

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

***IMPLANTACIÓN DE CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO EN
CÉLULA CIRCUIT***

TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTA:

DULCE ARELI ABURTO QUEZADAS

NOMBRE DEL ASESOR:

ING. GERARDO ISLAS TÉLLEZ

APIZACO, TLAX., FEBRERO 2024



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco
Subdirección de Planeación y Vinculación

Apizaco, Tlax. 27/febrero/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:	DULCE ARELI ABURTO QUEZADAS
Carrera:	INGENIERÍA INDUSTRIAL
No. De control:	18371035
Nombre del proyecto:	"IMPLANTACIÓN DE CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO EN CÉLULA CIRCUIT"
Producto:	TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

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

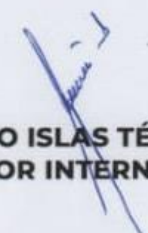
ATENTAMENTE

EXCELENCIA EN EDUCACION TECNOLÓGICA. ®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®



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


CRISANTO TENOPALA HERNÁNDEZ
JEFE DEPTO. INGENIERÍA INDUSTRIAL


GERARDO ISLAS TÉLLEZ
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





EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Apizaco, Tlax., 12/marzo/2024
No. OFICIO: DEP-CT//2024

ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

DULCE ARELI ABURTO QUEZADAS
EGRESADA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CON NÚMERO DE CONTROL: 18371035
P R E S E N T E

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 RESIDENCIA PROFESIONAL** cuyo tema es: **"IMPLANTACIÓN DE CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO EN CÉLULA CIRCUIT"**, 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 IMPRESION

Debiendo entregar **3** empastados del mismo, apropiadamente encuadernados, a la brevedad, para presentar su acto de recepción profesional.

Sin otro particular por el momento, le envió un cordial saludo.

ATENTAMENTE

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


MARTÍN ROJAS RAMÍREZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES



c.p. archivo



Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec, Municipio de Tzompantepec,
Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010 Ext. 304, e-mail:
dep_titulacion@apizaco.tecnm.mx



AGRADECIMIENTOS

Hago mención especial de las personas cuyo apoyo fue fundamental para la realización de este proyecto:

A Dios primeramente por proporcionarnos la capacidad física e intelectual para culminar con éxito una etapa más de nuestra vida, que requirió sacrificio, esfuerzo, tiempo, dedicación y constancia para esta entrega.

A mis padres **Galdino Aburto y Areli Quezadas**; por ser los principales promotores de confianza, quienes con amor, dureza y paciencia me han permitido lograr este gran paso en mi vida, por el soporte económico, moral y espiritual en los momentos complicados de este recorrido universitario

Agradezco al Ing. Gerardo Islas Téllez

Que como profesor de este curso me oriento, apoyo y corrigió en mi labor académica con interés y entrega.

Agradezco al Ing. Sergio Bello Flores

Porque ha inculcado en mí un sentido de seriedad, responsabilidad y riesgo académico, actitud para buscar más de lo que podamos ser capaces y no rendirnos al final de una línea.

A mis amigos por su tolerancia, apoyo en los momentos de alegría y angustia, con su conocimiento y animo hicieron que esta experiencia fuera aún más especial.

Índice

1. AGRADECIMIENTOS.....	4
2. INTRODUCCIÓN.....	8
3. 1. NOMBRE Y OBJETIVO DEL PROYECTO.....	9
4. 2. DELIMITACIÓN.	9
5. 3. OBJETIVOS.....	9
3.1 Objetivo general.....	9
3.2 Objetivos específicos.	9
6. 4. JUSTIFICACIÓN.	10
7. 5. CRONOGRAMA PRELIMINAR DE ACTIVIDADES (GRÁFICA DE GANTT). Tabla 1	11
8. 6. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS ACTIVIDADES.	12
6.1 Realizar cada día una auditoria del llenado de formatos de trazabilidad.....	12
6.2 Realizar una base de datos para guardar la información auditada de las hojas de trazabilidad.....	12
6.3 Crear un control estadístico de las hojas de trazabilidad de célula circuit para los operadores	12
6.4 Realizar Check list antes y después del arranque de las máquinas de catenarias	12
6.5 Darle seguimiento a las máquinas que se encuentran en catenarias en cada orden de producción a través de check list.....	13
6.6 Realizar una hoja de inspección por cada paro de máquina.....	13
6.7 Documentar todas las acciones realizadas	13
6.8 Resultados y conclusiones	13
9. 7. LUGAR DONDE SE REALIZARÁ EL PROYECTO.....	13
10. 8. INFORMACIÓN SOBRE LA EMPRESA, ORGANISMO O DEPENDENCIA.....	14
8.1 Política de Calidad.....	14
8.2 Misión.....	15
8.3 Visión.	15
8.4 Valores.....	15
11. MARCO TEÓRICO	16
9.1 Introducción al control estadístico de proceso.....	16

9.2 ¿Por qué varían los procesos?	16
9.3 ¿Qué es un proceso?	17
9.4 ¿Por qué hay variación en los resultados del proceso?	18
9.5 Causas comunes y causas asignables o especiales	18
12. 10. CICLO DE MEJORA CONTINUA DE LA CALIDAD DE LOS PROCESOS – PHVA	19
10.1 CICLO DEMING (PDCA)	19
10.1.2 PLANIFICAR	19
10.1.3 HACER:	20
10.1.4 CONTROLAR	20
10.1.5 ACTUAR:	20
13. 11. HIPÓTESIS	20
11.1 Hipótesis general	20
11.2 Hipótesis específicas	20
14. METODOLOGÍA	21
12.1 Método de investigación	21
12.2 Tipo de investigación	21
15. 13. PROPUESTA DE MEJORA	21
13.1 CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO	21
13.2 Técnica y análisis de datos (Análisis descriptivo)	21
16. 14. DESARROLLO DE LA PROPUESTA	22
14.1 Situación actual	22
17. PLANIFICAR	22
15.1 Recursos	24
15.1.1 Hoja de trazabilidad	24
15.1.2 DATOS GENERALES	28
15.1.3 Hojas de proceso	28
15.1.4 Hoja de identificación de Muestra	29
18. ¹⁶ HACER	30
16.1 Proceso	30
16.3 VARIABLES	39

16.4 CAUSAS COMUNES.....	40
16.4.1 Antes del Proceso	40
16.4.2 Durante el proceso.....	40
16.5 CAUSAS ESPECIALES.....	40
16.6 Diagrama Causa y Efecto	40
Diagrama Causa y Efecto	41
16.7 Variables CTQ'S y CTP'S.....	42
16.8 Matriz C-E (causa y Efecto).....	43
16.9 Diagrama de Pareto (80-20).....	45
6.10. PLAN PROPUESTO	46
CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO	46
a) Paso 1 del control estadístico:.....	46
b) Paso 2 del control estadístico:	47
VARIABLES DE PROCESO	48
ALIMENTACIÓN	48
NUMERO DE MUESTRAS	49
MACROS	49
c) Paso 3 del control estadístico:.....	50
d) Paso 4 del control estadístico:	51
e) Paso 5 del control estadístico:.....	52
f) Paso 5 del control estadístico:	53
19. ¹⁷ CONTROLAR.....	54
17.1 Análisis.....	54
17.2 Medidas	57
17.2.1 ANTESDE LA MEJORA	57
17.2.2 Resultados	64
17.2.2.1 En la mejora.....	64
20. CONCLUSIÓN – EXPERIENCIA.....	73
21. FUENTES DE INFORMACIÓN.....	75

INTRODUCCIÓN

“Es un hecho inevitable que, en esta época, casi en cualquier parte del mundo incluido México, la clave del éxito reside en ser competitivos, entendiendo por éxito que la sociedad obtenga los satisfactores materiales y emocionales que le permitan vivir con calidad (Cantú, 2011, p3)” (Mendoza & Pedro, 2004)

En la industria General Cable de México SA de CV y su entorno actualmente la competencia viene incrementando por existir una cantidad mayor de nuevas industrias de Cable en el mercado. Por dicho motivo se genera este proyecto, para hacer más productivo el proceso que se observa en esta empresa. En años pasados la calidad ha sido el inicio de una nueva era, marcando letras por algunos autores por ejemplo; para Joseph Juran la “Calidad es la adecuación al uso”, para Deming es “un grado predecible de uniformidad y fiabilidad a bajo costo, adecuado a las necesidades del mercado; para Crosby es “Hacer las cosas bien desde la primera vez”; e Ishikawa la define como “Desarrollar, diseñar, manufacturar y mantener un producto de calidad que sea el más económico, el útil y siempre satisfactorio para el consumidor”. (Ana, 2016)

A través de la historia se han definido diferentes teorías y modelos que ayudan a la mejora de la productividad en las empresas, de los cuales en este proyecto se mencionaran dos de ellos “Control Estadístico de Proceso y el Ciclo Deming” dos métodos, dos herramientas que permiten a las empresas analizar sus resultados y tomar las acciones correspondientes para alcanzar los objetivos trazados.

Lo anterior permite a las empresas tomar acciones con la información obtenida y de ello tener en cuenta no solo la necesidad de la empresa, sino también de las personas que colaboran con su apoyo en planta, dentro de esto se encontraron limitaciones que no son afectantes, pero evitan obtener algunos de los resultados importantes para el análisis.

1. NOMBRE Y OBJETIVO DEL PROYECTO.

Nombre: Implantación de control estadístico de proceso en célula circuit

- **Objetivo:** Analizar la información a través de un control estadístico de proceso en la empresa GENERAL CABLE DE MÉXICO SA DE CV para observar el comportamiento de los datos de las diferentes características en las maquinas seleccionadas y con ello detectar las causas que influyan en el producto final.

2. DELIMITACIÓN.

El presente trabajo tiene como fin contribuir a la empresa GENERAL CABLE DE MÉXICO SA DE CV a analizar la información a través de un control estadístico de proceso y con este detectara las causas que influyan en el producto final.

3. OBJETIVOS.

3.1 Objetivo general.

Analizar la información a través de un ciclo de Deming en la empresa GENERAL CABLE DE MÉXICO SA DE CV PARA observar el comportamiento de los datos de las diferentes características que se presentan en los reportes de trazabilidad de las maquinas seleccionadas y con ello detectara las causas que influyan en el producto final, para con ello proponer llevar acabo un control estadístico de proceso como mejora.

3.2 Objetivos específicos.

- ✓ Identificar las variables criticas asociadas a la operación con respecto a cada maquina
- ✓ Identificar las características y de ello detectar las causas que influyen en el producto final

- ✓ Crear una estrategia donde los operadores observen el comportamiento que generan sus datos
- ✓ Crear una estrategia eficiente para documentar la información que se genera en cada maquina

4. JUSTIFICACIÓN.

Dentro de la cadena de industrias existe un nivel alto de competencia donde cada una de ellas ofrece su producto con la finalidad de que sea el mejor vendido en el mercado, cumpliendo así con las características que requiere el cliente y cumpla con sus necesidades, esto nace desde las mejores herramientas, la eficiencia, la eficacia que generan valor a los productos y servicios del usuario, y no solo eso, existen plantas comprometidas con el medio ambiente, GENERAL CABLE DE MÉXICO SA DE CV empresa con políticas de calidad, salud, seguridad en el trabajo y medio ambiente, con mercado energético y telecomunicaciones, desde la construcción e infraestructura, industrial, aplicaciones especializadas hasta la transmisión de datos.

Contar con un control estadístico de proceso más que un requisito nos brinda la detección rápida de causas especiales de variación, de manera que puedan corregirse oportunamente a fin de evitar afectaciones en la calidad del producto. (Claudia, 2016)

El control estadístico nos brinda una línea central que representa nuestro valor nominal que viene siendo el valor promedio de la característica de calidad, y con ello dos líneas que representan los límites de control inferior (mínimo) y superior (máximo). Por lo que una descripción eficiente del proceso nos ayuda a obtener buen pronóstico de los productos que cumplen con las especificaciones, así permitiendo detectar rápidamente las causas especiales de variación.

5. CRONOGRAMA PRELIMINAR DE ACTIVIDADES (GRÁFICA DE GANTT). Tabla 1

Conforme a *Formato para Seguimiento de Proyecto de Residencias Profesionales - Cronograma*

ACTIVIDAD		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Realizar cada día una auditoria del llenado de formatos de trazabilidad	P																					
	R																					
Realizar una base de datos para guardar la información auditada de las hojas de trazabilidad	P																					
	R																					
Crear un control estadístico de las hojas de trazabilidad de célula circuit para los operadores	P																					
	R																					
Realizar check list antes y después del arranque de las máquinas de catenarias	P																					
	R																					
Darle seguimiento a las máquinas que se encuentran en catenarias en cada orden de producción a través de check list	P																					
	R																					
Realizar una hoja de inspección por cada paro de maquina	P																					
	R																					
Documentar todas las acciones realizadas	P																					
	R																					
Resultados y conclusiones	P																					
	R																					
OBSERVACIONES																						
Entrega de reportes	Asesor interno																					
	Estudiante																					
	Jefe de Depto.																					

6. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS ACTIVIDADES.

6.1 Realizar cada día una auditoria del llenado de formatos de trazabilidad

En esta primera actividad se pretende como objetivo realizar cada día una auditoria del llenado de formatos de trazabilidad de cada una de las máquinas que en su momento estén en funcionamiento, esta actividad se realiza mediante un formato que contiene las características específicas de la maquina y los datos generales del operador

6.2 Realizar una base de datos para guardar la información auditada de las hojas de trazabilidad

Posteriormente de tener conocimiento acerca de cómo es el llenado de las hojas de trazabilidad y la importancia que tiene para cuando el producto se obtenga, en esta actividad se busca realizar una base de datos donde se guarde la información que fue recabada de la auditoria de las hojas de trazabilidad, esto nos permite llevar un control del cual obtenemos el desempeño de cada uno de los operadores y la frecuencia con que realizan o no el llenado de la hoja.

6.3 Crear un control estadístico de las hojas de trazabilidad de célula circuit para los operadores

Se busca realizar un control estadístico de proceso para apoyo de los operadores, dar capacitación sobre este y ayudara a que registren su información de las diferentes características de calidad y puedan observar el comportamiento de sus datos en el control de tablas que se encontraran en el formato esto para encontrar la causa de algún error. Toda esta información es almacenada en hojas de trazabilidad dependiendo de la máquina, por lo que se pretende realizar este nuevo sistema y dejar de producir los formatos en hojas.

6.4 Realizar Check list antes y después del arranque de las máquinas de catenarias

En esta tercera actividad se pretende dar seguimiento al llenado de hojas de verificación de catenarias, donde encontramos las características antes y después del arranque de las máquinas, con esto se busca que los operadores registren las

actividades y el tiempo que tardan en realizarla y con ello identificar que operador se encontraba en el momento en que se registre un incidente.

6.5 Darle seguimiento a las máquinas que se encuentran en catenarias en cada orden de producción a través de check list

Se pretende registrar las ordenes de producción que se encuentra en catenarias, este proceso se lleva a cabo por medio de check list en el cual se registra todo sobre la orden de producción y la máquina, esto para llevar un control del producto a realizar y si en su momento se encuentra algún problema.

6.6 Realizar una hoja de inspección por cada paro de máquina.

Gracias al seguimiento de las máquinas en catenarias se puede realizar una inspección en el momento que exista un paro de máquina, el motivo por el cual fue causado el paro y algún comentario que especifique las causas que surgieron, al igual que los datos generales del operador.

6.7 Documentar todas las acciones realizadas

Una vez de haber recabado cada uno de los puntos anteriores daremos seguimiento hasta que podamos obtener resultados, por lo que documentaremos cada una de las actividades que se presentaron paso a paso y podamos observar las acciones correctivas a las áreas de oportunidad observadas.

6.8 Resultados y conclusiones

Para finalizar, se debe tener en claro la exposición de manera sintetizada los resultados obtenidos de todas aquellas actividades programadas, por lo que debemos dar a entender de manera clara y precisa a que conclusiones llegamos con la información obtenida. Esto culmina la realización del proyecto asignado, señalando aquellos objetivos que fueron alcanzados y aquellos que no, de tal forma que se pueda justificar ambos resultados

7. LUGAR DONDE SE REALIZARÁ EL PROYECTO.

- **Nombre de la empresa:** GENERAL CABLE DE MÉXICO SA DE CV
- **Domicilio:** Blvd Emilio Sánchez Piedras n 208, Cd Industrial Xicohtencatl I, Tetla de la Solidaridad, Tlax.

- **Ciudad:** Tlaxcala Tlax.

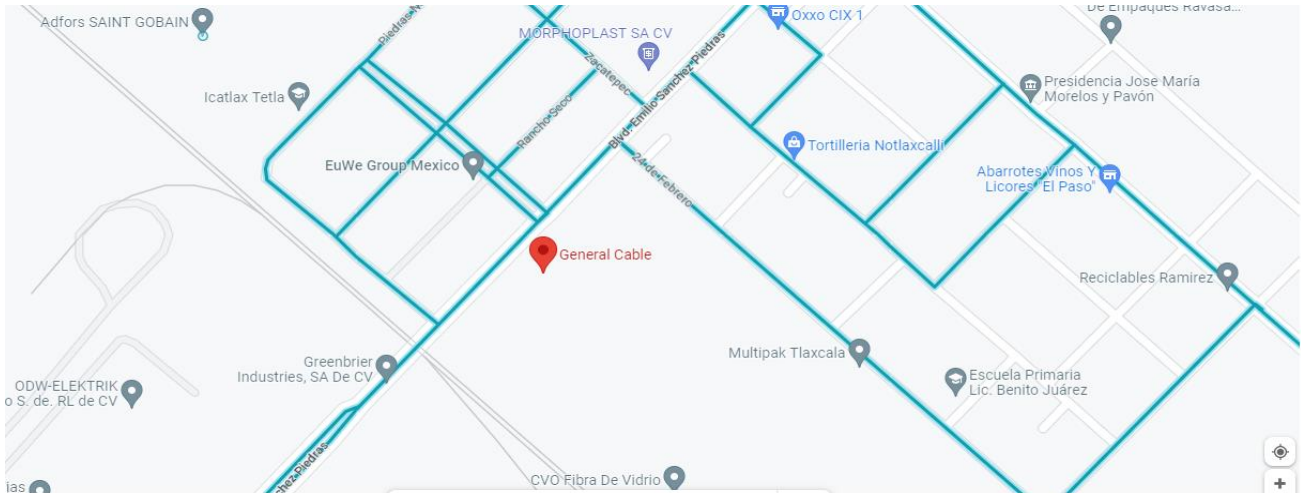


Ilustración 1- Mapa del punto General Cable de México S.A de C.V

8. INFORMACIÓN SOBRE LA EMPRESA, ORGANISMO O DEPENDENCIA

8.1 Política de Calidad.

El Grupo Prysmian en el alcance de sus actividades de diseño, desarrollo, producción, suministro e instalación de cables accesorios y sistemas para numerosas aplicaciones en los sectores de energía y telecomunicaciones, así como de la presentación de servicios relacionados, establece:

- ✓ Satisfacer plenamente las necesidades de los clientes, a través de la calidad de los productos y servicios
- ✓ Atender a los requisitos legales y otros requisitos, relacionados a la Calidad, la Salud y Seguridad en el Trabajo y Medio Ambiente
- ✓ Implementar y mejorar continuamente los propios procesos para garantizar la eficacia y eficiencia de la gestión, a partir de consulta y participación de colaboradores y sus representantes, generando valor para las partes interesadas
- ✓ Envolver y capacitar todos los niveles de la organización, y todos los que trabajan en su nombre, para practicar sus actividades en cumplimiento de las directrices establecidas por los propios sistemas de gestión de salud, seguridad y medio ambiente

- ✓ Proporcionar condiciones de trabajo adecuadas buscando eliminar peligros y reducir los riesgos para la salud y la seguridad en el trabajo, previniendo lesiones y problemas de salud, y optimizar el consumo de recursos naturales, visando la protección al medioambiente y la prevención a la contaminación, actividades, productos servicios definidos en los ámbitos de los sistemas de gestión.

Esa política de Gestión Integrada debe ser publicada y divulgada a las partes interesadas, evaluada periódicamente y los valores aquí expresados deben reflejarse en la conducta de sus empleados y colaboradores en cada planta.

8.2 Misión.

Ofrecer a los clientes soluciones superiores a cable basadas en la tecnología de vanguardia y con una constante excelencia en su ejecución para poder ofrecer un crecimiento y un beneficio sostenible.

8.3 Visión.

La energía y la información ayudan al desarrollo de las comunidades. Por eso es tan importante que estén siempre disponibles y que se suministren con eficiencia, con eficacia de forma sostenible.

8.4 Valores.

SENCILLEZ: invertimos en significar todo lo posible, enfocándonos en actividades que alto valor y decisiones oportunas para impulsar los resultados de la compañía.

CONFIANZA: queremos crear un ambiente de confianza que explore la diversidad y la colaboración en el que las personas tengan autonomía para tomar decisiones con integridad.

CONDUCIR: nuestro objeto es liderar la evolución de la industria combinando nuestra capacidad para desarrollar a nuestra capacidad para desarrollar a nuestra gente y nuestro negocio en una dirección clara mientras nos anticipamos a las necesidades del cliente.

MARCO TEÓRICO

Actualmente existe una variación de información en las diferentes empresas en este caso lo cual lleva a centrarnos en los distintos problemas que se presenten esto nos brinda un área de oportunidad en donde poder implementar una mejora en los diferentes procesos que lo requieran. Comenzaremos con un breve resumen de lo que veremos dentro de este proyecto.

9.1 Introducción al control estadístico de proceso

El “Control Estadístico de Procesos” nació a finales de los años 20 en los Bell Laboratories. Su creador fue W. A. Shewhart, quien en su libro “Economic Control of Quality of Manufactured Products” (1931) marcó la pauta que seguirían otros discípulos distinguidos (Joseph Juran, W.E. Deming, etc.). Sobre este libro han pasado más de 70 años y sigue sorprendiendo por su frescura y actualidad. Resulta admirable el ingenio con el que plantea la resolución de problemas numéricos pese a las evidentes limitaciones de los medios de cálculo disponibles en su época.

Lamentablemente, a Shewhart se le recuerda “solo por los gráficos de control” (X-R, etc.). Por si fuera poco, a menudo se emplean estos gráficos de modo incorrecto o se desconoce las limitaciones de estos. Normalmente, la utilización incorrecta de los gráficos de control dimana del desconocimiento de los fundamentos estadísticos que los sustentan. Por esta razón se ha considerado conveniente hacer hincapié en los fundamentos estadísticos (párrafos 3 y 5), el problema del sobre ajuste del proceso (ver párrafo 6) y las limitaciones que presentan para la detección de derivas en los procesos y aumentos en la variabilidad en los mismos (Mendoza & Pedro, 2004)

9.2 ¿Por qué varían los procesos?

Un proceso industrial está sometido a una serie de factores de carácter aleatorio que hacen imposible fabricar dos productos exactamente iguales. Dicho de otra manera, las características del producto fabricado no son uniformes y presentan una variabilidad. Esta variabilidad es claramente indeseable y el objetivo ha de ser reducirla lo más posible o al menos mantenerla dentro de unos límites.

El Control Estadístico de Procesos es una herramienta útil para alcanzar este segundo objetivo. Dado que su aplicación es en el momento de la fabricación, puede decirse que esta herramienta contribuye a la mejora de la calidad de la fabricación. Permite también aumentar el conocimiento del proceso (puesto que se le está tomando “el pulso” de manera habitual) lo cual en algunos casos puede dar lugar a la mejora de este. (Mendoza & Pedro, 2004)

9.3 ¿Qué es un proceso?

En líneas generales, un proceso consiste en un conjunto secuencial de acciones ejecutadas para alcanzar un determinado objetivo. En el medio microeconómico, un proceso consiste en una secuencia lógica y planificada de etapas que se cumplen con la intención de alcanzar cierto propósito. Así pues, la estructuración de procesos es imprescindible para que las organizaciones puedan llevar a cabo sus actividades y alcanzar excelentes resultados. (Roberto, 2019)

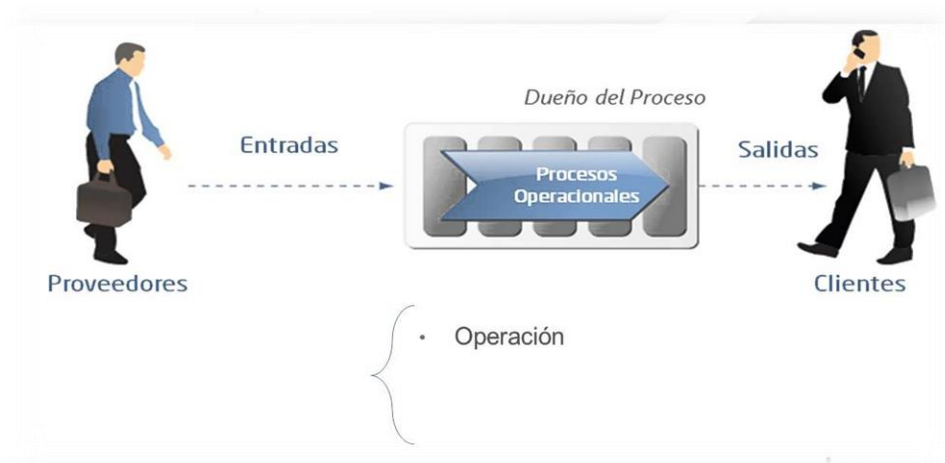


Ilustración 2- Representación de un proceso

9.4 ¿Por qué hay variación en los resultados del proceso?

Cuando se fabrica un producto o se presta un servicio, es materialmente imposible que dos resultados sean exactamente iguales. Ello se debe a múltiples motivos, más o menos evitables. Por un lado, existen múltiples causas comunes, aleatorias y no controlables que hacen que el resultado cambie siguiendo habitualmente una distribución de probabilidad normal. Se dice que dicho proceso se encuentra bajo control estadístico, siendo éste el enfoque que sobre el concepto de calidad propugna Deming. (Mendoza & Pedro, 2004)

9.5 Causas comunes y causas asignables o especiales

El proceso está afectado por un gran número de factores sometidos a una variabilidad (por ejemplo, reventón del material utilizado, variaciones de temperatura y humedad ambiental, variabilidad introducida por el operario, variabilidad propia de la maquinaria utilizada, entre otros.), que inciden en él y que inducen una variabilidad de las características del producto fabricado. Si el proceso está operando de manera que existen pequeña variabilidad de todos estos factores, pero de modo que ninguno de ellos tiene un efecto preponderante frente a los demás significa que debemos investigar el porqué de tal problema con todos los factores que se presentan al inicio y al final del proceso. (Manuel & Ráez, 2003)

Al conjunto de esta multitud de factores se denominan **causas comunes**. Por el contrario, si circunstancialmente incide un factor con un efecto preponderante, entonces la distribución de la característica de calidad no tiene por qué seguir una ley normal y se dice que está presente una **causa especial o assignable**. Por ejemplo, si en un proceso industrial se está utilizando materias primas procedentes de un lote homogéneo y se continúa la fabricación con materias primas procedentes de otro lote, cuyas características son muy diferentes de las anteriores, es muy posible que las características de los productos fabricados sean significativamente distintas a partir de la utilización del nuevo lote. (Ortiz & González, 2018)

10. CICLO DE MEJORA CONTINUA DE LA CALIDAD DE LOS PROCESOS – PHVA

10.1 CICLO DEMING (PDCA)

A partir del año 1950, y en repetidas oportunidades durante las dos décadas siguientes, Deming empleó el Ciclo PHVA como introducción a todas y cada una de las capacitaciones que brindó a la alta dirección de las empresas japonesas. De allí hasta la fecha, este ciclo (que fue desarrollado por Shewhart), ha recorrido el mundo como símbolo indiscutido de la Mejora Continua. Las Normas NTP-ISO 9000:2001 basan en el Ciclo PHVA (PDCA) su esquema de la Mejora Continua del Sistema de Gestión de la Calidad. En la Figura 3 se podrá apreciar el Ciclo Deming. (Castillo, 2019)

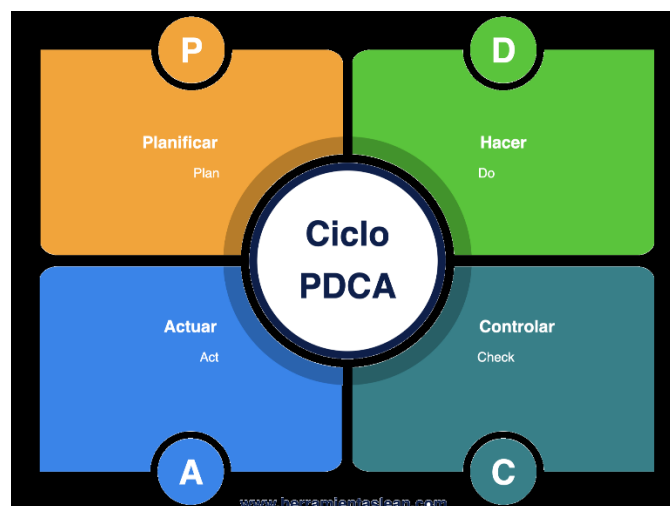


Ilustración 3- Ciclo Deming

10.1.2 PLANIFICAR: primera fase- busca realizar un análisis preliminar de la situación de la empresa y sus necesidades, para que este primer paso no sea dado en falso, es importante recopilar los datos necesarios, utilizando: (Castillo, 2019)

- Objetivos
- Recursos
- Comunicar

10.1.3 HACER: segunda fase- actuar después de elegir la alternativa más prometedora entre las diferentes opciones, utilizando: (Castillo, 2019)

- Procesos
- Actividades
- Productos/servicios

10.1.4 CONTROLAR: tercera fase- monitorear la implementación del plan y dejar documentada la información con los datos de los resultados arrojados, utilizando: (Castillo, 2019)

- Análisis
- Medidas
- Verificación

10.1.5 ACTUAR: en esta última fase el resultado nos indicará si se implementa la mejora de manera definitiva o se realizan modificaciones que permitan alcanzar la meta; de esta manera, se cumple con el objetivo del ciclo de Deming (Castillo, 2019)

- Acciones correctivas
- Nuevo estándar
- Control

11. HIPÓTESIS

11.1 Hipótesis general

El ciclo Deming mejora la productividad del área de procesos de la maquina 122 “trefiladora” con la implementación de un control estadístico de proceso en la empresa GENERAL CABLE DE MÉXICO SA DE CV.

11.2 Hipótesis específicas

- a) El empleo del ciclo Deming mejora la eficiencia del proceso en la maquina 122 “trefiladora”

- b) El empleo del Ciclo Deming con la mejora de un control estadístico de proceso ayuda a encontrar la causa del problema.

METODOLOGÍA

12.1 Método de investigación

El método por utilizar será el método científico donde se plantea el problema de investigación, se responde anticipadamente mediante una hipótesis llevando a cabo una mejora al proceso y obtener resultados para saber la causa de tal problema.

12.2 Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada, así mismo se denomina investigación práctica la cual tiene como característica buscar que los conocimientos sean utilizados, a la vez que se van adquiriendo otros, luego de que se implemente la mejora que se tiene en mente.

13. PROPUESTA DE MEJORA

13.1 CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO

13.2 Técnica y análisis de datos (Análisis descriptivo)

Para comenzar este proceso de mejora se especificará el desarrollo de un control estadístico en la máquina 122 “trefiladora” de la cual se maneja cierta información que proporcionan los operadores en la hoja de trazabilidad, se muestran los datos que fueron recabados de meses anteriores y las medidas de variabilidad que se encuentran de cada operador al igual que gráficos según sea necesario para la investigación

Implementar un control estadístico de proceso de la maquina 122 “Trefiladora” que ayude a resolver el problema del porque la variabilidad que se encuentra en los dos factores importantes de este proceso que son: elongación y diámetro, es los diferentes turnos que se manejan en esta empresa los operadores muestra sus datos con gran diferencia a la hoja de proceso por lo que este control estadístico les mostrara el comportamiento de los mismos para saber si están al límite mínimo o máximo y seguir a la siguiente fase de su proceso.

14. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

14.1 Situación actual

La compañía General Cable de México SA DE CV en el alcance de sus actividades de diseño, desarrollo, producción, suministro e instalación de cables accesorios y sistemas para numerosas aplicaciones en los sectores de energía y telecomunicaciones en el presente ha tenido una serie de problemas en una de las máquinas de trefilado donde llevan a cabo la medición de los hilos de cobre y su variación en el diámetro y elongación que afectan la productividad de su siguiente proceso “cuerdas de diferentes calibres” por lo que el problema lo extiende en toda el área.

PLANIFICAR

“Primera fase- busca realizar un análisis preliminar de la situación de la empresa y sus necesidades, para que este primer paso no sea dado en falso, es importante recopilar los datos necesarios”

Nuestra etapa de planificación consiste en recolectar todo dato que sea necesario para conocer de la maquina en prueba: por lo que comenzaremos con el objetivo generar de ello comenzamos.

Analizaremos la información a través de un ciclo de Deming en la empresa GENERAL CABLE DE MÉXICO SA DE CV PARA observar cómo se comportan los datos de las diferentes características que se presentan en las hojas de trazabilidad de las máquinas seleccionadas y con ello detectara las causas que influyan en el producto final, para con ello después proponer llevar acabo un control estadístico de proceso como una mejora.

La máquina 122 “Trefiladora” de la empresa GENERAL CABLE comienza su proceso en cuanto la maquina 501 “trefiladora de un solo hilo 8mm” le manda alimentación con entrada de 2.05mm en canastillas des embobinador. **Imagen 1 y 2**



Imagen 1- Trefiladora multi hilos de cobre- muestra



15.1 Recursos

15.1.1 Hoja de trazabilidad

Nuestros datos iniciales son presentados por medio de las hojas de trazabilidad la cual permite visualizar la cantidad de producto a producir, datos generales del operador, los datos de la orden de producción, variables de proceso CTP'S y CTQ'S, entre ellas está lo que es elongación y diámetro nuestras dos variables a enfocar.

Imagen 3 y 4

[illegible]

Imagen 3- Hoja de trazabilidad - Muestra



Imagen 4- Hoja de trazabilidad original de General Cable de México S.A de C.V

Se recopiló información de meses anteriores (octubre, noviembre y diciembre) de los 4 operadores que presentaban sus datos de elongación y diámetro, esto para ver cómo se comportaban sus datos en esos diferentes meses, ahora bien, se muestran la **Tabla 2** de aquellos números al igual que una gráfica de barras donde se visualiza el comportamiento de estos.

Reportes de trazabilidad antes de la mejora								
	Fecha	Turno	Código	O. P	operador	Diámetro Prom.	Elongación Prom.	Calibre
1	01/10/2022	1	D1		29	0.474	30	14
2	01/10/2022	2	C1		12	0.570	29	12
3	02/10/2022	1	C1		29	0.574	30	12
4	05/10/2022	2	A1		91	0.505	29	8
5	05/10/2022	3	B1		29	0.685	32	10
6	06/10/2022	1	C1		12	0.572	29	12
7	08/10/2022	3	C1		12	0.573	30	12
8	09/10/2022	3	C1		12	0.574	30	12
9	11/10/2022	2	C1		29	0.575	29	12
10	12/10/2022	2	C1		12	0.571	29	12
11	13/10/2022	1	C1		29	0567	30.7	12
12	17/10/2022	1	A1		12	0.573	29	8
13	17/10/2022	3	A1		29	0.849	30.2	8
14	18/10/2022	1	A1		12	0.847	29	8
15	18/10/2022	3	B1		29	0.854	38	10
16	18/10/2022	3	B1		29	0.688	30	10
17	19/10/2022	1	B1		91	0.685	35	10
18	19/10/2022	2	B1		44	0.686	28	10
19	19/10/2022	3	B1		29	0.688	29	10
20	21/10/2022	2	B1		29	0.688	30	10
21	26/10/2022	2	B1		44	0.684	35	10
22	27/10/2022	1	B1		29	0.688	29	10
23	27/10/2022	3	B1		44	0.687	29.8	10
24	28/10/2022	1	D1		12	0.576	30	14
25	30/10/2022	3	C1		29	0.574	35	12
26	31/10/2022	3	C1		29	0.576	30	12
27	03/11/2022	1	C1		44	0.573	37	12
28	03/11/2022	3	C1		12	0.574	29	12
29	06/11/2022	1	C1		29	0.574	30	12

30	13/11/2022	2	C1	44	0.851	30	12
31	03/11/2022	3	A1	12	0.846	29	8
32	15/11/2022	2	A1	29	0.854	29	8
33	15/11/2022	3	A1	12	0.684	35	8
34	16/11/2022	1	B1	44	0.683	38	10
35	18/11/2022	1	B1	29	0.688	30	10
36	18/11/2022	2	B1	12	0.685	30.85	10
37	19/11/2022	1	B1	29	0.556	30	10
38	19/11/2022	2	D1	42	0.573	29.8	14
39	22/11/2022	1	C1	92	0.574	29	12
40	22/11/2022	3	C1	29	0.578	35	12
41	23/11/2022	1	C1	92	0.574	30	12
42	01/12/2022	1	D1	29	0.575	30	14
43	01/12/2023	2	D1	92	0.575	29	14
44	02/12/2023	1	C1	29	0.574	29	12
45	07/12/2023	2	D1	44	0.573	28	14
46	07/12/2023	3	D1	12	0.576	27	14
47	07/12/2023	3	C1	12	0.574	35	12
48	08/12/2023	3	C1	12	0.574	38	12
49	12/12/2023	2	B1	12	0.585	28	10
50	13/12/2023	1	B1	29	0.587	29	10
51	13/12/2023	2	A1	12	0.848	37	8
52	14/12/2023	3	C1	44	0.568	28	12
53	15/12/2023	1	C1	12	0.573	35	12
54	16/12/2023	1	A1	12	0.510	28	8
55	17/12/2023	3	A1	29	0.512	28	8
56	17/12/2023	1	A1	12	0.510	27	8
57	17/12/2023	2	A1	44	0.509	27.1	8
				SUMA	29	1617	
				Promedio	0.51	28.36	

Tabla 2 Reportes de trazabilidad antes de la mejora

15.1.2 DATOS GENERALES

Nuestro Producto que es alambre para cable por resistencia (diámetro reducido) entra a nuestra maquina con diferentes especificaciones de calidad las cuales son; el máximo, el mínimo y el nominal para el diámetro del hilo y su elongación, cada código de producto requiere diferentes especificaciones que se deben acatar, estas características las puede encontrar cada operador en la hoja de proceso de la maquina trefiladora con sus condiciones de trabajo. **Tabla 3 y 4**

Especificaciones					
Diámetro			% elongación		
Min	Nom	Max	Min	Nom	Max
0.565	0.570	0.578	30.0	33.5	35.0

Tabla 3. Especificaciones de calidad datos mínimo y máximo– Muestra

Especificaciones					
Diámetro			% elongación		
Min	Nom	Max	Min	Nom	Max

Tabla 4 datos originales de las especificaciones de calidad General Cable de México S.A de C.V

15.1.3 Hojas de proceso

Encontramos en este apartado las hojas de proceso donde se encuentran todas las especificaciones del proceso de la maquina al igual que las especificaciones que pide

calidad, códigos de los productos y lo que conlleva a preparar en la maquina controlando todo desde el tablero de maniobra (panel de control).

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMON FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA INGENIERIA INDUSTRIAL		HOJA DE "CONFORMADO"		
CONJUNTO: SISTEMA DE ESTRUCTURA		PIEZA: 102_PERFIL_CUADRADO		
DESCRIPCION: TUBO CUADRADO ACERO ASTM A36 40x40; 650mm				
MAQUINAS:		PIEZA		
Amoladora				
HERRAMIENTAS:				
Flexometro				
Rayador				
Disco abrasivo (230mm)				
V = Velocidad de Corte				
n = Rotaciones				
P = Profundidad de pasada				
L = Longitud de pasada				
NP = Número de Pasadas				
Tm = Tiempo de Maquinado				
Tp = Tiempo de preparación				
PERACION	DESCRIPCION	MAQUINA	HERRAMIENTA	DIMENSIONES A MECANIZAR
				NP P Cent. [mm]
	Preparacion			
	Trazar 660mm		Flexometro Rayador	
	Cortar 660mm	Amoladora	Disco abrasivo (230mm)	1
TIEMPO TOTAL DE MANUFAC				
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMON FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA INGENIERIA INDUSTRIAL		HOJA DE "CONFORMADO"		
CONJUNTO: SISTEMA DE ESTRUCTURA		PIEZA: 103_PERFIL_RECTANGULA		
DESCRIPCION: ACERO ASTM A36 40x60x580 mm				
MAQUINAS:				
Amoladora				

Imagen 5 Hoja de Proceso - Muestra



Imagen 6 Hoja de Proceso General Cable de México S.A de C.V

15.1.4 Hoja de identificación de Muestra

Datos de identificación de muestras que se piden a calidad de 7 hilos, solo presentan el promedio del mínimo y máximo de la elongación y el diámetro, identificando datos generales de la maquina y

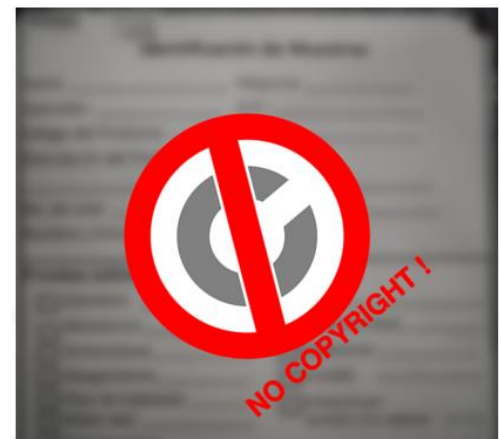


Imagen 7 Identificación de Muestras

operador, orden de producción y las pruebas solicitadas (variables).

¹⁶HACER

“Segunda fase- actuar después de elegir la alternativa más prometedora entre las diferentes opciones”

La mejor opción para la mejora fue implementar el control estadístico donde los operadores tuvieran la oportunidad de recabar la información y pasarla a la base de datos en la computadora para observar el comportamiento de sus datos en un gráfico de líneas marcando los límites de acuerdo con la hoja de proceso.

16.1 Proceso

Conoceremos acerca del proceso de la maquina 122 Trefiladora, utilizando como base un SIPOC

Paso 1: preparación de las canastillas de alimentación que vienen del anterior proceso, maquina 501 trefiladora de un solo hilo de medida 8mm y saliente de 2.05mm

Canastilla des embobinador

-  Soldar los hilos de cobre de las canastillas a los hilos que se encuentran en las poleas.
-  Se ensartan los hilos en las entradas de las poleas para después pasarlos por unos ojillos cada hilo dependiendo la orden de producción.
-  Salida de poleas para entrar al trefiladora el alambre de cobre



Imagen 8- Canastillas des embobinador – muestra



Imagen 9- Canastillas originales de General Cable de México S.A de C.V

Paso 2: pasar los hilos que vienen de las poleas a él trefilador

Trefilador

- + Dependiendo el producto, entra en un número de cuerdas 16 cielos hasta 5 hilo
- + Ensartar la hilera 13 para bajar el diámetro
- + kaxtan- 3 vueltas para jalar el alambre de cobre

Existe una base de hileras la cual se ensartan dependiendo de cada calibre, por ejemplo:

Para el calibre 8 se utiliza:

- hilera 13 a la 20 más la final

Para el calibre 10 se utiliza:

- o hilera 13 a la 22 más la final

Para el calibre 12 se utiliza:

- o cuál hilera 13 a la 24 más la final y así sucesivamente con todas.

En el momento que se hayan insertado todas las hileras deben lubricarse (aceite y agua) para evitar reventón en el trefilador.



Imagen 10- Trefiladora multi hilos – muestra



Imagen 11- Lubricante (aceite y agua)- muestra



Imagen 12- hilos puestos en las hileras lubricados (agua y aceite) original de General Cable de México S.A de C.V

Paso 3: una vez que se hayan insertado y pasado todos los hilos en las hileras pasaran a lo que es el Recosedor, cómo funciona:

Recosedor

- ✚ Los hilos pasarán por las poleas kaxtan las cuales darán 2 vueltas
- ✚ Pasarán por separadores guías para no juntarlos.

- ✚ Entren a las poleas de recosido el cuando lleva al soplador que entra a canales de agua, aire y nitrógeno (esto evita la oxidación del cobre).



Imagen 13- Poleas Kaxtan del Recosedor – muestra

Paso 4: finalmente del recosido tendrá una salida que dirige a un acumulador

Acumulador

- ✚ Entrar a un acumulador (dancer controla la tensión) dependiendo el calibre, se le coloca el brazo de dancer y se ensarta las siguientes poleas del acumulador.
- ✚ Sacamos punta del hilo en un tubo guía hacia el embobinador.



Imagen 14- Acumulador de poleas para insertar los hilos – muestra



Imagen 15- Acumulador de poleas original General Cable de México S.A de C.V

Paso 5: Sacar punta de hilo el cual se encuentra fuera de las poleas del acumulador

Embobinador

- ✚ Punta de hilo se coloca en el carrete de metal y se ensarta punta de todos los hilos en el mismo, se enrollan los hilos para dar tensión.



Imagen 16- Embobinador de los hilos de cobre – muestra

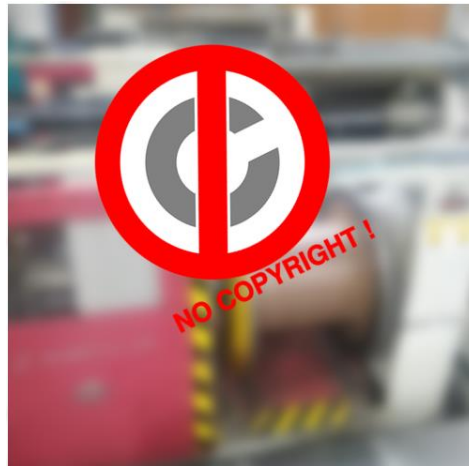


Imagen 17- Embobinador original de la maquina 122 trefiladora General Cable de México S.A de C.V

Tablero de maquina 122

- + Arranque de maquina dependiendo de la longitud de cada producto se programa en el panel de control
- + Para cuando la longitud este programada y este completa se abren compuertas automáticamente, se corta y se cambia al siguiente carrete.

Paso 6: sale carrete de la maquina 122 trefilado y su siguiente proceso es la cuerda de diferentes calibres en la maquina Buncher 800.



Imagen 18- Tablero de control (panel de control) de una trefiladora – muestra



Imagen 19- Pantalla de control de la maquina 122 trefiladora original General Cable de México S.A de C.V

16.2 SIPOC

S

Proveedor

- Jefe de área
- Maquina 501 (proceso anterior)

I

Entradas

- Orden de producción
- Canastilla de alimentación de la maquina 501 hilo de 2.05mm
- Identificación de muestras (pruebas solicitadas, elongación y diámetro)

P

Proceso

- Canastilla de alimentación (des embobinador)
- Trefilador: dependiendo del producto entra el número de hilos de 5 hasta 16 hilos
- Base de hileras: en el trefilador número de hileras dependiendo el calibre.
- Recosedor: poleas y canales de agua, aire y nitrógeno
- Acumulador: presión dancer controla la tensión
- Embobinador: se ensartan puntas de los hilos
- Tablero de la maquina: se programa automáticamente la orden que se requiere.
- Arranque de maquina dependiendo la longitud del producto

O

Salidas

- Carrete con longitud de orden de producción completa
- Reporte de trazabilidad de trefilado
- Reporte diario de producción
- Proceso siguiente

C

Cliente

- Jefe de área
- Maquina Buncher 800

16.3 VARIABLES

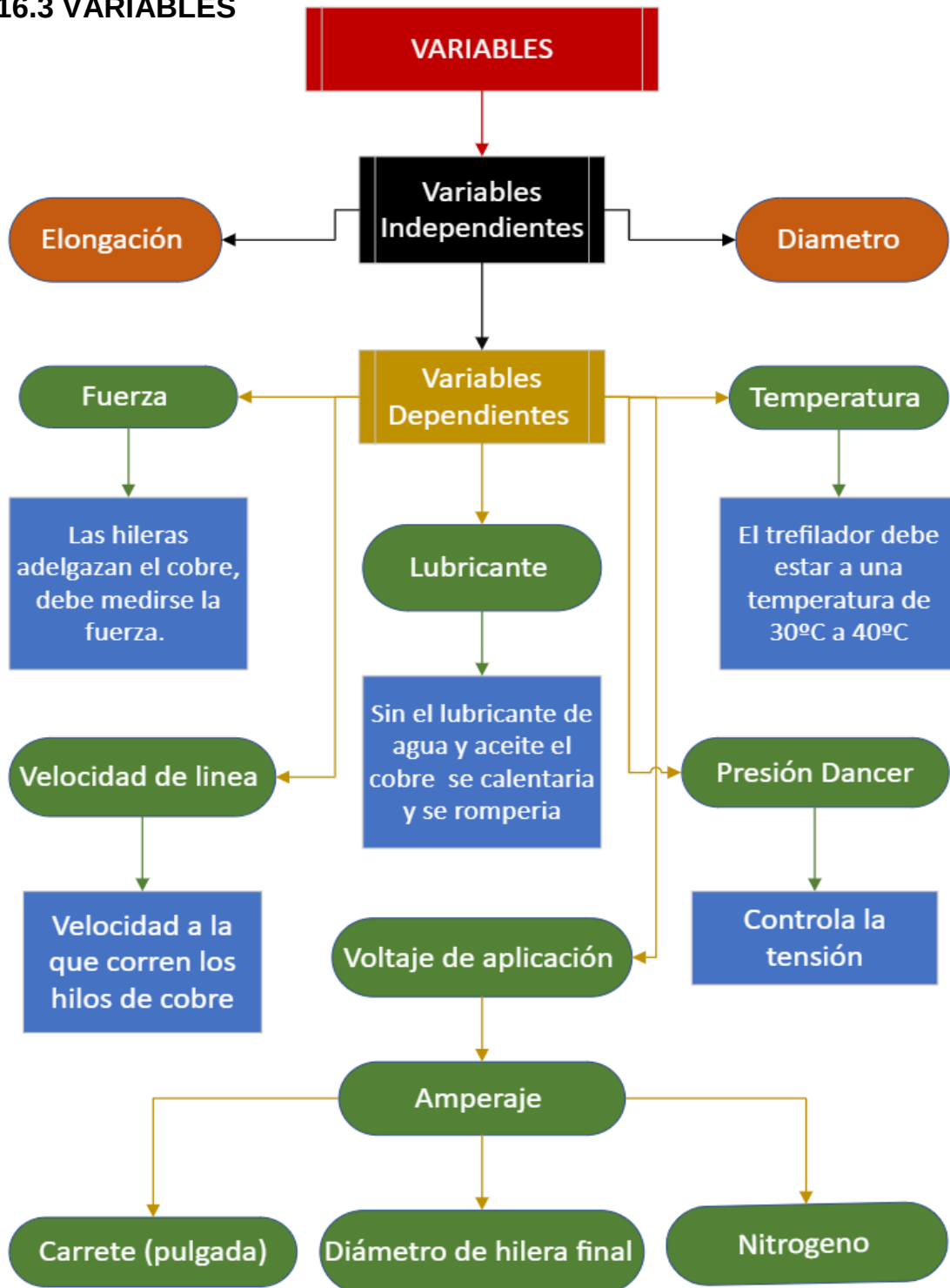


Diagrama 1- Variables Dependientes e Independientes.

16.4 CAUSAS COMUNES

16.4.1 Antes del Proceso

- ✚ No se presenta orden de producción por parte del área de programación
- ✚ Alimentación (canastillas mal embobinadas) paro de hasta 50 minutos
- ✚ Herramental en mal estado (ojillos y poleas)
- ✚ Bomba de recosedor para enfriamiento (turno anterior lo deja apagado)

16.4.2 Durante el proceso

- ✚ Mal ensarte de diferentes operadores (provoca reventón)
- ✚ Reventón por cobre hueco
- ✚ Hora de comida (30 minutos)

16.5 CAUSAS ESPECIALES

- ✓ Reventones por falta de capacitación

16.6 Diagrama Causa y Efecto

La variación de datos en la elongación y el diámetro de los hilos de cobre pueden generarse por diferentes causas, estas nos llevan a un problema centra el cual debeos desglosar.

Para ello utilizaremos un diagrama de causa y efecto mejor conocido como Ishikawa, punto a punto se verá que provoca esta variación de datos. **Diagrama 2**

Diagrama Causa y Efecto

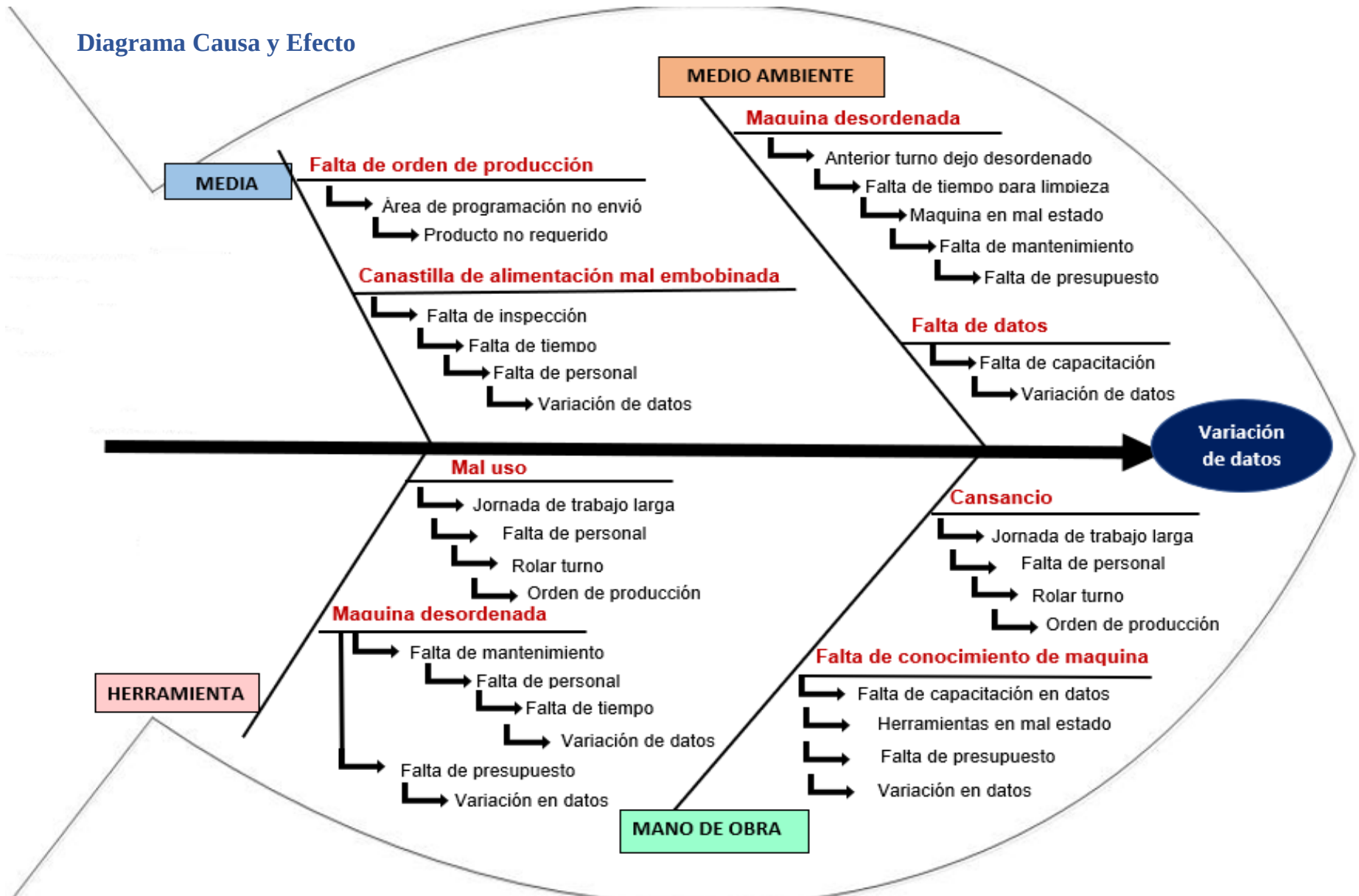


Diagrama 2- Causa y Efecto

16.7 Variables CTQ'S y CTP'S

CTQ'S Alimentación
1.- Alambre de cobre (dependiendo el calibre)

CTQ'S de salida
1.- Diámetro mínimo (mm)
2.- Diámetro máximo (mm)
3.- Elongación mínima

Tabla 5 Variables CTQ'S de calidad

CTP'S de proceso
1.- Velocidad de línea
2.- Presión dancer
3.- Voltaje de aplicación
4.- Amperaje
5.- Diámetro hilera final
6.- Nitrógeno
7.- Carrete

Tabla 6 Variables CTP'S de Proceso

16.8 Matriz C-E (causa y Efecto)

Evaluar la relación de cada entrada y cada salida de las variables anteriores.

Puntuación baja: los cambios en las variables entrada tienen un efecto pequeño en las variables o salidas

Puntuación alta: los cambios en las variables de entrada pueden afectar dramáticamente en las variables de salida.

Multiplicar los valores de relación por los factores de prioridad y sumar el total para cada entrada.

MATRIZ DE CAUSA Y EFECTO					
Rango de importancia	10	9	8	7	
	1	2	3	4	
CTQ'S CTP'S	Alambre de cobre	Diámetro mínimo	Diámetro máximo	Elongación mínima	
Velocidad de línea	7	9	9	8	279
Presión dancer	8	9	9	8	289
Voltaje de aplicación	10	8	8	7	285
Amperaje	10	8	8	8	292
Diámetro hilera final	9	8	8	8	282
Nitrógeno	10	9	9	9	316
Carrete	7	0	0	0	70

Tabla 7 Matriz de causa y efecto de las variables CTQ'S y CTP'S

Rango de importancia		10987				Clasificar de mayor a menor segun su importancia	
Rango de importancia		1234				Variables de calidad	
Variables de proceso	CTQ'S	Alambre de cobre	Diámetro mínimo	Diámetro máximo	Elongación mínima	Multiplicar e identificar prioridad	
	CTP'S	Alambre de cobre	Diámetro mínimo	Diámetro máximo	Elongación mínima	(10*7)+(9*9)+(8*9)+(7*8)=279	
	Velocidad de línea	7	9	9	8	279	
	Presión dancer	8	9	9	8	289	
	Voltaje de aplicación	10	8	8	7	285	
	Amperaje	10	8	8	8	292	
	Diámetro hilera final	9	8	8	8	282	
	Nitrógeno	10	9	9	9	316	
	Carrete	7	0	0	0	70	
Relacionar las entradas con los requerimientos Hacer una estimación subjetiva de qué tanto influyen las variables de entrada en los requerimientos de salida.							

Una vez evaluada la prioridad para las variables clave, procedemos a analizar los datos con un diagrama 80-20 (Pareto).

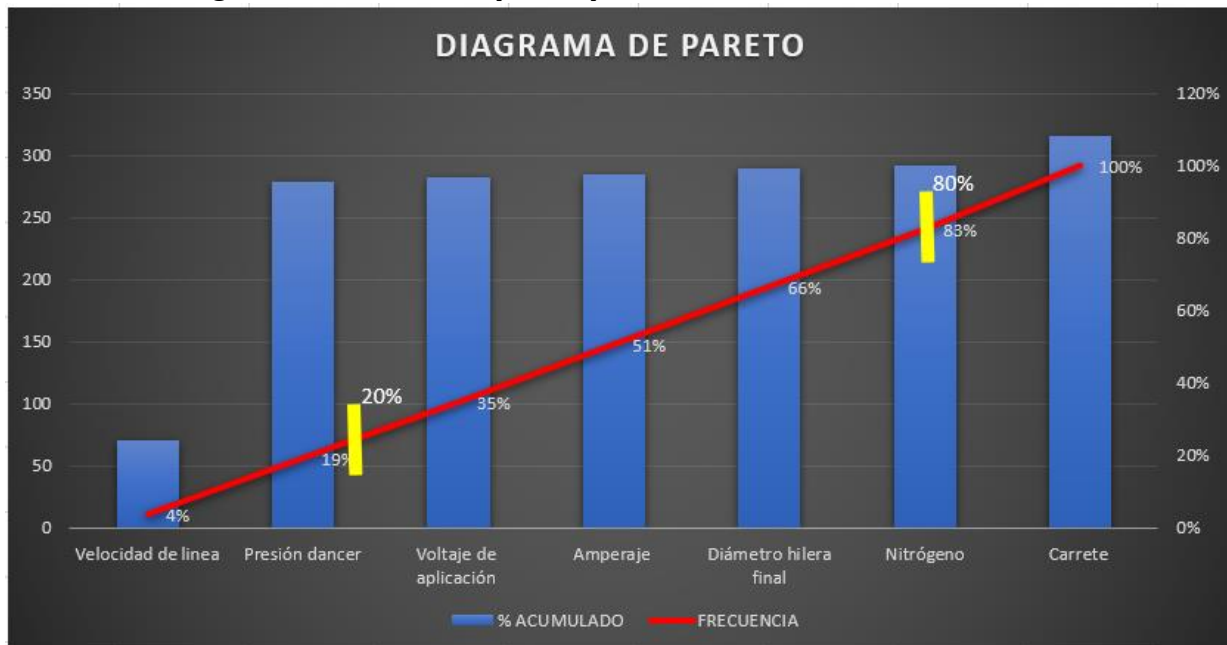
MATRIZ DE DEFECTOS					
	Defectos	Frecuencia	Acumulado	%	% acumulado
1	Velocidad de línea	279	279	15%	15%
2	Presión dancer	289	568	16%	31%
3	Voltaje de aplicación	285	853	16%	47%
4	Amperaje	292	1145	16%	63%
5	Diámetro hilera final	282	1427	16%	79%
6	Nitrógeno	316	1743	17%	96%
7	Carrete	70	1813	4%	100%
	Total	1813		100%	

Tabla 8 Matriz de defectos – prioridad

	MATRIZ DE DEFECTOS				
	Defectos	Frecuencia	Acumulado	%	% acumulado
1	Velocidad de linea	70	70	4%	4%
2	Presión dancer	279	349	15%	19%
3	Voltaje de aplicación	282	631	16%	35%
4	Amperaje	285	916	16%	51%
5	Diámetro hilera final	289	1205	16%	66%
6	Nitrógeno	292	1497	16%	83%
7	Carrete	316	1813	17%	100%
	Total	1813		100%	

Tabla 9 Matriz de defectos - datos ordenados de menor a mayor

16.9 Diagrama de Pareto (80-20)



Gráfica 2 Diagrama de Pareto - Representación de los datos de la matriz de defectos

6.10. PLAN PROPUESTO

CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO

Se genero una base de datos en el Software de hojas de cálculo Microsoft Excel enfocada en el reporte de trazabilidad de la maquina 122 trefiladora multi hilos.

El propósito de haber realizado esta base nos ayuda a tener un control de los datos de elongación y diámetro de las diferentes pruebas que realiza el operador. El documento permite visualizar la variación que existe en las pruebas de elongación y diámetro dependiendo del mínimo y máximo que se presenta en la hoja de proceso; comenzaremos desglosando cada paso de este control estadístico de proceso.

a) Paso 1 del control estadístico: se recolectaron reportes de trazabilidad de algunos meses anteriores de los tres turnos, esto para tener una idea de la variación que existe ya que no se podían representar gráficamente y observar como se comportaban sus datos.



b) Paso 2 del control estadístico: Dar formato a el reporte de trazabilidad en la hoja Excel para hacerlo más fácil y detallado al operador (entendible) el cual tenga la oportunidad de registrar sus datos sin complicaciones, en compañía de esto se muestra una gráfica del mínimo, máximo y nominal de la hoja de proceso, la cual nos ayuda a identificar los límites que deben respetar en el momento de guardar sus datos.

						Especificaciones						
Fecha	Turno	Maquina	ID	Nombre	OP	Codigo	Diametro			% Elongacion		
							Min	Nom	Max	Min	Nom	Max
				#N/D			#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D

Variables de Proceso									
	HP	Real			HP	Real			
Velocidad de linea				Voltaje de aplicación				Diametro de hilera final	
Presion de dancer				Amperaje				Nitrogeno	

Alimentacion																
	Desembobinador A								Desembobinador B							
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
No Inicial																
No Final																

# muestra																			
Emb	# Tarjeta	Metros	Kg	Diametro								Elongacion							
				1	2	3	4	5	6	7	Prom	1	2	3	4	5	6	7	Prom

Ilustración 4 Formato ordenado en la hoja Excel – de acuerdo con el reporte de trazabilidad

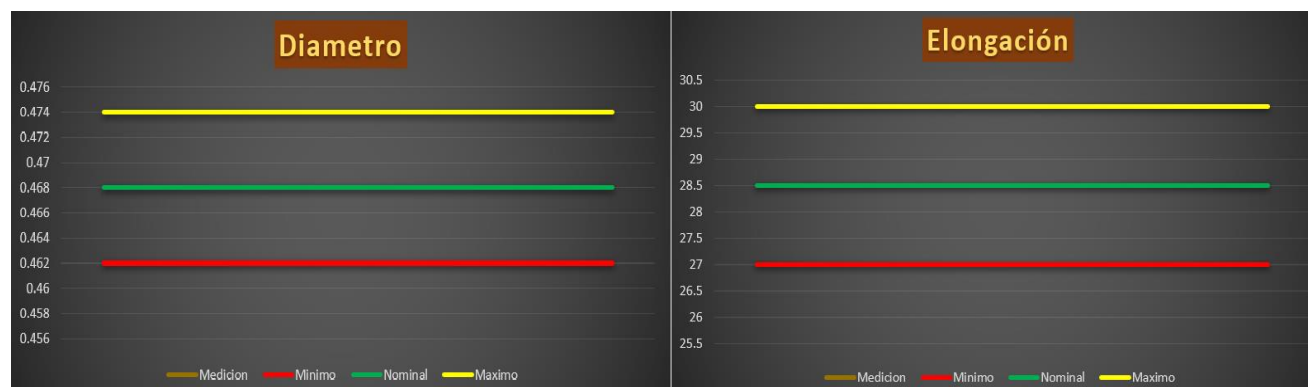


Ilustración 5 Graficas de limites (inferior y superior)

Dentro del paso #2 encontramos en la hoja Excel de nuestro control estadístico en la parte inferior los datos generales de los operadores, las especificaciones que requiere nuestra hoja de proceso y especificaciones de calidad.

						Especificaciones						
Fecha	Turno	Maquina	ID	Nombre	OP	Codigo	Diametro			% Elongacion		
							Min	Nom	Max	Min	Nom	Max
				#N/D			#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D

Ilustración 6 Tabla de datos generales, especificaciones de hoja de proceso

VARIABLES DE PROCESO

De igual forma en el centro de nuestro archivo de la hoja Excel del control estadístico podemos visualizar una tabla que requiere los datos de las variables de proceso los cuales se encuentran en la hoja de proceso al igual que la pantalla monitor de la maquina nos presenta algunos de ellos.

Variables de Proceso								
	HP	Real			HP	Real		
Velocidad de linea				Voltaje de aplicación			Diametro de hilera final	
Presion de dancer				Amperaje			Nitrogeno	

Ilustración 7 Tabla de las Variables de proceso

ALIMENTACIÓN

A continuación, se encuentra lo que viene siendo la alimentación, que canastillas con el hilo de cobre se encuentran y en que des embobinador, cuantos hilos entraran en la máquina y en qué orden.

Enumerados del 1 al 8 los des embobinadores (A y B) donde se encontrarán las canastillas de alimentación.

Alimentacion																	
		Desembobinador A								Desembobinador B							
		1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
No Inicial																	
No Final																	

Ilustración 8 Des embobinadores A y B de canastillas de alimentación

NUMERO DE MUESTRAS

Continuando, procedemos a visualizar una tabla donde podrán los operadores hacer el registro de sus muestras obtenidas de las medidas que calidad proporciona con los hilos de cobre que presentan los mismos

Dichas muestras de los hilos serán los datos de elongación y el diámetro, este proceso se realiza con cada carrete dependiendo del calibre que pida la orden de producción.

En el recuadro de dicha tabla nos pide que proporcionemos el embobinador (A o B), el número de la tarjeta donde se registran los datos del carrete, los metros que lleva el carrete dependiendo a lo que se encuentra en la orden de producción, los kilogramos del mismo carrete y finalmente los datos que proporcionen calidad de la elongación y diámetro de los hilos.

# muestra																		
Emb	# Tarjeta	Metros	Kg	Diametro								Elongacion						
				1	2	3	4	5	6	7	Prom	1	2	3	4	5	6	7

Ilustración 9 Tabla del número de muestras

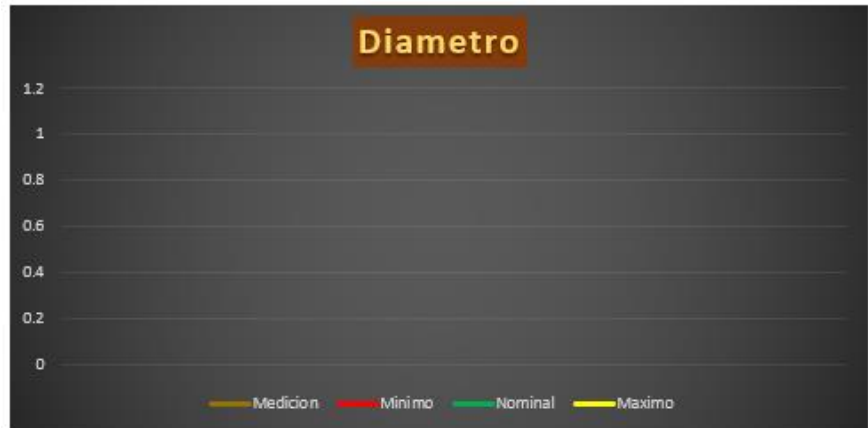
MACROS

Realizando macros en la hoja de cálculo Excel se logró que una vez que el operador proporcione todos los datos correspondientes en la hoja principal de nuestro control estadístico, estos se guarden uno a uno en una nueva hoja de cálculo nombrado "reporte de turno" y al final de todo esto tenga la oportunidad de eliminar los datos que el mismo proporcione de la hoja principal.

Ilustración 11 Gráficas de límites (elongación y diámetro) máximo, mínimo y nominal



Ilustración 10 Macros



c) Paso 3 del control estadístico: De haber visto la primera hoja, parte inicial de la trazabilidad observamos que nuestro macro nos envía a un nuevo apartado en donde encontraremos los datos de las muestras generadas y los datos generales de los operadores al igual que la información de la orden de producción.

Dentro de este apartado podemos observar una tabla con el formato de la trazabilidad, este ayuda a revisar la información a detalle, si en algún momento el operador cometió un error tiene la oportunidad de corregir antes de guardar en la base de datos y el siguiente turno pueda realizar el mismo proceso.

[illegible]

52

f) Paso 5 del control estadístico: el reporte diario de producción también cuenta con una base de datos, una tabla donde se encuentran todos los datos registrados del anterior reporte.

Maquina	Fecha	Turno	ID	Nombre	OP	Codigo de Producto	Cantidad (m)	Cantidad (kg)	Velocidad Actual m o kg / minuto	Hora Inicio		Hora fin	
										hrs	Min	hrs	Min

Reporte de Paros					
Causa	Descripcion	Hrs	Min	Frecuencia	Comentarios

Desperdicio													
OP	Codigo de	Clasificacion del desperdicio							Unidad		Causa	# tarjeta DT	Comentarios
		Purgas	Cu desnudo	Cu aislado	Cu aislado	Al desnudo	Al aislado	materia prima	Kg	Metros			

Recepcion de Materia Prima					
OP	Codigo de Materia Prima	Descripcion de la MP			Observaciones

Ilustración 15 Tabla general de los datos “Reporte diario de producción”

¹⁷CONTROLAR

“Tercera fase- monitorear la implementación del plan y dejar documentada la información con los datos de los resultados arrojados”

17.1 Análisis

Recabando la información de los meses anteriores y haciendo una comparación con los meses corriendo, podemos notar la diferencia que existen en el comportamiento de los datos visualmente en los gráficos de línea.

Tenemos que, los datos de los meses de octubre a diciembre presentan una inconformidad ya que generan demasiada variación de un dato a otro por lo que no se pueden notar a simple vista los límites de mínimo, máximo y nominal en los rangos de acuerdo con la hora de proceso, más sin embargo logramos identificar algunos de los datos que mantenían el número de variación.

Se pudo generar una base de datos para aquella información que se encontró de los meses octubre a diciembre, haciendo un análisis con graficas de línea para poder observar este comportamiento siguiente:

Se realizó la división de los productos (de la tabla 2) dependiendo de su calibre, estos con su correspondiente valor de elongación, diámetro, fecha en la que el reporte fue realizado, operador y turno en el que se encontraban, por consiguiente, se presenta la tabla dividida por todos los datos anteriores.

Los datos en los recuadros de color rojo significan que están desfasados de los límites mínimo y máximo correspondientes a la hoja de proceso por lo que se pretende disminuir esta variación o parar totalmente con ello.

Análisis de los reportes de trazabilidad antes de la mejora								
					Diámetro	Elongación		
	Fecha	Turno	Código	O. P	operador	Prom.	Prom.	Calibre
4	05/10/2022	2	A1		91	0.405	35	8
12	17/10/2022	1	A1		12	0.473	30	8
13	17/10/2022	3	A1		29	0.849	21.2	8
14	18/10/2022	1	A1		12	0.847	30	8
31	03/11/2022	3	A1		12	0.846	31	8
32	15/11/2022	2	A1		29	0.854	31	8
33	15/11/2022	3	A1		12	0.784	30	8
51	13/12/2023	2	A1		12	0.848	30	8
54	16/12/2023	1	A1		12	0.510	30	8
55	17/12/2023	3	A1		29	0.512	30	8
56	17/12/2023	1	A1		12	0.510	34	8
57	17/12/2023	2	A1		44	0.509	30.1	8

5	05/10/2022	3	B1		29	0.685	29	10
15	18/10/2022	3	B1		29	0.574	30	10
16	18/10/2022	3	B1		29	0.688	30	10
17	19/10/2022	1	B1		91	0.685	31	10
18	19/10/2022	2	B1		44	0.686	30	10
19	19/10/2022	3	B1		29	0.688	30	10
20	21/10/2022	2	B1		29	0.688	37	10
21	26/10/2022	2	B1		44	0.684	38	10
22	27/10/2022	1	B1		29	0.688	39	10
23	27/10/2022	3	B1		44	0.687	37	10
34	16/11/2022	1	B1		44	0.683	39	10
35	18/11/2022	1	B1		29	0.688	39	10
36	18/11/2022	2	B1		12	0.685	38.85	10
37	19/11/2022	1	B1		29	0.576	39	10
49	12/12/2023	2	B1		12	0.685	38	10
50	13/12/2023	1	B1		29	0.687	39	10

2	01/10/2022	2	C1	12	0.570	29	12
3	02/10/2022	1	C1	29	0.574	30	12
6	06/10/2022	1	C1	12	0.572	29	12
7	08/10/2022	3	C1	12	0.573	30	12
8	09/10/2022	3	C1	12	0.574	30	12
9	11/10/2022	2	C1	29	0.575	30	12
10	12/10/2022	2	C1	12	0.571	30	12
11	13/10/2022	1	C1	29	0.567	29.7	12
25	30/10/2022	3	C1	29	0.574	29	12
26	31/10/2022	3	C1	29	0.476	29	12
27	03/11/2022	1	C1	44	0.573	29	12
28	03/11/2022	3	C1	12	0.574	30	12
29	06/11/2022	1	C1	29	0.574	30	12
30	13/11/2022	2	C1	44	0.451	30	12
39	22/11/2022	1	C1	92	0.574	25	12
40	22/11/2022	3	C1	29	0.478	29	12
41	23/11/2022	1	C1	92	0.574	27	12
44	02/12/2023	1	C1	29	0.574	29	12
47	07/12/2023	3	C1	12	0.574	28	12
48	08/12/2023	3	C1	12	0.574	28	12
52	14/12/2023	3	C1	44	0.568	28	12
53	15/12/2023	1	C1	12	0.573	28	12

1	01/10/2022	1	D1	29	0.574	29	14
24	28/10/2022	1	D1	12	0.576	29	14
38	19/11/2022	2	D1	42	0.573	30.8	14
42	01/12/2022	1	D1	29	0.575	30	14
43	01/12/2023	2	D1	92	0.575	29	14
45	07/12/2023	2	D1	44	0.573	29	14
46	07/12/2023	3	D1	12	0.576	30	14

Tabla 10 Análisis de los reportes de trazabilidad antes de la mejora - división de los productos y calibres

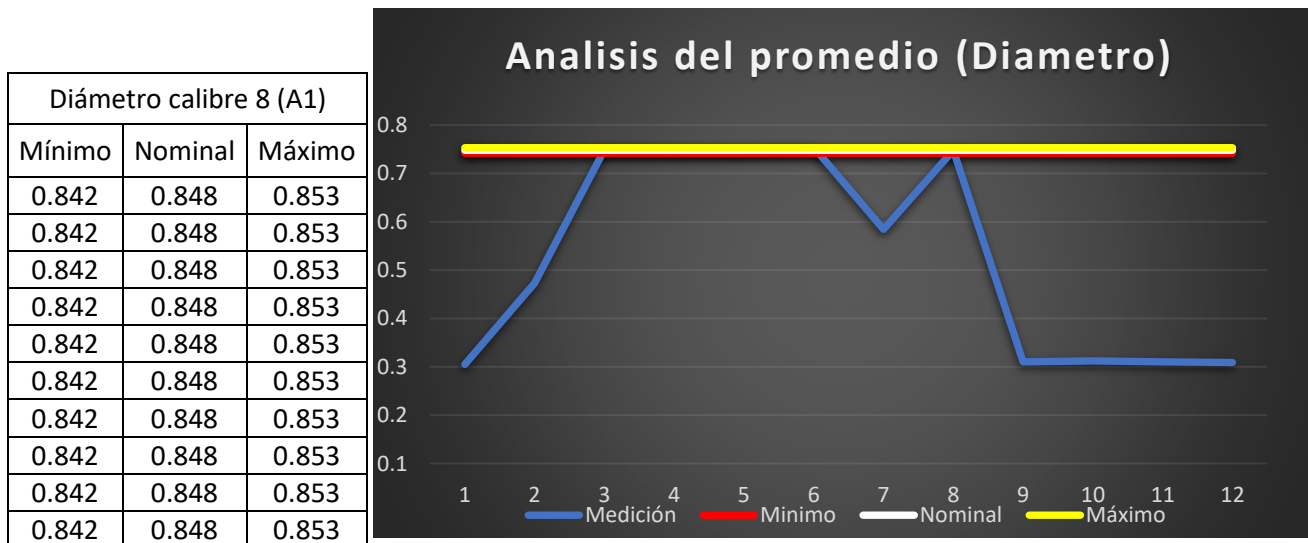
17.2 Medidas

17.2.1 ANTESDE LA MEJORA

Dentro de este punto observaremos aquellas medidas que generaron conflicto durante LOS meses evaluados antes de la mejora, la diferencia que presentaron de un dato a otro no solo detectado por los instrumentos utilizados para obtener la medida, depende mucho del operador, la forma en la que cada uno de ellos utiliza para obtener esta información

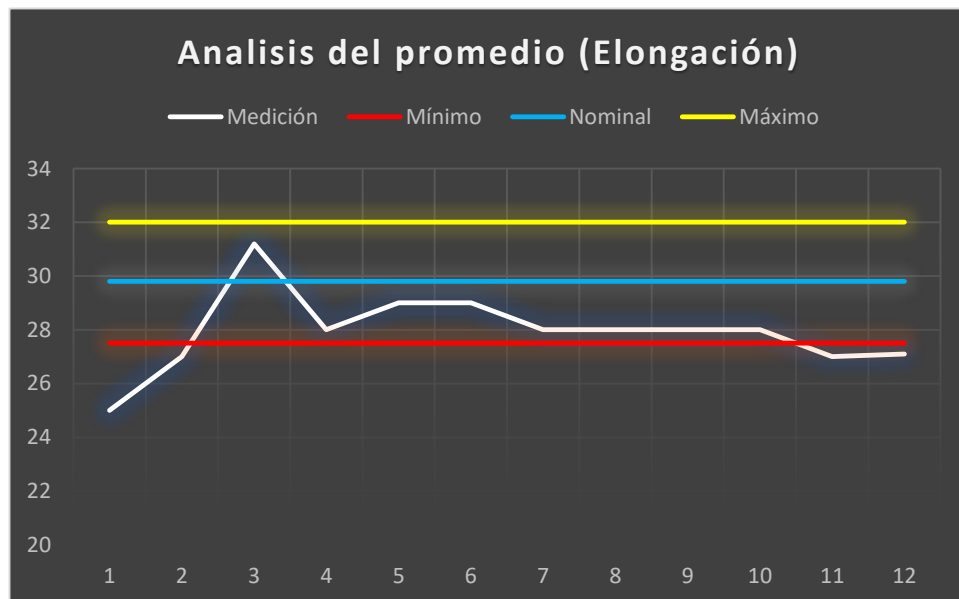
	Fecha	Turno	Código	O. P	operador	Diámetro Prom.	Elongación Prom.	Calibre
4	05/10/2022	2	A1		91	0.405	35	8
12	17/10/2022	1	A1		12	0.473	30	8
13	17/10/2022	3	A1		29	0.849	21.2	8
14	18/10/2022	1	A1		12	0.847	30	8
31	03/11/2022	3	A1		12	0.846	31	8
32	15/11/2022	2	A1		29	0.854	31	8
33	15/11/2022	3	A1		12	0.784	30	8
51	13/12/2023	2	A1		12	0.848	30	8
54	16/12/2023	1	A1		12	0.510	30	8
55	17/12/2023	3	A1		29	0.512	30	8
56	17/12/2023	1	A1		12	0.510	34	8
57	17/12/2023	2	A1		44	0.509	30.1	8

Tabla 11 División del producto A1 y calibre 8



Grafica 3 Análisis del promedio (Diámetro), con tabla de límite mínimo y máximo producto A1

Elongación calibre 8 (A1)		
mínimo	Nominal	máximo
30.0	33.5	35.0
30.0	33.5	35.0
30.0	33.5	35.0
30.0	33.5	35.0
30.0	33.5	35.0
30.0	33.5	35.0
30.0	33.5	35.0
30.0	33.5	35.0
30.0	33.5	35.0
30.0	33.5	35.0
30.0	33.5	35.0
30.0	33.5	35.0
30.0	33.5	35.0
30.0	33.5	35.0

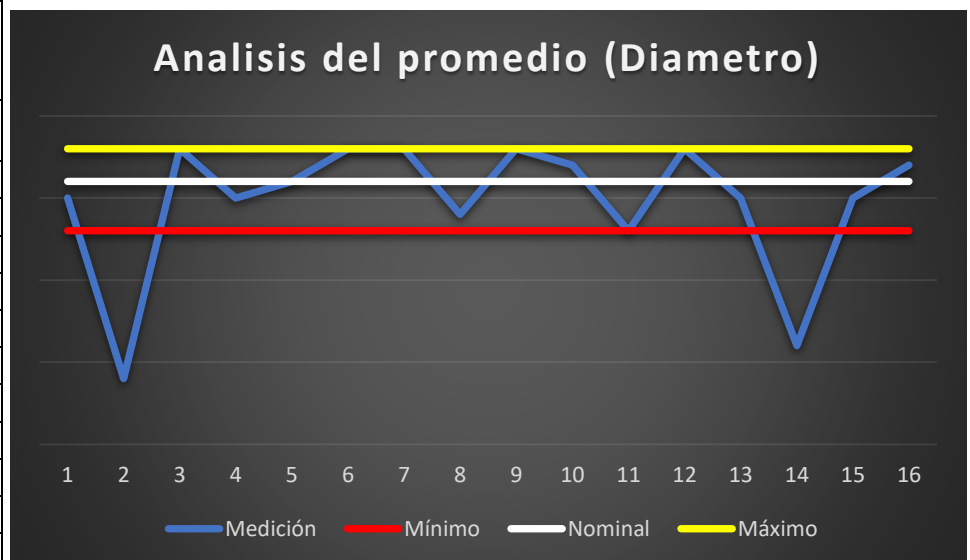


Grafica 4 Análisis del promedio (Elongación), con tabla de límite mínimo y máximo producto A1

	Fecha	Turno	Código	O. P	operador	Diámetro Prom.	Elongación Prom.	Calibre
5	05/10/2022	3	B1		29	0.685	29	10
15	18/10/2022	3	B1		29	0.574	30	10
16	18/10/2022	3	B1		29	0.688	30	10
17	19/10/2022	1	B1		91	0.685	31	10
18	19/10/2022	2	B1		44	0.686	30	10
19	19/10/2022	3	B1		29	0.688	30	10
20	21/10/2022	2	B1		29	0.688	37	10
21	26/10/2022	2	B1		44	0.684	38	10
22	27/10/2022	1	B1		29	0.688	39	10
23	27/10/2022	3	B1		44	0.687	37	10
34	16/11/2022	1	B1		44	0.683	39	10
35	18/11/2022	1	B1		29	0.688	39	10
36	18/11/2022	2	B1		12	0.685	38.85	10
37	19/11/2022	1	B1		29	0.576	39	10
49	12/12/2023	2	B1		12	0.685	38	10
50	13/12/2023	1	B1		29	0.687	39	10

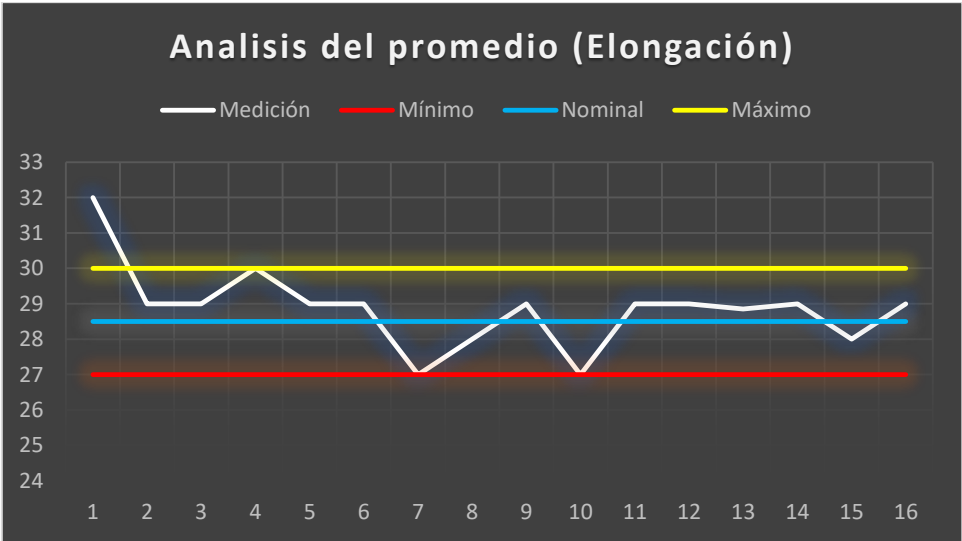
Tabla 12 División del producto B1 y calibre 10

Diámetro calibre 10 (B1)		
Mínimo	Nominal	Máximo
0.683	0.686	0.688
0.683	0.686	0.688
0.683	0.686	0.688
0.683	0.686	0.688
0.683	0.686	0.688
0.683	0.686	0.688
0.683	0.686	0.688
0.683	0.686	0.688
0.683	0.686	0.688
0.683	0.686	0.688
0.683	0.686	0.688
0.683	0.686	0.688
0.683	0.686	0.688
0.683	0.686	0.688
0.683	0.686	0.688
0.683	0.686	0.688
0.683	0.686	0.688
0.683	0.686	0.688
0.683	0.686	0.688
0.683	0.686	0.688
0.683	0.686	0.688



Grafica 5 Análisis del promedio (Diámetro), con tabla de límite mínimo y máximo producto B1

Elongación calibre 10 (B1)		
mínimo	Nominal	máximo
30.0	36.0	40.0
30.0	36.0	40.0
30.0	36.0	40.0
30.0	36.0	40.0
30.0	36.0	40.0
30.0	36.0	40.0
30.0	36.0	40.0
30.0	36.0	40.0
30.0	36.0	40.0
30.0	36.0	40.0
30.0	36.0	40.0
30.0	36.0	40.0
30.0	36.0	40.0
30.0	36.0	40.0

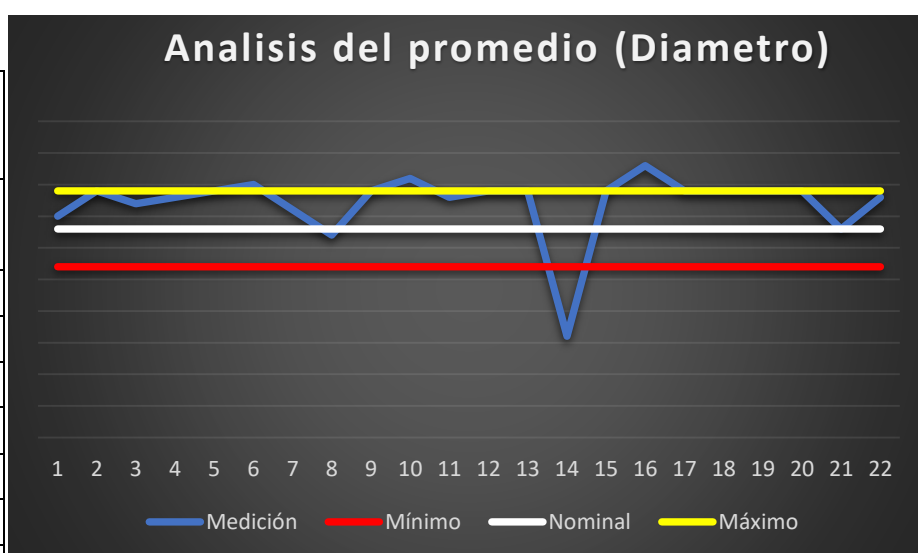


Grafica 6 *Análisis del promedio (Elongación), con tabla de límite mínimo y máximo producto B1*

	Fecha	Turno	Código	O.P	operador	Diámetro Prom.	Elongación Prom.	Calibre
2	01/10/2022	2	C1		12	0.570	29	12
3	02/10/2022	1	C1		29	0.574	30	12
6	06/10/2022	1	C1		12	0.572	29	12
7	08/10/2022	3	C1		12	0.573	30	12
8	09/10/2022	3	C1		12	0.574	30	12
9	11/10/2022	2	C1		29	0.575	30	12
10	12/10/2022	2	C1		12	0.571	30	12
11	13/10/2022	1	C1		29	0.567	29.7	12
25	30/10/2022	3	C1		29	0.574	29	12
26	31/10/2022	3	C1		29	0.476	29	12
27	03/11/2022	1	C1		44	0.573	29	12
28	03/11/2022	3	C1		12	0.574	30	12
29	06/11/2022	1	C1		29	0.574	30	12
30	13/11/2022	2	C1		44	0.451	30	12
39	22/11/2022	1	C1		92	0.574	25	12
40	22/11/2022	3	C1		29	0.478	29	12
41	23/11/2022	1	C1		92	0.574	27	12
44	02/12/2023	1	C1		29	0.574	29	12
47	07/12/2023	3	C1		12	0.574	28	12
48	08/12/2023	3	C1		12	0.574	28	12
52	14/12/2023	3	C1		44	0.568	28	12
53	15/12/2023	1	C1		12	0.573	28	12

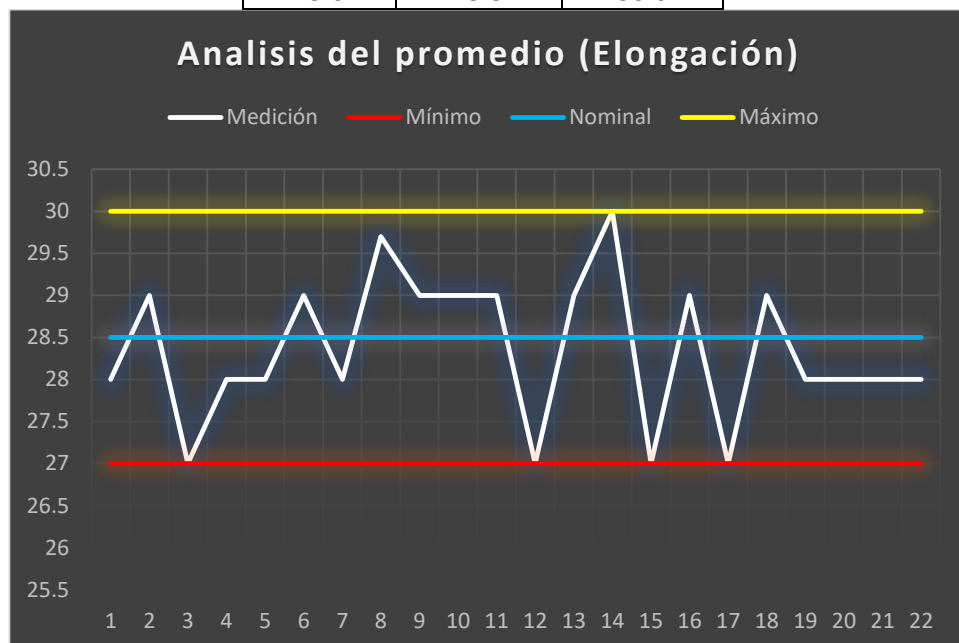
Tabla 13 División del producto C1 y calibre 12

Diámetro calibre 12 (C1)		
mínimo	Nominal	máximo
0.562	0.568	0.574
0.562	0.568	0.574
0.562	0.568	0.574
0.562	0.568	0.574
0.562	0.568	0.574
0.562	0.568	0.574
0.562	0.568	0.574



Grafica 7 Análisis del promedio (Diámetro), con tabla de límite mínimo y máximo producto C1

Elongación calibre 12 (C1)		
mínimo	Nominal	máximo
25.0	29.5	30.0
25.0	29.5	30.0
25.0	29.5	30.0
25.0	29.5	30.0
25.0	29.5	30.0
25.0	29.5	30.0
25.0	29.5	30.0
25.0	29.5	30.0
25.0	29.5	30.0
25.0	29.5	30.0
25.0	29.5	30.0
25.0	29.5	30.0
25.0	29.5	30.0
25.0	29.5	30.0
25.0	29.5	30.0
25.0	29.5	30.0
25.0	29.5	30.0

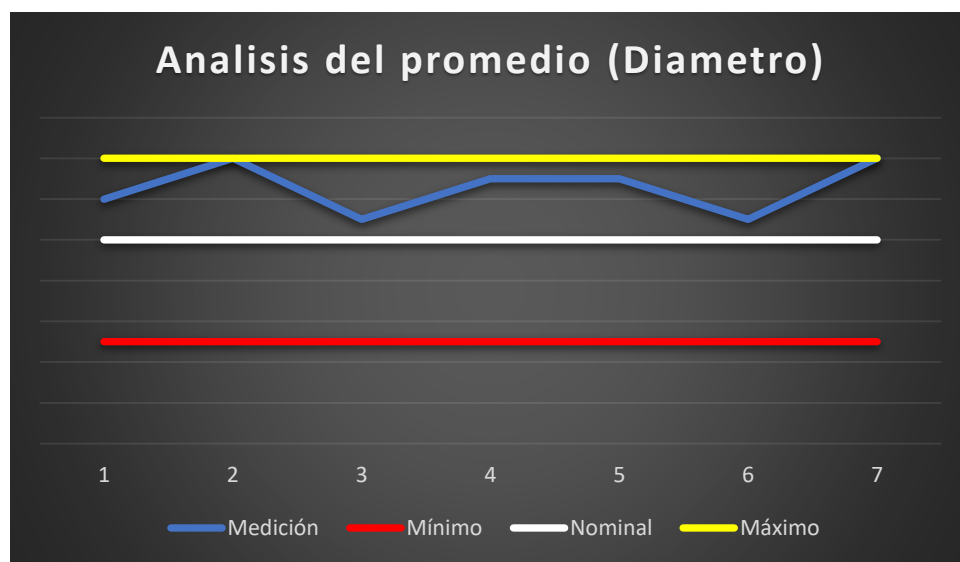


Grafica 8 Análisis del promedio (Elongación), con tabla de límite mínimo y máximo producto C1

	Fecha	Turno	Código	O.P	operador	Diámetro Prom.	Elongación Prom.	Calibre
1	01/10/2022	1	D1		29	0.574	29	14
24	28/10/2022	1	D1		12	0.576	29	14
38	19/11/2022	2	D1		42	0.573	30.8	14
42	01/12/2022	1	D1		29	0.575	30	14
43	01/12/2023	2	D1		92	0.575	29	14
45	07/12/2023	2	D1		44	0.573	29	14
46	07/12/2023	3	D1		12	0.576	30	14

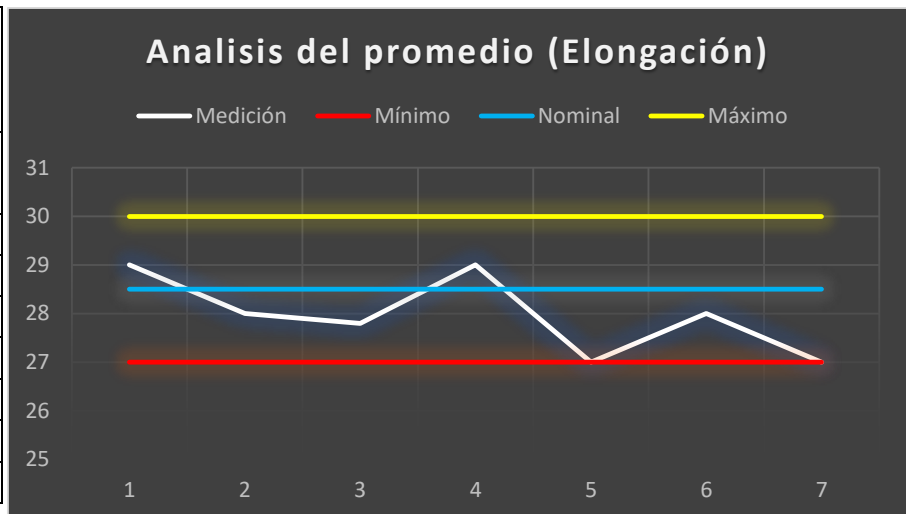
Tabla 14 División del producto D1 y calibre 14

diámetro calibre 14 (D1)		
mínimo	Nominal	máximo
0.567	0.572	0.576
0.567	0.572	0.576
0.567	0.572	0.576
0.567	0.572	0.576
0.567	0.572	0.576
0.567	0.572	0.576



Grafica 9 Análisis del promedio (Diámetro), con tabla de límite mínimo y máximo producto D1

Elongación calibre 14 (D1)		
mínimo	Nominal	máximo
29.0	33.5	35.0
29.0	33.5	35.0
29.0	33.5	35.0
29.0	33.5	35.0
29.0	33.5	35.0
29.0	33.5	35.0
29.0	33.5	35.0



Grafica 10 Análisis del promedio (Elongación), con tabla de límite mínimo y máximo producto D1

17.2.2 Resultados

17.2.2.1 En la mejora

Una vez de realizar el análisis antes de la mejora continuamos con la información recabada de los meses febrero a mayo donde es implementado el control estadístico y la forma en la que favoreció a los operadores teniendo la visualización del comportamiento de sus datos en las gráficas de línea, teniendo en cuenta que las gráficas son de gran ayuda ya que estás marcan de color visible los límites que nos proporciona la hoja de proceso.

Con este análisis podemos recalcar que, en los meses de octubre-diciembre se presentan los datos de diámetro y elongación con demasiada variación al grado de no poder identificar las líneas límites, dentro de la mejora en los meses febrero-mayo se puede controlar desde los números a los límites de nuestras graficas teniendo como evaluación que una de cada diez muestras pasa de un límite máximo o límite mínimo.

Análisis de reportes de trazabilidad “Mejora”								
	Fecha	Turno	Código	O. P	operador	Diámetro Prom.	Elongación Prom.	Calibre
18	17/03/2023	2	A1		12	0.852	30.8	8
19	18/03/2023	2	A1		44	0.851	30	8
20	21/03/2023	2	A1		44	0.851	33	8
35	17/04/2023	1	A1		44	0.845	30	8
36	17/04/2023	2	A1		91	0.850	30.9	8
37	18/04/2023	1	A1		44	0.850	30.7	8
38	20/04/2023	1	A1		91	0.850	30.7	8
49	12/05/2023	3	A1		12	0.848	30.9	8
50	13/05/2023	1	A1		44	0.847	31	8
51	13/05/2023	1	A1		44	0.847	31	8
52	13/05/2023	3	A1		12	0.849	30.7	8

13	12/03/2023	1	B1		44	0.684	30	10
17	16/03/2023	3	B1		44	0.683	30.6	10
25	24/03/2023	3	B1		12	0.683	40.2	10
29	10/04/2023	3	B1		44	0.684	30	10
30	11/04/2023	1	B1		29	0.684	30	10
31	11/04/0/23	2	B1		12	0.685	40.2	10
32	11/04/2023	3	B1		44	0.686	36	10
33	14/04/2023	1	B1		12	0.685	30	10
34	14/04/2023	2	B1		44	0.685	30	10
53	13/05/2023	3	B1		12	0.686	30	10
57	19/05/2023	2	B1		44	0.685	36	10
58	21/05/2023	2	B1		44	0.686	31	10
59	25/05/2023	1	B1		44	0.686	41	10

1	18/02/2023	3	C1		12	0.565	25.7	12
2	24/02/2023	2	C1		44	0.573	25	12
3	28/02/2023	2	C1		91	0.573	25.3	12
4	28/02/2023	2	C1		91	0.569	29.1	12
5	28/02/2023	2	C1		91	0.568	25.6	12
6	28/02/2023	2	C1		91	0.574	28	12

7	06/03/2023	3	C1	44	0.574	25	12
8	08/03/2023	1	C1	29	0.565	25	12
9	08/03/2023	2	C1	44	0.573	28	12
10	09/03/2023	2	C1	44	0.565	30	12
11	10/03/2023	2	C1	44	0.475	27	12
12	11/03/2023	1	C1	12	0.475	28.7	12
14	13/03/2023	3	C1	12	0.574	30	12
15	14/03/2023	1	C1	44	0.566	29.5	12
21	22/03/2023	2	C1	44	0.573	29.9	12
22	25/03/2023	3	C1	12	0.570	30.1	12
23	26/03/2023	1	C1	44	0.570	29	12
24	23/03/2023	3	C1	12	0.571	30	12
26	02/04/2023	2	C1	44	0.567	29	12
27	03/04/2023	2	C1	44	0.567	30.4	12
28	09/04/2023	3	C1	44	0.572	28	12
41	29/04/2023	1	C1	44	0.573	28	12
42	05/05/2023	1	C1	29	0.574	25.6	12
43	05/05/2023	3	C1	44	0.574	28	12
44	06/05/2023	2	C1	12	0.573	25.3	12
54	17/05/2023	3	C1	44	0.574	25.4	12
55	18/05/2023	1	C1	29	0.572	25.7	12
56	19/05/2023	1	C1	29	0.574	26	12
60	27/05/2023	1	C1	44	0.574	25.2	12
61	28/05/2023	3	C1	44	0.574	26	12
62	29/05/2023	3	C1	44	0.571	25.5	12
63	30/05/2023	2	C1	44	0.574	28	12

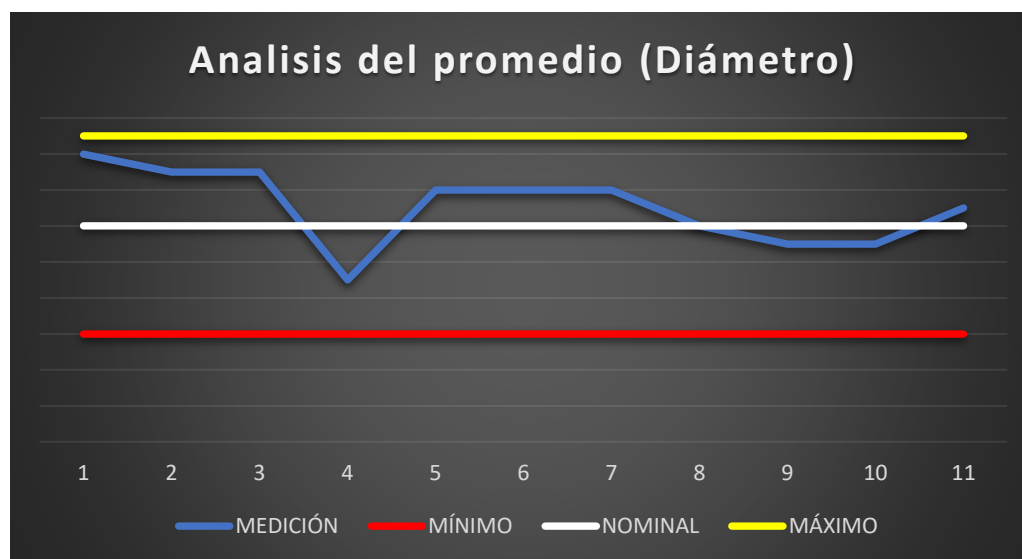
16	15/03/2023	3	D1	17	0.574	29.5	14
39	20/04/2023	3	D1	12	0.572	33.7	14
40	22/04/2023	3	D1	44	0.575	30	14
45	08/05/2023	1	D1	12	0.575	28.7	14
46	08/05/2023	2	D1	44	0.577	29	14
47	12/05/2023	1	D1	44	0.576	35	14
48	12/05/2023	2	D1	44	0.576	35	14

Tabla 15 Análisis de los reportes de trazabilidad, división de los productos y calibres - mejora

Fecha	Turno	Código	O. P	operador	Diámetro Prom.	Elongación Prom.	Calibre
17/03/2023	2	A1		12	0.852	30.8	8
18/03/2023	2	A1		44	0.851	30	8
21/03/2023	2	A1		44	0.851	33	8
17/04/2023	1	A1		44	0.845	30	8
17/04/2023	2	A1		91	0.850	30.9	8
18/04/2023	1	A1		44	0.850	30.7	8
20/04/2023	1	A1		91	0.850	30.7	8
12/05/2023	3	A1		12	0.848	30.9	8
13/05/2023	1	A1		44	0.847	31	8
13/05/2023	1	A1		44	0.847	31	8
13/05/2023	3	A1		12	0.849	30.7	8

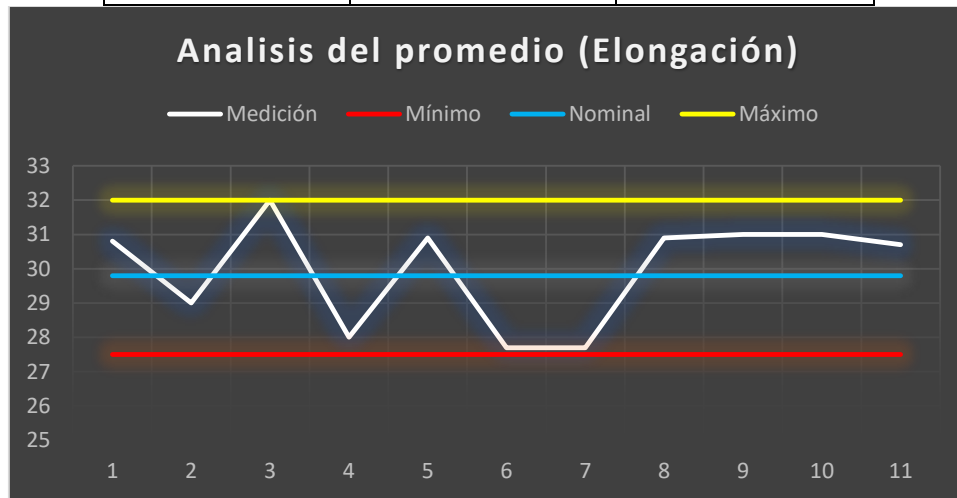
Tabla 16 División del producto A1 y calibre 8 - Mejora

Diámetro calibre 8 (A1)		
Mínimo	Nominal	Máximo
0.842	0.848	0.853



Grafica 11 Análisis del promedio (Diámetro), con tabla de límite mínimo y máximo producto A1 - mejora

Elongación calibre 8 (A1)		
Mínimo	Nominal	Máximo
30.0	33.5	35.0

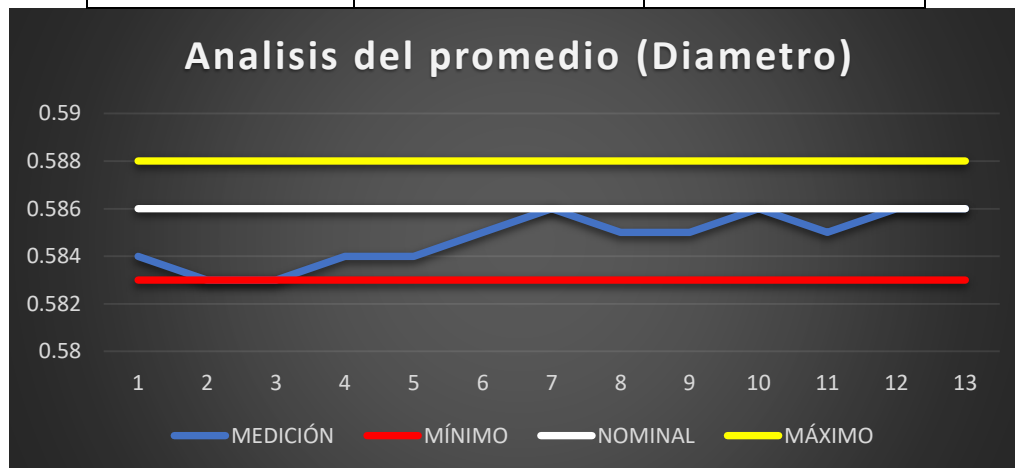


Grafica 12 Análisis del promedio (Elongación), con tabla de límite mínimo y máximo producto A1 – mejora

	Fecha	Turno	Código	O. P	Operador	Diámetro Prom.	Elongación Prom.	Calibre
13	12/03/2023	1	B1		44	0.684	30	10
17	16/03/2023	3	B1		44	0.683	30.6	10
25	24/03/2023	3	B1		12	0.683	40.2	10
29	10/04/2023	3	B1		44	0.684	30	10
30	11/04/2023	1	B1		29	0.684	30	10
31	11/04/0/23	2	B1		12	0.685	40.2	10
32	11/04/2023	3	B1		44	0.686	36	10
33	14/04/2023	1	B1		12	0.685	30	10
34	14/04/2023	2	B1		44	0.685	30	10
53	13/05/2023	3	B1		12	0.686	30	10
57	19/05/2023	2	B1		44	0.685	36	10
58	21/05/2023	2	B1		44	0.686	31	10
59	25/05/2023	1	B1		44	0.686	41	10

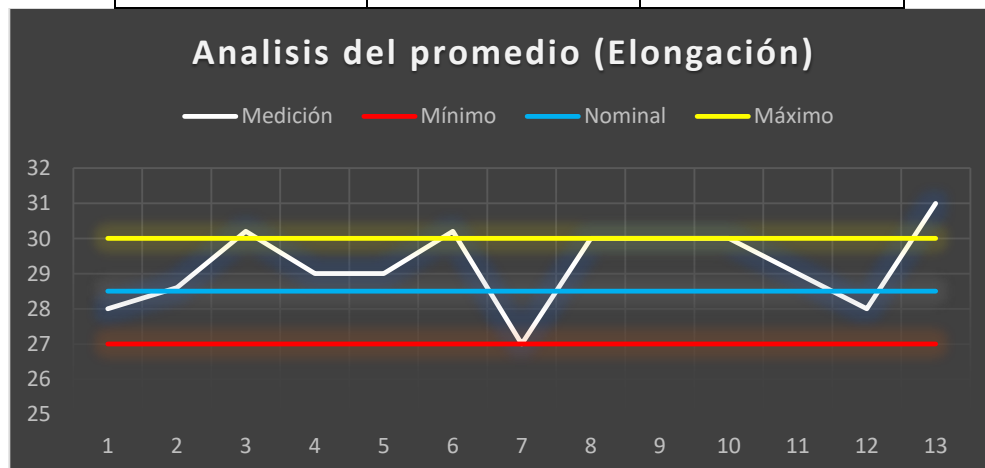
Tabla 17 División del producto B1 y calibre 10 - Mejora

Diámetro calibre 10 (B1)		
Mínimo	Nominal	Máximo
0.683	0.686	0.688



Grafica 13 Análisis del promedio (Diámetro), con tabla de límite mínimo y máximo producto B1 – mejora

Elongación calibre 10 (B1)		
Mínimo	Nominal	máximo
30.0	36.0	40.0



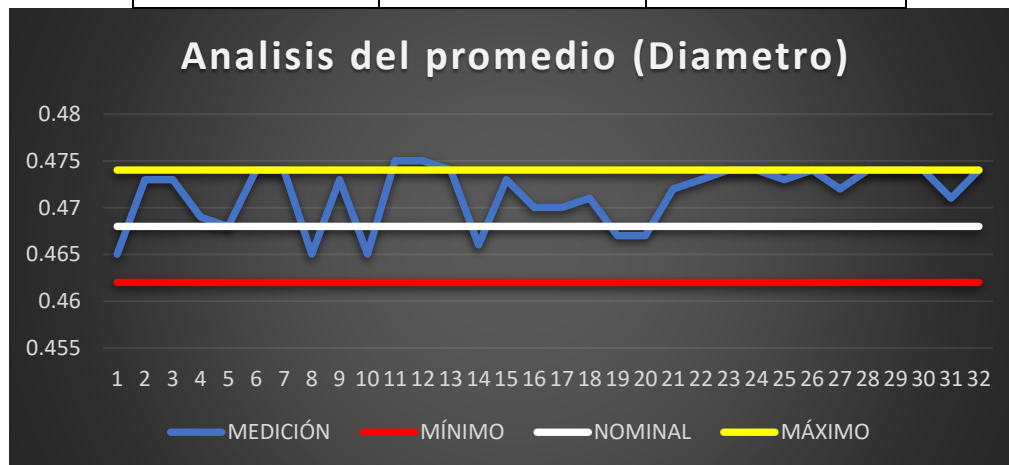
Grafica 14 Análisis del promedio (Elongación), con tabla de límite mínimo y máximo producto B1 – mejora

	Fecha	Turno	Código	O. P	operador	Diámetro Prom.	Elongación Prom.	Calibre
1	18/02/2023	3	C1		12	0.565	25.7	12
2	24/02/2023	2	C1		44	0.573	25	12
3	28/02/2023	2	C1		91	0.573	25.3	12
4	28/02/2023	2	C1		91	0.569	29.1	12
5	28/02/2023	2	C1		91	0.568	25.6	12
6	28/02/2023	2	C1		91	0.574	28	12
7	06/03/2023	3	C1		44	0.574	25	12
8	08/03/2023	1	C1		29	0.565	25	12
9	08/03/2023	2	C1		44	0.573	28	12
10	09/03/2023	2	C1		44	0.565	30	12
11	10/03/2023	2	C1		44	0.475	27	12
12	11/03/2023	1	C1		12	0.475	28.7	12
14	13/03/2023	3	C1		12	0.574	30	12
15	14/03/2023	1	C1		44	0.566	29.5	12
21	22/03/2023	2	C1		44	0.573	29.9	12
22	25/03/2023	3	C1		12	0.570	30.1	12
23	26/03/2023	1	C1		44	0.570	29	12
24	23/03/2023	3	C1		12	0.571	30	12
26	02/04/2023	2	C1		44	0.567	29	12
27	03/04/2023	2	C1		44	0.567	30.4	12
28	09/04/2023	3	C1		44	0.572	28	12
41	29/04/2023	1	C1		44	0.573	28	12
42	05/05/2023	1	C1		29	0.574	25.6	12
43	05/05/2023	3	C1		44	0.574	28	12
44	06/05/2023	2	C1		12	0.573	25.3	12
54	17/05/2023	3	C1		44	0.574	25.4	12
55	18/05/2023	1	C1		29	0.572	25.7	12
56	19/05/2023	1	C1		29	0.574	26	12
60	27/05/2023	1	C1		44	0.574	25.2	12
61	28/05/2023	3	C1		44	0.574	26	12
62	29/05/2023	3	C1		44	0.571	25.5	12
63	30/05/2023	2	C1		44	0.574	28	12

Tabla 18 División del producto C1 y calibre 12 - Mejora

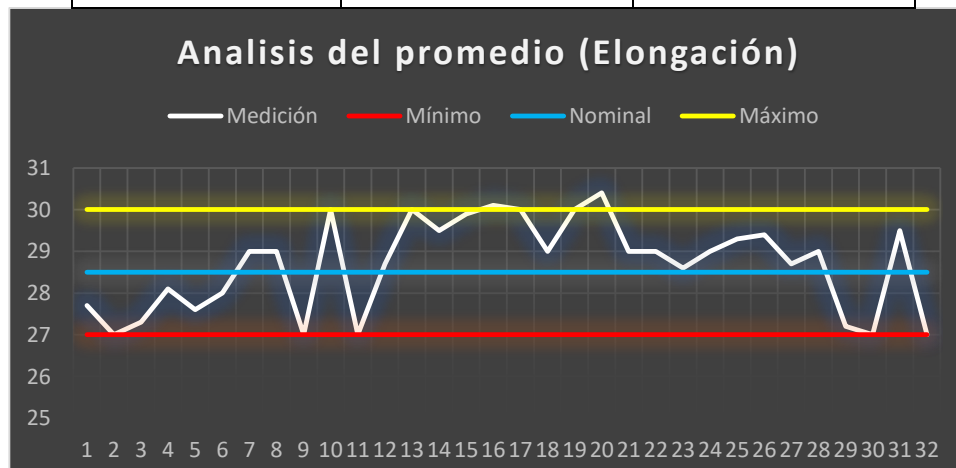
En la **tabla 18** podemos observar los datos obtenidos por cada operados, la variación se encontró en los números del diámetro por lo que su rango no alcanzo la mínima del límite, esto nos lleva hacer el control de quienes tiene problemas con las pruebas y de que forma poder solucionarlo, en la gráfica 15 se observa el comportamiento de estos datos.

Diámetro calibre 12 (C1)		
Mínimo	Nominal	Máximo
0.562	0.568	0.574



Grafica 15 Análisis del promedio (Diámetro), con tabla de límite mínimo y máximo producto C1 – mejora

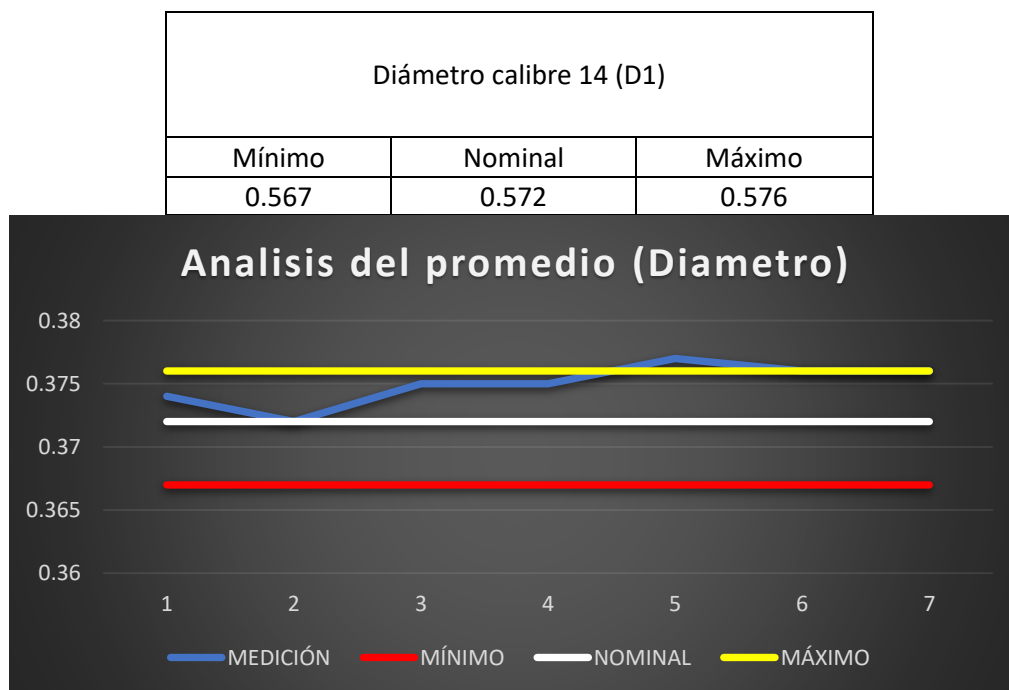
Elongación calibre 12 (C1)		
Mínimo	Nominal	Máximo
25.0	29.5	30.0



Grafica 16 Análisis del promedio (Elongación), con tabla de límite mínimo y máximo producto C1 – mejora

	Fecha	Turno	Código	O. P	Operador	Diámetro Prom.	Elongación Prom.	Calibre
16	15/03/2023	3	D1		17	0.574	29.5	14
39	20/04/2023	3	D1		12	0.572	33.7	14
40	22/04/2023	3	D1		44	0.575	30	14
45	08/05/2023	1	D1		12	0.575	28.7	14
46	08/05/2023	2	D1		44	0.577	29	14
47	12/05/2023	1	D1		44	0.576	35	14
48	12/05/2023	2	D1		44	0.576	35	14

Tabla 19 División del producto D1 y calibre 14 – Mejora



Grafica 17 Análisis del promedio (Diámetro), con tabla de límite mínimo y máximo producto D1 – mejora

CONCLUSIÓN – EXPERIENCIA

La conclusión fundamental es que, con la aplicación del ciclo Deming y el control estadístico de proceso en la máquina 122 “Trefilado multi hilos, diferentes calibres” se encontró mejorar la variación de las muestras de la elongación y diámetro de los hilos de la maquina ya antes mencionada, disminuye al observar las gráficas del cómo se comportan sus datos al pasar del rango, por lo que era más factible y fácil saber que debían realizar nuevamente la prueba, por lo que, ahora, una de cada diez muestras de los operadores tiene dificultades con los datos, a diferencia de los meses anteriores siete de cada diez muestras de los operadores generaban datos con demasiada variabilidad fuera de los límites de calidad.

En la realización de este proyecto, cursando residencias profesionales permite desarrollar destrezas, habilidades, conocimientos académicos y personales, adquirir experiencia que prepare la mente para nuevos retos.

He aprendido que para realizar un trabajo es necesario organización de manera correcta por medio de una planificación de actividades que se deben realizar para obtener esos objetivos deseados, realizar una reflexión de la experiencia vivida en esta redacción, puedo decir que, ha sido muy significativo en cuanto a mi formación como ingeniero es todo un desafío no es una tarea sencilla, es tomar en cuenta múltiples factores e imprevistos que pueden llegar a ocurrir que estén fuera de nuestro control, como lo puede ser el tiempo, condiciones climáticas, modificación de algunos contenidos que en su momento fueron de mucha ayuda, la comunicación con las personas entre otras cosas de las cuales se debe estar preparado y adaptarse a nuevas circunstancias.

La experiencia en prácticas profesionales es un paso intermedio entre donde estas y como visualizas tu futuro

COMPETENCIAS DESARROLLADAS

A lo largo del proceso de mi aprendizaje logre identificar que existen diferentes obstáculos y limitantes como también competencias que incitan a demostrar carácter y actitudes que promuevan la solución de dichos casos, sin embargo, las ideas comienzan entrando a un aula y comenzando la adquisición del conocimiento basto y necesario en una butaca.

Comunicación y trato con las personas

Es de saber que cada uno de los compañeros que laboran dentro de Prysmian cumplen con sus propias responsabilidades u o actividades, por lo que es complicado tener su disponibilidad a un 100% para resolver alguna duda, tener una buena actitud, pues al final del día todos dentro de la planta tiene un mismo objetivo.

Trabajo en equipo

Este es un tema de suma importancia, fundamental no solo en el ámbito profesional sino también en el de vida, habiendo muchas de las personas involucradas en este proyecto, fue importante estar en la misma sintonía.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Ana, S. O. (26 de Septiembre de 2016). Control Estadístico del Proceso. *Ingeniería industrial*, 1(47).
- C.V, G. C. (2023). *Espacio de General Cable*. México.
- Castellanos Martel, I. (2018). *Ciclo Deming para mejorar la productividad en los procesos de una empresa textil*. Huancayo, Univercidad Peruana los Andes, Perú.
- Castillo, L. (2019). *El modelo Deming (PHVA) como estrategia competitiva para realizar el potencial administrativo*. Bototá D.C, Colombia.
- Claudia, S. (05 de Mayo de 2016). HERRAMIENTAS DE CALIDAD EN PROCESOS. 4(23).
- Manuel, G., & Ráez, L. (3 de Agosto de 2003). Mejora continua de la calidad en los procesos. 6(1), págs. 89-94.
- Mendoza, V., & Pedro, N. d. (2004). *El control estadístico de procesos(SPC):aplicacionesybeneficios en la industria*. Univercidad del Balle de México.
- Ortiz, Y. C., & González, G. M. (18 de Julio de 2018). Control estadístico de procesos en organizaciones del sector servicios. *Respuestas*, 23(S1), págs. 42-29.
- Roberto, C. (2019). *Control Estadistico de Proceso* (1 ed.). (F. d. sociales, Ed.) Univercidad Nacional de Mar del Planta.