
**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO INSTITUTO TECNOLÓGICO
DE APIZACO INGENIERÍA INDUSTRIAL**

PROYECTO:

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA WCM PARA REDUCCIÓN DE
AVERÍAS EN EL ÁREA DE RECUBRIMIENTO LÍNEA 2**

PRESENTA:

DIANA ALEJANDRA HERNANDEZ BADILLO

NÚMERO DE CONTROL:

12370513

ÁREA DE PRÁCTICAS PROFESIONALES:

MANTENIMIENTO

ASESOR EXTERNO:

ING. HECTOR ARMANDO FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ

ASESOR INTERNO:

ING. MAURINO OLIVARES HERNÁNDEZ

Dedicatoria

A mi madre que me ha ayudado a salir adelante formándome con amor, valores y buenos sentimientos sin su apoyo incondicional no hubiera podido llegar a donde estoy.

A mi hijo Dylan por ser tarde de mi formación, mi más grande inspiración y ejemplo. Tus palabras de aliento han sido fundamentales para poder atreverme a subir un escalón mas y crecer como persona y profesional. Que este logro sirva de herramienta para guiar cada uno de tus pasos.

A mi esposo por jamás truncar mis sueños e impulsarme a lograr cada uno de ellos gracias por tus sacrificios y esfuerzo por darme una carrera para el futuro de nuestra familia, por creer en mi capacidad brindándome tu apoyo y comprensión.

A mis suegros por nunca dejarme sola en los momentos difíciles y por apoyarme hasta el final.

Al momento de ser entregado este proyecto soy aún más dichosa, mi familia ya está completa por que los tengo a ustedes Alejandro, Dylan, Franco y Damián.

“El peldaño que hoy logro subir con satisfacción es con ustedes y para ustedes.”

Agradecimiento

Primeramente agradezco al Instituto Tecnológico de Apizaco por darme la oportunidad de ser parte de su comunidad y formarme como ingeniero industrial, así como a los diferentes docentes por transmitir sus conocimientos y experiencia profesional.

Mi reconocimiento al Ingeniero Maurino Olivares Hernández, asesor de esta investigación, por su invaluable apoyo, gracias a su orientación, dirección y supervisión, se ha logrado cumplir el objetivo.

A la empresa Adfors Saint-Gobaint, por brindarme la oportunidad de colaborar con su organización dándome un lugar en el área de mantenimiento, quiero agradecer a mi asesor externo de residencias profesionales, el ingeniero Héctor Armando Fernández Fernández, jefe del taller de mantenimiento, en la empresa Adfors, por darme apoyo durante mi estancia y brindarme un poco de su experiencia para realizar mi proyecto.

Agradezco infinitamente a mi hijo Dylan quien acompañó mi etapa académica, fue necesario sacrificar tiempo y momentos a tu lado para poder completar exitosamente esta etapa en mi vida, agradezco cada una de tus sonrisas y tus muestras de cariño hacia mí, has sido mi mayor motivación para no rendirme y poder llegar a ser un ejemplo para ti, gracias por siempre estar a mi lado y nunca soltarme, gracias por comprender el significado del sacrificio que realizamos entre tú y yo.

INDICE

INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO I	9
GENERALIDADES DEL PROYECTO	9
1.1 Información sobre la planta.....	10
1.1.1. ADFORS	10
1.1.2. Producto	15
1.1.3. Proceso	16
1.1.4. Área de Recubrimiento	19
1.1.5. Mantenimiento	22
1.2 Problemas a resolver	23
1.3 Objetivos:	23
1.3.1. General	23
1.3.2. Específicos	23
1.4 Justificación	24
1.5 Delimitación del proyecto	25
CAPÍTULO II	26
MARCO TEÓRICO	26
2.1 Metodología WCM	27
2.1.1. ¿Qué es WCM?	27
2.1.2. ¿Cuál es su objetivo?	28
2.1.3. ¿Qué es el Templo WCM y cómo está conformado?	28
2.1.4. ¿Cuáles son las funciones de un pilar?	31
2.1.5. ¿Qué es un Tablero WCM?	35
2.1.6. Bases de la metodología WCM	36
2.1.7. Desarrollo del proceso	39
Capitulo III.....	44
Metodología del proyecto.....	44
3.1.1. Establecer un sistema de recogida de datos	48
3.1.2. Analizar los datos cronológicos y establecer los indicadores de actuación.	50
3.1.3. Efectuar el desarrollo de las averías y hacer un análisis de Pareto.	51
3.2.1. Identificar las zonas críticas.....	52
3.2.3. Manejar Cartelitos.....	57

3.2.4. Definir y aplicar los estándares de limpieza, inspección y lubricación.....	59
3.3 “Atajar las averías frecuentes”	62
3.3.1 En las zonas importantes, definir los tipos de averías.....	62
.....	64
3.3.2. Desarrollar el análisis de los 5 porqués sobre los tipos de avería identificados.....	65
3.3.3. Aplicar las medidas tomadas.....	66
3.3.4 Establecer un sistema de control de repetitividad.....	67
3.4 Evidenciar las causas de averías esporádicas	68
3.4.1 Introducir una nueva definición de avería para mejorar el sistema de recogida de datos.....	68
3.4.2 Introducir la ficha de análisis avería.....	70
3.4.3. Capacitar a todos los operadores involucrados y al personal de mantenimiento.....	73
3.5 Definir el plan de mantenimiento preventivo	74
3.5.1 Fijar el sistema de mantenimiento planificado.....	74
3.5.2 Planear el tablero de la máquina.....	75
Capítulo 4.....	76
Análisis de resultados	76
4.1 Calculo del ahorro del proyecto.....	77
4.2 Conclusiones de proyecto.....	78
Fuentes de Información	80

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Algunos productos elaborados en ADFORS Tlaxcala [Fuente: Cortesía Saint Gobain, 2018]	12
Figura 2 Malla y sus componentes [Fuente: Cortesía Saint Gobain, 2018]	15
Figura 3 Proceso de la malla [Fuente: Cortesía Saint Gobain, 2018]	17
Figura 4 Relación del Proceso con las áreas de empresa [Fuente: Cortesía Saint Gobain, 2018] ...	18
Figura 5 Lay out de ADFORS [Fuente: Cortesía Saint Gobain, 2018].	18
Figura 6 Máquina ATF 1 [Fuente: Propia, 2018.]	21
Figura 7 Componentes del área de Mantenimiento	22
Figura 8 Templo WCM [Fuente: Cortesía Saint Gobain, 2018]	30
Figura 9 Funcionamiento de Pilares	33
Figura 10 Pilares de WCM [Fuente: Cortesía Saint Gobain, 2018]	34
Figura 11 Bases de WCM [Fuente: Cortesía Saint Gobain, 2018]	37
Figura 12 Ventana principal del sistema SAPo [Fuente: Cortesía Saint Gobain, 2018]	43
Figura 13 Ubicación del sistema SAPo y la extracción de datos [Fuente: Cortesía Saint Gobain, 2018].	49
Figura 14 Grafica del porcentaje de avería semanal [Fuente: Cortesía Saint Gobain,y actualización propia 2018].	50
Figura 15 Pareto de averías [Fuente: Propia, 2018].	51
Figura 16 Ubicación de zona crítica [Fuente: Propia, 2018]	52
Figura 17 Colocación de LOTO [Fuente: Propia, 2018]	53
Figura 18 Delimitación del área [Fuente: Propia, 2018]	54
Figura 19 SOP de limpieza de quemador de Horno 1 [Fuente: Propia, 2018]	55
Figura 20 SOP de limpieza de Chumaceras de recirculación [Fuente: Propia,2018]	56

Figura 21 Cambio de válvula de alimentación de agua proveniente del chiller o enfriador [Fuente: Propia, 2018]	57
Figura 22 Cambio de manguera de campana de extracción horno uno [Fuente: Propia, 2018]	58
Figura 23 Cambio de válvula de alimentación de gas de Horno 2 [Fuente: Propia, 2018]	58
Figura 24 SOP'S mantenimiento autónomo [Fuente propia 2018.]	60
Figura 25 Ubicación de Master Web y la ubicación de los formatos [Fuente: Cortesía Saint Gobain, 2018].	61
Figura 26 Ejemplo de análisis de falla con un 5 porqué [Fuente: Propia, 2018].	65
Figura 27 Plan de mantenimiento preventivo [Fuente: Propia, 2018].	66
Figura 28 Sistema de control diario [Fuente: Cortesía Saint Gobain, 2018].	67
Figura 29 Funcionamiento del MTTR y MTBF [Fuente: Propia, 2018].	69
Figura 30 Formato anterior de análisis de avería [Fuente: Cortesía Saint Gobain, 2018].	70
Figura 31 Ficha de análisis de avería [Fuente: Cortesía Saint Gobain, 2018].	71
Figura 32 Formato actual de análisis de avería parte de atrás [Fuente: Cortesía Saint Gobain, 2018].	72
Figura 33 Fotos de capacitaciones a los operadores de mantenimiento [Fuente: Propia, 2018].	73
Figura 34 Plan de Mantenimiento Preventivo [Fuente: Propia, 2018].	74
Figura 35 Tablero de máquina [Fuente: Propia, 2018].	75
Figura 36 Calculo de ganancias de proyecto de línea 2 [Fuente: Finanzas, 2018].	77

INTRODUCCIÓN

El siguiente proyecto consta de reducción del porcentaje de averías en línea 2, es una línea de producción de importancia ya que es el primer proceso por el que pasa la materia prima para convertirse en hilo para la elaboración de malla en sus diferentes presentaciones.

- Malla negro estándar
- Gris estándar
- Malla Vent Mesh
- Malla WCB

El funcionamiento de esta máquina es vital para toda la planta es aquí donde inicia el proceso después del área de mezclado donde es preparado el recubrimiento que llevara el hilo de fibra de vidrio para pasar como producto semiterminado en bobinas metras y no metradas al área de urdido donde se convierten de bobinas de mayor tamaño para posteriormente pasar a tejido y convertir el hilo en malla, siendo así el siguiente producto semiterminado y pasar a tenter para ser fijada, para después pasar al área de inspección donde se hacen los rollos de diferentes medidas y así poder cumplir con la demanda.

Para que el área cumpla con los niveles de malla procesada requeridos, hay que disminuir considerablemente las fallas que se presentan en la línea. Por lo que se realizaron mejoras en para aumentar la eficiencia y la confiabilidad, de igual manera reducir el porcentaje de averías y su mantenimiento correctivo.

La base con la que se trabajo fue la metodología WCM la cual es parte primordial de todo el grupo de Saint Gobain.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 Información sobre la planta

1.1.1. ADFORS

ADFORS Tlaxcala, se ubica en el corredor Industrial Xicohtencatl 1, empresa en la cual se ejecutará el proyecto denominado, “APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA WCM PARA REDUCCIÓN DE AVERÍAS EN EL ÁREA DE RECUBRIMIENTO LÍNEA 2”.



Nombre de la empresa: Adfors

Saint-Gobain Technical Fabrics

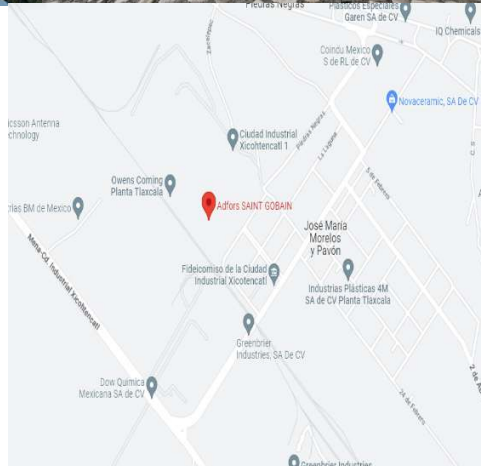
Dirección: Coaxamalucan

No.500, Cd. Industrial

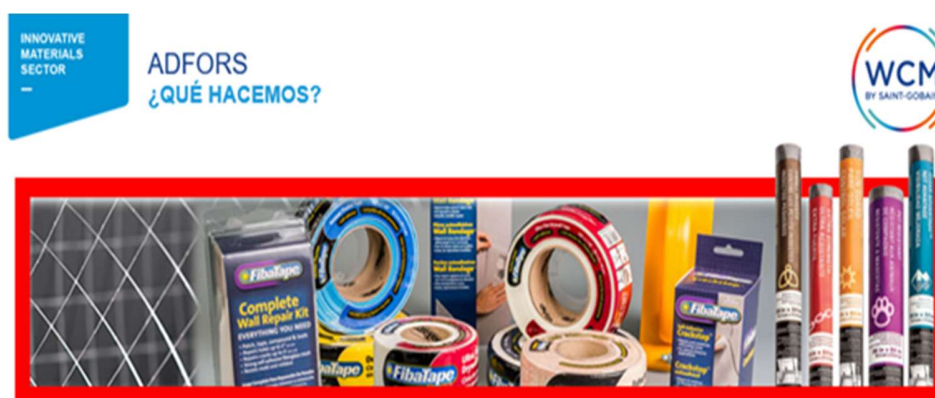
Xicoténcatl, Tetla, Tlaxcala

Código postal: 90434

Teléfono: +52.241.418-8200



ADFORS Tlaxcala, es parte del GRUPO SAINT-GOBAIN, grupo productor, transformador y distribuidor de materiales, con un enfoque en los mercados de construcción e industriales, creado en 1665, con 353 años en el mercado. Es una empresa internacional que opera en 67 países, con 13 sitios de producción en todo el mundo. La Producción de Clase Mundial (WCM, por sus siglas en inglés) es su cultura en común en términos de producción. Esto apunta a una mejora continua identificando y erradicando pérdidas, atacando las causas primordiales e implementando condiciones para evitar pérdidas gracias a la participación de todos los empleados.



ADFORS ofrece soluciones basadas en un completo abanico de tecnologías textiles y de recubrimiento que utilizan hilos de fibra de vidrio, fibras sintéticas y fibras naturales.

ADFORS es el líder mundial más confiable e innovador en tejidos técnicos, que ofrece las soluciones más adaptadas para satisfacer sus necesidades.

Es una empresa líder reconocida y respetada en textiles técnicos para refuerzo gracias a los conocimientos y experiencias acumuladas en los últimos 53 años. ADFORS apunta a ser un líder global, ofreciendo un amplio abanico de textiles técnicos a través de una variedad de mercados, en el futuro cercano. [Fuente: Cortesía Saint Gobain, 2018].

En la figura 1 se observan algunos productos que se elaboran en esta planta:



Figura 1 Algunos productos elaborados en ADFORS Tlaxcala [Fuente: Cortesía Saint Gobain, 2018]

Descripción de algunos productos:

Clear Advantage

Lo último en mosquiteros para lograr una mejor visibilidad sin comprometer la durabilidad.

Su exclusiva construcción y los hilos de fibra de vidrio de diámetro reducido brindan la ilusión óptica de que el mosquitero es invisible.

Pet Resistant

La solución definitiva para mosquiteros que se deben reemplazar con frecuencia debido a daños causados por mascotas domésticas.

Este mosquitero de poliéster de alta resistencia evita desgarres y daños causados por mascotas domésticas y niños que empujen el mosquitero.

Extra Strength

El Mosquitero Extra-Fuerte de ADFORS está fabricado con una malla de tejido más pesado y fuerte, es un 40% más resistente que los mosquiteros de fibra de vidrio estándar.

Este mosquitero es ideal para ventanas grandes, puertas y otras áreas de mucho uso, donde sea necesaria una protección extra por la presencia activa de mascotas o niños pequeños.

Pool & Patio

Los mosquiteros para Piscinas y Jardines de ADFORS cuenta con un revestimiento contra rayos UV y conserva sus propiedades físicas incluso en temperaturas extremas. Es fácil de instalar e ideal para aberturas grandes que requieran una resistencia adicional.

1.1.2. Producto

La malla mosquitera, se compone de Urdimbre y Trama. El Urdimbre es el conjunto de hilos que van a lo largo de la tela, mientras que la trama son los hilos que van tejidos a lo ancho de la malla. En la figura 2 muestra de manera visual como está compuesta la malla.

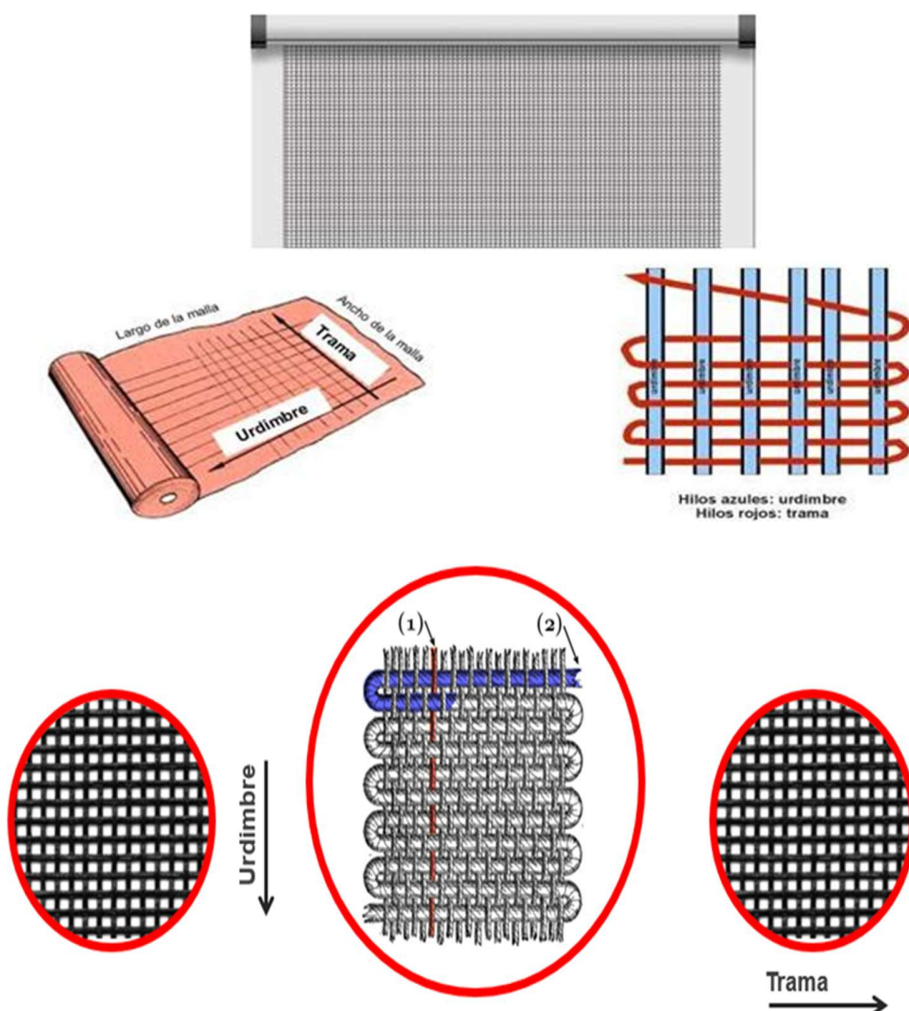


Figura 2 Malla y sus componentes [Fuente: Cortesía Saint Gobain, 2018]

1.1.3. Proceso

El proceso de fabricación de la malla consta de 6 pasos, **el primero es mezclado**; aquí es donde se mezclan los químicos con los que es recubierto el hilo de fibra de vidrio, la mezcla depende de las especificaciones que el cliente en este caso área de recubrimiento ha solicitado conforme a su planeación y demanda. **El segundo paso** es recubrimiento, área donde la materia prima que es hilo de fibra de vidrio comienza con la transformación, los hilos son empalmados y dirigidos a los aplicadores donde son recubiertos con el plastificante para posteriormente pasar a los hornos y fijar la mezcla con la que fue recubierto el hilo por último pasar por una tina de enfriamiento y ser embobinados en rollos pequeños para pasar a la siguiente área. **El tercer paso** es urdido donde los hilos son nuevamente embobinados en grandes rollos y así pasar al **cuarto paso** que es tejido donde con ayuda de los telares se da forma a la malla, y tener un subproducto terminado en grandes rollos. En termofijado es donde los rollos se dirigen al **quinto paso** del proceso donde la malla pasa a ser fijada mediante un proceso de calor. Por último, en el sexto paso inspección, área donde la malla es inspeccionada para corroborar que este dentro de los estándares de calidad y hacer los rollos de malla de las medidas y peso especificados por el cliente y así obtenemos el producto final.

En la figura 3 se muestra de manera visual el proceso de la malla:



Figura 3 Proceso de la malla [Fuente: Cortesía Saint Gobain, 2018]

En la figura 4 muestra el mapa de proceso de la malla mosquitera desde el proveedor hasta el consumidor dentro de la planta:

La zona donde se llevará a cabo el proyecto se resalta en el mapa para mayor identificación.

También resaltar que es uno de los procesos de mayor importancia dentro de la organización ya que es la primera etapa por la que pasa la materia prima para su transformación y ser el primer producto semiterminado dentro del proceso al que es sometida la materia prima para llegar a tener una gran satisfacción y cumplir los estándares de producto terminado.

Supplier	Input	Process	Output	Customer
PROVEEDOR EXTERNO	MATERIA PRIMA	MEZCLADO	PLASTISOL	RECUBRIMIENTO
MEZCLADO VETROTEX	PLASTISOL HILO DE FIBRA DE VIDRIO	RECUBRIMIENTO	HILO RECUBIERTO PARA URDIMBRE Y TRAMA	URDIDO TEJIDO
RECUBRIMIENTO	HILO RECUBIERTO URDIMBRE	URDIDO	JULIO	TEJIDO
URDIDO	JULIO	TEJIDO	MALLA	TENTER
RECUBRIMIENTO	HILO RECUBIERTO TRAMA			
TEJIDO	MALLA	TERMOFIJADO	MALLA TERMOFIJADA	INSPECCION
TENTER	MALLA TERMOFIJADA	INSPECCIÓN	ROLLOS	ALMACEN PT

Figura 4 Relación del Proceso con las áreas de empresa [Fuente: Cortesía Saint Gobain, 2018]

El flujo de producción es mostrado mediante un layout en la figura 5

El primero es el área de mezclado, el segundo es el área de recubrimiento (área donde se realizará el proyecto), el tercero es el área de Urdido, el cuarto es el área de Tejido, la quinta es el área de termofijado, la sexta y última área es inspección.

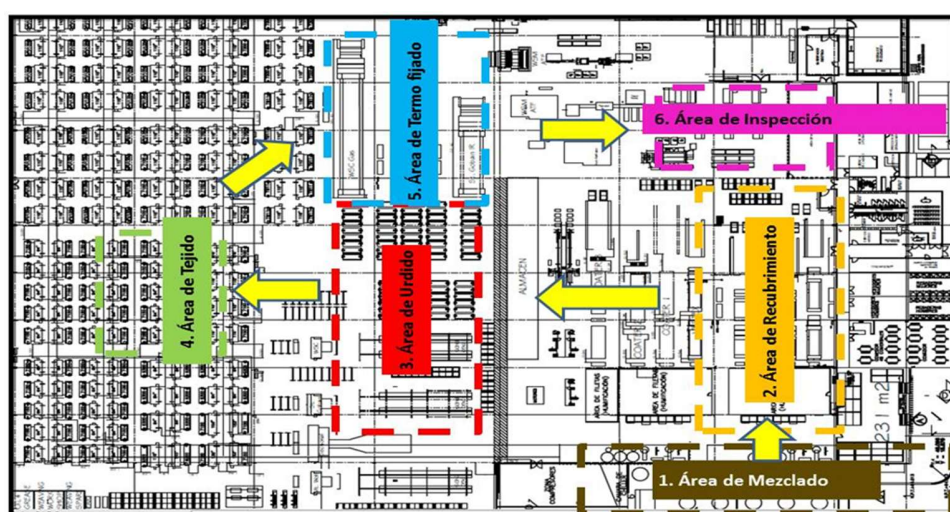


Figura 5 Lay out de ADFORS [Fuente: Cortesía Saint Gobain, 2018].

1.1.4. Área de Recubrimiento

En esta parte del proceso se realiza la aplicación de un polímero que al cambio de temperatura en hornos resulta en un recubrimiento para la fibra de vidrio en plástico.

La materia prima, que en este caso es la fibra de vidrio, la hacen llegar en bobinas, las cuales pueden llegar a tener hasta 75 mil metros lineales. Estas se almacenan en una cabina de humectación, colocándolas en filetas para poder recubrir la fibra por un proceso de calor, para que el plastisol (Polímero) seque con mayor rapidez y el proceso sea más ágil.

Dentro de la línea de recubrimiento en la cabina de humectación se mantiene la fibra de vidrio humectada para tener un mejor recubrimiento, en un aplicador de plastisol, por donde corre la fibra de vidrio para cubrirla de plastisol, en seguida se encuentra un horno de alta temperatura para secar el plastisol ya colocado en la fibra de vidrio.

Al salir del primer horno, se encuentra un segundo aplicador con las mismas características que el primero, para hacer el proceso ya mencionado, después de que la fibra pasa nuevamente por el aplicador

para realizarle el recubrimiento de plastisol pasa por el horno dos, al salir pasa por una tina de agua, la cual se encarga de re humectar la fibra de vidrio recubierta de plastisol.

El último paso para que obtener el producto final de la línea es embobinarlo con una máquina llamada winder (embobinadora), esta línea cuenta con 80 máquinas de este tipo.



LAY-OUT LÍNEA 2

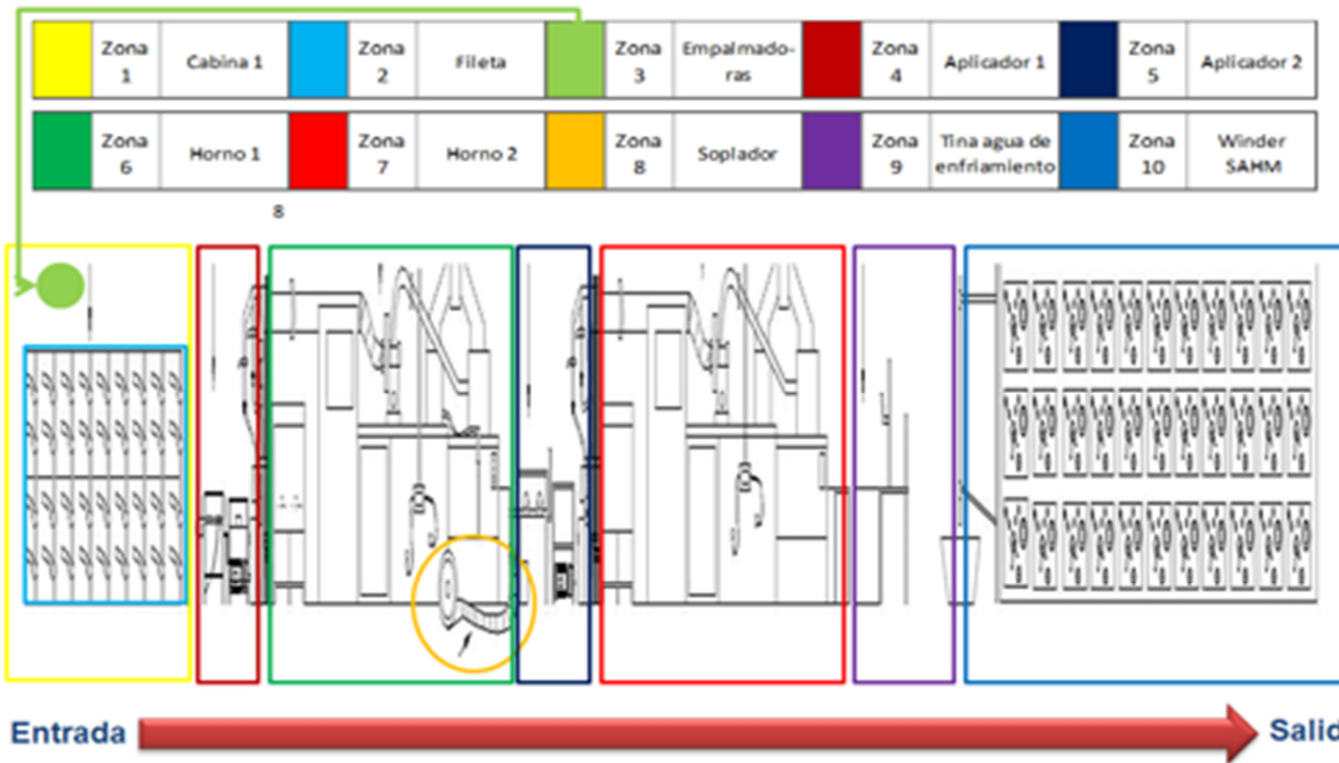


Figura 6 Máquina ATF 1 [Fuente: Propia, 2018.]

1.1.5. Mantenimiento

Es el área de la empresa que como su nombre lo indica, se dedica a realizar el mantenimiento o servicio a todas las máquinas de la planta. Mantenimiento consta de diversas partes como mantenimiento planificado, el mantenimiento autónomo, la comprensión de averías, y otros, como se observa en la muestra en la figura 7.



Figura 7 Componentes del área de Mantenimiento

Los residentes en el área de mantenimiento son lo que se dedican a hacer instrucciones de trabajo, SOP's (Procedimiento Operativo Estándar), que sirven para que las actividades se hagan lo más rápido posible o en su defecto para que personas en específico puedan realizar esa actividad, y OPL's (Lección Sobre un Punto) que sirven para saber cuándo algo está bien o algo está mal, además de trabajar en actividades de WCM (*Word Class Manufacturing*) y de ISO (*International Organization for Standardisation*).

1.2 Problemas a resolver

1. Restablecer las condiciones básicas de la línea de recubrimiento
2. Establecer un sistema de control de repetitividad
3. Establecer un sistema de recogida de datos
4. Definir y aplicar los estándares de limpieza, inspección y lubricación
(Mantenimiento autónomo)
5. Definir plan de mantenimiento preventivo

1.3 Objetivos:

1.3.1. General

Reducir el tiempo promedio de falla del equipo identificado con un alto índice de horas de paro y aumentar el tiempo promedio entre averías obteniendo así la confiabilidad de la máquina para la obtención de los objetivos de producción.

1.3.2. Específicos

- 1.- Reducir tiempo de paro de línea de 3.5% de averías a un 2.3% de averías
- 3.- Implementación de programa de mantenimiento autónomo.
- 4.- Creación del plan y programa de mantenimiento preventivo.

1.4 Justificación

El proyecto a realizarse en la línea 2 de recubrimiento es de importancia, ya que en esta área inicia la transformación de fibra de vidrio a hilo recubierto de PoliCloruro de Vinilo Colorado (CPVC).

La implementación de este proyecto ayudara a reducir el tiempo promedio de falla de la línea 2 de recubrimiento, obteniendo así una mayor producción, aumentando el tiempo entre fallas. Realizando mediante la estandarización de las reparaciones y estableciendo el plan de mantenimiento preventivo.

Con el proyecto se reducirán los tiempos en paros no programados y se reducirán las pérdidas económicas en mantenimientos correctivos así beneficiando a la empresa en mayor producción y ahorros económicos.

Se identificarán también las actividades como es limpieza, inspección, lubricación y ajustes que los operadores de la línea puedan realizar para así implementar mantenimiento autónomo.

1.5 Delimitación del proyecto

Con el proyecto se reducirán los tiempos perdidos en paros no programados y a su vez se reducirán las pérdidas económicas en mantenimientos correctivos así beneficiando a la empresa en mayor producción y ahorros económicos.

La limitación que se encontró es monetaria por el momento no se cuenta con algún capital o apoyo como tal ya que hay demasiadas máquinas que tienen problemas similares, entonces todo lo que se vaya a realizar durante el proyecto se tiene que hacer con materiales que tiene la empresa o buscando componentes con las propiedades que se necesitan, pero a un precio accesible.

El proyecto se desarrollará en el área de la línea 2 que tenga mayor impacto en averías mediante un despliegue se analizará el área donde se va a trabajar ya que es una línea que tiene alto nivel de averías que tiene un impacto considerable.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Metodología WCM

2.1.1. ¿Qué es WCM?

La Manufactura de Clase Mundial, conocida por sus siglas en inglés “WCM”, Metodología de mejora continua del Grupo Saint Gobain para la sistemática eliminación de las pérdidas con la participación de todos para conseguir resultados de negocio de excelencia y la satisfacción del cliente. Pretende conseguir lo mejor de todos los aspectos, cero incidentes, cero defectos, cero mermas y cero stock.

El programa WCM está dividido en 5 grandes etapas:

- Preparación
- Piloto
- Expansión
- Despliegue
- Estabilización

Cada etapa tiene un tiempo de implementación que en teoría puede ser aproximadamente 2 años entre fase y fase.

2.1.2. ¿Cuál es su objetivo?

Ser competitivos en la fabricación de nuestros productos y/o servicios a nivel de los mejores en el mundo.

La eficiencia en los procesos industriales y garantizar la fabricación de productos de calidad, eliminando los desperdicios y pérdidas mediante el compromiso de todos los niveles de la organización en el uso de las mejores prácticas a nivel global.

Teniendo como objetivos:

- Cero Accidentes
- Cero Averías
- Cero Defectos
- Cero Enfermedades Laborales
- Cero Tiempo de espera

2.1.3. ¿Qué es el Templo WCM y cómo está conformado?

El Templo WCM es la estructura global del WCM.

Si observamos el logo de Saint Gobain, podemos vincularlo con WCM de la siguiente forma:

Los cimientos constituyen los Fundamentos, es decir, las herramientas que sirven como soporte al WCM como son: La Estandarización, las 5's, la Gestión Visual y la Gestión Autónoma. La figura 8 muestra la estructura del templo WCM.

Las columnas son los Pilares, es decir, el soporte para llevar a cabo el WCM conformados por un líder con sus integrantes del equipo de las diferentes áreas de la empresa conocidas como “áreas modelo” en donde se busca lograr la excelencia operativa mediante la implementación de una ruta del Pilar que simula a una receta de comida con pasos estructurados en un tiempo determinado

Adfors Tlaxcala cuenta con los siguientes Pilares:

- Salud y Seguridad
- Medio Ambiente
- Prevención de Riesgos
- Confiabilidad
- Eficiencia Industrial
- Calidad y Control de Procesos
- Orientación hacia el Cliente y Servicio al Cliente
- Desarrollo del Personal
- Innovación, Desarrollo y Crecimiento

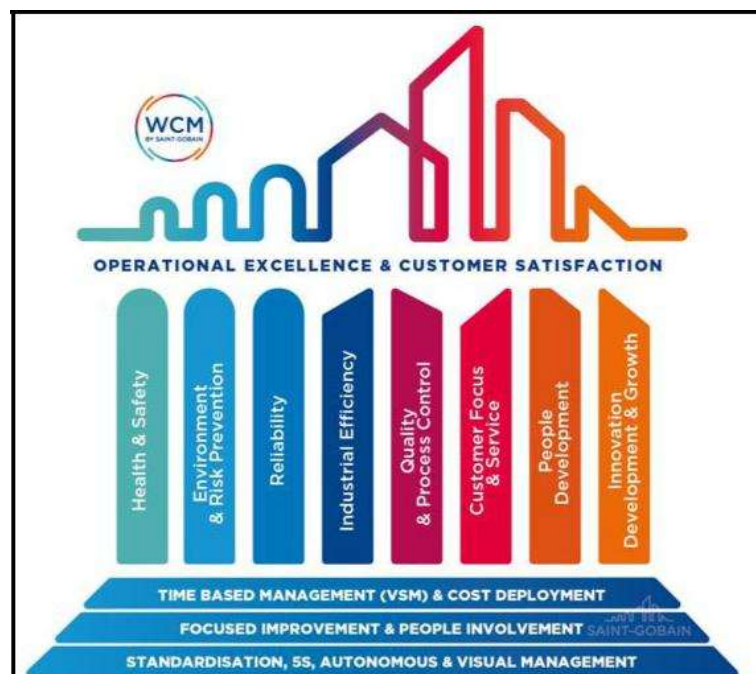


Figura 8 Templo WCM [Fuente: Cortesía Saint Gobain, 2018]

2.1.4. ¿Cuáles son las funciones de un pilar?

Los pilares tienen básicamente 3 funciones principales:

- Sustentar la Gestión del Sistema
- Sustentar los Grupos de Mejora
- Sustentar el mantenimiento de las ganancias, es decir, controlar y prevenir las pérdidas.

Un pilar es el soporte del sistema de Excelencia Empresarial, es dirigido por un grupo y un Pilar Líder.

Su misión es de soportar la organización a alcanzar sus objetivos utilizando talleres de mejora continua, enfocado a actividades de mejora e involucrando personal de diferentes niveles y funciones. ¹ La figura 9 menciona para que sirven los pilares.

PILARES PRIORITARIOS Son con los que se inicia la implementación de las rutas en las “áreas modelo”. Se seleccionan 3 de los 9 Pilares por su prioridad en la Fábrica, aunque el Pilar de Salud y Seguridad es mandatorio, esto quiere decir que todas las fábricas de Saint Gobain en el grupo tendrán este Pilar como “Prioritario”.

Las áreas modelo son máquinas o áreas en donde los Pilares inician la implementación de los pasos de la ruta.

Esta puede ser un área de una sola máquina o de muchas dependiendo de las necesidades y de los recursos humanos, económicos, etc.; de cada Fábrica.

El objetivo de trabajar en las áreas modelo es conseguir resultados de excelencia operativa que sirvan como ejemplo de replicación en el resto de la Fábrica.

Área de Expansión: Es un área en la cual se reaplicarán los mismos pasos del Pilar que se implementó para la medalla Bronce. La selección de esta área se lleva a cabo por la matriz de Priorización y es conocida como una maquina crítica.

Las Metas del WCM que son: lograr la excelencia operacional y la satisfacción del cliente.

Por tanto, su misión es ser impulsores de la mejora continua con el soporte de la Metodología WCM.



Figura 9 Funcionamiento de Pilares

En total son 8 pilares los que tiene el templo de WCM, La figura 10 muestra cómo están estructurados los pilares.

- Salud y seguridad
- Medio ambiente y prevención de riesgos
- Confiabilidad
- Eficiencia industrial
- Calidad y control de procesos
- Orientación hacia el cliente
- Desarrollo del personal
- Innovación, desarrollo y crecimiento



Figura 10 Pilares de WCM [Fuente: Cortesía Saint Gobain, 2018]

2.1.5. ¿Qué es un Tablero WCM?

Un tablero WCM es un pizarrón donde se coloca información propia de los proyectos desarrollados en las diferentes áreas.

Existen diferentes tipos de tableros:

- Tablero de Proyecto: Se coloca para los proyectos que están en curso específicamente en el área donde se están llevando a cabo e incluye la información más relevante de la Ruta empleada.
- Tablero de Máquina: Una vez concluido el proyecto es necesario continuar monitoreando ciertos indicadores o información propia de los proyectos para lograr sostenibilidad por lo que se usa este tipo de tablero.
- Tablero 5's: Día a día se utiliza para controlar las 5's en las áreas productivas de acuerdo al estándar establecido.
- Tablero de Pilar: Incluye la información propia del pilar, así como los documentos generados tras avanzar en la Ruta del mismo.

2.1.6. Bases de la metodología WCM

Estandarización:

Un estándar es un punto de referencia para que las personas trabajen de la misma forma y con esto evitar accidentes, errores, desperdicios, defectos, entre otras cosas.

Los Sistemas de Calidad buscan a su vez que esos estándares se encuentren disponibles para todas las personas.

Es muy común encontrar que para ayudar a las personas a visualizar mejor un punto o ciertas actividades se coloquen SOP's u OPL's.

SOP es una instrucción corta paso por paso con ayudas visuales para facilitar su ejecución.

OPL es una lección de un punto donde podemos indicar de manera precisa cómo debe quedar de forma correcta determinada cosa o compararlo contra otra que es incorrecta.

5s's:

Es una herramienta japonesa que busca la mejora continua a través de lograr espacios de trabajo limpios y ordenados.

1ª S: Separar

2da S: Ordenar

3ra S: Limpiar

4ta S: Estandarizar

5ta S: Sostener

Las 5S's es una actitud continua para cuidar el puesto de trabajo (condiciones de seguridad y ergonómicas, enfoque lean para reducir desperdicios o tiempo para moverse y buscar). Ni el restablecimiento ni la actividad de mejora pueden empezar sin convalidar el área en 5S. Por lo que debe considerarse como integrada en todos los recorridos de reducción de pérdidas (restablecer y conservar las ganancias).

Gestión visual y gestión autónoma.

Mejora Focalizada & Involucramiento del personal.

Gestión basada en el tiempo & Distribución de costos.

La figura 11 es la representación de los puntos antes mencionados



Figura 11 Bases de WCM [Fuente: Cortesía Saint Gobain, 2018]

Es una técnica que se aplica en todo el mundo con excelentes resultados por su sencillez y efectividad.

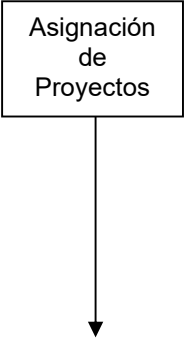
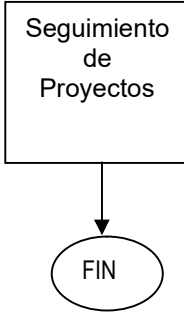
Su aplicación mejora los niveles de:

1. Calidad.
2. Eliminación de Tiempos Muertos.
3. Reducción de Costos.

Gestión Visual: La gestión visual está conformada por herramientas o dispositivos que nos permiten detectar si algo está correcto o no respecto al estándar con un solo vistazo.

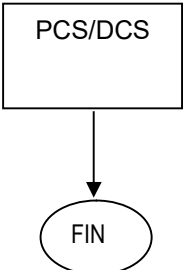
En las áreas puede estar representada por: los tableros, los anuncios, OPL, Estándares de colores, imágenes, figuras, diagramas.

2.1.7. Desarrollo del proceso

PASO DEL PROCESO	RESPONSABLE(S)	DOCUMENTACION APLICABLE	COMENTARIO(S)
Asignación de Proyectos 	Dirección General, Coordinación WCM y Lideres de Pilares	IT-WCM-01 REQUISITOS, EXPECTATIVAS Y PROCESO DE CERTIFICACIÓN WCM IT-WCM-04 PROTOCOLO DE PROYECTOS WCM IT-WCM-12 IDENTIFICACIÓN DE PÉRDIDAS POR PILAR FT-WCM-53 SELF ASSESSMENT	Una vez realizado los análisis de pérdidas correspondientes, se procederá a elegir líderes para los nuevos proyectos abiertos, los cuales deberán ser capacitados para el tipo de proyecto que se les fue asignado. Debe de considerarse que se les dará prioridad a las personas que ya fueron certificadas con un Belt. Ya que deben de cubrir una cantidad de proyectos determinada por el Belt que tienen y por el requerimiento establecido en el Self Assessment.
Seguimiento de Proyectos 	Dirección General, Coordinación WCM, Lideres de Pilares, Lideres de Proyectos	FT-WCM-56 AUDITORÍA A PROYECTOS ACTIVOS FT-WCM-30 ESTÁNDAR DE RUTINAS IT-WCM-PCS/DCS IT-WCM-12 IDENTIFICACIÓN DE PÉRDIDAS POR PILAR	Se revisarán acorde a las rutinas del Steering Committee los proyectos activos de la planta, si alguno presenta algún retraso, el Steering Committee le asignará los recursos (personal o técnicos) que necesite para continuar, y aplicar las sanciones que correspondan cuando un proyecto no sea terminado en tiempo y forma.

PASO DEL PROCESO	RESPONSABLE(S)	DOCUMENTACION APLICABLE	COMENTARIO(S)
Selección de Áreas de Expansión ↓	Líderes de Pilares, Coordinación WCM	FT-WCM-69 MATRIZ ABC FT-WCM-53 SELF ASSESSMENT	El pilar debe comenzar el nivel 3.5 con la selección de sus áreas de expansión. Para ello deberá usar la matriz ABC de toda la planta y de las máquinas críticas (A), deberá hacer un despliegue de pérdidas para escoger aquellas que mayor criticidad les represente y que cumplan con los criterios establecidos en el Self Assessment.
Master Plan ↓	Líderes de Pilares	FT-WCM-73 MASTER PLAN FT-WCM-53 SELF ASSESSMENT RUTAS DE PILARES ADFORS STANDARD PROCEDURE HOW TO DEFINE BBS / BWB / THI REV: 0 ADFORS_BBS_BWB_THI_FINAL_VERSION REV2 FT-WCM-15 SINGLE AGENDA	El pilar debe planear la implementación de los puntos marcados en el Self Assessment, incluyendo la ruta de pilar, los fundamentos y el monitoreo de los BBS/BWB para las áreas modelo y las áreas de expansión, por lo que elaborará un plan maestro, sobre el cual podrá ver claramente el avance real contra el esperado

5 Pasos de los KPI's ↓	Líderes y miembros de cada pilar.	IT-WCM-12 IDENTIFICACIÓN DE PÉRDIDAS DE PILAR FT-WCM-15 SINGLE AGENDA FT-WCM-30 ESTÁNDAR DE RUTINAS FT-WCM-63 MATRIZ RACI	Cada Pilar debe establecer en sus rutinas con qué frecuencia se harán los análisis de perdidas, una vez terminado, deberá establecer a través de una Matriz RACI. Luego completará los 5 pasos de los KPI's, mismos que se muestran en la IT-WCM-12 Identificación de Pérdidas por Pilar.
Reaplicación ↓	Líderes y miembros de cada pilar.	GUÍAS DE REAPLICACIÓN RUTAS DE PILARES FT-WCM-53 SELF ASSESSMENT	El pilar utilizará la guía de Reaplicación generada en el nivel 3 en las áreas modelo para replicar las acciones para las áreas de expansión, y con ello poder cumplir con los requerimientos de las rutas de los pilares, así como del Self Assessment.
Impacto Financiero o en Riesgos ↓	Líderes y miembros de cada pilar.	FT-WCM-17 BRIDGE FT-WCM-55 INFORME INICIAL DE PROYECTOS IT-WCM-04 PROTOCOLO DE PROYECTOS WCM -ADFORS_WCM_HOW TO DO WCM MONTHLY FINANCIAL REPORT -MATRIZ DE PRIORIZACIÓN DE RIESGOS -FT-WCM-30 ESTÁNDAR DE RUTINAS	Cada pilar debe elaborar un reporte donde muestre como los proyectos implementados han impactado a los resultados financieros de la planta, estos datos se subirán al "Tracker"; que es el sistema de monitoreo de ahorros WCM por parte del grupo Saint-Gobain, y deberán mostrarse en un bridge financiero que se

		-FT-WCM-53 SELF ASSESSMENT	realizara según sea requerido por las rutinas del Steering Committee y el Self Assessment. Si los proyectos son para los Pilares de Medio Ambiente, Seguridad y Prevención de Riesgos, se evaluará la cantidad de Riesgos Rojos mitigados.
	Todos los involucrados	IT-WCM-13 PCS/DCS	Para mantener bajo control los indicadores establecidos por pilar y los que fueron implementados por proyectos, se debe establecer un sistema de monitoreo y reacción (PCS), referirse a la instrucción mencionada para mayor detalle.

2.2 SAPO

Es un sistema informático que sirve para brindar información. Se alimenta de los datos que se cargan y procesan dentro de la planta y el sistema se encargará de producir con esos datos información útil para la toma de decisiones y la exposición de esos datos de forma tal que puedan ser interpretados por los interlocutores interesados.

En el sistema SAPO, en el área de mantenimiento se puede encontrar órdenes de trabajos correctivos y preventivos, un mapa de equipos en los cuales se puede observar las órdenes clasificadas por máquinas, la bitácora de lo que los operadores realizan por turno, plan de actividades para el mantenimiento preventivo y el seguimiento de las ordenes cerradas contra las ordenes abiertas como lo muestra la figura.

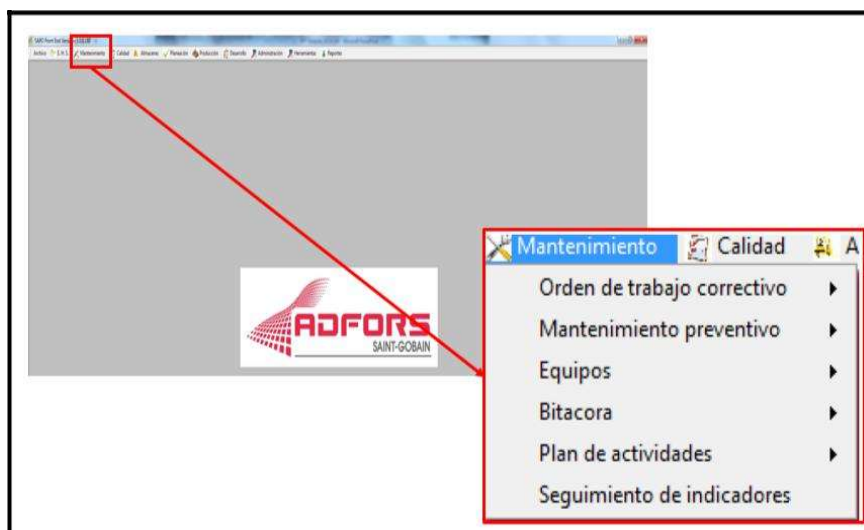
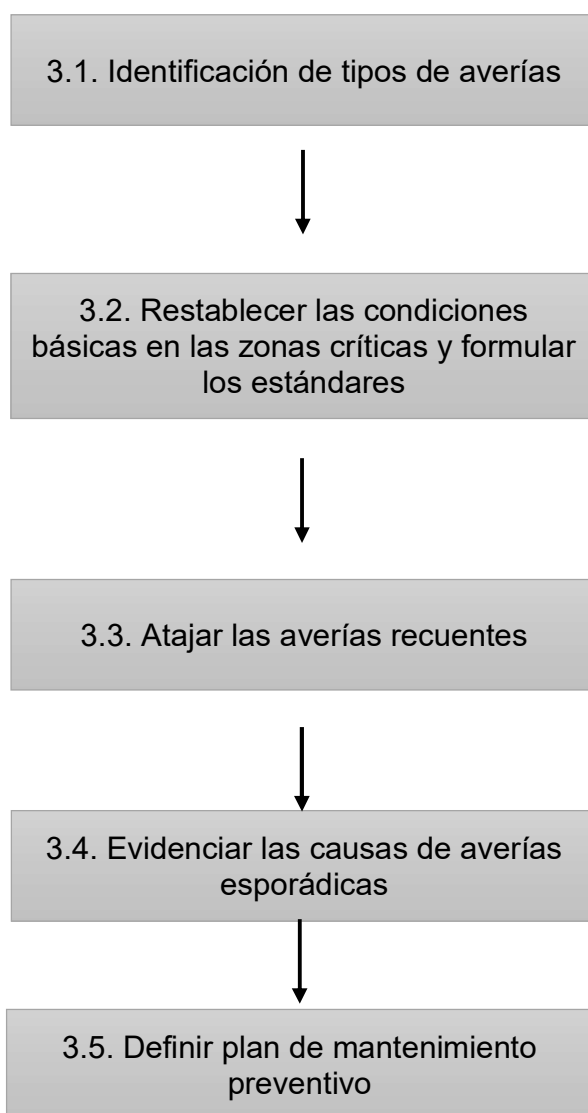


Figura 12 Ventana principal del sistema SAPO [Fuente: Cortesía Saint Gobain, 2018]

Este sistema es desarrollado por el Ing. Joaquín López responsable del área de sistemas.

Capítulo III

Metodología del proyecto



3.1. Identificación de tipos de averías

3.1.1. Establecer un sistema de recogida de datos.

3.1.2. Análisis de datos cronológicos.

3.1.3. Efectuar el desarrollo de las averías y hacer un análisis de Pareto.

3.2. Restablecer las condiciones básicas en las zonas críticas y formular los estándares

3.2.1. Identificar las zonas críticas.

3.2.2. Efectuar la limpieza y colocación de cartelitos.

3.2.3. Manejar cartelitos

3.2.4. Definir y aplicar los estándares de limpieza, inspección y lubricación.

3.3. Atajar las averías recurrentes

3.3.1. En las zonas importantes, definir los tipos de averías.

3.3.2. Desarrollar el análisis de los 5 porqués sobre los tipos de avería identificados.

3.3.3. Aplicar medidas a tomar

3.3.4. Establecer un sistema de control de repetitividad.

3.4. Evidenciar
las causas de
averías
esporádicas

3.4.1. Introducir una nueva definición de avería para mejorar el sistema de recogida de datos.

3.4.2. Introducir la ficha de análisis de avería.

3.4.3. Capacitar a todos los operadores involucrados y al personal de mantenimiento.

3.5. Definir plan de
mantenimiento
preventivo

3.5.1 Resumir las causas y las medidas a tomar que resultan del análisis de averías.

3.5.2. Aplicar acciones y medidas tomadas.

3.5.3. Fijar el sistema de mantenimiento.

3.5.4. Planear el tablero de la máquina.

3.1 Identificar los tipos de avería

En los últimos tiempos, se empezó a utilizar el concepto de confiabilidad, en la medida que se comprendió que no era suficiente tener una alta disponibilidad del equipo, sino también disminuir la probabilidad de falla de las máquinas durante la operación.

Una falla representa una pérdida de producción, así mismo afectando a las horas hombre de productividad de operación, hasta la degradación de las propias máquinas.

3.1.1. Establecer un sistema de recogida de datos

En ADFORS se tiene un sistema llamado SAPo Figura 13, para la extracción de datos de cada área, ahí podemos conocer el tipo de avería y la máquina en donde se presenta, en base a las órdenes de trabajo generadas por las áreas afectadas.

El periodo de la recolección de datos es de tres meses anteriores a que comenzara el proyecto para que sea más real y exacto en las fallas.

REPORTID	INICIO	EQUIPO	NIVEL	TIPO
M16L00363	19/12/2016 03:47	TNR3	EQUIPO	CORRECTIVO CON PARO DE PRODUCCION[AVERIA]
M17A00681	28/01/2017 00:55	TNR3	EQUIPO	CORRECTIVO CON PARO DE PRODUCCION[AVERIA]
M17B00001	01/02/2017 01:07	TNR3	EQUIPO	CORRECTIVO NO PROGRAMADO[PEQUEÑO PARO]
M17B00445	20/02/2017 12:47	TNR3	EQUIPO	CORRECTIVO CON PARO DE PRODUCCION[AVERIA]
M17B00479	21/02/2017 13:07	TNR3	EQUIPO	CORRECTIVO NO PROGRAMADO[PEQUEÑO PARO]
M17B00536	23/02/2017 17:37	TNR3	EQUIPO	CORRECTIVO NO PROGRAMADO[PEQUEÑO PARO]
M17B00546	24/02/2017 07:55	TNR3	EQUIPO	CORRECTIVO NO PROGRAMADO[PEQUEÑO PARO]

FALLA	FECHA	TIEMPO HRS	DESCRIPTION
TFE-008-T-T3	19/12/2016	2	REVISION DE MAQUINA RASGA LA TELA DEL LADO A
TFM-011-T-T	28/01/2017	24	NO SIERRA TORNILLO DE ENTRADA (SIN FIN)
TFM-010-T-T	01/02/2017	8	NO ABRE EL PRIMER TORNILLO SIN FIN, EL QUE AJUSTA EL ANCHO
TFM-005-T-T	20/02/2017	12	REVISAR CADENA DA SAUDA RUIDO
TFM-011-T-T	21/02/2017	6	REVISION POR MARCA DE TENTER Y GOTEIO DE CONDENSADO
TFM-009-T-T	23/02/2017	4	ARREGLAR LA BASE DE LOS RODILLOS DEL HORNO DE SALIDA
TFM-015-T-T	24/02/2017	8	REVISION DE EXTRACION DE HORILLA

Figura 13 Ubicación del sistema SAPO y la extracción de datos [Fuente: Cortesía Saint Gobain, 2018].

3.1.2. Analizar los datos cronológicos y establecer los indicadores de actuación.

La gráfica de la figura 14 muestra el avance que se tenga semana a semana del proyecto. Se observa la situación actual de la máquina y cuál es el objetivo al finalizar el proyecto.

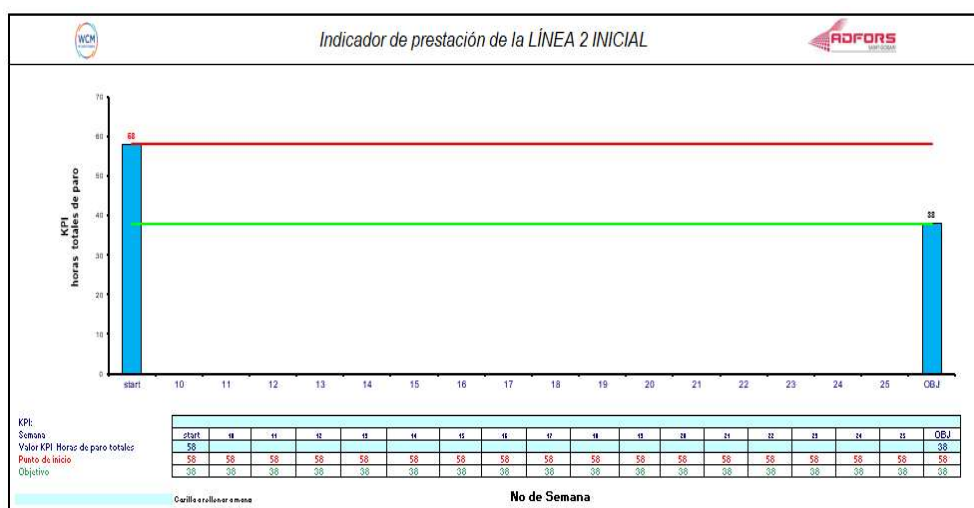


Figura 14 Gráfica del porcentaje de avería semanal [Fuente: Cortesía Saint Gobain, y actualización propia 2018].

3.1.3. Efectuar el desarrollo de las averías y hacer un análisis de Pareto.

Con la recolección de datos del sistema SAPo se hace una Pareto figura 15, en el cual se pueden observar de manera visual las fallas presentadas en la máquina, la zona y la frecuencia de las averías.

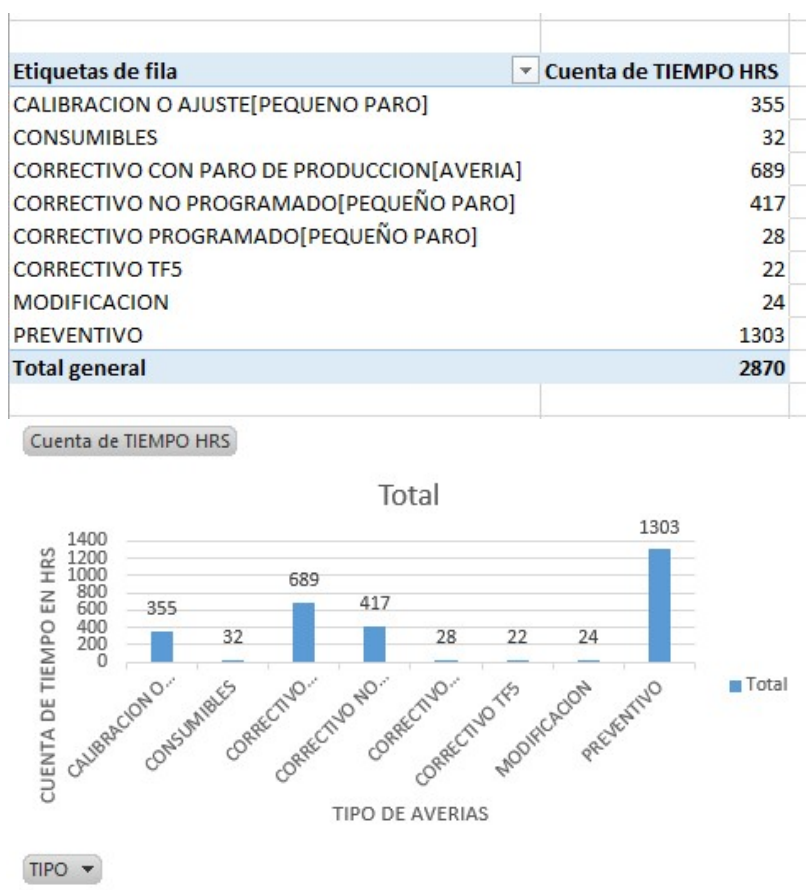


Figura 15 Pareto de averías [Fuente: Propia, 2018].

3.2 “Reestablecer las condiciones básicas en las zonas críticas y formular los estándares”

3.2.1. Identificar las zonas críticas.

Conforme a las horas de averías recolectadas en el sistema SAPo la zona con mayores fallas es la zona de winders, por lo tanto, es la zona crítica de la máquina. La figura 16 muestra el resultado global de las averías y señala la zona crítica.

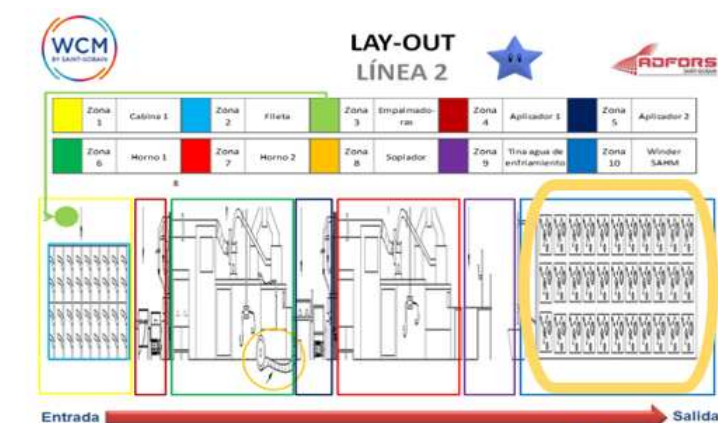


Figura 3.4 Ubicación de zona crítica [Fuente: Propia, 2018]



Figura 16 Ubicación de zona crítica [Fuente: Propia, 2018]

3.2.2. Efectuar la limpieza inicial y la colocación de carteles.

Para realizar cualquier maniobra sobre la maquinaria lo primero que se debe de hacer es colocar candados LOTO para bloquear la energía eléctrica en la figura 17 el operador de mantenimiento apaga la máquina, después coloca la pinza multicandados de todos los operadores que van a intervenir en el mantenimiento.

Paso1: Aplicación de candado y etiquetado (LOTO)

Paso 2: Bloqueo fuentes de energía eléctrica tablero eléctrico Línea



Figura 17 Colocación de LOTO [Fuente: Propia, 2018]

En la figura 18 se observa cómo se delimita el área de trabajo para que nadie más que los que interviene estén dentro del área.

Con todo asegurado para evitar cualquier accidente se comienza la limpieza por partes de la máquina.

En las siguientes figuras se puede observar el procedimiento de limpieza, EPP (equipo de protección personal), herramientas o materiales que se ocupan para realizar la limpieza de la maquinaria.

Paso1: Delimitación área línea 1



Figura 18 Delimitación del área [Fuente: Propia, 2018]

 		SOP : Instrucción de Operación LIMPIEZA					
Título : LIMPIEZA ,INSPECCIÓN Y AJUSTE QUEMADOR HORNO		Hecho por : Alejandra Hernández		No.SOP : SOP-MN-17	No.Rev.		
Área/Taller/Maq. : HORNO LINEA 2 RECUBRIMIENTO		Departamento : MANTENIMIENTO		Fecha : 26-abr-18	0		
ANTES DE INICIAR							
Responsable	EPP				Status Máquina	Tiempo	
OPERADORES DE MANTENIMIENTO	 tapones  botas  lentes  guantes				Parada	5 Horas	
PROCEDIMIENTO							
 1.- Identificación Quemador hornos y motor ventilador sistema aire combustión		 2.- Con ayuda de trapo Limpiar polvo acumulado hollín quemador y motoventilador sistema aire combustión.		 3.- Limpieza y ajuste de bujía de ignición sensor de flama y motor ventilador aire combustión			
 4.- Limpieza rejillas y ajuste de sistema aire combustión y quemador.		 5.- ajuste flama combustión quemador.		HERRAMIENTAS / MATERIALES			
				 Brochas  Capillos  Trapos  Desengrasante			

Figura 19 SOP de limpieza de quemador de Horno 1 [Fuente: Propia, 2018]

ADORS		SOP : Instrucción de Operación LIMPIEZA				WCM	
Título : LIMPIEZA Y LUBRICACION DE CHUMACERAS RECIRCULACION		Hecho por : Alejandra Hernández		No.SOP : SOP-MN-21	SOP-MN-21		No.Rev. :
Área/Taller/Maq. : LINEA 2 RECUBRIMIENTO		Departamento : MANTENIMIENTO		Fecha : 25-abr-18	25-abr-18		0
ANTES DE INICIAR							
Responsable	EPP				Status Máquina	Tiempo	
OPERADORES DE MANTENIMIENTO	 Tapones de seguridad  Botas de seguridad  Lentes de seguridad  Guantes				Parada	45 min	
PROCEDIMIENTO							
 1.- Identificación Chumaceras flecha transmisión sistema recirculación.		 2.- iniciar con la limpieza en las chumaceras y flecha sistema recirculación .		 3.- Con ayuda de un trapo húmedo con desengrasante limpiar la grasa y polvo acumulado en chumaceras.			
 4.- Inyectar grasa a chumaceras con ayuda de un inyector		 5.- Chumaceras lubricadas .		HERRAMIENTAS / MATERIALES			
				 DESENGRASANTE  BROCHAS  TRAPO  CEPILLO  INYECTOR DE GRASA LONG TIME PP2			

Figura 20 SOP de limpieza de Chumaceras de recirculación [Fuente: Propia, 2018]

3.2.3. Manejar Cartelitos

En las siguientes imágenes se puede observar, del lado izquierdo, cómo estaban algunas partes de la máquina y del lado izquierdo, cómo quedaron después de la limpieza y del levantamiento de carteles.

En la figura 21, del lado izquierdo, se ve la válvula de alimentación de agua dañada que sirve para la recirculación del fluido que se ocupa en el serpentín del aplicador, para mantener la temperatura del plastisol adecuada. Y del lado derecho, se observa que se realizó el cambio de la válvula para tener una mejor manipulación de la recirculación en el serpentín, y una mejor temperatura en el plastisol.

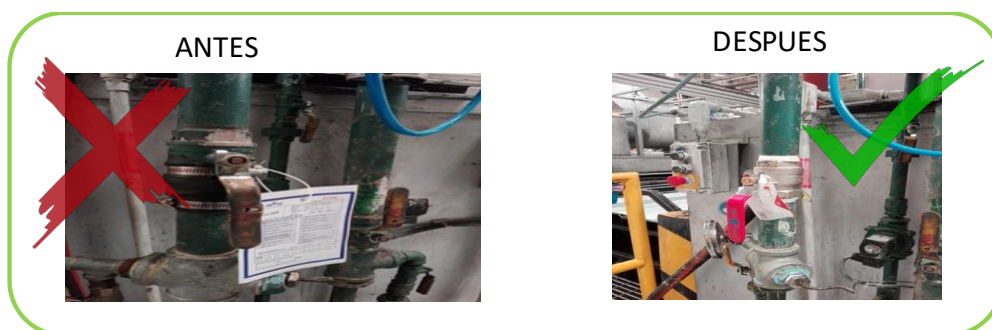


Figura 21 Cambio de válvula de alimentación de agua proveniente del chiller o enfriador [Fuente: Propia, 2018]

En la fotografía 22 se ve el cambio de manguera que se realizó en la campana de extracción de humo, permitió ir disminuyendo los niveles de condensado, que se alojaba en la parte superior en el Horno 1.



Figura 22 Cambio de manguera de campana de extracción horno uno [Fuente: Propia, 2018]

En la imagen 3.11, del lado izquierdo, se observa el levantamiento de cartelito en la válvula de alimentación de gas en el horno dos, para restablecer a sus condiciones principales, del lado derecho se ve, el cambio por una válvula nueva para tener la alimentación de gas en buen estado.



Figura 23 Cambio de válvula de alimentación de gas de Horno 2 [Fuente: Propia, 2018]

3.2.4. Definir y aplicar los estándares de limpieza, inspección y lubricación.

Conforme las averías que se registraron con los carteles y en el SAPO se estableció un sistema, en el cual se realizaron y analizaron las actividades de mantenimiento autónomo que realizaran los operadores de las maquinas, todo esto para mejorar la eficiencia y confiabilidad de la maquinaria, hace con el procedimiento y herramienta adecuada, facilitando el trabajo al operador de mantenimiento y reduciendo el tiempo en el que se realiza la actividad conforme a los lineamientos.

A continuación, se mostrarán las actividades que se establecieron como mantenimiento autónomo.

En la imagen 24 se muestra algunas SOP's que fueron creadas para una actividad de mantenimiento autónomo en la Línea.

L I L A MANTENIMIENTO AUTÓNOMO: RECUBRIMIENTO L2																
En movimiento / Parada	punto de inspeccion	Componente	¿Qué debo hacer? + ¿Cómo debe quedar?	Método	Tipo de riesgo	Riesgo (puntos)	SOP	Puntos Ambientales	Puntos 5s	Punto de Calidad	Herramientas	Que hacer en caso de anomalía	Tiempo	Frec.	Responsable	
FILETAS																
→	1	Ojitos			Caida a nivel del piso	9	SOP-L2-01					Limpiar y ordenar de acuerdo a la SOPICPL	5 min	Tiempo	Operador de filetas	
→	2	Tensionador	Dejar libre de suciedad (pelusa o string).				SOP-L2-03							10 min		Tiempo
→	3	Entresaca					SOP-L2-04							30 min		Tiempo
→	4	Ojitos de Parafila	Limpiar hasta quedar libre de suciedad (pelusa, string, plastisol glo varcos)				SOP-L2-05							20 min		Tiempo
→	5	Ojitos	Sin ranuras o daños, no rotos o faltantes				SOP-L2-02							3 min		Tiempo
→	6	Tensionador	Inspeccionar vueltas de hilo en el tensionador (Plano plano)				SOP-L2-27							1 min		Tiempo
→	7	Tensionador	Inspeccionar el voltaje de la tensión de acuerdo a las instrucciones de IT-Fls 03				SOP-L2-29							3 min		Tiempo
→	8	Tensionador	Lubricar freno del tensionador				SOP-L2-24							10 min		Maneja
HORNOS																
→	44	Extractor	Revisión de condición de emisiones conducidas		Caida a nivel de piso	32	OPL-EHS-31					Reportar al supervisor y hacer OT	1MN	Tiempo	Operador de recubrimiento	
→	18	Botones de rodinas	Limpeza de botones		Intención por contacto	45	SOP-L2-16					Limpiar y ordenar de acuerdo a la SOPICPL	2 min	Tiempo	Operador de recubrimiento	
TINA DE ENFRÍAMENTO																
→	30	Ojitos de las de enfriamiento	Verificar que estén completos, sin daños y que no hayan hilos ocultos		Caida a diferente nivel	45	OPL-L2-04					Reportar al supervisor y hacer OT	30 seg	Tiempo	Operador de recubrimiento	
→	31	Temperatura de las de enfriamiento	Verificar que la temperatura de las tinas no exceda los 15°C				SOP-L2-23							30 seg		Tiempo
→	32	Pulsos	Verificar con el tacto que tengan giro libre (no este alorado) y no tenga vibración				SOP-L2-17							2 min		Tiempo
→	33	Espejo giratorio	Inspección de espejos, debe verse una franja de color amarillando tiene hilo				SOP-L2-31							3 min		Tiempo
→	19	Platiformas	Libres de hilos, fibra, etiquetas, agua		Machucos por manobras	125	SOP-L2-18					Limpiar y ordenar de acuerdo a la SOPICPL	10 min	Tiempo	Operador de recubrimiento	
→	45	Rolillos	Verificar que se encuentren libre de suciedad o hilos atascados		Caida a nivel de piso	52	OPL-EHS-00					Limpiar y ordenar de acuerdo a la SOPICPL	5 min	Tiempo		
→	20	Rolillos de distribución y espiga	Limpeza de rodillos de hilos atascados		Lesiones por cortaduras	32	SOP-L2-19					Limpiar y ordenar de acuerdo a la SOPICPL	1 min	Tiempo		
ZONA DE WINDER																
→	21	Saco BARCO	Limpio sin polvo, hilos o fibra		Lesiones por cortaduras	54	SOP-L2-20					Limpiar y ordenar de acuerdo a la SOPICPL	30 seg	Tiempo	Operador de recubrimiento	
→	22	Copete					SOP-L2-21							8 min		Maneja
→	23	Dancing, Poles anti-grip y poles	Limpio de polvo y sin hilos enredados				SOP-L2-22							15 min		Maneja
→	24	Mémpurs	Libre de suciedad (polvo glo hilos)		Caida a nivel del piso	32	SOP-L2-23					Reportar al supervisor y hacer OT	3 min	Tiempo	Operador de recubrimiento	
→	34	Saco BARCO	Verificar que el cubo polvoroso este colocado y en buen estado al igual que la cerámica				OPL-L2-06							30 seg		Tiempo
→	35	Saco BARCO	Verificar alineación del sensor				OPL-L2-12							30 seg		Tiempo
→	36	Giro del rodillo fricción					OPL-L2-07							5 min		Tiempo
→	37	Rodillo de spray	Guía hilo colocado				OPL-L2-09							5 min		Tiempo
→	38	Brazo de spray	Verificar que sube correctamente y no se trabaje				OPL-L2-03							5 min		Tiempo
→	39	Mémpurs	Libre de objetos				OPL-L2-10							2 min		Tiempo
→	40	Winder	Que no tenga vibración la Winder				SOP-L2-13							30 seg		Tiempo
→	41	Sinval BARCO	Verificar que el hilo este dentro del sensor				SOP-L2-30							1 min		Tiempo
→	42	Sinval BARCO	Inspeccionar parametro de velocidad de acuerdo a especificación				OPL-L1-1							2 min		Tiempo
APLICADORES TY 2																
→	25	Ojitos de Parafila	Verificar que estén libres de pelusa o string enredado, sin daños ni faltantes		Caida a diferente nivel	45	OPL-L2-01					Reportar al supervisor y hacer OT	3 min	Tiempo	Operador de recubrimiento	
→	26	Dados	Micraje correcto de acuerdo a especificación al igual que las ranuras				SOP-L2-10							2 min		Tiempo
→	27	Tina Loro-Duodo	Verificar niveles de varcos en tina para lavar y espigar el dado				OPL-L2-02							20 seg		Tiempo
→	28	Válvula de Plastisol	Inspeccionar la posición correcta de la válvula de plastisol		Intención por contacto	45	OPL-L2-14					Reportar al supervisor y hacer OT	2 min	Tiempo	Operador de recubrimiento	
→	29	Soplador	Verificar con la palma de la mano que este fluyendo aire				OPL-L2-03							30 seg		Tiempo
→	3	Parafila externa (Parafila)	Libre de suciedad (Pelusa, string, Plastisol, varcos glo polvo)				SOP-L2-05							10 min		Tiempo
→	30	Ojitos de Parafila	Limpiar hasta quedar libre de suciedad (pelusa, string, plastisol glo varcos)				SOP-L2-07							2 min		Tiempo
→	11	Fibra de Borek, Aplicador Ty 2	Libres de suciedad (Pelusa, plastisol, string de fibra y residuos en general)				SOP-L2-13							10 min		Tiempo
→	12	Tina Loro-Duodo	Libres de escarmentado de varcos o plastisol				SOP-L2-15							30 min		Maneja
→	13	Dados	Limpiar hasta quedar libre de suciedad (pelusa glo string)				SOP-L2-08							5 min		Tiempo
→	14	Dados	Lavar hasta que el cortico central (al igual que el contorno) quede libre de suciedad (pelusa, string, plastisol enredado glo varcos)				SOP-L2-09							2 min		Tiempo
→	15	Fibra tipo cuacilla o Aplicador Ty 2	Verificar que el plastisol pase libremente y si no es así lavarlo para evitar residuos de plastisol o pelusa				SOP-L2-11							10 min		Tiempo
→	43	Rolillos rodidos	Verifica que se estén colocando los residuos en los lugares especificados		Caida a nivel de piso	32	SOP-EHS-50					Limpiar y ordenar de acuerdo a la SOPICPL	3 min	Tiempo	Operador de recubrimiento	
→	16	Embrun y dancho	Limpeza de estructura de aplicadores y chancas		Caida a diferente nivel	45	SOP-L2-12					Limpiar y ordenar de acuerdo a la SOPICPL	5 min	Tiempo		
→	17	Platiformas	Libres de hilos, fibra, etiquetas, derrames, de plastisol o varcos		Machucos por manobras	125	SOP-L2-14					Limpiar y ordenar de acuerdo a la SOPICPL	2 min	Tiempo		

Figura 24 SOP'S mantenimiento autónomo [Fuente propia 2018.]

3.2.5. Restablecer todos los estándares operativos.

Para que todos se enteren de estas OPL's, SOP's e Instrucciones de trabajo realizadas durante el proyecto se suben a SAPO en un apartado llamado Master Web y cuando es aprobada por el gerente de mantenimiento, el sistema les envía un correo a toda la plata para que la puedan observar la figura 25 muestra donde está ubicado el Master Web y la ubicación de estos formatos.



Figura 25 Ubicación de Master Web y la ubicación de los formatos [Fuente: Cortesía Saint Gobain, 2018].

3.3 “Atajar las averías frecuentes”

Se comenzó con este paso, para atacar las averías más recurrentes, donde las armas principales serán la creación de un catálogo de averías y un análisis de 5 porqués que ayuda a un análisis que tiene como finalidad hallar la causa raíz, para después planificar acciones que ejecutando correctamente evitará que las averías ocurran nuevamente.

3.3.1 En las zonas importantes, definir los tipos de averías.

Para este proyecto se creó un catálogo de averías, para poder clasificar las mismas, por zona y por tipo como mecánica, eléctrica, electrónica y de instrumentación. Esto para poder facilitar al operador una selección de avería más rápida y concreta, lo que ayuda al operador de mantenimiento para identificar más rápido la falla. En la siguiente tabla, se muestra en el catálogo de averías de línea 2.

Línea 2:

ZONA	FALLA	DESCRIPCIÓN DE AVERÍAS	SECCIÓN/PARTE	TIPO
1	R-L2-CH1-01/I	Temperatura fuera de especificación	Cabina 1	Instrumentación
	R-L2-CH1-02/I	% de humedad Fuera de especificación		Instrumentación
	RLCH1-03/M	Boquillas tapadas		Mecánica
2	R-L2-FIL-01/M	Alineación de porta cono	Fileta	Mecánica
	R-L2-FIL-02/M	Checkar Tensionador		Mecánica
	R-L2-FIL-03/I	Voltaje fuera de rango		Instrumentación
	R-L2-FIL-04/M	Colocar acrílico.		Mecánica
3	R-L2-EMP-01/M	No hace correctamente el empalme	Empalmadoras	Mecánica
	R-L2-EMP-02/M	Ajuste Empalmadora por cambio de Producto		Mecánica
	R-L2-EMP-03/M	Empalmadora dañada		Mecánica
	R-L2-EMP-04/OP	Falla de operación		Operación
4	R-L2-APL1-01/M	Falta de ojillos en pantalla y barra.	Aplicador 1	Mecánica
	R-L2-APL1-02/M/E	Fuga de plastisol en válvulas y actuador		Mecánica/Eléctrica
	R-L2-APL1-03/I	Variación de Temperatura Plastisol		Instrumentación
	R-L2-APL1-04/I	Falla de sensor de nivel		Instrumentación
	R-L2-APL1-05/M	Fuga de agua enfriamiento (Serpentin, manifold)		Mecánica
	R-L2-APL1-06/M	Amarrarse bomba de engranes		Mecánica
	R-L2-APL1-07/M	Fuga en sello Mecánico		Mecánica
	R-L2-APL1-08/E	Se apaga Bomba de engranes		Eléctrica
	R-L2-APL1-09/M	Falla de filtro duplex (generación de aire en espigas)		Mecánica
	R-L2-APL1-10/M	Dañarse banda dentada bomba de Engranes		Mecánica
	R-L2-APL1-11/M	Falla motorreductor bomba de engranes		Operación
	R-L2-APL1-12/OP	Falla Operación		Operación
5	R-L2-APL2-01/M	Falta de ojillos en pantalla y barra.	Aplicador 2	Mecánica
	R-L2-APL2-02/M/E	Fuga de plastisol en válvulas y actuador		Mec/Eléct.
	R-L2-APL2-03/I	Variación de Temperatura Plastisol		Instrumentación
	R-L2-APL2-04/I	Falla de sensor de nivel		Instrumentación
	R-L2-APL2-05/M	Fuga de agua enfriamiento (Serpentin, manifold)		Mecánica
	R-L2-APL2-06/M	Amarrarse bomba de engranes		Mecánica
	R-L2-APL2-07/M	Fuga en sello Mecánico		Mecánica
	R-L2-APL2-08/E	Se apaga Bomba de engranes		Eléctrica
	R-L2-APL2-09/M	Falla de filtro duplex (generación de aire en espigas)		Mecánica
	R-L2-APL2-10/M/E	Dañarse banda dentada bomba de Engranes		Mec/Eléct.
	R-L2-APL2-11/M/E	Falla motorreductor bomba de engranes		Mec/Eléct.
	R-L2-APL2-12/OP	Falla Operación		Operación
6	R-L2-HOR1-01/M	Caerse cadena de transporte	Horno 1	Mecánica
	R-L2-HOR1-02/E	No funciona cadena de Horno (no para)		Eléctrica
	R-L2-HOR1-03/E/M/I	Baja temperatura		Eléctrica/Mecánica/Instrumentación
	R-L2-HOR1-04/E/I	Apagarse Horno		Eléctrica/Instrument.
	R-L2-HOR1-05/E	Apagarse extractor		Eléctrica
	R-L2-HOR1-06/M	Rompersse banda extractor		Mecánica
	R-L2-HOR1-07/M/E	Falla sistema recirculación		Mecánica/Eléct.
	R-L2-HOR1-08/E/M/I	Alta temperatura		Eléctrica/Mecánica/Instrumentación
7	R-L2-HOR2-01/M	Caerse cadena de transporte	Horno 1	Mecánica
	R-L2-HOR2-02/E	No funciona cadena de Horno (no para)		Eléctrica
	R-L2-HOR2-03/E/M/I	Baja temperatura		Eléctrica/Mecánica/Instrumentación
	R-L2-HOR2-04/E/I	Apagarse Horno		Eléctrica/Instrument.
	R-L2-HOR2-05/E	Apagarse extractor		Eléctrica
	R-L2-HOR2-06/M	Rompersse banda extractor		Mecánica
	R-L2-HOR2-07/M/E	Falla sistema recirculación		Mecánica/Eléct.
	R-L2-HOR2-08/E/M/I	Alta temperatura		Eléctrica/Mecánica/Instrumentación

Línea 2:

8	R-L2-SOPL1-01/M/E	No funciona soplador	Soplador	Mec/Elect
	R-L2-SOPL1-02/E	Falla motor soplador		Eléctrica
9	R-L2-TENF1-01/M/E	Bajarse nivel de agua	Tina agua de enf.	Mec./Elect.
	R-L2-TENF1-02/M	Colocación de ojillo y seguro faltantes		Mecánica
	R-L2-TENF2-03/SG/M	Temperatura fuera de especificación		Serv.G/Mec.
	R-L2-TENF1-04/E	Apagarse bomba de recirculación		Eléctrica
	R-L2-TENF1-05/M	Polea amarada		Mecánica
10	R-L2-TENF1-06/M	Limpieza de Intercambiador y Filtros	Winder SAHM	Mecánica
	R-L2-W-01/M	Falta de cerámico en guía hilo		Mecánica
	R-L2-W-02/M	Falta de guía hilo		Mecánica
	R-L2-W-03/I	Ajuste y Calibración de sensor		Instrumentación
	R-L2-W-04/O/P	Paros continuos por CV (Limpieza)		Operación
	R-L2-W-05/E/I	Paros continuos por CV (Alineación)		Elect/Instrum.
	R-L2-W-06/E/I	Falla de sensor (cambio)		Elect/Instrum.
	R-L2-W-07/E/ECA	Falta cerámico de sensor		Elect/Electronica
	R-L2-W-08/E/ECA	No Gira capstan		Elect/Electronica
	R-L2-W-09/E/ECA	No prende Winder		Elect/Electronica
	R-L2-W-10/E/ECA	Ajuste velocidad winder		Elect/Electronica
	R-L2-W-11/E/ECA	No gira porta cono		Elect/Electronica
	R-L2-W-12/E	No trabaja Posición corto al encender		Eléctrica
	R-L2-W-13/M	Vibración excesiva winders		Mecánica
	R-L2-W-14/M	No sube brazo de Apriete		Mecánica
	R-L2-W-15/M	Ajuste posición dial		Mecánica
	R-L2-W-16/E	Dancing no regula Tensión.		Eléctrica
	R-L2-W-17/M	Mal Embobinado forma de hueso		Mecánica
	R-L2-W-18/M	Mal Embobinado bobina apretada		Mecánica
	R-L2-W-19/M	Mal Embobinado bobina floja		Mecánica
	R-L2-W-20/M	Mal Embobinado bobina con arillos		Mecánica
	R-L2-W-21/M	Ajuste paralelismo		Mecánica
	R-L2-W-22/M	Falla carcasa		Mecánica
	R-L2-W-23/M	Ajuste freno		Mecánica
	R-L2-W-24/M	Falla poleas dentadas y bandas		Mecánica
	R-L2-W-25/M	Cambio polea mariposa / distribución		Mecánica
	R-L2-W-26/M	Falla rodillo cuerdas invertidas		Mecánica
	R-L2-W-27/M	Vibración de Rodillo de Distribución		Mecánica
	R-L2-W-28/M	Cambio espigas		Mecánica
	R-L2-W-29/O/P	Falla de operación		Operación

3.3.2. Desarrollar el análisis de los 5 porqués sobre los tipos de avería identificados.

El análisis de falla se realiza cuando la falla tiene una durabilidad mayor a 8 horas de paro, entonces, se realiza un 5 porqué, para así poder examinar la falla hasta la causa raíz del problema, donde se busca solucionar el problema de fondo para eliminarlo, o en caso de que la falla suceda de nueva, se repare con mayor facilidad y en menor tiempo. A continuación, en la figura 26 se muestran dos análisis de 5 porqués.

ANÁLISIS DE LOS 5 PORQUÉS										
Descripción del problema	Causas potenciales					Acciones				
	Por qué (1)	Por qué (2)	Por qué (3)	Por qué (4)	Por qué (5)	4M	ACCIÓN PREVENTIVA	ACCIÓN CORRECTIVA		
Falla bloqueo por CV winder	Falta de limpieza de sensor (caer polvo)	no se hace limpieza periódica	personal no cumple con lo estipulado	no vigila que se cumpla	falta supervisión	Metodo	cumplimiento de instrucción de trabajo	ejecutar limpieza cumpliendo con la frecuencia establecida		
	Sensor dañado	se venció su periodo de vida útil	No se cambia en tiempo estipulado	no está dentro del Plan de mantenimiento preventivo		Metodo	establecer periodo de recambio	Cambiar sensor		
	Camara rayada de sensor	no se limpia correctamente	no se tiene cuidado al limpiar	se limpia sin el algodón que trae el conector rayando con la parte de plástico la camara	por descuido del operador	Metodo	capacitar y concientizar al personal operario para seguir procedimiento	sancionar al personal que no cumpla con lo establecido		
	Sensor desalineado	no se alinea correctamente cuando se hace cambio de sensor	falta de conocimiento	falta de capacitación	Falta de instrucciones de trabajo	Metodo	Capacitación de las instrucciones de trabajo	Realización de las instrucciones de trabajo		
Falla baja velocidad winder no funciona capstam	Tarjeta dancin dañado(enrollador)	se venció su periodo de vida útil	No se cambia en tiempo estipulado	no está dentro del Plan de mantenimiento preventivo		Materiales	Refaccionamiento tarjeta	Cambio de tarjeta		
	Modulo de frecuencia lust dañado	se venció su periodo de vida útil	trabajo continuo	falta de refaccion	no se consigue por ser modelo obsoleto	Metodo	buscar sustituto modulo	Limpieza periodica de modulo		
	falla capstam	poleas y rodillo de fricción amarrado	rodamientos dañados	uso continuo		Metodo	Verificación periodica en MP	Realizar instrucción de trabajo revisión estado de poleas y rodillo		

Figura 26 Ejemplo de análisis de falla con un 5 porqué [Fuente: Propia, 2018].

Para la falla de baja velocidad en winder no funciona el motor capstam y las soluciones propuestas fueron las siguientes:

1. Cambio de tarjeta *dancing*.
2. Limpieza periódica de variador de velocidad.
3. Realiza instrucción de trabajo para revisión de poleas y rodillos.

Esto con ayuda de un electromecánico del área de mantenimiento.

3.3.3. Aplicar las medidas tomadas.

Se modifica el plan de mantenimiento preventivo, tal como se observa en la siguiente figura ya que el plan de mantenimiento anterior era demasiado superficial. En el nuevo plan se realizan actividades más concretas y de mayor eficiencia (figura 27).

SAINT-GOBAIN		Plan de mantenimiento										ADFORS	
No. De actividades		Zona de la máquina/Línea	Actividad a realizar	Prioritaria	Estado de la máquina	Detalles (h, min)	¿Otras la realiza?	Utilizar OPL-ET-SOP	Se ejecutó? Si/No	Actividades de desarrollo para el próximo mantenimiento	Comentarios a utilizar	Reflexiones a utilizar	Observaciones o comentarios
1	Cableo 1		Ajustar los niveles de flujo en líneas	N/A									
2			Ajustar los niveles de flujo en líneas	N/A									
			Revisar el estado de los cables de control	N/A									
			Revisar el funcionamiento de los sensores de posición	N/A									
3	Aplicación 1		Revisar que todos los sensores de flujo funcionen	INCIDENTO									
4			Revisar el estado de los sensores de flujo	INCIDENTO									
5			Revisar el estado de los sensores de flujo	INCIDENTO									
6			Revisar el estado de los sensores de flujo	INCIDENTO									
7	Aplicación 2		Revisar el estado de los sensores de flujo	INCIDENTO									
8			Revisar el estado de los sensores de flujo	INCIDENTO									
9			Revisar el estado de los sensores de flujo	INCIDENTO									
10			Revisar el estado de los sensores de flujo	INCIDENTO									
11	Activo aplicación		Revisar el estado de los sensores de flujo	INCIDENTO									
12			Revisar el estado de los sensores de flujo	INCIDENTO									
13			Revisar el estado de los sensores de flujo	INCIDENTO									
14			Revisar el estado de los sensores de flujo	INCIDENTO									
15	Tubo 1 y 2		Revisar el estado de los sensores de flujo	INCIDENTO									
16			Revisar el estado de los sensores de flujo	INCIDENTO									
17			Revisar el estado de los sensores de flujo	INCIDENTO									
18			Revisar el estado de los sensores de flujo	INCIDENTO									
19	Tubo de extracción		Revisar el estado de los sensores de flujo	INCIDENTO									
20			Revisar el estado de los sensores de flujo	INCIDENTO									
21			Revisar el estado de los sensores de flujo	INCIDENTO									
22			Revisar el estado de los sensores de flujo	INCIDENTO									
23	Variador		Revisar el estado de los sensores de flujo	INCIDENTO									
24			Revisar el estado de los sensores de flujo	INCIDENTO									
25			Revisar el estado de los sensores de flujo	INCIDENTO									
26			Revisar el estado de los sensores de flujo	INCIDENTO									
27	Cableo aplicación		Revisar el estado de los sensores de flujo	INCIDENTO									
			Revisar el estado de los sensores de flujo	INCIDENTO									
			Revisar el estado de los sensores de flujo	INCIDENTO									
			Revisar el estado de los sensores de flujo	INCIDENTO									

Figura 27 Plan de mantenimiento preventivo [Fuente: Propia, 2018].

3.3.4 Establecer un sistema de control de repetitividad.

Para llevar un control diario, en el tablero de la Línea 2 se colocó un formato como el de la figura 28 para que los mismos operadores llevaran un control de las fallas que presenta la máquina.



Figura 28 Sistema de control diario [Fuente: Cortesía Saint Gobain, 2018].

En la figura anterior se puede observar el control mensual por averías de máquina, donde el día se divide en tres turnos: Primer turno, segundo turno y tercer turno, donde se observa que al colocar una plega verde, es un indicativo de que en el turno no se presentó alguna

avería, al colocar una peca de color amarillo se relaciona con una avería resuelta en menos de dos horas, y por ultimo con una peca roja es indicativo de una avería mayor a 10 horas, donde se deben de tomar medidas más estrictas con una ficha de análisis de averías.

3.4 Evidenciar las causas de averías esporádicas

Resulta útil definir una serie de indicadores de referencia basados esencialmente en el estudio de los fenómenos a lo largo del tiempo (duración/frecuencia de la avería.)

3.4.1 Introducir una nueva definición de avería para mejorar el sistema de recogida de datos.

Las averías para mantenimiento son muy importantes ya que con la frecuencia en la que se presentan (MTBF) y el tiempo que tardan (MTTR) son como miden el desempeño del departamento, en la figura 29 nos muestra de manera gráfica cómo funciona el MTTR y el MTBF. Y como se calcula cada uno de los valores.

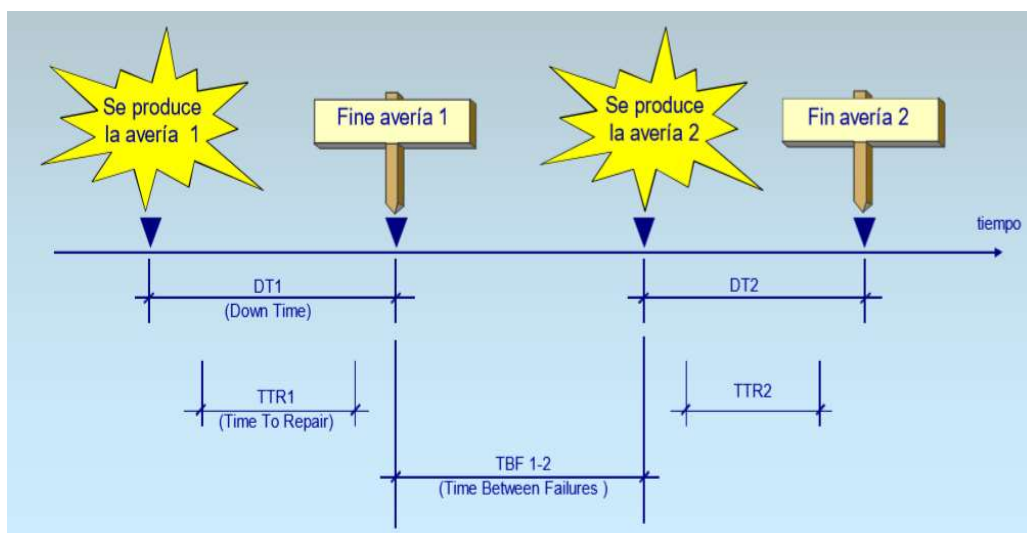


Figura 29 Funcionamiento del MTTR y MTBF [Fuente: Propia, 2018].

	Definición	Fórmula	Notas
MTTR Mean Time to Repair (Tiempo reparación)	Es el valor medio de los TTR (tiempos de reparación) en el periodo previamente establecido (1 semana, 1 mes, 1 año)	$= \frac{\sum_{i=1}^N TTR_i}{n}$ $n = n^{\circ}$ reparaciones	MTTR < MDT
MTBF Mean Time Between Failures (Tiempo medio entre averías)	Es el valor medio de los TBF (tiempos de funcionamiento entre dos averías) en el periodo previamente establecido (1 semana, 1 mes, 1 año)	$= \frac{\sum_{i=1}^{n-1} TBF_i}{n-1}$ $n = n^{\circ}$ paradas máquina	

3.4.2 Introducir la ficha de análisis avería.

Trabajando con el departamento de WCM se modificó el formato de análisis de avería como se muestra en la figura 30 para que fuera más preciso y más práctico de llenar.



Ficha de análisis avería

Máquina:
 Fecha:
 Turno:

Hora avería:
 Hora de intervención:
 Hora reparación:
 Hora puesta en marcha:

Operador produc.:
 Técnico manten.:
 Grupo:

Qué pasó y dónde (sección/parte):

Señales de advertencia antes de la avería:

Descrip. de la interv. de reparación (especificar componente donde se trabajó) + partes de repuesto utilizadas:

Tipo avería + croquis (utilizar la parte trasera de la hoja):

Croquis:

Usar la parte trasera de la hoja para el análisis de los 5 porqués del tipo de avería identificado (Operador + personal mantenimiento)

Causas de origen	Tipo(*)	Medidas a adoptar

¿Se habían planificado ya controles para prevenir esta avería?

Descripción	Quién	Frecuencia

¿Se requieren nuevos controles/acciones para eliminar la raíz de las averías?

Descripción	Quién	Frecuencia

(*) 1. Fallo en el diseño 2. Falta de manten. preventivo 3. Arreglo previo veloz 4. Operac. Produc. Incorrecta 5. Calidad/disponibilidad repuestos
 6. Falta de gestión autónoma 7. Mejora o modificación no probada 8. Falta de CBM 9. Predicción de la vida útil del componente no definida

Figura 30 Formato anterior de análisis de avería [Fuente: Cortesía Saint Gobain, 2018].

En la figura 31 es la parte de enfrente del nuevo formato de la ficha de análisis de avería donde se observa que es más conciso en la información prioritaria.

WCM		Ficha de análisis avería		ADFORS	
Máquina		Hora de avería			
Fecha		Hora de intervención			
Turno		Hora reparación			
		Hora de puesta en marcha			
Qué pasó y dónde (sección/parte) 			Croquis 		
Señales de advertencia antes de la averías 					
Componente que falló / Repuesto utilizado 					
Descripción de la intervención de reparación (¿Qué se hizo?) 					
Tipo avería ☐ Fallo en el diseño ☐ Falta de manito, preventivo ☐ Arreglo previo veloz ☐ Incorrecta operación			☐ Mala calidad del repuesto ☐ Falta de manito, autónomo ☐ Mejora o modificación no aprobada		
			No. de orden de trabajo:		
Usar la parte trasera de la hoja para el análisis de los 5 porqués del tipo de avería identificado					

Figura 31 Ficha de análisis de avería [Fuente: Cortesía Saint Gobain, 2018].

Además, se agregó un formato de 5 porqués y un espacio para anotar las acciones a tomar en la parte de atrás del formato, para que sea más completo como se muestra en la figura 32.

Análisis 5 porqués												
Descripción del problema	CAUSAS POTENCIALES					4-M					Acción Correctivas	
	Por qué (1) (Causa principal)	Por qué (2)	Por qué (3)	Por qué (4)	Por qué (5)	Causa	Mano de obra	Material	Método	Medio		
PLAN DE ACCIÓN PREVENTIVA												
¿Qué?			¿Quién?			¿Cuándo?						

Figura 32 Formato actual de análisis de avería parte de atrás [Fuente: Cortesía Saint Gobain, 2018].

3.4.3. Capacitar a todos los operadores involucrados y al personal de mantenimiento.

Se realizó una capacitación de llenado de ficha de análisis a los participantes del proyecto de reducción de averías en línea en línea 1, todo esto para hacer un análisis más concreto cuando se presente una avería de gran magnitud. En la figura 33 se muestra la evidencia de la capacitación a los operadores de mantenimiento.



Figura 33 Fotos de capacitaciones a los operadores de mantenimiento [Fuente: Propia, 2018].

3.5 Definir el plan de mantenimiento preventivo

A continuación se muestra el nuevo plan de mantenimiento preventivo tanto como las actividades, tiempo de ejecución y cada qué tiempo se realiza mantenimiento preventivo, a la línea 2 de recubrimiento.

3.5.1 Fijar el sistema de mantenimiento planificado.

Para la línea 2 la programación de mantenimiento preventivo era semestral, pero por las últimas averías que se presentaron y la baja producción que se tenía por las fallas recurrentes se planificó que la frecuencia de mantenimiento preventivo se hará trimestral. La figura 34 muestra la frecuencia en la que se realizará el mantenimiento preventivo para la línea 2.

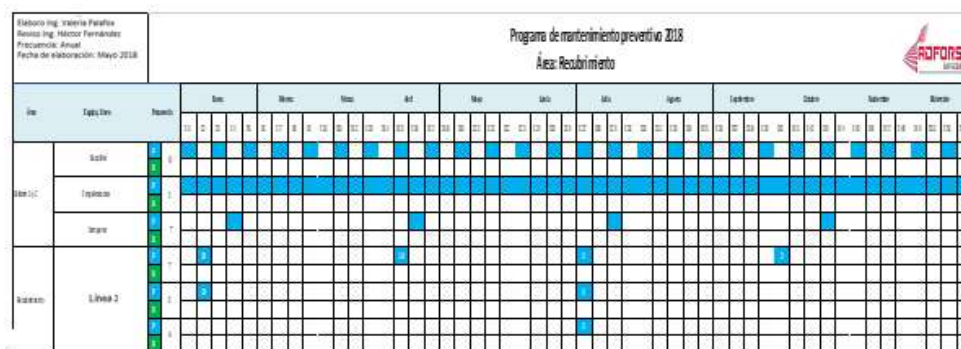


Figura 34 Plan de Mantenimiento Preventivo [Fuente: Propia, 2018].

3.5.2 Planear el tablero de la máquina.

Para complementar el control de la máquina se diseñó este tablero que está ubicado a un costado de la maquina en el cual se mide el desempeño que tiene la máquina (MTTR, MTBF y No. De averías), El control de pérdidas (Control diario, Lay out de la máquina para marcar en donde fue la falla y El control de mantenimiento preventivo) y por último el sistema (Matriz de habilidades de los operadores de Línea 2, la última auditoria al tablero de máquina y que hacer en caso de anomalías). La figura 34 muestra como estaría físicamente el tablero de máquina.

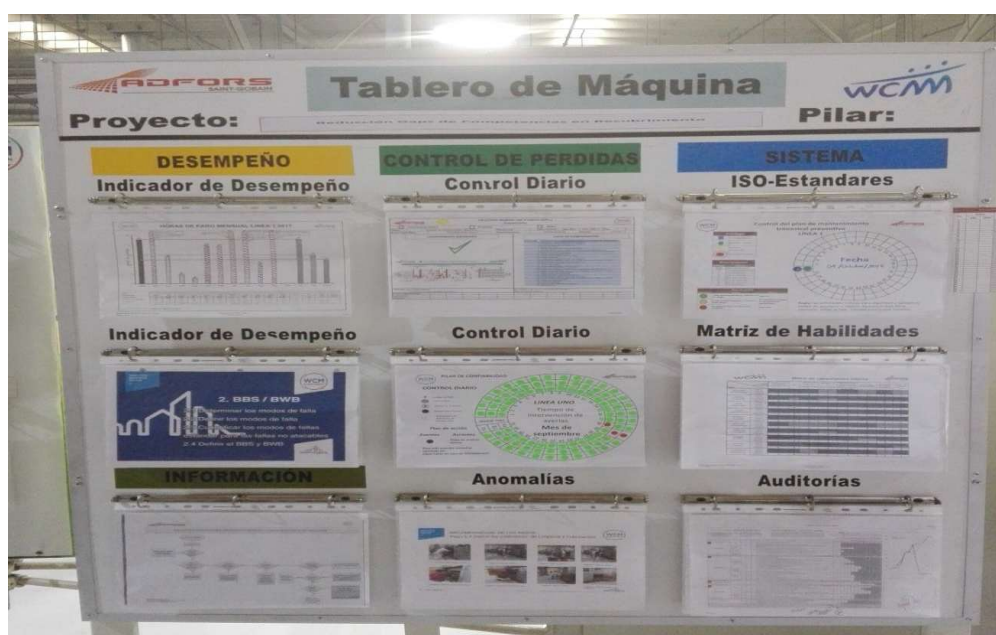


Figura 35 Tablero de máquina [Fuente: Propia, 2018].

Capítulo 4

Análisis de resultados

4.1 Calculo del ahorro del proyecto

A continuación, en la figura 36 se muestra el cálculo que realizó finanzas para ver el funcionamiento del proyecto y que resultados dio al finalizarlo y las ganancias obtenidas anualmente.

CALCULO PARA ESTABLECER EL PIR REDUCCION % AVERIAS LINEA 2

2 Bobinas cada 8 horas	77,000 ml	100 bobinas
2 Bobinas por 80 Posiciones = 160 bobinas cada 8 horas	x	160 bobinas
<u>(160 Bobinas) x 8 horas ahorro</u>	<u>x= 123,200</u>	<u>20% de scraf</u>
8 horas		
	50,000 ml	100 bobinas
	x	160 bobinas
	<u>x= 80,200</u>	<u>80% de utilizables</u>
123,200 x .80 bobinas metradas	9,856,000	
80,000 x .20 bobinas no metradas	<u>1,600,000</u>	
	11,456,000 ML	
18 - 2.54 cm	11,456,00 / 1338 ML	8,562,032 M2
<u>x -1.0 ml</u>	8,562,032 M2 X .097% Urdido	
700 hilos de urdimbre	8,562,032 M2 X .098% Tejido	7,349 M2
630 hilos de trama	8,562,032 M2 X .096% Tenter	
1,338 ml/M2	8,562,032 M2 X .094% Inspeccion	
	7,344 M2 (\$12) (20%)	\$17,625 Ahorro Mensual
	17,625 x 12 meses	\$211,500 Ahorro Anual
	\$211,500 /\$20.80 Euro	
	\$10,168.26 Euro	
	10.168 K Euro Anual	

Figura 36 Calculo de ganancias de proyecto de línea 2 [Fuente: Finanzas, 2018].

4.2 Conclusiones de proyecto

Se restablecen las condiciones y/o % de averías en zona crítica de línea 2.

Realizando SOP'S y capacitación en limpieza, inspección y ajuste de empalmadoras con personal técnico de mantenimiento, limpieza interna de hornos, limpieza inspección de cadena de transporte de hilo, limpieza e inspección de quemador, limpieza, inspección y lubricación de chumaceras transmisión sistema de extracción, mp (mantenimiento preventivo) *winders*.

En el restablecimiento de estándares en el equipo.

Se introduce una nueva definición de avería para poder detectar y mejorar la recogida de datos, estas son MTTR, MTBF.

A las averías esporádicas resultantes se les aplica una ficha de análisis de avería para llegar a la causa raíz y eliminarlas.

Se implantan acciones preventivas y se capacita a los operadores de Mantenimiento para que todos conozcan el mismo estándar en las operaciones, siguiendo indicadores de % averías en SAPo.

El proyecto se desarrolló de acuerdo con la recopilación de datos en SAPo en los meses de febrero a junio de 2018. teniendo lo siguiente:

*Tiempo por paro de Línea de 15 horas.

*Tiempo por paro de Línea de 08 horas

*Tiempo total: 23 horas de paro, lo que representa el 3.2 % de averías.

De acuerdo con el análisis se determinó la realización del proyecto cuyo objetivo es reducir de 3.2% a 2.1% el porcentaje de averías, Lo más representativo fue por número de eventos y fue en *winders* por posición, de acuerdo con el grafico de Pareto las fallas más representativas fueron:

*Paros continuos por CV(vibración de hilo en sensor).

*No funciona, no prende el *Winder*.

*Baja velocidad *Winders*.

*Falta de cerámica guía hilo.

*Falla de cadena en horno 1(por Línea)

Se logró el objetivo en la reducción de tiempo de falla y de número de eventos en *Winders*, y en la línea, teniendo resultados satisfactorios para la auditoria del proyecto.

Modificar la frecuencia del mantenimiento preventivo.

Fuentes de Información

Para el reporte del proyecto

[1] Solving Efeso. (1999 - 2014). Área de mantenimiento. PKE - Process Kaizen Engineers [archivo PDF], 1, 6, De Biblioteca WCM Base de datos.

[2] Solving Efeso. (2009 - 2013). Fundamentos WCM. WCM Foundations in Saint – Gobain [archivo PDF], 1, 10. De Biblioteca WCM Base de datos.

[3] Solving Efeso. (1999 - 2013). MTTR y MTBF. MDT, MTTR y MTBF [archivo PDF], 1, 6, De Biblioteca WCM Base de datos.

[4] Solving Efeso. (1999 - 2012). Reducción de averías. Como reducir las averías introducción [archivo PDF], 1, 8, De Biblioteca WCM Base de datos.

[5] Solving Efeso. (2010 -2013). Ejercicio de colocar cartelitos. Detalles operativos [archivo PDF], 1, 4., De Biblioteca WCM Base de datos.

Glosario

L

LOTO: Es un método de bloque de energía que evita que el equipo se accione y ponga en riesgo al trabajador, se instala en un control de energía por ejemplo un interruptor, una válvula, un accionador etc.

M

Malla Gris Estándar: Su principal objetivo es ser ocupado como mosquitero utilizado la mayor parte en ventanas.

Malla Negro Estándar: Su principal objetivo es ser ocupado como mosquitero utilizado la mayor parte en ventanas.

Malla Vent Mesh: Se utiliza como filtro en canaletas para evitar el paso de hojas o basura.

Malla WCB: se utiliza para esfuerzos, se pone dentro de 2 placas de yeso utilizadas como paredes falsas.

MTTR: valor medio de los tiempos de reparación.

MTBF: Valor medio de los tiempos de funcionamiento

O

OPL: Son lecciones sobre un punto, te dicen de manera muy sencilla y clara que está bien y que está mal. No llevan muchas letras todo es visual.

S

SAPo: es un sistema informático que sirve para brindar información. Se alimenta de los datos que se cargan y procesan dentro de la planta y el sistema se encargará de producir con esos datos información útil para la toma de decisiones y la exposición de esos datos de forma tal que puedan ser interpretados por los interlocutores interesados. Este sistema es desarrollado por el Ing. Joaquín López responsable del área de sistemas.

SOP: Es una instrucción de operación en la cual te dice claramente los pasos que tienes que seguir acompañado de la imagen que te hace saber sin la necesidad de leer que tienes que hacer en el proceso. En pocas palabras es un instructivo pequeño con imágenes.