



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Apizaco

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

**"IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS
PARA EL CONTROL DE GRAMAJES EN TELARES DE TEJIDO
DE PUNTO"**

**TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA
PROFESIONAL**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PRESENTA:
STEFANY FARIDY TORIZ ROMANO**

**NOMBRE DEL ASESOR:
DR. CRISANTO TENOPALA HERNÁNDEZ**



APIZACO, TLAX., FEBRERO 2025

Apizaco, Tlax. 19/abril/2024

Asunto: Liberación de Proyecto para Titulación integral

MARTÍN ROJAS RAMÍREZ
JEFE DE LA DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES
PRESENTE

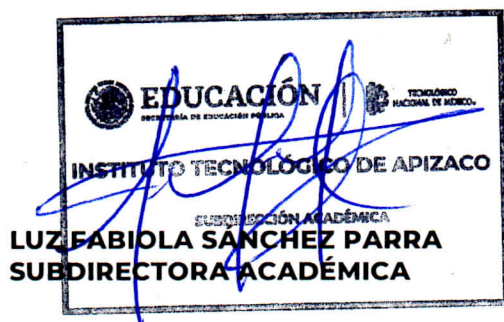
Por este medio le informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la Titulación integral:

Nombre del Egresado:	STEFANY FARIDY TORIZ ROMANO
Carrera:	INGENIERÍA INDUSTRIAL
No. De control:	18371211
Nombre del proyecto:	"IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS PARA EL CONTROL DE GRAMAJES EN TELARES DE TEJIDO DE PUNTO"
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®




CRISANTO TENOPALA HERNÁNDEZ
ASESOR INTERNO

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



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Tzompantepec, Tlaxcala, 13 /febrero/2025

TORIZ ROMANO STEFANY FARIDY.
EGRESADA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL.
CON NÚMERO DE CONTROL 18371211.
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 RESIDENCIA PROFESIONAL** y cuyo tema es: **IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS PARA EL CONTROL DE GRAMAJES DE TELARES DE TEJIDO DE PUNTO**, 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 la:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Debiendo entregar **2 USB** del mismo, apropiadamente empastados, a la brevedad, para presentar su Acto de Recepcion Profesional.

Sin otro particular por el momento me despido.

ATENTAMENTE

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



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

DIVISIÓN DE
ESTUDIOS PROFESIONALES

ISRAEL JORGE SÁNCHEZ SÁNCHEZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ccp. Archivo
ijss/aehs -



2025
Año de
La Mujer
Indígena

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 | apizaco.tecnm.mx



Agradecimientos

Agradezco a Grupo Textil Providencia por darme la oportunidad de realizar mis residencias profesionales, asimismo a la Ing. Rosa María Rosete Flores por su asesoría para la realización de este proyecto, gracias por sus consejos y paciencia, agradezco al personal que colaboró con sus experiencias para llevar a buen puerto este trabajo, de manera especial mi gratitud a mi asesor interno el Dr. Crisanto Tenopala Hernández por sus observaciones y sugerencias a través de todo el desarrollo del proyecto y guiarme para no perder el objetivo.

Resumen

Grupo Textil Providencia es una empresa mexicana dedicada a la fabricación y comercialización de cobertores, edredones, artículos de cama, entre otros.

Gracias a programas técnicos de liderazgo, operativos y de gestión de procesos enfocados en la calidad y productividad, pero sobre todo basados en altos estándares de calidad total, los productos de Providencia han ganado reputación y reconocimiento de forma constante por su compromiso con las exigencias de los clientes que adquieren su diversidad de artículos.

El presente proyecto se enfoca principalmente en el uso de herramientas de calidad para analizar y controlar los gramajes específicamente en los telares de tejido de punto ya que la empresa necesita conocer de manera oportuna la variación de los gramajes con respecto a su gramaje teórico, esto contribuye a la toma de decisiones para el proceso productivo, además de que facilita el reconocimiento de los telares críticos, estos telares son los que tienden a tener mucha variación y por lo tanto, afectan al proceso.

Mediante la utilización de herramientas como gráficos de control, es posible visualizar el comportamiento de los gramajes, esto nos brinda información acerca de si el proceso se encuentra en una condición estable, para ello se recolectaron datos durante dos meses y posteriormente fueron analizados, para realizar tal tarea se optó por realizar gráficos de control para variables individuales, logrando con ello identificar cuatro telares críticos, también se llevó a cabo la utilización del famoso Diagrama de Ishikawa donde se comprendió de manera puntual las causas de variación del gramaje y de esta forma, brindar algunas recomendaciones, por otra parte, también se elaboró un Diagrama de Flujo que nos permitió llevar a cabo nuestro segundo análisis en el cual, mediante dicho diagrama, fuimos controlando los telares críticos, en este proyecto, agregamos 16 semanas más recolección de datos y se muestra detalladamente cómo se lleva en curso la ejecución de éste en los telares críticos, todas estas herramientas nos ayudan a conocer los problemas de manera oportuna para la correcta toma de decisiones y de esta forma, seguir asegurando un producto de calidad.

Índice

Agradecimientos	4
Resumen.....	5
Introducción	9
1. Descripción de la empresa	11
1.1 Generalidades de la empresa.....	11
1.1.1 Política de calidad.....	11
1.1.2 Misión.....	11
1.1.3 Visión	11
1.1.4 Valores.....	11
1.2 Descripción del área de trabajo	12
1.3 Problemas a resolver.....	12
1.4 Objetivos	12
1.4.1 Objetivo general.....	12
1.4.2 Objetivos específicos.....	12
1.5 Justificación	13
2. Marco teórico.....	14
2.1 Industria textil en Tlaxcala	14
2.2 Tipos de tejido.....	16
2.3 Gramaje textil.....	19
2.4 Calidad en la industria.....	19
2.5 Control de calidad	23
2.5.1 Control de calidad en la industria textil	23
2.6 Estadística.....	25
2.6.1 Técnicas estadísticas	26
2.7 Herramientas básicas para la calidad.....	28
2.7.1 Diagrama de causa-efecto (Diagrama de Ishikawa)	29
2.7.2 Diagramas de control	33
2.7.3 Diagrama de flujo	40
3. Desarrollo	41
3.1 Áreas que comprenden la empresa.....	41
3.2 Tipos de tela y gramajes.....	43

3.3 Implementación de formatos para la recolección y registro de datos	45
4. Resultados	55
4.1 Análisis estadístico	55
4.1.1 Gráficos de control	55
4.1.2 Diagrama de Ishikawa	59
4.1.3 Diagrama de flujo	60
4.2 Control de gramajes en Telares Críticos.....	63
5. Conclusiones	72
5.1 Conclusión del proyecto.....	72
5.2 Recomendaciones	72
5.3 Experiencia profesional adquirida.....	73
6. Competencias desarrolladas	73
7. Referencias bibliográficas	74

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Tejido plano.....	17
Ilustración 2. Tejido de punto	17
Ilustración 3. Tejido circular	18
Ilustración 4. Ciclo de la calidad.	22
Ilustración 5. Símbolos estándar para diagramas de flujo.	40
Ilustración 6. Tipos de telas.....	43
Ilustración 7. Identificación de telares por gramaje.	44
Ilustración 8. Identificación de telares por gramaje.	45
Ilustración 9. Método de recolección de datos.....	47
Ilustración 10. Gráfico de control para variables individuales. Telar 31.	55
Ilustración 11. Gráfico de control para variables individuales. Telar 39.	57
Ilustración 12. Gráfico de control para variables individuales, Telar 4.	58
Ilustración 13. Gráfico de control para variables individuales, Telar 3.	58
Ilustración 14. Diagrama de Ishikawa para la variación de gramaje.....	59
Ilustración 15. Diagrama de flujo para el control de gramajes.....	61
Ilustración 16. Gráfico dinámico del muestreo del telar 31.....	64
Ilustración 17. Gráfico dinámico del muestreo del telar 39.....	66
Ilustración 18. Gráfico dinámico del muestreo del telar 3.....	68
Ilustración 19. Gráfico dinámico del muestreo del telar 4.....	70

Índice de Tablas

Tabla 1. Identificación de gramajes.	44
Tabla 2. Identificación de turno	44
Tabla 3. Formato para la recolección de datos.....	46
Tabla 4. Registro para el control de gramajes, Serenity.	48
Tabla 5. Registro para el control de gramajes. Excel 380 gr.	49
Tabla 6. Registro para el control de gramajes. Velvet 220 gr.	49
Tabla 7. Registro para el control de gramajes. Rayas 300 gr.	50
Tabla 8. Registro para el control de gramajes. Elastic.	50
Tabla 9. Registro para el control de gramajes. Oveja.	51
Tabla 10. Registro para el control de gramajes. Telas Especiales.....	51
Tabla 11. Registro para el control de gramajes. Dubetina.....	52
Tabla 12. Registro para el control de gramajes. Velvet 100 140 gr.	53
Tabla 13. Registro para el control de gramajes. Toalla.	53
Tabla 14. Datos recolectados del telar critico 1.....	55
Tabla 15. Datos recolectados del telar critico 2.....	56
Tabla 16. Datos recolectados del telar critico 3.....	57
Tabla 17. Datos recolectados del telar critico 4.....	58
Tabla 18. Datos recolectados del telar 31.....	63
Tabla 19. Datos recolectados del telar 39.....	65
Tabla 20. Datos recolectados del telar 3.....	67
Tabla 21. Datos recolectados del telar 4.....	69

Introducción

Para Providencia la calidad representa un factor a cuidar a lo largo de su proceso productivo e intervenir oportunamente ante cualquier situación que lo requiera para asegurar un producto de primera y de esta forma, seguir poniendo en alto el nombre de la empresa y mantenerse a nivel mundial por sus excelentes productos.

Durante la primera parte se presentan las generalidades del proyecto en las cuales se menciona la descripción de la empresa, así como a qué se dedica el departamento de Calidad y Control de Procesos, donde fui asignada para el desarrollo de este proyecto. Por otra parte, también se enumeran los problemas a resolver haciendo conciencia de la importancia de controlar los gramajes y visualizar su comportamiento durante un periodo de tiempo establecido, finalmente tenemos los objetivos que se pretenden abordar a lo largo del proyecto y la justificación donde se enuncia la importancia que tiene la realización de este.

El segundo apartado presenta el marco teórico donde se localizan los fundamentos teóricos que nos brindaran información existente sobre el tema para tener antecedentes y de esta forma no cometer errores en nuestro estudio a desarrollar o a prevenir de ser posible, nos da guías de cómo hacer el estudio o a dónde dirigirlo, nos ayuda también a centrarnos en el problema estudiado y no desviarnos de él.

La tercera parte nos expone el desarrollo del proyecto, en esta sección abordaremos el procedimiento y la descripción de las actividades que se realizaron para la recolección de datos el cual se comprende de tres fases.

El cuarto apartado presenta los resultados, se muestra cómo se llevó a cabo el análisis estadístico a través de herramientas básicas de calidad en el cual se muestran los telares críticos obtenidos y se lleva a cabo la realización de un diagrama de Ishikawa donde se exponen las causas de la variación del gramaje, además, se elaboró un Diagrama de Flujo donde se ejemplifican los pasos que debemos seguir para darle control a los rollos que presentan variaciones con

respecto a su gramaje teórico, para este punto, se hizo una segunda observación y se presenta como fue su control a través de 16 semanas.

Finalmente, la conclusión hace referencia al trabajo realizado del proyecto, las recomendaciones que se le hace a la empresa, así como la experiencia profesional adquirida a lo largo del periodo de estancia en la empresa. Asimismo, se enumeran las competencias desarrolladas.

Para complementar este proyecto se muestran las fuentes de información utilizadas.

1. Descripción de la empresa

1.1 Generalidades de la empresa

Empresa mexicana fundada en 1958, dedicada al diseño, desarrollo, fabricación y comercialización de cobertores, edredones y artículos de cama, ocupando el primer lugar de preferencia a nivel nacional.

Está integrada por diferentes procesos de producción, creando artículos innovadores con la más alta calidad, evolucionando para mejorar los procesos y variedad de productos, proporcionando así valor superior a los clientes.

Providencia ha construido proyectos globales y llevando su variedad de productos a más de 20 países como: UK, Taiwán, Japón, Australia, USA, Centro América y Sudamérica entre otros; con presencia en los 5 continentes logrando un excelente posicionamiento alrededor del mundo.

1.1.1 Política de calidad

Es compromiso común de los integrantes del Grupo Textil Providencia, el de trabajar con un Sistema de Calidad que establezca procesos de mejora continua, para la producción de cobertores, edredones y artículos de cama, innovando y desarrollando productos competitivos, con la mejor calidad que nuestros clientes se merecen, cumpliendo con aspectos en seguridad, legalidad y medio ambiente.

1.1.2 Misión

Cumplir con los requerimientos de nuestros clientes internos y externos, mediante una comunicación efectiva y con el compromiso de hacer nuestro trabajo bien desde la primera vez y para siempre.

1.1.3 Visión

Ser una empresa altamente productiva y competitiva a nivel mundial en la elaboración de cobertores, edredones y artículos de cama.

1.1.4 Valores

- Colaboramos con responsabilidad
- Valoramos el respeto
- Multiplicamos la eficiencia
- Trabajamos con integridad

- Buscamos la empatía
- Servimos con pasión
- Forjamos el compromiso

1.2 Descripción del área de trabajo

Calidad y Control de Procesos es la encargada de asegurar que el producto terminado cumpla los estándares de calidad para garantizar la satisfacción del cliente. El departamento asegura a través de todo el proceso productivo que cumpla con las normas requeridas para asegurar un producto de primera.

1.3 Problemas a resolver

El problema principal que se pretende analizar es la variación de gramajes con respecto a su gramaje teórico. Dentro del área de tejido se cuenta con 68 telares que, a su vez, producen distintos tipos de tela para los diferentes productos que Providencia ofrece, la tela que se fabrica cuenta con un peso establecido. La variación dentro de un proceso productivo es un tema común, sin embargo, los valores reales deben ser analizados debidamente para saber si se encuentra dentro del rango de tolerancias, por lo que es importante ver su comportamiento a través de cierto periodo de tiempo.

De igual manera, se pretende conocer los telares que cuentan con mayor problema para lograr alcanzar su peso óptimo y así descubrir la situación que ocasiona problemas dentro del proceso de producción ya que no cumple con las especificaciones requeridas o es rechazado por el cliente final.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Implementar herramientas estadísticas para analizar y controlar los gramajes dentro del área de tejido de punto para la toma de decisiones.

1.4.2 Objetivos específicos

- Desarrollar e implementar formatos para el registro de gramajes.
- Recolectar y analizar los datos obtenidos a través de gráficos.
- Analizar los telares que cuentan con mayor variación con respecto a su gramaje teórico.

- Determinar las causas que originan variación en cuanto al gramaje.
- Proponer soluciones de mejora.

1.5 Justificación

Actualmente Providencia es una empresa productora de cobertores que ocupa el primer lugar de cobertura en el mercado nacional y de posicionamiento por exportaciones a Norteamérica, Europa y América Latina, es por eso por lo que el concepto de la calidad es muy importante y por ello se recurre a la integración de diferentes estrategias para asegurarse de que todos los productos son de la más alta calidad, de esta manera, Providencia ha tenido la capacidad de ser una empresa competitiva dentro del mercado textil.

El presente proyecto es realizado para contribuir en el control de los gramajes en telares de tejido de punto ya que el área se ve con la necesidad de monitorear los pesos de las telas con respecto a sus gramajes teóricos, de esta manera, podemos visualizar la variación de estos y se podrá recurrir a la toma de decisiones, es conveniente analizar frecuentemente los gramajes para no tener inconvenientes dentro del proceso de producción y si por el contrario hay telares que presentan problemas, poder actuar de inmediato, esto asegurará una mejor calidad en los productos y evitar productos secundarios.

2. Marco teórico

2.1 Industria textil en Tlaxcala

En el libro “Historia y sociedad en Tlaxcala” emitida por el Gobierno del estado de Tlaxcala en 1991, nos sumerge en los inicios de la Industria Textil en dicho estado, donde, desde épocas remotas, Tlaxcala se había distinguido por ser una región con población mayoritariamente dependiente de la agricultura, pero paralelamente a ésta se habían desarrollado otras actividades. Es muy factible que la pérdida de sus tierras o el poco rendimiento de estas hayan motivado a sus habitantes a conjuntar varias actividades.

Ya desde la época virreinal comienza en esa parte del estado un florecimiento de las actividades textiles; sin embargo, la industrialización no llega a Tlaxcala sino a finales del siglo XIX, Cuando empieza a configurarse lo que será la incipiente industria textil. El establecimiento de las primeras fábricas textiles en la zona centro-sur fue una gran importancia para el estado que fue precedido de una serie de factores que permitieron el nacimiento de la industria textil.

Entre ellos estaba la construcción y extensión de los ferrocarriles, principalmente el mexicano, el interoceánico y el local de Santa Ana Chiautempan a Tlaxcala. Este fue un hecho notable que favorecía enormemente a las primeras fabricas que mediante ramales se vieron conectadas a los principales mercados del país. (Gobierno del Estado de Tlaxcala, 1991)

Rendon en su artículo dice que, en Tlaxcala, la elaboración de textiles ya contaba con una gran tradición entre la población prehispánica, la cual adornaba sus trabajos con variados colores que se obtenían de tinturas de origen animal y vegetal. La colonización española enriqueció esta actividad no solamente con nuevos materiales como la seda y la lana, sino también introduciendo nuevas técnicas y formas de organización del trabajo. En este periodo se establecieron los primeros obrajes, principalmente en Apizaco y en Tlaxcala, dando lugar a una red de productores domésticos que giraban a su alrededor. (Rendon R., 1996)

Por otra parte, Thomson nos señala que la industria textil lanera de la Colonia se nutrió de los artesanos de Castilla, centro industrial europeo muy importante en

aquella época. Los obrajes de lana se concentraron inicialmente en Puebla de los Ángeles y paulatinamente se distribuyeron en el territorio de tal forma que a finales del siglo XVI se habían extendido a Texcoco y a la ciudad de México, y durante el siglo XVII se dirigieron hacia el Bajío. Mientras tanto, los productos textiles de algodón fueron considerados como un trabajo artesanal de los indios, de entre los que destacaron los habitantes de Contla, Tlaxcala. (Thomson Guy, 1999)

Para Warshaw, la industria textil (del latín *texere*, tejer) se refería en un principio al tejido de telas a partir de fibras, pero en la actualidad abarca una amplia gama de procesos, como el punto, el tufting o anudado de alfombras, el enfurtido, etc. Incluye también el hilado a partir de fibras sintéticas o naturales y el acabado y la tinción de tejidos.

En épocas prehistóricas se utilizaban pelo de animales, plantas y semillas para obtener fibras. La seda empezó a utilizarse en China alrededor del año 2600 a.C., y a mediados del siglo XVIII de la era actual se crearon las primeras fibras sintéticas. Aunque las fibras sintéticas elaboradas a partir de celulosa o productos químicos derivados del petróleo, solas mezcladas entre sí o con fibras naturales se emplean cada vez más, no han conseguido eclipsar por completo a los tejidos de fibras naturales, como la lana, el algodón, el lino o la seda. La seda es la única fibra natural formada por filamentos que se retuercen para obtener un hilo. Las demás fibras naturales hay que estirarlas, disponerlas en paralelo peinándolas y torsionándolas en una máquina continua de hilar que hace el hilo.

La fabricación de tejidos tiene una historia similar. Ya desde sus orígenes en la antigüedad, el telar manual ha sido la máquina básica para tejer. Las mejoras mecánicas empezaron en tiempos muy antiguos con el desarrollo del lizo, al que se van uniendo hilos de urdimbre alternos; en el siglo XIII d.C. se introdujo la cárcola o pedal, que permite manipular varios grupos de lizos. Con la incorporación del batán sobre bancada, que golpea la trama o los hilos de la trama para colocarlos en su lugar, el telar “mecanizado” se convirtió en el instrumento predominante en Europa y, excepto en las culturas tradicionales donde se mantuvo el manual, en todo el mundo. La lanzadera volante, inventada por John Kay en 1733, permite al tejedor

impulsar la lanzadera automáticamente a todo lo ancho del telar, y fue el primer paso hacia la mecanización de la tejeduría. Edmund Cartwright desarrolló el telar accionado a vapor y en 1788, junto con James Watt, fundó en Inglaterra la primera fábrica textil accionada por vapor. Esto acabó con la dependencia que los talleres textiles tenían del agua, necesaria para accionar las máquinas; ahora podían instalarse en cualquier lugar.

En un principio se utilizaban tintes naturales para dar color a hilos y tejidos, pero el descubrimiento de los colorantes derivados del alquitrán de hulla en el siglo XIX y de las fibras sintéticas en el XX estimuló el continuo perfeccionamiento de la tintorería. La primera técnica de estampado fue la impresión con bloques coloreados (la serigrafía para tejidos se desarrolló a mediados del siglo XVII), pero pronto fue sustituida por el estampado mecánico.

Al principio, los tejidos se acababan por cepillado o tundido de la superficie, relleno o apresto de la tela, o tratamiento en calandria de rodillos para darle aspecto lustroso. Ahora los géneros se pre encogen, se mercerizan (los hilos y tejidos de algodón se tratan con soluciones cáusticas para mejorar la resistencia y el brillo) y se someten a muy variados tratamientos de acabado para hacerlos inarrugables, mantener los pliegues y mejorar la resistencia al agua, el fuego y el enmohecimiento. (Warshaw, s.f.)

2.2 Tipos de tejido

Para Hilados de Alta calidad, se conoce como una Tela al “producto textil resultante de entrelazar una serie de hilos, regularmente la tela tiene forma de una lámina con cierta resistencia y puede ser elástica y flexible.

Por lo general las Telas se fabrican en máquinas mecánicas o electromecánicas conocidas como telares, aunque también existen telas no tejidas.

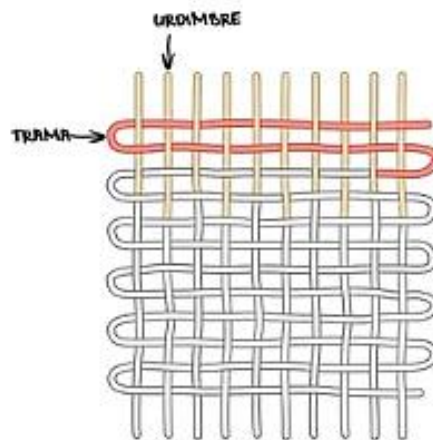
Los tejidos se clasifican según su estructura, siendo los más básicos el Tejido Plano, el Tejido de Punto y el No Tejido.

- **Tejido Plano**

Los telares planos tienen unos dispositivos que se llaman marcos o lisos, y de ellos cuelgan unas laminillas de acero, con un pequeño orificio en la mitad, a los cuales se les conoce como mallas o guía-hilos. Es por estas mallas que pasan los hilos de Urdimbre (ver ilustración 1), previamente enrollados en plegadores o carretes, por una máquina llamada Urdidor.

La función de los marcos es subir y bajar determinados hilos de la urdimbre, para que por la mitad pase el hilo de trama, formando así el tejido”.

Ilustración 1. Tejido plano

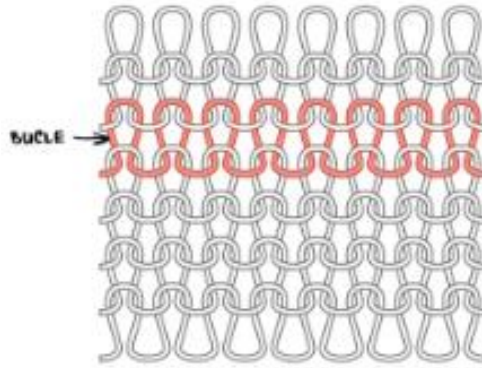


Nota. La Urdimbre es el conjunto de hilos que van en el sentido vertical del telar, y la trama es la serie de hilos que cruzan con la urdimbre en un sentido horizontal al telar. Tomado de *Hilados de Alta Calidad*, 2020.

- **Tejido de punto**

En este tipo de tejido la malla se va formando horizontalmente, por varios hilos, es llamado indesmallable, porque es prácticamente imposible que se deshaga, se utiliza para lencería y corsetería (Ver ilustración 2).

Ilustración 2. Tejido de punto



Nota. Básicamente existen dos tipos de tejido de punto: por trama, conocido como tejido circular y por urdimbre, incluyendo Tricot y Raschel. Tomado de *Hilados de Alta Calidad, 2020*.

Se dice que estos tejidos tienen lo mejor de los dos mundos, combinando las mejores cualidades del tejido de punto e imitando muchos aspectos del telar plano.

- **Tejido Circular**

Uno o varios hilos juntos van formando la malla en sentido transversal, resulta en una tela elástica que se emplea para la elaboración de prendas deportivas, ropa interior, medias y calcetas, etc. (Ver ilustración 3).

Ilustración 3. Tejido circular



Nota. Tomado de *Hilados de Alta Calidad, 2020*)

La tela sale de la máquina en forma de tubo que después se abre para teñir y acabar. (Hilados de Alta Calidad, 2020).

2.3 Gramaje textil

Damaso nos señala que “el gramaje tiene como objetivo calcular el espesor, peso o grosor de un textil por metro cuadrado. El resultado del producto final podría verse influenciado dependiendo del gramaje que tenga la tela”. (Damaso, 2023)

Esto se refleja en su grosor y la cantidad de hilos, el tramado y la urdimbre del tejido. “El gramaje influye el brillo, calidad, estabilidad, dureza, resistencia contra impactos, desgaste, plano y elasticidad.

Conocer el gramaje de las telas es importante debido a que las características de la tela pueden afectar directa o indirectamente al funcionamiento óptimo de la prenda en cuestión. En estos casos, el gramaje de las telas está relacionado directamente a la calidad, durabilidad, resistencia y usabilidad de la pieza textil en cuestión.

Es cierto que el gramaje nos indica el peso de la tela, pero también nos dice del grosor del tejido en cuestión. Y ambos tienen que ver con la cantidad de hilos por pulgada cuadrada de tela”. (Almacenes Freigenedo, s.f.)

2.4 Calidad en la industria

Para Bestterfield, cuando se usa el termino de calidad, “solemos imaginar un excelente producto o servicio, que cumple o rebasa nuestras expectativas. Estas expectativas se basan en el uso que se pretende dar y en el precio de venta. Por ejemplo, el cliente espera un desempeño diferente entre una rondana plana de acero y una rondana cromada de acero, porque son de distintos grados. Cuando un producto sobrepasa nuestras expectativas, a eso lo consideramos calidad. Entonces, la calidad es algo intangible que se basa en la percepción.

La calidad se puede definir como sigue:

$$Q = \frac{P}{E}$$

Donde:

Q= Calidad

P= Desempeño

E= Expectativas

Si Q es mayor que 1.0, el cliente tiene una buena noción del producto o servicio. Es claro que la determinación de P y E se basará con más probabilidad en la percepción, donde el vendedor determina el desempeño y el cliente determina las expectativas. Las expectativas de los clientes son cada vez más demandantes.” (Bestterfield D.,2009)

La American Society for Quality (ASQ) estipula que “la calidad es fundamental para que las operaciones de fabricación mantengan la competitividad. Las organizaciones cuentan con mediciones estratégicas durante todo el proceso para garantizar la calidad. Indicadores como bien a la primera y desperdicio se monitorean continuamente para medir los niveles de calidad. Estos sistemas de medición proporcionan una capa de mejora de la calidad. La segunda capa que a menudo se pasa por alto es el factor humano. El proceso descrito en esta columna se utiliza para desarrollar este factor no medido de mejora de la calidad. Este proceso se concentra en el desarrollo de la fuerza laboral para adoptar una mentalidad de calidad”. (ASQ, 2022)

Ahora bien, la norma ISO 9000: 2000, la calidad se define como el grado con el que un conjunto de características inherentes cumple los requisitos. Grado significa que se puede usar calidad con adjetivos como mala, buena y excelente. Inherente se define como que existe en algo, en especial como una característica permanente. Las características pueden ser cuantitativas o cualitativas. Un requisito es una necesidad o expectativa que se especifica; en general está implícita en la organización, sus clientes y otras partes interesadas, o bien es obligatoria.

Carro indica que “El mejoramiento de la calidad se basa en la vigilancia continua de los insumos y de los productos durante los procesos de elaboración de diferentes bienes o servicios. Cuando es posible medir o comparar los insumos y productos, las herramientas estadísticas como graficas de control son útiles para evaluar el grado de conformidad alcanzado con respectos a las especificaciones. (Carro, s.f)

Otro enfoque, es la aplicación de técnicas estadísticas para determinar si una cantidad de material determinada o un producto que ya ha sido fabricado debe aceptarse o rechazarse, a partir de la inspección o prueba de una muestra. Además, pueden usarse graficas estadísticas y diagramas con el objeto de juzgar la calidad de productos o servicios”.

Un producto es de buena calidad cuando es confiable, servicial y durable.

Los factores que afectan la calidad según Lockupan son:

- Materia prima
- Maquinaria y equipos
- Mano de obra calificada
- Métodos de fabricación
- Condiciones ambientales (medio ambiente).

Para que el control de calidad tenga éxito en cualquier actividad industrial, es necesario contar con el apoyo decisivo de la Gerencia de la empresa, pero más importante aún es despertar la conciencia de calidad en los en los trabajadores en todos los niveles desde los altos directivos hasta el último de los trabajadores. (Lockupan, 2012)

Finalmente, Gutiérrez Pulido nos hace mención que la calidad “se relaciona ante todo con la satisfacción del cliente, que está ligada a las expectativas que éste tiene con respecto al producto o servicio. Las expectativas son generadas de acuerdo con las necesidades, los antecedentes, el precio del producto, la publicidad, la tecnología, la imagen de la empresa, etc. Se dice que hay satisfacción cuando el cliente percibe del producto o servicio al menos lo que esperaba”. (Gutiérrez Pulido, 2009)

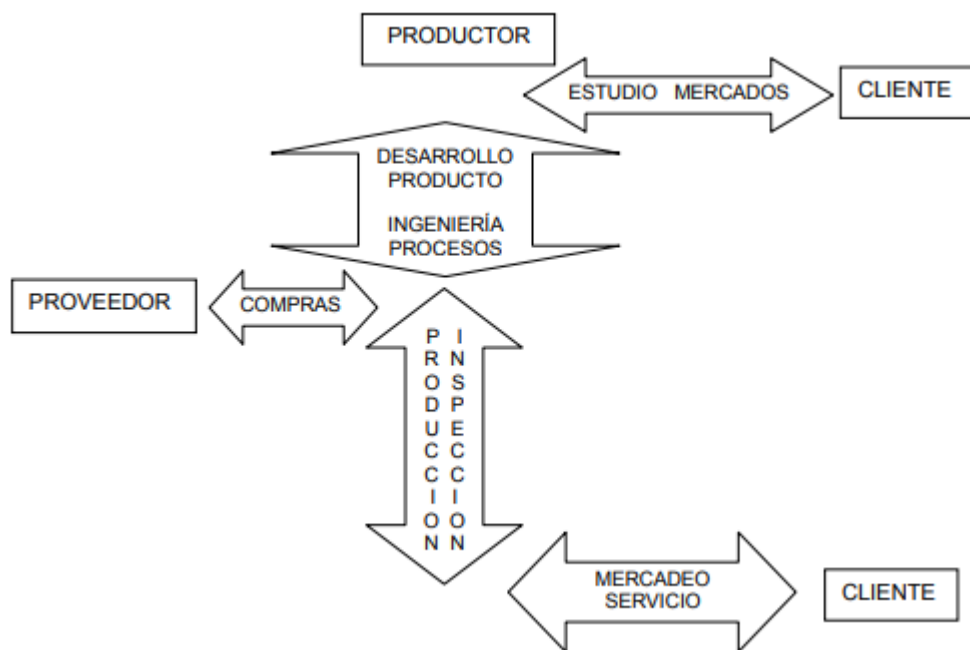
Ciclo de calidad

Rondan, expresa que el ciclo de la calidad es una secuencia de actividades a través de las cuales el productor logra la aptitud de uno de un producto o servicio.

El ciclo de calidad de las unidades productivas está integrado por los siguientes elementos:

- Identificación de las necesidades del cliente o usuario (Estudio de mercados)
- Diseño del producto o servicio capaz de satisfacer estas necesidades (Desarrollo del producto)
- Diseño de los procesos de producción (Ingeniería de Procesos)
- Adquisición de: Talento, tecnología, equipos, materias primas e insumos (Compras)
- Producción
- Inspección de entradas y salidas del proceso productivo, esto es, materias primas, producto en proceso y producto terminado (Control de Calidad)
- Mercadeo (Ventas)
- Servicios post venta. (Rondan, 2013)

Ilustración 4. Ciclo de la calidad.



Nota. Recuperado de Rondan 2013. Control estadístico de la calidad.

2.5 Control de calidad

Navarrete, lo define como “el conjunto de las actividades técnicas y administrativas mediante el cual se miden las características de calidad de un producto, se compararán con especificaciones o requisitos y se toman acciones correctivas cuando exista una discrepancia entre el funcionamiento real y el estándar”. (Navarrete E., 1998)

Juran, indica que es el “proceso de regulación a través del cual podemos medir la calidad real, compararla con normas y actuar sobre la diferencia. Además, es el nombre del departamento que se dedica a tiempo completo a la función de la calidad. (Juran et al, 1994)

Según Lester & Harry, hace referencia a un “sistema dentro de la planta de fabricación u otra organización, por medio del cual se busca que los productos fabricados sean conformes con los parámetros específicos que definen la calidad del producto o servicio. Un programa de control de calidad eficaz no solo garantiza a la dirección que se puede conseguir y mantener una buena calidad en el producto; también reduce los costos e incrementa la productividad.

Por lo tanto, al evaluar las características del producto fabricado, el termino calidad se utiliza para indicar el nivel de comportamiento del producto. Generalmente, el comportamiento deseado se mide en términos de los requisitos especificados.

El control de la calidad abarca dos aspectos principales. El primero se refiere a la capacidad y a la medición real de las características de la calidad que son significativas en cuanto al comportamiento del producto. El segundo se refiere a proporcionar los caminos que conducen a la acción correctora en todos aquellos casos en los que las mediciones de la calidad un comportamiento significativamente fuera del estándar, en términos de materiales de recepción, fabricación de componentes o montaje final”. (Lester & Harry, 1989)

2.5.1 Control de calidad en la industria textil

Como consecuencia del avance de la tecnología moderna en todas las ramas de la producción, en particular de la industria textil, el control de calidad de los materiales es cada vez más indispensable, desde la recepción de la materia prima hasta la

salida del hilo o tejido como producto final. Por tanto, toda empresa cuyo objetivo sea la obtención de productos de calidad tiene que aprovechar de la mejor forma posible los recursos humanos, materiales y económicos que dispone.

El control de calidad no solamente ayuda a obtener mejores productos, sino que al mismo tiempo mejora la productividad, logrando costos de producción mucho más bajos, ya que resulta más económico corregir las fallas y controlar la calidad en todo el proceso de fabricación y no tener que hacer correcciones en el producto terminado, dándole un aspecto de baja calidad.

Finalmente, toda empresa moderna y organizada debe elaborar un plan integral de control de calidad paralelamente al diseño de sus productos. Este plan involucra:

- Determinar las especificaciones de calidad de la materia prima.
- Determinar las especificaciones de calidad del producto Establecer la estandarización de las especificaciones de calidad.
- Contribuir a la obtención de un costo óptimo para el producto.
- Mantener y asegurar la calidad del producto mediante el control sistemático en las diferentes etapas del proceso de fabricación.

Errores de control de calidad

Según Louckpan indica que las variaciones de los resultados de las pruebas de control son en parte las variaciones del proceso y en parte errores de nuestras mismas observaciones. Estos errores pueden deberse a la inexactitud o imprecisión de los instrumentos de medición.

Para determinar los errores de control de calidad lo primero que debemos hacer es determinar las causas, pues estas causas pueden ser el resultado de las habilidades personales, de las condiciones técnicas de la organización y aún de las condiciones psicosociales que existan en la empresa.

Las posibles causas de los errores de control de calidad pueden:

- Habilidades personales: vista, paciencia, sensibilidad para distinguir colores y habilidad para descubrir errores.

- Condiciones técnicas: condiciones ambientales (iluminación, temperatura y humedad), Instrumentos de medición y control además del estado y conservación de la maquinaria.
- Condiciones de la organización: Definición de los procedimientos de muestreo, medición y evaluación, formatos en hojas de instrucciones, riesgos de muestreo, entrenamiento de personal en todos los niveles, etc.
- Condiciones psicológicas: relaciones entre empresa y trabajadores, relaciones entre supervisores y trabajadores, relaciones entre los trabajadores, áreas con baja moral por no poder alcanzar los estándares de calidad.

2.6 Estadística

Lockupan Lavado, expresa que la estadística es una rama de las matemáticas que conjunta herramientas para recolectar, organizar, presentar y analizar datos numéricos u observacionales. Presenta números que describen una característica de una muestra. Resulta de la manipulación de datos de la muestra según ciertos procedimientos especificados.

A continuación, algunas definiciones de términos empleados en esta ciencia:

Población

Es el conjunto de todos los individuos o elementos (personas, objetos, animales, etc.) que tienen una característica común o que porten información sobre el fenómeno que se estudia. Por ejemplo, si estudiamos la edad de los habitantes en una ciudad, la población será el total de los habitantes de dicha ciudad.

Muestra

Subconjunto de la población seleccionado de acuerdo con un criterio, y que sea representativo de la población.

Variable

Es la característica que estamos midiendo. Existen dos categorías o tipo de variables:

- Cualitativa: Es aquella que expresa un atributo o característica, no se puede medir, ejemplo: Nacionalidad, color de piel, sexo, etc.
 - Cuantitativa: Es aquella que podemos expresar numéricamente: edad, peso, nº. de hijos, ingresos anuales, etc. Ésta a su vez la podemos subdividir en:
 - a) Discreta: cuando sólo pueden tomar valores enteros (1, 2, 8, -4, etc.).
 - b) Continua Pueden tomar cualquier valor real dentro de un intervalo.
- (Lockupan Lavado, 2012)

2.6.1 Técnicas estadísticas

En su libro, Control de calidad, Gillet & Seno, señala que las técnicas estadísticas “son una herramienta poderosa para el gerente de control de calidad. Ciertas cifras y una gráfica bien elegida le permiten tanto resumir datos en forma objetiva como estimular al consejo de administración para que tome decisiones basado en información validada”.

En su apartado también indica que no hay nada mejor que la estadística para trabajar con cifras que son grandes, para la estimación de valores además nos sirve para pronosticar con prudencia a futuro.

Entre las ventajas que los mismos autores mencionan, tenemos que:

- Obliga a reflexionar y planificar antes de actuar.
- Requiere, por su construcción, una cantidad limitada de datos para liberar toda la información.
- Hacer posible traducir con facilidad los datos cifrados en una gráfica.

Mientras que, del mismo modo, nos brindan precauciones que deben tomarse.

- Garantizar, si se repiten las mismas mediciones y se desea compararlas, que las condiciones sigan siendo las mismas:
 - Instrumentos de medición.
 - Intervalos de tiempo.
 - Dimensiones de muestra comparables.

- Aprender a decir: “no es posible afirmar que haya una diferencia”, en vez de: “quizá no haya diferencia”.
- Impedir que se crea que “las estadísticas son magia”. (Gillet & Seno, 2014).

Elementos del sistema de medición

Lockupan Lavado en su libro nos dice que en la toma de cualquier medida deben ser considerados tres elementos fundamentales: el método, el instrumento y el operador

1. Método

- Medición directa: Consiste en evaluar la magnitud a medirse, por comparación directa con instrumentos, aparatos y máquinas de medición. Este método es, por ejemplo, empleado en la confección de piezas-prototipos, esto es, piezas originales utilizadas como referencia, o aún, cuando el número de piezas por ejecutar fuese relativamente pequeño.
- Medición indirecta: Consiste en evaluar la medida con un dispositivo y/o herramienta que facilite la medición.

Los aparatos utilizados son los llamados indicadores o comparadores-amplificadores, los cuales, para facilitar la lectura, amplifican las diferencias constatadas, por medio de procesos mecánicos o físicos (ampliación mecánica, óptica, neumática, etc.)

2. Instrumento

La exactitud relativa de las medidas depende, evidentemente, de la calidad de los instrumentos de medición empleados. Así, la medición de una longitud con un metro defectuoso dará un resultado dudoso. Por tanto, para hacer una medición, es indispensable que el instrumento esté controlado y que su aproximación permita evaluar la magnitud verificada, con la precisión exigida.

3. Operador

Es el más importante de los elementos de medición. Es el factor discrepante de un proceso de evaluación, de la habilidad del operador depende fundamentalmente la precisión obtenida. Un buen operador, sirviéndose de

instrumentos poco precisos, consigue mejores resultados que un operador poco hábil con excelentes instrumentos.

Debe pues, el operador, conocer perfectamente los instrumentos que utiliza, y tener iniciativa para adaptar a las circunstancias, el método más aconsejable y poseer conocimientos suficientes para interpretar los resultados hallados.

Exactitud y precisión

La exactitud tiene que ver con la cercanía con la cual la lectura de un instrumento se aproxima al valor verdadero de la variable medida.

La precisión se refiere a qué tan cercano está un valor individual medido o calculado con respecto a los otros, esto es, dado un valor fijo de una variable, la precisión es una medida del grado con el cual mediciones sucesivas difieren una de otra. (Lockupan Lavado, 2012)

Análisis de procesos

Gillet & Seno revelan que el análisis de procesos es una “evaluación completa del funcionamiento de un proceso, tanto en el nivel de los resultados como en el de los parámetros asociados con su funcionamiento.

La meta del análisis de proceso consiste en realizar un avance objetivo de las fortalezas y debilidades del proceso estudiado. Al disponer de elementos basados en hechos, el coordinador del proceso elabora un plan de acción pertinente”.

Llevar a cabo un análisis de procesos presenta una aproximación completa y transversal al funcionamiento del proceso además de que permite tomar buenas decisiones mediante la recopilación metodológica de datos basados en hechos.

2.7 Herramientas básicas para la calidad

Entre las herramientas básicas tradicionales tenemos:

- Diagrama de Pareto
- Estratificación
- Hoja de verificación

- Diagrama de causa-efecto (Diagrama de Ishikawa)
- Lluvia de ideas
- Diagrama de dispersión

Diagramas de proceso

- Diagrama de flujo
- Diagrama PEPSU (SIPOC)
- Mapeo de procesos

Dentro del presente proyecto, se lleva a cabo la utilización de las siguientes herramientas:

2.7.1 Diagrama de causa-efecto (Diagrama de Ishikawa)

El diagrama de causa-efecto o de Ishikawa es un método gráfico que relaciona un problema o efecto con los factores o causas que posiblemente lo generan. La importancia de este diagrama radica en que obliga a buscar las diferentes causas que afectan el problema bajo análisis y, de esta forma, se evita el error de buscar de manera directa las soluciones sin cuestionar cuáles son las verdaderas causas.

Ventajas de la aplicación del diagrama de Ishikawa

- La herramienta establece el análisis de tendencias y la manera en que están distribuidos los datos, con el objetivo primordial de analizar los inconvenientes para tomar las acciones necesarias para su solución. (Delgado et al, 2021)
- Es una herramienta sencilla de interpretar y analizar los datos dentro del proceso se observan las causas de acuerdo un problema y los efectos que conlleva y pueden ser controlables. empezando desde un problema familiar hasta los educativos. (Novillo et al, 2017)
- Así mismo, Delgado et al, afirman que el diagrama de Ishikawa tiene como fin permitir a la organización trabajar con grandes cantidades de información, sobre un problema específico y determinar exactamente las posibles causas lo que, finalmente, aumenta la probabilidad de identificar las causas principales.

Desventajas de la aplicación del diagrama de Ishikawa

- Es una herramienta ampliamente utilizada, sin embargo, existen dos problemas cruciales que tienen que ser considerados en este proceso: la subjetividad en la evaluación del experto y el componente difuso en la lingüística. (Delgado et al, 2021)
- Del mismo modo, Aguirre & Delgado indican que se puede otorgar aproximaciones divergentes, lo que conlleva a un gasto de energía improductivo a causa de la especulación.

Existen tres tipos básicos de diagramas de Ishikawa, los cuales dependen de cómo se buscan y se organizan las causas en la gráfica.

- Método de las 6 M. El método de las 6 M es el más común y consiste en agrupar las causas potenciales en seis ramas principales (6 M): métodos de trabajo, mano o mente de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente.

Aspectos o factores para considerar en las 6 M

- Mano de obra o gente
 - Conocimiento (¿la gente conoce su trabajo?).
 - Entrenamiento (¿los operadores están entrenados?).
 - Habilidad (¿los operadores han demostrado tener habilidad para el trabajo que realizan?).
 - Capacidad (¿se espera que cualquier trabajador lleve a cabo su labor de manera eficiente?).
 - ¿La gente está motivada? ¿Conoce la importancia de su trabajo por la calidad?
- Métodos
 - Estandarización (¿las responsabilidades y los procedimientos de trabajo están definidos de manera clara y adecuada o dependen del criterio de cada persona?).

- Excepciones (¿cuándo el procedimiento estándar no se puede llevar a cabo existe un procedimiento alternativo definido claramente?).
- Definición de operaciones (¿están definidas las operaciones que constituyen los procedimientos?, ¿cómo se decide si la operación fue realizada de manera correcta?)
- Maquinas o equipos
 - Capacidad (¿las máquinas han demostrado ser capaces de dar la calidad que se requiere?).
 - Condiciones de operación (¿las condiciones de operación en términos de las variables de entrada son las adecuadas?, ¿se ha realizado algún estudio que lo respalde?).
 - ¿Hay diferencias? (hacer comparaciones entre máquinas, cadenas, estaciones, instalaciones, etc. ¿Se identificaron grandes diferencias?).
 - Herramientas (¿hay cambios de herramientas periódicamente?, ¿son adecuados?).
 - Ajustes (¿los criterios para ajustar las máquinas son claros y han sido determinados de forma adecuada?).
 - Mantenimiento (¿hay programas de mantenimiento preventivo?, ¿son adecuados?).
- Material
 - Variabilidad (¿se conoce cómo influye la variabilidad de los materiales o materia prima sobre el problema?).
 - Cambios (¿ha habido algún cambio reciente en los materiales?).
 - Proveedores (¿cuál es la influencia de múltiples proveedores?, ¿se sabe si hay diferencias significativas y cómo influyen éstas?).
 - Tipos (¿se sabe cómo influyen los distintos tipos de materiales?).

- Mediciones
 - Disponibilidad (¿se dispone de las mediciones requeridas para detectar o prevenir el problema?).
 - Definiciones (¿están definidas de manera operacional las características que son medidas?).
 - Tamaño de la muestra (¿han sido medidas suficientes piezas?, ¿son representativas de tal forma que las decisiones tengan sustento?).
 - Repetibilidad (¿se tiene evidencia de que el instrumento de medición es capaz de repetir la medida con la precisión requerida?).
 - Reproducibilidad (¿se tiene evidencia de que los métodos y criterios usados por los operadores para tomar mediciones son adecuados?).
 - Calibración o sesgo (¿existe algún sesgo en las medidas generadas por el sistema de medición?).
- Medio ambiente
 - Ciclos (¿existen patrones o ciclos en los procesos que dependen de condiciones del medio ambiente?).
 - Temperatura (¿la temperatura ambiental influye en las operaciones?).
- Método tipo flujo del proceso. Con el método flujo del proceso de construcción, la línea principal del diagrama de Ishikawa sigue la secuencia normal del proceso de producción o de administración. Los factores que pueden afectar la característica de calidad se agregan en el orden que les corresponde, según el proceso.
- Método de estratificación o enumeración de causas. La idea de este método de estratificación de construcción del diagrama de Ishikawa es ir directamente a las principales causas potenciales, pero sin agrupar de acuerdo con las 6 M. La selección de estas causas muchas veces se hace a través de una sesión de lluvia de ideas. Con el objetivo de atacar causas

reales y no consecuencias o reflejos, es importante preguntarse un mínimo de cinco veces el porqué del problema, a fin de profundizar en la búsqueda de las causas. (Gutiérrez & De la Vara, 2013).

2.7.2 Diagramas de control

López Lemon en su libro “Herramientas para la mejora de la Calidad” demostró que Shewhart con un sencillo gráfico de control, “era posible controlar la variabilidad de los procesos, aquellas variaciones producidas por causas identificables y controlables y de esta forma, puso por primera vez en marcha un método que no se limitaba a controlar la calidad del producto, sino evaluar la calidad del proceso”. (López Lemon, 2016).

Esta herramienta se convirtió rápidamente en una herramienta muy útil y de uso habitual en las líneas de producción, como medio para estudiar los procesos a través del tiempo, identificar procesos fuera de control, tendencias, estacionalidades, etc.

Buzzi en su artículo “Walter A. Shewhart: el padre del control estadístico de la calidad”, menciona que “Shewhart introdujo el enfoque en la reducción de la variación como una forma de mejorar la calidad. Identificó dos categorías de variaciones, a las que llamó “variación de causa asignable” y “variación de causa de azar”. Otros llamaron a las dos categorías variación de “causa especial” y de “causa común”, respectivamente. Ideó distintos tipos de gráficos de control como una herramienta para distinguir entre las dos.

Informó que era necesario llevar los procesos a un estado de control estadístico, donde solo haya variación de causa aleatoria (causa común), y mantenerlos bajo control para reducir el desperdicio y mejorar la calidad. Por este trabajo, se lo conoce como el “padre del control estadístico de calidad””. (Buzzi, 2023).

Mientras que para Lockupan nos asegura que en cualquier proceso productivo resulta conveniente conocer en todo momento hasta qué punto nuestros productos cumplen con las especificaciones preestablecidas.

Nuestros productos pueden diferir:

- En la misma pieza
- De una pieza a otra
- De un momento de producción a otro.

La idea consiste en extraer muestras de un proceso productivo que se encuentra activo y, a partir de las mismas, generar gráficos que nos permitan tanto estudiar la variabilidad de este como comprobar si los productos obtenidos cumplen o no con las especificaciones preestablecidas.

Lockupan lo define como una forma de registro de los datos a medida que éstos aparecen en función del tiempo. Un diagrama de control es una gráfica lineal en la que se han determinado estadísticamente un límite superior (límite de control superior) y un límite inferior (límite inferior de control) a ambos lados de la media o línea central. La línea central refleja el producto del proceso.

Son muy útiles para estudiar las propiedades de los productos, los factores variables del proceso de fabricación, los costos, los errores y otros datos administrativos. En este se muestran si un proceso está bajo control o no, indica resultados que requieren una explicación y define los límites de capacidad del sistema, los cuales pueden determinar los próximos pasos en un proceso de mejora.

A través de muestras periódicas durante el proceso, se verifica que la media y la variabilidad del proceso no han cambiado, esto nos ayuda a mantener el proceso bajo estado de control estadístico.

Gutiérrez Pulido & De la Vara nos menciona que existen dos tipos generales de cartas de control: para variables y para atributos.

Las cartas de control para variables se aplican a características de calidad de tipo continuo, que intuitivamente son aquellas que requieren un instrumento de medición (peso, volumen, voltaje, longitud, resistencia, temperatura, humedad, etc.).

Las cartas para variables tipo Shewhart más usuales son:

- $\bar{X}$ (de medias).
- R (de rangos).

- S (de desviaciones estándar).
- X (de medidas individuales).

Las distintas formas de llamarle a una carta de control se deben al correspondiente estadístico que se representa en la carta, y por medio de la cual se busca analizar una característica importante de un producto o proceso.

Existen características de calidad de un producto que no son medidas con un instrumento de medición en una escala continua o al menos en una numérica. En estos casos, el producto se juzga como conforme o no conforme, dependiendo de si posee ciertos atributos; también, al producto se le podrá contar el número de defectos o no conformidades que tiene. Este tipo de características de calidad son monitoreadas a través de las cartas de control para atributos:

- p (proporción o fracción de artículos defectuosos).
- np (número de unidades defectuosas).
- c (número de defectos).
- u (número de defectos por unidad).

Límites de control

Los límites de especificaciones técnicas impuestos por el consumidor pueden tener alguna relación con la variación normal del producto únicamente por mera coincidencia, en cambio la variación normal se refiere al proceso en sí de la fabricación del producto dentro de ciertos límites de confiabilidad que permita la obtención de un producto vendible y lo más económico posible.

Dentro de la industria textil, el establecimiento de la estandarización de las especificaciones de calidad (preferentemente en hilandería) debe ser de primera prioridad teniendo en cuenta:

- El uso a que se destina el producto.
- Rango de la densidad lineal de los hilos.
- Materia prima (en caso del algodón, es importante considerar el grado, longitud de fibra, finura y resistencia).

- Maquinaria y equipos. - Costos, etc.

La base del cálculo de los límites de control, son la media aritmética ($\bar{x}$) y la desviación estándar (σ) de la característica de calidad.

Interpretación de los diagramas de control

Los diagramas de control son esencialmente la representación de la distribución de frecuencias de un colectivo o conjunto de datos. Las características que presenta un proceso normal son:

- La mayoría de los puntos están cerca de la línea central.
- Unos pocos puntos se alejan de la línea central acercándose a los límites.
- Ningún punto u ocasionalmente uno excede los límites de control.

No existen reglas fijas para interpretar diagramas para cada uno de los muchos procesos de fabricación existentes; sin embargo, se suministra algunas guías para la interpretación correcta de un diagrama.

- Si todos los puntos de la característica de calidad caen dentro de los límites de control, el proceso es normal. En efecto, en ausencia de toda causa perturbadora, el diagrama presenta una serie de puntos dispuestos al azar sin que éstos se salgan de los límites de control.
- Si la característica de calidad cae fuera de control (más de dos puntos fuera de los límites) se admite que puede existir un desajuste en el proceso debido a la presencia de causas sistemáticas (causas asignables) que están perturbando el proceso.
- La tendencia ascendente y descendente de la característica de calidad en el diagrama, nos da un índice de apreciación de la calidad. Generalmente se distinguen dos clases de tendencias:
 - a) Tendencia ascendente o descendente

Secuencia de puntos situados por encima del precedente (tendencia ascendente) o puntos situados por debajo del mismo (tendencia descendente).

b) Tendencia con relación al valor central

Constituidos por una serie de puntos que se inscriben todos por encima o todos por debajo del valor central o promedio.

Cuando más se prolongue la secuencia de estas tendencias, más improbables es que lo sea por casualidad. Usualmente se consideran tres reglas para corregir el proceso con las dos clases de tendencias.

1. Una secuencia de 2 puntos es una advertencia.
2. Una secuencia de 3-6 puntos es una señal real de alarma (iniciar el estudio de causas de desajuste del proceso).
3. Una secuencia de 7 puntos se traduce en un desajuste del proceso.

Generalmente una tendencia ascendente o descendente puede introducir una variabilidad brusca del proceso en algunos casos de larga duración y esto es característico cuando se produce desajustes en los trenes de estiraje, diferencias de presión de los brazos pendulares y desgaste de piezas en general de las máquinas de hilandería (manuales, mecheras, continuas, etc.).

Causas que afectan al proceso

- **Causas comunes y especiales de la variación.**

Musfata et al nos dice que cuando se efectúan mediciones sobre cualquier fenómeno natural conocido, se observan diferencias entre los registros efectuados. Es común que se presenten pequeñas diferencias. Cuando se pretende fabricar piezas con medidas estrictas, por muy precisos que sean los equipos, se producen unidades cuyas cotas difieren unas de otras, aún por márgenes mínimos. Es así, que la variación que se presenta en los valores de una característica se considera debido a dos tipos principales de causas. (Mustafa, Rodríguez, & Chauvet, 2002)

1. Causas directas

Estas causas suelen tener un elemento común, cuando entran al proceso son capaces de afectar todo el producto.

Cuando, por ejemplo, varía constantemente la temperatura y humedad de la sala de hilandería desplaza constantemente el centro de la distribución de frecuencias sin afectar su dispersión, es decir, si el centro de la distribución de frecuencias alrededor del eje central sigue la tendencia a subir o bajar, el diagrama de promedios ($\bar{X}$) también registrará esa tendencia.

Las principales causas que afectan a los diagramas de promedios son:

- Materia prima
- Condiciones ambientales
- Ajuste y mantenimiento de maquinaria
- Desajuste de ejes, engranajes, piñones, cojinetes, etc.

2. Causas indirectas

Estas causas generalmente se detectan en los diagramas de rangos R y tratan parte del proceso de manera diferente que el resto.

Por ejemplo: un operario de hilandería de poca experiencia no siempre ejecuta el empalme del hilo del mismo modo que un operario calificado, esto significa que parte del proceso está recibiendo un tratamiento diferente.

Las principales causas que afectan a los diagramas de rangos son:

- Operarios, mecánicos y supervisores con poca experiencia y conocimiento tecnológico del proceso.
- Materia prima no uniforme en cuanto a sus características más importantes como el grado, longitud y finura, etc.
- Máquinas que tienen que ser reparadas o cambiadas.
- Instrumentos de control en malas condiciones.
- Falsos estirajes durante el proceso.
- Mezclas de fibras diferentes.

Los diagramas de $\bar{X}$ y R son los indicados para detectar e identificar las causas asignables que interfieren o cambian el comportamiento de la materia prima durante

el proceso de elaboración del producto. Por este motivo es aconsejable elaborar el diagrama de rangos paralelamente al diagrama de promedios e interpretarlos y estudiarlos conjuntamente. En el caso de encontrar causas asignables, primeramente, tratar de colocar los diagramas de rangos bajo control y seguidamente los diagramas de promedios.

Finalmente, siguiendo el control sistemático durante el proceso de fabricación del hilo, por ejemplo, se efectúan una serie de mediciones (título o número) que se agrupan en subgrupos (generalmente un subgrupo es una bobina de hilo, una carda o una entrega de manual) y al diagramarlos con relación al tiempo obligamos a cualquier causa perturbadora a mostrarse de una de las siguientes maneras:

1. Algunas perturbaciones aparecen y desaparecen periódicamente durante el proceso (perturbaciones asociadas), éstas pueden ser el mal funcionamiento de una máquina, por ejemplo.
2. Otras causas existen en el proceso durante periodos considerables (perturbaciones continuas) como, por ejemplo: mezclas de diferentes lotes no homogéneos o realimentación excesiva de desechos como, cintas, mechas, borra, etc.

Cartas de individuales

La carta de individuales es un diagrama para variables de tipo continuo, pero en lugar de aplicarse a procesos semimasivos o masivos como es el caso de la carta $\bar{X}$ -R, se emplea en procesos lentos, en los cuales para obtener una muestra de la producción se requerirían periodos relativamente largos, de aquí que lo más razonable sea hacer el control basándose directamente en las mediciones individuales.

Para determinar los límites de control se procede igual que en los casos anteriores, mediante la estimación de la media y la desviación estándar del estadístico W que se grafica en la carta, que en este caso es directamente la medición individual de la variable X. Por ello, los límites se obtienen con la expresión $\mu_X \pm 3\sigma_X$, donde μ_X y σ_X son la media y la desviación estándar del proceso, respectivamente. Es decir, los

límites de control, es este caso, coinciden por definición con los límites reales. En un estudio inicial estos parámetros se estiman de la siguiente manera:

$$\mu_x = \bar{X} \text{ y } \sigma_x = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{\bar{R}}{1.128}$$

donde $\bar{X}$ es la media de las mediciones, y $\bar{R}$ es la media de los rangos móviles de orden 2 (rango entre dos observaciones sucesivas en el proceso. Al dividir el rango promedio entre la constante d_2 se obtiene una estimación de la desviación estándar del proceso, σ .

Establecimiento de los límites de control

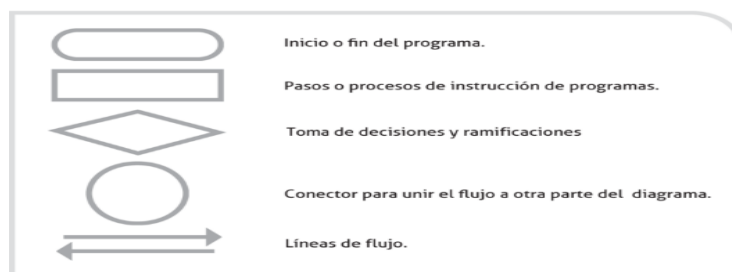
Cuando en un estudio inicial se detectan puntos fuera de los límites de control, se deben investigar las posibles causas especiales que provocaron esta situación. Si se identifican y eliminan las causas de los puntos fuera de control, se recomienda recalcular los límites de control sin la influencia de tales puntos, y utilizarlos para analizar el proceso de ahí en adelante. (Gutiérrez & De la Vara, 2013).

Sólo utilizando gráficos de control podemos conocer el tipo de acción a tomar ante una determinada medición del proceso. (Firka, 2017)

2.7.3 Diagrama de flujo

En el libro de Herramientas para la mejora continua de la calidad, Chang, dice que el diagrama de flujo “es una herramienta de planificación y análisis utilizada para analizar el flujo del trabajo en los diversos procesos, producir una imagen visual de un proceso, haciéndolo sencillo de entender, discutir y comunicar e identificar oportunidades para mejorar los procesos”. (Chang & Niedzwiecki, 1993).

Ilustración 5. Símbolos estándar para diagramas de flujo.



Nota. Recuperado de Madrigal 2021. Control estadístico de la calidad. Un enfoque creativo.

Reglas para la creación de diagramas

1. Debe redactarse el proceso o el método tal y como se realiza, con la finalidad de tener la base para su diseño.
2. Estructurar el diseño del diagrama de flujo considerando la redacción y la orientación de los símbolos, los cuales deben ir de izquierda a derecha y de arriba abajo.
3. Escribir dentro del símbolo el nombre de la actividad o fase del hola proceso. En caso contrario, se recomienda escribir fuera y a la derecha.
4. No se deben cruzar las líneas. En caso de que sea muy amplio el proceso o flujo de trabajo, esto se debe separar y unir mediante conectores.”

El diagrama de flujo de procesos es una herramienta de planificación y análisis utilizada para:

- Definir y analizar procesos de manufactura, ensamblado o servicios.
- Construir una imagen del proceso etapa por etapa para su análisis, discusión o con propósitos de comunicación.
- Definir, estandarizar o encontrar áreas de un proceso susceptibles de ser mejoradas.

3. Desarrollo

En cualquier proyecto, es necesario conocer el proceso productivo de una empresa, ya que esta nos brinda gran información y nos permite conocer que tanto afectan las decisiones tomadas desde que tenemos la materia prima, hasta el producto final.

3.1 Áreas que comprenden la empresa

De manera general, se presentan las áreas con las que cuenta la empresa y lo que se hace en cada una de ellas. A continuación, se describen cada una de las 4 áreas que la conforman.

Tejido Raschel

El área de tejido es la primera fase en el proceso de producción ya que es aquí donde la materia prima (hilo) se transforma en tela, el área comprende el proceso de urdido que consiste en colocar los hilos en un cilindro (Julio), posteriormente, son colocados en los telares, estos comprenden el pelo, la trama y cadena. Sucesivamente se obtiene un rollo de tela que pasara a las cortadoras para separarlos, ya que cuando salen están unidas la cara A y la cara B. Finalmente, la tela pasa por la rama para darle la medida requerida.

Estampado

Una vez salida la tela del área de Raschel, se procede a llevarla al área de Estampado, esta pasa por máquinas de impresión donde se stampa el diseño requerido y posteriormente pasan al lavadero para quitar suciedades y finalmente se seca mediante vapor.

Perchas

Una vez lista la tela, pasa al área de Perchas, aquí se encuentran diversas máquinas para darle proceso a diferentes tipos de tela dependiendo el producto final.

Es en esta área donde se le da un pre acabado a la tela ya que aquí es donde obtiene el brillo, la suavidad, el pelo por ambas caras, y por supuesto, la medida final antes de pasar al corte.

No toda la tela pasa por el mismo proceso, ya que como se menciona, depende del producto que se esté fabricando.

Confección y Empaque

Una vez salido de rama, pasan al área de confección donde primero tendrán que ser cortadas las piezas y posteriormente se llevarán al área de confección de One play, donde primordialmente encontramos cobertores, frazadas, cuneros o el área de confección de Edredón, donde como su nombre lo indica, van a parar los edredones, estos se diferencian porque un edredón está compuesto de dos caras, la cara A que es la tela que lleva estampado y la cara B que es la oveja.

Finalmente, los productos una vez confeccionados se mandan al empaquetado.

3.2 Tipos de tela y gramajes

El área de Tejido cuenta con dos naves donde encontramos los 68 telares distribuidos proporcionalmente.

Existe gran variedad de telas que se producen día a día en Grupo Textil Providencia, en la ilustración 6 encontramos:

Ilustración 6. Tipos de telas



Nota. En providencia se manejan más de 10 productos diferentes con diversos tipos de gramajes.

Los rollos de tela son primordialmente identificados por dos cuestiones:

1. **Gramajes:** Cada gramaje tiene un color de sotilla asignado (Ver tabla 1), de esta forma, identificamos su peso rápidamente. Estos son:

Tabla 1. Identificación de gramajes.

Gramaje	Color de sotilla
400 gr	
360 gr	
300 gr	
270 gr	
250 gr	
220 gr	
200 gr	

2. **Turnos:** Igualmente, el color de la sotilla en el rollo nos permite identificar en que turno se fabricó la tela (Ver tabla 2).

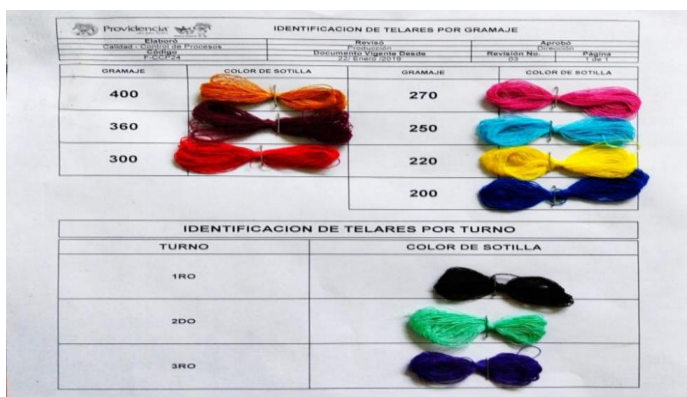
Tabla 2. Identificación de turno

Turno	Color de sotilla
1ro	
2do	
3ro	

Nota. La sotilla de turno sirve para identificar en que turno fue trabajado el rollo.

En cada uno de los telares se encuentra una hoja con la información anterior, esta fue elaborada por el departamento de Calidad y Control de Procesos para una mejor identificación de las telas.

Ilustración 7. Identificación de telares por gramaje.



Nota. Tomado de Calidad y Control de Procesos.

Ilustración 8. Identificación de telares por gramaje.



Nota. Como se observa, el rollo está identificado con un gramaje de 220 gr. trabajado en el 1er turno.

3.3 Implementación de formatos para la recolección y registro de datos

Formato para la recolección de datos

La primera fase del proyecto fue la elaboración de formatos (ver tabla 3). Se tomó la decisión de obtener gramajes una vez por semana durante dos meses, esto equivaldría a 8 semanas, para esto, se elaboró un formato exclusivamente para su recolección, ya que una vez a la semana se sacarían gramajes a todos los telares.

Tabla 3. Formato para la recolección de datos.

				REGISTRO PARA RECOLECCIÓN DE GRAMAJES							
Elaboró				Revisó				Aprobó			
Control de Procesos y Calidad				Departamento de Control de Procesos y Calidad				Control de Procesos y Calidad			
Código				Fecha de Emision		Fecha de revisión		Revisión No.		Página	
F-CCP-15				28 - Junio - 2022						1 de 1	
Fecha de revisión:				Supervisor:							
Área: _____				Turno: _____				Observaciones: _____			
Telar	Gramaje teórico	Gramaje real		Promedio	Telar	Gramaje teórico	Gramaje real		Promedio		
1					35						
2					36						
3					37						
4					38						
5					39						
6					40						
7					41						
8					42						
9					43						
10					44						
11					45						
12					46						
13					47						
14					48						
15					49						
16					50						
17					51						
18					52						
19					53						
20					54						
21					55						
22					56						
23					57						
24					58						
25					59						
26					60						
27					61						
28					62						
29					63						
30					64						
31					65						
32					66						
33					67						
34					68						

Nota. Registro para la recolección de gramajes, útil para tener un control cuando el jefe del área pida un informe del estado actual de los pesos de los telares.

El formato utilizado fue elaborado para ser practico a la hora de obtener datos ya que estando en el proceso no era posible manejar muchas hojas para su registro.

Los requisitos que se piden son la fecha en la que se realiza la revisión, las observaciones en caso de haberlas antes de la recolección, tales como cambios de productos o gramajes notificados ese mismo día, también se enumeraron los 68 telares en el que se anotará cuál es su gramaje teórico, posteriormente tenemos una columna donde registraremos su gramaje real, se colocaron tres celdas porque en algunos casos, se obtiene más de un “swatch” ya que así lo requiere, como es el caso de la dubetina, toalla o velvet o de igual forma, con respecto a los telares triples, en dado caso de sacar más de una muestra, este se va a promediar si así lo requiere para tener un dato final.

Método de recolección de datos

La recolección de datos se realizó de la siguiente manera:

1. Una vez que el rollo es cortado, podemos obtener un chacho de tela de aproximadamente 20x20 cm y lo marcamos con el número de telar al que pertenece.
2. Cuando obtenemos dicho pedazo lo llevamos a una cortadora de muestras que le dará medida de 100cm².
3. Colocamos el swatch en la báscula y tomamos nota del peso.
4. Una vez obtenido dicho dato, este se tendrá que dividir entre 2 ya que, como se mencionó, la tela cuando sale del telar es una tela doble que posteriormente será cortada, es por eso por lo que el peso debe ser dividido para obtener el gramaje individual (excepto tela elastic, rayas (especial))

Ilustración 9. Método de recolección de datos.



5. Anotamos el gramaje en el formato de recolección de datos.

Una vez, recolectados los datos, estos se van a registrar en otros formatos, dado que no solo se obtienen datos una vez a la semana, es conveniente tener otro registro donde llevemos un control de los gramajes obtenidos, es por eso por lo que se recurrió a la elaboración de nuevos formatos que a su vez se propusieron, se revisaron y se aprobaron para su utilización para tener un expediente más completo.

- Tabla 4. Registro para el control de gramajes, Serenity.*

Nota. El formato de registro de tela Serenity es el mismo para los gramajes 220, 250, 270, 300 y 360 gramos, solo se especifica en la parte superior cuál se está registrando tal y como se muestra en la tabla anterior donde se está trabajando con un Serenity de 220 gr. Elaboración propia.

- 48

Tabla 5. Registro para el control de gramajes. Excel 380 gr.

[illegible]

Nota. La tela Excel se trabaja a un único gramaje a menos que el cliente lo requiera diferente. Elaboración propia.

- **Tela Velvet**

Tabla 6. Registro para el control de gramajes. Velvet 220 gr.

[illegible]

Nota. El Velvet también es una tela que se maneja a un único gramaje. Elaboración propia.

- **Tela Rayas**

Tabla 7. Registro para el control de gramajes. Rayas 300 gr.

[illegible]

Nota. Las rayas son un producto que comúnmente va a clientes especiales, este tiene un gramaje teórico de 300 gr. Elaboración propia.

- **Tela Elastic**

Tabla 8. Registro para el control de gramajes. Elastic.

[illegible]

Nota. Elaboración propia.

- **Tela Oveja**

Tabla 9. Registro para el control de gramajes. Oveja.

[illegible]

Nota. El formato de la tela Oveja es el mismo para los gramajes 220, 250 y 300 gr, del mismo modo que el Serenity, se debe utilizar una hoja diferente para cada gramaje. Elaboración propia.

- **Telas Especiales**

Tabla 10. Registro para el control de gramajes. Telas Especiales.

[illegible]

- **Tela Dubetina.**

[illegible]

- **Tela Velvet 100.**

Tabla 12. Registro para el control de gramajes. Velvet 100 140 gr.

[illegible]

Nota. Elaboración propia.

- **Tela Toalla.**

Tabla 13. Registro para el control de gramajes. Toalla.

[illegible]

Nota. En el formato para la toalla se encuentran los dos telares establecidos para ingreses sus respectivos datos, en este se toma una muestra de cada orilla del rollo. Elaboración propia.

De manera general debe contar con los siguientes datos.

- **Telar:** Cada uno de los formatos fue dividido por productos, estos productos son los tipos de telas que se fabrican, estos a su vez fueron divididos en cuanto al gramaje (como se pudo apreciar en la ilustración 1). Desafortunadamente, no se pueden colocar los telares directamente al formato (excepto telares de toalla) ya que estos pueden cambiar en determinado punto, ya sea cambio de gramaje o cambio de tela, es por eso por lo que se requiere que el supervisor los vaya anotando manualmente.
- **Fecha de revisión:** Como se mencionó anteriormente, no solo se obtienen gramajes una vez a la semana, algunas otras ocasiones pueden ser cada quince días o cuando se requiera, hay algunos productos que se deben monitorear constantemente, tal es el caso de la toalla, que su gramaje se obtiene diariamente, es por eso por lo que es importante colocar las fechas en que se están registrando los datos para tener una variable importante presente, el tiempo.
- **Gramaje teórico:** Al igual que el formato para la recolección de datos, este es un punto importante, ya que con eso sabremos donde registrar los datos, de igual forma, conocer el peso que en teoría debería tener nos ayudara a la toma de decisiones una vez sabiendo su peso real.
- **Gramaje real:** En dicha sección se ubicará el peso obtenido, en dado caso de tener más de una muestra, se colocará el promedio registrado en el formato de recolección de datos, excepto para productos como la toalla, velvet y dubetina, ya que en esos casos se pondrán los datos completos en sus respectivas hojas.
- **Pasa/ No pasa:** Teniendo los dos puntos anteriores completos, se procederá a la toma de decisiones, en este punto depende mucho del supervisor del área, ya que determinará si el rollo cumple o no con los requisitos para darle la siguiente fase del proceso, si, por el contrario, el peso es superior o demasiado bajo, tendrá que reportar el telar para hacer los cambios pertinentes.
- **Observaciones:** Dentro de esta columna se podrá notificar los cambios de gramajes, los ajustes hechos, entre otras cuestiones si es que aplica.

- Nombre, firma del supervisor y turno: Para identificar qué supervisor recolecta los gramajes y bajo qué turno.

Es necesario llevar un registro ordenado y claro ya que, a partir de ahí, se llevarán todos esos datos a la siguiente fase. El análisis de los datos.

4. Resultados

4.1 Análisis estadístico

4.1.1 Gráficos de control

Una vez registrados los datos, se procederá a copiarlos a una hoja en Excel donde se registrarán los pesos a lo largo de 8 semanas.

Para comenzar con el análisis de los datos se hará uso de gráficos de control, en este caso será Gráficos para variables individuales, ya que dicha herramienta nos va a ayudar a detectar la variabilidad del proceso productivo, a través del software MINITAB, se procedió a realizar el estudio a cada uno de los 68 telares para analizarlos individualmente y detectar cuales presentan más problemas en cuanto al peso y, por ende, para el proceso.

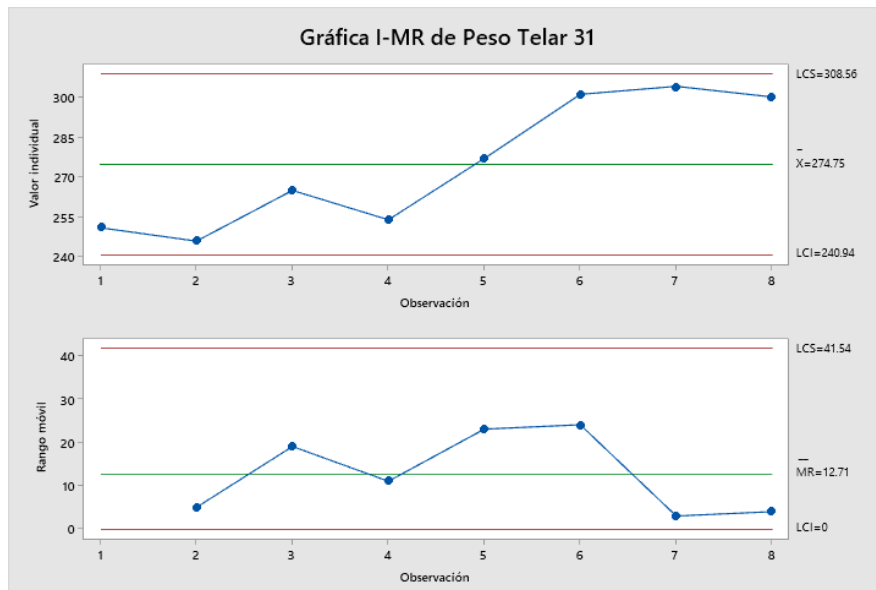
Una vez analizados todos los telares, se obtuvo que cuatro de ellos presentan pesos elevados a comparación de su gramaje teórico correspondiente, a continuación, se muestran sus gráficos de control con datos recolectados a través de 8 semanas.

Telar critico 1.

Tabla 14. Datos recolectados del telar critico 1.

Serenity 250gr									$\bar{\bar{x}} =$	$\bar{R} =$
Telar	Semana									
	1	2	3	4	5	6	7	8		
31	251	246	265	254	277	301	304	300	274.8	58

Ilustración 10. Gráfico de control para variables individuales. Telar 31.



Nota. Minitab versión 2019. Elaboración propia.

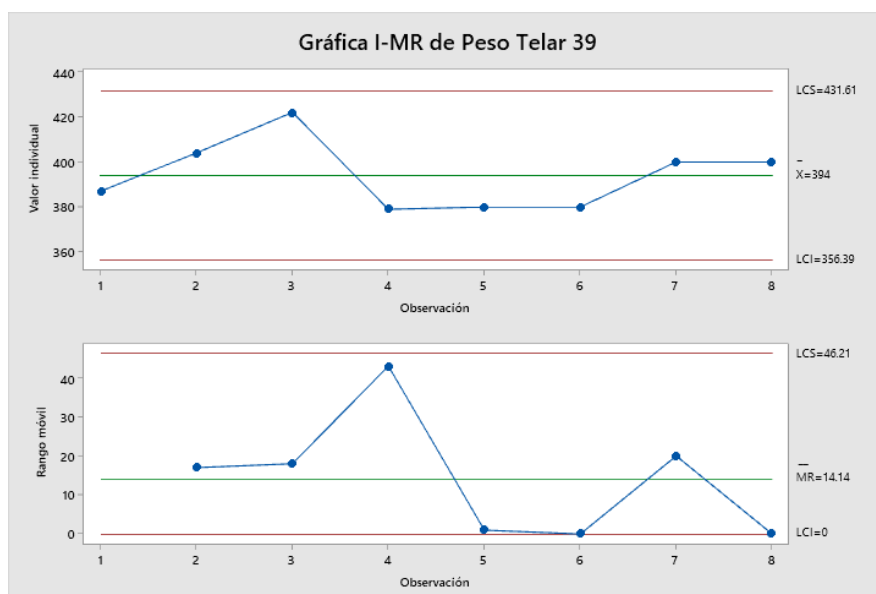
El telar 31 correspondiente a una tela Serenity con gramaje teórico de 250 gramos presenta a lo largo de las semanas una tendencia creciente, es cierto que no presenta puntos fuera de control ya que todos los puntos caen dentro de los límites sin embargo, hay que tener en cuenta los límites de especificación (basados en los requerimientos de la empresa) y su tendencia indica que el gramaje es superior llegando incluso a los 300 gramos, entendemos que hay causas especiales que están afectando el proceso (ver ilustración 14), y, por ende, hace que dicho telar salga de las tolerancias establecidas, y evidentemente, haga que éste, ya no sea tomado en cuenta para trabajarse como un telar de 250 gr.

Telar crítico 2.

Tabla 15. Datos recolectados del telar crítico 2.

Excel 380gr									$\bar{\bar{x}} =$ Promedio	$\bar{\bar{R}} =$ Rango
Telar	Semana									
	1	2	3	4	5	6	7	8		
39	387	404	422	379	380	380	400	400	394.0	43

Ilustración 11. Gráfico de control para variables individuales. Telar 39.



Nota. Minitab versión 2019. Elaboración propia.

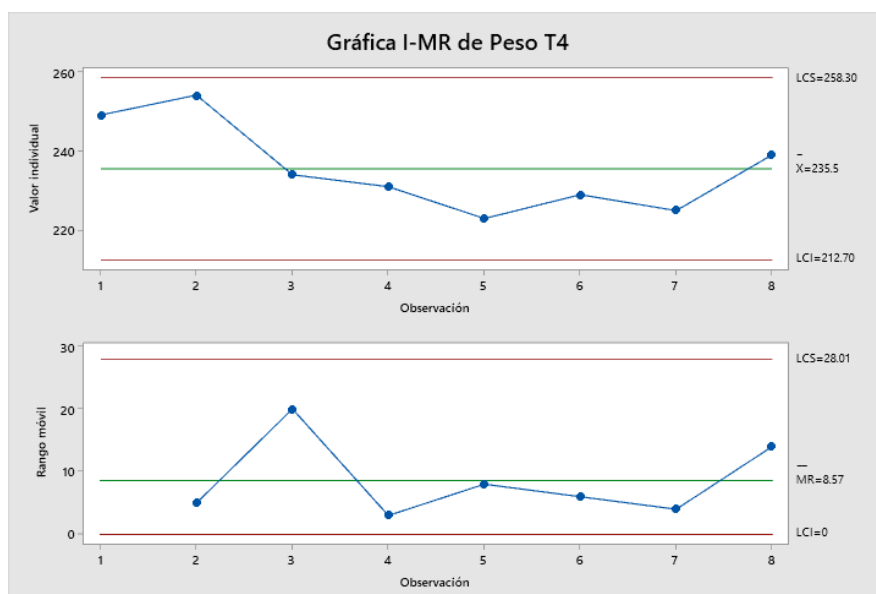
El telar crítico 2 que trabaja con una Tela Excel de 380 gramos es un telar que aparentemente se encuentra bajo control ya que ningún punto sale de los límites y aunque no haya una tendencia visible podemos percatarnos que esta trabajando a pesos elevados en comparación de su gramaje teórico, llegando a los 400 gr, teniendo en cuenta que es una tela que se trabaja a un único gramaje (a menos que el cliente lo requiera diferente) debe ser corregido y monitoreado constantemente para evitar que el telar trabaje a pesos elevados.

Telar crítico 3.

Tabla 16. Datos recolectados del telar crítico 3.

Oveja 220gr									$\bar{\bar{x}} =$	$\bar{\bar{R}} =$
Telar	Semana									
	1	2	3	4	5	6	7	8		
4	249	254	234	231	223	229	225	239	235.5	31

Ilustración 12. Gráfico de control para variables individuales, Telar 4.



Nota. Minitab versión 2019. Elaboración propia.

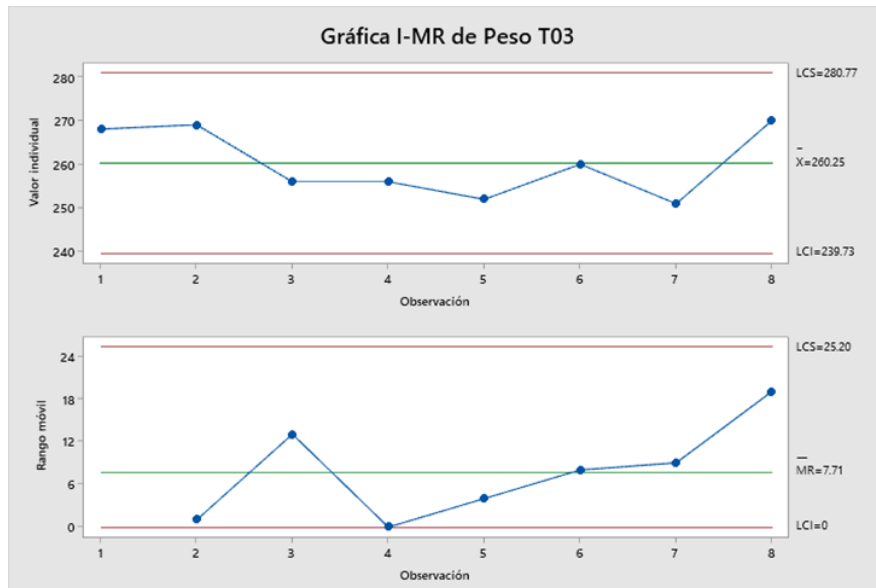
El telar 4 correspondiente a la Tela Oveja tampoco presenta puntos fuera de control, pero sí en cuanto a sus especificaciones ya que teniendo un gramaje teórico de 220 gramos, este telar trabaja en sus primeras semanas en 250 gramos, posteriormente existe una tendencia decreciente hasta la semana 7 teniendo un proceso bajo control para luego volver a incrementar, en este tipo de telas es muy común que exista variación en cuanto a los pesos, sin embargo, mediante un buen control podemos brindarle un mejor manejo, se decidió mostrar este telar para posteriormente poder ejemplificar como se lleva a cabo su control.

Telar crítico 4.

Tabla 17. Datos recolectados del telar crítico 4.

Oveja 250gr									$\bar{\bar{x}} =$	$\bar{R} =$
Telar	Semana									
	1	2	3	4	5	6	7	8		
3	268	269	256	256	252	260	251	270	260.3	19

Ilustración 13. Gráfico de control para variables individuales, Telar 3.



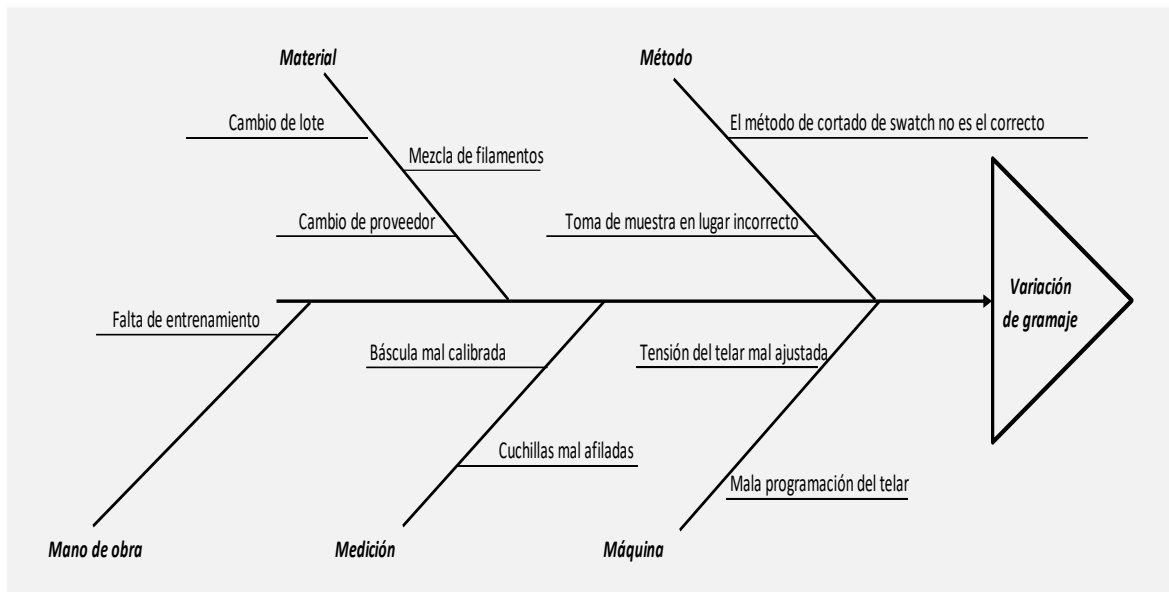
Nota. Minitab versión 2019. Elaboración propia.

El telar 3 correspondiente de igual forma a la tela Oveja presenta cierta variación en cuanto a su gramaje, manejando teóricamente 250 gramos, en las primeras dos semanas llega a obtener 269 gramos para después tener un declive con 256 gr, manteniéndose bajo control hasta la ultima semana donde alcanza los 270, podemos identificar que el telar tiende a subir y bajar, tal y como se menciona antes, esto es muy común en este tipo de tela, por lo cual, también fue seleccionado para ilustrar como se llevo a cabo su control dentro del proceso.

4.1.2 Diagrama de Ishikawa

Una vez teniendo los telares más críticos se realizó un diagrama de Ishikawa para determinar cuáles son las causas que provocan que el gramaje varíe, como se mencionó anteriormente, la variación es algo natural en cualquier proceso, sin embargo, es oportuno conocer las razones. (Ver ilustración 14).

Ilustración 14. Diagrama de Ishikawa para la variación de gramaje.



Nota. Elaboración propia.

Analizando el diagrama de Ishikawa, la principal causa de variación de los gramajes gira en torno al Material ya que influyen tres aspectos importantes.

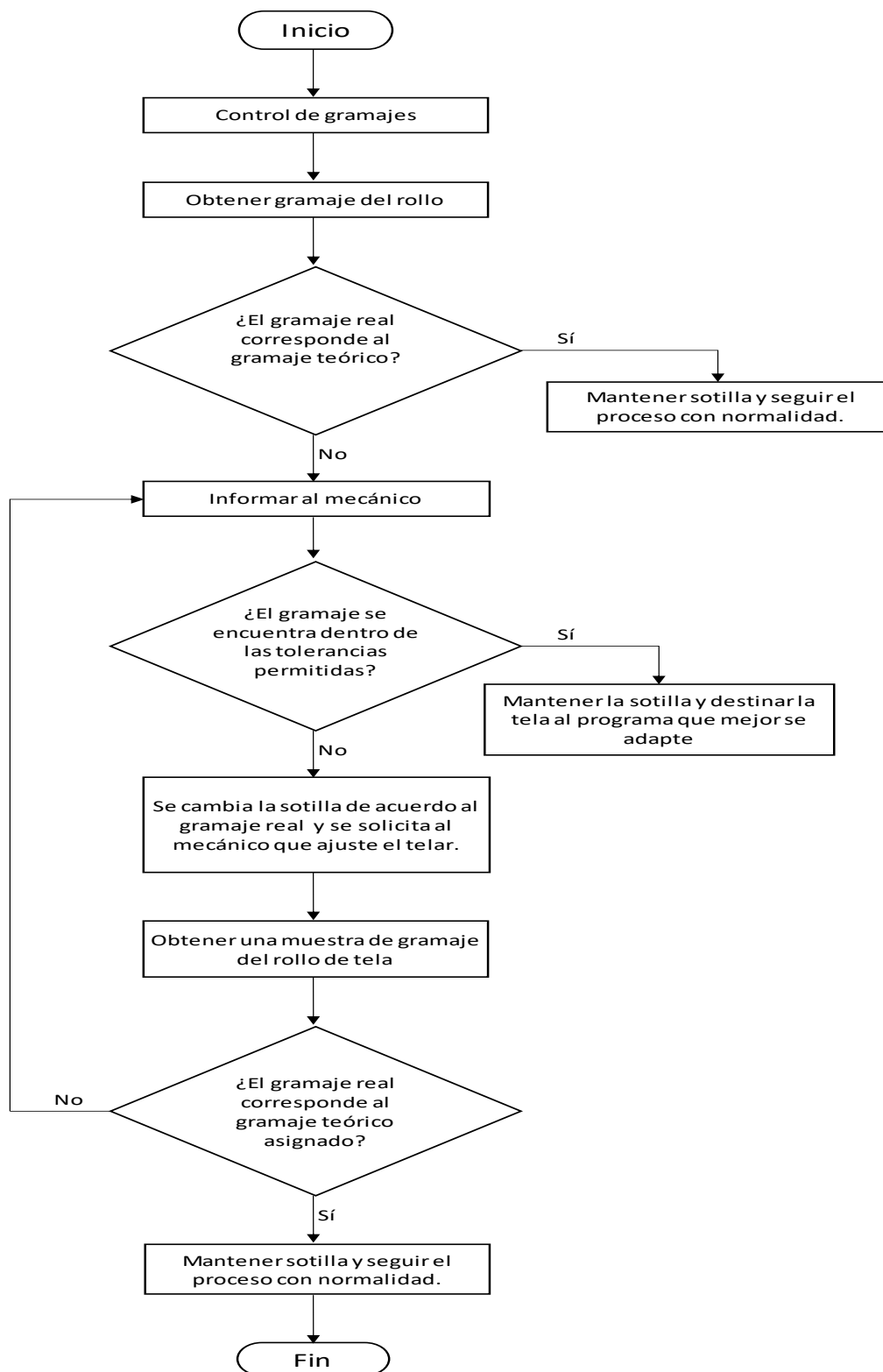
Actualmente Grupo Textil Providencia trabaja con dos proveedores principales de hilo, entre ellos tenemos a Shaoxing Huamao Chemical Fiber Co. y Xiamen Sinqi Import & Export Co., ambas empresas son consideradas los mayores proveedores de poliéster en China y famosas por su calidad y servicios.

Dichas empresas trabajan los mismos calibres, es entonces que, al momento de urdir telas, por escasez de material se llegan a combinar los filamentos, también encontramos la mezcla de filamentos al combinar hilos del mismo proveedor, mismo calibre, pero diferente lote, dato que el este puede variar entre un contenedor y otro a la llegada del material, por consiguiente, tiende a variar el gramaje de la tela. Evidentemente, las recomendaciones serían evitar este tipo de acciones para tener menor variabilidad en cuanto al peso teórico.

4.1.3 Diagrama de flujo

Ya que conocemos las principales razones de variación en cuanto a la tela, se procedió a elaborar un diagrama de flujo que explicará puntualmente el proceso que debe seguirse para controlar el gramaje de los rollos (Ver ilustración 15), dicho diagrama se puso a prueba con los telares críticos expuestos previamente.

Ilustración 15. Diagrama de flujo para el control de gramajes.



Nota. Elaboración propia.

Descripción de las actividades.

1. Obtener la muestra una vez a la semana siguiendo el método.
2. Una vez que se tiene la muestra y se obtiene el gramaje, se hace una toma de decisión donde si el gramaje real corresponde al teórico, el rollo se debe trabajar siguiendo su proceso con normalidad, si, por el contrario, no corresponde, debemos informar al mecánico para que tenga conocimiento del telar que lo trabajó.
3. Cuando el gramaje real no corresponde al gramaje teórico se debe evaluar si el peso aún está dentro de las tolerancias permitidas, en este caso, se acordó con el departamento de Calidad que sería de ± 10 gr. Si el gramaje se encuentra dentro de las tolerancias permitidas mantendrá la sotilla y se destina al programa que mejor se adapte ya que si el gramaje es superior al gramaje teórico y siguiendo las tolerancias se trabaja con normalidad, sin embargo, si está por debajo del gramaje teórico, pero dentro de lo permitido se manda solo a programas matrimoniales e individuales por cuestiones de medida. Si por el contrario el gramaje real no cae dentro de las tolerancias, se debe cambiar la sotilla de acuerdo con su gramaje real y debe ser ajustado por el mecánico.
4. Cuando el telar es ajustado por el mecánico, se debe obtener nuevamente una muestra del rollo con la modificación y sacar el gramaje.
5. Una vez teniendo el nuevo dato se volverá a tomar una decisión para evaluar si el rollo pasa o no pasa.
6. Si el gramaje real ya corresponde al nuevo gramaje teórico previamente ajustado por el mecánico, se seguirá trabajando el rollo en su proceso normal, si la respuesta es negativa, se volverá a avisar al mecánico y tendremos que repetir los pasos, tal y como se muestra en el diagrama.

Restricciones

- A través de los gráficos de control es necesario visualizar y analizar las tendencias para una correcta toma de decisiones.

- Cuando son telares que trabajan con un único gramaje, este debe ser solo ajustado por el mecánico las veces que sea necesario o si es el caso, dependiendo de la tendencia del peso de los rollos, si es posible, destinar a programas especiales.
- Para el caso de las ovejas, las tolerancias a diferencias de los demás tipos de telas son más accesibles, se acordó con el departamento de Calidad dejar ± 15 gramos, esto debido a que este tipo de tela tiende a variar más que el resto y, por ende, se deja un marco más flexible para su control.

4.2 Control de gramajes en Telares Críticos

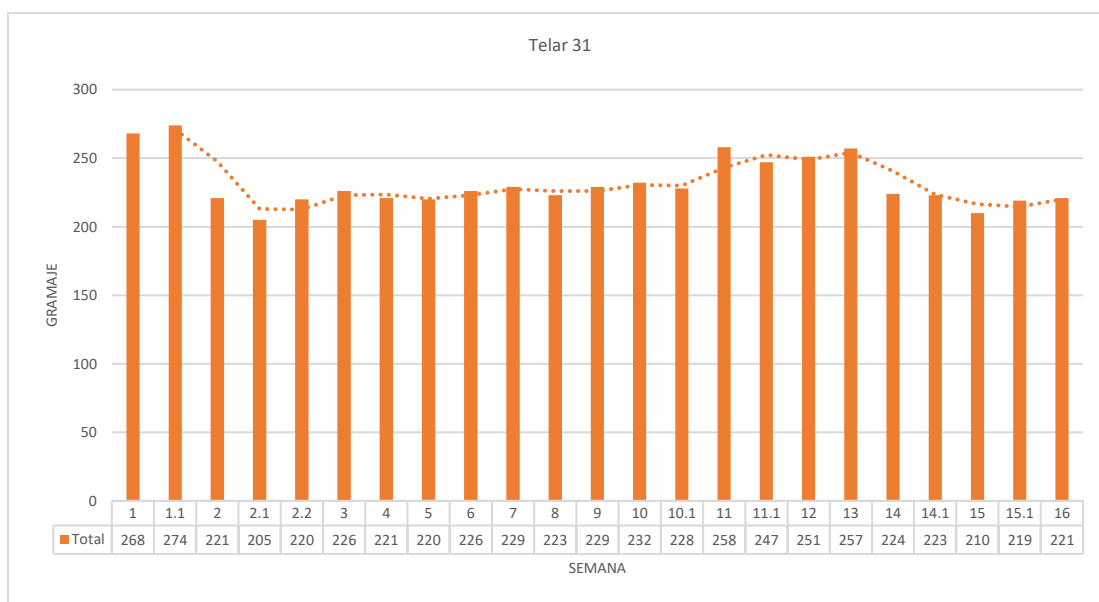
Para finalizar, se tomaron muestras del gramaje de los telares críticos durante 16 semanas ya que se puso en curso el procedimiento para el control de gramajes en todos los telares, a continuación, se exponen los datos recolectados únicamente de los telares críticos enunciados previamente y cómo se controlaron durante esos meses.

Telar 31.

Tabla 18. Datos recolectados del telar 31.

SEMANA	GRAMAJE
1	268
1B	274
2	221
2B	205
2C	220
3	226
4	221
5	220
6	226
7	229
8	223
9	229
10	232
10B	228
11	258
11B	247
12	251
13	257
14	224
14B	223
15	210
15B	219
16	221

Ilustración 16. Gráfico dinámico del muestreo del telar 31



Nota. Elaboración propia. En la tabla se muestra los datos recolectados durante 16 semanas, en el cual, las letras hacen referencia a que se tomó un segundo e incluso un tercer muestreo en la misma semana.

El telar 31 se encontraba con un gramaje teórico de 300 gr hasta su última recolección con una tendencia creciente y llegando hasta ese peso (ver tabla 14), es así como arrancamos con ese gramaje teórico, sin embargo, es uno de los telares con mayor variación, los datos recolectados se exponen a continuación.

Durante la primera semana de nuestro segundo muestreo, el telar presento un gramaje de 268 gr, siguiendo nuestro diagrama de flujo, el telar no correspondía a su gramaje teórico ya que estaba muy por debajo y por ende no se encontraba dentro de las tolerancias de aceptación antes establecidas, se avisó al mecánico y cambio la sotilla a Rosa (ver tabla 1) con un gramaje de 270 gr teóricos, posteriormente, una vez que se le hicieron los ajustes correspondientes al telar y con el rollo bajo esos términos, se vuelve a obtener una segunda muestra donde obtiene 274 gr, ya que el rollo consigue estar dentro de su gramaje asignado, se dejó correr bajo su proceso normal, a la segunda semana se sacó nuevamente una muestra y cayó significativamente a 221 gr, repetimos el mismo procedimiento, se informó al mecánico y cambia a sotilla de 220 gramos identificada con color amarillo

y se obtiene una segunda muestra donde éste, logra posicionarse correctamente en el gramaje asignado y se deja correr con normalidad, el telar se mantuvo dentro de las tolerancias hasta la semana 10, donde sobrepaso ligeramente los límites con 232 gramos, en este caso, como es muy bajo para saltar al gramaje más próximo, solo se le informó al mecánico para que hiciera algún ajuste y mantener su gramaje teórico, una vez que salió el siguiente rollo, se obtuvo un peso de 228 gramos, entrando nuevamente en los límites, sin embargo, en la semana 11, sobrepasó su peso con 258 gramos, nuevamente se informó al mecánico e hizo un cambio de sotilla a Azul celeste con un gramaje teórico de 250 gramos, de igual forma, el telar mantuvo dicho gramaje hasta la semana 14 donde tuvo un declive y marco un peso de 224 gramos, es entonces que se hace el respectivo cambio informando al mecánico en turno y haciendo el cambio de sotilla a color amarillo con el gramaje de 220 gramos, posteriormente, para la semana 15 obtiene un gramaje por debajo de los límites y fue necesario hacer ajustes al telar y de esta forma, alcanzar los 220 gramos que tendría que tener, en la última semana de muestreo, el telar aún se encontraba trabajando correctamente, y con eso, finalizamos el análisis con el telar 31 a través de 16 semanas de estudio.

Tal y como se aprecia, el telar sigue presentando variaciones abruptas, sin embargo, con el procedimiento acordado, se logra llevar un mejor control del telar.

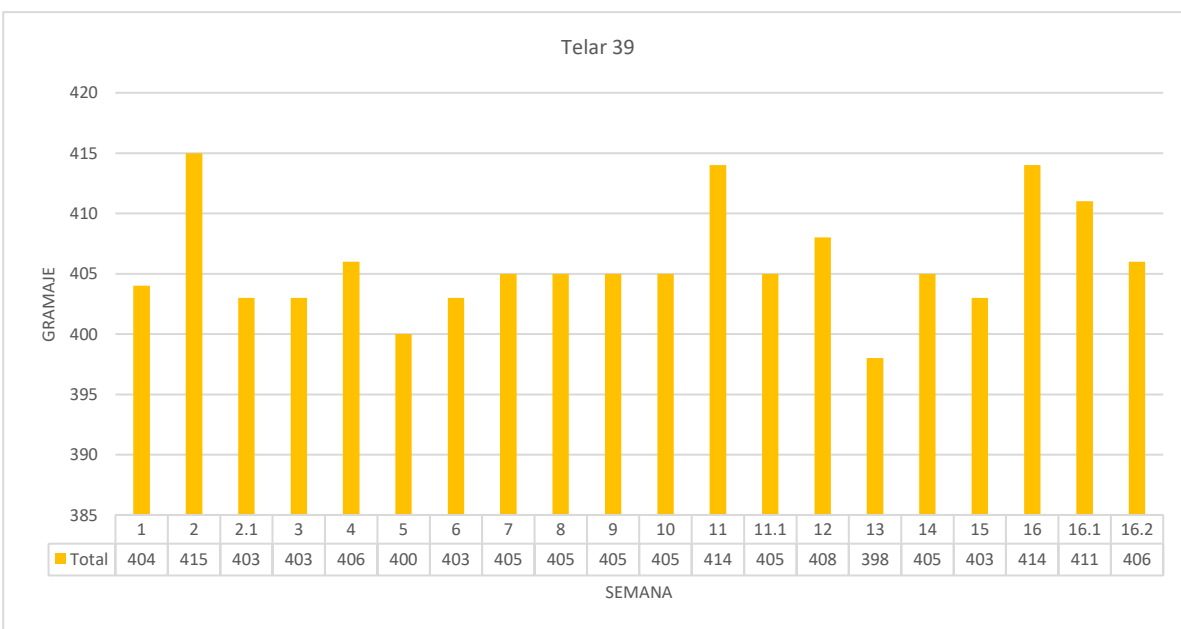
Telar 39.

El telar 39 corresponde a la tela Excel, este producto normalmente se trabaja a un gramaje de 380 gramos o a menos que el cliente lo requiera, cambia su gramaje a lo solicitado, anteriormente, el telar trabajaba bajo ese peso (ver tabla 15), sin embargo, el peso que se obtenían de los rollos sobrepasaba los límites ya que llegaba a 400 gramos, es por eso que fue destinado el telar para trabajar con un cliente especial que estipulaba ese gramaje, los datos recolectados se muestran en la tabla 18.

Tabla 19. Datos recolectados del telar 39.

SEMANA	GRAMAJE
1	404
2	415
2.1	403
3	403
4	406
5	400
6	403
7	405
8	405
9	405
10	405
11	414
11.1	405
12	408
13	398
14	405
15	403
16	414
16.1	411
16.2	406

Ilustración 17. Gráfico dinámico del muestreo del telar 39.



Nota. Elaboración propia. En tela Excel existe un único gramaje, este es de 380 gr, en el caso del telar 39, debido a su tendencia (ver ilustración 11) se destinó a un programa especial de 400 gr.

Como se mencionó anteriormente, el telar 39 correspondiente a la tela Excel, tendría que estar dentro de los rangos para un gramaje teórico de 380, sin embargo, este telar presentaba datos frecuentes hacia los 400 gramos, siguiendo nuestro

diagrama de flujo, lo correcto debería ser informar al mecánico y al ser un telar que trabaja con una tela de único gramaje, ajustarlo para que dé el peso teórico, sin embargo, tal y como nos muestran las restricciones explicadas en mismo diagrama, este al ver la tendencia que tenía, se decidió mandar a un programa especial que maneja pedidos de Multiusos en gramaje de 400 gramos.

A partir de la semana 1, obtenemos un gramaje de 404 gramos, dejando correr el telar con normalidad, sin embargo, para la semana 2, sale de las tolerancias permitidas, es entonces cuando, siguiendo el diagrama de flujo, informamos al mecánico y debido a que sobrepasa los límites, este debe ajustarse, una vez que el mecánico realizo los cambios pertinentes, se obtuvo una segunda muestra del rollo siguiente y este ya se encontraba bajo el peso correspondiente y por ende, se dejó trabajar el telar, este caso se mantuvo así hasta la semana 11, donde volvió a salir de las tolerancias con 414 gramos, se repitió el mismo proceso y al obtener la segunda muestra, el telar nuevamente se había estabilizado, para la semana 16, volvió a incrementar su gramaje, una vez que el mecánico lo reviso, se obtuvo la muestra siguiente con 411 gramos, el telar seguía ligeramente arriba de lo acordado y se hizo un ajuste nuevamente obteniendo la tercera muestra con 406 gramos, y dejando así, trabajar el telar bajo su proceso normal.

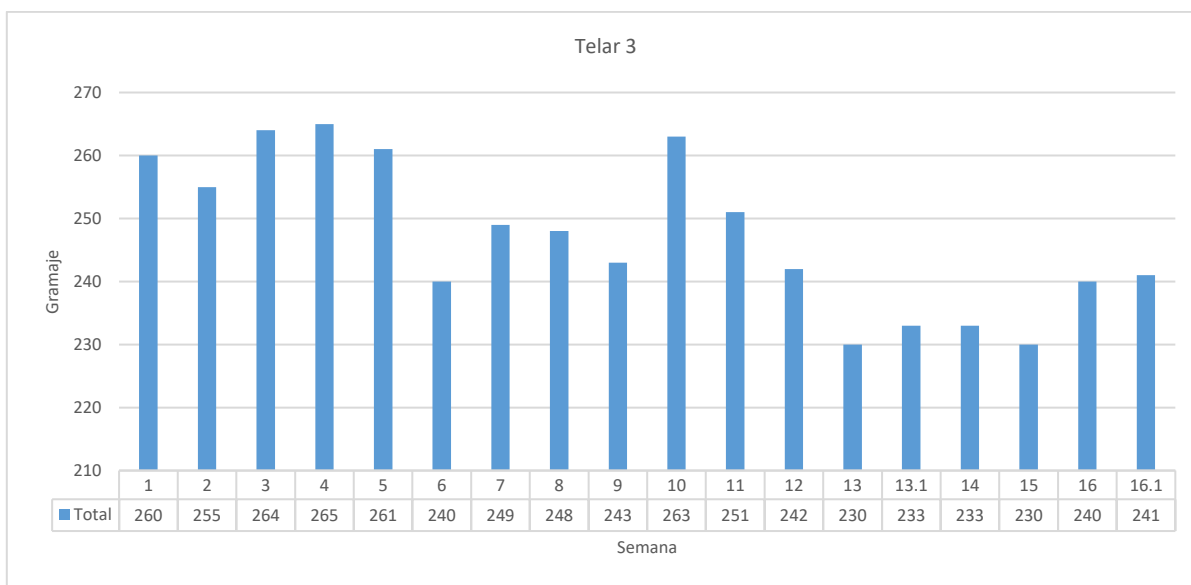
Nota. Como se aprecia, el gramaje del telar oscilaba cerca de los 400 gramos, si existiera el caso donde el peso hubiera estado cerca de los 380 gr, se analizaría si realmente vale la pena hacer el cambio de gramaje, como se aprecia en el grafico dinámico de la ilustración 17, el telar nos funcionaba en 400 gramos, si este llegaba a variar muy por debajo, es más conveniente ajustarlo que hacer el cambio, aún bajo esta premisa, el telar no variaba hacia abajo del peso, es por eso que se estipula dentro de las restricciones del diagrama que se debe analizar a través de gráficos de control los datos y visualizar las tendencias que tienen los telares respecto a su peso.

Telar 3.

Tabla 20. Datos recolectados del telar 3.

SEMANA	GRAMAJE
1	260
2	255
3	264
4	265
5	261
6	240
7	249
8	248
9	243
10	263
11	251
12	242
13	230
13.B	233
14	233
15	230
16	240
16B	241

Ilustración 18. Gráfico dinámico del muestreo del telar 3.



Nota. Elaboración propia. Los telares que trabajan con tela Ovejita son más flexibles en cuanto a tolerancias.

Como ya se abordó anteriormente, los telares de oveja tienden a tener mayor variación, en la tabla 15, el telar alcanzaba en algunos puntos los 250 gramos, partiendo de eso, durante la primera semana obtuvimos un gramaje de 260 gr, manteniéndose así, ya que a pesar de tener datos altos como 265 sigue estando dentro de las tolerancias admitidas, recordemos que, para este tipo de tela, dejamos

hasta 15 gramos de variación, no fue hasta la semana 13 que el peso descendió hasta los 230 gr, ya que no se encuentra dentro de sus tolerancias, se informó al mecánico e hizo el cambio de sotilla a 220 gramos, con la segunda muestra obtenida del ajuste mecánico, el telar ya se encontraba dentro de los límites, para la semana 16, incremento nuevamente con 240 gramos sobrepasando el peso teórico, se informó nuevamente al mecánico y se realizó un nuevo ajuste y cambio de sotilla a 250 gramos, en la segunda muestra obtenida se mantuvo dejando trabajar bajo su proceso normal.

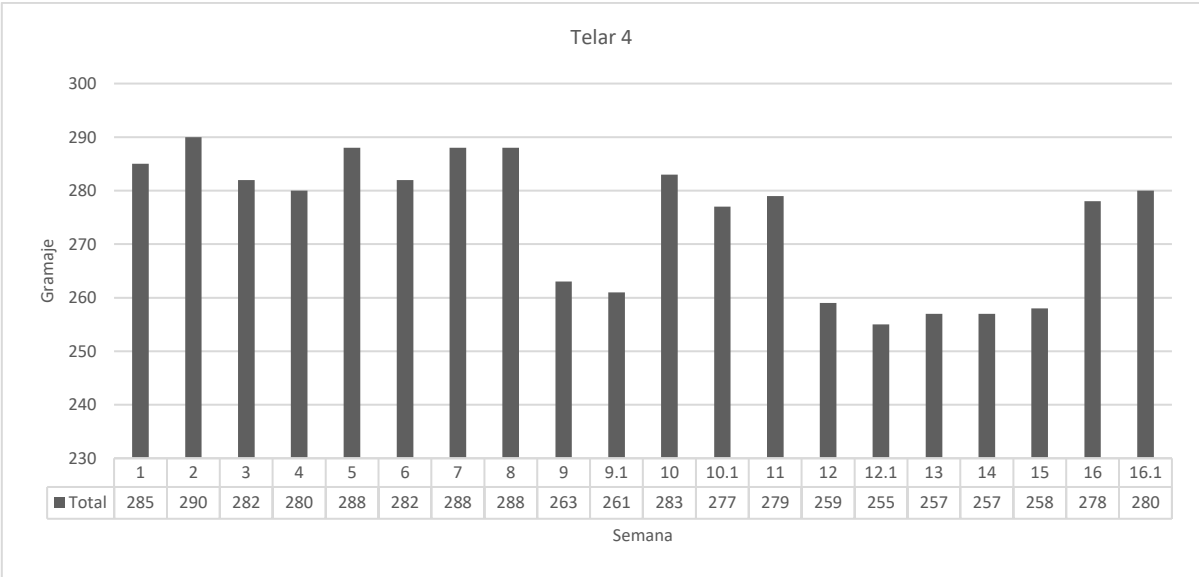
Nota. También podemos visualizar que el telar en su mayoría nos funciona bajo 250 gramos teóricos, en este caso, nosotros seguimos el procedimiento establecido, sin embargo, con el análisis continuo podemos tomar decisiones más acertadas.

Telar 4.

Tabla 21. Datos recolectados del telar 4.

SEMANA	GRAMAJE
1	285
2	290
3	282
4	280
5	288
6	282
7	288
8	288
9	263
9.1	261
10	283
10.1	277
11	279
12	259
12.1	255
13	257
14	257
15	258
16	278
16.1	280

Ilustración 19. Gráfico dinámico del muestreo del telar 4.



Nota. Elaboración propia.

Como se aprecia en la ilustración 12, el telar trabaja bajo pesos altos, en principio se manejaba bajo 250 gramos, para la primer semana del segundo muestreo, obtenemos un gramaje de 285 gr, se informó al mecánico y debido a que no entra en las tolerancias aceptadas, se manda para 300 gramos teóricos y hace el cambio de sotilla, el telar trabajo con normalidad hasta la semana 9, donde se obtuvo un peso de 261 gramos, dejándolo fuera de los limites pero entrando al gramaje de 250 teórico, seguido a eso, se ajusta el telar y se hace el cambio de sotilla a 250 gr, posteriormente, se saca nuevamente una muestra donde no presenta problemas para mantenerse dentro de su nueva clasificación, sin embargo, en la semana 10, sube significativamente con 283 gramos, ponemos en marcha de nuevo el procedimiento haciendo el ajuste mecánico y cambiando la sotilla a 300 gramos, al obtener la segunda muestra del nuevo rollo, se logró mantener en dicha categoría y dejando seguir su proceso normal, no obstante, para la semana 12 se vuelve a tener un declive con 259 gramos volviendo a tener una revisión mecánica y cambiando la sotilla a Azul celeste con 250 gramos, la segunda muestra presenta un resultado dentro de los límites y siguiendo así, trabajando el telar con normalidad, para la semana 16, se tiene nuevamente un aumento en el peso con 278 gramos y

teniendo así un cuarto ajuste donde se cambia una vez más la sotilla a 300 gramos y dejando trabajar el telar bajo su proceso normal.

Como se aprecia, el telar tiene mucha variación, al igual que con el telar 31, debemos seguir las recomendaciones sugeridas y continuar llevando a pie de letra el proceso de control de gramajes, sobre todo en telares tan críticos como este.

De esta forma, finalizamos el análisis de los telares críticos, aun así, las recomendaciones se hicieron presentes, tal como trabajar con mismos proveedores, no hacer mezcla de hilos ni de lotes y llevar a cabo el procedimiento adecuado.

5.Conclusiones

5.1 Conclusión del proyecto

A lo largo del proyecto se realizaron una serie de pasos para poder analizar de manera certera el comportamiento de cada uno de los telares a través del tiempo, el proceso de fabricación en el área de Tejido es estable ya que, de los 68 telares con los que cuenta la empresa, solo 4 han sido marcados como telares críticos, esto debido a tener un peso superior de lo permitido por los límites de control previamente calculados para cada uno de los productos, cabe mencionar que el análisis mediante el uso de herramientas de la calidad fue de gran ayuda ya que estas nos permiten observar y entender que tan estable es el proceso, además de identificar qué tan variable es, se optó por llevar un registro de gramajes ya que podemos ver qué tan frecuente se realizan cambios en los gramajes o en los productos y en qué tiempo logran tener el gramaje correspondiente o si por el contrario no logran hacerlo y presentan problemas, poder tomar las medidas que más les convengan para de esta forma seguir asegurando un producto con la más alta calidad que Providencia acostumbra a brindar, la calidad comienza desde la materia prima, es por eso que no se debe perder de vista el objetivo y cumplir con los más altos estándares para asegurar la satisfacción del cliente.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda continuar monitoreando el gramaje de los telares por lo menos una vez a la semana ya que permitirá tomar decisiones de manera oportuna.

Llevar un registro nos permite conocer el historial de cada gramaje y así tener mejor noción de los posibles problemas que este conlleva, por tanto, se recomienda mantener el registro.

Asimismo, es necesario continuar analizando los datos a través de herramientas como gráficos de control ya que son bastante útiles para observar el comportamiento de los pesos en el tiempo.

También, se debe procurar trabajar con los mismos materiales, no mezclando material de diferentes proveedores y lotes ya que esto causa gran variación.

Se debe brindar una buena capacitación al personal para llevar a cabo el correcto método de recolección de gramajes para evitar errores dentro de la medición.

Se sugiere también dar mantenimiento al equipo utilizado (báscula, cortadora de swatch, tijeras, etc), para tener una mejor obtención del gramaje de los rollos,

Finalmente se hace la recomendación de darle mantenimiento preventivo a los telares ya que de esta forma tendrá un mejor desempeño lo que asegurar a mejorar el proceso de producción, desde reducir fallas propias del tejido hasta contribuir con la reducción de la variación de los pesos.

5.3 Experiencia profesional adquirida

A lo largo de mi estancia en la empresa Providencia pude llevar a la práctica los conocimientos adquiridos en las aulas de manera gradual involucrándome en los procesos productivos de la empresa. En el Departamento de Calidad en el que desarrollé este proyecto, pude percatarme que se tiene muy en cuenta que para el logro de los objetivos y metas todo el personal labora en equipo para que la empresa alcance cumplir con su Misión. El Departamento de Calidad tiene una gran responsabilidad dentro del proceso productivo debido a que se encarga de que el producto elaborado cumpla con todas las normas y procedimientos previamente establecidos logrando con ello la entera satisfacción de los clientes.

6. Competencias desarrolladas

- Responsabilidad para cumplir con mis actividades encomendadas en tiempo y forma.
- Adaptabilidad en cualquier área de trabajo en que se me encomendó residir.
- Capacidad de aprendizaje.
- Comunicación para la interacción asertiva entre todo el personal.
- Trabajo en equipo.
- Toma de decisiones.

7. Referencias bibliográficas

- Almacenes Freigenedo. (2021, 29 diciembre). *¿Qué es el gramaje en telas?* Gramaje de telas es el peso. <https://almacenesfreigenedo.com/blog/que-es-el-gramaje-en-telas/>
- Besterfield, D. H. (2009). *Control de calidad 8ED* (8.^a ed.). Pearson Educación de México, S.A. de C.V.
- Buzzi, A. (2022). Walter A. Shewhart: el padre del control estadístico de la calidad. *Adecra Cedim*.
- Carro, R., & Gómez, D. A. G. (2012). Control estadístico de procesos. *RePEc: Research Papers In Economics*. http://nulan.mdp.edu.ar/1617/1/12_control_estadistico.pdf
- Chang, R. Y., & Niedzwiecki, M. E. (1999). *Las herramientas para la mejora continua de la calidad: Guía práctica para lograr resultados positivos*. Granica.
- Dámaso. (2023, 16 agosto). *¿Qué es el gramaje y por qué es importante?* Ideas de Regalos de Empresa y Merchandising Grupo Billingham. <https://www.grupobillingham.com/blog/que-es-gramaje/#:~:text=El%20gramaje%20tiene%20como%20objetivo,gramaje%20que%20tenga%20la%20tela.>
- Delgado, D., Cobo, D., Pérez, K., Pilacuan, L., & Rocha, B. (2021). El diagrama de Ishikawa como herramienta de calidad en la educación: una revisión de los últimos 7 años. Tambara.
- Firka, D. (2017). Instituto Argentino Para La Calidad. Obtenido de <http://www.iapc.org.ar/novedades/140-causas-comunes-y-especiales-de-variacion-historia-y-relacion-con-el-grafico-de-control.html>
- Gillet-Goinard, F., & Seno, B. (2014). *La caja de herramientas. . . control de calidad*. Grupo Editorial Patria.
- Hansen, B. L., & Ghare, P. M. (1989). *Control de calidad: teoría y aplicaciones*. Ediciones Díaz de Santos.
- Hilados de Alta Calidad. (2023, 25 agosto). Telas y tejidos. <https://www.hiladosdealtacalidad.com/telas-y-tejidos>

- Historia y sociedad en Tlaxcala: memorias del 4o. y 5o. Simposios Internacionales de Investigaciones Socio-Históricas sobre Tlaxcala, octubre de 1988, octubre de 1989.* (1991). Universidad Iberoamericana.
- Krstovski, S. & Ford Motor Co. (2022). *Fundamentos de la calidad*. ASQ.
- Lockuán Lavado, F. E. (2012). La industria textil y su control de calidad (1.a ed.).
- Lester, R. M., Ballester, M. G., Medina, J. N., Mottley, H. E., & Eurick, N. L. (1989). *Control de calidad y beneficio empresarial*. Diaz de Santos.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=24987>
- López Lemos, P. (2014). *Herramientas para la mejora de la calidad: métodos para la mejora continua y la solución de problemas*. FC Editorial.
- MaldonadoRafael, M. (2018). *Control estadístico de la calidad*. Grupo Editorial Patria.
- Mustafa, A. M., Rodríguez, N. L., & Chauvet, S. (2002). Control de calidad: Cartas de control por variables. Producciones científicas. Sección: Salud y Calidad de Vida.
- Rendón Garcini, Ricardo 1996 Breve historia de Tlaxcala, Fondo de Cultura Económica/El Colegio de México, México,
- Navarrete, E. (1998) Control Estadístico de la Calidad. Granada: Ed. Adhara.
- Novillo Maldonado, E. F., González Ramón, E. X., Quince Labanda, D., & Salcedo Muñoz, V. E. (2017). Herramientas de calidad: estudio de caso Universidad Técnica de Machala. Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores.
- Proviámiga.com. 2021. nosotros. [online] Disponible en: <https://proviámiga.com/nosotros> [Consultado el 20 de agosto de 2022].
- Pulido, H. G., & De la Vara Salazar, R. (2009). Control estadístico de calidad y seis sigmas.
- Thomson, Guy P. C. 1999 "Continuidad y cambio en la industria manufacturera mexicana, 1800-1870", en Aurora Gómez-Galvarriato, coord., La industria textil en México, Instituto José María Luis Mora, México.
- Warshaw. (s. f.). La industria textil: historia y salud y seguridad. Industria de Productos Textiles.