entrega para el cliente final.

Para desarrollar una propuesta que pueda reducir significativamente los defectos de sacos con arrugas en el proceso de laminación, se debe aplicar una serie de pasos o etapas, que incluyen, primero diagnosticar, es decir, realizar el reconocimiento del estado actual del área de laminado (procesos, metodologías, recursos, políticas, etc.) para verificar las dificultades que existan, luego con la información obtenida se pasa a las actividades de la siguiente etapa que es la identificación de las posibles causas que generan las arrugas en los sacos, lo anterior mediante el uso de herramientas de calidad, por último, se pasa a la etapa de diseño de la propuesta con que se pretende mitigar las dificultades halladas, es decir, en el levantamiento de los procesos y métodos actuales de trabajo para idear un conjunto de medidas de cambio y el debido programa, con lo que se espera se permita cumplir con la meta propuesta. Una vez finalizadas todas las etapas se realizará la presentación de la propuesta a los encargados del área de gestión de la calidad de Grupo Excala.

Se considera que, con esta propuesta de mejora en el proceso de laminación, la empresa deberá analizar el costo-beneficio, efectuar ensayos, simulacros o pruebas piloto y así posteriormente tomar la decisión de implementarla, ya que se puede llegar a ahorrar dinero y tiempo para la compañía, incrementar la calidad del producto terminado para la satisfacción del cliente final, aumentar la eficiencia del proceso en general y acrecentar la seguridad de éste.

## **PROBLEMA**

### **2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Grupo Excala es un grupo empresarial de origen colombiano con más de 2000 colaboradores directos e indirectos, cuenta con exportación de productos a más de 20 países y genera empleo a más de 50.000 familias finqueras del país. Está conformada por 4 unidades de negocio: Excala Packaging, Excala Agro, Excala Construcción y Excala Biosolutions en sectores industriales, agropecuarios, construcción e infraestructura (Grupo Excala, 2023).

Grupo Excala es una empresa con gran trayectoria en la fabricación de productos para embalaje y envases. Buscando evolucionar crearon la primera planta industrial de empaques de fique en Colombia y posteriormente instalaron la primera planta de plástico de la Compañía, siendo esta la planta de polipropileno líder en Colombia (Grupo Excala, s.f.).

Los empaques desempeñan un papel fundamental en la protección y preservación de los productos. En Excala Packaging se especializan en el diseño y fabricación de costales (sacos) de polipropileno y fique, con el fin de brindar soluciones sostenibles que garanticen la integridad de los negocios de sus clientes (Grupo Excala, s.f.). Tal como se evidencia en la Figura 1:

**Figura 1.** Empaques de polipropileno y fique



**Fuente:** (Grupo Excala, s.f.)

En la figura anterior se observa algunos de los productos finales que ofrece la compañía, entre los cuales se encuentran tres sacos sellados de polipropileno, dos de ellos son empaques de diferente tamaño y marca con alimentos para mascotas (perros) y el empaque restante con alimento para cerdos utilizados en porcicultura, por último, un saco de fique abierto mostrando su contenido, que en este caso es café. A continuación, se detalla un poco sobre el material y los beneficios de cada tipo de saco:

- Los sacos de fique, también llamados costales de fique son empaques naturales y sostenibles utilizados en la industria del café y cacao. Fabricados con fibra de fique, ofrecen una opción ecológica y resistente para el embalaje de productos. Ideales para conservar las características del producto. Son utilizados para la recolección, empaque, almacenamiento, transporte y comercialización de productos como café y cacao. Los sacos pueden ser impresos para identificar la marca y especificación del producto. Entre los beneficios de este tipo de sacos están: son biodegradables, tienen alta resistencia, facilitan el arrume de productos al tener mejor agarre, no alteran

las características de sabor y olor de los productos, permiten el muestreo de productos, entre otros (Grupo Excala, s.f.).

- Los sacos de polipropileno, también conocidos como lonas o costales pp. Tejidos con cintas de polipropileno virgen, ofrecen una solución resistente y fácil de manejar en diferentes tamaños y gramajes. Empaca una amplia variedad de productos de manera eficiente y segura. Entre los beneficios de este tipo de sacos están: altamente resistentes al Impacto, alta barrera a la humedad, excelentes propiedades ópticas (transparencia y brillos), barrera a la permeación del vapor de agua, impresión de calidad fotográfica, reciclables, flexibilidad en el tejido, alta calidad de imagen para su marca, entre otros (Grupo Excala, s.f.).

Ahora bien, es claro que la probabilidad de encontrar fallas o inconvenientes en una línea de producción es muy alta por leve que parezca el problema, en este caso el proceso de PP no es la excepción dentro de Grupo Excala y es de conocimiento general que para todo tipo de empresa los inconvenientes presentados en la cadena de producción, cadenas de suministro o procesos logísticos, entre otros, representa pérdidas e insatisfacción para los clientes, tanto internos como externos. Actualmente en Grupo Excala se está presentando una pérdida significativa de sacos por unidades No conformes (NC). Esto hace que mes a mes la compañía tenga pérdidas de materia prima, insumos y reprocesos, adicional a la pérdida de dinero que ello genera, cómo se evidencia en la siguiente tabla:

**Tabla 1.** Seguimiento NC semestral

Mes	Cantidad Retenida (und)	Cantidad NC (und)	Producción (mes)	Costo NC (\$)	No Conforme (%)
enero	75.139	58.652	16.747.897	\$ 13.595.753	0,35%
febrero	106.527	63.004	16.770.085	\$ 11.684.957	0,38%
marzo	108.804	59.794	18.447.603	\$ 16.872.292	0,32%
abril	174.362	159.987	16.617.458	\$ 21.649.597	0,96%
mayo	165.469	70.334	17.382.485	\$ 18.062.468	0,40%
junio	135.469	84.998	14.939.287	\$ 26.850.252	0,57%
	---	---	---	---	---
<b>Total general</b>	<b>765.770</b>	<b>496.769</b>	<b>100.904.815</b>	<b>\$ 108.715.319</b>	<b>0,50%</b>

**Fuente:** Propia

Según los datos expuestos anteriormente (Tabla 1) se puede evidenciar específicamente la cantidad de unidades de producto No Conforme (496.769 unidades en total) por causa de arrugas en los rollos de tela que posteriormente se ven reflejadas en el producto final, en este caso en los sacos. También se puede observar los respectivos costos mes a mes que generan dichos NC. En total, en el primer semestre del año 2023 se tuvo \$ 108.715.319 en pérdidas para la compañía por los NC, y aunque el porcentaje promedio total solo es del 0,50% no deja de ser alarmante la cantidad de dinero que se está perdiendo cada mes.

De igual manera, en la tabla 1 se muestra que durante el primer semestre de 2023 fue enero el mes con menos NC con 58.652 unidades y un costo de \$13.595.753; todo lo contrario, sucedió en el mes de abril, ya que con 159.987 unidades NC y un costo de \$21.649.597 fue el mes con más NC para la empresa. No obstante, el mes que más pérdidas de dinero dejó fue junio con \$26.850.252, y esto a causa de los incrementos en las materias primas e insumos que se tuvo en dicho mes del año 2023, como lo destacó el Economista jefe de PLASTICS, Pineda (2023):



El índice de precios al productor (IPP) de la fabricación de láminas y películas para embalaje de plástico aumentó un 0,4% en junio, revirtiendo la caída del 0,8% observada en mayo. No obstante, los precios de este sector descendieron un 1,4% en junio respecto al año anterior, continuando la tendencia a la baja iniciada en octubre del año anterior.

Ahora bien, las no conformidades presentadas en la tabla 1 tienen un origen dentro del proceso de PP, el cual cuenta con 4 subprocesos y en los cuales se han identificado que los productos NC se originan en los Telares Circulares, las máquinas Laminadoras y las máquinas Flexográficas, pues es fundamental que a la hora de dar cifras más específicas sobre los productos no conformes se debe tener en cuenta y tratar de conocer lo más preciso posible el origen de dichos NC, para así poder atacar los inconvenientes presentados de una forma más focalizada y efectiva. Por lo cual, se dará a conocer una breve descripción del proceso de PP:

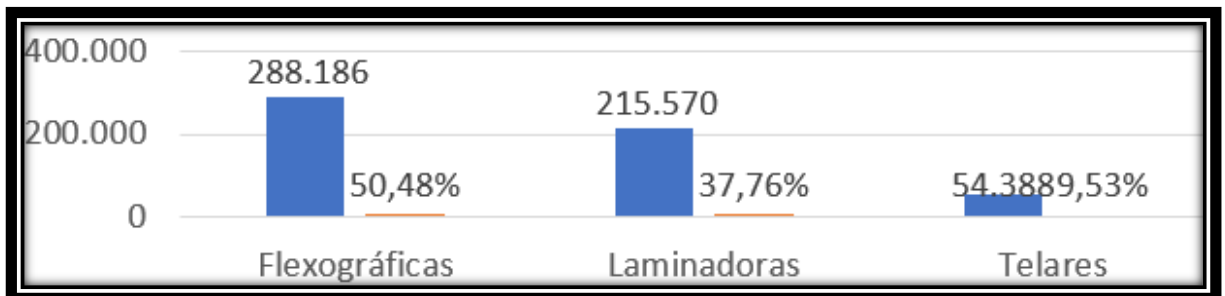
El proceso de PP se inicia en la zona de telares, primero se instalan los hilos en los telares circulares dónde se tejen para fabricar el rollo de tela, de allí sale el rollo y pasa a la laminadora en la cual se le adhiere la película plástica para impermeabilizarlo, luego se traslada a la flexográfica para imprimir el diseño según las especificaciones del producto y el cliente, y finalmente pasa a la zona de terminación dónde se realiza la validación del producto. A continuación, se detalla cada uno de estos subprocesos:

- Los Telares Circulares son máquinas que tejen de forma industrial los sacos. Su estructura cuenta con soportes a los lados para colocar los hilos que necesita para iniciar su funcionamiento y en el interior de ella posee otros seis puestos donde se agregan hilos más finos para que en conjunto con los otros mencionados realicen el proceso de entrelazarlos y formar el rollo de tela.

- Las máquinas Laminadoras adhieren una película plástica a la tela para impermeabilizar el saco y darle una calidad más alta al producto, son operadas por tres colaboradores, uno se encarga de suplir el consumo de polipropileno en la tolva y los otros dos del montaje de las telas, calibrar el espesor de la película y revisar imperfecciones de la tela. Esta máquina trabaja a altas velocidades lo que dificulta percibir de forma oportuna los errores.
- Las máquinas Flexográficas se encargan de estampar o imprimir las imágenes y letras en los sacos, trabajan a altas revoluciones por minuto y son operadas por dos colaboradores, uno es el encargado del montaje de las planchas de impresión y el otro de los ajustes de impresión.
- Terminación es el último subproceso de la cadena de PP, allí se encargan de cortar, coser y apilar los sacos para luego ser prensados y almacenados.

Agregado a lo anterior, en la siguiente tabla se visualizan las cifras de la cantidad total de unidades y sus respectivos porcentajes en cada uno de los orígenes de los productos no conformes actualmente en Grupo Excala, dichos datos corresponden a la suma total de NC del primer semestre de 2023 en cada subproceso:

**Tabla 2.** NC por origen



**Fuente:** Propia

En la Tabla 2 se observa que la mayor cantidad de NC se encuentran en las máquinas flexográficas con 288.186 unidades lo que corresponde al 50,48% del total de tela con imperfecciones, seguido de las máquinas laminadoras con 215.570 unidades con una participación del 37,76% por causa de arrugas en los rollos de tela en estas máquinas debido a múltiples motivos, entre los cuales se encuentran las máquinas descalibradas, hilos de los rollos de tela reventados, telas con fibras de diferentes calibres, entre otros, y finalmente se tienen los telares circulares con 54.388 unidades con un 9,53% la mayoría a causa de la tensión de la máquina que ocasiona que se revienten los hilos cómo también está el cambio de proveedor de insumos o el aprovisionamiento incorrecto de los hilos en esta máquina; el 2.23% restante de NC son mínimos y ocasionados por errores humanos en el subproceso de terminación, como por ejemplo, realizar el corte con la medida incorrecta o coser los sacos con un hilo de calibre diferente al especificado para el producto y/o cliente.

Con base a las causas anteriores, los productos no conformes se generan finalmente por arrugas en los sacos. A continuación, en las figuras 2 y 3 se puede evidenciar dichas arrugas en diferentes tipos de sacos que se fabrican en Grupo Excala.

**Figura 2.** Arrugas en sacos de cemento gris



**Fuente:** Propia

**Figura 3.** Arrugas en sacos de nitrosoil abonos



**Fuente:** Propia

En las anteriores figuras (2 y 3), se puede observar algunos de los sacos en estado de No conforme por presentar arrugas, las cuales dañan la calidad de impresión para el producto final, generando pérdidas (de tiempo, insumos, dinero, etc.) para la compañía por no tener un producto en óptimas condiciones para poder entregar a sus clientes.

En la figura 2, se tienen sacos de cemento gris y en la figura 3, sacos de nitrosoil abonos, en ambas figuras se señalan con óvalos rojos el sitio exacto donde se presentó la arruga y en donde al finalizar el proceso de laminación se evidencia la imperfección que generalmente es una raya o un espacio de color diferente al impreso en el resto de la pieza.

En este orden de ideas, el producto terminado No conforme, una vez que se identifican los sacos con arrugas se deben separar como se reconoce en la figura 4.

**Figura 4.** Arrumes en estiba de productos NC



**Fuente:** Propia

En la figura anterior se observa cierta cantidad de sacos arrumados en estibas por no conforme, debido a que presentan arrugas, esto afecta la movilidad en la planta de producción ya que no cuentan con un espacio específico y determinado para su almacenamiento y revisión, lo que puede generar posibles riesgos de accidentes en el personal que por allí transita por no estar en un lugar adecuado con la debida señalización y demarcación correcta. También se puede prestar para confusiones con el resto de producto terminado ya que no están debidamente marcados como NC y se generarían reprocesos en caso de trocarlos con los demás sacos, pues simplemente son dejados en estibas al lado de los rollos de tela que aún no se utilizan.

Por otra parte, se ha identificado que la pérdida significativa de sacos por causa de arrugas en los rollos de tela puede ocasionarse por múltiples motivos, a continuación, se pueden ver los más relevantes con sus respectivas consecuencias:

- El desgaste en el rodillo HD (rodillo de alta definición), el cual es generado por el contacto constante en el área de la tela y el mismo rodillo, lo que hace

que éste se vea cóncavo o con desnivel generando pérdida de materia prima, insumos y reprocesos.

- Reviente Manzanas de microperforado, por la velocidad de trabajo de la máquina y desgaste de la manzana se presenta un reviente en las agujas de éste, lo que hace que el saco no cumpla con las especificaciones del cliente y no cumpla su función al 100%, ya que se generan telas defectuosas en las perforaciones.
- En ocasiones la máquina debe trabajar a velocidad reducida por la descalibración de la tela (espesor) lo que claramente disminuye la capacidad de producción en esa máquina hasta que el rollo de tela finalice, para luego poder utilizarla nuevamente con su funcionamiento normal al 100%.
- Cuando los hilos de los rollos se revientan generan bombas de aire, estos hilos se generan en los telares y al pasar por el proceso de laminado no deja que la capa laminadora quede conforme lo que claramente afecta la calidad del producto y ocasiona NC.
- Al no existir una estandarización en el calibre del hilo a utilizar en cada producto y proceso se llegan a generar capas no uniformes. Este calibre varía por la cantidad de carbonato añadido en el proceso de extrusión, lo que repercute en sacos defectuosos y arrugas en gran parte del rollo.
- Si el acumulador no está tensionado correctamente puede generar que la tela quede caída y/o mal laminada y con ello un producto final con irregularidades de calidad, esto es generado por un error humano principalmente o ya por fallas mecánicas y de rodamientos.

En gran porcentaje (80,52%) las arrugas que se generan en el proceso de laminación de Grupo Excala se dan por el descalibre de la tela o desajustes en las tensiones del equipo. En total, se laminan 369.400 metros de tela de los cuales 5.049 metros son reportados con defectos de laminación, lo que equivale al 1.36% de fracción defectuosa. Desde el proceso de laminación se realizó modificaciones en las condiciones de trabajo (ensarte en la máquina laminadora #4), buscando generar mayores tensiones al momento de ingresar la tela al proceso. Dentro del seguimiento realizado se solicitó cambio de rodillo del microperforado y rodillo pisador del bobinador, observando un buen desempeño temporalmente en el proceso, ya que con esta intervención no se obtuvo la disminución de NC deseada.

De los 5.049 metros de tela defectuosa mencionados anteriormente se encuentra que, de las arrugas allí evidenciadas el 80% de la tela emitida fue laminada en el equipo laminadora #4. La mayor cantidad de defectos en diferentes referencias se ha identificado en este equipo, por lo que inicialmente se realizó revisión por parte de mantenimiento y se realizaron nivelaciones de diferentes rodillos el día 24 de julio de 2023, fecha para la cual ya se habían laminado aproximadamente 5 rollos de la tela que fue utilizada en el proceso de flexografía. Como siguiente acción tomada se notifica y solicita por el departamento de calidad cambio de la funda del rodillo ubicado en el pre-tratador el cual se evidencia con desgaste. De igual forma se ha socializado con el personal operativo este tipo de defectos encontrados, con el propósito de aumentar control y revisión en el proceso de laminación, y así mitigar un poco los productos NC mientras se encuentra una solución definitiva a este inconveniente presentado.

Dado que en la empresa se han efectuado diferentes propuestas en este proceso y no ha mejorado el nivel de eficiencia esperado por la organización se ve la necesidad de diseñar este proyecto puesto que se requiere encontrar una propuesta de mejora que logre una disminución significativa de arrugas en los sacos, ya que

con las implementaciones realizadas hasta el momento por el equipo de mantenimiento no se han logrado mejoras progresivas.

## **2.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA**

A continuación, se dará a conocer algunos artículos de investigación que se relacionan con la actual problemática que se presenta en Grupo Excala y cómo su autora logró identificar las posibles causas para poder reducirlas y/o eliminarlas con la implementación de las múltiples herramientas y metodologías utilizadas en la ingeniería industrial.

El primer artículo de investigación fue publicado como Las Causas De Las Arrugas En Overlaminación - Primera Parte De La Serie De Cinco Porciones, el cual habla de lo complejo que es entender las posibles causas que ocasionan las arrugas en sobrelaminación, entre las cuales se encuentran la variación de calibre de la web, el rodillo de tensión desigual, variaciones en temperatura y humedad, rodillo de desalineación y la vibración de la máquina (Dunfee C. , 2013a).

En dicha publicación también se indicó que:

Observar la orientación de la arruga es el primer paso hacia la identificación de la causa raíz: Maryland (dirección de la máquina), Diagonal o CD (la dirección transversal). Cada tipo de arrugas tiene su propio conjunto de causas. Arrugas MD están relacionados con la anchura de la banda. Arrugas diagonales son indicativos de la alineación. Arrugas CD son raras, pero pueden ocurrir en un rollo debido al deslizamiento entre capas (Dunfee C. , 2013a).

El segundo artículo de investigación corresponde al llamado Causas De Arrugas En Sobrelaminación – La Segunda Parte De La Serie Parte Cinco, el tema tratado fue



sobre las arrugas en la dirección de la máquina y pretende ayudar a entender todo lo relacionado para su posible solución, teniendo en cuenta que los tipos de arrugas normalmente no son visibles en los rollos y puede afectar toda la cadena de valor (Dunfee C. , 2013b).

El tercer artículo de la misma investigación publicado fue llamado Las Causas De Las Arrugas En Sobrelaminación – Tercera Parte De La Serie Parte Cinco y trata sobre los efectos de la tensión de bobinado irregular y sinuoso que se refiere a los problemas que se ocasionan por un bobinado desigual y/o la tensión en el bobinado (Dunfee C. , 2014a).

El cuarto artículo de investigación publicado fue llamado Las Causas De Las Arrugas En Sobrelaminación – La Cuarta Parte De La Serie Parte Cinco, en el cual el tema central fue alineación de la máquina, variación de la tensión y de la temperatura. Las arrugas pueden ser el resultado de fallas en la máquina por no estar correctamente alineada, algunas de estas fallas pueden ser deflexión rodillo loco, padre deflexión del rodillo y rueda loca / desalineación rodillo accionado, entre otras. Otro factor importante para tener en cuenta es la tensión que se le hace tanto a las máquinas cómo al material en sus diferentes fases del proceso, ya que al no ser exactos generaran arrugas y la mayoría de las veces son imperceptibles en el instante. En cuanto a inconvenientes por cambios de temperatura tenemos que algunos materiales cómo las películas de polipropileno tienden a encogerse al ser expuestas a temperaturas de secado por sus propiedades físicas (Dunfee C. , 2014b).

El quinto artículo de investigación fue publicado como Conclusión De Las Causas De Las Arrugas En Discusión, es el último artículo de cinco en el que se realizó un pequeño resumen de las causas más comunes de cómo se pueden generar arrugas en el proceso de sobrelaminación y algunos consejos para tratarlas como, por ejemplo:

- Una web siempre intentará alinearse para ser perpendicular al rodillo.
- El movimiento lateral de la web en cuestión generar arrugas.
- Observar la orientación de la arruga es el primer paso hacia la identificación de la causa raíz (Dunfee C. , 2014c).

Finalmente, se espera que los anteriores artículos sobre Temas de ayuda, Laminación y Sobrelaminación, publicados entre 2013 y 2014 por Cindy Dunfee que se relacionan con la investigación del proyecto que se está realizando actualmente sean de gran ayuda para continuar con el estudio y así llegar a una posible solución al respecto.

### **2.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cómo elaborar una propuesta de mejora que permita la disminución de los defectos de sacos con arrugas en el proceso de laminación del Grupo Excala?

## 2. JUSTIFICACIÓN

Los empaques juegan un papel muy importante en la vida cotidiana de las personas, ya que son útiles en muchos campos de la industria. En el campo alimentario, estos cumplen funciones específicas tales como contener, proteger, informar y atraer, todo ello en aras de satisfacer las exigencias de los clientes. Es bien conocido que la presentación de los productos ante el consumidor es clave y se convierte en una estrategia de mercadeo, donde el empaque es el protagonista esencial. En este sentido, es trascendente tener en cuenta el diseño, el tipo de material usado y las características funcionales del mismo, principalmente cuando se incorpora el término “sostenibilidad del empaque” que comprende eficiencia en términos económicos, sociales y ambientales (Navia et al., 2014).

Por consiguiente, para Grupo Excala es imprescindible ser competitivos en la fabricación de sus productos, en este caso específico con la calidad de los sacos de polipropileno, ya que esto conlleva a tener una excelente productividad, un reconocimiento de marca y a su vez la sostenibilidad del negocio en el mercado a través del tiempo, cómo se menciona a continuación:

La competitividad es un tópico que desde hace décadas despierta el interés y curiosidad en los líderes y gerentes de empresa puesto que su acertada gestión se mide, en gran parte, por la capacidad de administrar eficientemente los recursos disponibles en la organización y que esto a su vez, redunde en el incremento de la productividad (Diaz et al., 2020).

Es por esto, por lo que se pretende mediante técnicas de inspección a las máquinas lograr disminuir las no conformidades que provengan desde el proceso de PP, lo que puede mejorar la calidad del producto o de alguna manera puedan ser

corregidos para prevenir reprocesos y pérdida de material, garantizando de esta manera una productividad adecuada y el cumplimiento de las entregas al cliente.

Dado lo anterior, es muy importante evitar tener reprocesos, los cuales pueden afectar directamente la eficiencia de la cadena de producción, tal como lo menciona Benítez y Ríos (2019), “los reprocesos generan consecuencias negativas para la empresa, además de aumentar la carga de trabajo a los colaboradores, ocasiona incremento en los costos y tiempos de los procesos”, como también impactar los indicadores internos de calidad de la empresa.

Razón por la cual, si se lograra generar una significativa disminución de los reprocesos causaría impactos positivos en la compañía. Según Winarso & Jufriyanto (2020), “la reducción de los reprocesos puede favorecer a las empresas en ahorrar costes, ya que se reduce la cantidad de material y recursos necesarios en la fabricación de un producto”.

De este modo, la finalidad de este proyecto es diseñar una propuesta que permita la eliminación de las posibles causas que pueda estar afectando el laminado correcto de los sacos. En pocas palabras, al identificar y desarrollar una estrategia que pueda reducir los defectos del proceso de PP, se podrá dar relevancia a la preservación de los productos y como tal garantizar que la fabricación de este empaque cumpla los estándares de calidad y comercialización deseados por Grupo Excala y sus clientes, de esta forma se dará ejecución al suministro eficiente del producto, y mejorar como tal la eficiencia al realizar el laminado. Según Andrade (2005, p. 253) define la eficiencia como la "expresión que se emplea para medir la capacidad o cualidad de actuación de un sistema o sujeto económico, para lograr el cumplimiento de objetivos determinados, minimizando el empleo de recursos", para ello se hará un estudio que pueda mostrar a través de herramientas de ingeniería los procedimientos y la causa raíz de las arrugas en los sacos al realizar el proceso de laminado.

Por lo expuesto anteriormente, es que se dará trascendencia al problema por medio de la información que se logró recopilar al desarrollar este proyecto, lo que se quiere alcanzar es reducir significativamente la pérdida de sacos por causa de arrugas, ya que esto ocasiona perjuicio para la compañía, pues genera desperdicios de materia prima e insumos disminuyendo las ganancias de la empresa, y tal como lo expresa Malpartida (2020), "El manejo eficiente de los desperdicios representa ventajas para las industrias y la comunidad, lo que implica, además de la reducción de costos, prevención de sanciones y un menor impacto al medio ambiente".

### **3. OBJETIVOS**

#### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

Elaborar una propuesta de mejora que permita la disminución de los defectos de sacos con arrugas en el proceso de laminación del Grupo Excala.

#### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diagnosticar el estado actual del área de laminado en Grupo Excala para la verificación de las dificultades que se presentan en el proceso.
- Identificar las posibles causas que generan arrugas en los sacos mediante el uso de herramientas de calidad en el proceso de laminación.
- Diseñar la propuesta que dé solución a las dificultades halladas, para que de este modo se elimine al máximo la cantidad de defectos en los sacos.

## 5. REFERENTES TEÓRICOS

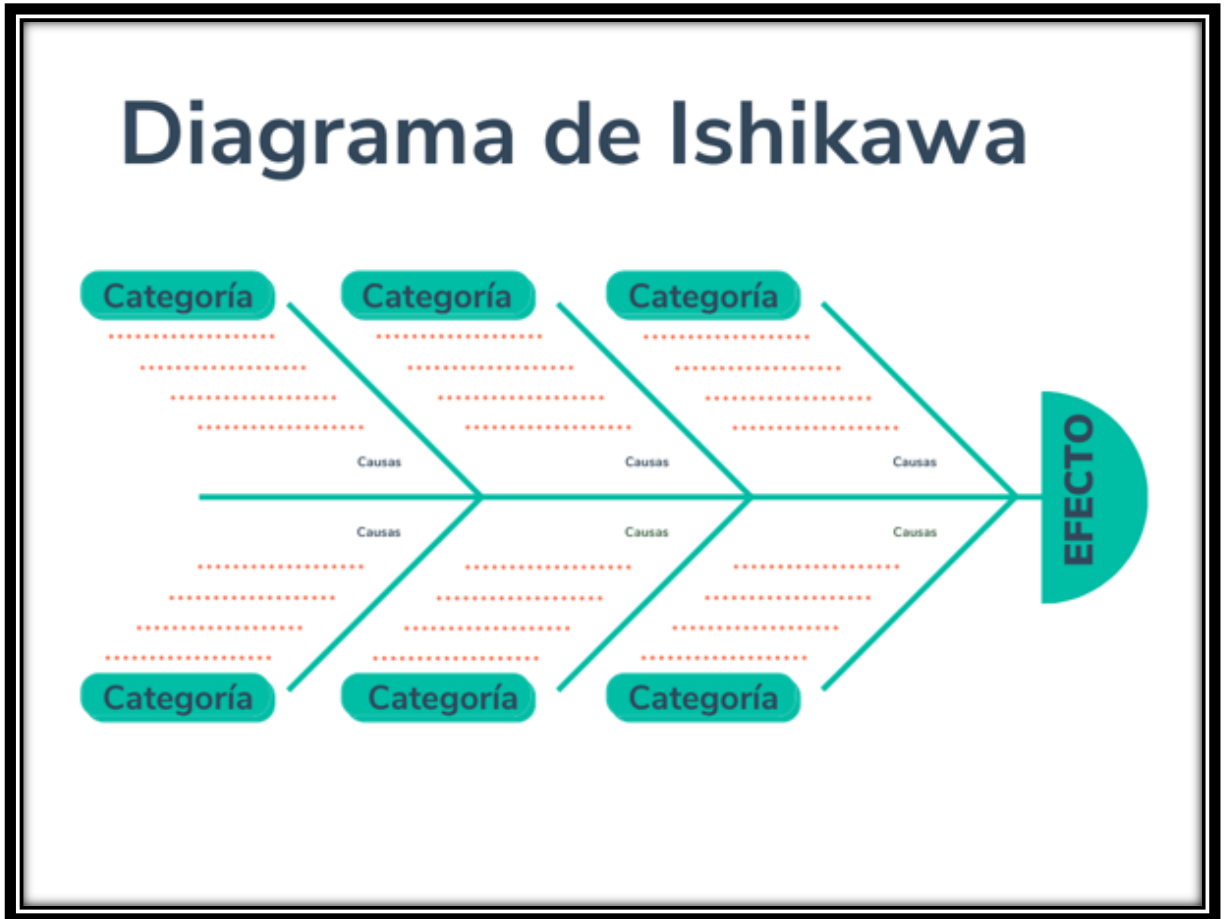
A continuación, se indican las bases teóricas que apoyan el proyecto y que permiten la identificación, análisis de los problemas y oportunidades de mejora en el proceso de laminación. Estos referentes se seleccionaron para asegurar que el desarrollo de la propuesta sea eficiente, eficaz y que el resultado encontrado sea el adecuado para el problema en la empresa Grupo Excala.

### 5.1. DIAGRAMA CAUSA-EFECTO (ISHIKAWA)

El diagrama de Ishikawa, o diagrama de pescado, es una herramienta que identifica problemas de calidad y les da solución al representar de forma gráfica los factores que involucran la ejecución de un proceso. Este esquema también conocido como diagrama de causa-efecto o de las 6 M. se basa en la premisa de que todo problema tiene una causa; de algo que está mal en un proceso. Entonces hay que identificar de dónde surgen las acciones que están conformando ese problema. Otro valor del método es su flexibilidad para adaptarse a cualquier industria, actividad, área, contexto o situación (Rodríguez, 2023).

El Diagrama de Causa y Efecto por su forma recibe el nombre de “esqueleto de pescado”, en el que la espina dorsal es el camino que conduce a la cabeza del pescado que es donde se coloca el problema que se desea analizar; las espinas o flechas que la rodean indican las causas y sub-causas que lo provocan como se muestra en la figura 6 (Gándara, 2014).

Figura 5. Estructura del diagrama de Ishikawa



*Fuente:* (Rodríguez, 2023)

### 5.1.1 Elementos del diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa recibe su nombre por su estructura como el esqueleto de un pescado. Esto no es casualidad: cada elemento representa una razón y conlleva a la resolución de los problemas expuestos. Los elementos del diagrama de pescado son:

1. **Cabeza:** Emerge de la espina central y en esta parte se representan los problemas.



2. **Espinas:** Salientes de la espina central. Pueden existir muchas o pocas espinas, dependiendo de las posibles causas que estén provocando el problema en cuestión.
3. **Espinas menores:** Las espinas grandes también incluyen espinas más pequeñas, con las que se determinan las causas menores (Rodríguez, 2023).

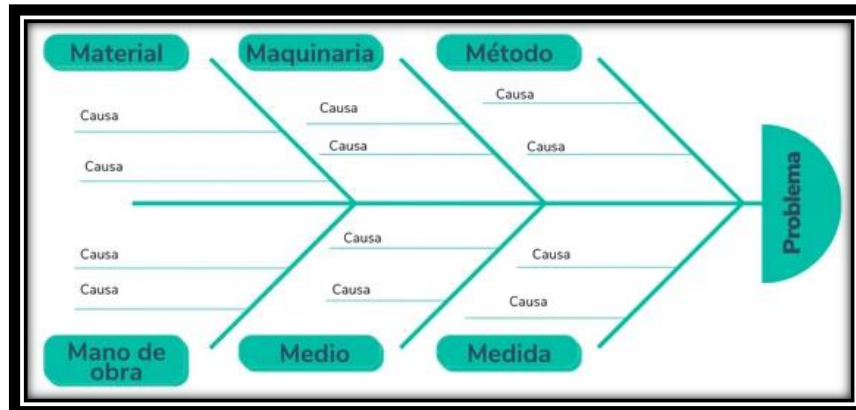
### 5.1.2. Cómo hacer un diagrama de Ishikawa

La representación visual de espina de pescado nos ayuda a ordenar fallas primarias y secundarias y cómo se van integrando hasta generar un problema. A continuación, los pasos para realizar un diagrama de Ishikawa:

1. **Escoger un problema:** las guías son los objetivos, metas e indicadores (KPI), ya que si no se logran se tiene un verdadero problema. Piensa en cuál es la situación problemática a la que se enfrenta el equipo.
2. **Pensar en términos de las 6M:** Los 6 bloques o grandes áreas donde se pueden alojar las causas de un problema son:
  - **Método:** se refiere a las acciones que llevas a cabo para ejecutar un proceso.
  - **Maquinaria:** se trata del equipo técnico o tecnológico que se requiere para ese proceso.
  - **Mano de obra:** implica al personal involucrado en ese proceso.
  - **Materiales:** cualquier accesorio, instrumento o material que se ocupa para que el proceso se realice.

- **Medición:** aquí se contempla el control para lograr el proceso.
  - **Medio ambiente:** hablamos más bien del contexto, espacio o lugar.
3. **Dibujar el pescado:** primero realizar una línea recta: esta es la columna vertebral del pescado; al extremo derecho, en lo que sería la cabeza, anota el problema (efecto). Posteriormente, dibuja unas líneas hacia arriba y otras hacia abajo (como vertientes). Justo esas líneas representan las espinas o cada una de las categorías o bloques, es decir, las 6M. Luego en cada uno de esos bloques anota las causas que se suman a la columna y generan el problema. Tal como se muestra en la figura 6.

**Figura 6.** Como dibujar un diagrama de Ishikawa



**Fuente:** (Rodríguez, 2023)

4. **Analizar los resultados y dar seguimiento:** Con lo anterior, el esquema ya está listo para realizar la investigación. Organiza reuniones de equipo entre los colaboradores o todos los involucrados en el proceso para examinar qué los obstruye, qué falta o qué sobra mediante una lluvia de ideas.

En este momento ya se cuenta con un panorama amplio y se podrá hacer un análisis más profundo, ya que cada causa se nutre de fallas menores o causas secundarias. Genera grupos que tengan que ver con cada una de ellas para hallar siempre una causa primaria. Puedes generar encuestas, entrevistas, enviar un mailing interno, preguntar a clientes o hablar con proveedores; todo es válido para que tu investigación sea más robusta.

Cuando ya has llenado tu diagrama de Ishikawa, llega la hora de determinar las acciones necesarias para corregir desde las fallas pequeñas hasta las mayores. Haz un plan, delega las funciones para que quede claro qué resuelve cada quien, qué aspectos se modifican, qué se deja de hacer o qué novedad se implementa. Después de planificar y ejecutar las acciones, es necesario que lleves un control de seguimiento y verificación; realiza una nueva junta en el tiempo establecido para revisar un cambio progresivo o el resultado total. Será momento de que vuelvas a tu diagrama de Ishikawa y, junto con tu equipo, verifiques qué se ha hecho. Una vez que el problema esté resuelto, la cabeza (efecto) habrá cambiado de ser un problema a un factor de competencia o una mejora (Rodríguez, 2023).

## **5.2. HOJA DE DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS**

De acuerdo con Martínez (2023):

Hoja de diagnóstico y análisis industrial, es un formato estructurado y sistemático, que tiene como propósito recolectar información de los procesos industriales a través de preguntas, de respuesta cerrada en la cual se define si cumple o no el criterio evaluado.

Continuando con el tema, también se indicó que:

Para simplificar la elaboración del análisis, se ha diseñado una forma conocida como hoja de análisis. Donde sea que por lo regular se use la forma, aumenta el número de sugerencias para el mejoramiento. Por supuesto que la forma no logra esto a través de sus propias místicas, sino que garantiza que no se pase por alto ninguno de los factores que deban considerarse.

El análisis escrito utilizando la hoja del análisis, tiene varias ventajas evidentes, puesto que es probable que se haga de manera más cuidadosa. El hecho de que la respuesta a cada pregunta se ponga por escrito, asegura que se tome en consideración cada uno de los factores. La información que normalmente se recolecta para preparar un análisis escrito será el reporte de las sugerencias para mejorar el trabajo o el tipo de trabajo (Martínez, 2022a).

Según Gutiérrez y De la Vara (2009), en su libro Control de la calidad y seis sigma las situaciones en las que resulta más adecuado el uso de una hoja de verificación son las siguientes:

- Describir el desempeño o los resultados de un proceso.
- Clasificar las fallas, quejas o defectos detectados, con el propósito de identificar sus magnitudes, razones, tipos de fallas, áreas de donde proceden entre otras.
- Confirmar posibles causas de problemas de calidad.
- Analizar o verificar operaciones y evaluar el efecto de los planes de mejora.

### **5.2.1. El uso de la forma de análisis**

La forma de análisis funciona como una guía para la realización sistematizada del análisis, pues dirige a la persona encargada a través de todos los factores que debe considerar y asegura que ninguno de ellos se pase por alto. El análisis en sí se lleva a cabo en la mente del analista, quien cuestiona cada uno de los puntos que van sugiriendo, reúne todos los hechos

conocidos y los combina con el conocimiento de las alternativas para llegar así a las sugerencias. Las características y amplitud de estas últimas dependen del conocimiento que tenga el analista respecto a lo que sucede en el área de nuevos materiales, herramientas y técnicas de manufactura. Sin embargo, el procedimiento sistemático esquematizado en la forma de análisis ayuda a lograr los mejores resultados. Conforme se realiza el análisis, todos los hechos e ideas de mejora se registran en el momento en que surgen. La forma debe incluir suficientes detalles como para formar un registro de las condiciones prevalecientes en el momento del análisis, así como para surgir todas las mejoras que vengan a la mente. Las descripciones deben anotarse de manera clara y concisa. El encabezado de la forma de análisis incluye un espacio para anotar toda la información necesaria para identificar el trabajo o el tipo de trabajo (Martínez, 2022b).

### 5.3. MÉTODO 7M

Es el más común y consiste en agrupar las causas potenciales en seis ramas principales (6M): métodos de trabajo, mano o mente de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente, estos seis elementos definen, de manera global, todo proceso, y cada uno aporta parte de la variabilidad del producto final, por lo que es natural esperar que las causas de un problema estén relacionadas con alguna de las 6M (Méndez, 2019).

- **Mano de obra:** conocimiento, habilidades y las diferentes capacidades de los colaboradores.
- **Métodos de trabajo:** estandarización de los procesos
- **Materiales:** se cuenta con buenos proveedores, que los materiales cumplan con los requerimientos necesarios.
- **Maquinaria:** se tiene maquinas en buen estado, se cuenta con un plan de mantenimiento preventivo.

- **Medición:** se le hacen las mediciones y las inspecciones necesarias a cada producto.
- **Medio ambiente:** en ocasiones la temperatura influye demasiado en el proceso que estamos realizando (pintura).
- **Management:** es la coordinación de todos los elementos precedentes, con el propósito de poder obtener el producto o servicio en forma eficiente, y logrando la satisfacción del cliente interno o externo (Suárez, 2008).

## 5.4 ENCUESTAS

De acuerdo con Pereira y Orellana (2015) “La encuesta es una técnica de recogida de datos mediante la aplicación de un cuestionario a una muestra de individuos. A través de ellas se pueden conocer las opiniones, las actitudes y los comportamientos de un grupo humano”.

Con la encuesta se trata de obtener, de manera sistemática y ordenada, información sobre las variables que intervienen en una investigación, y esto sobre una población o muestra determinada. Esta información hace referencia a lo que las personas son, hacen, piensan, opinan, sienten, esperan, desean, quieren u odian, aprueban o desaprueban, o los motivos de sus actos, opiniones y actitudes (Casas et al., 2003).

### 5.4.1 ¿Cómo se elabora una encuesta?

Para elaborar una encuesta, es recomendable seguir los siguientes pasos:

- **Definir los objetivos de la encuesta.** Antes que nada, debes saber qué deseas averiguar con la encuesta, o sea, qué tipo de información vas a buscar y con qué fines. Sólo teniendo esto claro podrás diseñar la metodología correcta para los resultados que buscas.

- **Definir y delimitar la población a encuestar.** Ahora que sabes qué cosa buscas, es el momento de pensar a quiénes corresponde preguntarle al respecto. Tu población a encuestar debe ser la apropiada para que las respuestas tengan sentido, y, además, de ello dependerá la validez de tus conclusiones. Piénsalo así: si le preguntas solamente a tus amigos si eres un buen tipo, lo más probable es que la encuesta confirme que sí lo eres, pues si opinaran que no, ¿serían tus amigos?
- **Diseñar las preguntas de la encuesta.** Del cruce de los dos puntos anteriores se desprende este tercero: si sabemos lo que queremos averiguar, y sabemos a quién vamos a preguntárselo, sólo resta saber cómo podemos preguntárselo. Existen diferentes técnicas y modelos para ello, pero en general conviene siempre ir de lo más general a lo más específico, a través de un conjunto ordenado y jerarquizado de preguntas breves, de modo que el encuestado no pierda el entusiasmo en responder. Deberás cuidar también la estética y la apariencia de tu encuesta, y verificar que tus preguntas no contengan ya las respuestas que buscas, que no induzcan a cierta forma de pensar y que sean respetuosas y fáciles de entender.
- **Aplicar la encuesta.** Es la hora de la prueba de fuego: tu encuesta debe ir a su público objetivo y recolectar la información deseada. Para ello deberás coordinar a tu equipo y llevar el trabajo a cabo de un modo metódico y organizado, que influya lo menos posible en el modo en que los encuestados respondan. Si buscas respuestas explicativas y profundas, es poco conveniente que tu encuesta sea telefónica, por ejemplo.

- **Analizar los datos obtenidos.** La encuesta no sería nada sin la interpretación de sus datos obtenidos, expresados en porcentajes estadísticos o de cualquier otra forma. Si todo ha ido bien, deberás tener una muestra que te permita llegar a algún tipo de conclusión, incluso si esa conclusión es que la encuesta no ha conseguido determinar lo que buscabas. En ese caso, deberás volver al inicio de estos pasos y rediseñar tu encuesta, atendiendo a los errores de tu primer intento (Equipo editorial, 2021).

## 5.5 HERRAMIENTA DE MEJORA 5S

De acuerdo con Villaseñor y Galindo (2007) “Las cinco S se refiere a cinco palabras en japonés que describen una metodología útil en el lugar de trabajo, conducen a tener una mayor eficiencia en el trabajo basándose en el control visual y la producción Lean”.

Las 5S es en sí, un pensamiento eficiente (Lean Thinking) muy potente que desarrolla en el personal su capacidad de “observar”, “detectar oportunidades de mejora” y “proponer ideas y soluciones” para incrementar el orden, la disciplina y la limpieza mediante el uso del “autocontrol” sobre su puesto de trabajo y las zonas bajo su responsabilidad. En las plantas industriales y de servicios existen muchos lugares y zonas que se desorganizan fácilmente si los trabajadores no cuentan con una cultura de eficiencia y excelencia, así como protocolos de orden, autocontrol y limpieza; todo esto y más es el alcance de Las 5S (Tosta et al., 2021).



## 5.5.1 Las 5 etapas de la metodología 5S

### **Primer paso o primera S: Eliminar (Seiri)**

La primera de las 5'S significa clasificar y eliminar del área del trabajo todos los elementos innecesarios para la tarea que se realiza. Por lo tanto, consiste en separar lo que se necesita de lo que no se necesita, y controlar el flujo de cosas para evitar estorbos y elementos inútiles que originan despilfarros.

Al clasificar se preparan los lugares de trabajo para que estos sean más seguros y productivos. El primer y más directo impacto está relacionado con la seguridad. Ante la presencia de elementos innecesarios, el ambiente de trabajo es tenso, impide la visión completa de las áreas de trabajo, dificulta observar el funcionamiento de los equipos y máquinas, y las salidas de emergencia quedan obstaculizadas haciendo que el área de trabajo sea más insegura.

### **Segundo paso o segunda S: Ordenar (Seiton).**

Consiste en organizar los elementos clasificados como necesarios, de manera que se puedan encontrar con facilidad. Para esto se ha de definir el lugar de ubicación de estos elementos necesarios e identificarlos para facilitar la búsqueda y el retorno a su posición. La actitud que más se opone a lo que representa Seiton, es la de “ya lo ordenaré mañana”, que acostumbra a convertirse en “dejar cualquier cosa en cualquier sitio”.

### **Tercer paso o tercera S: Limpieza e Inspección (Seiso).**

Seiso significa limpiar, inspeccionar el entorno e identificar el defecto y eliminarlo. En otras palabras, Seiso da una idea de anticipación para prevenir defectos. La aplicación del Seiso comporta:

- Integrar la limpieza como parte del trabajo diario.
- Asumir la limpieza como una tarea de inspección necesaria.

- Centrarse tanto o más en la eliminación de las causas de la suciedad que en las de sus consecuencias.

#### **Cuarto paso o cuarta S: Estandarización (Seiketsu).**

Seiketsu es la metodología que permite consolidar las metas alcanzadas aplicando las tres primeras “S”, porque sistematizar lo hecho en los tres pasos anteriores es básico para asegurar unos efectos perdurables. Estandarizar supone seguir un método para aplicar un procedimiento o una tarea de manera que la organización y el orden sean factores fundamentales. Para generar esta cultura se pueden utilizar diferentes herramientas, una de ellas es la localización de fotografías del sitio de trabajo en condiciones óptimas, para que pueda ser visto por todos los empleados y así recordarles que ese es el estado en el que debería permanecer, otra es el desarrollo de unas normas en las cuales se especifique lo que debe hacer cada empleado con respecto a su área de trabajo.

#### **Quinto paso o quinta S: Disciplina (Shitsuke).**

Shitsuke se puede traducir como disciplina o normalización, y tiene por objetivo convertir en hábito la utilización de los métodos estandarizados y aceptar la aplicación normalizada. Uno de los elementos básicos, ligados a Shitsuke, es el desarrollo de una cultura de autocontrol. El que los miembros de la organización apliquen la autodisciplina, para hacer perdurable el proyecto de las 5'S, es la fase más fácil y difícil a la vez; la más fácil porque consiste en aplicar regularmente las normas establecidas y mantener el estado de las cosas, y la más difícil porque su aplicación depende del grado de asunción del espíritu de las 5'S a lo largo del proyecto de implantación (Rajadell y Sánchez, 2010).

### 5.5.2 Etapas en la implantación de la metodología 5S

El Método Las 5S también se le conoce por “Un Sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio” es el “lema” que recoge el sentido de este método de excelencia operativa. Lo que explica Las 5S es que la eficiencia de un proceso o una tarea comienza por el orden y la limpieza. Me gusta sugerir que el método de Las 5S deberíamos definirlo como: “Orden, Autocontrol y Disciplina”.

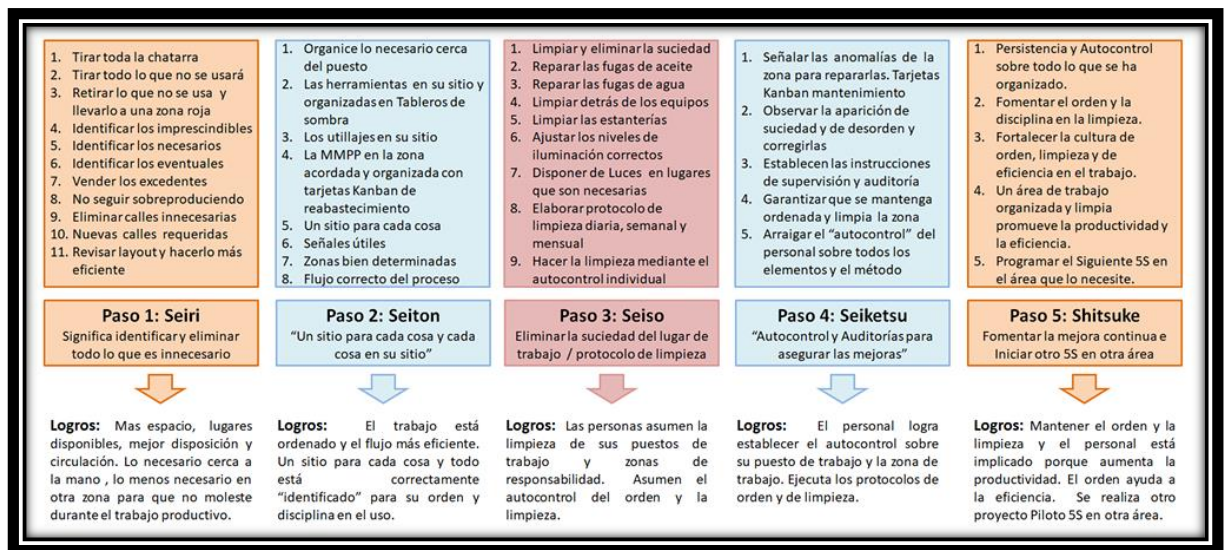
El método de Las 5S se ejecuta en 5 Pasos y cada paso tiene un nombre en idioma japonés que comienza por la letra “S”. La forma de decidir ejecutar un Proyecto 5S es jerarquizar las zonas que más desorden o ineficiencia tienen para organizarlas y aumentar su productividad, orden y limpieza. Los preparativos son simples comenzando por constituir un equipo de personas de dos o tres que van a formarse y ejecutar el proyecto. Los pasos iniciales son:

1. Formación del equipo en el método Las 5S. Esta formación la imparte un promotor experto en Las 5S quien es el mentor del personal que enseñará cómo se aplica el método.
2. Tomar varias fotos de la zona o lugar que se va a mejorar. Las fotos iniciales permiten no olvidar cómo estaba el lugar: el desorden, la suciedad, las obstrucciones, el material sin identificación, herramientas desorganizadas, pasillos y calles ineficientes, lugares sin luz, entre otros desperdicios.
3. Ejecutar el método paso a paso, uno detrás del otro, de forma secuencial y llevar un control del avance del proyecto en la hoja o líneas de acción del Proyecto Las 5S.

4. Finalmente, al concluir el proyecto, tomar fotos de cómo quedó el lugar para comparar con las fotos iniciales y ver las mejoras de forma visual. Estas fotos antes y después se colocan en un tablero de Proyectos 5S para crear una historia y conciencia de los proyectos ejecutados y sus resultados.

5. Mantener los protocolos de orden, autocontrol y limpieza para asegurar la eficiencia y productividad y evitar que se desorganice, mediante las “Auditorías 5S” (Tosta et al., 2021).

**Figura 7.** Resumen de las etapas de 5S



**Fuente:** Tosta et al., 2021

## 5.6 LA ENTREVISTA

Una entrevista es una reunión fijada de antemano entre dos personas, en la cual ocurre un intercambio de información. A diferencia del diálogo o la simple conversación, la entrevista persigue un propósito determinado, que puede apuntar a la evaluación, la divulgación o el diagnóstico del entrevistado.

El éxito de la entrevista tiene que ver con la previa definición de sus objetivos, así como la habilidad del entrevistador para conducir el intercambio hacia los escenarios que resulten de su interés (Equipo editorial, 2023).

### 5.6.1 Características de una entrevista

Toda entrevista presenta las siguientes características:

- **Tiene un objetivo definido.** Toda entrevista tiene un propósito. La entrevista periodística pretende abordar algún tema de relevancia para la opinión pública, mientras que la clínica tiene como finalidad el diagnóstico de un paciente.
- **Se enfoca en un tema.** Se prepara la entrevista en función de un tema o asunto que se quiera abordar con el entrevistado. El tema de una entrevista laboral puede ser el potencial desempeño de un candidato en determinado puesto, mientras que el de la entrevista a una personalidad del mundo del espectáculo puede girar en torno a su trayectoria o a su último trabajo. Es responsabilidad del entrevistador mantener la entrevista acotada al tema.
- **Requiere una investigación previa.** El entrevistador deberá hacer una investigación previa respecto al tema a tratar, con el fin de garantizar que la entrevista fluya, sea dinámica y abarque todos los aspectos de interés.
- **Se compone de preguntas y respuestas.** El material final de una entrevista son las preguntas (abiertas o cerradas) y las respuestas del entrevistador. La naturaleza de unas y otras se corresponde al tipo de

entrevista que se ha preparado, que puede ser estructurada, semiestructurada o libre.

- **Quien hace las preguntas es el entrevistador.** El rol del entrevistador es conducir la conversación hacia las zonas de interés a partir de la elección de las preguntas.
- **Quien responde es el entrevistado.** El papel del entrevistado pasa por someterse a lo planificado por el entrevistador. Su participación suele ser improvisada, espontánea, y, en ese sentido, pretendidamente genuina, lo que otorga mayor veracidad o legitimidad a la entrevista.
- **Se produce en un medio.** Las entrevistas se pueden realizar cara a cara, por vía telefónica o a través de medios digitales, como videollamadas, correo electrónico, incluso mensajes de voz. La elección del medio adecuado garantiza el éxito de la entrevista.
- **Tiene un registro.** Para registrar la entrevista hay que valerse de algún medio de registro. Esto va desde una libreta de apuntes hasta un dispositivo tecnológico, como aparatos de grabación de voz o video, o una cámara fotográfica (Equipo editorial, 2023).

### 5.6.2 Partes de una entrevista

Una entrevista se compone de ciertas partes o momentos, que suelen ser:

- **Preparación.** Supone el proceso de investigación y documentación previo a la entrevista. Permite al entrevistador definir el objetivo, tema, tipo de estructura y preguntas que serán formuladas en la entrevista.

- **Presentación.** Marca el inicio de la entrevista. Es una formalidad por medio de la cual se presentan tanto el entrevistado como el entrevistador. También se puede indicar cuál es el objetivo de la entrevista y el tema que se va a abordar.
- **Desarrollo.** Es el cuerpo como tal de la entrevista, compuesto de preguntas y respuestas.
- **Cierre.** Es el momento en que se da por finalizada la entrevista. Se puede hacer un resumen de lo dicho. Suele anunciarse algunas preguntas antes. El entrevistador puede decir, por ejemplo, “Antes de terminar, una última pregunta” (Equipo editorial, 2023).

### 5.6.3 Tipos de entrevista

La clasificación más usual de las entrevistas de acuerdo con su planeación corresponde a tres tipos:

- **Entrevistas estructuradas o enfocadas:** las preguntas se fijan de antemano, con un determinado orden y contiene un conjunto de categorías u opciones para que el sujeto elija. Se aplica en forma rígida a todos los sujetos del estudio. Tiene la ventaja de la sistematización, la cual facilita la clasificación y análisis, asimismo, presenta una alta objetividad y confiabilidad. Su desventaja es la falta de flexibilidad que conlleva la falta de adaptación al sujeto que se entrevista y una menor profundidad en el análisis.
- **Entrevistas semiestructuradas:** presentan un grado mayor de flexibilidad que las estructuradas, debido a que parten de preguntas planeadas, que pueden ajustarse a los entrevistados. Su ventaja es la

posibilidad de adaptarse a los sujetos con enormes posibilidades para motivar al interlocutor, aclarar términos, identificar ambigüedades y reducir formalismos.

- Entrevistas no estructuradas: son más informales, más flexibles y se planean de manera tal, que pueden adaptarse a los sujetos y a las condiciones. Los sujetos tienen la libertad de ir más allá de las preguntas y pueden desviarse del plan original. Su desventaja es que puede presentar lagunas de la información necesaria en la investigación.

Se argumenta que la entrevista es más eficaz que el cuestionario porque obtiene información más completa y profunda, además presenta la posibilidad de aclarar dudas durante el proceso, asegurando respuestas más útiles (Bravo et al., 2013).

## **5.7 MATRIZ DE PRIORIZACIÓN**

La matriz de priorización es una herramienta que permite comparar y seleccionar entre ciertos problemas o soluciones las prioridades para tomar una decisión.

Lo más importante de esta matriz es que ayuda a seleccionar una opción considerando una lista de alternativas basadas en ciertos criterios. Un criterio es un parámetro que se toma de referencia para evaluar las prioridades y sobre esto poder tomar una decisión consensuada. También facilita la mejor asignación de los recursos escasos que se poseen, para que sean usados según las prioridades que se presentan.



Además, esta herramienta también es conocida como Diagrama de Priorización. Es usada especialmente en el campo de la calidad. Resulta muy útil para elegir una alternativa entre varias posibilidades (Quiroa, 2021).

### 5.7.1 Pasos para crear una matriz de priorización

Para crear una matriz de priorización se siguen los siguientes pasos:

- **Identificación de los elementos:** enumera todos los elementos o acciones que deseas evaluar o priorizar. Estos pueden ser tareas, proyectos, problemas, ideas u otros elementos relevantes.
- **Definición de criterios:** establece los criterios de evaluación que utilizarás para asignar puntuaciones a los elementos. Estos criterios pueden ser específicos para cada caso, pero generalmente incluyen la importancia y la viabilidad. Puedes usar una escala numérica o palabras clave para asignar valores a cada criterio.
- **Asignación de puntuaciones:** evalúa cada elemento en función de los criterios establecidos y asigna una puntuación a cada uno. Puedes hacerlo de manera individual o en grupo, utilizando discusiones y consensos. Asegúrate de tener en cuenta información relevante y datos objetivos en el proceso de evaluación.
- **Creación de la matriz:** dibuja una cuadrícula con el eje horizontal representando la importancia y el eje vertical representando la viabilidad. Etiqueta los ejes con las puntuaciones o categorías correspondientes. Coloca cada elemento evaluado en la matriz de acuerdo con las puntuaciones asignadas.

- **Análisis y toma de decisiones:** analiza los resultados de la matriz de priorización y determina qué elementos tienen una mayor importancia y prioridad en función de su posición en la matriz. Utiliza esta información para tomar decisiones fundamentadas y asignar recursos de manera adecuada (Project Management Institute, 2017).

## 6. METODOLOGÍA

### 6.1 ENFOQUE METODOLÓGICO

Esta investigación va a tener un enfoque mixto ya que así se aborda el problema profundamente como se explica a continuación:

La investigación mixta es una metodología de investigación que consiste en recopilar, analizar e integrar tanto investigación cuantitativa como cualitativa. Este enfoque se utiliza cuando se requiere una mejor comprensión del problema de investigación, y que no se podría dar cada uno de estos métodos por separado (Ortega, s.f.).

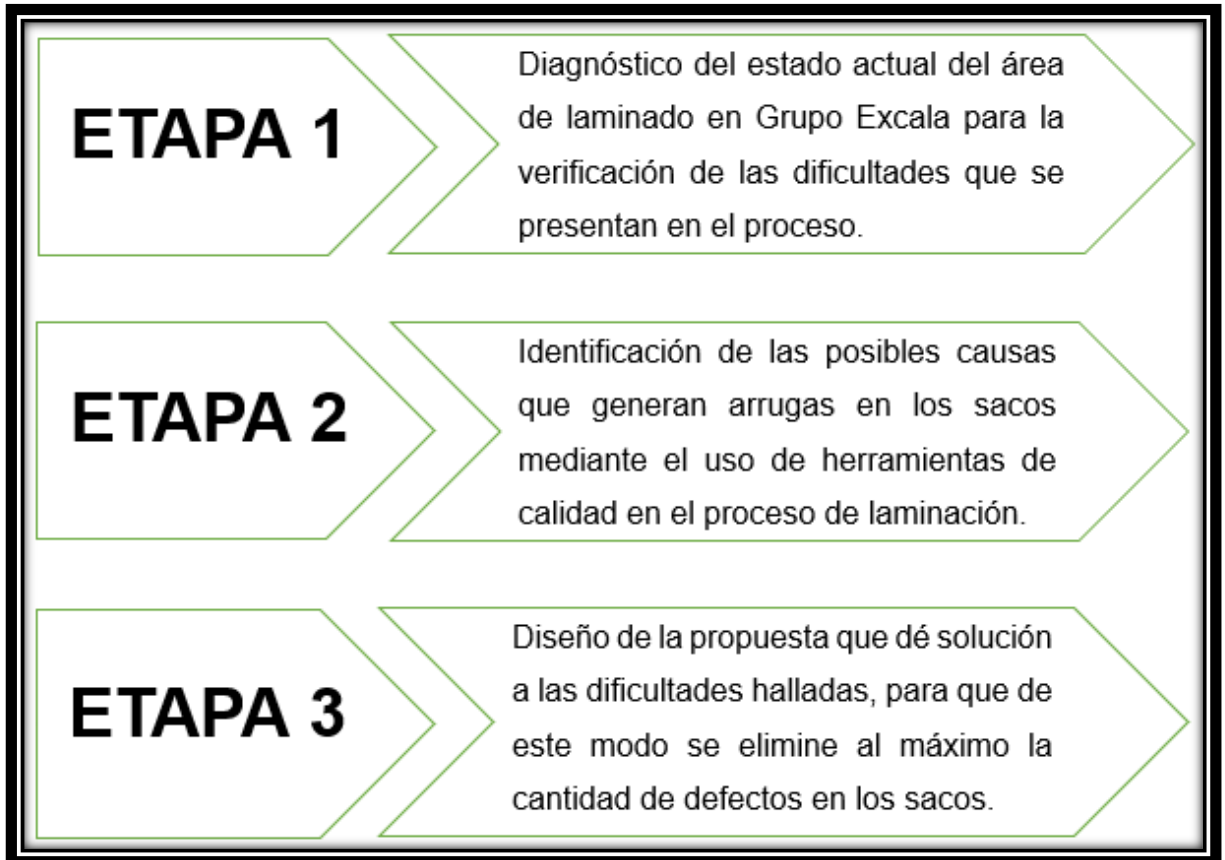
Por lo tanto, por medio de este enfoque se van a combinar diferentes modelos y herramientas para la recolección de datos y así abordar de manera más efectiva la problemática del proceso de laminación en la empresa Grupo Excala. Por lo que se pretende que al implementar este enfoque se puedan experimentar las teorías propuestas y obtener una visión más completa y precisa de la situación que se está abordando.

Además, en este proyecto se utilizará el modelo de análisis directo para recopilar información puntual del proceso, con encuestas al personal y una entrevista al jefe de producción de la empresa para tener una investigación más precisa y completa, también se va a basar en el método descriptivo para detallar las características, propiedades y otros fenómenos que formen parte del proceso en cuestión.

Por lo tanto, para un desarrollo metodológico óptimo se van a abordar tres etapas que permiten de manera organizada y estructurada lograr las metas de los objetivos específicos para obtener los resultados esperados en la propuesta de mejora.

En la figura 8 se exponen las etapas que se van a desarrollar en este proyecto de investigación.

**Figura 8.** Etapas del proyecto



*Fuente: Propia*

## 6.2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

A continuación, se describen las etapas que se abordarán en el proyecto y las respectivas actividades que se aplicarán, con el fin de lograr los objetivos definidos. También, se anexa en la tabla 3 las fuentes de información y técnicas o instrumentos utilizadas en esta investigación.

**Tabla 3.** Fuentes de información y técnicas o instrumentos

FUENTES DE INFORMACIÓN	TÉCNICAS O INSTRUMENTOS
<p><b>Fuente Primaria:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Observación directa durante visitas a la empresa.</li> <li>• Entrevista al supervisor del proceso de laminación.</li> <li>• Encuestas a colaboradores involucrados en el proceso de laminación de la empresa: un analista de calidad, un operario, dos mecánicos y un inspector de calidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observación de los procesos.</li> <li>• Hoja de Diagnóstico - Encuesta.</li> <li>• Diagrama de Ishikawa.</li> <li>• Entrevista.</li> <li>• Método 7M.</li> <li>• Herramienta de mejora 5S.</li> <li>• Matriz de priorización.</li> </ul>
<p><b>Fuente Secundaria:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Indagación en bases de datos de la empresa.</li> <li>• Investigación de los referentes teóricos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bases de datos de la empresa.</li> <li>• Artículos de revistas científicas.</li> <li>• Repositorios.</li> <li>• Sitios web.</li> <li>• Informes de investigación.</li> <li>• Libros.</li> </ul>

*Fuente: Propia*

### 6.2.1 Etapa 1

Con el fin de lograr el primer objetivo específico que es el de “Diagnosticar el estado actual del área de laminado en Grupo Excala para la verificación de las dificultades que se presentan en el proceso”, se van a aplicar las siguientes actividades:

**Actividad 1.** Diseñar formato(s).

**Actividad 2.** Visitar la empresa.

**Actividad 3.** Aplicación del instrumento(s).

### **6.2.2 Etapa 2**

Con el fin de lograr el segundo objetivo específico el cual es “Identificar las posibles causas que generan arrugas en los sacos mediante el uso de herramientas de calidad en el proceso de laminación”, se va a realizar las siguientes actividades.

**Actividad 1.** Tabular la información.

**Actividad 2.** Análisis de la información diagnosticada en la actividad anterior.

### **6.2.3 Etapa 3**

Con el fin de lograr el tercer objetivo específico el cual es “Diseñar la propuesta que dé solución a las dificultades halladas, para que de este modo se elimine al máximo la cantidad de defectos en los sacos”, se desarrollará la siguiente actividad:

**Actividad 1.** Elaboración de la propuesta de mejora para la reducción de reprocesos.

## 7. RESULTADOS

Con base en el diagnóstico y análisis realizado en la empresa Grupo Excala se logró identificar una oportunidad de mejora en el proceso de PP con el objetivo de disminuir los defectos de sacos con arrugas en el área de laminado. Propuesta con la cual se pretende proporcionar acciones de mejora que posibilite el aumento de la calidad de los productos, disminución de desperdicios, reducción de costos, cumplimiento en los plazos de entrega al cliente, prevención de reprocesos e incremento de la productividad.

A continuación, se detallarán las actividades especificando las metodologías y/o herramientas que se llevaron a cabo para cumplir con cada una de las etapas.

### 7.1 ETAPA 1

Diagnóstico del estado actual del área de laminado en Grupo Excala para la verificación de las dificultades que se presentan en el proceso.

**Actividad 1.** Diseñar formatos.

En primera instancia antes de realizar las visitas a la empresa se diseñaron los diferentes formatos que se van a utilizar para documentar todo lo observado y lo manifestado por los colaboradores de Grupo Excala. Dichos formatos se indican a continuación:

- **Formato Hoja de diagnóstico y análisis de condiciones industriales en Grupo Excala** (figura 9), este documento es utilizado para encuestar al personal de la empresa y conocer su percepción en cuanto al proceso de laminación en lo relacionado con las 7M (Materiales, Maquinaria, Mano de

obra, Método de trabajo, Medio ambiente, Medición y Mantenimiento) con el objetivo de obtener información relevante.



**Figura 9. Formato hoja de diagnóstico y análisis de condiciones industriales**

HOJA DE DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS DE CONDICIONES INDUSTRIALES EN GRUPO EXCALA				
Operación: PROCESO DE PP - ZONA DE LAMINADO		Analista:		
Departamento: PRODUCCIÓN		Colaborador:		Fecha:
Preguntas	SI	NO	Observaciones	% NO
<b>1. MATERIALES</b>				
1. ¿Los materiales cumplen con las especificaciones técnicas?				0%
2. ¿Los materiales utilizados son de buena calidad?				
3. ¿Los materiales cuentan con un correcto almacenamiento?				
4. ¿Se cuenta con tablas que indiquen cantidad de material a proveer por el operario?				
<b>2. MAQUINARIA / EQUIPOS</b>				
1. ¿Las máquinas/equipos se encuentran en condiciones óptimas de trabajo?				0%
2. ¿Las máquinas cuentan con un instructivo de operación?				
3. ¿Las máquinas se encuentran limpias y a punto para realizar la operación?				
4. ¿La laminadora cuenta con sistemas de regulación o corrección de parámetros según la tela?				
<b>3. MANO DE OBRA</b>				
1. ¿El operario cuenta con la capacitación necesaria?				0%
2. ¿La mano de obra debe ser calificada?				
3. ¿El operario conoce a que velocidad se trabaja la máquina dependiendo de la tela?				
4. ¿El operario cuenta con los EPP necesarios?				
<b>4. METODO DE TRABAJO</b>				
1. ¿Está establecido un método de trabajo para la operación?				0%
2. ¿Se tiene un flujograma o paso a paso para realizar la operación?				
3. ¿El operario cuenta con capacitación para realizar el correcto método de trabajo?				
4. ¿El proceso es automatizado?				
<b>5. MEDIO AMBIENTE</b>				
1. ¿Se cuenta con buena iluminación?				0%
2. ¿Se cuenta con temperaturas óptimas de trabajo?				
3. ¿Se cuenta con zonas demarcadas?				
4. ¿El área de trabajo esta despejada para el flujo normal del operario y la materia prima?				
<b>6. MEDICION</b>				
1. ¿Se realizan procesos de inspección de la tela?				0%
2. ¿Se cuentan con indicadores que permitan conocer variaciones en el proceso?				
3. ¿Hay mediciones de eficiencia y productividad en el proceso?				
4. ¿Se toman muestras periódicamente de la tela?				
<b>7. MANTENIMIENTO</b>				
1. ¿Se cuenta con plan de mantenimiento preventivo?				0%
2. ¿Se cuenta con un técnico especializado en el proceso?				
3. ¿Se cuenta con un equipo técnico de mantenimiento correctivo calificado?				
4. ¿Se realizan capacitaciones al personal técnico?				

0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
1	2	3	4	5	6	7	



1. MATERIALES	0%
2. MAQUINARIA / EQUIPOS	0%
3. MANO DE OBRA	0%
4. METODO DE TRABAJO	0%
5. MEDIO AMBIENTE	0%
6. MEDICION	0%
7. MANTENIMIENTO	0%
<b>PROMEDIO GENERAL NO CUMPLIMIENTO</b>	<b>0%</b>

Los ítem de mayor % son los mas críticos, los que hay que atacar con prioridad y de forma inmediata.

**Fuente: Propia**

En la figura 9 se observa el formato hoja de diagnóstico y análisis de condiciones industriales en Grupo Excala, el cual está compuesto por una serie de preguntas que fueron ideadas como una manera de valorar y documentar el estado actual del proceso de PP en la zona de laminado. Se debe tomar en consideración que las diferentes preguntas que se plantean dependen del problema o necesidad a tratar y no existe un número exacto de interrogantes. Las preguntas son de tipo cerradas con opción de única respuesta Si/No, es decir, “SI” cuando cumple y “NO” cuando no se cumple con la condición planteada en el interrogante.

Siguiendo con lo anterior, con la finalidad de contabilizar y diferenciar automáticamente las respuestas, el colaborador encuestado debe marcar con una “X” la casilla correspondiente Si/No según su percepción, conocimiento y/o experiencia en el proceso; las respuestas marcadas en “NO” se verán reflejas en porcentaje en la última columna del formato “% No” al igual que en color rojo en el gráfico circular ubicado en la parte inferior del mismo, también en el mismo gráfico las respuestas marcadas en “SI” se verán en porcentaje pero en color verde.

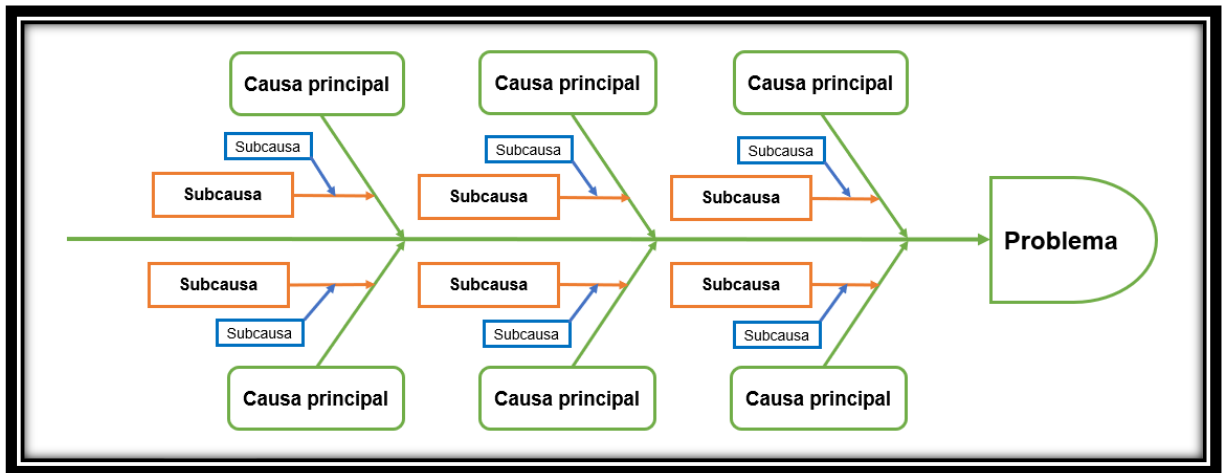
Adicional, se cuenta con una columna de “Observaciones” donde se puede dar una breve descripción en caso de que se desee justificar la respuesta dada, preferiblemente en las respuestas negativas. Este espacio resulta muy útil, ya que allí se puede obtener información adicional muy valiosa para identificar más detalladamente los inconvenientes presentados, también se puede apreciar en la parte baja de la hoja, un texto en rojo donde dice “Promedio general no cumplimiento” allí se ve reflejada la sumatoria en porcentaje de las respuestas negativas dadas en las casillas de las 7Ms.

- **Plantilla del diagrama de Ishikawa**, se utiliza con el propósito de realizar un análisis basado en la información recolectada anteriormente en las demás herramientas, en esta se plasman de forma gráfica las causas identificadas

que se involucran en la generación de arrugas en los sacos en el proceso de laminación del Grupo Excala.

Posteriormente, en la figura 10 se encuentra el modelo de la plantilla del diagrama de Ishikawa diseñado para este proyecto.

**Figura 10.** Plantilla diagrama de Ishikawa



*Fuente: Propia*

En la anterior figura (10), se puede ver el esquema del diagrama de Ishikawa en el cual se debe identificar el problema, en este caso utilizando el método de las 7Ms para poder iniciar su construcción ya que éste es la cabeza de la espina de pescado el cual se pone centrado en un extremo de la figura, posteriormente se dibuja la vértebra que es una línea recta ubicada en el centro de la cabeza hacia atrás de donde luego se desprenderán las espinas que son las posibles causas de la causa principal del problema. Siempre teniendo en cuenta que no hay una cantidad definida de causas y subcausas que deban ser incluidas en un diagrama de Ishikawa, pues estas pueden variar de acuerdo con la complejidad del problema en específico que se esté analizando.

**Actividad 2.** Visitar la empresa.

Se realiza una serie de visitas a las instalaciones de la empresa Grupo Excala para hacer observaciones detalladas del área de producción enfocadas más exactamente en la zona de laminación del proceso de PP.

Esta compañía se encuentra ubicada en la Carrera 42 # 86 - 25 Autopista Sur en Itagüí/Antioquia, Colombia. En la siguiente figura (11) se puede ver la fachada de dicha empresa.

**Figura 11.** Fachada Grupo Excala



**Fuente:** Propia

En la figura 11 se puede visualizar la actual infraestructura de la fachada de la empresa, y en la cual se aprecia el bloque administrativo y gerencial del Grupo Excala, la compañía cuenta con 3 puertas de acceso y en la imagen se ve la portería principal que queda al lado de la avenida regional sentido norte-sur.

Una vez dentro de la empresa se encuentran las plantas de fique y polipropileno. A continuación, en la figura 12 se puede observar el exterior de la planta de PP.

**Figura 12.** Planta de polipropileno



**Fuente:** Propia

En la anterior figura (12), se visualiza la planta de polipropileno. A mano derecha está ubicado el módulo de cartónplás y mallas. A mano izquierda el módulo de telares circulares y extrusión. Al fondo está ubicado el pasillo de almacenamiento



de rollos y materias primas el cual a su vez tiene acceso a los módulos de terminación, flexografía y laminado.

Ahora, en las siguientes figuras (13, 14 y 15) se podrá observar el interior de la empresa, centrados en lo concerniente a la producción y más específicamente en el proceso de PP.

En las figuras 13,14 y 15 se visualiza la máquina laminadora 1, ubicada en el módulo A y en el cual la condición de temperatura es elevada aún en las horas de la noche lo cual genera estrés operacional.

**Figura 13.** Área de operación



**Fuente:** Propia

En la figura 13 se puede ver el área del proceso de PP en la zona de operación de laminación, la cual cuenta con buena iluminación y se encuentra despejada, es decir, sin materia prima, instrumentos o desperdicios mal ubicados en esta zona que obstaculicen el paso de los operarios y demás personal, también se observa que está correctamente demarcada, aunque hay partes que ya se evidencia el desgaste de la pintura.

**Figura 14.** Área de la tolva



**Fuente:** Propia

La anterior figura (14), en el recuadro rojo se muestra el área de la tolva donde se agrega la materia prima, allí se puede observar que no se encuentra demarcada y está totalmente obstruida por el material a utilizar, lo cual entorpece la operación y podría generar incidentes que disminuyen la eficiencia del proceso.

**Figura 15.** Sobre-almacenamiento de tela en zona de laminación



***Fuente:*** Propia

En la figura 15 se evidencia un sobre almacenamiento de tela para laminar, esto retrasa al operario en el momento de buscar la referencia que sigue en la programación por el poco espacio que hay para desplazarse, adicional por el desorden en dicho almacenamiento ya que tampoco están separados por referencias y toca buscar rollo por rollo.

A continuación, y siguiendo con el recorrido por la zona de laminación en el proceso de PP, en las figuras 16,17,18 y 19 se visualiza la máquina laminadora 2 y todo su entorno.



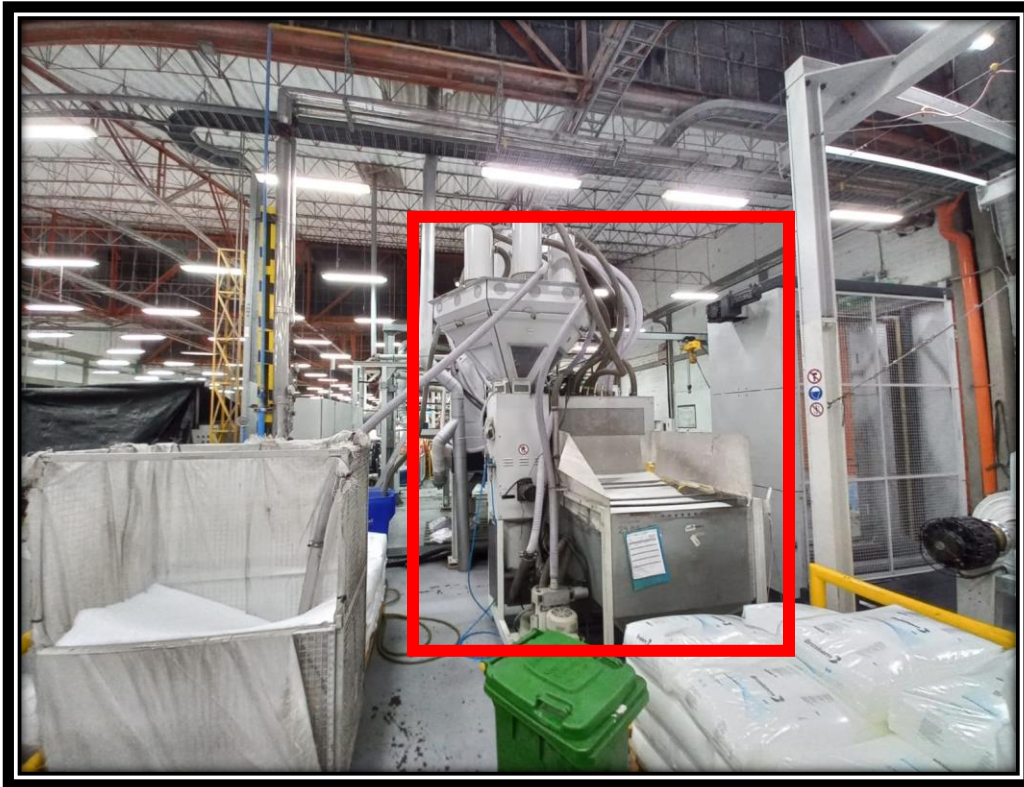
**Figura 16.** Máquina laminadora 2



***Fuente:*** Propia

En la figura 16, se observa la máquina laminadora 2, la cual cuenta con una iluminación adecuada y el área de operación despejada, lo que permite una buena visión y una circulación sin inconvenientes para los colaboradores que operan en esta zona en lo referente al espacio, ya que se evidencia que no se encuentra la correcta demarcación ni la señalización del sitio, siendo este el aspecto a mejorar en esta área.

**Figura 17.** Tolva de adición de materia prima



***Fuente:*** Propia

La figura 17, muestra la tolva de adición de materia prima (Recuadro rojo) donde se ve que no se cuenta con demarcación del espacio y la tolva se encuentra totalmente obstruida por el producto, lo cual puede generar retrasos, incidentes y errores de combinación de material (granos de polipropileno) para realizar la película de laminado.

**Figura 18.** Bobinado del rollo en la máquina laminadora



***Fuente:*** Propia

En la anterior figura (18), se puede ver la parte trasera de la máquina laminadora 2 en donde se encuentra el bobinado del rollo, en esta zona hay buena iluminación, pero le falta la demarcación y un espacio más amplio alrededor para la circulación de los colaboradores especialmente cuando se va a transportar material, ya sea para ingresar a las máquinas o para sacar el producto terminado.



**Figura 19.** Área de limpieza del cabezal

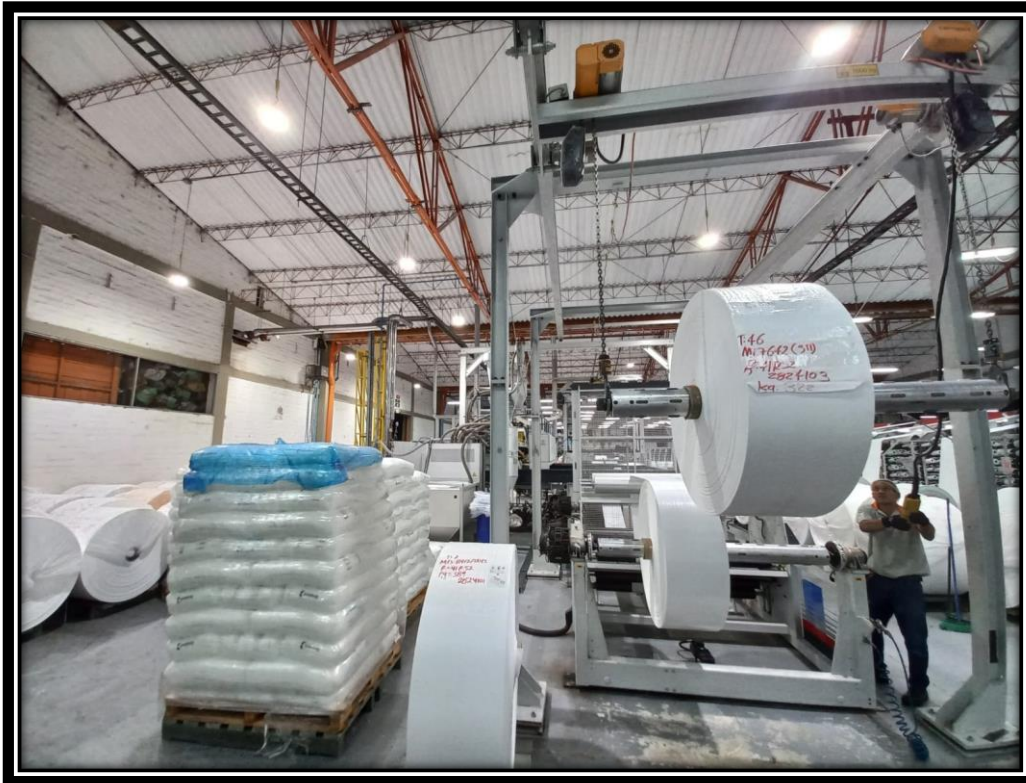


**Fuente:** Propia

En la figura 19, se logra evidenciar que el área de limpieza del cabezal (recuadro rojo) cuenta con obstrucción por sobre-almacenamiento de rollos lo cual dificulta la circulación de los operarios y también entorpece el trabajo del departamento de mantenimiento a la hora de realizar un desmonte de alguna pieza de la máquina.

Continuando con el recorrido por la zona de laminación en el proceso de PP, en las figuras 20, 21 y 22 se visualiza la máquina laminadora 3 y su entorno.

**Figura 20. Máquina laminadora 3**



***Fuente: Propia***

La figura 20, muestra que la máquina laminadora 2 cuenta con la iluminación adecuada para operar, pero no tiene las debidas demarcaciones del área. De las 3 máquinas laminadoras que tiene la empresa esta es la que tiene mayor obstrucción tanto para la materia prima como para el operario, se puede apreciar que hay rollos de tela a ambos lados de la máquina lo que puede interferir en el correcto manejo de ésta y en el libre y seguro desplazamiento del personal.

**Figura 21.** Tolva de la máquina laminadora 3

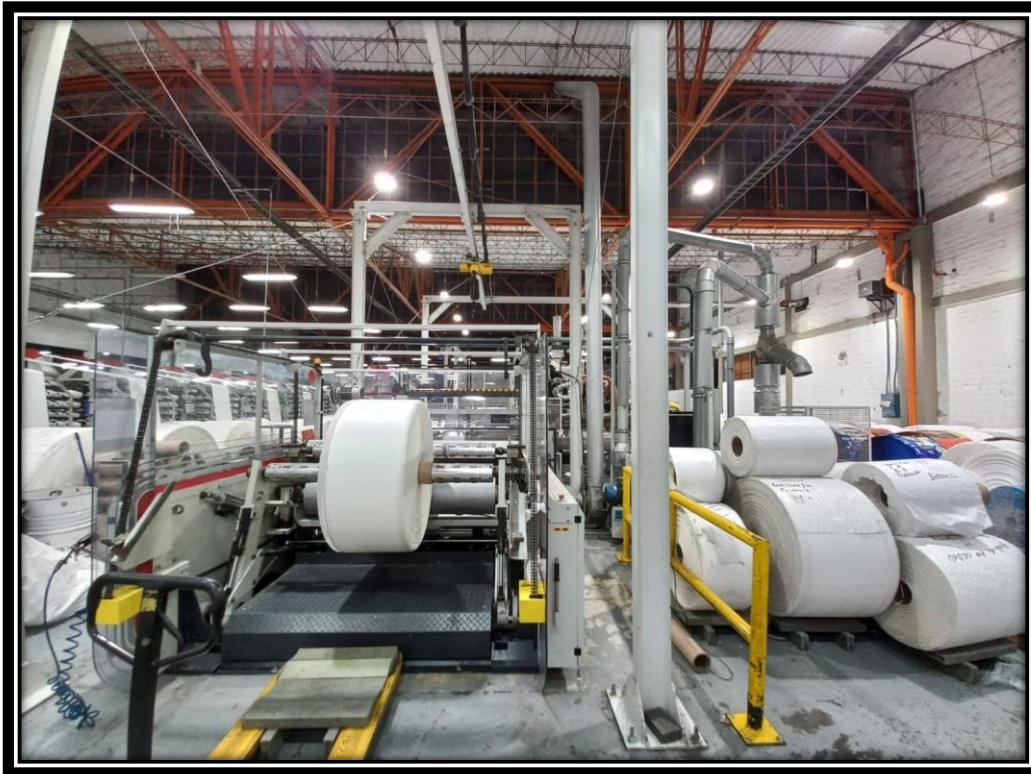


***Fuente:*** Propia

En la anterior figura (21), se puede apreciar que la tolva (recuadro rojo) cuenta con un espacio reducido para el operario agregar los granos de PP, la zona no está demarcada y la iluminación no es la más adecuada.



**Figura 22.** Parte trasera de la máquina laminadora 3



**Fuente:** Propia

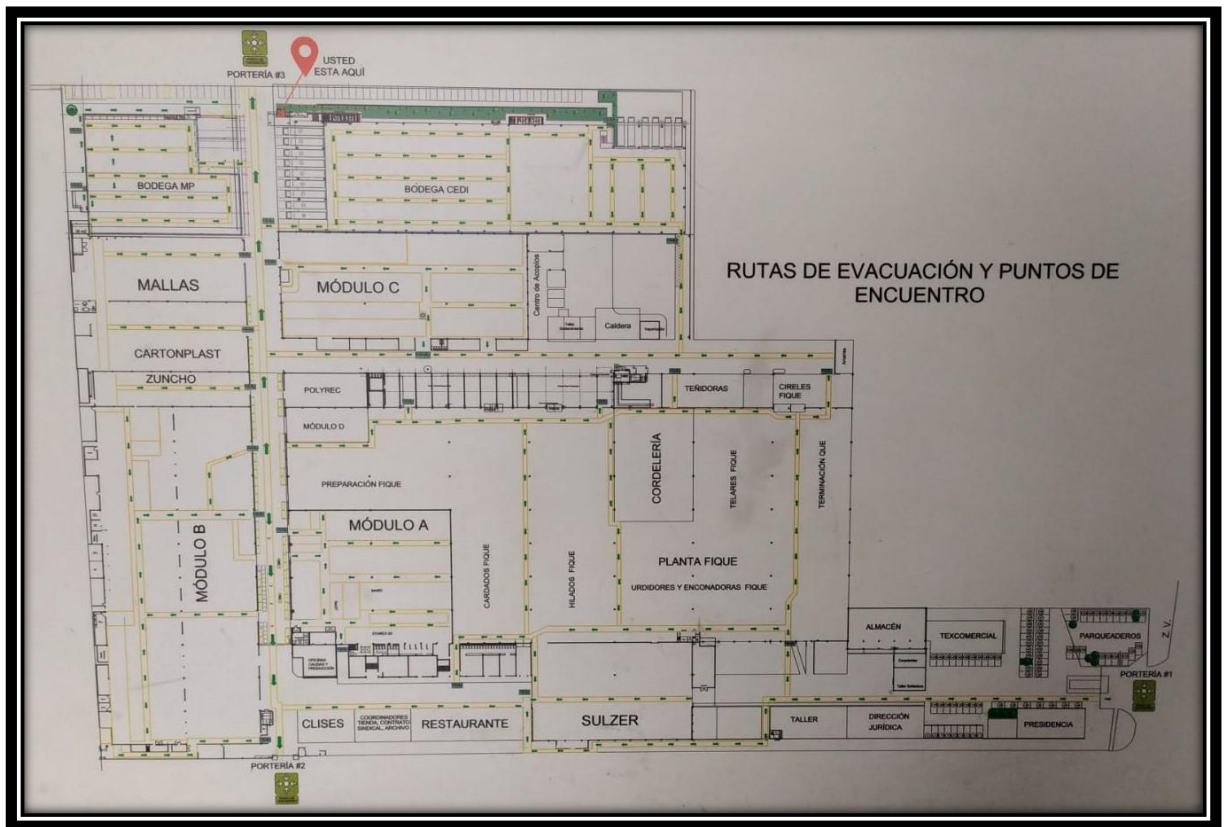
En la figura 22, se puede evidenciar que esta zona en la máquina laminadora 3 no está demarcada y para el desmonte de los rollos de tela y posterior ubicación de estos se dificulta por el poco espacio existente.

Adicional a todo lo expuesto anteriormente en las figuras mostradas del recorrido por el área de producción en el proceso de PP, se encontró que los operarios no cuentan con un área asignada para el producto terminado por el sobrealmacenamiento que hay en toda la zona de laminación y optan por dejar los rollos en el pasillo de almacenamiento y cubrirlos con plástico para que no se deterioren con la humedad y el sol.

También se reportó por parte del supervisor que la máquina laminadora 3 es la que presenta más retrasos considerables porque tanto para el operario como para el mecánico la movilidad es reducida, incluso el personal de calidad también se ve afectado para los muestreos y es donde más accidentes e incidentes ocurren (el área de laminado).

Por otra parte, una vez se ingresó a la empresa y se realizaron los recorridos de reconocimiento de las instalaciones se pudo realizar el mapa de distribución utilizando el software Inventor de la planta actual del Grupo Excala basados en la observación que se hizo como se puede detallar en la siguiente figura (23).

**Figura 23.** Distribución de planta



**Fuente:** Propia



En la figura 23 se puede apreciar la actual distribución de planta en Grupo Excala, en donde las celdas o módulos de trabajo son pequeñas unidades independientes o autónomas que consisten en diferentes máquinas o actividades. Su equipo y empleados están organizados en un orden estricto y secuencial. Los espacios de trabajo suelen constar de 2 a 10 personas y se ejecutan de 2 a 10 actividades.

### **Actividad 3.** Aplicación del instrumento(s).

Durante las visitas a la empresa se realizó la entrevista con el supervisor del área de laminación para obtener información relevante respecto a los procesos de producción que allí se desarrollan, especialmente en la zona de laminado del proceso de PP. Para ello se le indagó acerca de la empresa, sus productos y sobre su experiencia en dichos procesos de donde luego se sintetizó la información más valiosa concerniente a la investigación de este proyecto como se indica a continuación:

- **Entrevista realizada al supervisor del proceso de laminación.**

En este espacio, se detallan las preguntas basadas en las siete Ms realizadas durante el recorrido y respuestas brindadas por el supervisor del proceso de laminación de la empresa Grupo Excala y se hace énfasis en las observaciones dadas por él.

#### **Materiales.**

**Pregunta:** ¿Los granos de PP utilizados tiene que pasar por un ensayo?

**Respuesta supervisor:** los materiales utilizados son de calidad alta y siempre se realiza un muestreo con cada carga entrante.

**Pregunta:** ¿Se ha presentado algún material con anomalías?

**Respuesta supervisor:** Gracias a la experiencia de algunos operarios se ha encontrado que el material conocido como Grano carbonato dificulta el proceso.

Esto quiere decir que no opera de forma regular, este material está en estudio ya que deteriora también la maquinaria, dificulta la operación en su funcionamiento y merma la eficiencia de la máquina en cuanto a velocidad de trabajo.

Con los otros materiales (grano virgen, grano máster bag) la máquina opera a una velocidad de 80 rpm y con el material que presenta falencias (grano carbonato) baja la velocidad de producción a 60 rpm.

También el colaborador cuenta con una hoja de ruta de acuerdo con cada referencia a operar para la mezcla en la tolva y mejorar las propiedades del laminado. Esto se realiza bajo el pedido del cliente.

### **Maquinaria y equipo.**

**Pregunta:** ¿Cuántas máquinas laminadoras posee la compañía?

**Respuesta supervisor:** la empresa cuenta con 3 máquinas laminadoras que operan las 24 horas del día, todas poseen tecnología avanzada lo cual ayuda al operario a realizar la operación de forma fácil, tienen pantallas que reflejan posibles fallos durante el proceso, hasta la falta de materia prima.

**Pregunta:** ¿Las máquinas laminadoras poseen instructivos de operación visibles?

**Respuesta supervisor:** las máquinas cuentan con instructivos de operación virtual, pero es controlado por el departamento de ingeniería ya que puede estar sujeto a cambios.

### **Mano de obra.**

**Pregunta:** ¿Todo el personal operativo de las laminadoras sabe manejar las maquinas?

**Respuesta supervisor:** el personal encargado de realizar la operación está capacitado y tienen más de dos años de experiencia lo cual ayuda a que el proceso trabaje de forma eficaz, pero también se cuenta con la falencia de que la empresa

contrata personal sin experiencia en el manejo de la maquinaria y durante la enseñanza o aprendizaje de la operación se baja el ritmo de trabajo para dar una explicación clara y puedan operar de manera correcta cualquiera de las 3 máquinas laminadoras.

### **Método de trabajo.**

**Pregunta:** ¿Hay un documento que detalle los pasos a seguir de acuerdo a la referencia a trabajar?

**Respuesta supervisor:** todas las máquinas cuentan con instructivos de operación con los cuales se detalla el paso a paso a realizar tanto de la maquina como las referencias a trabajar, las tres máquinas cuentan con un computador en el cual el operario puede encontrar con copia controlada detalle de la operación, en los 3 turnos operan siempre las mismas personas y cada turno recibe diez minutos antes para saber cómo quedó el proceso y que están trabajando.

### **Medio ambiente.**

**Pregunta:** ¿Las máquinas cuentan con condiciones de luminarias, temperatura, condiciones de ruido aptas junto con las demarcaciones del área?

**Respuesta supervisor:** la empresa cuenta con dos áreas de laminación, en una de ellas el clima o temperatura es muy elevado lo cual genera estrés al operario. La compañía está buscando la forma de mejorar este punto y así apuntar a que operen con tranquilidad la máquina, cuentan con iluminación led, las áreas de laminación no se encuentran demarcadas en su totalidad y el espacio de las tolvas es muy reducido, esto ha llevado a tener incidentes y accidentes en la operación.

### **Medición.**

**Pregunta:** ¿Cada cuánto tiempo se hacen muestreos y se realizan pruebas de resistencia al material laminado?

**Respuesta supervisor:** la empresa cuenta con el departamento de calidad el cual es de gran apoyo en el proceso, realizan muestreos de cada referencia trabajada y

cuentan con indicadores de pérdidas que alertan a la operación de que material no es viable para el proceso.

### **Mantenimiento.**

**Pregunta:** ¿Cuenta la compañía con un grupo de mantenimiento experto y que de una respuesta eficiente durante los fallos presentados?

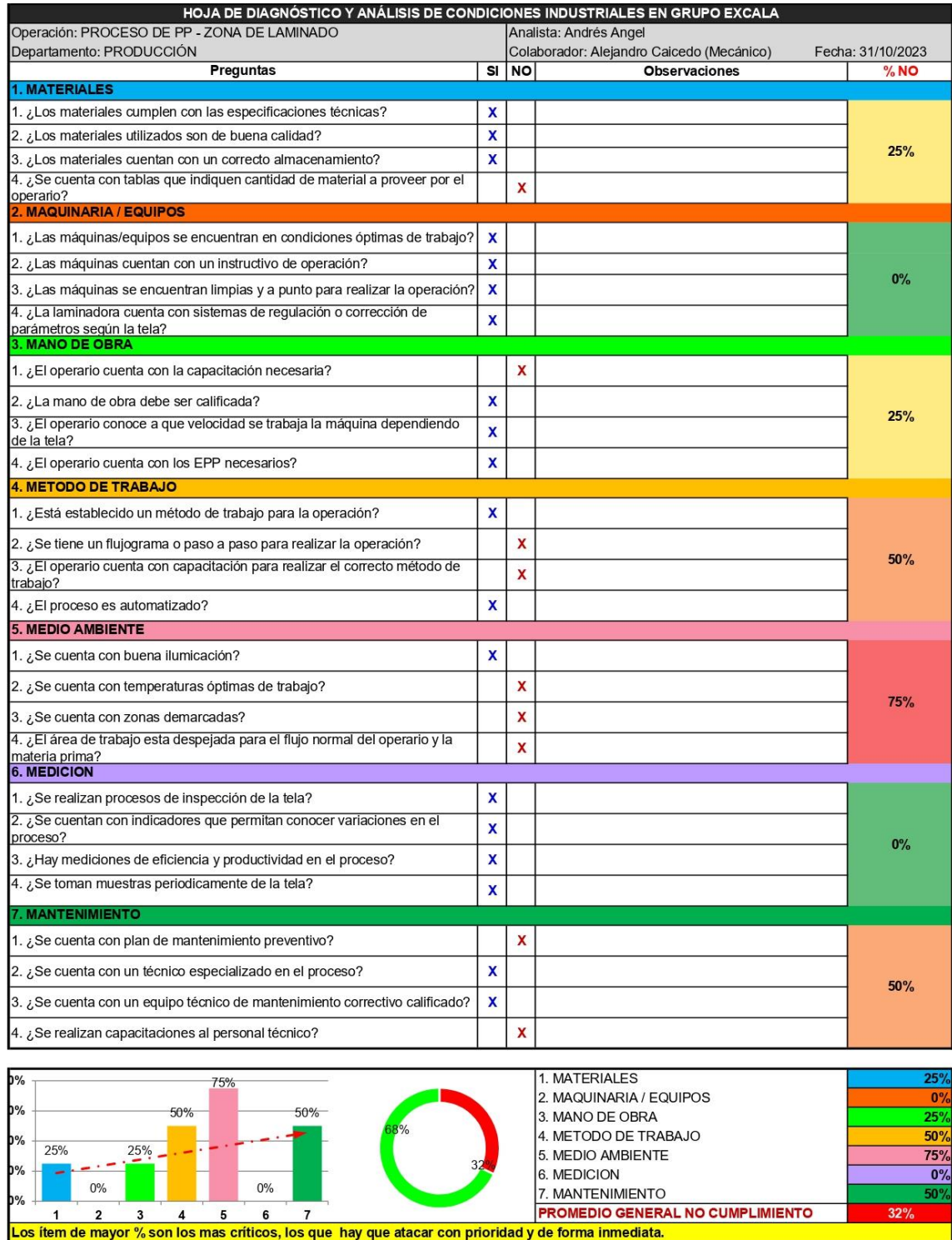
**Respuesta supervisor:** el grupo de mantenimiento correctivo y preventivo es muy colaborativo, pero cuenta con falencias en el conocimiento, no todos cuentan con la misma experiencia ni la capacitación. La respuesta en cada turno es buena pero no la mejor ya que en el turno de la mañana hay más personal y esto ayuda a que la respuesta sea rápida, pero en los otros dos turnos solo se cuenta con 3 mecánicos por turno y no solo atienden a las laminadoras sino a más máquinas de la planta. El grupo encargado del preventivo de las maquinas tampoco está capacitado en su totalidad lo cual en la entrega de una maquina a producción queda con fallos y el arranque de la operación se retrasa.

Como conclusión de las respuestas dadas por el supervisor de laminado, la M con mayor inconsistencia fue la de mantenimiento, debido a los fallos presentados en respuestas no oportunas y falta de conocimiento técnico del personal a la hora del mantenimiento, también se identificó la M menos recurrente siendo esta la de medición, donde el grupo encargado realiza de forma correcta y precisa las tomas de muestras.

También, durante el recorrido a la empresa se permitió realizar una encuesta a diferentes colaboradores pertenecientes al departamento de producción e implicados directamente en la laminación del proceso de PP, para ello se utilizó la hoja de diagnóstico con la cual se logró obtener respuestas puntuales y concretas sobre los diferentes aspectos de dicho proceso enfocados en las 7M.

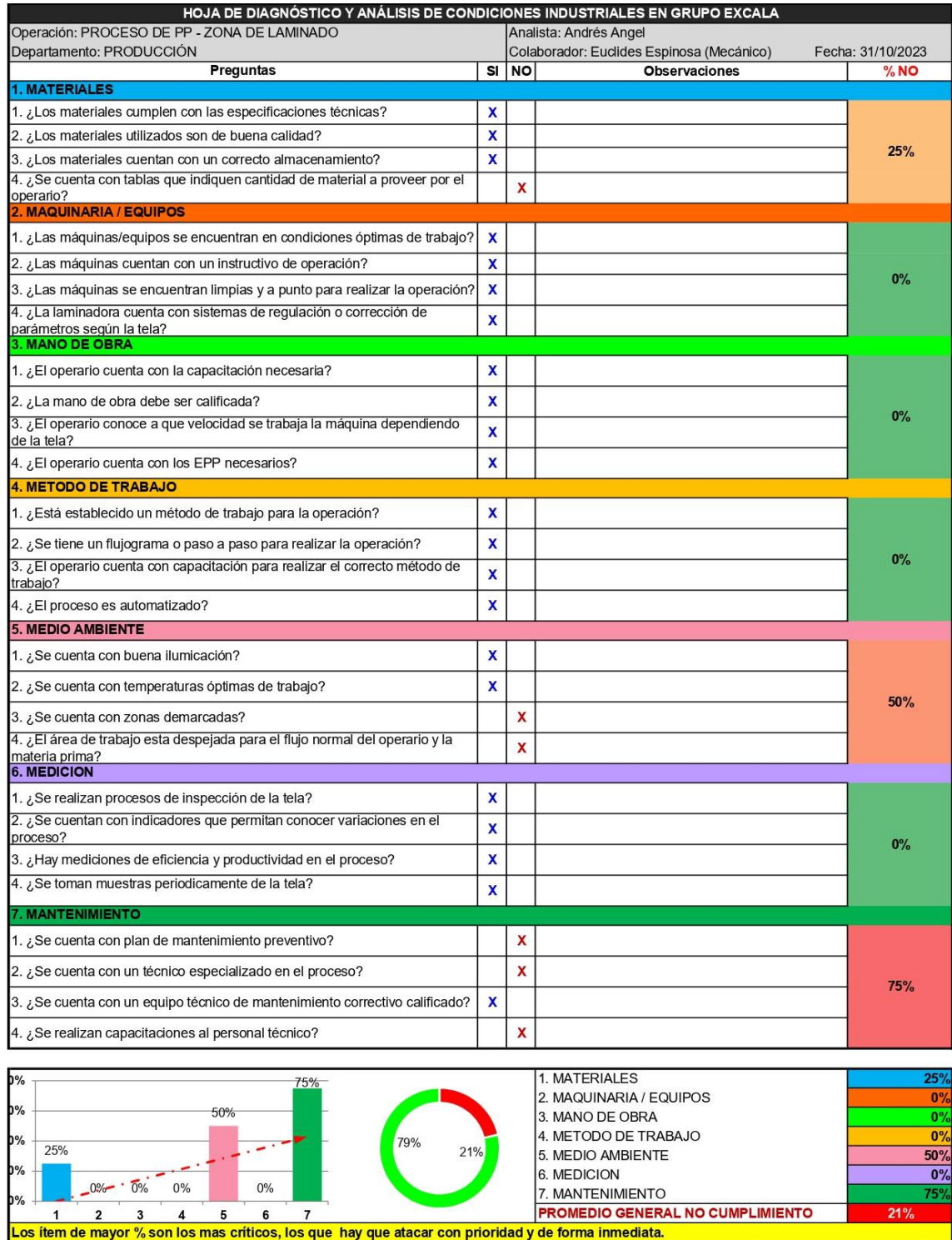
A continuación, se exponen las respuestas emitidas por 2 de los mecánicos de la compañía, figuras 24 y 25.

**Figura 24. Hoja de diagnóstico - Respuestas del mecánico 1**



**Fuente: Propia**

Figura 25. Hoja de diagnóstico - Respuestas del mecánico 2



Fuente: Propia

De acuerdo con las respuestas emitidas por los 2 mecánicos encuestados se tiene que:

En la figura 24 se puede ver en la hoja de diagnóstico que el porcentaje promedio general de no cumplimiento es del 32% en los criterios evaluados según las respuestas contestadas negativamente por el mecánico 1 (Alejandro Caicedo). De acuerdo a esto, los principales aspectos por los cuales se presentan arrugas en los sacos de PP en el proceso de laminación de la empresa Grupo Excala son en su orden el medio ambiente con un 75% siendo el más alto, siguiendo con el mantenimiento con 50%, el método de trabajo con 50%, la mano de obra con 25% y los materiales con 25%, ya que son los que presentan mayor porcentaje de contribución en esta problemática. También se logra apreciar que el 100% de las M, el 71,43% de estas presenta aspectos negativos. Por otra parte, el porcentaje promedio general de cumplimiento es del 68% según las respuestas positivas que se dieron, teniendo en cuenta que no se manifestó nada negativo en cuanto a la medición y a la maquinaria o equipos.

Continuando con el análisis de las encuestas, en la figura 25 se observa la hoja de diagnóstico con las respuestas emitidas por el mecánico 2 (Euclides Espinosa), en donde los resultados obtenidos para el promedio general de no cumplimiento fueron del 21%, siendo el mantenimiento con 75% el más alto, siguiendo con el medio ambiente con un 50% y los materiales con un 25% las causas o factores principales que más contribuyen a que se generen arrugas en los sacos de PP en el proceso de laminación de la compañía. Por el contrario, el porcentaje promedio general de cumplimiento quedó en el 79% de participación de acuerdo con las respuestas positivas obtenidas en la maquinaria, mano de obra, método de trabajo y medición.

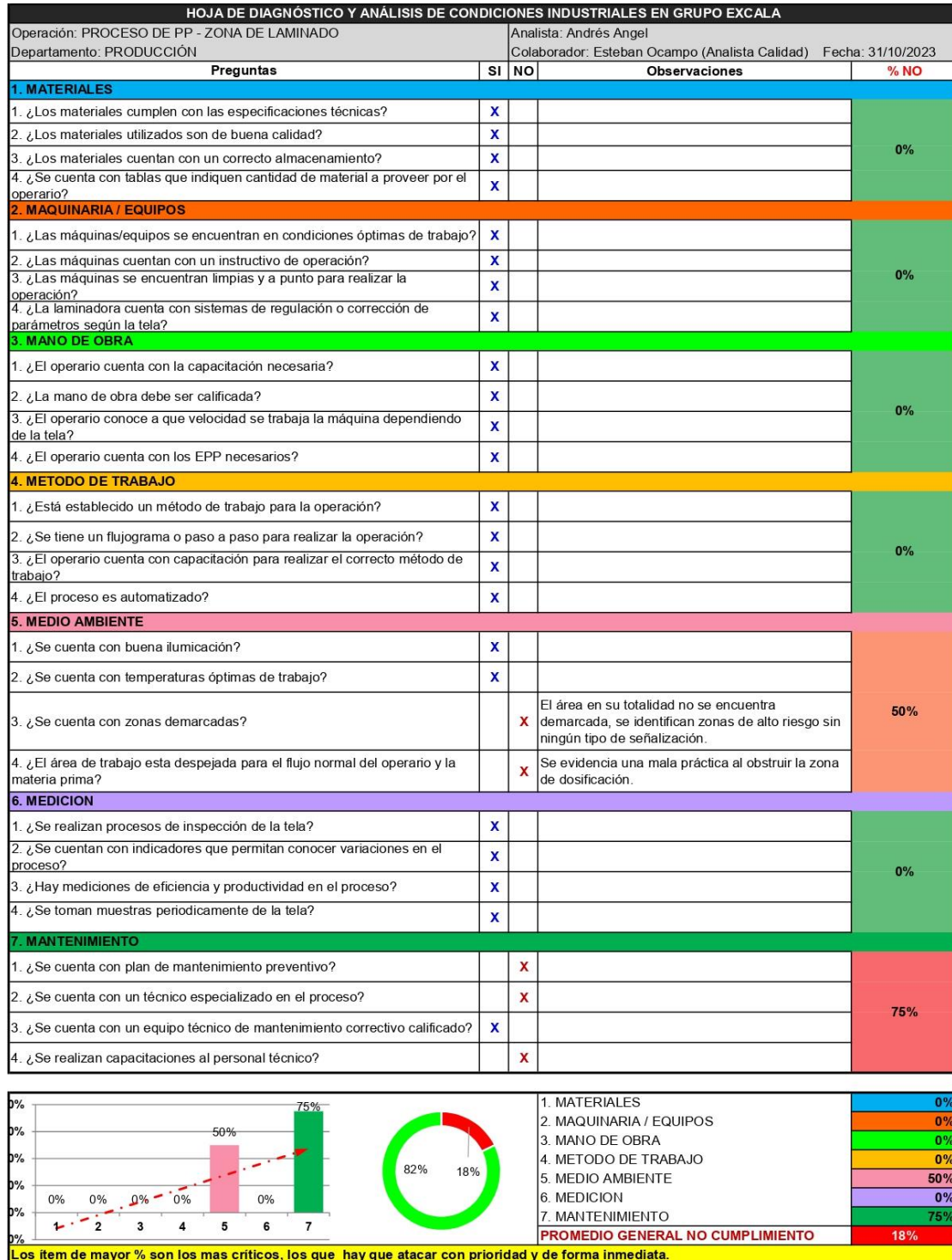
Como conclusión que queda de las repuestas de los mecánicos, se logra percibir que es muy notorio los fallos que posee el área de laminación y que hay Ms que afectan más el proceso de producción que son, materiales, medio ambiente y



mantenimiento con porcentajes altos en ambas hojas de diagnóstico y dan un panorama más claro de dónde se debe iniciar a tomar medidas preventivas.

Siguiendo con el tema y para profundizar un poco más el panorama a continuación, en la siguiente figura (26) se verán las respuestas de uno de los analistas de calidad de la empresa que se encuestó para esta investigación.

**Figura 26. Hoja de diagnóstico - Respuestas del analista de calidad**



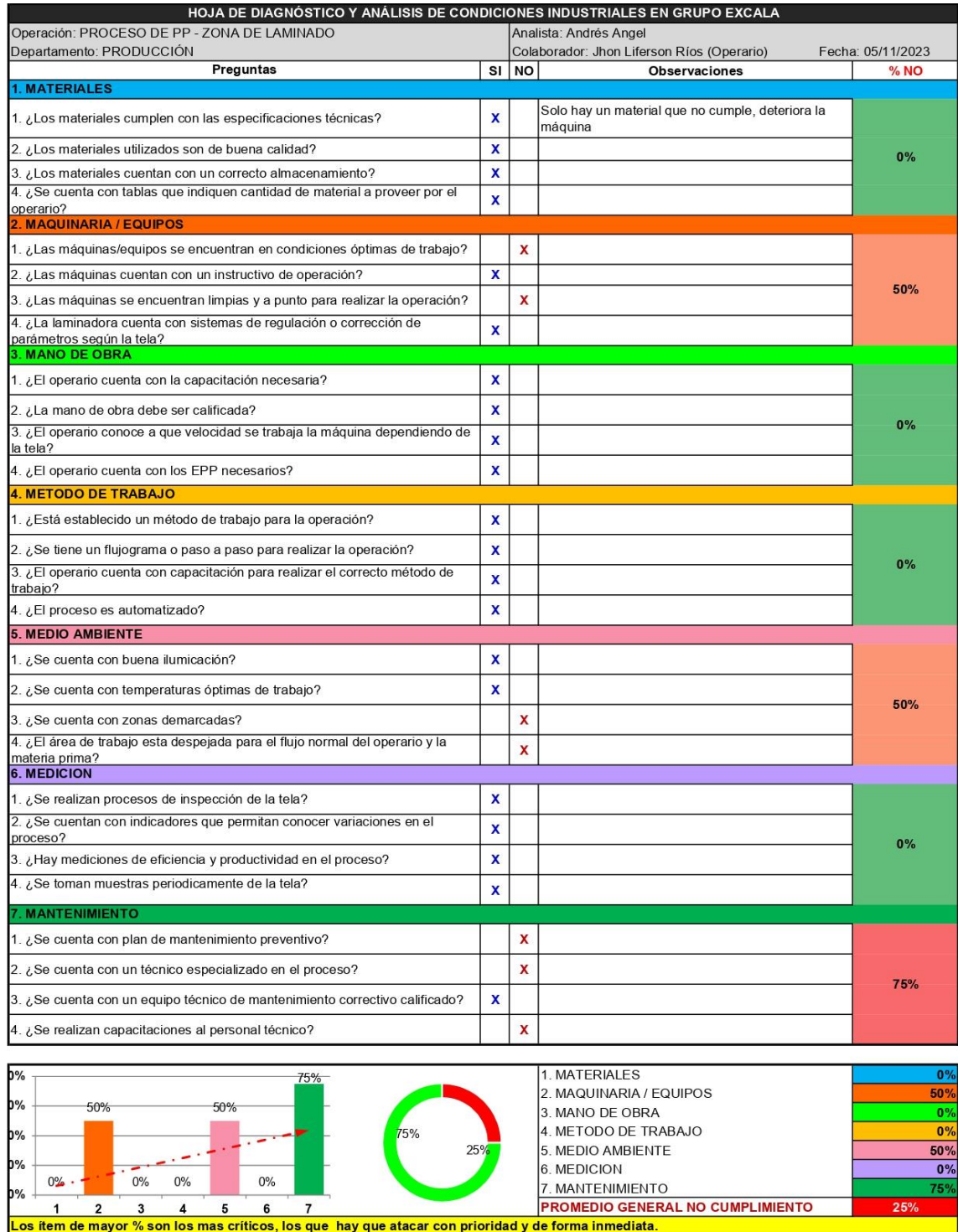
Fuente: Propia

En la anterior figura (26), se ven las respuestas dadas por Esteban Ocampo quien es uno de los analistas de calidad implicado en el proceso de PP en Grupo Excala, según las respuestas negativas que se dieron arrojó un porcentaje de no cumplimiento del 18% a razón del mantenimiento con un 75% siendo el más alto y el medio ambiente con 50% como únicos factores involucrados en la problemática en este caso, adicional al resultado dejó unas observaciones en el factor de medio ambiente de dicho proceso: “El área en su totalidad no se encuentra demarcada, se identifican zonas de alto riesgo sin ningún tipo de señalización” y “Se evidencia una mala práctica al obstruir la zona de dosificación”, lo que impide la correcta y segura movilización de los empleados por esta área. Por otro lado, se destaca un porcentaje de cumplimiento del 82% de acuerdo con las respuestas positivas que se dieron en materiales, maquinaria, mano de obra método de trabajo y medición.

Continuando con el tema y con el fin de conocer diferentes puntos de vista, se realizaron también encuestas a otros empleados con diferente cargo dentro de la empresa para identificar de manera más clara y concreta las causas principales que generan arrugas en los sacos de PP en el proceso de laminación de la empresa, ya que la experiencia y manejo dentro del proceso es muy diferente por cada colaborador de acuerdo a sus funciones.

Es por esto, que en la siguiente figura (27) se dará a conocer las respuestas de la encuesta realizada a uno de los operarios.

**Figura 27. Hoja de diagnóstico - Respuestas del operario**



**Fuente: Propia**

En la figura 27, expuesta anteriormente se observan las respuestas dadas por el operario Jhon Liferson Ríos, arrojando un resultado de no cumplimiento en la laminación del proceso de PP del 25% basados en las respuestas negativas de la encuesta. Dichas respuestas dejaron como factores principales el mantenimiento con un 75% siendo la más alta, el medio ambiente con 50% y la maquinaria/equipos 50% en la contribución para la generación de arrugas en los sacos de PP en el proceso de laminación de la empresa Grupo Excala. Y aunque en el ítem de materiales no hubo respuestas negativas si se dejó la siguiente observación: “Solo hay un material que no cumple, deteriora la máquina” de acuerdo con su experiencia. Por otro lado, el porcentaje de cumplimiento quedó en un 75% en los materiales, mano de obra, método de trabajo y medición conforme a las respuestas positivas dadas por este operario.

Ahora bien, tomando en cuenta todas las respuestas dadas en las hojas de diagnóstico por el personal encuestado del área de producción, en general las Ms con mayor inconveniente para el proceso de laminación son en su orden: mantenimiento, medio ambiente, materiales, maquinaria, método de trabajo y mano de obra. Siendo Medición el único aspecto con todo su entorno calificado como positivo según todos estos colaboradores.

Por último, se realizó la encuesta al inspector de calidad Mauricio Castaño quien pertenece al departamento de Calidad y no de Producción como los anteriores encuestados para tener la visión de un colaborador de otra área, pero que de igual manera conozca el proceso que se está evaluando. A continuación, se evidencian sus respuestas en la figura 28.

**Figura 28. Hoja de diagnóstico - Respuestas del inspector de calidad**



**Fuente: Propia**

En la figura anterior (28), se evidencian las respuestas del inspector de calidad que indican que el 96% del promedio general del proceso de PP cumple satisfactoriamente y tan solo el 4% restante no cumple, siendo su único aspecto negativo la M de medio ambiente la cual tiene que ver con la temperatura óptima de trabajo en donde se hizo esta única observación “Modulo A se evidencia una temperatura superior a los 28 grados en horario de 10:00 am a 2:00 pm”.

Una vez finalizadas las encuestas que se realizaron a los colaboradores involucrados en el proceso de laminación se puede concluir que para quienes trabajan directamente en el área de producción el proceso tiene falencias en diferentes aspectos, siendo el mantenimiento el factor que más induce a la generación de arrugas en los sacos ya que manifiestan que no cuentan con un plan de mantenimiento preventivo, un técnico especializado en el proceso y no hay capacitaciones para el personal técnico, mientras que por el contrario para el área de calidad el proceso es prácticamente óptimo y su única observación a mejorar está en el medio ambiente debido a su elevada temperatura de trabajo. Esto demuestra que, para los demás departamentos de la empresa, en este caso el de calidad, la problemática del área de producción de generación de arrugas en los sacos de PP en el proceso de laminación de la empresa Grupo Excala es mucho menor de lo que realmente es.

## **7.2 ETAPA 2**

Identificación de las posibles causas que generan arrugas en los sacos mediante el uso de herramientas de calidad en el proceso de laminación.

**Actividad 1.** Tabular la información.

De acuerdo a la información recopilada en las hojas de diagnóstico y análisis que se utilizaron para encuestar a los colaboradores de la empresa y con la entrevista generada durante la visita a la compañía al supervisor de producción del área de laminado y que se expusieron anteriormente se generó un consolidado (ver tabla 4) para identificar las Ms con mayor impacto en la generación de arrugas en los sacos de PP en el proceso de laminación de la empresa Grupo Excala.

**Tabla 4.** Consolidado de los porcentajes de no cumplimiento

	Mecánico 1	Mecánico 2	Analista	Operario	Inspector	Promedio
Materiales	25%	25%	0%	0%	0%	10%
Maquinaria	0%	0%	0%	50%	0%	10%
Mano de obra	25%	0%	0%	0%	0%	5%
Método de trabajo	50%	0%	0%	0%	0%	10%
Medio ambiente	75%	50%	50%	50%	25%	50%
Medición	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Mantenimiento	50%	75%	75%	75%	0%	55%

**Fuente:** Propia

En la tabla 4, se observan los porcentajes totales de cada uno de los factores de las 7Ms y adicional se obtuvo un promedio para mayor claridad de los resultados generales, y según estos, se logró identificar que el 55% de los sacos PP con arrugas en el proceso de laminación que se fabrican como NC en la empresa Grupo Excala es debido al Mantenimiento, seguido del Medio ambiente con un 50%, siendo estos dos factores los de más alto impacto en dicha problemática. Posteriormente, están Materiales, Maquinaria y Método de trabajo con un 10% de participación cada uno de ellos y Mano de obra con un 5%, finalmente está la Medición que no presenta inconveniente alguno con 0% de contribución.



Sintetizando la información se logra observar que el mecánico Alejandro Caicedo del área de producción es el colaborador que más falencias reporta en el proceso de laminación, ya que de las 7Ms o 7 aspectos encuestados responde negativamente a 9 de las 28 preguntas de las que está compuesta la hoja de diagnóstico y por el contrario es el inspector de calidad Mauricio Castaño del área de calidad la persona que ve mejor el proceso, pues solo respondió negativamente a 1 de las 28 preguntas. También se puede observar que todos los colaboradores encuestados del área de producción en el aspecto de medio ambiente coinciden en que no todas las zonas están demarcadas y que el área de trabajo no está despejada para el flujo normal del operario y la materia prima.

**Actividad 2.** Análisis de la información diagnosticada en la actividad anterior.

El análisis realizado, es un resumen de la tabulación hecha en la actividad anterior sobre las cinco hojas de diagnóstico diligenciadas por el personal del Grupo Excala y con el cual se espera obtener de forma más detallada la información necesaria para hallar la solución a las causas de arrugas en el proceso de laminación.

- **Materiales**

**Hallazgos identificados:** materiales mal almacenados, materiales con propiedades diferentes que dificultan el proceso de producción generando arrugas y pueden deteriorar las maquinas laminadoras.

- **Maquinaria**

**Hallazgos identificados:** máquinas con poca limpieza por obstrucción en el espacio del cabezal, no se poseen los repuestos necesarios para algunas piezas con desgastes. Esto puede generar retrasos en entrega de pedidos a un cliente, arrugas por deterioro de piezas en la tela, disminución en la eficiencia y eficacia del proceso y generar reprocesos por productos NC.

- **Mano de obra**

**Hallazgos identificados:** no se contrata personal con experiencia, lo cual genera malos pasos al momento del montaje de la tela y arrugas por la no correcta tensión de ella, también produce retrasos en la operación durante el entrenamiento al personal entrante.

- **Método de trabajo**

**Hallazgos identificados:** no se cuenta con el instructivo de operación visible, es virtual y no todos tiene acceso a éste. Por esta razón, si un operario nuevo no cuenta con acceso al momento de realizar un montaje y no recuerda un punto importante podría generar inconformidades en el proceso, retrasos y daños de la maquinaria.

- **Medio ambiente**

**Hallazgos identificados:** temperaturas altas durante los turnos de trabajo, poca ventilación en una de las laminadoras no cuenta demarcación del área de trabajo en dos de sus zonas, almacenamiento indebido de productos a trabajar. Esto entorpece la operación normal de las máquinas y genera estrés laboral. También es la principal causa de incidentes y accidentes en el área de laminado

- **Medición**

**Hallazgos identificados:** es la M con menor porcentaje, no cuenta con falencias el área de calidad.

- **Mantenimiento**

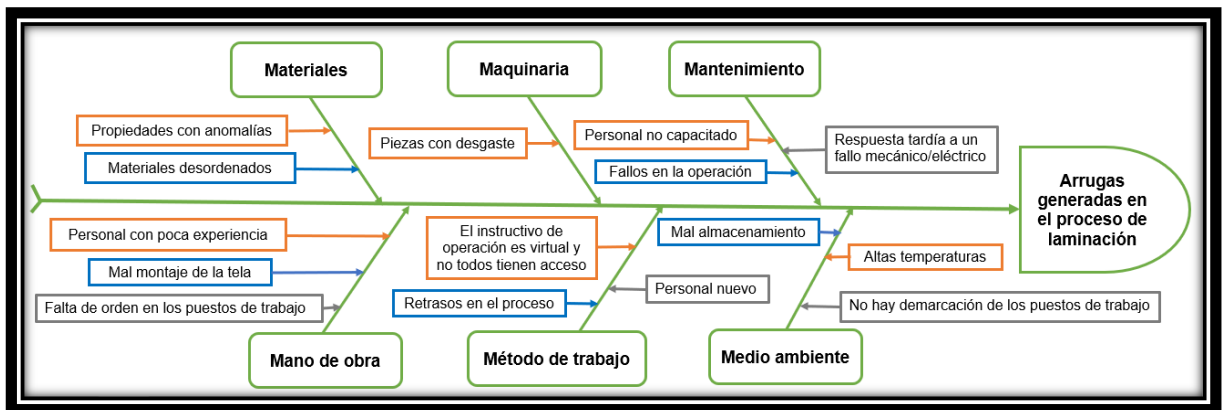
**Hallazgos identificados:** el personal encargado del mantenimiento preventivo no cuenta con experiencia sobre las laminadoras y en el momento de hacer una entrega de máquina, esta no inicia operación de forma normal por fallos durante el mantenimiento realizado lo cual genera retrasos, perdida de materia prima y reprocesos por NC de la tela trabajada. Sumado a esto, el grupo de mantenimiento correctivo es reducido en los turnos, obteniendo como resultado una respuesta

tardía al llamado de los fallos que se presentan durante la jornada, el personal en su totalidad no cuenta con la experiencia para atender las laminadoras.

De manera que, con base a la información obtenida, se va a generar un diagrama de Ishikawa, el cual se enfocará principalmente en las M con mayor promedio de porcentaje negativo en la tabulación y así realizar un análisis de las principales causas identificadas. Para lograr esto, se utilizó la plantilla del diagrama de Ishikawa diseñado en la etapa 1, este diagrama ayuda a representar gráficamente las causas y subcausas que afectan el proceso de laminación. De esta forma se podrá reconocer la causa raíz de los problemas y decretar acciones para mejorar el proceso de laminación.

A continuación, se expone el diagrama de Ishikawa que incluye las causas y subcausas identificadas en la tabulación y la entrevista al supervisor de laminación.

**Figura 29.** Diagrama de Ishikawa



**Fuente:** Propia

En la figura 29, con la ayuda del diagrama de Ishikawa se han unificado las principales causas encontradas en las hojas de diagnóstico con las Ms de mayor porcentaje negativo, que son la materiales, maquinaria, mantenimiento, mano de obra, método de trabajo y medio ambiente. También se tuvo en cuenta la

información proporcionada por el supervisor de laminación en la entrevista que se le realizó en donde indica cuales son las subcausas en las Ms que están contribuyendo a la generación de arrugas en los sacos y reprocesos en el Grupo Excala.

Una vez identificadas las causas y subcausas del diagrama de Ishikawa, se realiza una matriz de priorización, esta matriz consiste en ordenar las subcausas según un conjunto definido de variables y asignarles puntuación de importancia, después de este paso se deben multiplicar los resultados y generar un total para cada causa.

Las causas se van a organizar en orden descendiente según su puntuación total, de mayor a menor, siendo la de mayor puntuación la causa prioritaria a atender y de mayor importancia, la puntuación de importancia se asignará con respecto a las observaciones generadas con los análisis previos, la entrevista al supervisor de laminación y lo observado durante la visita a la compañía. Como se muestra en la tabla a continuación (tabla 5).

**Tabla 5.** Criterios de evaluación

PUNTUACIÓN	VALORACIÓN	
1	<b>BAJO IMPACTO:</b> Indica que la causa tiene un impacto mínimo en la calidad del trabajo.	<b>BAJA URGENCIA:</b> No requiere de atención inmediata.
2	<b>MEDIANO IMPACTO:</b> Indica que la causa tiene un impacto moderado en la calidad del trabajo.	<b>MEDIANA URGENCIA:</b> Requiere atención y seguimiento, pero no de máxima prioridad.
3	<b>ALTO IMPACTO:</b> Indica que la causa tiene un impacto alto en la calidad del trabajo.	<b>ALTA URGENCIA:</b> Requiere atención y seguimiento urgente y es de máxima prioridad.

*Fuente: Propia*

En la tabla 5, se identifican los criterios con los que se van a evaluar, siendo 1 la puntuación más baja y de menor impacto/urgencia en la generación de arrugas en los sacos, 2 la puntuación de impacto/urgencia moderado y 3 la de mayor impacto/urgencia en la generación de reprocesos y arrugas con respecto a las causas evaluadas.

A continuación, en la tabla 6 se muestran los resultados de la matriz de priorización aplicada a las subcausas identificadas en el diagrama de Ishikawa.

**Tabla 6.** Tabla de priorización

<b>TABLA DE PRIORIZACIÓN DE LAS CAUSAS</b>			
<b>MANO DE OBRA</b>			
Subcausas	Impacto (1-3)	Urgencia (1-3)	Puntuación total
Personal con poca experiencia	3	3	9
Mal montaje de la tela	2	1	2
Falta de orden en los puestos de trabajo	2	2	4
<b>MANTENIMIENTO</b>			
Subcausas	Impacto (1-3)	Urgencia (1-3)	Puntuación total
Personal no capacitado	3	3	9
Fallos en la operación después del mantenimiento	3	2	6
Respuesta tardía a un fallo mecánico/eléctrico	2	1	2
<b>MEDIO AMBIENTE</b>			
Subcausas	Impacto (1-3)	Urgencia (1-3)	Puntuación total
No se cuenta con demarcación de los puestos de trabajo	3	2	6
Altas temperaturas	1	1	1
Mal almacenamiento de rollos	2	2	4
<b>MATERIA PRIMA</b>			
Subcausas	Impacto (1-3)	Urgencia (1-3)	Puntuación total
Propiedades del PP que generan anomalías	2	1	2
Materiales desordenados	3	2	6
<b>MAQUINARIA</b>			
Subcausas	Impacto (1-3)	Urgencia (1-3)	Puntuación total
Piezas con desgaste	3	2	6
Falta de repuestos	2	2	4

**Fuente:** Propia

En la tabla 6, se expone la matriz de priorización, en la cual se reconocen las causas y subcausas que fueron determinadas en el diagrama de Ishikawa, con base a esto,

se evalúan según su nivel de impacto y urgencia, también se expone la puntuación total resultante de la multiplicación del valor dado entre el impacto y la urgencia. Según la puntuación final obtenida en la matriz de priorización, se identificaron con la puntuación total más alta o con mayor impacto y urgencia en la generación de reprocesos y arrugas en los sacos:

- Mano de obra: el personal con poca experiencia es uno de los puntajes altos con una puntuación total de 9 en la generación de arrugas y reprocesos.
- Mantenimiento: el personal no capacitado se destaca como una subcausa prioritaria en la generación de arrugas y reprocesos con una puntuación total de 9.
- Medio ambiente: no se cuenta con demarcaciones de los puestos de trabajo con una puntuación total de 6.
- Materia prima: materiales desordenados o dispersos en planta con una puntuación total de 6.
- Maquinaria: piezas con desgaste se destaca como una subcausa prioritaria en la generación de arrugas y reprocesos con una puntuación total de 6.

Por lo tanto, estas causas y subcausas son las principales generadoras de arrugas y reprocesos en el Grupo Excala y son las que principalmente se deben atacar con la generación de una propuesta de mejora que logre minimizar los fallos en el área de laminado.

### **7.3 ETAPA 3**

Diseño de la propuesta que dé solución a las dificultades halladas, para que de este modo se elimine al máximo la cantidad de defectos en los sacos.

**Actividad 1.** Elaboración de la propuesta de mejora para la reducción de reprocesos.

Después de revisar detalladamente la información recolectada en las etapas anteriores y luego de la identificación de las principales causas en la generación de arrugas en los sacos y reprocesos en la zona de PP, se ha decidido diseñar la propuesta de mejora con base a la metodología de las 5S y se complementa con otras herramientas en el área de laminación, de este modo, la metodología 5S permitirá organizar y estandarizar los procesos de trabajo de la empresa, con el fin de mejorar la eficiencia y eficacia. Por otro lado, las herramientas de calidad ayudarán a los colaboradores a reforzar temas y de ser necesario se certificarían con las alianzas que posee la compañía con instituciones de educación superior como la Institución Universitaria Pascual Bravo y el SENA. También se realizará un plan de capacitación para los operarios y con él evitar errores y defectos en el proceso.

Con la elaboración de la propuesta se busca la excelencia operacional en el proceso de laminación, lo que a su vez ayuda a la disminución de arrugas y reprocesos del área y mejorar la calidad de los productos laminados.

Por esta razón, a continuación, se describen las 5S de la metodología y se detallan las herramientas que se van a utilizar para su correcta ejecución en la propuesta de mejora:

### **1.Seiri (Clasificar)**

La primera S de la metodología, conocida como Seiri o Clasificación, se enfoca en la separación de los elementos necesarios e innecesarios en el lugar de trabajo. El objetivo es identificar y separar todo lo que es necesario para el trabajo diario y todo lo que no lo es, con el fin de reducir los tiempos de búsqueda y evitar la acumulación de objetos innecesarios.

Primeramente, se sugiere identificar y clasificar los rollos próximos a montar, los rollos terminados y los granos de PP para cada rollo laminado, con el fin de validar



si son o no necesarios para el proceso, es por esto por lo que se diseña una tarjeta de clasificación para la compañía (tabla 7) y así saber qué elementos son necesarios o no en el proceso, saber si se tiene que retirar o trasladar a estanterías o al centro de distribución.

**Tabla 7.** Tarjeta de clasificación

TARJETA DE CLASIFICACIÓN			
Parámetro	Casilla de selección	CEDI	Estanterías
Rollo próximo a montar			
Rollo terminado			
Rollo para retirar			
Grano a utilizar			
Grano para retirar			

**Fuente:** Propia

En la tabla (7), se identifica la tarjeta de clasificación de elementos realizada para la empresa Grupo Excala, mediante esta tarjeta se pretende generar una clasificación visible para el manejo de las telas o rollos y materia prima (granos de PP), y conocer si el elemento se deja en la operación, se retira o se traslada al CEDI o a las estanterías.

La tarjeta se diligenciará por los patinadores de la empresa junto con los operarios de las laminadoras, simplemente deben marcar con una “X” las casillas correspondientes al proceso a realizar.

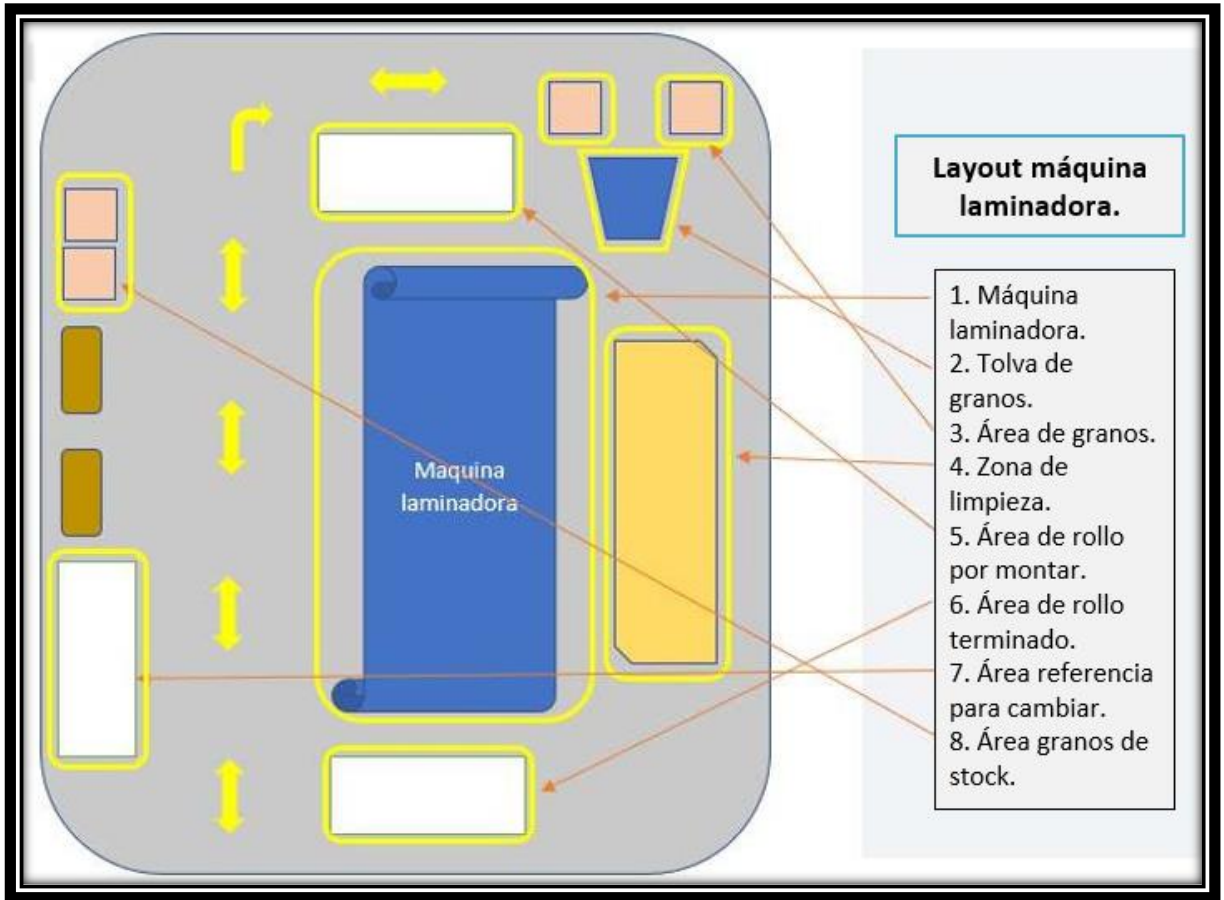
Luego de completar este paso, se continua con la segunda fase del proceso de mejora, conocida como “ordenar”.

## **2. Seiton (Ordenar):**

La segunda S de la metodología se refiere a la organización, tanto del puesto de trabajo como los elementos a utilizar en el proceso de producción, por lo tanto, al mantener una adecuada organización se reduce la posibilidad que ocurran fallos en la película de laminado y accidentes en el área de las máquinas laminadoras, además permite la organización de materias primas y así facilita la búsqueda de los elementos para que el proceso sea más eficiente.

Es por esto, que se le sugiere a la empresa mediante un layout de demarcación del área de trabajo, realizar la organización del puesto de trabajo de manera que se despeje y demarque las zonas que se van a utilizar para el proceso de laminación, tal cual como se muestra en la siguiente figura (30).

**Figura 30.** Layout propuesto



**Fuente:** Propia

En la figura 30, se puede visualizar la propuesta de demarcación planteada, ésta se divide por áreas y zonas que son el área de la tolva donde se vierte el grano de PP, el área de los granos que allí se posicionan las estibas con el material con el que se está trabajando, siguiendo así con la zona de limpieza de cabezal y las áreas de rollos por montar, rollos terminados y rollos para cambio de referencia. También se logra apreciar un espacio de almacenamiento de los granos de PP y las flechas del flujo del personal y la materia prima.

Una vez finalizado el paso de “ordenar” se continua con el proceso de mejora, en la fase conocida como “limpieza e inspección”.

### 3. Seiso (Limpieza e Inspección)

Seiso, se refiere a mantener limpio y ordenado el puesto de trabajo con los materiales y elementos en su lugar, también busca eliminar impurezas en las máquinas que puedan afectar el proceso de producción.

Es por esto que se realizará un formato con un cronograma de limpieza de la máquina laminadora, y éste será diligenciado por los operarios y mecánicos dependiendo de la tarea a realizar, como se muestra a continuación en la tabla 8.

**Tabla 8.** Cronograma de limpieza

Grupo <b>excala</b>		CRONOGRAMA LIMPIEZA						
ZONA DE TRABAJO		PROCESO DE LAMINADO						
BOBINADO	FRECUENCIA	DIARIA		EPP (Elementos de protección personal)	Escriba aquí los elementos necesarios para realizar la tarea.	Herramientas de limpieza	Escriba aquí las herramientas necesarias para realizar la tarea.	Encargado:
		SEMANTAL						
		MENSUAL						
		TRIMESTRAL						
		SEMESTRAL						
CABEZAL	FRECUENCIA	DIARIA		EPP (Elementos de protección personal)	Escriba aquí los elementos necesarios para realizar la tarea.	Herramientas de limpieza	Escriba aquí las herramientas necesarias para realizar la tarea.	Encargado:
		SEMANTAL						
		MENSUAL						
		TRIMESTRAL						
		SEMESTRAL						
TOLVA	FRECUENCIA	DIARIA		EPP (Elementos de protección personal)	Escriba aquí los elementos necesarios para realizar la tarea.	Herramientas de limpieza	Escriba aquí las herramientas necesarias para realizar la tarea.	Encargado:
		SEMANTAL						
		MENSUAL						
		TRIMESTRAL						
		SEMESTRAL						
PICADOR	FRECUENCIA	DIARIA		EPP (Elementos de protección personal)	Escriba aquí los elementos necesarios para realizar la tarea.	Herramientas de limpieza	Escriba aquí las herramientas necesarias para realizar la tarea.	Encargado:
		SEMANTAL						
		MENSUAL						
		TRIMESTRAL						
		SEMESTRAL						

**Fuente:** Propia

En la tabla anterior (tabla 8), se evidencia el cronograma de limpieza por zonas de trabajo de la máquina laminadora, las cuales son la zona de bobinado, cabezal, tolva y picador; la frecuencia con la cual se debe generar bajo los parámetros establecidos por producción y mantenimiento se dan en frecuencia diaria, semanal, mensual, trimestral y semestral, se marca con una “X” al frente según sea el caso. También cuenta con un recuadro con los elementos de protección personal (EPP) que se utilizan en la limpieza de la zona y allí se describe los elementos a utilizar (al frente, en la casilla siguiente), después se encuentra otro recuadro con las

herramientas que se utilizan en la limpieza y de igual forma se escriben en la casilla al frente, por último, está la casilla del encargado de la limpieza, ya sea el nombre del operario o el mecánico de turno que lo realizó.

Una vez propuesto este paso, se procede con la cuarta etapa de la metodología, la cual es "estandarización".

#### **4. Seiketsu (Estandarización)**

En este proceso, se busca distinguir fácilmente una situación "normal" de una "anormal", es decir, que el personal operativo tiene que ser capaz de distinguir cuando se está realizando bien las otras 3 eses y cuando no.

Es importante que todo el personal operativo y de mantenimiento disponga de la formación adecuada para identificar este tipo de situaciones.

Es por esto, que, por el poco conocimiento de los operarios y mecánicos, y el ingreso de personal sin experiencia, se diseña un plan de capacitación para los operarios y otro para los mecánicos para que adquieran los conocimientos y habilidades necesarias para llevar a cabo sus tareas de forma eficaz y eficiente.

En la tabla 9, se hace alusión al diseño del plan de capacitación para operarios con falencias de conocimiento y operarios nuevos.

**Tabla 9. Plan de capacitación empleados nuevos y antiguos**

PLAN DE CAPACITACIÓN EMPLEADOS NUEVOS Y ANTIGUOS	
<b>Objetivos:</b> *Capacitar al personal nuevo y antiguo de la empresa Grupo Excala sobre la realización de sus labores de forma eficiente y eficaz. *Asegurar que el personal nuevo y antiguo comprenda los procedimientos de trabajo, los estándares de calidad y seguridad establecidos por la empresa. *Fomentar la integración del personal nuevo en el grupo de trabajo y en la cultura organizacional de la empresa.	
<b>Duración:</b> Indica el tiempo de duración de la capacitación. Ejemplo, 20 de noviembre a 05 de diciembre.	
<b>Lugar/Instalación:</b> Indica el lugar dónde se realizará la capacitación. Ejemplo, instalaciones de la empresa.	
<b>Hora inicio:</b> <span style="float: right;"><b>Hora fin:</b> se diligencia la hora de inicio y fin de la capacitación</span>	
Desarrollo de la capacitación	
<b>Proceso de incorporación:</b> 1. <b>Recorrido por las instalaciones:</b> se debe dar un recorrido por todas las áreas de la planta y los procesos que posee, módulos, puntos de encuentro y zona de vestier. 2. <b>Presentación a compañeros de trabajo:</b> se debe facilitar la interacción del empleado con sus compañeros, presentándolo y generando conexiones para su aprendizaje. 3. <b>Revisión de beneficios y recursos:</b> se explican los beneficios ofrecidos por la empresa, tales como, transporte, restaurante, facilidad de prestmos y ahorros programados para vivienda. 4. <b>Conocimiento del área de trabajo:</b> se brindará información detallada del puesto de trabajo, materias primas que se utilizan y tipos de tela, etc.	
<b>Presentación y orientación:</b> 1. <b>Presentación de la empresa:</b> presentar detalladamente la empresa, su misión, visión, valores institucionales y objetivos estratégicos. 2. <b>Estructura organizativa:</b> presentar la estructura organizativa de la empresa, incluyendo cada módulo, sesión y departamento que la componen. 3. <b>Políticas y procedimientos internos:</b> exponer información detallada de las políticas de SST, ética empresarial, inocuidado y recursos humanos.	
<b>Introducción procesos y procedimientos:</b> 1. <b>Asignación capacitación:</b> designar un compañero de trabajo experto en el manejo de la maquinaria, para que acompañe al operario nuevo en su periodo de prueba y al antiguo en dudas puntuales dónde pueda mejorar. 2. <b>Observación directa:</b> permitir que el operario nuevo visualice la manera en que opera un colaborador con experiencia, permitiendo aprender de manera visible. 3. <b>Uso de herramientas:</b> introducir al colaborador en el uso correcto de herramientas para un mejor resultado.	
<b>Evaluación y seguimiento:</b> 1. <b>Evaluación final:</b> se realizará una evaluación final para medir el nivel de aprendizaje del personal antiguo y nuevo sobre los temas impartidos. 2. <b>Retroalimentación constructiva:</b> proporcionar retroalimentación sobre su desempeño, destacar los aspectos positivos y ofrecer apoyos sobre puntos específicos.	
Competencias	
1. Aprender los procedimientos de trabajo y los estándares de calidad y seguridad establecidas por la empresa. 2. Realizar tareas específicas en el área de trabajo de manera efectiva y eficiente. 3. Trabajar en equipo y fomentar la enseñanza.	
Recursos	
Proyector, computador, presentación en power point, pizarrón, marcadores, cuestionarios de evaluación , bolígrafos. Indicar si se necesitan otros recursos.	
Asistentes a la capacitación: Indicar nombre(s)	Persona encargada de la capacitación: Indicar nombre(s)

**Fuente: Propia**

En la tabla 9, se presentó el formato de capacitación para operarios nuevos y antiguos, donde se observa los objetivos de la capacitación, lugar, duración, hora de inicio y final, los cuales son definidos por la empresa, también se han detallado una serie de actividades sobre el desarrollo de la capacitación, pero esto puede estar sujeto a cambios según la necesidad de la compañía.

Como siguiente paso, también se hará un plan de capacitación para el personal técnico, en este caso los mecánicos (tabla 10). Allí se podrá conocer que metodologías se usarán y que instituciones apoyarán la capacitación del grupo técnico.

**Tabla 10. Plan de capacitación personal técnico**

PLAN DE CAPACITACIÓN PERSONAL TÉCNICO	
<b>Objetivos:</b> *Capacitar al personal técnico de la empresa Grupo Excala sobre la realización de sus labores de forma eficiente y eficaz. *Asegurar que el personal técnico comprenda los procedimientos de trabajo, los estándares de calidad y seguridad establecidos por la empresa. *Fomentar la cultura de hacer retroalimentaciones y compartir conocimientos adquiridos.	
<b>Duración:</b> Indica el tiempo de duración de la capacitación. Ejemplo, 01 de marzo a 15 de julio	
<b>Lugar/Instalación:</b> Indica el lugar dónde se realizará la capacitación. Ejemplo, instalaciones de la empresa y visitas a instituciones aliadas (Pascual Bravo y/o SENA).	
<b>Hora inicio:</b> _____ <b>Hora fin:</b> se diligencia la hora de inicio y fin de la capacitación	
Desarrollo de la capacitación	
<b>Proceso de incorporación a la hidráulica:</b> 1. <b>Introducción a la hidráulica:</b> se debe dar una introducción al tema para saber qué nivel de conocimiento tiene el personal de la compañía. 2. <b>Desarrollo de conceptos básicos:</b> se debe dar a conocer los conceptos y fórmulas que se utilizan para el correcto manejo de bombas, mangueras y maquinaria con sistemas hidráulico. 3. <b>Práctica en aulas de la institución:</b> se realiza una práctica con elementos que componen la hidráulica, pruebas de ensayo y error, funcionalidad del mecanismo. 4. <b>Evaluación de conocimientos adquiridos:</b> se realizará una evaluación con preguntas abiertas para conocer si todos son aptos para la certificación dada por el convenio con las instituciones aliadas.	
<b>Proceso de incorporación a la neumática:</b> 1. <b>Introducción a la neumática:</b> se debe dar una introducción al tema para saber que nivel de conocimiento tiene el personal de la compañía. 2. <b>Desarrollo de conceptos básicos:</b> se debe dar a conocer los conceptos y fórmulas que se utilizan para el correcto manejo de válvulas, mangueras y maquinaria con sistemas neumático, etc. 3. <b>Práctica en aulas de la institución:</b> se realizará una práctica con elementos que componen la neumática, pruebas de ensayo y error, funcionalidad del mecanismo. 4. <b>Evaluación de conocimientos adquiridos:</b> se realizará una evaluación con preguntas abiertas para conocer si todos son aptos para la certificación dada por el convenio con las instituciones aliadas.	
<b>Proceso de incorporación a la electricidad:</b> 1. <b>Introducción a la electricidad:</b> se debe dar una introducción al tema para saber que nivel de conocimiento tiene el personal de la compañía. 2. <b>Desarrollo de conceptos básicos:</b> se debe dar a conocer los conceptos y fórmulas que se utilizan para el correcto manejo de corriente, amperaje, manejo de PLC y maquinaria con sistemas eléctricos, etc. 3. <b>Práctica en aulas de la institución:</b> se realizará una práctica con elementos que componen la eléctrica, pruebas de ensayo y error, funcionalidad del mecanismo. 4. <b>Evaluación de conocimientos adquiridos:</b> se realizará una evaluación con preguntas abiertas para conocer si todos son aptos para la certificación dada por el convenio con las instituciones aliadas.	
<b>Evaluación y seguimiento:</b> 1. <b>Evaluación final:</b> se realizará una evaluación final global para medir el nivel de aprendizaje del personal técnico sobre los temas impartidos. 2. <b>Retroalimentación constructiva:</b> proporcionar retroalimentación sobre los temas tratados, destacar los aspectos positivos y ofrecer apoyos sobre puntos específicos.	
Competencias	
1. Aprender los procedimientos de trabajo y los estándares de calidad y seguridad establecidas por la empresa. 2. Realizar tareas específicas en el área de trabajo de manera efectiva y eficiente. 3. Trabajar en equipo y fomentar la enseñanza.	
Recursos	
Proyector, computador, presentación en power point, pizarrón, marcadores, cuestionarios de evaluación, bolígrafos. Indicar si se necesitan otros recursos.	
Asistentes a la capacitación: Indicar nombre(s)	Persona encargada de la capacitación: Indicar nombre(s)

**Fuente: Propia**



En la tabla 10, se presentó el plan de capacitación para el personal técnico, allí se observan los objetivos de la capacitación, la duración definida por la institución y la empresa, el lugar donde se va a realizar, también la hora de inicio y final de la capacitación. Se ha detallado una serie de actividades para el desarrollo de la capacitación y se separa por técnicas industriales para su mejor comprensión. Además, se nombran las competencias a las que se quiere llegar con este plan y los recursos utilizados durante la capacitación.

Una vez completada esta fase, se continua con el paso de la disciplina, este paso, se enfoca en fortalecer y mantener los cambios realizados durante la implementación del 5S.

#### **5. Shitsuke (Disciplina)**

La disciplina es muy importante porque hace valer el cumplimiento de las etapas anteriores, creando un nuevo hábito o estilo de vida. Esto genera impactos positivos en la compañía mejorando la calidad de los productos.

La compañía también deberá seguir generando espacios de capacitación continua, evaluaciones periódicas para monitorear que si se cumpla la metodología de las 5s y que puntos se pueden mejorar al pasar el tiempo.

## 8. RECOMENDACIONES

En el marco de la realización de la propuesta de mejora, surgen una serie de recomendaciones tanto para la empresa Grupo Excala de acuerdo con los hallazgos que se encontraron a lo largo del desarrollo de las distintas etapas del proyecto, cómo también para la Institución Universitaria Pascual Bravo. Las cuales se indican a continuación:

### **Recomendaciones para Grupo Excala.**

Durante el diagnóstico inicial que se realizó al área de producción de la empresa Grupo Excala, se encuentra una oportunidad de mejora en el proceso de PP y se plantea una opción para contribuir con la disminución de los defectos de sacos con arrugas en el laminado. Se recomienda implementar la propuesta de mejora basados en las 7Ms con la metodología 5S, ya que con esto se mejoraría significativamente la eficiencia en el proceso y la calidad del producto, cómo también ayudaría a una cultura centrada en la organización y al trabajo en equipo, motivando a los colaboradores a cooperar en la implementación de mejoras y a responsabilizarse con la calidad de su trabajo en la empresa.

Además, estas técnica(s) y/o metodología(s) de mejora continua pueden aplicarse a diferentes áreas de la empresa, desde una zona de fabricación hasta en un escritorio de trabajo aportando beneficios generales a todos los procesos que allí se realizan.

Por otra parte, se recomienda demarcar y señalizar completamente todas las zonas del área de producción y también asignar un lugar específico para cada tipo de producto (materia prima, producto NC, producto terminado, etc.), lo que permitirá que siempre esté libre y segura el área de trabajo y se mantendrá despejado el paso

para el tránsito normal de los operarios, evitando así accidentes e incidentes laborales.

Con lo mencionado anteriormente se espera que la empresa pueda realizar una prueba piloto para valorar la viabilidad de implementar dicha propuesta.

### **Recomendaciones para Institución Universitaria Pascual Bravo.**

Teniendo en cuenta que en la industria los procesos se realizan de manera diferente entre la teoría y la práctica, se considera necesario hacer más ejercicios de laboratorio en donde se simule un entorno más ligado a la realidad y los estudiantes puedan experimentar como se ejecutan las diferentes metodologías de producción, calidad y logística, dando pie a que los estudiantes obtengan una experiencia más enriquecedora en cuanto al aprendizaje práctico.

Con relación a lo anterior, también se sugiere incluir salidas de campo en algunas asignaturas para visitar empresas que permitan al estudiante observar procesos reales en la industria y que pueda aplicar los conocimientos adquiridos en clase, esto motivará al alumno a cuestionarse e investigar más acerca de los diferentes procesos, la maquinaria y las metodologías, entre otros, además le dará un mejor panorama de las funciones y puestos de trabajo que puede llegar a desempeñar una vez culminado sus estudios.

Por otra parte, se recomienda estandarizar los lineamientos para los trabajos de grado de la institución y así todos los docentes y también los estudiantes los tengan totalmente claros a la hora de la realización del proyecto, ya que al no tener de manera completa una guía estricta y específica cada docente trabaja de forma diferente. Esto proporcionará a la universidad y a los docentes mayor organización y comunicación al respecto y a los estudiantes les evitará que se ocasione confusión con los conceptos previos que tienen del tema y no permitirá que se pierda lo

realizado en asignaturas anteriores como en Seminario de Investigación con el anteproyecto.

De igual manera, se sugiere incrementar el tiempo proporcionado por la institución para la asesoría de los trabajos de grado, ya que el actual es muy reducido para el desarrollo del proyecto, teniendo en cuenta que este es un proceso largo y complejo que requiere de mucho esfuerzo y horas de trabajo se necesita más apoyo convenido entre universidad-docente-estudiante. Esto les otorgará a los estudiantes de manera oficial un mayor acompañamiento docente para resolver inquietudes sobre su investigación, la metodología utilizada y demás temas relacionados con el correcto desarrollo y culminación del trabajo escrito.

Finalmente, se recomienda reconsiderar la opción de los proyectos de aula obligatorio para todas las asignaturas, ya que en algunas de ellas no son necesarios y el propósito de formación académica de estos proyectos es prácticamente nulo en esos casos. Al evaluar y aceptar cambiarlos por otras actividades más acordes a la asignatura conlleva a una mejor experiencia de aprendizaje del estudiante, ya que el tiempo allí invertido será más provechoso y de mayor calidad tanto para el alumno como para el docente.

## 9. CONCLUSIONES

Durante el desarrollo de la propuesta de mejora, se logró realizar conclusiones fundamentadas en las diferentes etapas que se plantearon para dar cumplimiento a los objetivos del proyecto.

En primera instancia, se ha recopilado y analizado de manera efectiva la información pertinente, utilizando diversas fuentes de información para diagnosticar el estado actual del área de laminado en Grupo Excala, logrando así identificar las dificultades que allí se presentan y de esta manera determinar la respectiva oportunidad de mejora. Lo anterior fue posible observando detalladamente el proceso y dialogando con los colaboradores de la empresa involucrados en estas actividades, además se diseñaron herramientas concretas de calidad para facilitar la recopilación de la información, dichas herramientas se aplicaron a operarios, mecánicos y analistas del proceso de laminación para precisar aún más la información obtenida acerca de las principales causas que originan la oportunidad de mejora.

Como segundo momento, se llevó a cabo el análisis de las herramientas con las que se obtuvo información muy puntual y detallada de personal diverso del área de producción, como lo fue el supervisor del proceso de laminación, un analista de calidad, un operario y dos mecánicos, adicional un inspector de calidad del área de calidad, sobre las razones principales que dan origen a la oportunidad de mejora, en las cuales, se logra reunir toda la información y se comienza con el análisis de las principales causas que generan arrugas en los sacos de PP, con el propósito de hallar una propuesta que logre atacar el mayor número de las causas identificadas en el análisis .

En tercera medida, se procedió con la realización de la propuesta de mejora buscando solucionar las dificultades halladas, para que de este modo se elimine al máximo la cantidad de defectos en los sacos de PP en el proceso de laminación. La

propuesta se basó en el diseño de herramientas de calidad y mejora continua, acoplándolas con la metodología 5S, ya que así se logra tratar tanto aspectos del entorno físico como posibles errores humanos que puedan ocasionar los imperfectos en los sacos. Estas herramientas y metodologías se han desarrollado para crear un contexto laboral más eficiente y con mayor calidad.

Finalmente, es importante concluir que con la integración de todas las fases del proyecto investigativo se pudo diseñar una propuesta de mejora que ayude con la disminución de los defectos de sacos con arrugas en el proceso de laminación de la compañía Grupo Excala, a través de la elaboración de herramientas de calidad y mejora continua que garanticen la uniformidad y calidad de los productos. También es conveniente que la empresa tome conciencia y opte por demarcar y señalar todas las zonas de trabajo, al igual que tener la totalidad del personal completamente capacitado y con las habilidades suficientes para desempeñar las funciones asignadas de la manera más eficiente posible. Por lo tanto, es muy importante validar la viabilidad de la propuesta de mejora por medio de una prueba piloto antes de ser implementada.

## BIBLIOGRAFÍA

Andrade, B., Rivera, M., y Guzmán, H. (2017). El empaque como oportunidad para el desarrollo del producto y el consumidor responsable; una mirada desde la industria en Norteamérica y Suramérica. Obtenido de Universidad de la Rioja: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6571929.pdf>

Andrade, S. (2005). Diccionario de economía (3ra. ed.). México: Ed. Andrade. Recuperado el 7 de noviembre 2016, de <https://www.promonegocios.net/administracion/definicion-eficiencia.html>

Asociación Española para la Calidad. AEC. (2019). 5 Por qué. Obtenido de <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/5-porque>

Benítez, R., y Ríos, P. (2019). Modelo de LSCM para la reducción de reprocesos en la cadena de suministros de distribuidoras de telas en Lima, Perú  
chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/[https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/628146/Benitez\\_OR.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/628146/Benitez_OR.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

Bravo, L., Torruco, U., Martínez, M., y Varela, M. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-50572013000300009](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-50572013000300009)

Campos, M. S. (18 de 08 de 2021). Herramientas para el control estadístico de calidad. Revista Virtual Pro. Obtenido de <https://www.virtualpro.co/noticias/herramientas-para-el-control-estadistico-de-calidad>

Casas, J., Repullo, J., y Donado, J. (2003). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos [Archivo PDF].  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7681866/pdf/main.pdf>

Colprensa. (12 de septiembre de 2022). *Envases y empaques plásticos: Colombia aprovecha el 32% de esos residuos*. Empresas El Universal. Obtenido de <https://www.eluniversal.com.co/empresas/noticias/envases-y-empaques-plasticos-colombia-aprovecha-el-32-de-esos-residuos-EGC-3022>

Díaz, G., Quintana, M., y Fierro, D. (2020). La competitividad como factor de crecimiento para las organizaciones. Universidad Tecnológica Equinoccial, Ecuador. *Innova Research Journal*.  
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7878906.pdf>

Douglas da Silva, W. C. (25 de agosto de 2020). Cómo hacer una matriz FODA y planificar estrategias exitosas para tu negocio. Blog de Zendesk. Obtenido de <https://www.zendesk.com.mx/blog/como-hacer-analisis-foda/>

Dunfee, C. (9 de septiembre de 2013a). Las Causas De Las Arrugas En Overlamination - Primera Parte De La Serie De Cinco Porciones. Avery Dennison. Obtenido de <https://www.acpo.com/es/causes-of-wrinkles-in-overlamination-part-one-of-five-part-series/>

Dunfee, C. (26 de noviembre de 2013b). Causas De Arrugas En Sobrelaminación – La Segunda Parte De La Serie Parte Cinco. Avery Dennison. Obtenido de <https://www.acpo.com/es/causes-of-wrinkles-in-overlamination-part-two-of-five-part-series/>



Dunfee, C. (3 de febrero de 2014a). Las Causas De Las Arrugas En Sobrelaminación – Tercera Parte De La Serie Parte Cinco. Avery Dennison. Obtenido de <https://www.acpo.com/es/causes-of-wrinkles-in-overlamination-part-three-of-five-part-series/>

Dunfee, C. (3 de marzo de 2014b). Las Causas De Las Arrugas En Sobrelaminación – La Cuarta Parte De La Serie Parte Cinco. Avery Dennison. Obtenido de <https://www.acpo.com/es/causes-of-wrinkles-in-overlamination-part-four-of-five-part-series/>

Dunfee, C. (1 de abril de 2014c). Conclusión De Las Arrugas En Sobrelaminación Discusión. Avery Dennison. Obtenido de <https://www.acpo.com/es/conclusion-of-wrinkles-in-overlamination-discussion/>

Equipo editorial, Etecé. De: Argentina. (5 de agosto de 2021). Encuesta. <https://concepto.de/encuesta/>

Equipo editorial, Etecé. De: Argentina. Para: Enciclopedia Humanidades. (6 marzo, 2023). Entrevista. <https://humanidades.com/entrevista/>

Europe, P. (s.f.). El plástico: una historia de más de 100 años de innovación. Plastics Europe. Obtenido de <https://legacy.plasticseurope.org/es/about-plastics/what-are-plastics/history#:~:text=La%20evoluci%C3%B3n%20del%20pl%C3%A1stico%20empez%C3%B3,el%20col%C3%A1geno%20o%20la%20galalita.>

Gándara, F. d. (2014). Sistema de Información Científica Redalyc. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94432996003>

González, M. (2007). Implementación de control estadístico de proceso en una empresa metalmeccánica construcción [Tesis de Posgrado, Universidad Nacional

Autónoma de México]. [https://repositorio.unam.mx/contenidos/implementacion-de-control-estadistico-de-proceso-en-una-empresa-metalmecanica-3453456?c=0elwOg&d=false&q=\\*&i=1&v=1&t=search\\_0&as=0](https://repositorio.unam.mx/contenidos/implementacion-de-control-estadistico-de-proceso-en-una-empresa-metalmecanica-3453456?c=0elwOg&d=false&q=*&i=1&v=1&t=search_0&as=0)

Grupo Excala. (2021). Grupo Excala. Obtenido de <https://grupoexcala.com/wp-content/uploads/2022/04/INFORME-DE-SOSTENIBILIDAD-2021-v2.pdf>

Grupo Excala. (2023). Grupo Excala. Obtenido de <https://grupoexcala.com/>

Grupo Excala. (s.f.). Grupo Excala. Obtenido de <https://grupoexcala.com/categoria-producto/empaque-embalaje/sacos-fique/>

Grupo Excala. (s.f.). Grupo Excala. Obtenido de <https://grupoexcala.com/nuestro-grupo/>

Grupo Excala. (s.f.). Grupo Excala. Obtenido de <https://grupoexcala.com/categoria-producto/empaque-embalaje/sacos-polipropileno/>

Gutiérrez Pulido Humberto, De La Vara Salazar Román. Control estadístico de calidad y seis sigma. México: Graw-Hill Interamericana Editores, S.A- de C.V., 2009. Pag 5.

Hernández. (2010). Desarrollo organizacional edición 1. En J. Hernández.

Informes de Expertos. (s.f.). Obtenido de <https://www.informesdeexpertos.com/categorias/mercado-del-packaging>

Malpartida, J. (2020). Importancia del uso de las herramientas Lean Manufacturing en las operaciones de la industria del plástico en Lima. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5501927.pdf>

Martínez, Y. (2022a). Ingeniería de Métodos – Herramientas de Productividad y Calidad – Hoja de Diagnóstico. Obtenido de <https://www.ingenieriademetodos.com/productividad-y-calidad/>

Martínez, Y. (2022b). Ingeniería de Métodos – Herramientas de Productividad y Calidad - Teoría hoja de diagnóstico y análisis industrial. Obtenido de <https://www.ingenieriademetodos.com/productividad-y-calidad/>

Muñoz, D. (1 de septiembre de 2022). El Empaque + Conversión. Obtenido de <https://www.elempaque.com/es/noticias/los-retos-que-enfrenta-el-mercado-de-empaques-en-el-2022>

Muñoz, M., Hidalgo, M., y Mina, J. (3 de febrero de 2014). Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-35612014000200007](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612014000200007)

Navia P., Diana Paola, Ayala A., Alfredo Adolfo y Villada C., Héctor Samuel. Interacciones empaque-alimento: migración. Revista Ingenierías Universidad de Medellín [en línea]. 2014, 13(25), 99-113. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75039185007>

Od. Sarli, R. R., Prof. Od. González, S. I., y Od. Ayres, N. (2015). Análisis FODA. Una herramienta necesaria. Blog digital UNCuyo. Obtenido de [https://bdigital.uncuyo.edu.ar/objetos\\_digitales/7320/sarlirfo-912015.pdf](https://bdigital.uncuyo.edu.ar/objetos_digitales/7320/sarlirfo-912015.pdf)

Ortega, C. (s.f.). QuestionPro. Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion->

