



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®



Instituto Tecnológico de Apizaco

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

NOMBRE DEL PROYECTO:
REDUCCIÓN DE BOBINA CÓNCAVA EN PRODUCTO
G150IDH6

EMPRESA:
SAINT GOBAIN AMÉRICA S.A.DE C.V

PERIODO:
01 DE AGOSTO DE 2023 – 01 DE ENERO DE 2024

PRESENTA:
SÁNCHEZ GONZÁLEZ MARÍA GUADALUPE

ASESOR INTERNO:
MTRO. RAMOS GÓMEZ CÉSAR REYNALDO

ASESOR EXTERNO:
ING. CANALES PÉREZ DAVID

AGOSTO - DICIEMBRE 2023



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco
Subdirección de Planeación y Vinculación

Apizaco, Tlax. 01/marzo/2024

Asunto: Liberación de Proyecto para Titulación integral

MARTÍN ROJAS RAMÍREZ
JEFE DE LA DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES
PRESENTE

Por este medio le informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la Titulación Integral:

Nombre del Egresado:	MARÍA GUADALUPE SÁNCHEZ GONZÁLEZ
Carrera:	INGENIERÍA INDUSTRIAL
No. De control:	19370678
Nombre del proyecto:	"REDUCCIÓN DE BOBINA CÓNCAVA EN PRODUCTO G150IDH6".
Producto:	TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

EXCELENCIA EN EDUCACIÓN TECNOLÓGICA ®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®


CRISANTO TENOPALA HERNÁNDEZ
JEFE DEPTO. INGENIERÍA INDUSTRIAL


SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL


CÉSAR REYNALDO RAMOS GÓMEZ
ASESOR INTERNO

c.c.p._ Div. Est. Prof. (interesado)
c.c.p._ Archivo



Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec, Municipio de Tzompantepec,
Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010 Ext. 144, e-mail: subplan@apizaco.tecnm.mx
tecnm.mx | apizaco.tecnm.mx



2024
Felipe Carrillo
PUERTO



EDUCACIÓN

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

Apizaco, Tlaxcala, **20/septiembre/2024**

D.E.P./454/2024

ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

SÁNCHEZ GONZÁLEZ MARÍA GUADALUPE
EGRESADA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL
CON NÚMERO DE CONTROL 19370678
PRESENTE

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIAS PROFESIONALES** cuyo tema es: **REDUCCIÓN DE BOBINA CÓNCAVA EN PRODUCTO G150IDH6** conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Debiendo entregar **2 USB** del mismo, apropiadamente encuadernados, a la brevedad, para presentar su acto de recepción profesional.

Sin otro particular por el momento me despido de Usted.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica
Pensar para Servir, Servir para Triunfar.

CESAR REYNALDO RAMOS GÓMEZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DIVISIÓN DE
ESTUDIOS PROFESIONALES



Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec, Municipio de Tzompantepec,
Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010 Ext. 142, e-mail: dep@apizaco.tecnm.mx



2024
Felipe Carrillo
PUERTO

AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente a mi **familia** por todo su apoyo brindado a lo largo de mi vida y de mi carrera, por esta oportunidad que me otorgaron, por todas las enseñanzas de vida, aprendizaje para mi formación como persona. Porque gracias a ellos y a su esfuerzo incondicional y al no dejarme nunca sola y por apoyarme cuando mas no podía, gracias por cada palabra de aliento, por cada regaño, por cada enseñanza, por cada alegría.

Agradezco a mi **madre Ana**, la mujer que me ha enseñado tanto en la vida y que sin ella jamás hubiera logrado llegar hasta aquí, sin su apoyo y amor incondicional en cada momento, que en mis días de dudas estuvo para escucharme, aconsejarme y guiarme, por ti mamá soy la mujer que soy, y las palabras jamás serán suficientes para poder agradecerte y demostrarte lo mucho que te amo y te admiro, así que espero que mis acciones hablen más por mí, gracias, mamá.

Así mismo le agradezco a mí **hermana Ana Laura** por apoyarme todo este tiempo, y a mí **papá Francisco** por brindarme siempre su apoyo.

A mis docentes que siempre estuvieron ahí para brindarme el conocimiento, las herramientas necesarias para utilizarlas en cualquier momento de mi formación, a mis compañeros, por las experiencias adquiridas a lo largo de la carrera, por sus conocimientos, consejos, ánimos que siempre me permitió seguir adelante.

Al **Ing. Alfredo Mejía García**, que ha sido más que un asesor, ha sido un gran maestro, no solo en el área de calidad / proceso, me ha dejado varios aprendizajes sobre la vida y no creo poder encontrar las palabras suficientes para agradecerle todo el conocimiento y apoyo que me ha dado en la realización de este proyecto y durante mi estancia en la empresa.

Al **Mtro. César Reynaldo Ramos Gómez**, quien me brindo los conocimientos necesarios, el tiempo de dedicación para llevar a cabo el proyecto, por mantenerse en contacto y brindare información necesaria.

RESUMEN

El presente proyecto se desarrolló en la empresa Vetrotex, SAINT- GOBAIN AMÉRICA S.A DE C.V, específicamente en el área de torsión (área fría), con la finalidad de reducir el número de bobinas con defecto mala forma (bobinas cóncavas) en el producto G150IDH6, mediante la aplicación de la metodología “DMAIC”.

El área de torsión es el área que se encarga de la construcción de una bobina, es decir en esta área ocurre la transformación de rollo a bobina, este proceso se realiza en las torsionadoras (twister) calificadas para producir el producto G150IDH6, dentro del área de torsión se encuentran dos tipos de torsionadoras para procesar el producto anteriormente mencionado, las cuales son: Chambonne, ICBT.

De acuerdo con la producción que se ha generado en los últimos meses, en el área de torsión se encuentra un índice de scrap de 2.7 toneladas para el producto G150IDH6 durante el semestre enero-junio, este scrap es provocado por el defecto mala forma (bobinas cóncavas), para esto el defecto bobinas cóncavas es intervenido por el equipo de trabajo para determinar las causas que originan este defecto y por medio de acciones reducir este tipo de defecto en el área.

Mediante una data que se llevó a cabo en el área de torsión, se logró determinar los factores y variables que provocan el defecto mala forma (bobinas cóncavas) en el producto G150IDH6, así mismo gracias a esta data se determinó que torsionadoras producían mayor número de bobinas cóncavas. Mediante el diagrama Ishikawa se determinó la causa-raíz que provoca que las bobinas presenten defecto cóncavo, para lo cual se realizaron algunas pruebas en las torsionadoras en las que se modificó la altura de los platos de estas; así mismo se realizó una recolecta de bobinas, para determinar las distintas magnitudes (altura y profundidad) en las que se presenta el defecto cóncavo, posteriormente a esto se realizaron pruebas de devanado a las bobinas para observar el comportamiento de estas al ser devanadas. Al analizar las pruebas se observa que un tipo de magnitud de bobina cóncava no genera problemas de desfilamentación o rompimiento, para lo cual se realiza una prueba en Adfors (ya que este consume el producto G150IDH6 en su proceso).

Al término de la prueba que se corrió en Adfors se observa que la magnitud 4 de bobina con defecto cóncavo, no genera problemas al ser procesada, para lo cual se diseña e imprime un gauge para la identificación de bobina cóncava en magnitud 4. De igual manera se crea e implementa un gráfico de control para llevar el control de % de bobinas cóncavas que se presentan cada semana para el producto G150IDH6.

Con lo anteriormente mencionado y con el correcto ajuste de plato de las torsionadoras, se observa una reducción de bobinas con defecto cóncavo para el producto G150IDH6, dentro del área de torsión.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	4
RESUMEN	5
1.1. INTRODUCCIÓN	10
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
1.3. JUSTIFICACIÓN	11
1.4. OBJETIVOS DEL PROYECTO	11
1.4.1. Objetivo general.....	11
1.4.2. Objetivos específicos.....	11
1.5. ALCANCES Y LIMITACIONES	12
1.5.1. Alcances	12
1.5.2. Limitaciones.....	12
1.6. PROBLEMAS A RESOLVER	12
1.7. INFORMACIÓN DE LA EMPRESA.....	12
1.7.1. Descripción de la empresa	12
1.7.2. Ubicación de la empresa	14
1.7.3. Misión y visión.....	16
1.7.4. Política de calidad.....	16
1.7.5. Antecedentes de la empresa	16
1.7.6. Descripción del puesto o área de trabajo del estudiante	17
2. MARCO TEÓRICO.....	19
2.1. DMAIC	19
2.2 Lluvia de ideas	20
2.3. VOC (Voz del cliente).....	20
2.4. Diagrama de Ishikawa.....	21
2.5. Diagrama de Pareto	21
2.6. Calidad	21
3. DESARROLLO	23
3.1. Definir.....	23
3.1.1. Descripción del proceso de Vetrotex	23
3.1.2. Despliegue del área de torsión	25
3.1.3. Observación directa	28
3.1.4. Definición del problema	30

3.1.5. Voz del cliente (VOC)	32
3.1.6. Alcance	32
3.2. Medir	32
3.3. Análisis.....	36
3.4. MEJORA	39
3.4.1. Implementación de soluciones propuestas	41
3.5. Control	55
4. RESULTADOS	56
5. CONCLUSIONES.....	57
6. COMPETENCIAS DESARROLLADAS	58
7. FUENTES DE INFORMACIÓN	59
8. ANEXOS	60

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Bobinas H6/H9	13
Ilustración 2 Chopped Strands	13
Ilustración 3 Beams	13
Ilustración 4 Localización del municipio de Tetla.....	14
Ilustración 5 Localización de planta Vetrotex	15
Ilustración 6 Diagrama de flujo de torsión	24
Ilustración 8 Desperdicios de área fría 2023	25
Ilustración 9 1er nivel del despliegue de área fría	26
Ilustración 10 2do nivel del despliegue de área fría	26
Ilustración 11 3er nivel del despliegue de área fría	27
Ilustración 12 4to nivel del despliegue de área fría	27
Ilustración 13 5to nivel del despliegue de área fría	28
Ilustración 14 Torsionadoras tipo ICBT	29
Ilustración 15 Torsionadoras tipo Chambonne	30
Ilustración 16 Formato 5W+1H.....	30
Ilustración 17 Bobina con defecto cóncavo	31
Ilustración 18 Gráfica del total de bobinas cóncavas por máquina.....	34
Ilustración 19 Gráfica del total de bobinas cóncavas en la máquina 8-4.....	34
Ilustración 20 Gráfica del total de bobinas cóncavas en la máquina 12-1.....	35
Ilustración 21 Pareto de bobinas cóncavas en máquinas	35
Ilustración 22 Gráfica de modos de defecto	36
Ilustración 23 Diagrama de Ishikawa.....	37
Ilustración 24 5 porqués	38
Ilustración 25 Operador descargador	41
Ilustración 26 Operador descargador inspeccionando el defecto cóncavo en bobinas.....	42
Ilustración 27 Revisión alturas de bancos de torsionadoras	42
Ilustración 28 Ajuste de banco en torsionadoras.....	43
Ilustración 29 Bobinas del ajuste de banco a 30.8 mm	44
Ilustración 30 Secciones de torsionadora.....	45
Ilustración 31 Arillos porta cursor de torsionadoras.....	45
Ilustración 32 Bobinas con defecto cóncavo	46
Ilustración 33 Presentación de defecto cóncavo	46
Ilustración 34 Clasificación de bobinas cóncavas por magnitudes de defecto	48
Ilustración 35 Bobina en Enka siendo devanada.....	49
Ilustración 36 Prueba en líneas de Adfor	52
Ilustración 37 Producto de Adfors, al procesar bobinas cóncavas	53
Ilustración 38 Diseño de gauge para bobina cóncava.....	54
Ilustración 39 Gráfico de control % Bobinas cóncavas 2023.....	55
Ilustración 40 Gráfico de comportamiento del total de bobinas cóncavas durante las semanas	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Torsionadoras calificadas para el producto G150IDH6	29
Tabla 2 Voz del cliente (VOC)	32
Tabla 3 Recolección de datos para defecto cóncavo	33
Tabla 4 Plan de verificación para las causas	39
Tabla 5 Soluciones propuestas	40
Tabla 6 Verificación de acciones para solucionar el problema.....	41
Tabla 7 Datos de 1er prueba ajustando la altura de bancos de torsionadoras	43
Tabla 8 Datos de la 2da prueba al cambiar las alturas de bancos de torsionadoras	44
Tabla 9 Recolecta de bobinas con defecto cóncavo	47

1.1. INTRODUCCIÓN

La empresa Vetrotex Saint-Gobain se dedica a la fabricación de hilo de fibra de vidrio, la cual ofrece productos como bobina en H6 / H9, chopped strands y beams.

Este proyecto se realiza específicamente en el área de torsión (área fría), con la finalidad de reducir el número de bobinas con defecto mala forma (bobinas cóncavas) en el producto G150IDH6, mediante la aplicación de la metodología "DMAIC".

Se comenzó por la identificación de las máquinas que generaban mayores números de bobinas con defecto cóncavo, para posteriormente identificar los modos de defecto que generaban el defecto cóncavo, así mismo se revisaron condiciones básicas de máquina en las que se ajustaron las alturas de plato, banco, se revisaron las secciones que no estuvieran golpeadas o dañadas, de igual manera el defecto se clasificó en cinco magnitudes, para consiguiente correr una prueba en Adfors y observar los problemas que podrían presentar al ser procesadas.

Como resultado se realizó un sistema de medición para la identificación de bobina cóncava en magnitud 4, para que estas no se manden a corte, y se puedan mandar a cliente y que estas las consuman como material estándar.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El área de torsión, es el área que se encarga de la construcción de una bobina, es decir en esta área ocurre la transformación de rollo a bobina, este proceso se realiza en las torsionadoras (twister) calificadas para producir el producto G150IDH6, dentro del área de torsión se encuentran dos tipos de torsionadoras para este producto, las cuales son: Chambonne, ICBT.

De acuerdo a la producción que se ha generado en el semestre enero-junio, en el área de torsión se encuentra un total de 2.7 toneladas de scrap para el producto G150IDH6, este scrap es provocado por el defecto mala forma (bobinas cóncavas), para esto el defecto bobinas cóncavas es intervenido por el equipo de trabajo para determinar las causas que originan este defecto y por medio de acciones reducir este tipo de defecto en el área.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El proyecto se desarrollara en la empresa Vetrotex, SAINT-GOBAIN AMÉRICA S.A DE C.V con la implementación de un plan de mejora para el área de torsión, el cual tendrá como beneficio la reducción del número de bobinas cóncavas en el producto G150IDH6, para poder incrementar la producción de calidad en el producto antes mencionado mediante la metodología de un DMAIC, lo que se espera con esta metodología es que se identifiquen las variables involucradas en la generación del nivel de scrap originado por el defecto cóncavo, y así tener una mejor productividad, evitando retrabajos a los operadores.

1.4. OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.4.1. Objetivo general

Implementar la metodología DMAIC para la disminución de scrap del producto G150IDH6, disminuyendo el 30% de 675 kilos de desperdicio teniendo como objetivo mensual un ahorro de \$7,716 por mes, dentro del área de torsión de Vetrotex.

1.4.2. Objetivos específicos

- Elaborar un diagnóstico de la situación actual dentro del proceso, en el que se identifiquen las causas que generan bobinas cóncavas en producto G150IDH6.
- Proponer soluciones para reducir el número de Bobinas Cóncavas en producto G150IDH6.
- Diseñar un sistema de medición (gauge) para identificar la bobina cóncava.

1.5. ALCANCES Y LIMITACIONES

1.5.1. Alcances

El proyecto se llevará a cabo en el estado de Tlaxcala, en el corredor industrial Xicoténcatl 1 Tetla de la solidaridad, en este proyecto se pretende implementar una serie de mejoras al área de torsión de Vetrotex, SAINT- GOBAIN AMÉRICA S.A DE C.V, esto será posible con la colaboración en conjunto de distintas áreas de la empresa como lo son: calidad, producción, mantenimiento, desarrollo, servicio al cliente.

1.5.2. Limitaciones

- Desconocimiento del proceso del área de torsión.
- No se tiene identificadas las torsionadoras que producen mayor número de bobinas cóncavas.
- No se conocen las causas que originan el defecto cóncavo en las bobinas.

1.6. PROBLEMAS A RESOLVER

1. No se ha realizado un análisis en el que se identifiquen las distintas magnitudes del defecto cóncavo.
2. No se cuenta con una recolecta de datos para identificar de que máquinas provienen las bobinas defectuosas.
3. No se tiene un indicador sobre el total de kilos de bobinas con defecto cóncavo, para el producto G150IDH6.
4. No se tiene un nivel de altura estándar de los platos de las torsionadoras.
5. No se cuenta con un gauge, para identificar las bobinas con defecto cóncavo.
6. Evaluación de habilidad de los operadores mala forma al ajustar la máquina.

1.7. INFORMACIÓN DE LA EMPRESA

1.7.1. Descripción de la empresa

Vetrotex es una empresa de la división de soluciones textiles que se dedica a la fabricación de hilos de fibra de vidrio. Ofrece una gama completa de servicio y productos adaptados y enfocados a las necesidades del cliente.

Los hilos de fibra de vidrio consisten en un número definido de filamentos de E-Glass de un cierto diámetro nominal, unidos para formar un hilo. La estructura del hilo está fijada y protegida por un tamaño y una ligera torsión, generalmente en dirección Z. Nuestros hilos de fibra de vidrio E-Glass se enrollan en bobinas de plástico y se suministran en forma de "botella de leche". Los hilos de vidrio Vetrotex también se pueden suministrar en vigas. La composición de vidrio cumple con la certificación de E-Glass según la definición de la norma D578-00 de la ASTM para filamentos de fibra de vidrio.

Los productos que ofrece Vetrotex son:

- Bobinas H6/H9



Ilustración 1 Bobinas H6/H9

Fuente: Elaboración propia

- Chopped Strands



Ilustración 2 Chopped Strands

Fuente: Elaboración propia

- Beams



Ilustración 3 Beams

Fuente: Elaboración propia

1.7.2. Ubicación de la empresa

La empresa Vetrotex, SAINT- GOBAIN AMÉRICA S.A DE C.V; se localiza en el estado de Tlaxcala, en el municipio de Tetla de la solidaridad (ver ilustración 4), con domicilio en Prol. Zacatepec Mz. 42 Lote 3 Cd. Industrial Xicohtencatl, Tetla, Tlaxcala, 90434, México (ver ilustración 5).



Ilustración 4 Localización del municipio de Tetla

Fuente: Google Maps

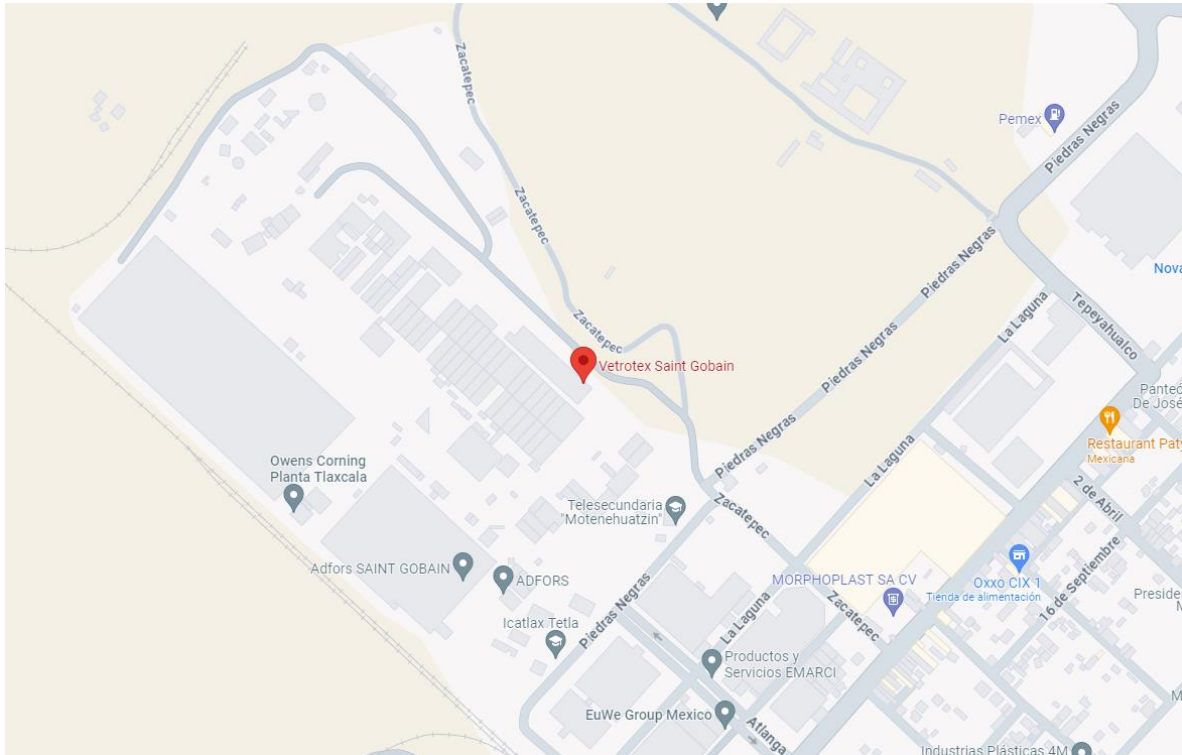


Ilustración 5 Localización de planta Vetrotex

Fuente: Google Maps

1.7.3. Misión y visión

Misión

Nuestra misión es crear lugares grandiosos para vivir y mejorar la vida diaria combinando el confort y la sustentabilidad.

Visión

- Ser la referencia en innovación y servicio en el mercado del vidrio.
- Actitudes.
- Cultivar la cercanía con el cliente.
- Actuar como emprendedores.
- Ser ágiles.
- Desarrollar una cultura abierta y participativa.

1.7.4. Política de calidad

Es nuestro compromiso suministrar siempre a nuestros clientes externos e internos, hilo de fibra de vidrio y servicios asociados que cumplan con sus expectativas explícitas e implícitas.

Para lograr ser considerado como el “proveedor de preferencia”.

Buscamos permanentemente:

- Conocer a profundidad los procesos de nuestros clientes externos e internos y como nos evalúan.
- Disminuir las pérdidas y variabilidad de nuestros procesos a través de WCM y de la mejora continua para lograr una mayor satisfacción en nuestros clientes externos e internos.
- Motivar y desarrollar a nuestro personal.
- Desarrollar a nuestros proveedores.

1.7.5. Antecedentes de la empresa

En 1999 se construyó la primera planta en México, ubicada en el Parque Industrial Xicohténcatl, en Tetla de la Solidaridad, Tlaxcala. Las plantas cuentan con certificación ISO 9000, ISO 14000, es una Empresa Socialmente Responsable y tiene un premio de Ahorro de Agua, entre otros.

Cuenta con más de 80 años de experiencia en la fabricación de hilos de vidrio. Desde su inicio, se ha caracterizado por trabajar de la mano con sus clientes para mejorar las soluciones que ofrece, su presencia y oferta de servicios se han vuelto globales.

La constante innovación y uso de nuevas tecnologías son algunas de las razones por las que Vetrotex ha logrado colocarse como líder del mercado de la construcción; ya que cuenta con una amplia gama de productos que van desde hilos simples de vidrio tipo E y C, hilos texturizados, ZeroTwist® e hilos voluminizados, hasta hilos textiles cortados.

Con presencia mundial en países como Australia, Alemania, Japón, Estados Unidos y México, su producción cumple con los más altos estándares de calidad, sustentabilidad, eficiencia energética y protección del medio ambiente.

Los mercados principales de atención para Vetrotex son:

- Tejidos técnicos
- Tejidos circulares para refuerzo de mangueras
- Discos de frenos
- Construcción
- Refuerzo de fachadas
- Industrias
- Mercado de refuerzo de abrasivos
- Aislamiento térmico
- Filtración
- Transporte
- Aviación y refuerzos de neumáticos
- Electrónica
- Tarjetas de circuito impreso
- Plástico
- Refuerzos
- Equipo
- Médica
- Prótesis y material

1.7.6. Descripción del puesto o área de trabajo del estudiante

El área de trabajo donde se realizaron las residencias profesionales fue en el área de calidad, el cual se encarga de:

1. Establecer un sistema de gestión de calidad adecuado para sus productos y procesos y apropiado para el propósito de la acreditación.
2. Analizar y comprender las necesidades y las expectativas de los clientes, junto con los requisitos legales y reglamentarios relacionados con sus productos.
3. Asegurar que las características del producto se definirán para satisfacer los requisitos de los clientes, los requisitos legales y reglamentarios.
4. Determinar y gestionar los procesos necesarios para finalizar los resultados esperados (productos conformes y mayor satisfacción del cliente).

5. Garantizar la disponibilidad de los recursos necesarios para el soporte de la actividad y el seguimiento de estos procesos.
6. Supervisar y controlar las características definidas por los productos.

Trabaja para evitar la no conformidad de los productos y utiliza procesos de mejora para:

- Resolver la eventual Inconformidad que pueda ocurrir (inconformidad posterior a la entrega incluida)
- Analizar las causas de la no conformidad y tomar medidas correctivas para prevenir la recurrencia.
- Gestionar las quejas del cliente.
- Tener un procedimiento de auditoría interna eficiente y un proceso de revisión con la gerencia.
- Supervisar, medir y aumentar continuamente la eficacia de su sistema de gestión de calidad.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. DMAIC

“El DMAIC es una de las principales herramientas utilizadas dentro de la metodología del Six sigma. Esta herramienta consta de cinco fases las cuales son definir, medir, analizar, mejorar y controlar.

Fase definir

Es la primera etapa de la metodología la cual permite determinar la viabilidad del proyecto en este apartado se determinan el equipo del trabajo, el área o la línea en la que se puede generar una mejora, cual es el grupo beneficiario del proyecto, cual es el alcance de este y cuáles son los beneficios monetarios para la empresa. Se deben responder estas preguntas si se quiere definir adecuadamente el proyecto a realizar para ello se utilizan herramientas como el 3W+2H, la voz del cliente.

Fase medir

Segunda fase de la metodología que consiste en determinar las variables claves del proceso que ayudaran a establecer el plan de recolección de la información e identificar donde se deben enfocar los esfuerzos para poder alcanzar el objetivo para esto se utiliza el diagrama de Pareto.”¹

Fase analizar

“Tercera fase de la metodología tiene como finalidad analizar los datos obtenidos en la fase anterior y comenzar a identificar las posibles causas generadoras de la situación problemática. Para esto se pueden utilizar diferentes herramientas como el cuadro de causa-efecto o espina de pescado Ishikawa.

Fase mejorar

Cuarta fase de la metodología que tiene como fin implementar soluciones que puedan eliminar la causa raíz del problema, para esto la herramienta a utilizar es la lluvia de ideas con el equipo de trabajo para poder determinar cuál es la solución que tenga mayor impacto y se pueda implementar con el menor esfuerzo, para esto

¹ Andrés, A., & Valenzuela, A. (2018). *Reducción de Desperdicio de papel en una Línea de conversión de Rollos*. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil. Recuperado de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/43867>

se utilizar una matriz de esfuerzo-impacto con las ideas obtenidas en la lluvia de ideas.

Fase control

Última fase de la metodología tiene como finalidad realizar un seguimiento de las mejoras implementadas en la fase anterior y determinar si las mejoras implementadas dieron solución al problema o solo dio solución a los síntomas generados. Para esto se utilizará gráficos de control que permitirán identificar la variabilidad del proceso y si se encuentra en control.”²

2.2 Lluvia de ideas

“El proceso conocido como lluvia de ideas (o también popular en inglés como brainstorming) es un proceso didáctico y práctico mediante el cual se intenta generar creatividad mental respecto de un tema. Tal como lo dice su nombre, la lluvia de ideas supone el pensar rápida y de manera espontánea en ideas, conceptos o palabras que se puedan relacionar con un tema previamente definido y que, entonces, puedan servir a diferentes fines.

El proceso de lluvia de ideas es hoy en día muy utilizado en espacios tales como reuniones laborales, en clases, en debates, etc. La noción de lluvia de ideas parte del hecho de ampliar la participación, democratizarla, a todos los presentes en el espacio en el cual la reunión o el evento se lleva a cabo. Esto es así porque se considera que muchas mentes, con sus particularidades, contribuyen mejor a la generación de ideas y de posibles proyectos, que una sola.

La lluvia de ideas entonces comienza con la definición de un tema o quizás también con el establecimiento de un problema o conflicto a resolver. Luego se invita a que los miembros o los presenten propongan ideas, posibles soluciones, formas de actuar, respecto de ese tema o conflicto planteado.”³

2.3. VOC (Voz del cliente)

“Término utilizado para el proceso de recolección de información, sobre el malestar generado y ayuda a determinar qué es lo que espera el cliente obtener al finalizar el proyecto.

² Guillen, L., & Moncayo, K. (2018). *Mejoramiento de la rotación de inventario en una bodega*. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil. Recuperado de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/46928>

³ Orlys, O. (2021). *Propuesta de mejora para la reducción de scrap en la producción de sacos de polipropileno mediante la aplicación del modelo DMAIC*. Universidad Politécnica Chile. Recuperado de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20501>

2.4. Diagrama de Ishikawa

El Diagrama de Ishikawa, también conocido como Diagrama de Espina de Pescado o Diagrama de Causa y Efecto, es una herramienta de la calidad que ayuda a levantar las causas-raíces de un problema, analizando todos los factores que involucran la ejecución del proceso. ¿Para qué se utiliza? Es posible aplicar el diagrama de Ishikawa a diversos contextos y de diferentes maneras, entre ellas, se destaca la utilización:

- Para ver las causas principales y secundarias de un problema (efecto).
- Para ampliar la visión de las posibles causas de un problema, viéndolo de manera más sistémica y completa.
- Identificar soluciones, levantando los recursos disponibles por la empresa.
- Generar mejoras en los procesos.”⁴

2.5. Diagrama de Pareto

“El diagrama de Pareto, también llamado curva cerrada o Distribución A-B-C, es una gráfica para organizar datos de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras. Permite asignar un orden de prioridades. El diagrama permite mostrar gráficamente el principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales), es decir, que hay muchos problemas sin importancia frente a unos pocos muy importantes. Mediante la gráfica colocamos los "pocos que son vitales" a la izquierda y los "muchos triviales" a la derecha. El diagrama facilita el estudio de las fallas en las industrias o empresas comerciales, así como fenómenos sociales o naturales psicosomáticos, como se puede ver en el ejemplo de la gráfica al principio del artículo. Hay que tener en cuenta que tanto la distribución de los efectos como sus posibles causas no es un proceso lineal, sino que el 20% de las causas totales hace que sean originados el 80% de los efectos y rebotes internos del pronosticado. El principal uso que tiene el elaborar este tipo de diagrama es para poder establecer un orden de prioridades en la toma de decisiones dentro de una organización. Evaluar todas las fallas, saber si se pueden resolver o mejor evitarla.”⁵

2.6. Calidad

“La Calidad dentro de una organización es un factor importante que genera satisfacción a sus clientes, empleados y accionistas, y provee herramientas

⁴ Gutiérrez, H. & Salazar, R. (2013). *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma* (3ª ed.). México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

⁵ Ríos, P. (2021). *Análisis de la calidad en la producción de tablas empresa Industrial Maderera San Juan S.A.C mediante el diagrama de Pareto*. Universidad Nacional De La Amazonía Peruana, Iquitos. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12737/7430>

prácticas para una gestión integral. Hoy en día es necesario cumplir con los estándares de calidad para lograr entrar a competir en un mercado cada vez más exigente; para esto se debe buscar la mejora continua, la satisfacción de los clientes y la estandarización y control de los procesos.

También se debe hacer que los diferentes departamentos de la empresa hagan de la calidad definiendo los objetivos que le corresponden buscando siempre la satisfacción del cliente y el mejoramiento continuo. Una excelente manera es implementar un sistema basado en la norma ISO 9000, ya que está busca la estandarización, con calidad, de todos los procesos dentro de la organización.

Principios de Juran:

- Crear conciencia de la necesidad y oportunidad para la mejoría.
- Establecer metas para la mejoría.
- Organizar para lograr las metas (establecer un consejo de calidad, identificar los problemas, seleccionar proyectos, nombrar equipos, etc.)
- Proporcionar entrenamiento.
- Realizar proyectos para solucionar problemas.
- Informar sobre el progreso.
- Otorgar reconocimientos.
- Comunicar los resultados.
- Mantener registro de los resultados.
- Mantener el impulso al hacer que la mejoría anual sea parte de los sistemas y procesos regulares de la compañía.”⁶

⁶ Hernández, R., Fernández, R. & Baptista, P. (2010). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN* (5ª ed.). México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

3. DESARROLLO

El presente proyecto utiliza la herramienta DMAIC, como herramienta de mejora continua para la solución del problema presentado, que es la reducción de bobina cóncava en producto G150IDH6. En el desarrollo de este capítulo se presenta las distintas fases y ejecución del modelo.

3.1. Definir

Durante esta etapa se define el problema, en el que se identifican cuáles son las necesidades y el alcance del proyecto. Para esto se utilizarán las herramientas como el 5W+1H, la voz del cliente (VOC), la observación directa, así como un despliegue del área de torsión.

3.1.1. Descripción del proceso de Vetrotex

El proceso de Vetrotex, consiste en:

- Batch House: Casa de mezclas.
- Horno: En el horno se funden las materias primas.
- Bushing: caen los filamentos de vidrio.
- Winder: Se construyen los rollos.
- Cake Storage: Trazabilidad, almacén y limpieza de rollos.
- Estufas: Se queman las bobinas, para reducir la humedad de los rollos; solo es para productos específicos.
- Torsión: En esta área el rollo, se convierte de rollo a bobina por medio de las torsionadoras. En esta área se presenta el defecto bobina cóncava.
- Chopped Strand: Se trituran el hilo (rollos de segunda calidad)
- Beaming: Se forma un rollo grande, a partir de varias bobinas ya sean H6 o H9.
- Welkers: este proceso solo se le da algunos productos, en los cuales es un secado por medio de vapor a las bobinas.

A continuación, se muestra el diagrama de flujo del proceso de torsión, (Ver Ilustración 6).

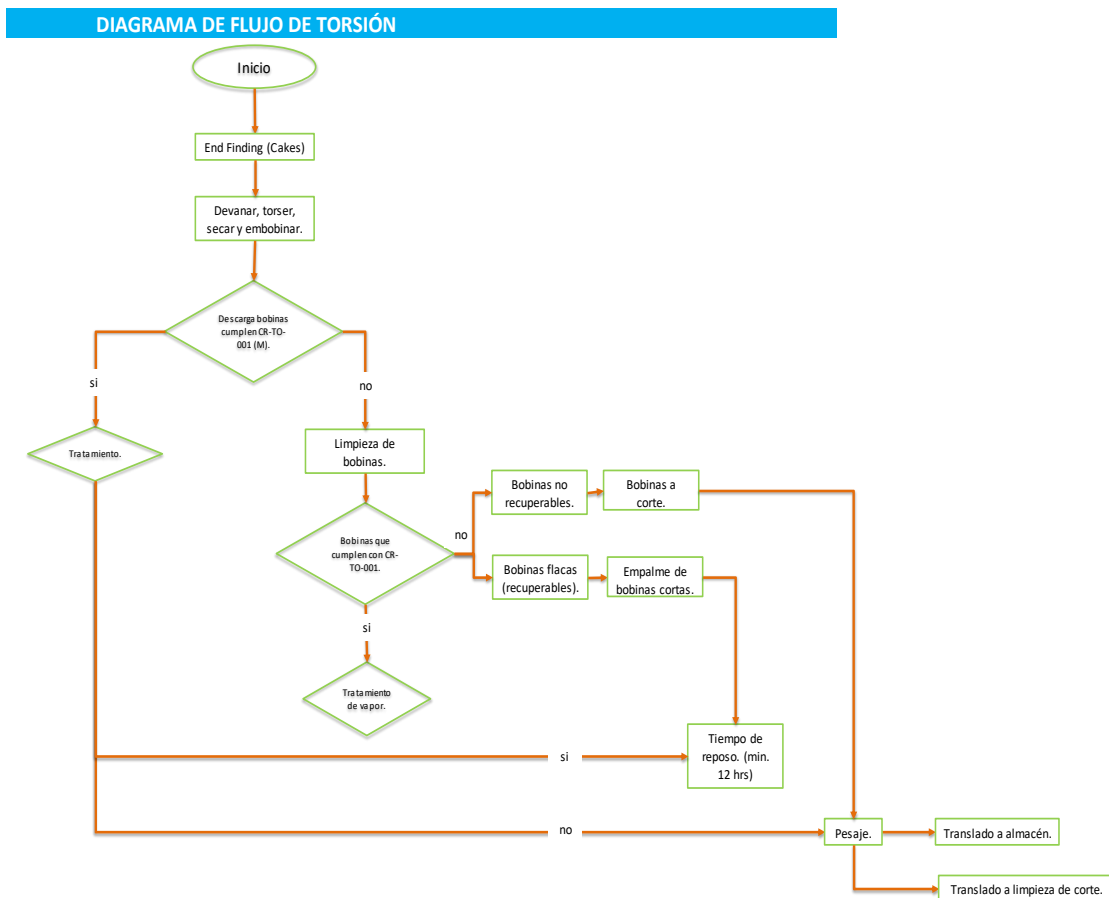


Ilustración 6 Diagrama de flujo de torsión

Fuente: Elaboración propia

3.1.2. Despliegue del área de torsión

Durante el semestre enero-junio 2023 se realizó un análisis en el que se comparó la eficiencia de productividad del área fría en comparación con la del año 2022, así como las toneladas que por mes se mandan a scrap (Ilustración 7); este despliegue consta de 5 niveles los cuales se explican a continuación:

COLD AREA LOSSES 2023

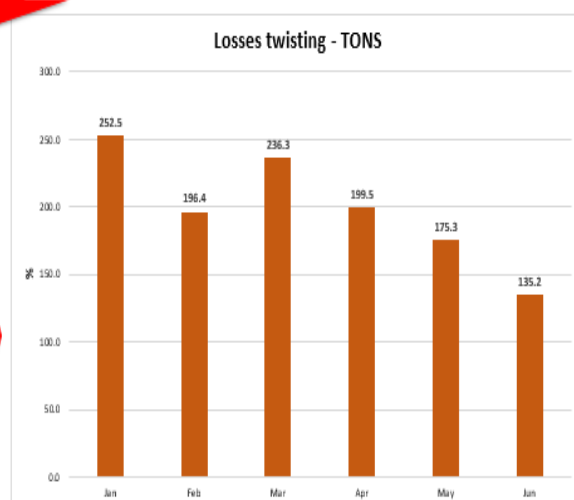
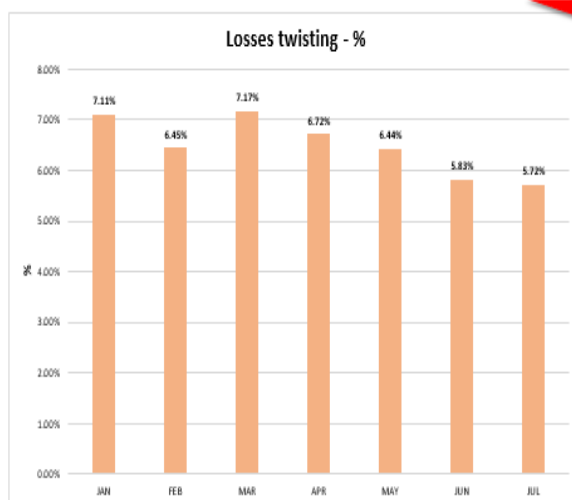
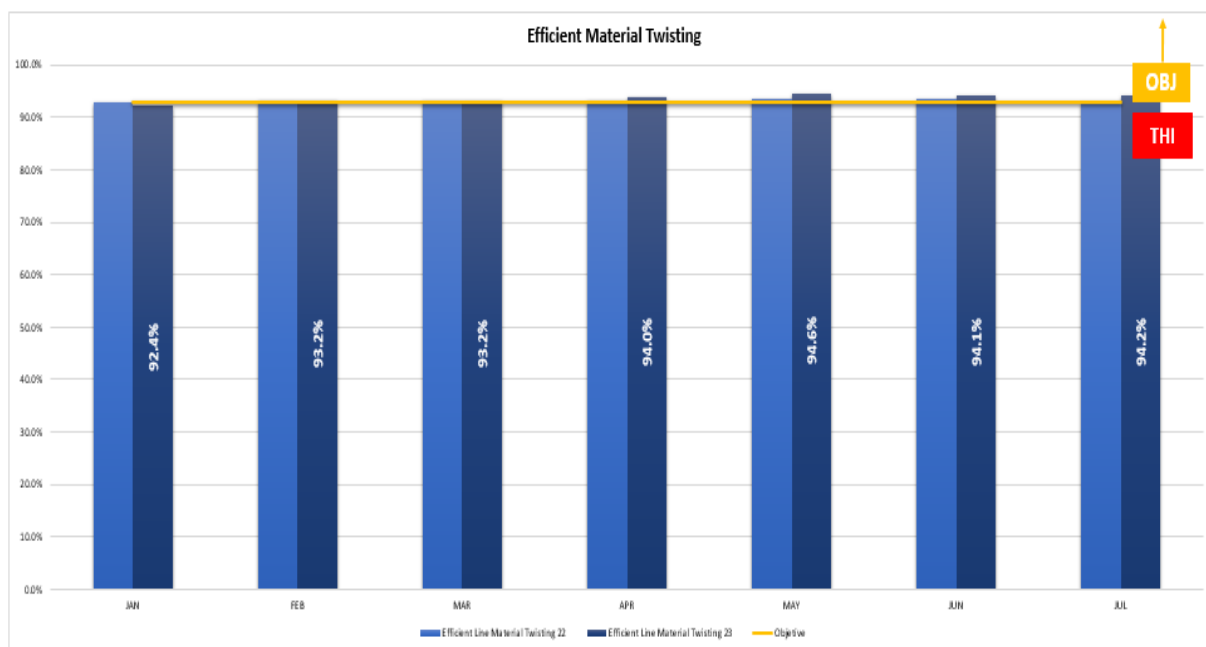


Ilustración 7 Desperdicios de área fría 2023

Fuente: Elaboración propia

Nivel 1. En este nivel se muestran las toneladas de scrap que se obtienen de las distintas áreas, como son estufas, laboratorio de PT, (Ver Ilustración 9).

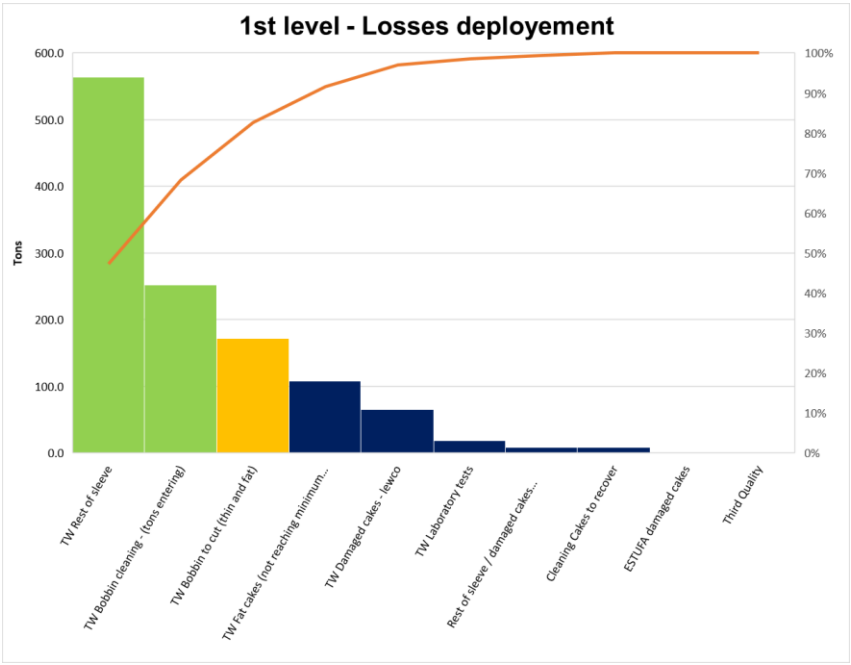


Ilustración 8 1er nivel del despliegue de área fría

Fuente: Elaboración propia

Nivel 2. En este nivel se muestra las toneladas de material que se mandan a corte por mes, (Ver Ilustración 10).

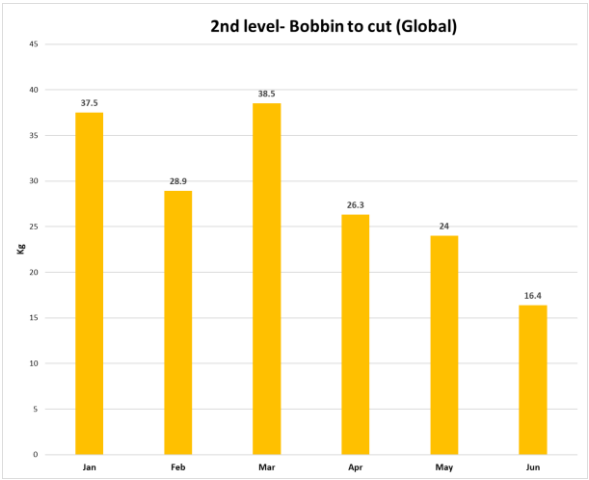


Ilustración 9 2do nivel del despliegue de área fría

Fuente: Elaboración propia

Nivel 3. En este nivel se muestran las toneladas que se mandan a corte, pero acá se dividen en bobinas gordas que son las metradas o bobinas cortas que son las no metradas, es decir las que no cumplieron con su tiempo de proceso, (Ver Ilustración 11).

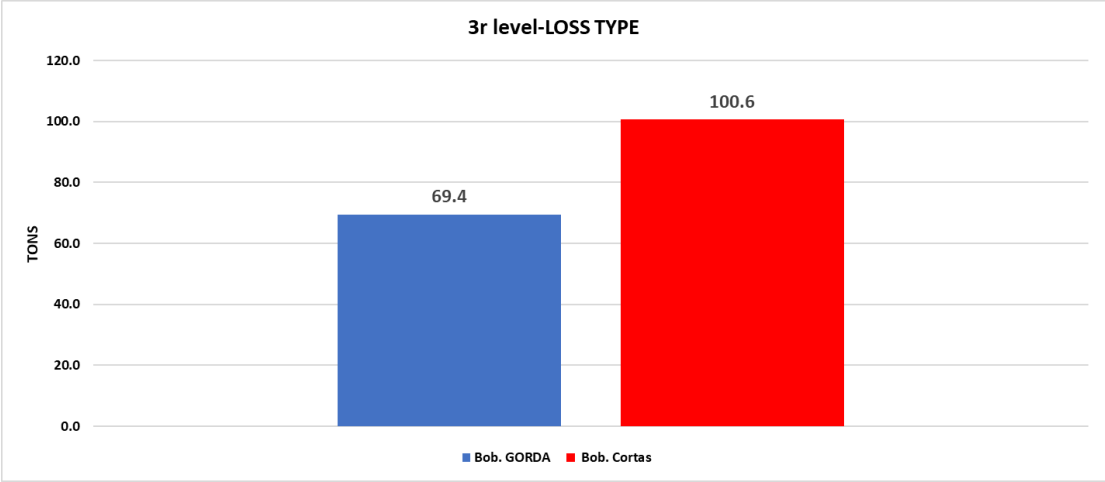


Ilustración 10 3er nivel del despliegue de área fría

Fuente: Elaboración propia

Nivel 4. En este nivel se muestran las bobinas que se mandan a corte, estas son de tipo H6, en este nivel se dividen por producto, (Ver Ilustración 12).

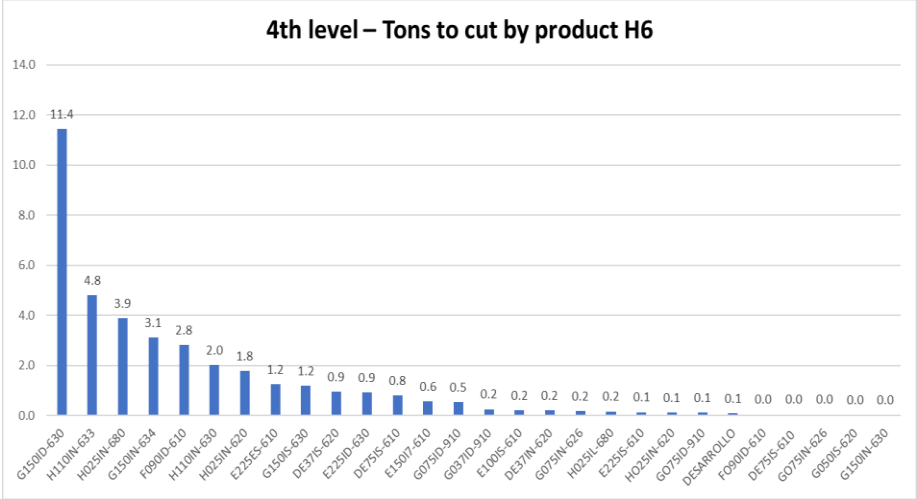


Ilustración 11 4to nivel del despliegue de área fría

Fuente: Elaboración propia

Nivel 5.

En este nivel se observa que 2.7 toneladas son por el defecto de bobina cóncava dentro del producto G150ID H6.

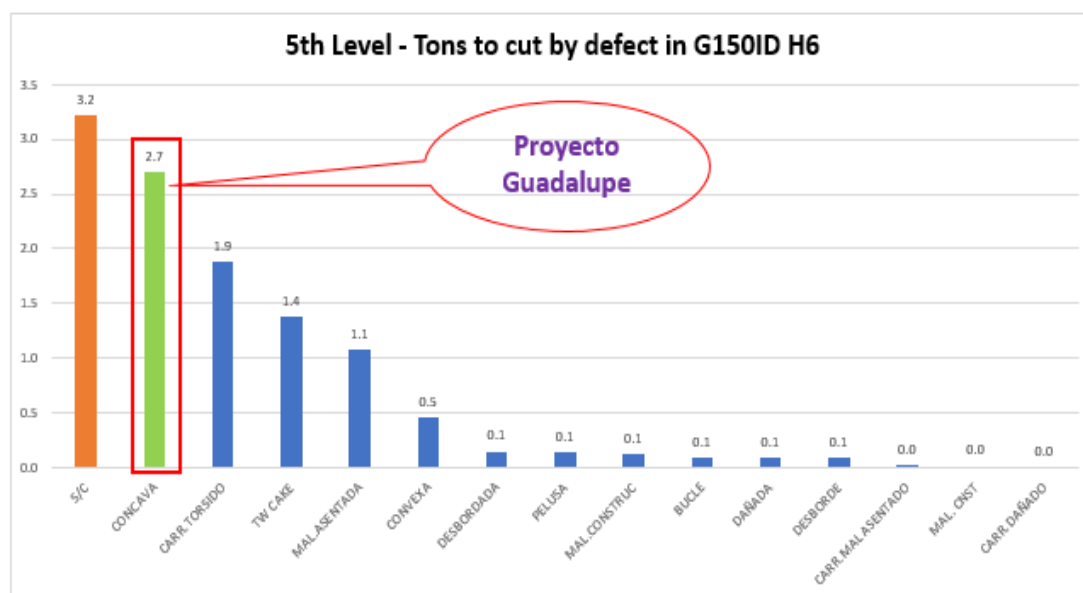


Ilustración 12 5to nivel del despliegue de área fría

Fuente: Elaboración propia

Es importante mencionar que cada bobina del producto G150IDH6, tiene un peso promedio de 4 kilos.

3.1.3. Observación directa

Dentro de la empresa Vetrotex se realizó una observación del proceso que se realiza dentro de la empresa, pero especialmente en el área de torsión, en el que se identificó el número de máquinas torsionadoras que se encuentran calificadas para procesar el producto G150IDH6, así como la capacidad de bobinas a procesar, y el tipo de máquina al que pertenecen. En la Tabla 1 se observan las torsionadoras que la empresa Vetrotex posee para procesar el producto G150IDH6, en la Ilustración 13 se presentan las torsionadoras tipo ICBT, y en la Ilustración 14 las torsionadoras tipo Chambonne.

Tabla 1 Torsionadoras calificadas para el producto G150IDH6

Producto	Núm. De torsionadora	Tipo	Capacidad de bobinas
G150IDH6	8-4	Chambonne	144
	8-5		
	10-4		
	10-5		
	12-4		
	12-5		
	14-4		
	14-5		
	4-5	ICBT	
	8-1		
	8-2		
	10-1		
	10-2		
	10-3		
	12-1		
	14-1		
	14-2		
	14-3		

Fuente: Elaboración propia



Ilustración 13 Torsionadoras tipo ICBT

Fuente: Elaboración propia



Ilustración 14 Torsionadoras tipo Chambonne

Fuente: Elaboración propia

3.1.4. Definición del problema

Para la definición del problema se utiliza la herramienta 5W+1H, en conjunto con el equipo de trabajo seleccionado y esto se observa en la Ilustración 15.

5W+1H	
Quien (Who):	Los operadores cargadores, mala forma, operadores de limpieza de bobina, verificadores. especificar turno A ☒ B ☒ C ☒ D ☒ E ☒ mañana ☒ / tarde ☒ / noche ☒
Cual (Which): (tendencia)	El promedio mensual de bobinas cóncavas es de 0.675 toneladas).
Como (How):	Al realizar la inspección a las bobinas de forma visual, se observa que estas de la parte inferior presentan una distancia mayor a 1 mm, respecto a la forma cilíndrica de la bobina.

Ilustración 15 Formato 5W+1H

Fuente: Elaboración propia

De esta forma el problema queda definido de la siguiente forma: “Durante el semestre enero-junio 2023 se observa que se manda a scrap 2.7 toneladas de

bobinas con defecto cóncavo para el producto G150IDH6, el promedio mensual de bobinas con este defecto es de 675 kilos; las bobinas con mala forma (bobinas cóncavas) se presentan en cada descarga de máquina que está calificada para procesar el producto G150IDH6, este defecto lo observan los operadores cargadores, operadores de limpieza de bobina, los verificadores, y los operadores mala forma en cada turno, ya sea mañana, tarde o noche, el defecto se observa al realizar la inspección a las bobinas de forma visual, se observa que estas de la parte inferior presentan una distancia mayor a 1mm, respecto a la forma cilíndrica de la bobina, en la Ilustración 16 se presenta el cómo se ve una bobina con defecto cóncavo.

Bobinas con defecto cóncavo.



→ Más de 1 mm de profundidad.

Ilustración 16 Bobina con defecto cóncavo

Fuente: Elaboración propia

3.1.5. Voz del cliente (VOC)

Una vez declarado el problema se procede a realizar una matriz e identificar las necesidades presentadas por el cliente. En la Tabla 2 se puede observar la necesidad del cliente, la variable de interés, la meta, y los límites.

Tabla 2 Voz del cliente (VOC)

Necesidad	Variable	Meta	Limite
Reducir el % de kilos de bobinas cóncavas del producto G150IDH6	% de kilos de bobinas cóncavas	30%	n/a
Reducir el defecto bobinas cóncavas que se presenta en el producto G150IDH6	kg PNC	n/a	n/a

Fuente: Elaboración propia

Una vez identificada la situación problemática se procede a definir la variable de medición que es la que va a permitir identificar si se alcanzó la meta del presente proyecto.

3.1.6. Alcance

Con los datos presentados se establece que la meta del proyecto es reducir un 30% de 675 kilos teniendo como objetivo mensual un ahorro de \$7,716 por mes, que al año sería un ahorro de \$92,592 dentro del área de torsión de Vetrotex.

3.2. Medir

Para la fase de medición se elaboró un formato para la recolección de datos, para determinar la maquina (torsionadora) en la que se producían mayor número de bobinas con defecto cóncavo, así como quien lo detectaba, el turno, grupo, la posición de la torsionadora en la que se presentaba la bobina con mala forma, así como la razón que había ocasionado el defecto cóncavo, este formato se le proporciono a los operadores mala forma, y se implementó desde la semana 38; en la Tabla 3 se presenta el formato que se ocupó para la recolección de datos.

Tabla 3 Recolección de datos para defecto cóncavo

Fecha ▼	Semana ▼	Operador ▼	Turno ▼	Grupo ▼	Máquina ▼	Posición ▼	Razón del defecto ▼
22/09/2023	38	Relles	2	C	8-1	52	Ajuste de plato
22/09/2023	38	Relles	2	C	14-2	80	Ajuste de plato
22/09/2023	38	Relles	2	C	22-6	41	Ajuste de plato
23/09/2023	38	Fernando	3	D	14-4	74	Ajuste de plato
23/09/2023	38	Giovanni	1	A	12-5	139	Ajuste de plato
23/09/2023	38	Relles	2	C	10-3	123	Ajuste de plato
23/09/2023	38	Relles	2	C	12-4	136	Ajuste de plato
23/09/2023	38	Relles	2	C	14-2	916	Ajuste de plato
24/09/2023	39	Giovanni	3	A	12-1	29	Ajuste de plato
24/09/2023	39	Giovanni	3	A	10-2	92	Ajuste de plato
24/09/2023	39	Relles	2	C	10-5	95	Ajuste de plato
24/09/2023	39	Relles	2	C	23-6	66	Ajuste de plato
25/09/2023	39	Jairo	3	B	12-1	106	Seccion dañada
25/09/2023	39	Fernando	1	D	12-5	141	Ajuste de plato
25/09/2023	39	Relles	2	C	14-4	75	Ajuste de plato
25/09/2023	39	Relles	2	C	14-4	39	Ajuste de plato
26/09/2023	39	Jairo	3	B	12-4	6	Ajuste de plato
26/09/2023	39	Jairo	3	B	12-4	25	Twin cake
26/09/2023	39	Jairo	3	B	12-4	43	Ajuste de plato
26/09/2023	39	Relles	1	D	10-2	86	Ajuste de plato
26/09/2023	39	Relles	1	D	8-5	93	Ajuste de plato
26/09/2023	39	Relles	1	D	10-4	33	Twin cake
26/09/2023	39	Giovanni	2	A	14-4	20	Seccion dañada
26/09/2023	39	Giovanni	2	A	10-3	113	Ajuste de plato
27/09/2023	39	Jairo	3	B	10-1	84	Ajuste de plato
27/09/2023	39	Jairo	3	B	10-1	85	Seccion dañada

Fuente: Elaboración propia

Al analizar los datos obtenidos del anterior formato, se identificó que las maquinas torsionadoras que presentan mayor número de bobinas cóncavas, es la maquina 8-

4 está pertenece al tipo Chambonne, y la maquina 12-1 esta es de tipo ICBT, esto se presenta en la Ilustración 17.

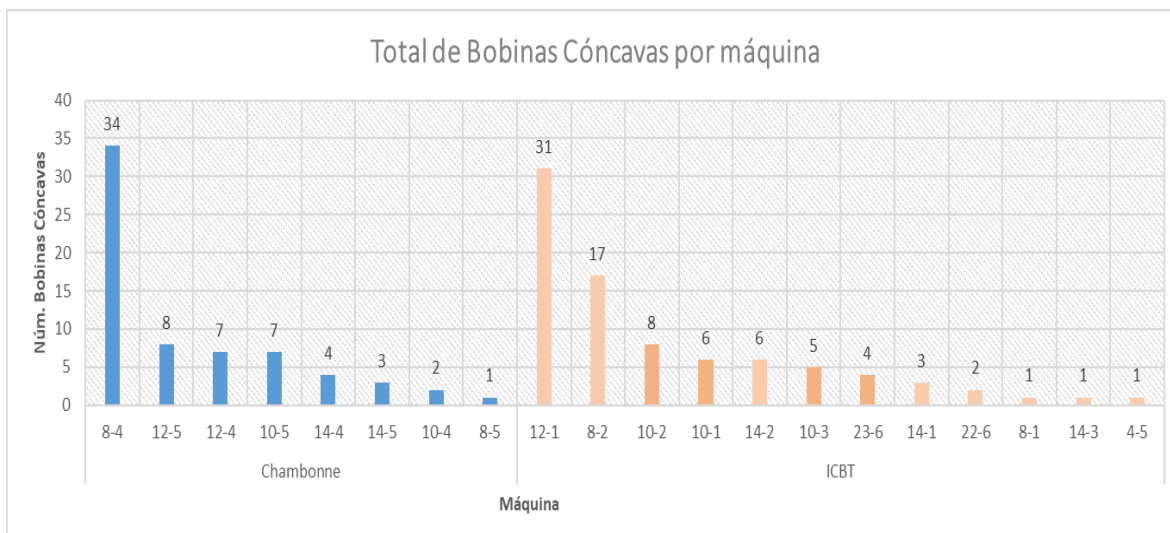


Ilustración 17 Gráfica del total de bobinas cóncavas por máquina

Fuente: Elaboración propia

Asi mismo se presentan las variables (defectos) que provocan que en la maquina torsionadora 8-4, se produzcan bobinas con defecto concavo, para este tipo de maquina la causa que genera mayor numero de bobinas concavas es el ajuste de plato, y en segundo lugar tenemos la causa de Twin Cake, esto se refiere a que de un rollo salieron dos bobinas, y que alguna de las dos puntas del rollo estaba más delgada que la otra (ver Ilustración 18).

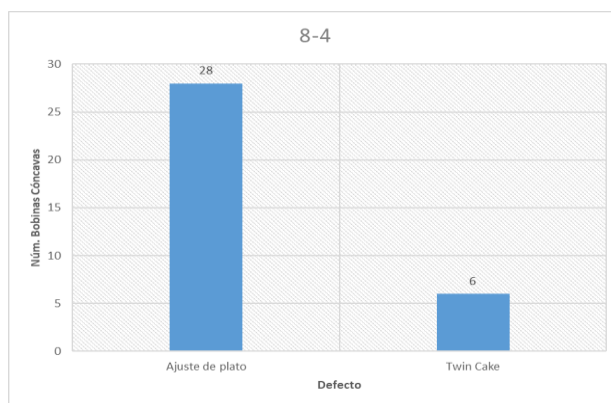


Ilustración 18 Gráfica del total de bobinas cóncavas en la máquina 8-4

Fuente: Elaboración propia

También para la máquina 12-1, se presentan las causas que generan que en esta torsionadora se presenten bobinas con defecto concavo, estas causas son las siguientes: sección dañada, ajuste de plato, twin cake (ver Ilustración 19).

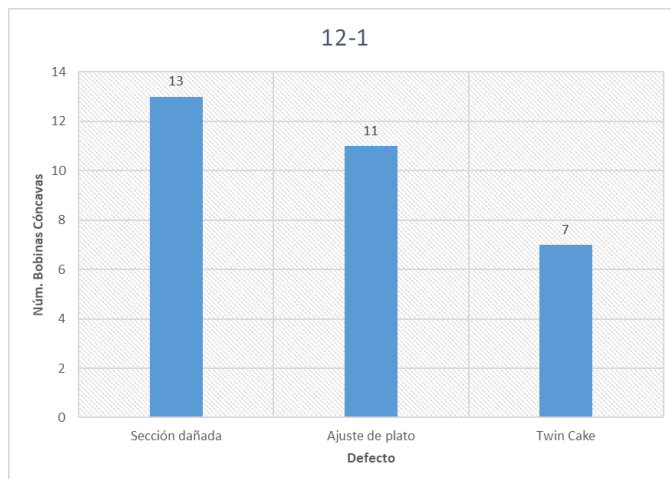


Ilustración 19 Gráfica del total de bobinas cóncavas en la máquina 12-1

Fuente: Elaboración propia

Mediante un pareto se revisa el porcentaje de aportación de las máquinas 8-4, y 12-1, ya que en estas se presenta un mayor número de bobinas defectuosas (ver Ilustración 20).

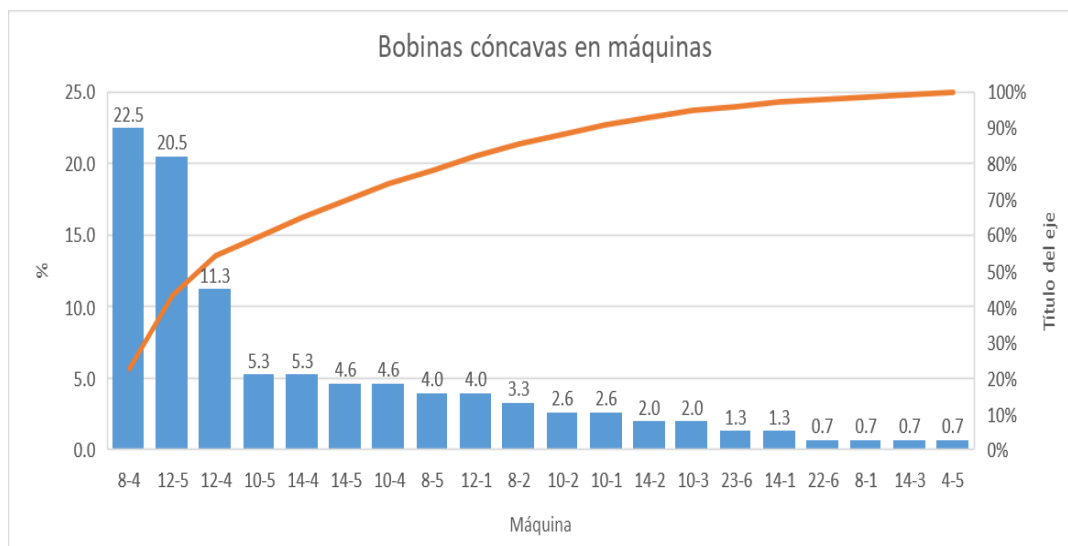


Ilustración 20 Pareto de bobinas cóncavas en máquinas

Fuente: Elaboración propia

El porcentaje de scrap generado en las torsionadoras 8-4, 12-1 representa el 44.5% del scrap de máquinas en las que se produce el producto G150IDH6.

De igual manera gracias a la data que se realizó, se encuentran los modos de defecto que generan que las bobinas presenten mala forma (cóncavas), estos son ajuste de plato con un total de 102 bobinas, twin cake, sección dañada, arillo porta cursor flojo, doble cursor; en la Ilustración 21 se presentan los modos de defecto que provocan bobinas cóncavas.



Ilustración 21 Gráfica de modos de defecto

Fuente: *Elaboración propia*

3.3. Análisis

Para poder identificar la causa raíz de las causas definidas en la fase anterior se conformó un equipo de trabajo, el cual estaba conformado por el ingeniero de calidad de área fría, el supervisor de mantenimiento de área fría, y el ingeniero de desarrollo de área fría.

Para la revisión de las causas potenciales se realizó el diagrama de causa efecto Ishikawa.

A continuación, en la Ilustración 22 se muestra el Ishikawa y una matriz de priorización, para determinar que causas requieren una atención urgente y cuáles pueden ser aplazadas.

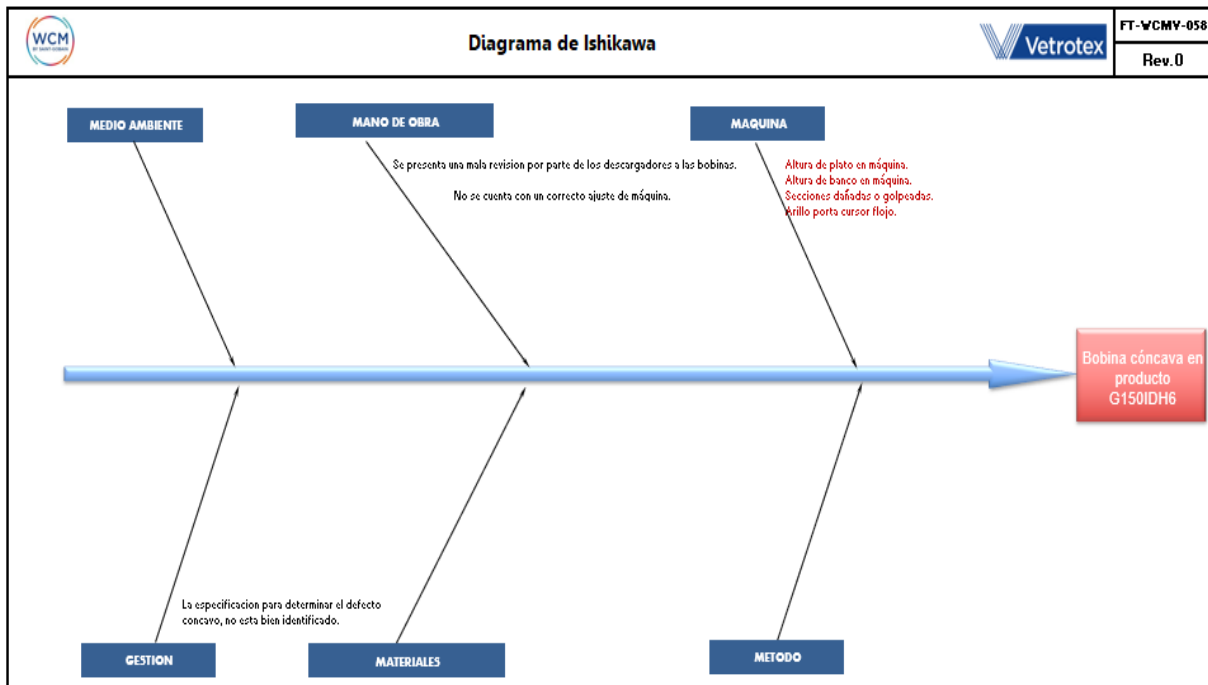


Ilustración 22 Diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración propia

A continuación, una explicación de las causas descritas en el diagrama de Ishikawa por el defecto de bobina cóncava en producto G150IDH6.

- **Altura de plato en máquina.** La altura de los platos en las torsionadoras no es la adecuada, y esto hace que el hilo se apriete de la parte inferior de la bobina.
- **Altura de banco en máquina.** La altura de los bancos no es la correcta, esto hace que al ser procesada la bobina la construcción de esta no sea la correcta.
- **Secciones dañadas o golpeadas.** Si existen secciones dañadas o golpeadas, provocara que las bobinas presenten defecto cóncavo.
- **Arillo porta cursor flojo.** En dado caso que esto ocurra, es porque el tornillo que sujeta el arillo porta cursor este flojo.
- **La especificación para determinar el defecto cóncavo no está bien identificado.** Se tiene como especificación que, si la bobina presenta una profundidad mayor a 1 mm de la parte inferior respecto a la construcción de la bobina, es bobina cóncava.
- **Se presenta una mala revisión por parte de los descargadores a las bobinas.** Los descargadores de maquina no cuentan con un gauge para identificar las bobinas cóncavas, ya que esta identificación solo la realizan de manera visual.

- No se cuenta con un correcto ajuste de máquina. El ajuste a máquina no es el adecuado.

Una vez identificadas las causas potenciales, se utiliza la herramienta de los 5 porque, para poder determinar cuál es la causa raíz que genera el defecto cóncavo en las bobinas en el producto G150IDH6.

5 Porqués
- Falta de ajuste de plato de máquina--> no se ajusta correctamente --> las alturas del plato no son las indicadas --> los mala forma no cuentan con alguna especificación de altura para los bancos. -Máquina desajustada--> los operadores se recargan del banco, durante la limpieza de las máquinas.--> complacencia (no observan el impacto inmediatamente). -La especificacion para determinar el defecto concavo, no esta bien identificado--> no se han identificado las distintas magnitudes en las que se presenta el defecto-->complacencia por parte de calidad.

Ilustración 23 5 porqués

Fuente: Elaboración propia

Se elabora un plan de verificación para las causas raíz, y poder determinar la veracidad de estas. El método utilizado es la observación directa (ver Tabla 4).

Tabla 4 Plan de verificación para las causas

Lista de posibles causas del problema		Verificar cuál de las posibles causas es causa real (S = es causa) (N = no es causa)		
1	Altura de plato	1 Se revisan y ajustan alturas de plato, se modifican alturas de 2.1 a 2.7 mm.		S ☒ N ☐
2	Altura de banco	2 Se revisan las alturas de banco de las torsionadoras, se revisa que cada sección este a la misma altura.		S ☒ N ☐
4	Uso doble cursor	4 Revisión en torsionadoras completa de los anillos porta cursor, no se encentra alguno que se presente doble cursor.		S ☐ N ☒
5	Secciones dañadas, ó golpeadas (máquina)	5 Se revisan las secciones de cada máquina, se revisa que no esten golpeadas ó dañadas.		S ☒ N ☐
6	Anillo porta cursor flojo	4 Se revisan los anillos porta cursor, revisar que no esten flojos los tornillos que soportan el anillo porta cursor.		S ☒ N ☐

Fuente: Elaboración propia

3.4. MEJORA

Una vez determinadas las causas que originan que la bobina presente defecto cóncavo, se realizó una lluvia de ideas con el propósito de encontrar las posibles soluciones, esto se observa en la Tabla 5.

Tabla 5 Soluciones propuestas

Soluciones propuestas
Revisión de defecto, con los descargadores
Revisión ajuste de maquina
Recolectar bobinas que presenten defecto cóncavo, para determinar las distintas magnitudes en las que se presente el defecto, y realizar pruebas de debanado
Correr una prueba en Adfors, para definir la distancia máxima del defecto cóncavo.
Diseñar un Gauge, para clasificar correctamente el material
Capacitar a los descargadores, operadores de limpieza de bobina, mala forma, verificadores; con el gauge, para que estos no rechazan este tipo de bobinas.

Fuente: *Elaboración propia*

Una vez determinadas cuales eran las acciones propuestas, se realiza un plan de implementación el cual se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6 Verificación de acciones para solucionar el problema

Acciones para solucionar el problema	Acciones requeridas para atacar las causas	Quien	Cuando	Hecho
	Revisión de defecto, con los descargadores	Guadalupe S.	oct-2023	Si
	Revisión ajuste de maquina	Mala forma	nov-23	Si
	Recolectar bobinas que presenten defecto cóncavo, para determinar las distintas magnitudes en las que se presente el defecto, y realizar pruebas de debanado	Coordinador, ajustador mala forma	nov-23	Si
	Correr una prueba en Adfors, para definir la distancia máxima del defecto cóncavo.	Soporte técnico/Guadalupe S.	dic-23	Si
	Diseñar un Gauge, para clasificar correctamente el material	Guadalupe S.	dic-23	Si
	Capacitar a los descargadores, operadores de limpieza de bobina, mala forma, verificadores; con el gauge, para que estos no rechazan este tipo de bobinas.	Guadalupe S.	dic-23	Si

Fuente: Elaboración propia

3.4.1. Implementación de soluciones propuestas

1. Revisión de defecto, con los descargadores máquina.

Se revisa junto con los operadores de máquina, las bobinas que presenten defecto cóncavo, con la finalidad de observar que tan buena es su detección de bobinas con defecto cóncavo, ya que esta detección solo la hacen de manera visual y es de una manera muy rápida y se llega a la conclusión que este proceso de selección no lo hacen de manera correcta, ya que no cuentan con algún instrumento que les ayude a verificar que la bobina sea cóncava (ver Ilustración 24 y 25).



Ilustración 24 Operador descargador

Fuente: Elaboración propia



Ilustración 25 Operador descargador inspeccionando el defecto cóncavo en bobinas

Fuente: Elaboración propia

2. Revisión ajuste de máquina.

Revisar las alturas de banco de las torsionadoras, se revisa que cada sección este a la misma altura, esta actividad se realiza en conjunto con los operadores mala forma (ver Ilustración 26).



Ilustración 26 Revisión alturas de bancos de torsionadoras

Fuente: Elaboración propia

Para poder tener una especificación promedio de altura para los bancos de estas se realiza una prueba, en la que se cargan 4 rollos a la máquina, y se modifican las alturas de 8 bancos en distintas posiciones (ver Tabla 7).



Ilustración 27 Ajuste de banco en torsionadoras

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7 Datos de 1er prueba ajustando la altura de bancos de torsionadoras

Núm. Posición de máquina	Altura del banco
Posición 1	30.9 mm
Posición 2	30.9 mm
Posición 4	30.8 mm
Posición 5	30.5 mm
Posición 6	30.5 mm
Posición 7	30.6 mm
Posición 8	30. 6 mm
Posición 11	30. 6 mm
Posición 12	30.5 mm

Fuente: Elaboración propia

Al revisar las bobinas se observa que estas presentan defecto cóncavo, en excepción de la bobina que se cargó en la posición 4 ya que esta bobina presenta una construcción normal; por consiguiente, se realiza otra prueba en la que se cargan otros 4 rollos a la misma máquina, en las mismas posiciones que la anterior vez se cargaron, solo que esta vez la altura de los bancos es la misma que es a 30.8 mm (ver Tabla 8).

Tabla 8 Datos de la 2da prueba al cambiar las alturas de bancos de torsionadoras

Núm. Posición de máquina	Altura del banco
Posición 1	30.8 mm
Posición 2	30.8 mm
Posición 4	30.8 mm
Posición 5	30.8 mm
Posición 6	30.8 mm
Posición 7	30.8 mm
Posición 8	30.8 mm
Posición 11	30.8 mm
Posición 12	30.8 mm

Fuente: Elaboración propia

Al revisar las bobinas, estas no presentan defecto cóncavo sino una construcción normal (ver Ilustración 28).



Ilustración 28 Bobinas del ajuste de banco a 30.8 mm

Fuente: Elaboración propia

3. Revisar las secciones de cada máquina.
Se revisa que cada sección no esté golpeada o dañadas, ya que si estas lo están provocarían variación en la construcción de las bobinas (ver Ilustración 29).



Ilustración 29 Secciones de torsionadora

Fuente: Elaboración propia

4. Revisar los arillos porta cursor.
Se revisa que no estén flojos los tornillos que soportan el arillo porta cursor (Ilustración 30).

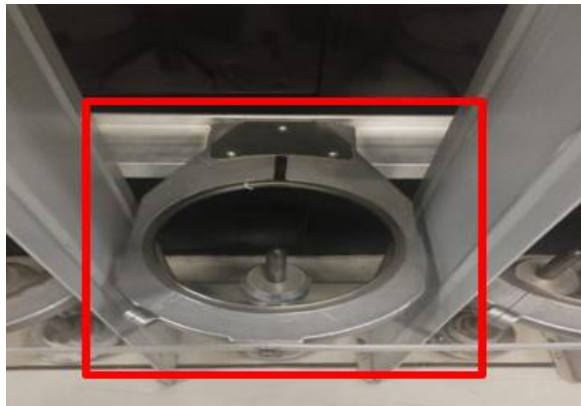


Ilustración 30 Arillos porta cursor de torsionadoras

Fuente: Elaboración propia

5. Recolectar bobinas que presenten defecto cóncavo, para determinar las distintas magnitudes en las que se presenta el defecto, y realizar pruebas de devanado.

Se recolectan 30 bobinas del producto G150IDH6 que presentan defecto cóncavo (ver Ilustración 31), a estas se les mide la magnitud del defecto cóncavo (altura/profundidad) (ver Tabla 9).



Ilustración 31 Bobinas con defecto cóncavo

Fuente: Elaboración propia

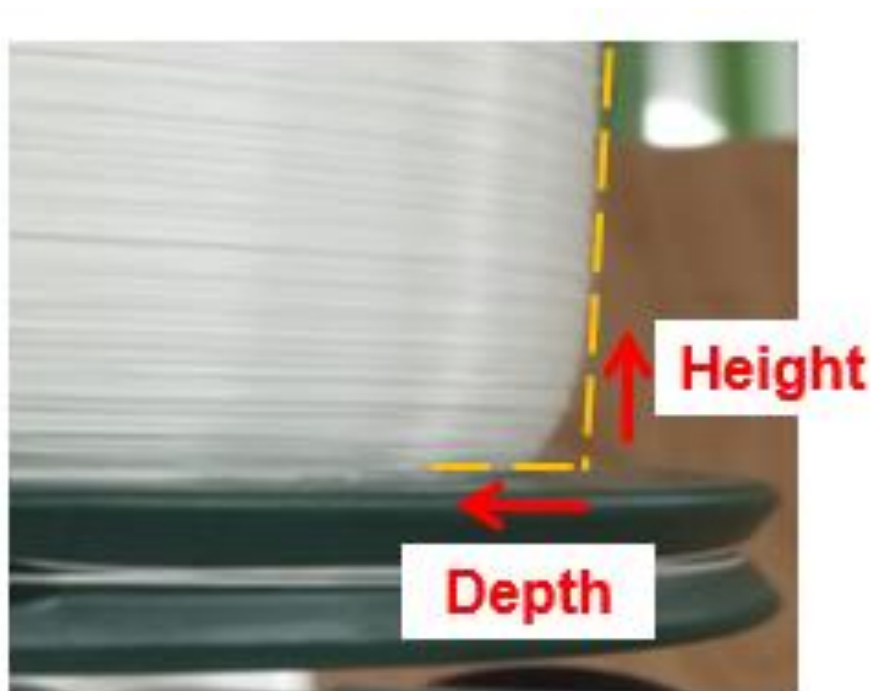


Ilustración 32 Presentación de defecto cóncavo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9 Recolecta de bobinas con defecto cóncavo

Bobina	Altura (mm)	Profundidad (mm)	Defecto
1	9	4	Cóncava
2	6	4	Cóncava
3	7	6	Cóncava
4	12	5	Cóncava
5	6	6	Cóncava
6	9	4	Cóncava
7	6	6	Cóncava
8	14	6	Cóncava
9	16	8	Cóncava
10	6	4	Cóncava
11	11	4	Cóncava
12	6	4	Cóncava
13	10	4	Cóncava
14	5	4	Cóncava
15	8	6	Cóncava
16	10	4	Cóncava
17	14	8	Cóncava
18	10	5	Cóncava
19	12	4	Cóncava
20	11	6	Cóncava
21	8	5	Cóncava
22	8	5	Cóncava
23	9	4	Cóncava
24	6	3	Cóncava
25	10	5	Cóncava
26	10	4	Cóncava
27	10	4	Cóncava
28	8	4	Cóncava
29	10	4	Cóncava
30	10	5	Cóncava

Fuente: Elaboración propia

Lo siguiente que se realizó fue clasificar las magnitudes del defecto cóncavo en 5 tipos (ver Ilustración 33).

Magnitud del defecto

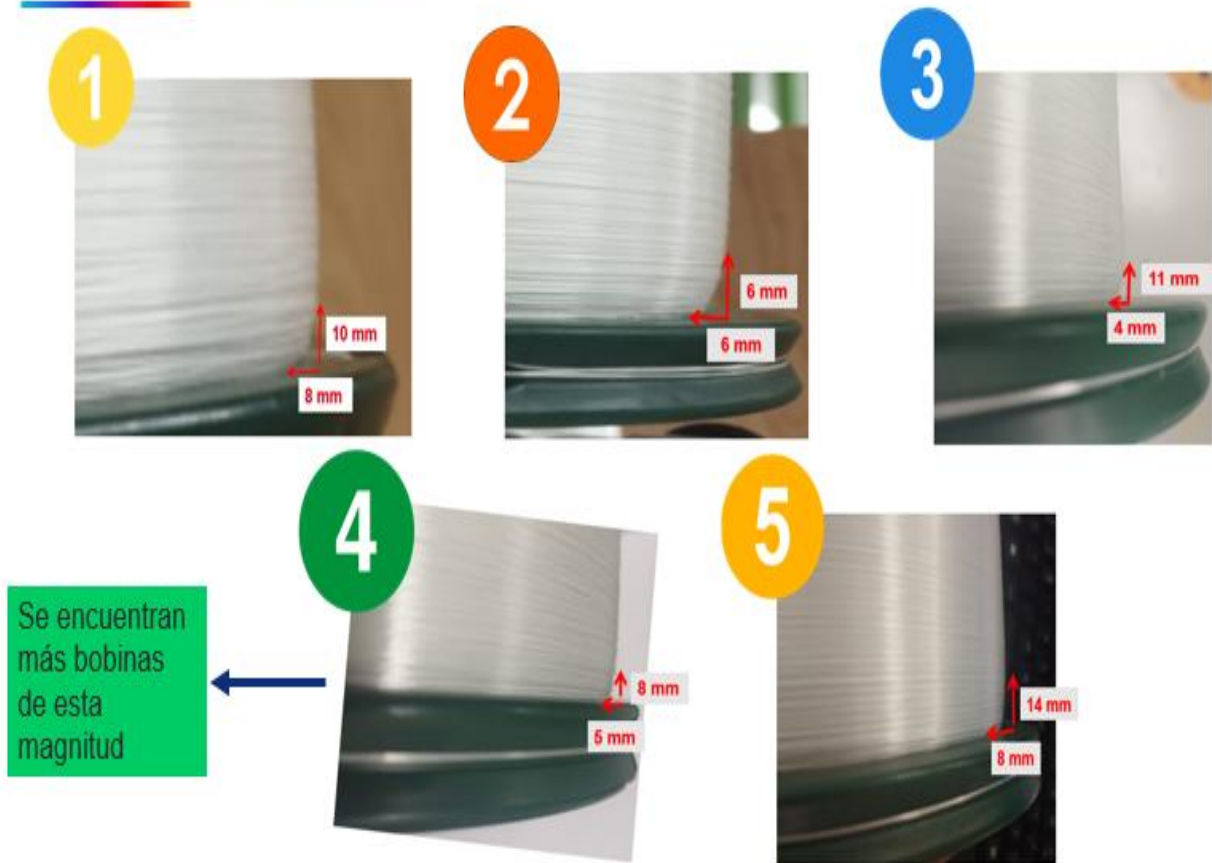


Ilustración 33 Clasificación de bobinas cóncavas por magnitudes de defecto

Fuente: Elaboración propia

Lo siguiente es realizar pruebas de devanado a las bobinas que presenten cada magnitud, estas pruebas se realizan en el laboratorio de PT en el Enka, la velocidad inicial de corrida es de 1200 rpm, y cada vez que la bobina rompa se va reduciendo la velocidad.



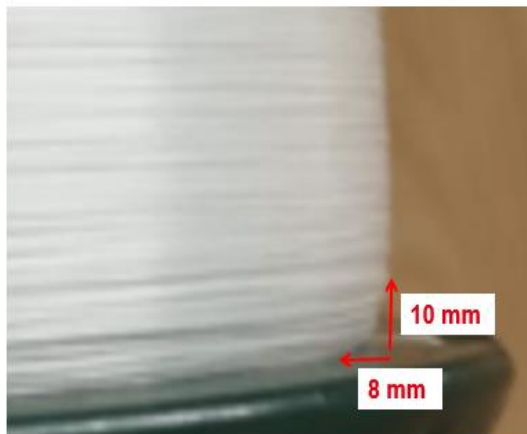
Ilustración 34 Bobina en Enka siendo devanada

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presentan los resultados de estas pruebas:

Prueba de devanado

1

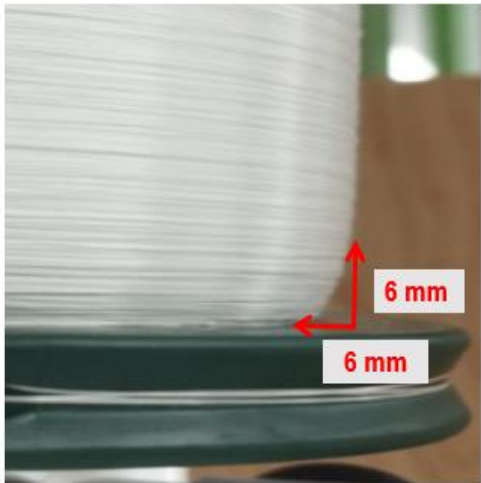


LONGITUD	Altura del defecto	Profundidad del defecto	OBSERVACIONES
1,414	10 mm	8 mm	Sloughing, pelusa
30,302	12 mm	5 mm	Sloughing, pelusa, el hilo rosa con la bobina
30,456	7 mm	5 mm	La bobina se debano sin problemas

La prueba se termina a una velocidad de 1000 rpm.

Prueba de devanado

2

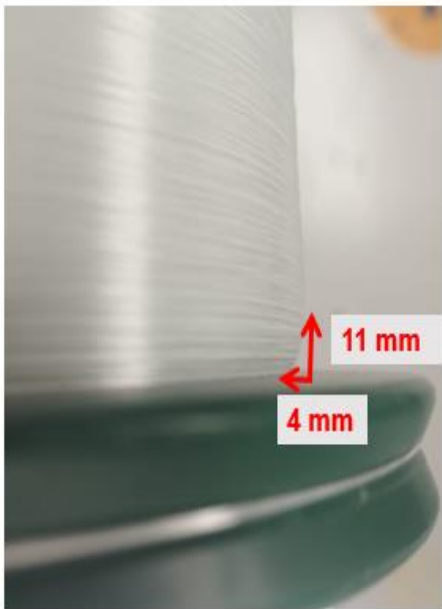


LONGITUD	Altura del defecto	Profundidad del defecto	OBSERVACIONES
7,627	6 mm	6 mm	Sloughing, pelusa, el hilo rosa con la bobina
11,565	5 mm	4 mm	Sloughing, pelusa, el hilo rosa con la bobina
18,535	6 mm	4 mm	Sloughing, pelusa, el hilo rosa con la bobina
19,507	5 mm	3 mm	Sloughing, pelusa, el hilo rosa con la bobina
19,714	6 mm	3 mm	Sloughing, pelusa, el hilo rosa con la bobina
37,852	6 mm	3 mm	Sloughing, pelusa, el hilo rosa con la bobina
43,528	3 mm	3 mm	La bobina se debano sin problemas

Se corre a una velocidad de 600 rpm

Prueba de devanado

3

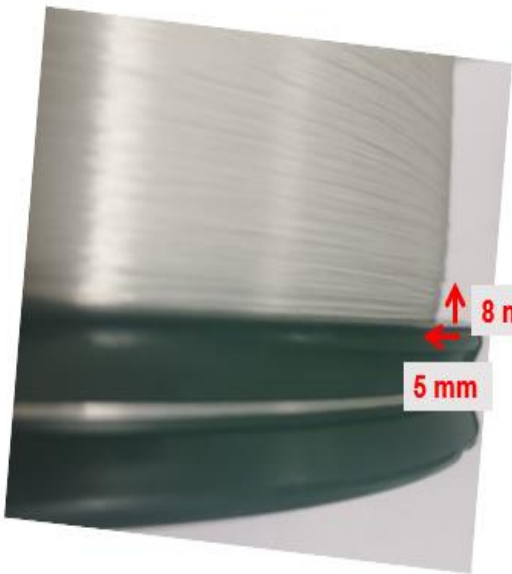


LONGITUD	Altura del defecto	Profundidad del defecto	OBSERVACIONES
52,949	11 mm	4 mm	Sloughing, pelusa
52,500	14 mm	6 mm	La bobina se debano sin problemas

Se corre a una velocidad de 1100 rpm

Prueba de devanado

4

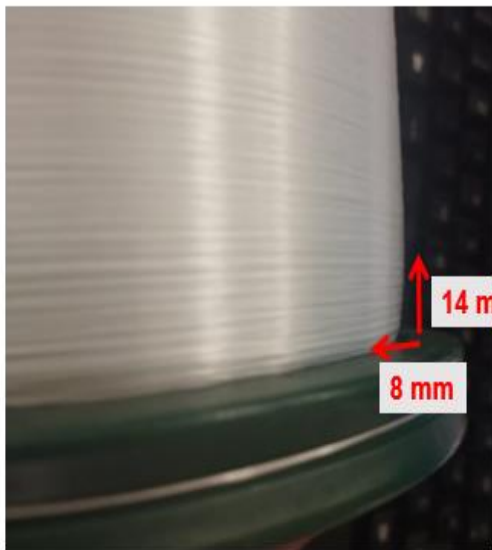


LONGITUD	Altura del defecto	Profundidad del defecto	OBSERVACIONES
129	8 mm	5 mm	Sloughing, pelusa
129	7 mm	4 mm	La bobina se debano sin problemas

Se corre a una velocidad de 1100 rpm

Prueba de devanado

5



LONGITUD	Altura del defecto	Profundidad del defecto	OBSERVACIONES
52,500	14 mm	8 mm	Sloughing, pelusa
124,246	8 mm	5 mm	La bobina se debano sin problemas

Se corre a una velocidad de 1100 rpm

Al analizar los resultados de las anteriores pruebas se observa que la prueba de la magnitud 4, con altura 8mm y profundidad de 5mm, es aquella que no genera problemas al ser devanada, ya que no crea desfilamentación o rompimientos.

6. Correr una prueba en Adfors, para definir la distancia máxima del defecto cóncavo.

Con ayuda de soporte técnico de Vetrotex, se corrió una prueba en Adfors en el área de las filetas, en la que se corrieron 6 bobinas con defecto cóncavo en magnitud 4 de altura 8 mm y profundidad de 5 mm, con la finalidad de observar si al momento de ser procesada en las líneas este tipo de bobina presentaba defectos (rompimientos) ya que Adfors no admite bobinas con defecto cóncavo ya que la especificación dice que si presenta profundidad mayor a 1 mm no debe ser procesada.

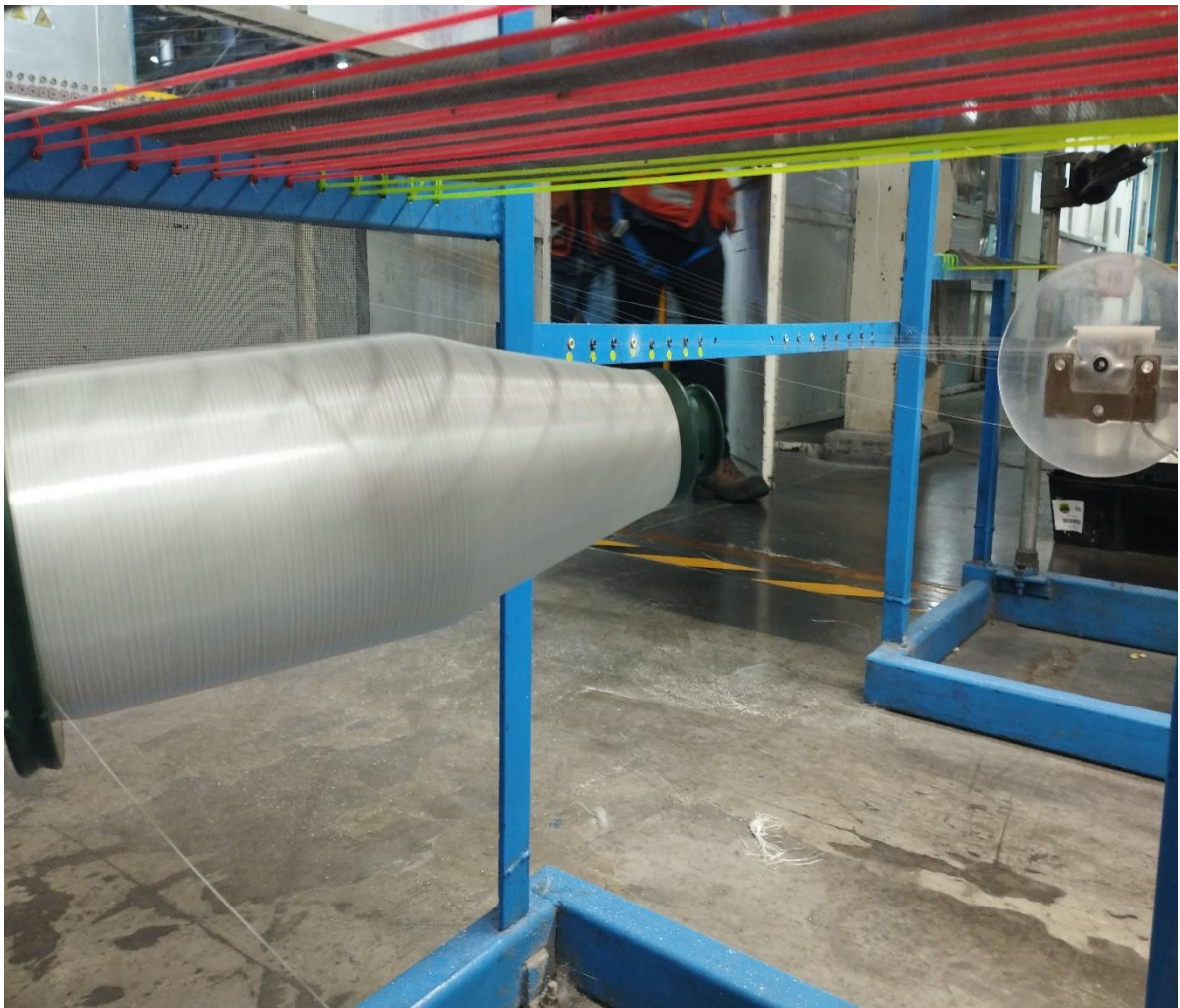


Ilustración 35 Prueba en líneas de Adfor

Fuente: Elaboración propia

Al concluir la prueba no se detecta algún inconveniente al procesar las bobinas, y se observa que los productos obtenidos de estas bobinas presentan buena calidad.



Ilustración 36 Producto de Adfors, al procesar bobinas cóncavas

Fuente: Elaboración propia

7. Diseñar un Gauge, para clasificar correctamente el material.
 Se diseñó e imprimió un gauge para que los operadores puedan detectarlas bobinas en magnitud 4, ya que estas no presentan problemas al ser procesadas en las líneas de Adfors (Ilustración 37).

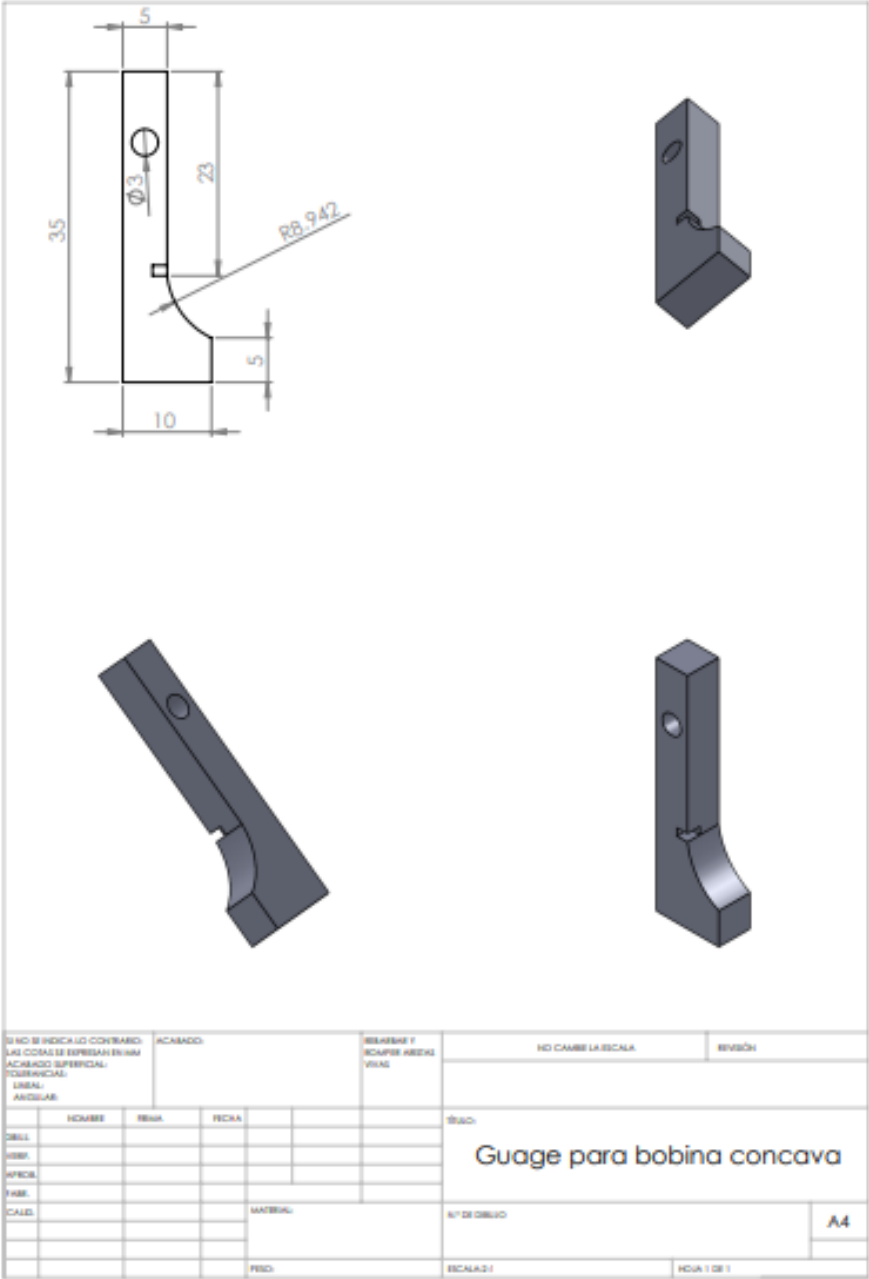


Ilustración 37 Diseño de gauge para bobina cóncava

Fuente: Elaboración propia

8. Capacitar a los descargadores, operadores de limpieza de bobina, mala forma, verificadores; con el gauge, para que estos no rechazan este tipo de bobinas.

Se capacito a los operadores que detectan las bobinas cóncavas, para que estos no manden a scrap las bobinas que presentan el defecto cóncavo en magnitud 4, en esta capacitación se les presento el gauge que anteriormente se realizó y se les explico el cómo usarlo.

3.5. Control

En la fase de control se debe garantizar que las propuestas realizadas van a perdurar en el tiempo. Po lo tanto, se creó un gráfico de control para el área de torsión que les permite identificar el porcentaje de bobinas cóncavas que se está generando de forma semanal como se observa en la Ilustración 39.

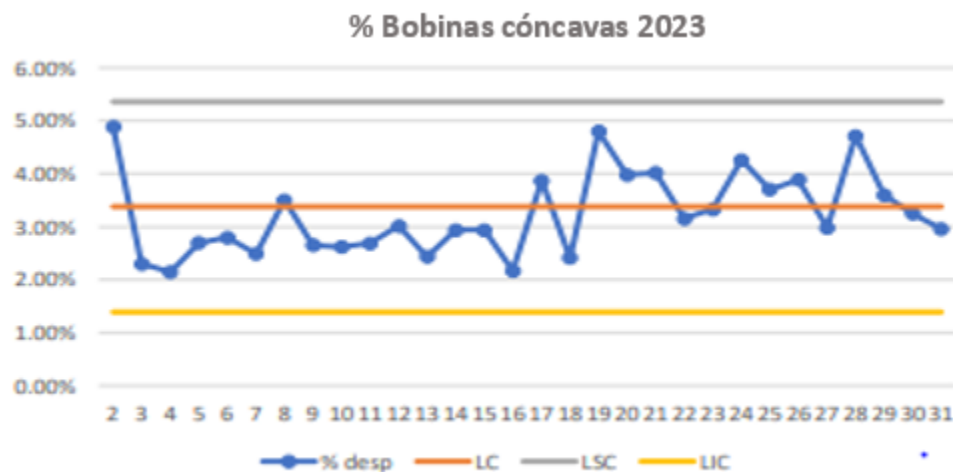


Ilustración 38 Gráfico de control % Bobinas cóncavas 2023

Fuente: Elaboración propia

4. RESULTADOS

Gracias al ajuste que se realizó a las máquinas torsionadoras se observa disminución del número de bobinas cóncavas en el producto G150IDH6, a lo largo de las semanas, teniendo un total en la semana 47 de bobinas, lo que son 400 kilos (ver Ilustración 40).

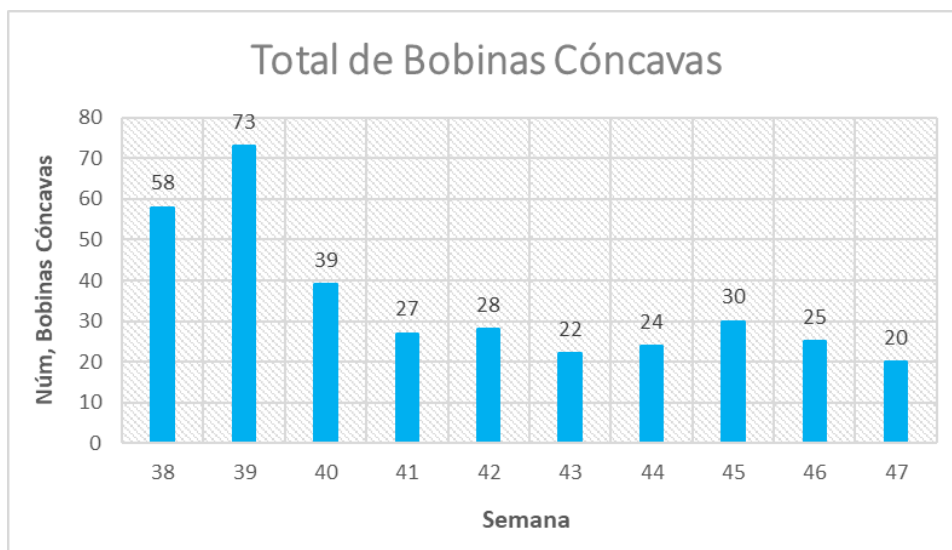


Ilustración 39 Gráfico de comportamiento del total de bobinas cóncavas durante las semanas

Fuente: Elaboración propia

Y se espera que los kilos de bobinas cóncavas en producto G150IDH6 sigan bajando, ya que varias bobinas que antes se mandaban a scrap, gracias a la prueba que se realizó en Adfors, se comprobó que las bobinas cóncavas en magnitud 4 no generan problemas de calidad; y con el sistema de medición (gauge) que se diseñó e imprimió será útil para la identificación de la bobina cóncava en magnitud 4, y que estas no se sigan enviando a corte.

Así mismo al realizar el diagnóstico dentro del proceso de torsión, se identificaron las causas que generaban el defecto cóncavo en las maquinas el cual era el mal ajuste en posiciones de las torsionadoras, como es el ajuste de plato, de banco, secciones dañadas o golpeadas.

5. CONCLUSIONES

Con la aplicación de la metodología DMAIC, se permitió establecer acciones cuyo objetivo fue la disminución de scrap, en el área de torsión para el producto G150IDH6.

Teniendo la finalidad de cumplir las especificaciones del producto establecidas por el cliente. Mediante el estudio desarrollado a lo largo de estos 5 meses se ha logrado aumentar la especificación que se tiene en planta para el defecto cóncavo, ya que se tiene como especificación que si la bobina presenta una profundidad mayor a 1 milímetro esta cuenta como bobina cóncava. Actualmente se ha comprobado que una profundidad de 3 milímetros y una altura de 5 milímetros para el defecto cóncavo, este no genera problemas al ser procesado ya que no se presenta desfilamentación o rompimientos por parte del hilo. Gracias al ajuste que se realizó a las máquinas torsionadoras se observa disminución del número de bobinas cóncavas en el producto G150IDH6, a lo largo de las semanas, teniendo un total en la semana 47 de bobinas lo que son 400 kilos, ya que en la semana 38 se mandaron un total de 58 bobinas a corte; y pues con esto se logra ver una disminución del número de bobinas con defecto cóncavo en producto G150IDH6.

De acuerdo con lo analizado anteriormente se recomienda las siguientes medidas:

- Es importante mantener la mejora continua en una organización ya que de nada vale hacer mejoras si con el tiempo estas se van a perder, por lo que es fundamental aplicar la metodología DMAIC (definir, medir, analizar, mejorar, y controlar) en el proceso de mejorar continuamente.
- Dar seguimiento a este defecto cóncavo, y su comportamiento semana a semana, con el fin de tener una mejora continua dentro del área fría.

6. COMPETENCIAS DESARROLLADAS

Puede comentarse diversas competencias que se han desarrollado gracias a la aplicación del proyecto, pero quizá lo ideal es comenzar con el reforzamiento de lo que, gracias a los docentes, se aprendió en las aulas a lo largo de la carrera, específicamente para los fines del proyecto hablamos de los temas relacionados a la calidad y muy en especial el pensamiento estadístico.

En la experiencia adquirida dentro de esta empresa es, el poder trabajar en equipo y en conjunto con otros departamentos como lo fueron, el departamento de mantenimiento, producción, desarrollo, calidad, los cuales trabajando en conjunto se le puede dar solución a los distintos problemas que se van generando dentro de la empresa, el tener relación con muchos departamentos me ha dado la oportunidad de reconocer la importancia del trabajo en equipo.

Así mismo, gracias a ello, entendimos que lo más importante es involucrar a todos y hacerlos sentir parte de un proyecto tan importante. Esto genera confianza y la oportunidad de ser escuchado. Siempre aprendiendo cosas nuevas de los demás y de esta manera fomentar una mejora continua dentro de la empresa. De igual forma el poder desenvolverse en el área de calidad es muy satisfactorio puesto a que día a día te enfrentas con nuevos retos, los cuales te hacen formar un carácter de mejora.

Finalmente sería bueno comentar la importancia de la integridad, si bien la vertiente principal fue la aplicación del conocimiento para sacar a flote el proyecto, existen un montón de factores que aportan para el cumplimiento de los objetivos, hablamos de la relación con las personas y el trato que se les brinda, la importancia que querer aprender más, de la convivencia con los compañeros de trabajo.

7. FUENTES DE INFORMACIÓN

Andrés, A. (2017). *Reducción de Desperdicio de papel en una Línea de conversión de Rollos*. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil. Recuperado de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/43867>

Guillen, L., & Moncayo, K. (2019). *Mejoramiento de la rotación de inventario en una bodega*. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil. Recuperado de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/46928>

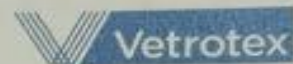
Gutiérrez, H. & Salazar, R. (2009). *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma* (3ª ed.). México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Hernández, R., Fernández, R. & Baptista, P. (2010). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN* (5ª ed.). México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Orlys, O. (2021). *Propuesta de mejora para la reducción de scrap en la producción de sacos de polipropileno mediante la aplicación del modelo DMAIC*. Universidad Politécnica Chile. Recuperado de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20501>

Ríos, P. (2020). *Análisis de la calidad en la producción de tablas empresa Industrial Maderera San Juan S.A.C mediante el diagrama de Pareto*. Universidad Nacional De La Amazonía Peruana, Iquitos. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12737/7430>

8. ANEXOS



CD. IND. Xicoténcatl, Tetla, Tlaxcala a 1 de enero 2024

ASUNTO: CARTA DE NO INCONVENIENCIA

DRA. YESICA IMELDA SAAVEDRA BENÍTEZ

DIRECTORA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

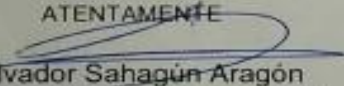
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

PRESENTE

Por medio de la presente se hace constar que con fecha 01 de enero 2024, la alumna **Maria Guadalupe Sánchez González**, de la carrera de **Ingeniería Industrial** con numero de control **19370678**, realizó satisfactoriamente su proyecto denominado "**Reducción de Bobina Cóncava en producto G150IDH6**". Bajo la supervisión del **Ing. David Canales Pérez**, en el periodo comprendido de 01 de agosto 2023 al 01 de enero 2024.

Asimismo, Saint-Gobain América, S.A. de C.V. no tiene ningún inconveniente en que se utilice la información incluida en dicho proyecto para los fines académicos que le convengan al interesado y concede las facilidades para el uso de este ante el Instituto Tecnológico de Apizaco.

ATENTAMENTE


Salvador Sahagún Aragón
Gerente RH SGA ADF & VTX

SAINT-GOBAIN
AMERICA, S.A. DE C.V.

SAINT GOBAIN AMERICA S.A. DE C.V.
Prof. Zacatepec, Mza. 42, Lote 3 - Ciudad Industrial Xicoténcatl
Tetla de la Solidaridad, Tlaxcala - MEXICO 90434 - Tel: + 52 241 418 8200