

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA

UNAN-MANAGUA

FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA Y ESTADÍSTICA



Tesis de Investigación

Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.

Autores:

- Bra. Estrella Belén Narváez Quiroz.
- Bra. Belén Julieth de las Mercedes Mendoza Bermúdez.

Tutor Monográfico:

MSC. Ramón Vallejos

Asesor Metodológico:

Dra. Pilar Angelina Marín Ruiz

Managua, Septiembre 2019

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018- abril 2019.*

*'' Los grandes resultados, requieren grandes ambiciones ''*

*Heráclito*

## **RESUMEN**

El presente trabajo de grado consiste en el mejoramiento del proceso de extrusión de sacos tejidos de polipropileno mediante control estadístico de procesos en la industrias Sacos de Nicaragua S.A , que debido a la falta de control en la variable Denier el proceso no es capaz de cumplir con las especificaciones, ocasionando grandes pérdidas de dinero y material.

El área en estudio consta de 2 extrusoras. Se realizó el diagnóstico de la variabilidad del Denier mediante la recolección de datos existentes en la empresa, de los cuales se obtuvieron las tasas de desperdicios.

Posteriormente se realizó un muestreo en las extrusora en estudio que permitió el análisis de la estabilidad del proceso, mediante la utilización de Histogramas de Frecuencias, la Prueba de Kolmogonov-Smirnov y los Gráficos de Control, luego se realizaron entrevistas al personal involucrado con el mismo, de tipo no estructura que permitió la construcción de los diagramas de causa – efecto y Pareto, concluyéndose sobre estos teniéndose que implementar medidas correctivas para solventar la inestabilidad del proceso, posteriormente se estudió la capacidad, mediante los indicadores Cp y Cpk, construyendo Diagramas de causa – efecto basándose en las entrevista al personal pero enfocadas en las variables que lo hacían incapaz, analizándolas, para así proponer soluciones a la situación, seleccionar la mejor mediante una matriz de selección y calcular la relación costo-beneficio de la implementación de la solución seleccionada además de que el proceso no era estable, siendo la principal causa la manipulación de las variables de proceso por parte del personal de extrusión, por lo cual se estandarizaron los parámetros lo que hizo estable al proceso; además el proceso era incapaz, proponiéndose como solución más adecuada, la calibración correcta del cabezal, búsqueda de la velocidad adecuada del tornillo extrusor y limpieza del filtro. Se justifica económicamente

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018- abril 2019.*

la implementación de la mejora planteada. Se recomendó la consecución del control estadístico de procesos para optimizar el proceso

## Índice

RESUMEN .....	3
1 Introducción.....	10
2 Planteamiento del Problema .....	12
2.1 Descripción del problema.....	12
2.2 Formulación del problema.....	15
3 Justificación.....	16
4 Objetivos .....	18
4.1 Objetivo General:.....	18
4.2 Objetivos Específicos: .....	18
5 Marco teórico .....	19
5.1 Antecedentes.....	19
5.2 Plásticos y Polímeros.....	26
5.3 Fabricación Y Obtención De Plásticos.....	27
5.4 Mecanismos de síntesis .....	30
5.5 Polipropileno.....	30
5.5.1 Polipropileno Homopolímero: .....	31
5.5.2 Polipropileno Copolímero:.....	32
5.5.3 Polipropileno Copolímero Random: .....	32
5.6 Principales procesos para la obtención de productos plásticos.....	33
5.7 Extrusión.....	33
5.7.1 Extrusoras de uno y varios tornillos.....	34
5.7.2 Temperatura y velocidad equilibradas .....	35

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018- abril 2019.*

5.7.3	Extrusión inflado.....	36
5.7.4	Modelo rotacional .....	37
5.8	Control estadístico de procesos (CEP) .....	37
5.9	Tipos de causas de variación en un procesos .....	39
5.9.1	Causas no asignables.....	39
5.9.2	Causas asignables.....	39
5.10	Tamaño y frecuencia del muestreo en gráficos de control.....	40
5.10.1	Distribuciones de frecuencias .....	41
5.10.2	Histograma de frecuencias .....	42
5.10.3	Distribuciones de Probabilidad. ....	43
5.10.4	Gráficos de control por variables .....	43
5.10.5	Gráficos de control por atributos .....	44
5.11	Patrones de comportamiento no natural en Gráficos de control .....	45
5.11.1	Prueba N° 1:.....	46
5.11.2	Prueba N° 2:.....	47
5.11.3	Prueba N° 3:.....	47
5.11.4	Prueba N° 4:.....	48
5.12	Capacidad o aptitud de un proceso .....	48
5.13	Análisis de la capacidad del proceso. ....	51
5.13.1	Análisis de la capacidad mediante diagramas de control. ....	52
5.13.2	Análisis de la capacidad mediante experimentos diseñados.....	53

6	Hipótesis De Investigación .....	54
7	Diseño Metodológico. ....	55
7.1	Tipo de enfoque .....	55
7.2	Población y muestra.....	56
7.3	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.....	57
7.4	Análisis estadístico, base de datos, Planos. ....	57
8	Analisis y discusión de resultados .....	60
8.1	Diagnóstico del Área Extrusión-Rafia .....	60
8.2	Proceso de Análisis Estadístico en el proceso de Extruder con respecto al control de calidad que se implementa.....	61
8.3	Variables por proceso que aportan al análisis de control de calidad Extrusion-Rafia- .....	62
8.4	Análisis DOFA para el proceso de control de Calidad en el proceso de Extruder.....	63
8.5	Diagnóstico .....	67
8.6	Producción de Maquinas Extrusoras durante el periodo de Octubre 2018 a Abril del 2019 .....	69
8.7	Estabilidad Del Proceso .....	70
8.7.1	Extrusora N° 1 .....	71
8.8	Extrusora N° 2 .....	74
8.8.1	Análisis De Causas De Variabilidad Del Denier .....	77
8.8.2	Diagrama causa-efecto.....	77
8.8.3	Diagrama de Pareto .....	80
8.8.4	Medidas Correctivas Para Estabilizar El Proceso De Extrusión-Rafia .....	81

8.9	Análisis de estabilidad de las extrusoras luego de la aplicación de las medidas correctivas para llevar a estabilidad al proceso.....	84
8.10	Estudio de las variables más influyentes en el incumplimiento de las especificaciones.....	92
8.11	Propuestas de medidas correctivas para llevar el proceso a que sea capaz de cumplir con las especificaciones .....	95
8.11.1	Solución n° 1: .....	98
8.11.2	Solución n° 2 .....	98
8.12	Selección de la mejor propuesta de solución para llevar al proceso a cumplir con las especificaciones .....	99
8.13	Aplicación de medida correctiva para mejoramiento de la capacidad de proceso mediante la búsqueda adecuada de la velocidad del tornillo extrusor.....	101
9	Conclusiones. ....	113
10	Recomendaciones.....	115
11	Bibliografía .....	116
12	Cronograma de Actividades . ....	118
13	Anexos .....	119
13.1	Plan de acciones de Auditoria .....	119
13.2	Formato de Resumen de procesos con respecto a Extrusión .....	120
13.3	Pauta de Inspección de recepción de materia prima .....	121
13.4	Formato EPF06 , Inspección de Hilo de control de calidad.....	122
13.5	Formato E.1 .....	123
13.6	Formato E.2 .....	124
13.7	Formato E.3 .....	126



*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018- abril 2019.*

13.8	Formato E.3 (continuación).....	127
13.9	Formato E.4 .....	129
13.10	Jerarquización De Las Variables Críticas Que Influyen En La Variabilidad Del Denier .....	130
13.11	Formato E.5 .....	131
13.12	Formato E.5 (continuación) Formato de recolección de Datos de peso de la rafia para la extrusora N° 1 .....	132
13.12.1	Formato E.6 (continuación) .....	135
13.12.2	Formato E.7.....	137
13.13	Formato E.7 (continuación).....	138
13.14	Formato E.8 .....	139
13.15	Estudio de las variables más influyentes en el incumplimiento de las especificaciones.....	140
13.16	Estudio De Las Variables Críticas En El Incumplimiento De Las Especificaciones .....	143
13.17	Patrones de inestabilidad .....	144

## **1 Introducción**

El objetivo principal al ofrecer un producto que cumpla con los estándares requeridos por los clientes, durante la última década la calidad de los productos ha adquirido una gran importancia en todos los niveles de la sociedad cita el escritor (Verdoy , et al ; 2016).

Los clientes han cambiado la perspectiva de calidad, las exigencias son cada vez mayores, derivado de estas surge la necesidad en las empresas de adoptar criterios de mejorar continuamente los procesos (*La calidad en el servicio a ls clientes' es una obra dedicada a la brillante simplicidad con que las empresas americanas compiten para conseguir clientes en el mercado*) (Denton, 1991).

El presente trabajo consiste en establecer el control estadístico de calidad, de la empresa Sacos Macen por medio de gráficos de control (Heredia, 2001), para ello se inspecciona detalladamente los datos del proceso de fabricación de sacos de polipropileno mediante el uso de Sistema de indicadores para la mejora y el control integrado de la calidad de los procesos. Bajo este enfoque se desarrolla un procedimiento riguroso para evaluar el impacto de las decisiones sobre la calidad de los procesos en los resultados del producto principal de la empresa.

El alcance de la investigación es determinar la variabilidad del proceso de extrusión a través de gráficos de control, los cuales van a monitorear el proceso de calidad y su variación, recopilando datos de mediciones realizadas en el área de calidad, con las cuales se puede detectar los procesos principales que interfieren con la obtención de un producto, que cumple con los estándares de calidad emitidos en la norma ISO Covenin 9001 2015 permitiendo con esto, corregir variaciones en el proceso de extrusión el cual afecta la calidad, Este estudio

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018- abril 2019.*

permitirá solucionar problemas en la empresa en cuanto a la variaciones del peso del Denier (Hilo de polipropileno).

Los datos recopilados en el transcurso del proceso de fabricación de sacos de polipropileno, serán analizados con la finalidad de proponer y desarrollar mejoras continuas en el proceso de extrusión.

## **2 Planteamiento del Problema**

### **2.1 Descripción del problema**

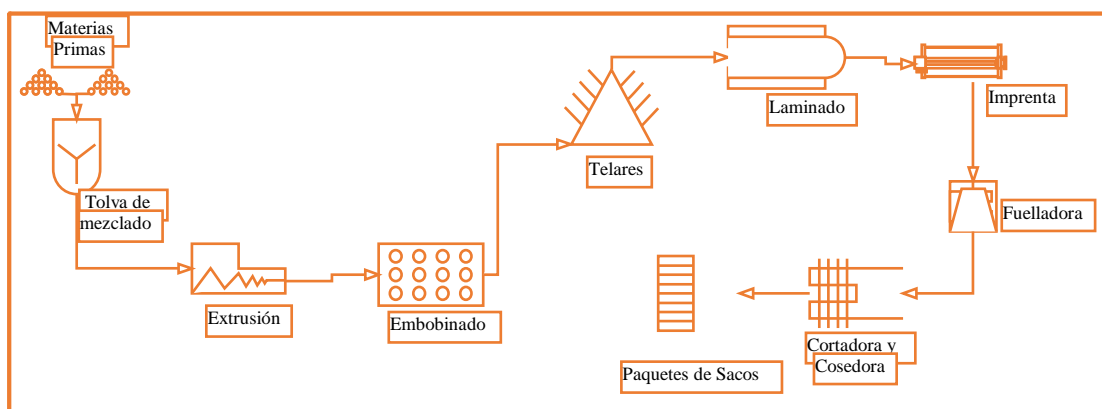
La empresa Sacos Macen S.A. pertenece a la industria del plástico, ubicada en Nicaragua específicamente en el sector de la carretera nueva León , ésta se dedica a la fabricación y comercialización de empaques industriales de polietileno y polipropileno, teniendo una demanda significativa por empresas consumidoras de los sectores, como la petroquímica, alimentos para animales y para consumo humano, construcción, hielo, entre otras.

La empresa elabora múltiples productos en polietileno, bolsas, cintas de prevención, etc.; además elabora sacos tejidos de polipropileno para diversos sectores, alimenticios, minerales, fertilizantes, etc.

El proceso de elaboración de sacos tejidos de polipropileno consta de 7 etapas (ver figura 1.1), comenzando por la etapa de mezclado de la materia prima, donde se mezclan 3 tipos de polipropilenos en proporciones que garantizan las condiciones adecuadas del plástico para la elaboración de los sacos, la cual es confidencial; seguido de la etapa de extrusión-rafia, la cual consta de 2 extrusoras; en esta etapa la mezcla de materia prima es fundida bajo condiciones de temperatura y presión específicas para luego ser forzada a pasar a través de una boquilla que forma perfiles de sección transversal constantes, que se cortaran en cintas de espesor determinado para lograr sacos con los requerimientos solicitados. Seguidamente se encuentra la etapa de embobinado, donde las cintas son embobinadas individualmente en carretes destinadas para tal fin. Estos carretes son trasladados hasta la zona de telares, donde se fabrica la tela, la cual se forma con una cantidad específica de hilos de rafia según sea el uso del saco o si se le realizará el proceso de laminado o no; en esta misma zona de telares se

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018- abril 2019.*

embobina la tela para pasar a la etapa de imprenta donde se imprime el logotipo y características del producto a envasar, además del nombre de la empresa. Luego los sacos pasan a la etapa donde se le realizarán o no, los fuelles al saco, según sea el uso, y se vuelven a formar las bobinas con los sacos. Luego los rollos de telas ya impresos y con fuelle son pasados a la siguiente etapa de dimensionamiento, donde se cortan y cosen los sacos a las especificaciones requeridas por el cliente, para luego ser empaquetados de forma manual para su venta y despacho.



.Ilustración 1- 1 Proceso de producción de sacos tejidos de polipropileno.

En toda industria siempre se busca obtener la máxima producción a partir de la materia prima más económica y en el menor tiempo posible, además de disminuir los desperdicios industriales o mudas, para alcanzar los mayores estándares de calidad; para ello los productos de cada proceso deben estar dentro de especificaciones de acuerdo a una norma en particular o ya bien sea de acuerdo con las exigencias de los clientes.

En la empresa Sacos Macen S.A. se llevan a cabo varios procesos de producción de empaques tanto en polietileno como en polipropileno para envasar diversos productos; es este trabajo de investigación se hace énfasis en el procesos de producción de sacos tejidos de polipropileno ya descrito con anterioridad en esta sección.

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

El proceso de producción de sacos tejidos de polipropileno conlleva el control de variables de temperaturas y velocidades que inciden directamente en los estándares del producto; este proceso consta principalmente de cuatro (4) extrusoras que constituye la etapa donde se centra la investigación.

Las extrusoras son las encargadas de producir la rafia, que según COVENIN 2527-88 son las cintas de polipropileno para tejido, es en esta etapa que se debe aplicar el control estadístico de procesos para que dichas cintas estén dentro de especificaciones.

Una de las variables más críticas en la producción de sacos tejidos de polipropileno es el Denier, ya que esta influye directamente en el peso del saco, la cual según COVENIN 2527-88, es una medida que se expresa en g/9000m de rafia. El Denier para la empresa Sacos Macen S.A. tiene especificaciones para las extrusoras 1,2 de  $(920\pm 40)$  Denier estas especificaciones son establecidas por la empresa en acuerdo con los clientes.

En estos momentos la empresa Sacos Macen S.A no cuenta con un debido control de calidad de producción del Denier la cual es una de las variables más influyente en cuanto al peso de los hilos y que contribuye en la calidad de los sacos.

En la etapa de extrusión-rafia se determina con frecuencia que las cintas para la formación de las telas plásticas se encuentran fuera de especificaciones; presentando pérdida de material y dinero ya que este no puede ser devuelto al proceso sin el adecuado tratamiento de recuperación, el cual la empresa no posee, por lo que los sacos tejidos con rafia por debajo de especificación se destinan para sacos de segunda u ofertándolos por debajo del valor de venta por no presentar la resistencia adecuada para el almacenamiento de los productos; por el contrario cuando los sacos son tejidos con rafia por encima de especificación, lo que implica

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

un mayor peso y resistencia, se ofertan a un valor que no es representativo de acuerdo con sus características, lo que genera la venta de sacos por debajo del precio, estas anomalías representan dinero que la empresa deja de percibir, aproximadamente BsF. 50.000 mensuales, y pérdida de material, aproximadamente un 46 % al mes.

Es por todo lo expuesto anteriormente que este trabajo de investigación busca a través del control estadístico de procesos establecer y estudiar los parámetros que generan fluctuaciones en el Denier en la zona de extrusión-rafia; para su posterior control y así aumentar la productividad de la empresa.

## **2.2 Formulación del problema**

Actualmente Sacos Macen S.A., tiene pérdida de material y dinero puesto que los sacos tejidos de polipropileno se encuentran fuera de especificaciones, por presentar problemas en la etapa de extrusión-rafia; puntualmente con el Denier de las cintas.

Esta situación es muy frecuente por ello se plantea la determinación de las causas que afectan al Denier en la etapa de extrusión – rafia mediante control estadístico de procesos; para así obtener una alternativa de solución que disminuya el costo y el tiempo asociado al proceso.

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

### **3 Justificación.**

Con la realización de este trabajo especial se persigue dar un aporte a la empresa Sacos Macen S.A., aprovechando los recursos existentes para así disminuir los desperdicios generados, en el proceso de elaboración de sacos tejidos de polipropileno, ya que esto representa una pérdida de tiempo y dinero, puesto que la rafia defectuosa no puede reutilizarse en el proceso y teniendo que venderse a precios bajos, pero con esta venta no se rescata la inversión realizada originalmente, representando así una gran pérdida de dinero, además que las horas hombre invertidas en la elaboración de sacos defectuosos es tiempo malgastado que se traducen en dinero que dejó de ser ganancia para la empresa, tanto por el pago de los operarios por un tiempo que no fue productivo, como por la pérdida de material.

La aplicación del control estadístico de procesos garantizará la calidad del producto, disminuirá la producción de rafia defectuosa, disminuirá la pérdida de material y aumentará la producción de sacos; permitiendo que la empresa abarque y ataque un mayor mercado, ya que su producción aumentará; además de que los sacos cumplirán con las especificaciones requeridas, haciéndolos más competitivos a nivel nacional y mundial; esto se traduce en mayor ganancia y producción para la empresa utilizando los mismos equipos existentes.

La realización de este trabajo de investigación permitió adquirir las destrezas necesarias para el desenvolvimiento en lo que serán las actividades de una futura vida profesional donde se demostrarán los conocimientos académicos para solventar un problema en la industria.

Con la realización de este trabajo de investigación se tiene la ocasión de aportar alternativas de solución al sector industrial, obteniendo la oportunidad de estrechar vínculos a nivel académico y práctico.



*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

Con este trabajo se busca disminuir los desperdicios del proceso de elaboración de sacos tejidos de polipropileno, ya que en ocasiones los desperdicios no tienen un fin adecuado. Cuando los sacos elaborados con rafia defectuosa no son vendidos se desecha al aseo urbano, esto representa un problema ambiental, ya que estos sacos están elaborados por tres tipos de polipropileno, y por consecuencia su degradación es muy lenta permaneciendo años en los rellenos sanitarios.

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

## **4 Objetivos**

### **4.1 Objetivo General:**

Mejorar el proceso de extrusión de sacos tejidos de polipropileno mediante control estadístico de procesos para disminuir la cantidad de desperdicios generados en el proceso de Extrusión.

### **4.2 Objetivos Específicos:**

1. Diagnosticar la situación actual en el proceso de extrusión-rafia para conocer los desperdicios generados, en el proceso de elaboración de sacos tejidos de polipropileno.
2. Determinar la estabilidad y capacidad del proceso de extrusión-rafia para comprobar si el proceso es estable y cumple con las especificaciones exigidas por el cliente.
3. Analizar las variables del proceso de extrusión para determinar la influencia en la problemática planteada.
4. Generar alternativas de solución, para obtener opciones que permitan solucionar la problemática.
5. Seleccionar la(s) mejor(es) alternativa(s) para la solución del problema; a fin de que la empresa pueda solventar el problema planteado de la manera más eficiente.

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

## **5 Marco teórico**

### **5.1 Antecedentes**

Para fortalecer este trabajo de investigación, fue necesario registrar la información de trabajos relacionados con el tema, de los cuales se obtuvieron aportes teóricos y metodológicos, que permitieron la consecución y realización de los objetivos planteados. A continuación se presentan los antecedentes:

**Cerizzi, Daniele (2008).** Consejos para implementar una línea de película stretch. Dolci Extrusión.

En este trabajo se analizaron las variables del proceso de extrusión en línea de película stretch, así como también, detalles de la producción de las películas.

La semejanza del trabajo de investigación con el antecedente señalado, es que este antecedente profundiza sobre las variables en el proceso de extrusión, así como también los parámetros óptimos para la elaboración de películas, mientras que el presente trabajo se encargó de llevar a control una de las variables del proceso de producción de sacos tejidos de polipropileno mediante Control estadístico de procesos.

El aporte de este antecedente es que sirvió de guía, en los parámetros y variables que influyen en el proceso, permitiendo una mejor comprensión del proceso, y por ende un mejor desarrollo de las soluciones a la problemática planteada.

**GONZÁLEZ Claudio (2005).** Validación retrospectiva y control estadístico de procesos en la industria Farmacéutica. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas.

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

En este antecedente se establecieron los requisitos necesarios para la realización de estudios retrospectivos de validación, de modo de poder establecer lineamientos para la implementación del control estadístico de procesos como herramienta de rutina de calidad. Para ello se definieron los parámetros de control estadístico de procesos (CEP) que pueden implementarse en el control de rutina, además, definieron límites de control y utilizaron las cartas de control.

Como las conclusiones y resultados más relevantes se tienen, que la implementación de los controles estadísticos de procesos en forma rutinaria, contribuyó a la visualización en forma inmediata de la tendencia que adopta un determinado proceso, lo que ayuda a prever y corregir problemas en forma oportuna, evitando costos innecesarios para la empresa. Cabe destacar que a pesar de la existencia de pequeñas desviaciones en alguno de los parámetros que se sometieron a estudio, los procesos de los 3 productos analizados evidencian una clara tendencia a la estabilidad y control en el tiempo.

El trabajo en desarrollo y el antecedente citado presentan similitud en cuanto a la aplicación de cartas de control, entre las diferencias, es que en el antecedente se realizó el estudio a productos distintos y el alcance del trabajo en desarrollo además abarca el estudio de la capacidad del proceso.

El aporte más significativo de este antecedente es que sirve como guía para la aplicación y desarrollo de las cartas de control y de las posibles soluciones al problema planteado en este trabajo especial de grado.

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

**MOSQUERA, S., NARVAEZ, J. y CABRERA, J. (2005).** Uso de cartas de control para el análisis de calidad en manufactura de sacos de polipropileno.

Universidad de Cauca. Colombia.

En este antecedente se realizó un diagnóstico de las causas que afectan la calidad en el área de producción de sacos de polipropileno, lo que permitió determinar las desviaciones más comunes que afectan la calidad del producto, para ello se utilizó el método y análisis y representación de datos conocido como el método de la gráfica de control donde se analizó el comportamiento de la variable Tex. Se concluyó que la falta de análisis de datos, manipulación permanente de los equipos, entre otras fueron los que generaron la inestabilidad en la uniformidad de los datos registrados.

El antecedente al igual que el trabajo de investigación estudian las variables que influyen en la no uniformidad de una variable de calidad en el proceso productivo de sacos de polipropileno, pero además que la variable de calidad no es la misma, el trabajo abarca el estudio de la capacidad del proceso algo que no es alcance del antecedente.

El aporte de de este antecedente al trabajo de investigación, es que sirvió como guía para el estudio de las variables que hacen inestable a una variable de calidad involucrada en el proceso de elaboración de sacos tejidos de polipropileno

**FERRER, Alberto (2004).** Control estadístico de procesos con dinámica: revisión del estado del arte y perspectivas de futuro. Departamento de Estadística e Investigación Operativa Aplicadas y Calidad. Universidad Politécnica de Valencia. España.

En este trabajo se presentó una revisión bibliográfica del estado del arte en la aplicación del control estadístico de procesos (*Statistical Process Control, SPC*) en procesos con dinámica,

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

típicos en los modernos entornos altamente automatizados tanto de la industria de piezas, como la de procesos.

De la descripción de la metodología *Engineering Process Control*, EPC/ *Statistical Process Control*, SPC y de las investigaciones industriales referenciadas en la bibliografía se concluyó que es posible reducir sustancialmente la variabilidad de las características de calidad tanto a corto plazo como a largo plazo, lo que permite tanto la optimización como la mejora continua de la calidad. De este modo se hizo viable el control de procesos dinámicos, mejorando su capacidad, reduciendo las falsas alarmas y aumentando la escasa potencia que se tiene cuando se usan las técnicas tradicionales de SPC en estos contextos.

Aunque este antecedente es simplemente una revisión bibliográfica; se asemeja mucho con el trabajo de investigación ya que es el mismo enfoque; conseguir las variables que afectan un proceso y controlarlas para mejorar la capacidad del mismo y disminuir el costo y tiempo asociado aplicando control estadístico de procesos.

El aporte de este antecedente al trabajo en desarrollo es que sirve como base teórica para el buen desarrollo de la metodología a utilizar, permitiendo alcanzar los objetivos planteados.

**ORTA, A., ALBARRACIN, M. (2004).** Evaluación y mejoramiento de la capacidad estadística del proceso de sulfonación. Universidad de Carabobo. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Química.

En este antecedente se evaluó y mejoró la capacidad estadística del proceso de obtención del ácido sulfónico lineal en la planta de sulfonación de la Colgate Palmolive C.A., con el fin de ajustar las variables críticas que intervienen en el proceso. Como principales conclusiones y resultados se tuvo que la planta al trabajar a un 80% de su capacidad productiva garantiza un

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

mayor tiempo de operación con un menor número de paradas planificadas; por otro lado el proceso se considera no capaz.

La diferencia con este trabajo es que solo se evalúa la capacidad del proceso; y es semejante al trabajo en desarrollo ya que el método de estudio es el Control estadístico de procesos.

El aporte de este trabajo es que sirve como guía para la evaluación de la capacidad del proceso de sacos tejidos de polipropileno y a proponer la(s) mejor(es) alternativas para la optimización del proceso.

**LUGO, María (2003).** Desarrollo de un modelo de control estadístico de procesos para el sistema de dosificación de aditivos de harina de trigo en una empresa molinera. Universidad de Carabobo. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Química.

En este antecedente se evaluó la propuesta del desarrollo de un modelo de control estadístico debido a la necesidad que tiene la empresa en disminuir los productos fuera de especificación, rechazos, costos en cuanto a materias primas, mano de obra, tiempo de producción, etc. Para ello se realizó un diagnóstico del proceso de dosificación y se determinaron las variables involucradas en el proceso a través del diagrama de Ishikawa, lo que permitió la selección de la mejor alternativa para la mejora de la calidad.

Como conclusiones y resultados más relevantes se tuvo que las mejoras propuestas fueron las adecuadas para el control del proceso, ya que se determinó que dicho proceso estaba fuera de control estadístico.

Este antecedente tiene gran semejanza con el trabajo en desarrollo, ya que este plantea un proceso fuera de control al que se le determinaron las posibles causas de estas variaciones para la

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

posterior propuesta de soluciones para controlar el proceso pero el antecedente aplicó el CEP a un proceso de dosificación de harina de trigo y este trabajo especial de grado se refiere al proceso de extrusión de rafia.

El principal aporte de este antecedente es que ayuda a fijar la metodología para el estudio del control y la capacidad del proceso de extrusión, siendo de gran ayuda para este trabajo ya que el objetivo es el mismo, la estandarización de un proceso para que se encuentre dentro de control.

**MARTÍNEZ, M., PEDONOMOU, M. (1998).** Mejoramiento de una línea de producción de harina de trigo mediante el uso de herramientas de Control estadístico de procesos. Universidad de Carabobo. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Química.

Este antecedente estableció las herramientas estadísticas a utilizar en las diferentes etapas del proceso de obtención de harina de trigo familiar para el consumo humano.

Este redujo gradualmente los desperdicios del proceso y fomentó el mejoramiento continuo hasta la implementación de CEP.

Este antecedente se asemeja con el presente trabajo ya que la técnica que utilizaron es la misma que se aplicará en el trabajo en desarrollo, pero el antecedente solo plantea las herramientas a implementar mientras que este trabajo aplicará las técnicas y corregirá las fallas para obtener un producto de calidad de acuerdo a los estándares.

El principal aporte de este antecedente al trabajo especial de grado radica en la implementación de las herramientas necesarias de las técnicas de CEP aplicado al proceso de sacos tejidos de polipropileno.



*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

**UREÑA C., CASTILLO M. (1998).** Muestreo Aplicado al Control en las Empresas.

Universidad de Costa Rica. Escuela de Estadística.

Este antecedente propuso un sistema de control estadístico de calidad para la empresa CATASA. Evaluó el sistema actual de control de calidad, determinó las principales causas de la variabilidad en el proceso de producción y propuso un sistema de control de calidad que la empresa pueda utilizar en el futuro para valorar la calidad de un tipo de tapas en específico.

Por medio del análisis de los datos obtenidos se determinó que la principal fuente de variabilidad del proceso de producción de CATASA son los operarios. Por lo tanto, las medidas correctivas que se propusieron en el proceso fueron dirigidas hacia la reducción de la variabilidad entre los operarios que participan en el proceso de producción.

El trabajo a realizar es más extenso que el antecedente descrito, puesto que ellos solo se limitan a estudiar las posibles variables que afectan que el producto esté fuera de especificación y plantear una solución, mientras que el trabajo que está en desarrollo además de determinar las variables que afectan el Denier de los sacos tejidos de Polipropileno evalúa la capacidad del proceso, y propone soluciones para la estandarización del proceso.

El aporte de este antecedente con el presente trabajo es que permite definir como estudiar las variables en el proceso de extrusión-rafia lo que facilitará la propuestas de mejoras para el control del proceso.

**CAPILLA, C., ROMERO, R. (1989).** Tamaño y frecuencia de muestreo en gráficos de control. Universidad Politécnica de Valencia. España.

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

En este trabajo se analizó la elección óptima del tamaño y frecuencia de muestreo para gráficos de control, además analizó como dicha elección afectó la potencia del gráfico, la cual es la capacidad para detectar rápidamente las salidas del control del proceso. En base a los resultados obtenidos se puede concluir que a medida que aumenta la capacidad del proceso es aconsejable reducir el tamaño de la muestra e incrementar la frecuencia del muestreo.

La semejanza del trabajo de investigación con el antecedente señalado, es que este trabajo de investigación utilizará una técnica de muestreo para el análisis de la calidad de los sacos tejidos de polipropileno y el antecedente estudia el muestreo óptimo que se debe realizar de acuerdo a la capacidad del proceso. La diferencia entre ambas investigaciones es que el antecedente solo se centra una técnica del control estadístico de procesos pero aplicado a cualquier proceso, mientras que este trabajo de investigación aplica todo el control estadístico de procesos a un proceso específico.

El aporte de este antecedente es que permite definir el tamaño y la frecuencia con que se deben recolectar los datos, para la aplicación de CEP en el proceso de sacos tejidos de polipropileno.

## **5.2 Plásticos y Polímeros**

Técnicamente los plásticos son sustancias de origen orgánico formadas por largas cadenas macromoleculares que contienen en su estructura carbono e hidrógeno principalmente. Se obtienen mediante reacciones químicas entre diferentes materias primas de origen sintético o natural. Es posible moldearlos mediante procesos de transformación aplicando calor y presión. (Ildefonso, 2007).

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

Los polímeros son compuestos orgánicos que se derivan de la unión de dos o varias moléculas simples llamadas monómeros, por medio de reacciones de poliadición o de policondensación. Se distinguen los compuestos dímeros, trímeros, tetrameros, etc., según si están compuestos por dos, tres, cuatro moléculas o más. Se habla de "altos polímeros" cuando estos compuestos están formados por algunos centenares de unidades monómeros o más. (Ildefonso, 2007).

### **5.3 Fabricación Y Obtención De Plásticos**

Existen diferentes tipos de materias primas para producir plásticos. Es en el comienzo del siglo XX que empezaron a desarrollarse productos químicos obtenidos, por síntesis, a partir de los hidrocarburos y que representan hoy en día el 90 % de la producción de los plásticos. Por refinado del petróleo crudo se obtiene diferentes fracciones gaseosas o líquidas. Entre ellas, la NAFTA es la más importante para la síntesis de los plásticos. (Ildefonso, 2007).

Según el tipo de producto a fabricar (según su tamaño, su forma, las cualidades buscadas) y el polímero utilizado (termoplásticos o termoendurecibles) hay una tecnología correspondiente (ver figura 2.1). Es así como existen más de 20 procedimientos de transformación. (Ildefonso, 2007).

#### **Materias primas**

La materia prima más importante para la fabricación de plásticos es el petróleo, ya que de él se derivan los productos que originan diferentes tipos de plásticos. Es importante mencionar que también otras materias primas para la fabricación de plásticos son algunas sustancias naturales como la madera y el algodón de donde se obtiene la celulosa, así como otros plásticos se obtienen del carbón y el gas natural. Todas las materias primas mencionadas tienen en común el hecho de contener carbono (C) e hidrógeno (H). También pueden estar presentes el oxígeno (O), nitrógeno (N), azufre (S) o el cloro (Cl).

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

En general, se considera al etileno, propileno y butadieno como materias primas básicas para la fabricación de una extensa variedad de monómeros, que son la base de todos los plásticos.

(Ildefonso, 2007).

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018- abril 2019.*

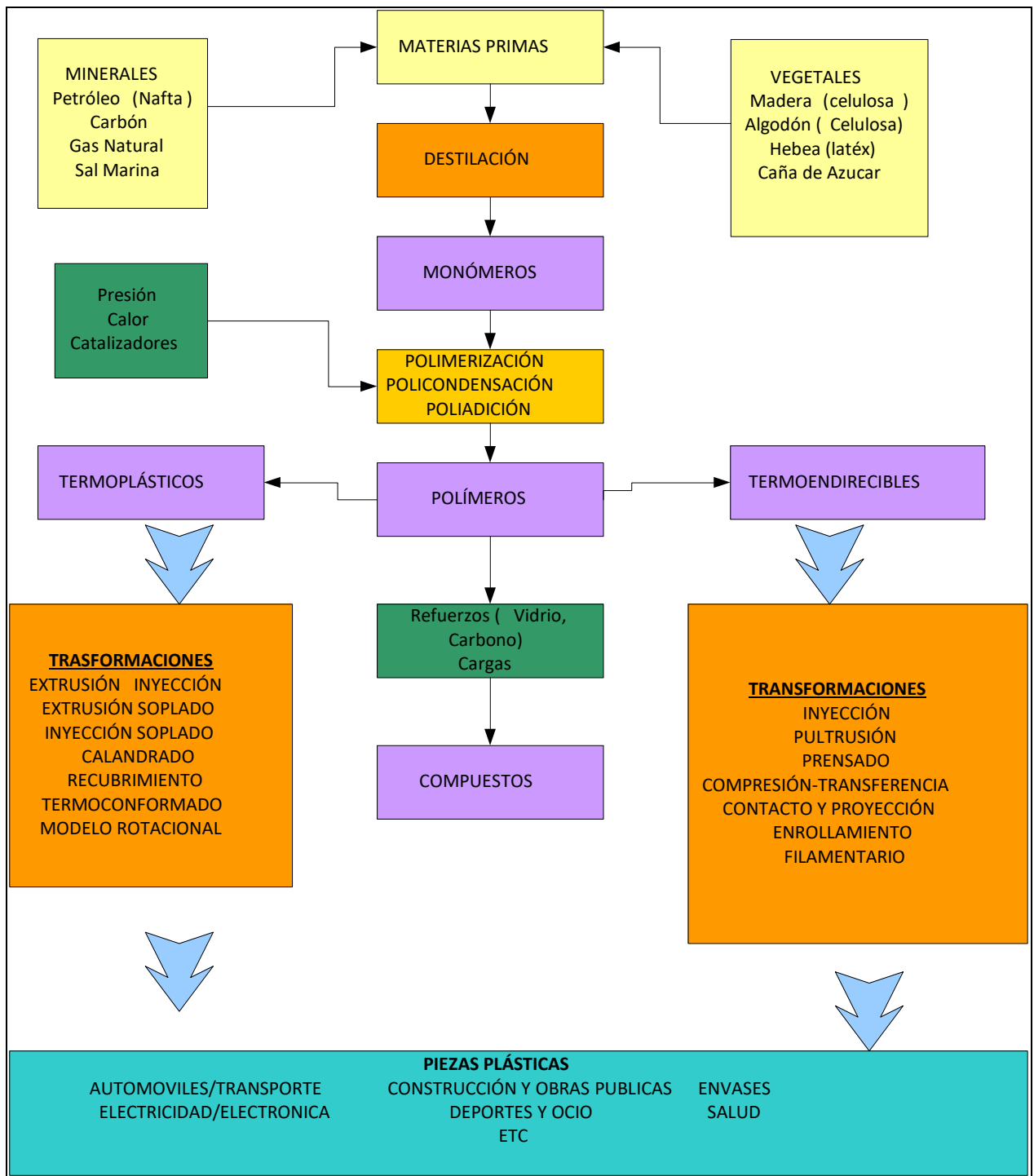


Figura 2.1. Fabricación de los plásticos Fuente: Ildefonso (2007).

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

#### **5.4 Mecanismos de síntesis**

Según Ildfonso (2007) existen diferentes mecanismos químicos para la unión de las materias primas mencionadas, el cual es el punto de partida para la síntesis de resinas plásticas.

- Reacciones de síntesis

Son reacciones químicas llevadas a cabo con un catalizador, calor o luz, los cuales dos o más moléculas relativamente sencillas (monómeros) se combinan para producir moléculas muy grandes. A esta reacción se le llama Polimerización.

- Modificación con aditivos

El hecho de incorporar aditivos antes de la transformación de los plásticos, es una práctica necesaria, ya que tienen el objetivo de mejorar sus propiedades y facilitar su transformación. Un ejemplo de un producto obtenido por este mecanismo es el Policloruro de Vinilo (PVC), el cual es 57% de cloro (obtenido por electrólisis de la sal) y 43% de etileno (hidrocarburo procedente del petróleo).

#### **5.5 Polipropileno**

El Polipropileno es un termoplástico que pertenece a la familia de las Poliolefinas y que se obtiene a partir de la polimerización del propileno, el cual es un gas incoloro en condiciones normales de temperatura y presión, que licúa a  $-48^{\circ}\text{C}$ . También se conoce al propileno como "propeno". (Ildfonso, 2007).

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

El Polipropileno puede clasificarse por las materias primas que se utilizan en su elaboración y por su estructura química según Ildfonso (2007):

Por Materia Primas:

- Homopolímero
- Copolímero Impacto
- Copolímero Random
- Por su Estructura Química:
  - ✗ Isotáctico
  - ✗ Sindiotáctico
  - ✗ Atáctico

### **5.5.1 Polipropileno Homopolímero:**

Presenta alta resistencia a la temperatura, posee buenas propiedades dieléctricas, su resistencia a la tensión es excelente en combinación con la elongación, su resistencia al impacto es buena a temperatura ambiente, pero a temperaturas debajo de 0°C se vuelve frágil y quebradizo. (Ildfonso, 2007).

El *Polipropileno Homopolímero* tiene las siguientes aplicaciones principalmente de acuerdo a Ildfonso (2007):

- Película
- Rafia
- Productos Médicos (jeringas, instrumentos de laboratorio, etc.)

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

### **5.5.2 Polipropileno Copolímero:**

Presenta excelente resistencia a bajas temperaturas, es más flexible que el tipo Homopolímero, su resistencia al impacto es mucho mayor y aumenta si se modifica; sin embargo, la resistencia química es inferior que el Homopolímero, debilidad que se acentúa a temperaturas elevadas. (Ildefonso, 2007).

El Polipropileno Copolímero Impacto se utiliza en los siguientes sectores de acuerdo a Ildefonso (2007):

- Sector de Consumo (Tubos, perfiles, juguetes, recipientes para alimentos, cajas, hieleras, etc.).
- Automotriz (Acumuladores, tableros, etc.).
- Electrodomésticos (Cafeteras, carcazas, etc.).

### **5.5.3 Polipropileno Copolímero Random:**

Las propiedades más sobresalientes del Copolímero Random son: el incremento en transparencia, flexibilidad y resistencia al impacto. Posee un índice de fluidez desde 1 g/10 min para soplado hasta 30g/10 min para inyección. (Ildefonso, 2007).

Sus principales aplicaciones según Ildefonso (2007) son:

- Botellas (Vinagre, agua purificada, cosméticos, salsas, etc.).
- Película.
- Consumo (Popotes, charolas, etc.).



*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

## **5.6 Principales procesos para la obtención de productos plásticos**

La materia prima plástica debe sufrir ciertos procesos para obtener el producto deseado, algunos de los procesos de transformación según Urraza (2000) se describen a continuación:

### **5.6.1.1 Compresión**

Este procedimiento utiliza la materia en estado de prepolímero que se coloca dentro de un molde antes de ser calentada y luego comprimida. La polimerización se efectúa entonces dentro del molde. La compresión permite fabricar objetos de tamaños pequeños y medianos en termoendurecibles. Urraza (2000).

### **5.6.1.2 Estratificación**

Esta técnica consiste en impregnar con resina termoendurecible capas superpuestas de soportes como madera, papel o textiles. Estas son luego prensadas y calentadas a alta presión con el fin de provocar la polimerización. Al estar reservado a los productos termoendurecibles, este procedimiento no permite fabricar más que productos planos. Urraza (2000).

## **5.7 Extrusión**

Al ser un procedimiento de transformación en modo continuo, la extrusión consiste en utilizar plástico con forma de polvo o granulados, introducido dentro de un cilindro calentador antes de ser empujado por un tornillo sin fin. Una vez reblandecida y comprimida, la materia pasa a través de una boquilla que va a darle la forma deseada. La extrusión es utilizada en particular en la fabricación de productos de gran longitud como canalizaciones, cables, enrejados y perfiles para puertas y ventanas. Urraza (2000).

La extrusión es un procedimiento que difiere del moldeo en tanto que se trata de un proceso continuo en que se forman productos tales como tubos, perfiles, filamentos y películas forzando

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

material plastificado a través de un orificio de conformado denominado hilera. Se utiliza tanto para termoplásticos como para elastómeros y termoestables.

Las extrusoras se utilizan además para mezclar y granular complejos, para formar preformas para moldeo por soplado y para alimentar otras máquinas, como las calandras. Algunos tipos están diseñados para combinar la polimerización, *compounding* y producción en una sola unidad.

#### 5.7.1 Extrusoras de uno y varios tornillos

Las extrusoras de tornillo pueden estar equipadas con uno o más tornillos trabajando coordinadamente. Su construcción y tamaño se designan internacionalmente mediante códigos numéricos. Según Euromap 20, la primera cifra da el número de tornillos, la segunda su diámetro en mm y la tercera la longitud efectiva del tornillo como múltiplo del diámetro. Así, la denominación 2-90-20 indica una extrusora de dos tornillos con 90 mm de diámetro y 1.800 mm de longitud efectiva del tornillo. La letra adicional V indica cilindro desgasificante (*vented*).

Las extrusoras multitornillo requieren más engranajes y rodamientos de empuje en la caja de mecanismos y una sección del cilindro adecuada al tipo de tornillo. De otro modo, tienen los mismos componentes que una extrusora monotornillo. La potencia se suministra mediante motores conmutadores infinitamente variables o regulados por tiristores que controlan su velocidad. La tracción hidráulica se utiliza con muy poca frecuencia.

Otro sistema utiliza dos extrusoras en cascada: el fundido se alimenta desde la primera extrusora, habitualmente con un filtro para eliminar impurezas, mientras que la segunda extrusora efectúa la homogeneización y la generación de presión.

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

Los parámetros de funcionamiento más importantes son la velocidad y par del tornillo, el perfil de temperatura a lo largo de la cámara hasta la hilera, y la tasa de suministro del material y su temperatura. Éstos determinan la presión del fundido y la temperatura en la cabeza del tornillo y, conjuntamente con el equipo corriente adelante de la hilera, determinan la calidad del producto, que puede monitorizarse mediante control sin contacto de los contornos, espesores de pared y peso. Las temperaturas se mantienen constantes mediante circuitos de control individuales y las máquinas de alto rendimiento utilizan ordenadores para el control del proceso, con sensores de la presión y viscosidad del fundido.

#### **5.7.2 Temperatura y velocidad equilibradas**

La eficiencia del funcionamiento depende de una selección juiciosa de temperaturas y velocidades de línea. El punto de partida más simple es empezar con un perfil plano de temperaturas de la cámara establecido alrededor de 50 C por encima de la  $T_F$  para plásticos semicristalinos y de 100 C por encima de la  $T_G$  para los amorfos. Si entonces fluctúa demasiado la presión en la hilera, se intenta incrementar la temperatura de la zona de alimentación. Si esto no da resultado, se intenta reducir la velocidad de la línea y/o del tornillo.

Equilibrar temperaturas y tasas de flujo es delicado. Los cambios deben ser mínimos y el operador ha de esperar a que se restablezca el equilibrio antes de efectuar otros. Si se calienta la zona de *metering* sin cambiar la temperatura de la hilera o la velocidad de la línea, bajará la presión de entrada en la hilera y será necesario reducir la velocidad de la línea para mantener las dimensiones. Sin embargo, si al mismo tiempo se aumenta la velocidad del tornillo, puede ser necesario aumentar la velocidad de la línea.

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

Por otra parte, aumentar el flujo de calor externo a la zona de transición y la velocidad del tornillo es relativamente alta, se reduce la generación viscosa de calor y puede causar un fundido incompleto. Si el fundido tiene viscosidad muy baja, como en algunas poliamidas, no hay más solución que aumentar el calentamiento en la zona de transición.

Finalmente, para sistematizar la puesta a punto de la extrusión, es conveniente obtener las curvas de salida respecto a temperatura características del tornillo. Sobre estas curvas a velocidades de rotación constantes que son específicas para resinas en particular pueden sobreponerse datos de la temperatura del extruído, consumo de potencia y calidad del fundido. El uso de estos datos ayudará a optimizar los numerosos ajustes necesarios para el funcionamiento del sistema de extrusión. (Capella, 1997)

### **5.7.3 Extrusión inflado**

Esta técnica consiste en dilatar por medio de aire comprimido una funda anteriormente formada por extrusión. De ese modo se obtienen películas utilizadas en particular en la fabricación de bolsas para la basura o para congelación y revestimientos para invernaderos. Urraza (2000).

### **Inyección**

Esta técnica consiste en amasar materia ablandada mediante un tornillo que gira dentro de un cilindro calentado y luego introducir ésta bajo presión en el interior de un molde cerrado. Al ser utilizada en la fabricación de piezas industriales en particular para los sectores del automóvil, de la electrónica, de la aeronáutica y del sector médico, la inyección es una técnica que permite

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

obtener en una sola operación productos acabados y formas complejas cuyo peso puede variar de algunos gramos a varios kilos. Urraza (2000).

#### **5.7.4 Modelo rotacional**

Este procedimiento consiste en centrifugar un polvo fino termoplástico dentro de un molde cerrado. Así, se obtienen cuerpos huecos en pequeñas series. El moldeo rotacional es utilizado en la fabricación de recipientes, balones, cubas, contenedores, pero también planchas a velas y kayacs. Urraza (2000).

#### **5.8 Control estadístico de procesos (CEP)**

Según la definición de la RAE, calidad es "la propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor". Esta definición es muy próxima a la que da la propia ISO: "Conjunto de características de una entidad que le confiere la aptitud para satisfacer las necesidades, establecidas e implícitas". Podemos destacar dos principios contenidos en ambas definiciones.

La importancia que tiene el que estas características puedan identificarse y definirse, lo que significa en todos los casos que sus valores sean estables y puedan ser cuantificadas y correlacionadas con los resultados obtenidos.

Las características que definen su calidad estarán relacionadas con determinadas magnitudes mensurables que llamaremos, en general, variables de control, y que necesariamente deberán tener valores bien definidos y varianzas limitadas.

Controlar la calidad es cuantificar los valores de esas variables de control, de forma que podamos decir si se encuentran o no dentro de determinado intervalo considerado estándar o tolerable.

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

Toda actividad de producción tiene una variabilidad total resultado de la variabilidad en todos los aspectos implicados en el proceso, desde la variabilidad en la propia actividad humana, hasta la de las herramientas y las materias primas.

Aspectos referentes al plan de calidad, tales como la frecuencia y precisión de las medidas y la estrategia de decisión, van a tener una repercusión significativa en el coste de la actividad y deben ser tratados en cada contexto. Sin el trasfondo del análisis y la optimización de costes no es posible entender la calidad, pues si no existieran costes asociados a la aparición de productos defectuosos, no sería necesario preocuparse de la calidad y, si por el contrario, no existieran costes asociados a los procedimientos de control e inspección, bastaría con inspeccionar todas y cada una de las etapas, subetapas, las herramientas, las materias primas y las actuaciones implicadas en el proceso, así como cada uno de los productos resultantes.

Si bien mantener una producción defectuosa tiene un coste evidente, también lo tiene el detener una actividad que está generando resultados satisfactorios. Un control excesivamente riguroso hará que nuestra actividad se detenga innecesariamente durante un tiempo excesivo. Un control excesivamente laxo implicará que estaremos produciendo un porcentaje importante de productos defectuosos, es decir, no conformes al estándar. Entre ambos extremos se habrá de situar un plan de calidad óptimo, y la tendencia hacia uno u otro extremo vendrá determinada esencialmente por los costos asociados a cada uno de estos dos tipos de errores. El plan de control de calidad, es decir, el plan de mediciones, debe reducir cuanto sea posible el coste acarreado por la aparición de ambos tipos de error.

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

## **5.9 Tipos de causas de variación en un procesos**

En general se acepta que las causas de variabilidad pueden ser clasificadas en dos grupos según Capilla (1989).

### **5.9.1 Causas no asignables**

Serán aquellas causas inevitables o aleatorias, en general de magnitud pequeña o no crítica, y cuyo resultado neto es un grado de variabilidad compatible con el objetivo de la actividad y pueden por tanto ser asumidas como parte inherente del proceso productivo sin requerir corrección ni investigación, salvo cuando emprendamos un proceso de mejora continua u optimización de la actividad.

Las denominamos *causas no asignables* (o causas comunes), y cuando sólo ellas actúan en el proceso de producción, las fluctuaciones totales son de tipo aleatorio, y en general, de acuerdo con el teorema del límite central, siguen una distribución normal.

### **5.9.2 Causas asignables**

Son las causas que provocan variaciones sobrevenidas, sistemáticas o aleatorias, cuya magnitud es crítica para el resultado de la actividad. Estas deben ser investigadas, identificadas y eliminadas. No son parte de la variabilidad inherente y no se asocian al nivel de inversión que hemos realizado en nuestra actividad, por lo que su identificación es responsabilidad de los operarios y supervisores del proceso. Las denominamos causas asignables (o causas especiales). Por supuesto, una causa asignable puede también deberse al deterioro irreparable de un equipo y requerir la realización de una inversión muy importante.

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

Cuando en un proceso no actúan causas asignables su comportamiento será *estadísticamente predecible* y podremos decir que opera de forma óptima. Decimos entonces que el proceso es estable y que se encuentra en *estado de control*. Capilla (1989).

### **5.10 Tamaño y frecuencia del muestreo en gráficos de control**

El objetivo de cualquier gráfico de control es detectar precozmente la presencia de causas especiales de variabilidad en un proceso. Implantando adecuadamente los gráficos de control pueden, adicionalmente, ayudar a identificar dichas causas especiales y eliminarlas del proceso manteniendo a éste bajo control. Capilla (1989).

Cuando una característica de calidad a controlar es una variable continua y la producción está constituida por gran número de unidades individuales o piezas, el tipo de gráfico más ampliamente utilizado es el  $\bar{X} - R$  la utilización de este gráfico plantea como problemas previos la selección del tamaño de la muestra a utilizar y frecuencia del muestreo. Capilla (1989).

En situaciones en las que el costo total del muestreo es aproximadamente proporcional al número total de unidades muestreadas, se plantea el dilema de elegir entre planes basados en muestras pequeñas tomadas a intervalos cortos frente a otros consistentes en muestras de mayor tamaño pero más espaciadas en el tiempo. Capilla (1989).

Si bien mantener una producción defectuosa tiene un coste evidente, también lo tiene el detener una actividad que está generando resultados satisfactorios. Un control excesivamente riguroso hará que nuestra actividad se detenga innecesariamente durante un tiempo excesivo. Un control excesivamente laxo implicará que estaremos produciendo un porcentaje de productos defectuosos, es decir, no conformes al estándar. Entre ambos extremos se habrá de situar un plan de calidad óptimo, y la tendencia hacia uno u otro extremo vendrá determinada esencialmente por



*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

los costos asociados a cada uno de estos dos tipos de errores (ver tabla 2.1). El plan de control de calidad, es decir, el plan de mediciones, debe reducir cuanto sea posible el coste acarreado por la aparición de ambos tipos de error. (Vilches y Sanchez-Barbie 2007).

TABLA 2.1. Los cuatro escenarios posibles en el control estadístico de calidad

<b>MEDIDA</b> \ <b>REALIDAD</b>	El proceso <b>NO</b> ha variado	El proceso <b>SÍ</b> ha variado
El criterio indica que <b>NO</b> ha variado	Verdadero negativo. Todo está correcto	Falso negativo el proceso <b>Error tipo II</b>
El criterio indica que el proceso <b>SÍ</b> ha variado	Falso positivo <b>Error tipo I</b>	Verdadero positivo. Acción correctiva

Fuente: Vilches y Sanchez-Barbie (2007).

### 5.10.1 Distribuciones de frecuencias

No hay dos unidades de un producto, fabricadas por determinado proceso de manufactura que sean idénticas. Alguna variación es inevitable. Por ejemplo, el contenido neto de una lata de gaseosa varía ligeramente con respecto al de otra, y el voltaje de salida de una fuente de energía no es exactamente igual de una unidad a otra. La estadística es la ciencia del análisis de datos y de la deducción de conclusiones a partir de aquél, tomando en cuenta las variaciones en los datos. (Montgomery ,1991).

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

### 5.10.2 Histograma de frecuencias

La figura 2.2 es una gráfica de las frecuencias observadas en función del diámetro interior de anillos forjados para los pistones que se usan en los motores de automóviles. Esta representación se llama *histograma*. La altura de cada rectángulo en la Fig 2.2 corresponde a la frecuencia de los valores de diámetro de los anillos. El histograma es una representación visual de los datos, en la que se pueden observar más fácilmente tres propiedades: forma, acumulación o tendencia central y dispersión o variabilidad. Así, el histograma da una idea del proceso, lo que un simple examen de los datos tabulados no hace. (Montgomery ,1991).

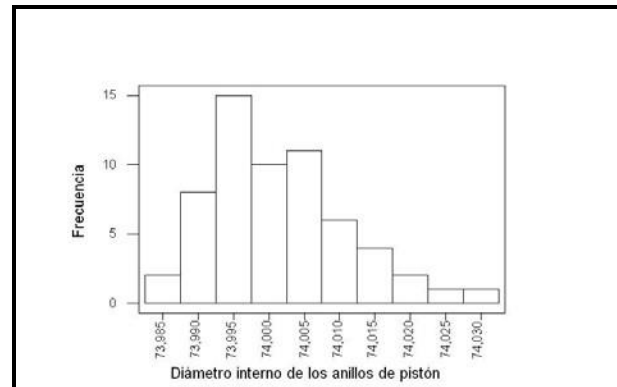


Figura 2.2. Histograma de los datos de diámetro de los anillos de pistón.

Fuente: Montgomery (1991)

Hay muchos métodos para construir histogramas. Cuando los datos son numerosos, es muy útil reunirlos en grupos. Según Montgomery (1991):

- Se recomienda utilizar entre 4 y 20 grupos o celdas; a menudo elegir un número total de celdas aproximadamente igual a la raíz cuadrada del tamaño de la muestra.
- Las celdas deben tener amplitud uniforme.

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

- Se empieza con un límite inferior de la primera celda sólo un poco menor que el valor más pequeño de los datos.

El agrupamiento de los datos en celdas condensa los datos originales, lo que da como resultado una pérdida de algo de detalle. Así, cuando el número de observaciones es relativamente pequeño, o cuando las observaciones sólo toman pocos valores, puede construirse el histograma a partir de la distribución de los datos sin agrupar. (Montgomery ,1991).

### **5.10.3 Distribuciones de Probabilidad.**

Se utiliza el histograma para describir los datos *muestrales*. Una muestra es una colección de valores observados o medidos, seleccionados a partir de un conjunto más grande o *población*. (Montgomery ,1991).

Una distribución de probabilidad es un modelo matemático que relaciona el valor de la variable con la probabilidad de ocurrencia de este valor en la población. En otras palabras, es posible visualizar el diámetro de un anillo como una variable aleatoria (o azar), porque toma valores diferentes en la población conforme algún mecanismo fortuito, y entonces la distribución de probabilidad de los diámetros describe la probabilidad de ocurrencia de cualquier valor en la población. Según Montgomery (1991) hay dos tipos de distribuciones de probabilidad: Discretas y Continuas.

### **5.10.4 Gráficos de control por variables**

Si la característica de calidad puede medirse y expresarse numéricamente, usualmente se le llama variable. En tales casos, es conveniente describir la característica de calidad con una medida de tendencia central y una medida de variabilidad.

Entre los gráficos de control por variable se tiene según Orta y Albarracin (2004):

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

- Gráfico  $\bar{X} - R$ .
- Gráfico  $\bar{X} - S$ .
- Gráfico de media.
- Gráfico individual.

En general los gráficos de control son utilizados para medir las características más importantes, en donde se mide una de tales características. (Orta y Albarracin, 2004).

Generalmente para poder determinar que tipo de gráfico por variable se debe utilizar, es necesario analizar por separado los gráficos de exactitud y precisión. (Orta y Albarracin, 2004).

Los gráficos de control por variables están compuestos de dos gráficos, uno donde se representa los promedios o las medianas, control de exactitud, y otro donde se representan los intervalos o las desviaciones normales, control de precisión. (Orta y Albarracin, 2004).

#### **5.10.5 Gráficos de control por atributos**

Se utilizan cuando muchas características de calidad no son medidas sobre una escala cuantitativa. En estos casos, podemos clasificar cada unidad de producto como buena (conforme) o defectuosa (no conforme) dependiendo de si posee o no ciertos atributos, o podemos contar el número de defectos (no conformidades) que se observan en unidad de producto. Según Ochoa (2004).

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

Existen tres tipos de gráficos por atributos:

#### **5.10.5.1 Gráfico para la fracción defectiva.**

La fracción defectiva es la relación que existe entre el número de “Piezas defectuosas” y el total examinado.

#### **5.10.5.2 Gráfico para la cantidad de defectos por unidad.**

Será la cantidad de Defectos que se encontraron en el lote dividida por la cantidad de piezas evaluadas.

#### **5.10.5.3 Gráfico para la cantidad de defectos por lotes.**

Serán las cantidades de defectos encontrados en un lote fijo de producto

### **5.11 Patrones de comportamiento no natural en Gráficos de control**

Los patrones no naturales tienden o bien a fluctuar muy ampliamente con respecto a la línea central o no fluctuar con suficiente amplitud este comportamiento siempre tiene asociado la ausencia de al menos una de las características del comportamiento natural. Entre los patrones de comportamiento no natural se tiene según Graterol (2002):

1. Ausencia de puntos cerca de la línea central, lo cual produce un comportamiento no natural llamado MEZCLA.
2. Ausencia de puntos cerca de los límites de control el patrón de comportamiento no natural correspondiente a esta característica se llama ESTRATIFICACIÓN.
3. Presencia de puntos fuera de los límites de control. El correspondiente patrón no natural se llama INESTABILIDAD.

Pruebas de inestabilidad

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

Son las 4 pruebas más importantes para patrones de comportamiento no natural, según Graterol (2002). Para el estudio de estas pruebas se toman en consideración las siguientes zonas (ver figura 2.8):

ZONA "C": De la línea central a la línea central + (1) sigma

ZONA "B": De la línea central + (1) sigma a la línea central + (2) sigma

ZONA "C": De la línea central + (2) sigma al límite superior o inferior de control.

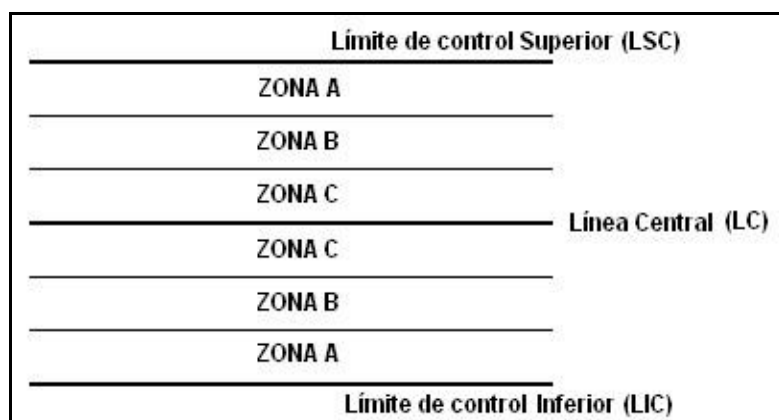


Figura 2.8. Zonas de un gráfico de control  
Fuente: Graterol (2002)

### 5.11.1 Prueba N° 1:

Un (1) punto cae sobre o más allá de los límites (3) sigma, (ver figura 2.9).

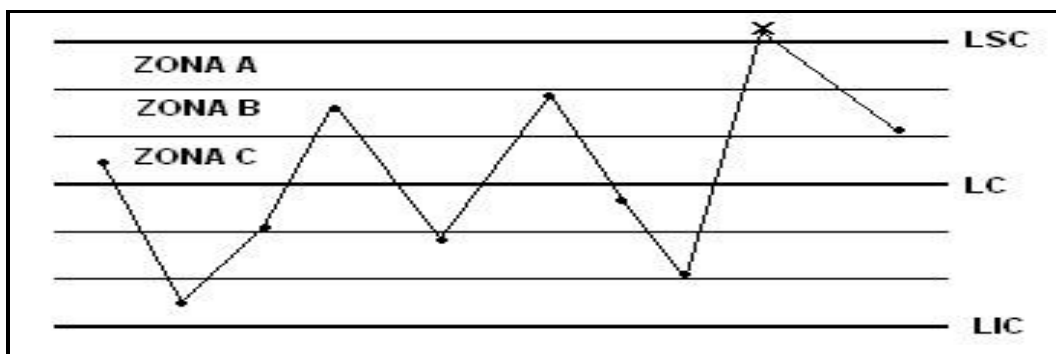


Figura 2.9. Prueba N° 1 de comportamiento no natural en gráficos de control. Fuente: Graterol (2002)

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

### 5.11.2 Prueba N° 2:

Dos (2) de tres (3) puntos sucesivos caen en la Zona “A” o más allá, (ver figura 2.10).

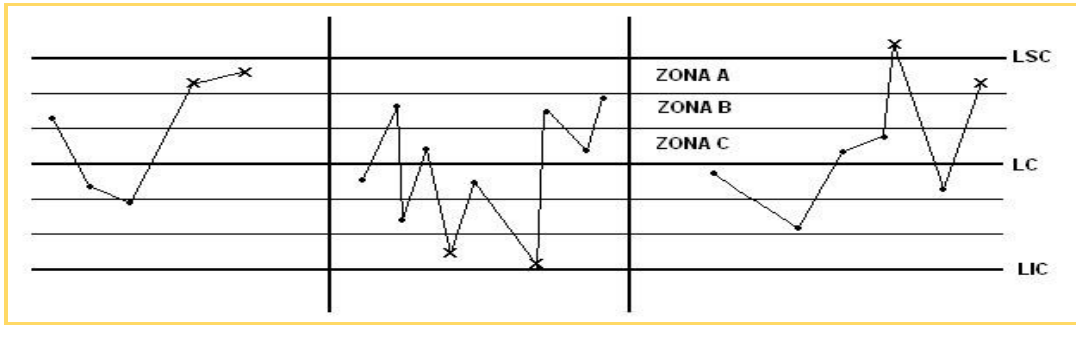


Figura 2.10. Prueba N° 2 de comportamiento no natural en gráficos de control. Fuente: Graterol (2002).

### 5.11.3 Prueba N° 3:

Cuatro (4) de cinco (5) puntos sucesivos caen en la Zona “B” o más allá , (ver figura 2.11).

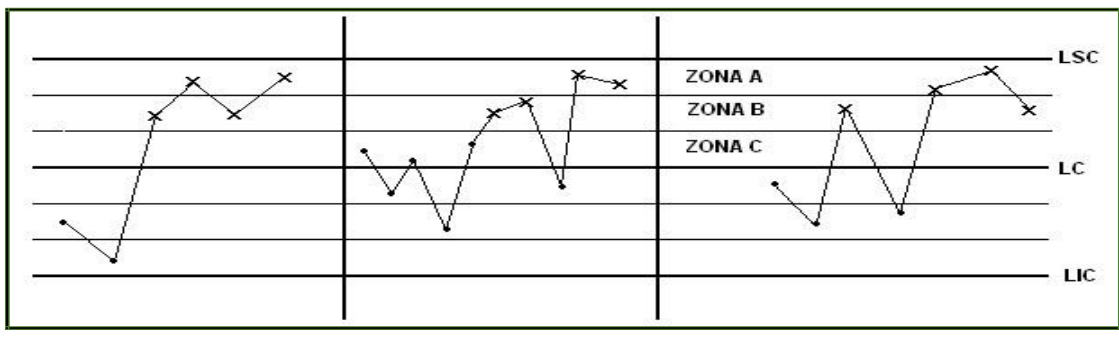


Figura 2.11. Prueba N° 3 de comportamiento no natural en gráficos de control. Fuente: Graterol (2002).

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

#### 5.11.4 Prueba N° 4:

Ocho (8) puntos sucesivos caen en la Zona “C” o más allá. (ver figura 2.12).

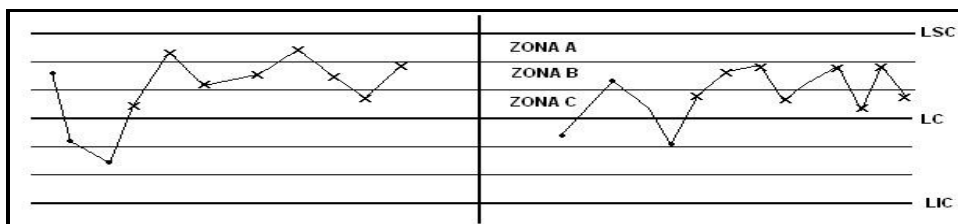


Figura 2.12. Prueba N° 4 de comportamiento no natural en gráficos de control. Fuente: Graterol (2002).

Las mismas pruebas para la inestabilidad son aplicadas a ambas mitades del gráfico de control sin embargo, se aplican en forma separada a las dos mitades y no en combinación, por ejemplo, dos puntos no cuentan para la prueba N° 2 si uno está en la Zona “A” de la mitad superior y el otro en la Zona “A” de la mitad inferior del gráfico. (Graterol, 2002).

#### 5.12 Capacidad o aptitud de un proceso .

La *capacidad o aptitud de un proceso* se refiere a su uniformidad. Obviamente, la variabilidad del proceso es una medida de la uniformidad del rendimiento. Según Montgomery (1991) se pueden considerar tal variabilidad de dos maneras:

- La variabilidad natural o inherente en un instante especificado; es decir, la variabilidad “instantánea”.
- La variabilidad en el transcurso del tiempo.

Se acostumbra considerar un ancho de seis sigma en la distribución de la característica de calidad de un proceso como una medida de la capacidad de un proceso. En la figura 2.13 se



*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

muestra un proceso para el cual la característica de la calidad tiene una distribución normal, con media  $\mu$  y desviación estándar  $\sigma$ . Los límites superior e inferior de “tolerancia natural” del proceso se encuentran en  $\mu + 3\sigma$  y  $\mu - 3\sigma$ , respectivamente, es decir, (Montgomery, 1991):

$$LSTN = \mu + 3\sigma$$

$$LITN = \mu - 3\sigma$$

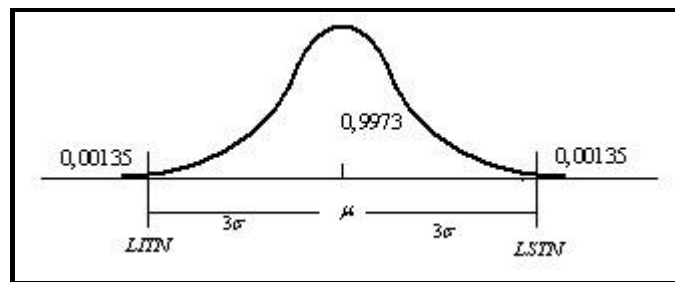


Figura 2.13. Límites superior e inferior de tolerancia natural en la distribución normal. Fuente:

Montgomery (1991)

Para una distribución normal, los límites de tolerancia normal incluyen 99,73% de la variación, o expresado de otra manera, solo el 0,27% de la salida del proceso caerá fuera de los límites de tolerancia natural. Se deben recordar los dos puntos siguientes según Montgomery (1991):

- El 0,27% fuera de las tolerancias naturales parece poco, pero corresponde a 2700 artículos defectuosos por millón.
- Si la distribución de salida del proceso no es normal, entonces el porcentaje de la salida que cae fuera de  $\mu \pm 3\sigma$  puede diferir considerablemente de 0,27%.

Se define el *análisis de la capacidad de un proceso* como un estudio de ingeniería orientado a estimar la aptitud del proceso. La estimación de tal característica puede ser como una distribución

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

de probabilidad con forma, centro (media) y dispersión (desviación estándar) específico.

(Montgomery ,1991).

Esta aptitud del proceso se puede cuantificar, en cuanto a la Capacidad Potencial (Cp) y la Capacidad Real del proceso (Cpk). La determinación de “Cp” se hace a partir de la estimación de la desviación estándar “ $\sigma$ ” de la gráfica bajo control, de los límites superior e inferior de especificación “ $L_s$ ”, “ $L_i$ ”, obteniéndose (Montgomery ,1991):

La estimación de “Cpk” se determina entre el valor mínimo que resulte de la división de la diferencia entre los límites y la media entre tres veces la desviación estándar, es decir, (Montgomery ,1991)

El análisis de la capacidad de proceso es parte decisiva de un programa general de mejoramiento de la calidad. Entre los usos más importantes de los datos de un análisis de aptitud de proceso pueden mencionarse los siguientes de acuerdo a Montgomery (1991):

- Predecir cuan bien cumple el proceso las tolerancias.
- Ayudar a los diseñadores o realizadores del producto a seleccionar o modificar un proceso.
- Ayudar a establecer un intervalo entre muestreo y controles de procesos.
- Especificar los requisitos para el funcionamiento de nuevos equipos.
- Plantear la sucesión de los procesos de producción cuando existe un efecto interactivo de los procesos sobre las tolerancias.
- Reducir la variabilidad en el un proceso de manufactura.

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

### **5.13 Análisis de la capacidad del proceso.**

De acuerdo a Montgomery (1991) hay tres métodos fundamentales que se utilizan en el análisis de la capacidad: histogramas o diagramas de probabilidades, diagramas de control, y experimentos diseñados.

#### Análisis de la capacidad mediante histogramas de frecuencia

La distribución de frecuencia puede servir en la estimación de la aptitud o capacidad de proceso. Se tendría que disponer de por lo menos 50 a 100 o más observaciones para que el histograma sea moderadamente estable, a fin de obtener una estimación razonablemente confiable de la capacidad de proceso. Si el ingeniero de calidad tiene acceso al proceso y puede controlar la obtención de los datos, se deben seguir los siguientes pasos antes de dicha obtención:

- Elegir las máquinas que se van a utilizar.
- Seleccionar las condiciones operacionales del proceso.
- Seleccionar un operario representativo.
- Vigilar cuidadosamente el proceso de recopilación de los datos, y registrar el orden en el tiempo de la producción de cada artículo.

Una ventaja del método de la distribución de frecuencias para evaluar la capacidad del proceso es que proporciona una impresión visual inmediata del funcionamiento del proceso. También puede revelar inmediatamente el motivo de un rendimiento deficiente del proceso. Por ejemplo la figura 2.14 representa un proceso con capacidad adecuada, pero cuyo objetivo está mal ubicado, mientras que la figura 2.15 ilustra un proceso con capacidad deficiente, debido a la variabilidad excesiva. Montgomery (1991).

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

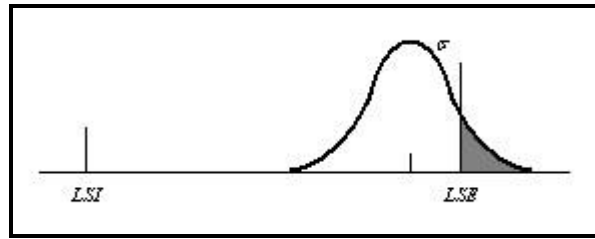


Figura 2.14. Algunas causas de capacidad de proceso deficiente. Centrado impropio del proceso

Fuente: Montgomery (1991)

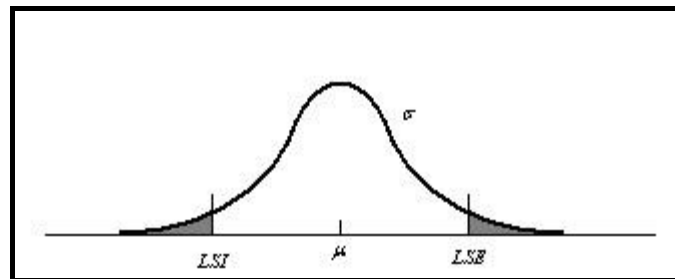


Figura 2.15. Algunas causas de capacidad de proceso deficiente. Variabilidad excesiva del proceso

Fuente: Montgomery (1991)

### 5.13.1 Análisis de la capacidad mediante diagramas de control.

Los histogramas y gráficas de probabilidad resumen el funcionamiento del proceso. No exhiben necesariamente su capacidad potencial, porque su objetivo no es un control estadístico, ni muestran patrones sistemáticos en el rendimiento del proceso, cuya eliminación reduciría la variabilidad de la característica de calidad. Los diagramas de control son muy eficientes a este respecto, y deben considerarse la técnica principal en el análisis de capacidad de un proceso. Montgomery (1991).

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

Se pueden utilizar los diagramas de control por atributos y de variables en el análisis de capacidad de un proceso. Deben emplearse las gráficas de  $\bar{x}$ -y R cuando sea posible, por su mayor potencialidad y porque proporcionan mejor información que los diagramas de atributos.

Las gráficas de  $\bar{x}$ -y R permiten estudiar los procesos sin tomar en cuenta las especificaciones. Además permiten analizar a la vez la variabilidad instantánea (capacidad de proceso a corto plazo) y la variabilidad en el tiempo (capacidad de proceso a largo plazo).

Puede usarse el diagrama de control como un dispositivo de vigilancia, o bien como un registro para mostrar el efecto de cambios en el proceso sobre el funcionamiento de éste.

A veces el análisis de la capacidad de proceso indica que éste se encuentra fuera de control. Es peligroso estimar la capacidad en estos casos. El proceso debe ser estable para que se obtenga una estimación confiable de la capacidad de proceso. Cuando aquél se encuentra fuera de control en la primeras etapas del análisis de capacidad, el primer objetivo es encontrar y eliminar las causas atribuibles para poner el proceso bajo control.

### **5.13.2 Análisis de la capacidad mediante experimentos diseñados**

El diseño de experimentos es un método sistemático para cambiar las variables controlables de entrada en el proceso, y analizar los efectos de dichas variables en la salida. Los experimentos diseñados también sirven para descubrir que conjunto de variables del proceso influyen en la salida, y a que niveles hay que manejar estas variables para optimizar el rendimiento del proceso. De este modo, el diseño de experimentos es útil en problemas de fabricación y desarrollo más generales que aquellos que solo implican la capacidad del proceso. Montgomery (1991).

Uno de los usos principales de los experimentos diseñados es aislar y estimar las fuentes de variabilidad en un proceso.

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

## **6 Hipótesis De Investigación**

El modelo de Control de calidad y mejoramiento continuo utilizado en el proceso de extrusión cuenta con las técnicas y métodos de control estadístico de la calidad adecuados con el enfoque de las normas de satisfacción al cliente por medio de un producto según los estándares de calidad de la norma ISO Covenin 9001-2015.

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

## **7 Diseño Metodológico.**

En este capítulo se presenta el tipo de investigación según nivel de profundidad y la estrategia a desarrollar; de igual manera se describe de forma detalla los pasos que se llevaron a cabo para cumplir con el objetivo general y llevar a termino el presente trabajo especial.

A continuación se describirán cada etapa de la investigación, desde el adiestramiento en el proceso de extrusión-rafia, hasta encontrar cual es la debilidad principal del proceso de obtención de Denier en el área de Extrusión .

### **7.1 Tipo de enfoque**

El presente trabajo constituye una investigación según el nivel de profundidad de tipo proyecto factible, (Manual de Universidad Pedagógica Experimental Libertador, 2006): consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades presentes en la Empresa mencionada, permitiendo el aumento de la productividad en cuanto a la elaboración de sacos tejidos de polipropileno.

En cuanto a la estrategia o diseño de la investigación es un trabajo de campo (Manual de Universidad Pedagógica Experimental Libertador, 2006): contempla el análisis sistemático de problemas en la realidad, con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes. Los datos de interés son recogidos en forma directa de la realidad; en este sentido se trata de una investigación a partir de datos originales o primarios

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

## **7.2 Población y muestra**

Cuando hay que escoger el tamaño de la muestra, debe pensarse en el tamaño del cambio que se trata de detectar. Si el cambio del proceso es relativamente grande, se utilizan tamaños muestrales más reducidos que los que se tendrían que utilizar para cambios relativamente pequeños. (Montgomery, 1991)

También es necesario determinar la frecuencia del muestreo. El problema general es distinguir el esfuerzo del muestreo, es decir, se toman muestras pequeñas a intervalos cortos, o bien muestras grandes a intervalos largos. La práctica común tiende a favorecer la toma de muestras pequeñas más frecuentes, sobre todo en procesos de manufacturas con gran volumen de producción o en los que puede presentarse una gran cantidad de causas atribuibles de diferentes tipos.

Para determinar la frecuencia del muestreo, deben tomarse en cuenta varios factores, los cuales incluyen el costo del muestreo, la pérdida provocada por un proceso fuera de control que sigue trabajando, la tasa de producción y las probabilidades de ocurrencia de diversos tipos de cambios en el proceso. (Montgomery, 1991)

La muestra consta de cuatro líneas de producción de órdenes de trabajo dividido durante el rango de meses de **octubre 2018 a abril 2019**, donde se recolectaron 11,165 datos que comprenden distintos rangos de Denier en la producción del área de extrusión.



*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

### 7.3 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

Para la recopilación de la información se utilizara técnicas e instrumentos que fueron aplicados y desarrollados directamente en el área de objeto de estudio tales como:

**Observación directa:** esta técnica se utilizará en la recolección de datos, ya que se hará una observación exhaustiva para las condiciones técnicas de cada maquinaria y se tomaran en cuenta cada actividad, tanto de las máquinas y los operarios, con sus respectivos tiempos.

**Formatos:** se utilizaran formatos en las áreas de producción de la empresa a jefes de producción y de departamento con el objetivo de ampliar conocimientos sobre los problemas actuales en la etapa de Extrusión como los formatos creados , para la evaluación de la producción diaria del Denier en el área de extrusión FP001.

**Entrevista:** para obtener información específica de los problemas tratados y analizar cómo afecta la producción en el departamento, se aplicara la entrevista no estructurada a jefes de departamento, operadores y supervisores.

### 7.4 Análisis estadístico, base de datos, Planos.

Para la codificación y análisis de la situación actual en la etapa de extruder se emplearan herramientas e instrumentos para la interpretación de información:

- Diagrama de flujo (los cuales se desarrollaron bajo los criterios de la normativa ISO 9001.
- Diagrama Ishikawa
- Diagrama de Pareto
- Check List
- Hoja de proforma de proveedores.
- Sistema de información gerencial (SIG)

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

- Informes de Producción.
- Historial del mantenimiento de las líneas de extrusión.
- Diagnósticos previos.

Una de las primordiales herramientas que se empleara fue la hoja de cálculo EXCEL 2016 con su diversidad de fórmulas matemáticas, estadísticas y financieras con el fin de analizar datos y representarlos a través de gráficos.

También se necesitaran herramientas para el levantamiento de datos :

- Libreta de notas.
- Cinta métrica.
- Calculadora.

Se utilizara el software Minitab 19 , para realizar todos los análisis de control de calidad previos en el área de extrusión

También se usara el software POWER BI , para poder crear cuadros de mandos integrales de resumen de la información , fusionado con SPSS v24 , y R para analizar la Data y dar solución a los problemas con las implementaciones necesarias

Se utilizaran como datos primarios la base de datos de la empresa que incluyen los precios, niveles de producción a partir de la expectativas presentes y futuras, proporcionado por el Sistema de Información Gerencial de la empresa a fin de realizar un análisis de oferta y demanda, que sirven de soporte cuantitativo en la aplicación de técnicas y métodos para el estudio técnico, económico y financiero; todo esto para evaluar el grado de rentabilidad de la empresa y así determinar si es posible la inversión en la adquisición de la línea extrusora.

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

En esta investigación también se emplearan datos secundarios, los provenientes de las fuentes bibliográficas, catálogos, listas de tesis, referencias de internet, etc. que permitieron crear un panorama concreto del fenómeno a estudio y comprender la situación particular de la empresa a través de una valoración cualitativa. El resumen del diseño metodológico se muestra en la tabla 2, en la cual se plasma la relación de las variables y sus respectivas técnicas e instrumentos que se utilizaron en el desarrollo de la investigación.

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

## **8 Análisis y discusión de resultados**

En esta sección se presentan la discusión y análisis de los resultados obtenidos una vez realizadas las actividades que permitieron la consecución de los objetivos específicos planteados al inicio de esta investigación.

### **8.1 Diagnóstico del Área Extrusión-Rafia**

Para tener un indicio de cualquier problema en un proceso, es necesario evaluar la situación actual en que se encuentra el mismo, en el presente trabajo, se evaluó la situación actual del proceso de Extrusión-Rafia en cuanto a las pérdidas de dinero y material que genera la problemática planteada.

Para determinar el grado de cumplimiento de los objetivos propuestos en esta investigación de control estadístico de la calidad donde se evaluarán las medidas de control de calidad que posee Sacos Macen S.A en la elaboración de Denier en el proceso de extrusión durante el periodo de octubre 2018 a abril 2019, se han analizado los resultados de la siguiente manera, con procedimientos estadísticos con base en el control de calidad de la producción de Denier de la siguiente categoría :

Denier de producción (Extruder )
850
920
1210
1420
730

Tabla 8.1 :Especificaciones de producción de Denier

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

Se seleccionaron estos denier , debido a que en el periodo de producción de Octubre a Abril , poseen mayor incidencia de uso para diferentes destinos , esto nos lleva a estudiar si esta variabilidad de la producción es la causante de la variabilidad de estabilización de la maquina extrusora , por ende se deberán implementar algunas herramientas de carácter de análisis fundamental en control de calidad lead six sigma ,

Los primeros pasos para conocer si un proceso presenta una deficiencia notable , la cual afecta al producto que comercializamos es necesario estudiar el ambiente en el que desarrollamos la unidad productiva en este caso dividiremos en dos secciones las actividades principales

- Logística ( Adquisición de la materia prima )
- Maquinaria principal (Extruder LOHIA LSL6 / LSL4)

## **8.2 Proceso de Análisis Estadístico en el proceso de Extruder con respecto al control de calidad que se implementa.**

Actualmente la industria Sacos Macen, cuenta con bases de datos para los procesos, encontrándose así un cuadro donde se rigen las variables de importancia con cartas de control y un proceso mediante tablas dinámicas, se nos facilitó 4 bases de datos, las cuales contienen los datos de las pruebas de control para el proceso de extruder, telares, producto terminado y registro de verificación del saco en los procesos.

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

### 8.3 Variables por proceso que aportan al análisis de control de calidad Extrusion-Rafia-

#### **Extruder**

- Variables:
  - ✚ Cód. Peso
  - ✚ Muestra3
  - ✚ Fecha
  - ✚ Turno
  - ✚ Máquina
  - ✚ Supervisor de producción
  - ✚ Inspector de calidad
  - ✚ Color
  - ✚ Denier
  - ✚ Peso (gr)
  - ✚ Fuerza (kg)
  - ✚ Elongación medida
  - ✚ Ancho (mm)
  - ✚ Tenacidad Real

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

<p style="text-align: center;"><b>Debilidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No hay proceso de lotificación para la materia prima</li> <li>• Implementación errada del proceso de muestreo para las pruebas de control de calidad</li> <li>• Falta de calibración de las máquinas y mantenimiento preventivo</li> <li>• Supervisión mínima en cada proceso de control de calidad</li> <li>• Bases de datos no aportan información muy significativa para un proceso de análisis estadístico</li> <li>• El proceso de los informes no da continuidad</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Oportunidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar un muestro adecuado que permita analizar el proceso de extrusión de manera adecuada</li> <li>• Estandarizar los procesos en la maquinaria tanto automática como el proceso de extrusión semiautomática</li> <li>• Capacitar al personal del área de control de calidad en el uso adecuado de las estandarizaciones de las pruebas y procesos</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Fortalezas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal dispuesto a colaborar con la formación del control de calidad, dispuestos a la implementación de los cambios que contribuyan a mantener el control de los procesos</li> <li>• Posee estructura piramidal , la cual complementara una comunicación eficiente entre las áreas .</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Amenazas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Poseen atributos fuera de limites</li> <li>• Análisis deficiente con respecto al análisis de control estadístico de la calidad</li> <li>• Las malas implementaciones de los métodos de análisis pueden afectar el mejoramiento de los procesos.</li> <li>• Cambio continuo del personal</li> <li>• El proceso de aceptación y rechazo al no implementarse adecuadamente no sabremos de que manera tendremos una falla en el proceso .</li> </ul>

#### **8.4 Análisis DOFA para el proceso de control de Calidad en el proceso de Extruder.**

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

Tabla 8.2 : DOFA de la situación General del proceso de Extrusión .

El proceso del análisis del control de calidad se encuentra en la etapa inicial, por la cual realizó una valoración con las herramientas de estudio adecuadas, utilizando las bases de datos que se nos facilitó del área de control de calidad, por tanto , después de la exploración de los datos encontrados podemos recalcar que necesitaremos una restructuración del levantamiento de los datos así mismo la implementación de una nueva bases de datos que nos permita evaluar cada procesos de manera adecuada .

### Extruder

✚ Estadísticos generales del proceso:

#### Estadísticos

		De nier	C olor	Pe so (gr)	Fue rza (kg)	Elong ación medida	Anc ho (mm)	Tenac idad Real	Contr ol Peso
N	Válido	141 5	14 30	14 15	141 5	1415	141 5	1415	1430
	Perdido s	15	0	15	15	15	15	15	0
Media		746 .0565		746.0 700	3.3 237	9.705 8	2.73 65	4.510 4	
Moda		730 .00		718.0 0	3.2 0 <sup>a</sup>	10.00	3.00	4.63 <sup>a</sup>	
Mínimo		600 .00		525.0 0	1.5 9	1.30	2.27	2.88	
Máximo		140 0.00		1702. 00	8.6 0	16.70	3.90	11.05	



*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

Análisis Estadístico para el proceso de Extruder para la producción del Denier se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 8.3 : Tabla General de producción media de Denier

Al realizar, el análisis estadístico del proceso se obtuvo que el denier más usado es el **730**.

El peso en (gr) se obtuvo un promedio de 746.07 gr, una moda de 718 gr así mismo nos permite calcular los pesos máximos y mínimos para el que encontramos que el peso mínimo será de 525gr y el peso máximo de 1702gr.

- **En la fuerza en kg se obtuvo un valor promedio de 3.3237 kg como moda 3.20kg y valor mínimo 1.59kg y máximo 8.60kg.**
- **Para la variable elongación promedio de 9.7058 cm, mínima de 1.30cm, máxima de 16.70 cm y la moda de 10 cm.**

Para el ancho en mm en promedio el ancho es de 2.7365 mm con un mínimo de 2.27mm máxima de 3.90mm con una moda de 3.00mm, la tenacidad de denier se encontró que el promedio de fabricación de denier es de 4.5104 cm con mínimo de 2.88cm y máximo de 3.90cm

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

### Análisis de Denier por Color.

**Tabla cruzada Denier por Color**

Recuento		Color			Total
		BLANCO	NEGRO GEOSACO	TRANSPA RENTE	
Denier	600.00	222	0	0	222
	625.00	104	0	0	104
	650.00	120	0	0	120
	730.00	577	0	14	591
	845.00	112	0	0	112
	850.00	210	0	0	210
	1320.00	35	0	0	35
	1350.00	14	0	0	14
	1400.00	0	7	0	7
<b>Total</b>		1394	7	14	1415

**Tabla 8.4: Analisis de Denier producción por Color .**

Control Peso			
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Dentro de tolerancia	1028	72.7	72.7
Fuera de tolerancia	387	27.3	100.0
Total	1415	100.0	

**Tabla 8.5: Análisis de Producción de Denier dentro de las tolerancias**

Al analizar el denier que se encuentran dentro los límites de tolerancia el 72.65% del denier se encuentran dentro de los límites de tolerancia y el 27.35% se encuentran fuera de los límites de tolerancia.

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018- abril 2019.*

## 8.5 Diagnóstico

Para tener un indicio de cualquier problema en un proceso, es necesario evaluar la situación actual en que se encuentra el mismo, en el presente trabajo, se evaluó la situación actual del proceso de Extrusión-Rafia en cuanto a las pérdidas de material que genera la problemática planteada.

A continuación, se presentan en forma tabulada las tasas de desperdicios mensuales que se generaron en dicho proceso (Extrusión).

<b>Perdidas de Material de las Extrusoras Comprendido en octubre 2018- abril 2019 Datos en KILOS (PM±0,001) BsF</b>			
	Extrusora 1	Extrusora 2	TOTAL
<b>Octubre 2018</b>	26.704	53.56178	80.26578
<b>Noviembre 2018</b>	15.9295	40.00078	55.93028
<b>Diciembre 2018</b>	22.25825	37.18425	59.4425
<b>Enero 2019</b>	9.33775	19.18475	28.5225
<b>Febrero 2019</b>	21.46185	3.129	24.59085
<b>Marzo 2019</b>	21.46185	3.129	24.59085
<b>Abril 2019</b>	21.46185	3.129	24.59085

Tabla 8.6 : Situación de Pérdidas materiales de Extrusoras

Como se pudo observar en los meses de realización de este estudio los meses comprendido desde Octubre , hasta diciembre fueron los meses e en que más se perdió material, debido que fue el único mes en el período en estudio en que la extrusora N° 2 ( LOHIA LSL4) ,trabajó casi de manera continua, demostrando que esta, es la que representa más pérdidas para la empresa, pero no sin dejar a un lado las otra extrusoras (LOHIA LS6l),la cual a pesar que es una maquina totalmente automatizada tiene grandes perdidas de materia prima , y reducción de calidad de la fibra .

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

El hecho de que la rafia presente un Denier por debajo o por encima de especificación, significa que los hilos son destinados para tejer sacos de segunda, lo que implica un devalúo con respecto al saco de primera de un 35% aproximadamente, y si el Denier está por encima de especificación significa que se estarán obsequiando los gramos que tenga demás el saco, dejándose de ganar dinero por la falta de control de esta variable y representando las pérdidas mostradas.

Estas pérdidas de dinero generan un impacto importante en el desenvolvimiento económico de la empresa, ya que perder 68.000 BsF., en promedio, al mes representa una importante pérdida de dinero, (ver tablas C.1, C.12, C.3, C.4, C.5 y C.6), sin contar el 18,820% de la materia prima que se pierde y que representa otro desembolso de dinero, por el hecho de haber perdido este material y no haberle dado el uso para el cual estaba destinado, tejer sacos de primera calidad.

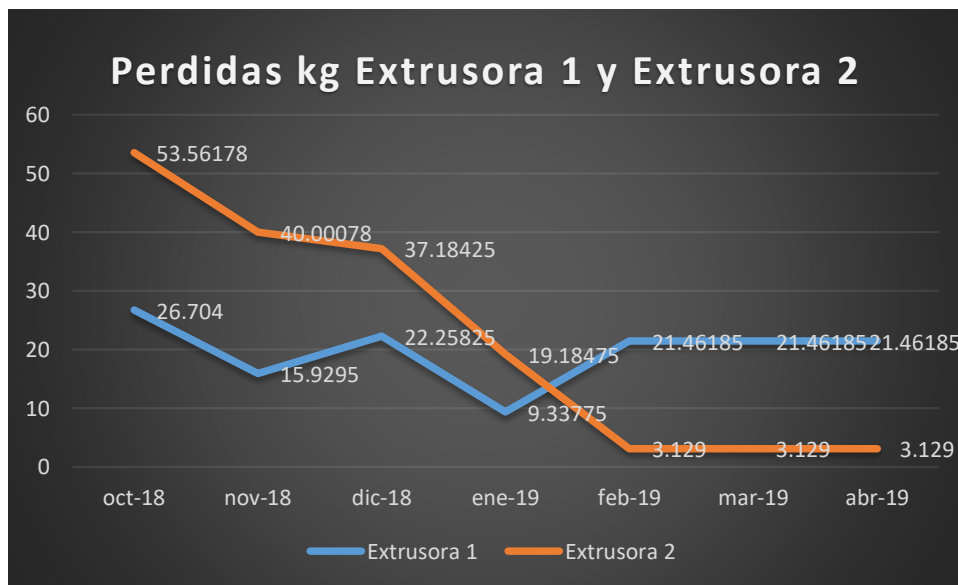


Grafico 8.1 ; Perdidas de Material en KG de Extrusora 1 y Extrusora 2

El grafico anterior nos demuestra la disminución de los problemas en los 6 meses comprendidos de octubre 2018 a abril 2019 , en las que se realizo el control estadístico de la calidad .

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

Se puede observar en el grafico la variabilidad del Denier dentro de la producción por maquina , así como también de turno a turno, en cuanto a las gráficas correspondientes de la extrusora N° 1 y la extrusora N°2 , en los meses en estudio, se observa para los dos turnos de trabajo, que en los meses de octubre-Diciembre 2019 la tendencia en la producción de hilos de rafia es por encima de la media, e inclusive mayores al límite superior de especificación, pero en el mes de noviembre se observa que la tendencia es entre el límite inferior de especificación y la media, evidencia de alguna medida de control en esta extrusora.

Este comportamiento no es conveniente para una variable tan crítica como es el peso de los hilos de rafia para tejido de sacos de polipropileno, ya que por estar fuera de control como se evidencia en las cartas de control de producción se pierde materia prima dejando de ganar dinero, lo que sustenta las pérdidas reportadas, y lo que justifica la **aplicación del control estadístico en el proceso de Extrusión-Rafia.**

## 8.6 Producción de Maquinas Extrusoras durante el periodo de Octubre 2018 a Abril del 2019

Maquina Extrusora				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Maquina 1	6846	61.3	61.3	61.3
Maquina2	4319	38.7	38.7	100.0
Total	11165	100.0	100.0	

Tabla 8.7 Produccion Mes a mes de maquinas extrusoras.

EL índice productivo de la mas dos maquinas extrusoras son indicados en la tabla anexa( tabla 8.7) , donde podemos ver que la maquina extrusora 1 , ( Lohia LSL6) , tiene un sistema altamente calificado de producción lineal debido a esto es la encargada de producción de Denier de densidades superiores , mientras que la maquina 2 (Lohia Lorex LSL4) es una maquina extrusora

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

algo desfasada en la actividad productiva por lo cual es una alta fuente de variabilidad de producción de Denier o Rafia , teniendo una diferencia 22.3 % de rendimiento la extrusora LSI6 a la extrusora semiautomática Lorex LSL4.

Los denier que se producen mediante el uso de estas dos maquinas extrusoras son detallados en el siguiente grafico el cual nos indica que el Denier con mayor frecuencia de uso y producción es el denier de 850 ppm :

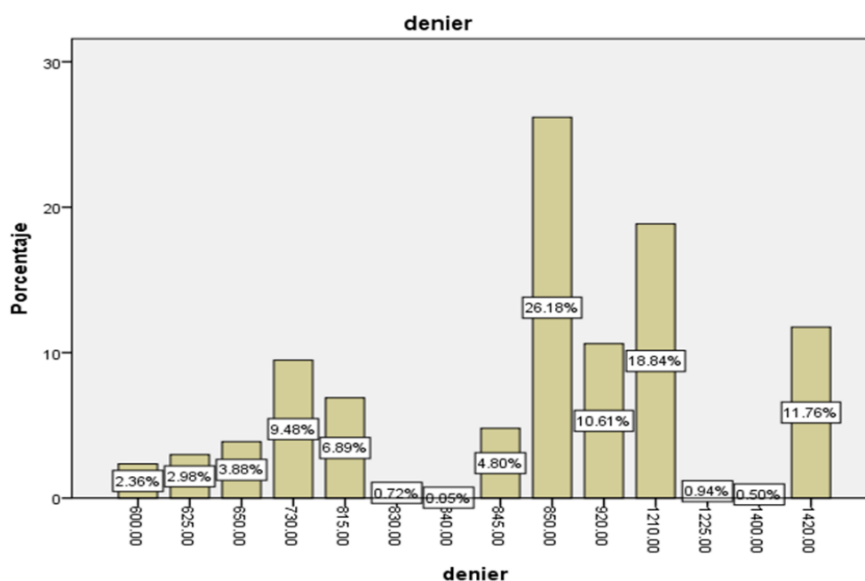


Grafico 8.2: Denier en producción de Octubre 2018 –Abril 2019

## 8.7 Estabilidad Del Proceso

Para evaluar la capacidad de un proceso, se supone como axioma que el proceso debe estar bajo condiciones *estables*, es decir sólo deben actuar causas comunes o aleatorias, es por ello que el proceso debe ajustarse a una distribución normal. La pruebas de normalidad aplicadas a los datos tomados de un proceso productivo, dan un indicio de la estabilidad del mismo, la distribución

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

normal es el modelo probabilístico adecuado para una variable aleatoria (variable de calidad). (Montgomery, 1991).

Para el análisis de la estabilidad se realizó un muestreo, con el tamaño y frecuencia descrito en la metodología, que permitió la construcción de los gráficos pertinentes para el estudio.

### 8.7.1 Extrusora Nº 1

Cuando se tiene un conjunto de datos provenientes de un proceso industrial, es importante reconocer si su comportamiento es o no normal, a fin de poder identificar causas comunes y asignables, el histograma de frecuencia permite verificar si los datos presentan dicho comportamiento.

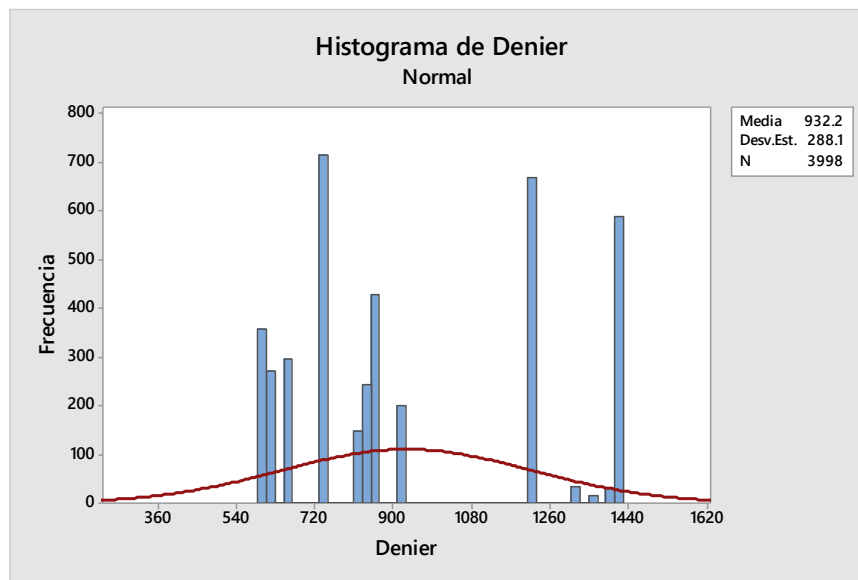


Grafico 8.3 Histograma de frecuencia de los datos de Denier en la extrusora Nº 1

Se utilizó el Software Minitab 19 para la construcción del histograma de frecuencia en el cual se pudo observar que los datos no presentan una distribución normal ya que para que los mismos presenten dicho comportamiento, la clase modal se debe ubicar en la zona central de la gráfica y a

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

medida que se aleja de ella, en cualquiera de las dos direcciones la frecuencia debe disminuir, y este no es el caso.

Para verificar la no normalidad de los datos se realizó la prueba de ajuste de Kolmogonov-Smirnov. Las “Pruebas de ajuste”, se realizan ya que el comportamiento de las muestras es aleatorio y no necesariamente son representativas de la población de donde provienen, es por ello, que las muestras podrían presentar desviaciones con relación al modelo teórico de normalidad. La prueba de Kolmogonov-Smirnov es una prueba de ajuste, que comprobará si la muestra proviene de una población con una distribución normal. (Graterol, 2002).

Con la ayuda del Minitab 19, se realizó la prueba de ajuste y como era de esperarse la población de donde provienen los datos no son normales, ya que el parámetro P-Value es 0,010; y para que la población presente una

distribución normal el P-Value debe ser mayor a 0,05 ,

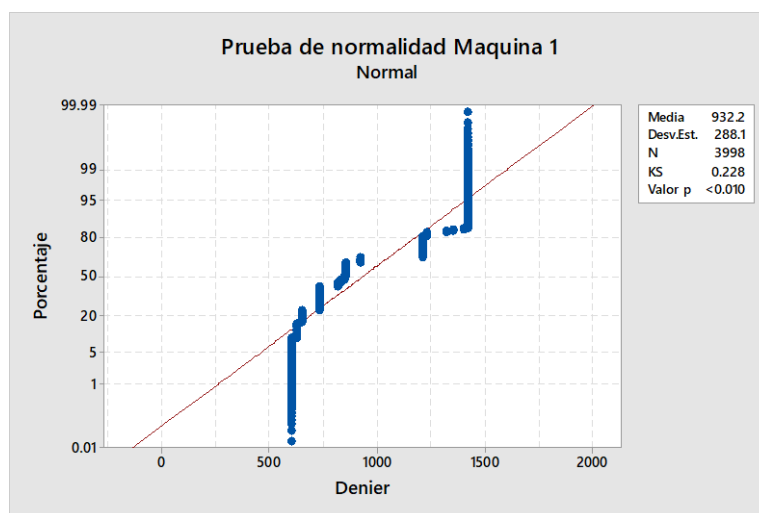


Grafico 8.4 : Prueba de Normalidad para la maquina 1



*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

Se aplicó dicha prueba de ajuste porque cuando se trata de estimar los índices de Capacidad, “Cp” y “Cpk”, lo cual se hizo más adelante, se parte del supuesto de que la distribución es normal, y para ello no solo los datos deben presentar la distribución descrita sino también la población en sí. La prueba de Kolmogonov-Smirnov es desde el punto estadístico una de las pruebas más *potentes*, lo que significa según Graterol (2004): la habilidad de estos procedimientos de prueba para usar la evidencia de la muestra a fin de detectar si o no la verdadera situación difiere de la situación supuesta (normalidad), o lo que es equivalente a decir que estas pruebas proveen una mayor probabilidad de rechazar un modelo incorrecto.

El hecho de que los datos no presentaron una distribución normal, es un indicio de la actuación de causas atribuibles en el proceso, es por ello que se procedió a graficar el diagrama X-S de los datos de Denier en la extrusora N° 1 para observar dichas causas a fin de solventarlas ya que ellas permiten identificar la aparición de causas especiales en el proceso.

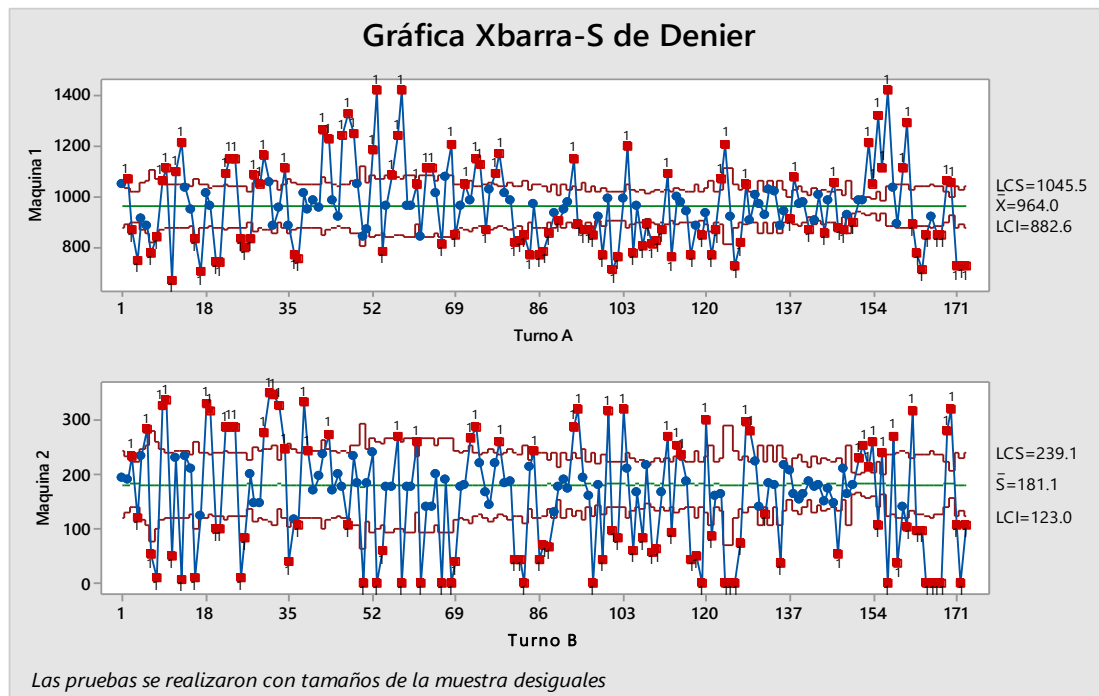


Grafico 8.5 : Grafica X barra –S para el Denier en ambas maquinas Extrusoras.

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

La utilización de un diagrama de control de variables depende del tamaño del subgrupo, para el caso del presente trabajo por ser el tamaño del subgrupo de 12 el diagrama que se utilizó fue el  $\bar{X}-S$ , ya que cuando el número es mayor 10, la estimación de la desviación estándar a partir del rango del subgrupo pierde eficacia, es por ello que la mejor manera de calcularla es a través de la desviación típica muestral, además de que permite disminuir el error tipo II (ver tabla 2.1). (Vilches y Sanchez-Barbie 2007).

En la gráfica de control X-S para el Denier de la extrusora 1 .se puede verificar la inestabilidad del proceso, se indicaron los patrones de inestabilidad y las posibles causas de estos según la bibliografía. En primer lugar se observó un ciclo recurrente del subgrupo 8 al 16, la posible influencia de la temperatura y humedad ambiental, además de una rotación regular del operario de la máquina, por otra parte se observó una tendencia creciente en toda la gráfica, que indica que las posibles causas son el deterioro de la máquina, operario cansado o el desgaste de las herramientas.

La gráfica presentó además mas de 8 puntos continuos por debajo de la línea central del subgrupo 1 al 8, lo que es indicio de cambio en las proporciones del material, nuevos trabajadores o máquinas y cambio en el método o equipo de inspección.

Además se pudo observar las pruebas de inestabilidad que realiza el Minitab 19 automáticamente, que corresponden con las explicadas anteriormente.

Las causas expuestas son lo que sugiere la bibliografía, y son una guía para proponer los posibles motivos que producen la variabilidad del Denier.

## **8.8 Extrusora N° 2**

Se realizó de igual manera los mismos análisis que en la extrusora N° 1, para la determinación de la distribución de los datos se graficó el histograma de frecuencia.

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

Se pudo observar una distribución normal, ya que la clase modal se ubica aproximadamente en el centro de la gráfica y la frecuencia disminuye a medida que se aleja de esta, también se observó que los datos presentan una forma acampanada, pero esto no quiere decir que la población de donde vinieron presentó la misma distribución para verificar esto, se realizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov.

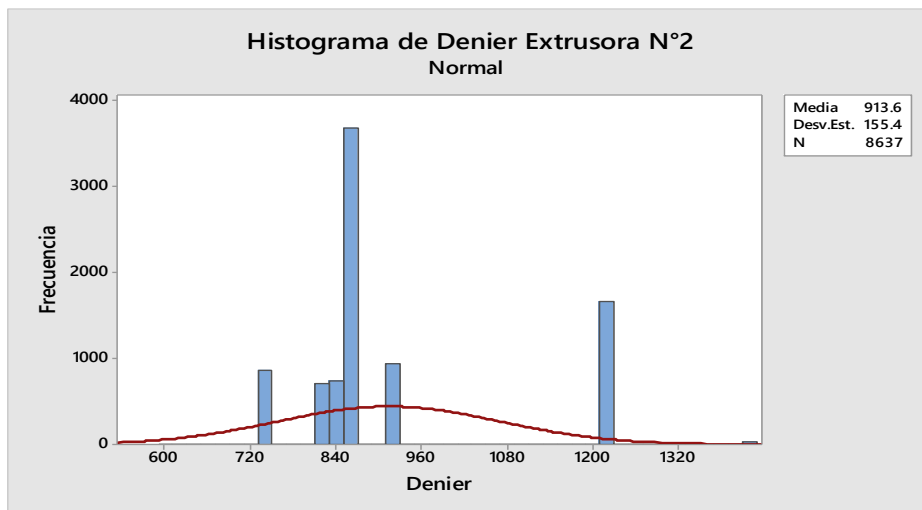


Gráfico 8.6: Histograma de la normalidad en la producción de Denier Extrusora N°2

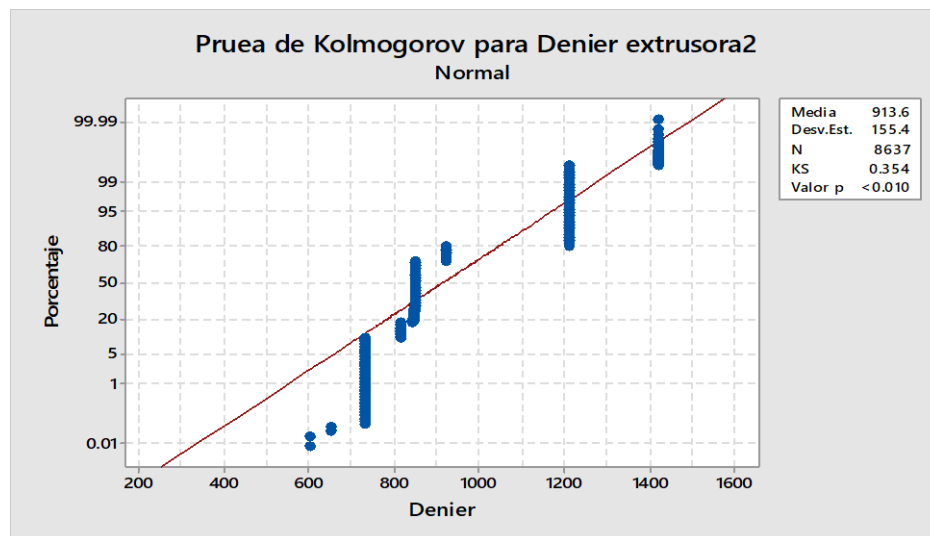


Gráfico 8.7: Prueba de normalidad en la producción de Denier Extrusora N°2

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

La población de donde provienen los datos presenta un comportamiento normal, ya el P-Value  $> 0,05$ , en este caso particular es mayor a  $0,010$ , lo que indica que no están actuando causas especiales en el proceso. Para la verificación de esto se realizó la gráfica X-S, para observar el comportamiento de la extrusora N°2.

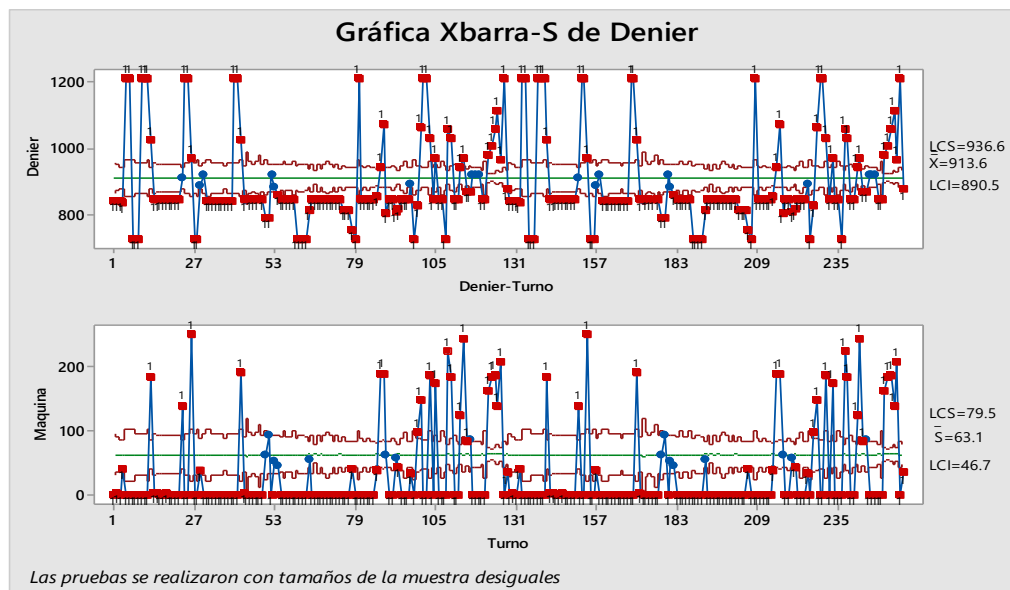


Grafico 8.8: Carta Xbarra-S producción Denier .

Es evidente el comportamiento normal de la gráfica ya que presentó alternabilidad podemos observar los patrones de comportamiento anormal, lo que verifica un proceso que no cuenta con estabilidad estadística. Lo que permitió el análisis de capacidad del mismo.

Los puntos donde , el Denier no respeta los limites de especificaciones están sobre el turno B o Nocturno lo cual nos llevara a estudiar los factores de los Denier .

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

#### 8.8.1 Análisis De Causas De Variabilidad Del Denier

La falta de estabilidad del Denier en el proceso requirió del estudio de las posibles causas que puedan estar generando la problemática, para ello se hizo uso de las herramientas que se describen a continuación.

#### 8.8.2 Diagrama causa-efecto

Con la ayuda de las anotaciones hechas al momento de la recolección de datos, lluvia de ideas y entrevistas al personal involucrado con el proceso, además de la observación directa por parte de las autoras de este trabajo, se pudieron establecer las posibles causas influyentes en la variabilidad del Denier, esto fue posible por medio de la utilización de una técnica gráfica la cual es el diagrama **causa-efecto**.

Permitiendo organizar la información obtenida sobre las fuentes probables que ocasionan la problemática planteada visualizando las relaciones entre los renglones determinados y el problema.

En la figura se pueden visualizar todas las posibles fuentes que ocasionan que el Denier varíe, las cuales se generaron con la orientación del personal de planta, tomando en cuenta la categorización definida en la metodología. Lo cual se logró con la realización de entrevistas de tipo no estructuradas al personal involucrado con el proceso.

Es de notar, que la mayor cantidad de debilidades del proceso van enfocadas hacia las extrusoras (máquinas) y el mantenimiento de las mismas, no sin dejar a un lado los métodos en cuanto al proceso, el cual presentó debilidades que eran generadas por los operarios y por la materia prim

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

que se utiliza para la elaboración de los Denier.

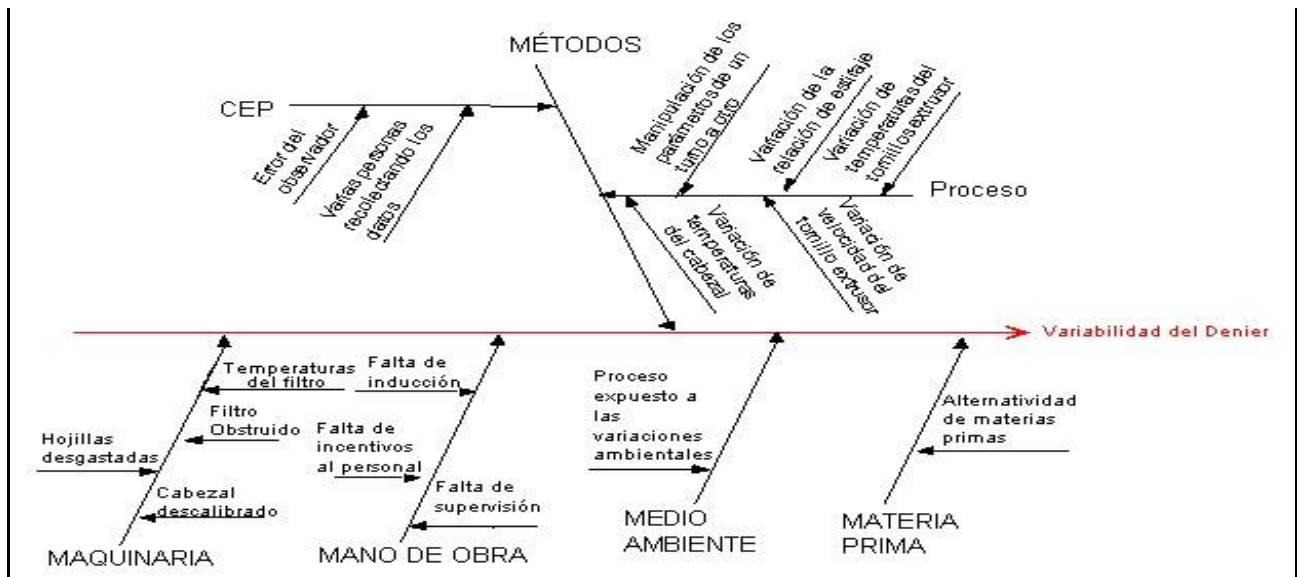


**Figura 3.1 : Diagrama de Causa y Efecto de la Variabilidad del Denier**

Todas las causas que se plasmaron en el diagrama de causa y efecto , son de manera general, es decir, fueron todas las propuestas generadas y que representa una visión universal del problema, es por ello que se generó un segundo diagrama causa-efecto, en el cual se destacaron aquellas variables que son las más influyentes o críticas en la variabilidad del Denier, tomando en cuenta la posibilidad de controlar y medir dichas variables

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

Con la ayuda del personal, se destacaron las variables críticas que afectan la variabilidad del Denier, partiendo de la figura a continuación y con la aplicación de un formato para poder conocer las causas principales sabiendo que el proceso depende casi exclusivamente del buen funcionamiento de las extrusoras, la definición de las variables críticas que influyen en el proceso, se hicieron enfocadas a estas, aunque la mala manipulación de los parámetros por partes de los operarios es algo influyente.



**Figura 3.2 : Diagrama de las Variabilidades principales en la producción del Denier.**

Se observó en cuanto al método de CEP, la influencia de la de recolección de los datos por parte de diferentes analistas del departamentos de producción y control de calidad , además de la manipulación de los parámetros de proceso por parte de los operarios; entre otras las causas críticas de la variabilidad del Denier se encontró el hecho del desgaste de parte de las extrusoras y la falta de mantenimiento, sumado a la falta de conocimiento por parte del personal involucrado con el proceso.

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

### 8.8.3 Diagrama de Pareto

El desarrollo del diagrama de Pareto facilitó la determinación de la influencia de las variables críticas en el proceso, lo que permitió la toma de decisiones en las medidas correctivas que se implementaron para llevar a estabilidad el proceso de Extrusión-Rafia.

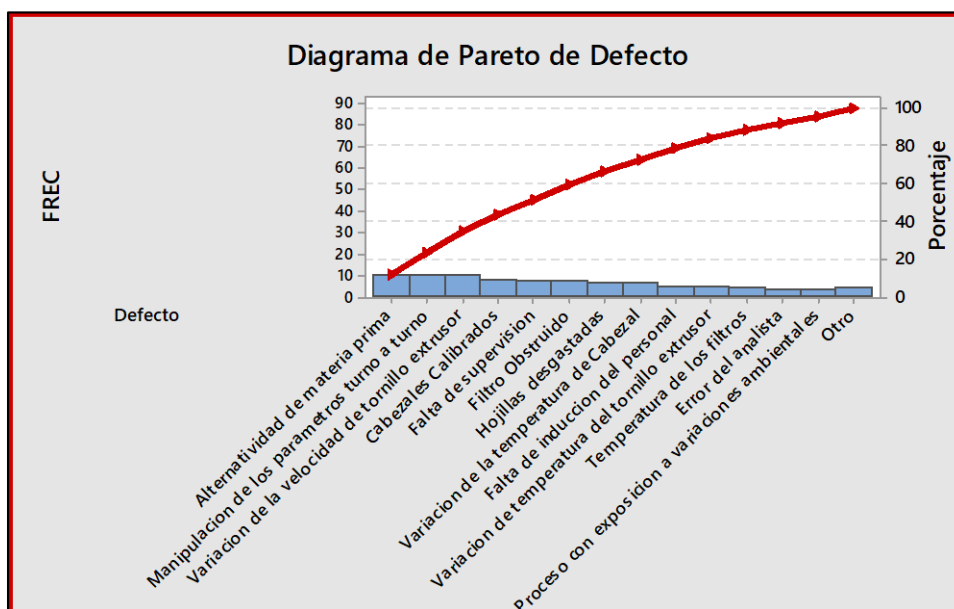


Figura 3.3 Diagrama de Pareto de los defectos en el proceso de Extrusión .

El diagrama de Pareto permitió visualizar de manera sencilla, las principales fuentes de variabilidad del Denier, ya que se jerarquizan las de mayor influencia, permitiendo atacar estas debilidades para solventar la problemática, es por ello que las propuestas de las soluciones se enfocaron en reparar las fallas que se encuentran señaladas en el diagrama se toma hasta el (80%), ya que estas son las de mayor influencia en la variabilidad del Denier, además que solo una parte de estas permitió que el proceso fuese estable.

Se pudo observar que la mayor influencia en la variación del Denier en las extrusoras fue la manipulación de las variables del proceso por parte del personal de extrusión-rafia y la materia prima utilizada .



*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

Lo que conlleva a un proceso con variabilidad en sus condiciones de operación a lo largo del tiempo además de este factor la falta mantenimiento en las extrusoras son otros de los factores más influyentes.

#### **8.8.4 Medidas Correctivas Para Estabilizar El Proceso De Extrusión-Rafia**

Se observó que las variaciones de ciertos puntos de los gráficos de control correspondieron al cambio de turno de los operarios ya que los supervisores no mantienen las mismas condiciones de temperatura y velocidades que el turno anterior.

Aunque lo más influyente en la estabilidad del proceso es la buena manipulación de las variables de operación y mantenerlas constantes; las observaciones diarias in-situ reflejaron que la falta de mantenimiento de las máquinas y la falta de calibración en el arranque y puesta punto de las mismas son una causa influyente en la problemática.

Se observó en los gráficos de control que las variaciones de un subgrupo a otro son de cierta manera responsabilidad de los operadores de las máquinas, ya que ellos varían los parámetros de un turno a otro, en inclusive en el mismo turno, ya sea por falta de conocimiento, o por su propia conveniencia, puesto que por falta de personal los operarios que están, no pueden atender la extrusora y disminuyen la velocidad de la máquina.

Las velocidades y temperaturas a los que se trabajaban las extrusoras no eran los adecuados según los recomendados por el manual, para el tipo de máquina y tipo de material.

Es por todo lo anteriormente descrito que las medidas correctivas aplicadas fueron las siguientes:

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

#### *8.8.4.1 Estandarización de las variables en las extrusoras*

Antes de la establecer los valores a los cuales deben trabajar las extrusoras, se comprobó con un pirómetro si las temperaturas y velocidades que indica el panel de control eran en realidad las mismas que se encontraban en el proceso. Luego de confirmado esto, según el estudio de los manuales y de la experiencia del supervisor de planta, se parametrizaron tanto las temperaturas del tornillo extrusor, del filtro, del cabezal y de la batea, como la relación de estiraje del hilo, las velocidades del tornillo extrusor y del rodillo de estiramiento, estabilización y salida de cada extrusora (ver tablas A.13, A.14 y A.15)

#### *8.8.4.2 Información y motivación al personal de Extrusión.-Rafia*

Se les informó tanto a los operarios como a los supervisores de cada extrusora los parámetros a los cuales deben trabajar. Para garantizar estas condiciones de temperatura y velocidad se les motiva al personal con un bono de producción, el cual se ganarán si producen lo que debe generarse o más, con las velocidades estandarizadas.

#### *8.8.4.3 Método de recolección de datos*

Para la primera toma de datos se recolectaron las bobinas y procesar los datos de las mismas, se contó con la ayuda del analista de turno del Laboratorio de Calidad y Producción lo que implica diferentes errores asociados al observador, es por ello que para la recolección de datos después de las medidas correctivas, la recolección de las bobinas así como su procesamiento serán hechas por las autores del trabajo investigativo.

#### *8.8.4.4 Puesta a punto de las extrusoras*

Antes de la toma de datos se realizaron algunos ajustes a los equipos involucrados en el proceso.

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

#### *8.8.4.5 Extrusora N° 1 medidas de corrección*

La limpieza del filtro lo realiza un mecanismo rotativo, el cual realiza la remoción de incrustación de objetos externos al proceso de manera automática, se verificó que el mecanismo estuviera funcionando adecuadamente.

Por otra parte se realizó la calibración de los puntos del cabezal que estaban descalibrados, ya que estos tenían diferentes aberturas y el grosor de la película no era constante, pero solo en algunos puntos, de aquellos que se detectaron que no producían el hilo con Denier dentro de especificación.

Y por último se hizo el cambio de las cuchillas, ya que al estar desgastadas no cortan bien la tela de polipropileno y por consiguiente el hilo resulta de un espesor distinto al que debería salir para obtener el grosor deseado después del cocido y del estiramiento del mismo.

#### *8.8.4.6 Extrusora N° 2 medidas de corrección*

Esta extrusora no presenta un filtro de tipo rotatorio, por lo que no se pudo realizar un mantenimiento fácil y en corto tiempo, ya que requiere de la parada de la máquina para desarmar el cabezal y el filtro para poder limpiarlo. La misma presentaba muchos tornillos de ajuste del cabezal dañados, de no cambiarlos no se podría hacer la calibración del cabezal que es lo más influyentes en la variabilidad del Denier.

Es por ello que se procedió a la parada de la extrusora N° 2 por mantenimiento correctivo y preventivo, para realizarle el cambio de los tornillos de ajuste del cabezal que se encontraban dañados, el pulimento del cabezal, el ajuste del cabezal, la limpieza del filtro, y cambio de hojillas.

.

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

## **8.9 Análisis de estabilidad de las extrusoras luego de la aplicación de las medidas correctivas para llevar a estabilidad al proceso.**

Luego de la aplicación de las medidas correctivas a las extrusoras se realizó un nuevo muestreo del tamaño y en la frecuencia antes descritas, el cual permitió la construcción de los gráficos para el estudio de la estabilidad y capacidad.

### **Extrusora N° 1**

La primera extrusora en aplicarle las medidas correctivas y recolectar los datos necesarios para el estudio de estabilidad y capacidad fue la extrusora N° 1, a continuación se presentan los resultados obtenidos al momento de realizar el análisis de los datos.

Se puede observar en la figura 4.16, que los datos de Denier en la extrusora N° 1, tienen un comportamiento normal, puesto que se visualiza una tendencia acampanada, es decir, los datos centrales presenta mayor frecuencia y a medida que se aleja de estos, hacia la izquierda o derecha, disminuye la frecuencia de aparición casi de manera proporcional, es por esto que los datos presentan una distribución normal.

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018- abril 2019.*

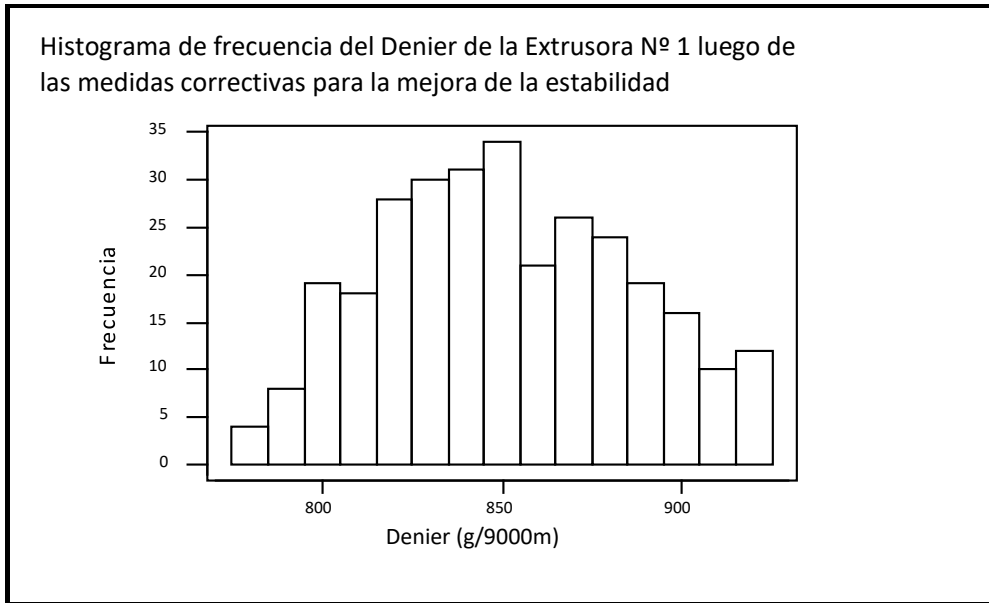


Grafico 8.9 Histograma de frecuencia del Denier de la Extrusora Nº 1

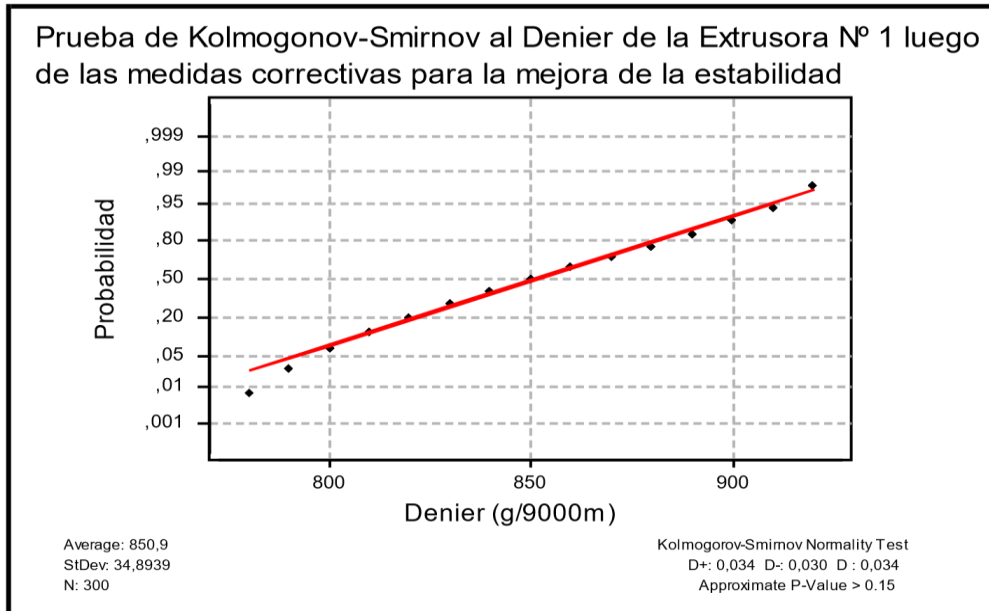
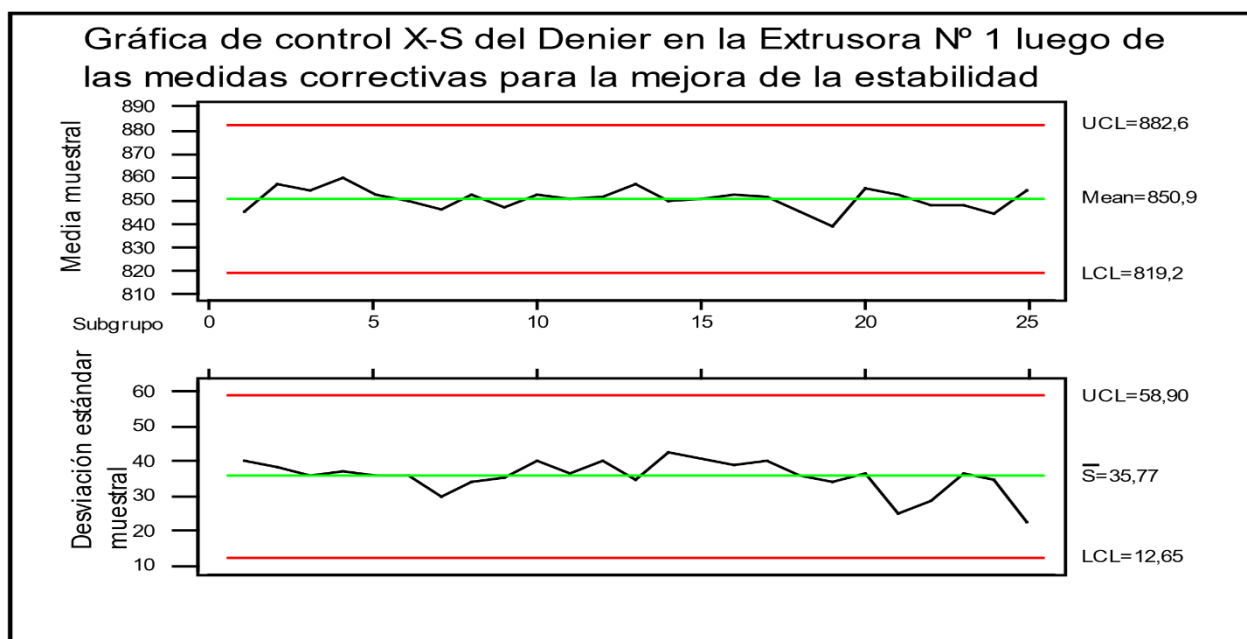


Grafico 8.10 prueba de kolmogonov – smirnov al denier de la extrusora Nº 1

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

Luego de la implementación de las medidas correctivas realizadas se comprobó que el proceso es estable, pero aún se podría dudar ya que los datos de las muestras pudieron presentar un comportamiento normal, más no así la población de donde provienen, es decir, todo el proceso.

Sabiendo que los datos recolectados después de las medidas correctivas presentaron una distribución normal, se verificó que la población de donde provenía la muestra, también tenía un comportamiento normal, esto se pudo verificar, ya que los datos se ajustan a la recta roja en la prueba ajuste de Kolmogonov-Smirnov , además que el indicador P-value muestra un valor mayor a 0,15, y para que se cumpla la normalidad el indicador debe ser mayor a 0,05, en este caso se cumple ratificando la distribución normal de la población.



8.11. Gráfica de control X-S de Denier en la extrusora N° 1 luego de las medidas correctivas

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

La comprobación del comportamiento normal del proceso, señala que solo están actuando causas comunes en el mismo, para visualizar la tendencia de los datos del proceso se graficó el diagrama X-S del Denier donde se verifica que no existe ningún patrón de comportamiento de inestabilidad, con lo que se demostró que el proceso es estable estadísticamente permitiendo de esta manera el cálculo de la capacidad del proceso.

#### • **Extrusora N° 2**

A la extrusora N° 4 se le aplicaron las medidas correctivas para la mejora de la estabilidad simultáneamente con las medidas correctivas para la mejora de la capacidad, es por ello que los análisis correspondientes se presentaron después, dado que las medidas correctivas redujeron el nivel de variabilidad en la producción.

### **ANÁLISIS DE CAPACIDAD DEL PROCESO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ESPECIFICACIONES DE DENIER EN LAS EXTRUSORAS**

Cuando se controla un proceso estadísticamente, se dice que este se encuentra bajo control estadístico, es porque en el no actúan causas asignables de variación, sino que solo intervienen causas comunes de variación, las cuales producen la variabilidad natural del proceso. Sin embargo, dicha variabilidad no significa que el proceso cumpla con las especificaciones exigidas por el cliente. Es por ello que se realizó el análisis de capacidad para determinar si el proceso es capaz de cumplir con las especificaciones y, si en realidad está produciendo dentro de estas.

La capacidad se determinó comparando la amplitud de la variación del proceso con la amplitud de los límites de especificación. He de allí la importancia de que el proceso presente una distribución normal, de no ser así se estarían dando estimaciones incorrectas de la capacidad del proceso. Además de examinar gráficamente la capacidad del proceso por medio del

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

histograma de frecuencia, se verificó por medio de los índices de capacidad la aptitud del proceso de extrusión-rafia.

El índice  $C_p$  representa la capacidad potencial, lo que significa que se compara la amplitud de la variación natural del proceso con la amplitud de las especificaciones, y el índice  $C_{pk}$  representa la capacidad real del proceso, que indica el centrado del proceso con respecto al valor medio de las especificaciones. (Montgomery, 1991)

#### • **Extrusora N° 1**

En la figura 4.19, se evidencia que los límites de especificación superior e inferior son tales que se está produciendo un porcentaje importante de productos fuera de especificación.

Cuando el  $C_p > 1$  el proceso se considera capaz, sabiendo que un proceso es más capaz en la medida que produzca menos productos no conformes, Montgomery (1991), recomienda valores de  $C_p > 1,33$  y para garantizar un proceso potencialmente capaz recomienda valores de  $C_p > 1,67$ .

Al observar el valor de  $C_p$  (ver figura 4.19) se evidencia la no capacidad del proceso ya que es menor que la unidad ( $C_p = 0,37$ ); lo que significa que la variación natural del proceso es mayor que la amplitud de las especificaciones y no se podrá garantizar que la totalidad de las piezas producidas satisfacen estas. El Índice  $C_p$  representa la capacidad potencial o máxima del proceso.



*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

Process Data	
USL	960,0
Target	*
LSL	880,0
Mean	850,9
Sample N	300
StDev (Within)	36,1114
StDev (Overall)	34,9231
Potential (Within) Capability	
Cp	0,37 CPU 1,01
CPL	-0,27
Cpk	-0,27
Cpm	*
Overall Capability	
Pp	0,38
PPU	1,04
PPL	-0,28

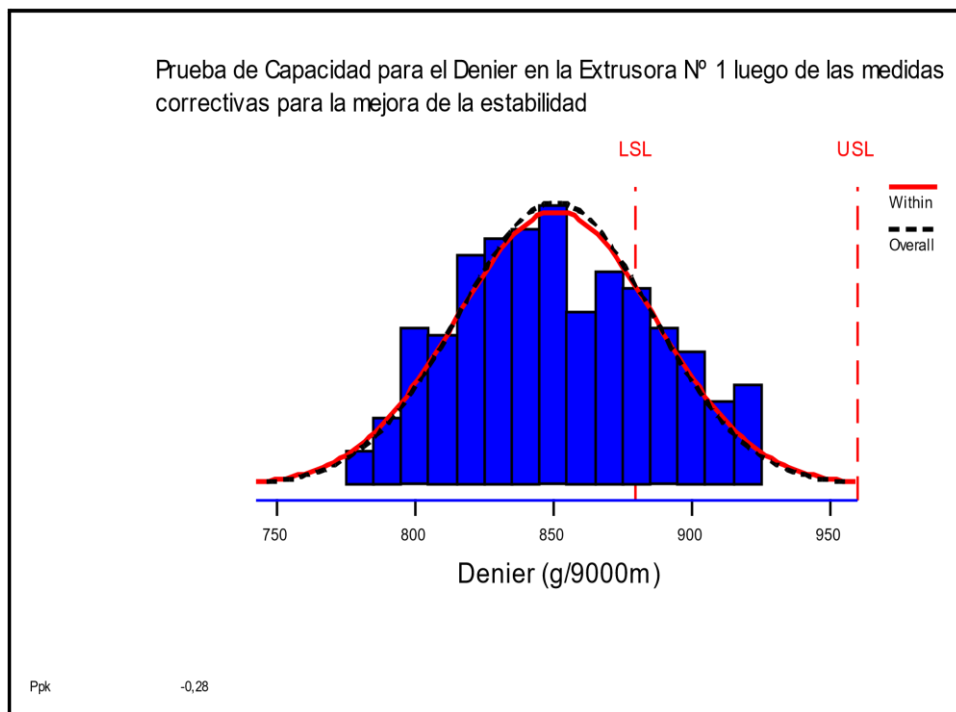


figura 4.19 Prueba de capacidad del Denier en la extrusora N° 1 luego de las medidas correctivas para la mejora de la estabilidad

Un proceso puede ser capaz ( $C_p > 1$ ) y aun así no producir dentro de las especificaciones por no tener un centrado adecuado, de allí que sea necesario un nuevo índice que involucre el centrado del proceso.

Aunque ya se demostró que el proceso no es capaz, se estudió el centrado del proceso a través del “Cpk”, para tener una idea de que tan alejado se encuentra la media muestral del punto medio de las especificaciones. Se observa en la figura 4.19, que la media muestral no esta centrada con respecto a los límites de especificación, el índice “Cpk” refleja las condiciones reales del

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

proceso, para que el proceso sea capaz en el caso de no estar centrado, la distancia de la media del proceso a su límite más cercano de especificación debe ser mayor a  $3\sigma$ , indicando Cpk mayor a la unidad, pero este tampoco es el caso ( $Cpk = -0,27$ ), de manera que se esta produciendo un cierto número de piezas fuera de especificación.

Un Cpk negativo, indica que la media del proceso se corrió tanto, que se encuentra fuera de los límites de especificación, lo que genera más del 50% de productos noconformes. En este caso la media muestral esta corrida hacia la izquierda, es decir, por debajo del límite inferior, produciéndose según las tablas de normalidad 78,67% de productos no conformes, en este caso dicho porcentaje corresponde a la producción de hilos con Denier por debajo de especificación, lo que representa que se está perdiendo dicho porcentaje de material en su totalidad, ya que la rafia no tendrá el fin para el cual estaba destinada, tejer sacos de primera calidad.

#### • **Extrusora N° 3**

Se observa un valor de  $Cp=0,19$  lo que indica que el proceso es incapaz, ya que la variabilidad natural del proceso es más mayor que la amplitud de los límites de especificación; además que el valor de Cpk fue  $-0,03$  lo que significa que la media muestral del proceso esta corrida con respecto al valor medio de las especificaciones, en este caso la media muestral esta corrida hacia la derecha que indica que aproximadamente un 50% de productos se están produciendo por encima de especificación En este caso se esta produciendo según las tablas de normalidad un 57,57% de productos no conformes, pero en este caso el porcentaje real de pérdida de material es de 11,15%, correspondientes a un 9,19% de pérdida de material por hilos de rafia con Denier por debajo de especificación, que se pierden en su totalidad por destinarse a tejido de sacos de segunda y por el cual se estaría dejando de percibir un 35% de beneficio económico; por otro

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

lado un 1,96% de pérdida de material correspondiente a hilos con Denier por encima de especificación, lo que significa que este porcentaje se estaría obsequiando por sobrepeso en los sacos y por el cual no se estaría percibiendo ningún beneficio económico.

Process Data	
USL	1140,00
Target	*
LSL	1080,00
Mean	1144,68
Sample N	250
StDev (Within)	52,9928
StDev (Overall)	51,2312
Potential (Within) Capability	
Cp	0,19 CPU
	0,03
CPL	0,41
Cpk	-0,03
Cpm	*
Overall Capability	
Pp	0,20
PPU	-0,03
PPL	0,42

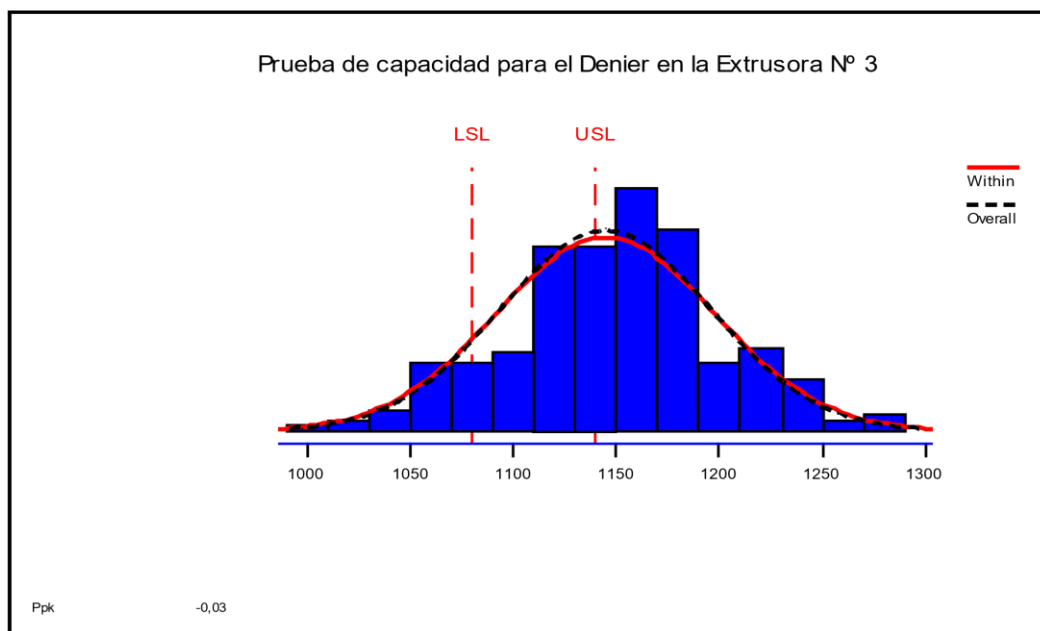


Figura 4.20. Prueba de capacidad del Denier en la extrusora Nº 3.

El 46,42% de diferencia que existe entre el porcentaje de productos no conformes reportado por las tablas de normalidad y el porcentaje real de pérdidas de material corresponde, a que las tablas de normalidad reportan a los productos con Denier por encima de especificación como un producto no conforme y entendiéndose que dicho porcentaje se pierde en su totalidad, cuando en realidad sólo se está perdiendo el sobrepeso que presentan dichos hilos, ya que no se está percibiendo ningún beneficio económico por parte del exceso de peso, que presentarán los sacos.

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

## **8.10 Estudio de las variables más influyentes en el incumplimiento de las especificaciones**

Cuando se habla de la incapacidad de un proceso en cumplir con las especificaciones analizando los indicadores Cp y Cpk, se deben tomar en cuenta dos aspectos.

En primer lugar un proceso puede no cumplir con las especificaciones ya que este pudiera tener una variación natural muy amplia, haciendo que parte de los productos se estén fabricando fuera de especificación, aunque la media muestral coincida con el valor medio de las especificaciones.

Siendo este el segundo aspecto a considerar, para que un proceso sea capaz a parte de tener una variación dentro de los límites de especificación, la media muestral debe coincidir con el valor medio de las especificaciones, es decir un proceso centrado.

Debido a la incapacidad del proceso en cumplir con las especificaciones de Denier, tanto por la amplitud de la variabilidad de los datos como por el centrado del proceso, fue necesario el estudio de las causas que ocasionan esta incapacidad, es por ello que se utilizó un diagrama causa-efecto, evaluando los criterios descritos en la metodología y con la ayuda del personal; para ello se utilizó el Formato E.8, que permitió obtener todas las posibles variables que causan la problemática, observándose. que la mayor influencia es debido a el mal funcionamiento de partes de cada extrusora por ejemplo el cabezal de extrusión, el filtro, etc. sumado a la falta de mantenimiento.

Se muestran todas las posibles causas de manera global fue necesario la realización de un segundo diagrama de causa-efecto donde se pudieron establecer las variables críticas que son las más influyentes en la no capacidad del proceso (ver Formato E.9).

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

Las variables determinantes en la incapacidad del proceso en cumplir con las especificaciones, son la falta de mantenimiento preventivo y el desgaste de partes importantes en el desempeño de las extrusoras como son las hojillas y los tornillos de ajuste del cabezal de extrusión.

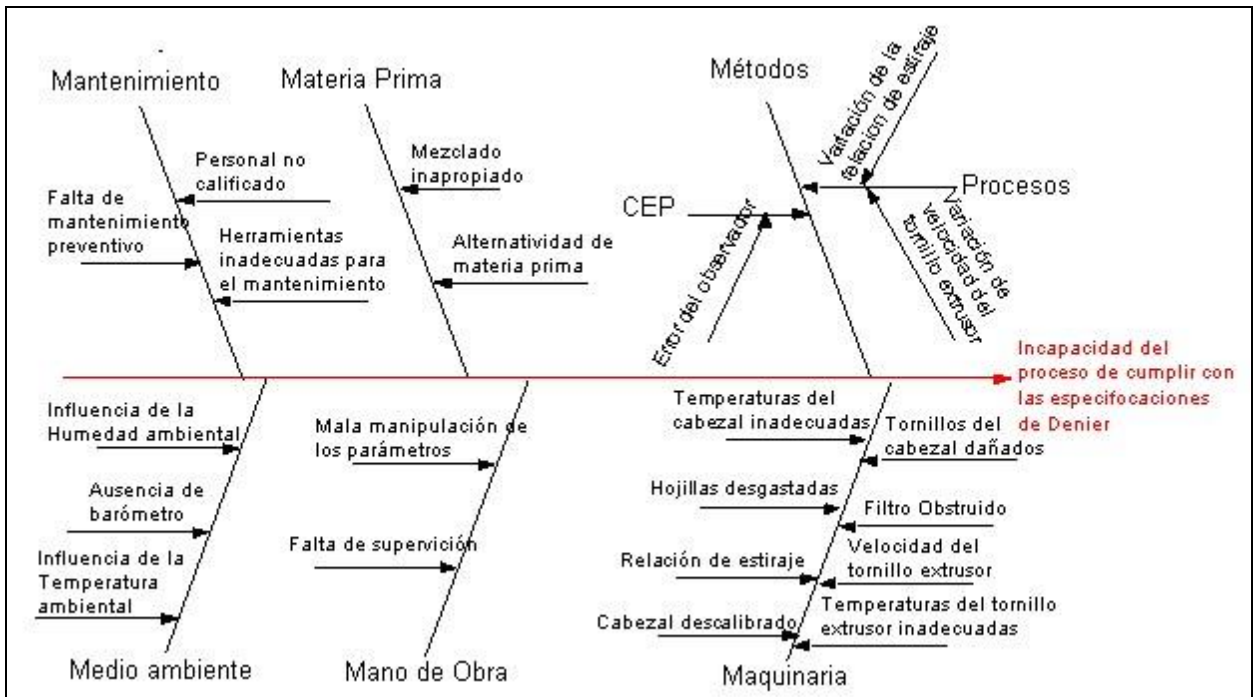
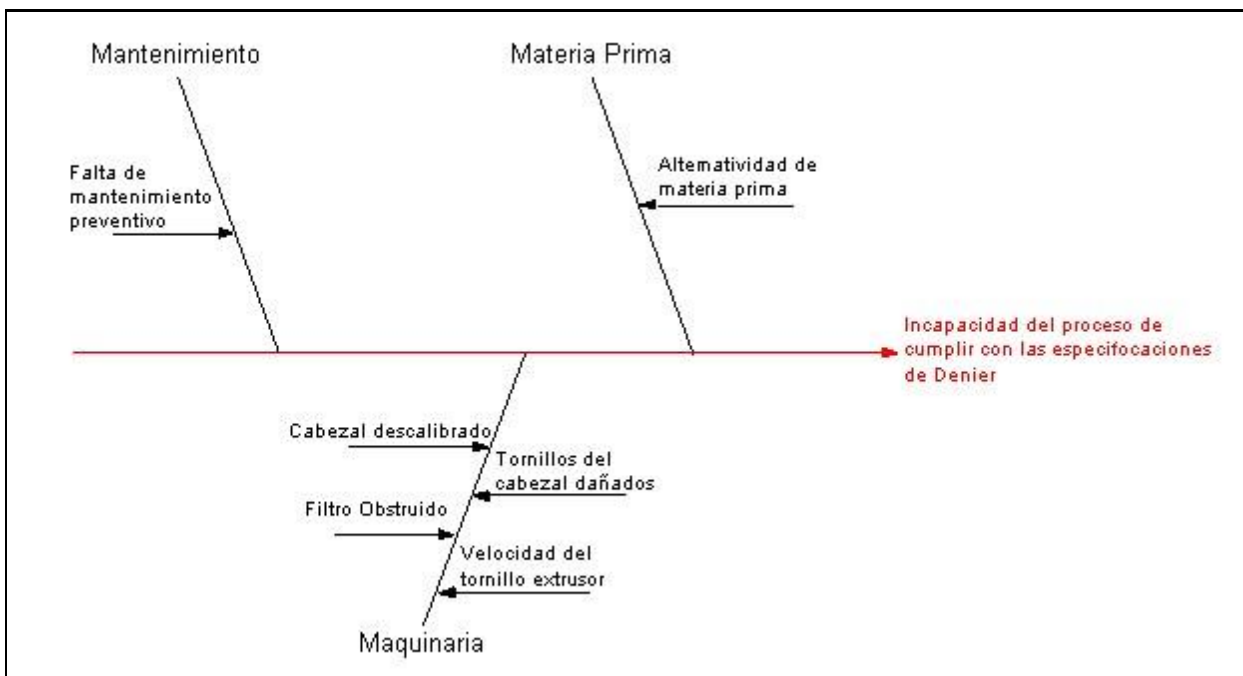


Fig 3.4 Diagrama causa-efecto con las variables influyentes en la incapacidad del Denier en cumplir con las especificaciones.

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*



**Fig 3.5 Diagrama causa-efecto con las variables críticas que influyen en la incapacidad del Denier en cumplir con las especificaciones.**

Todas las variables expuestas son influyentes en incapacidad del proceso de cumplir con las especificaciones, es por ello que en base a estas se hicieron las propuestas de mejoras a la problemática.

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

### **8.11 Propuestas de medidas correctivas para llevar el proceso a que sea capaz de cumplir con las especificaciones**

Cuando un proceso es capaz, el porcentaje de piezas conformes es máximo, aproximadamente un 100%, pero cuando no es capaz, el cual es el caso en estudio, el proceso no alcanza el 100% y lamentable el proceso no puede ser mejorado, a menos que se logre una ampliación en las especificaciones, o una reducción de  $\sigma$ .

Para proponer las posibles soluciones de acuerdo a las variables críticas que influyen en la incapacidad del Denier en cumplir con las especificaciones, se realizó la técnica del cómo-cómo, la misma se realizó con el persona involucrado en el proceso, la cual permite obtener las soluciones y como lograrlas paso a paso.

Aplicación de técnica cómo-cómo a las posibles causas que generan la incapacidad del Denier en cumplir con las especificaciones en el proceso de Extrusión-Rafia

<b>Causa</b>	<b>Posible solución</b>	<b>¿Cómo?</b>	<b>¿Cómo?</b>
Falta de mantenimiento preventivo	Hacer el mantenimiento preventivo	Realizando un programa de mantenimiento a ejecutar	Asignando a una persona calificada que recolecte la información necesaria para la realización del plan
Alternabilidad de materia prima	Fijar el uso de una única materia prima	Cotizando con varios proveedores para	Haciendo un programa de desarrollo de nuevos proveedores

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

		seleccionar el que tenga mayor disponibilidad de los recursos	Solicitando cotizaciones vía Internet
--	--	---	---------------------------------------

TABLA (continuación)

Aplicación de técnica cómo-cómo a las posibles causas que generan la incapacidad del Denier en cumplir con las especificaciones en el proceso de Extrusión-Rafia.

<b>Causa</b>	<b>Posible solución</b>	<b>¿Cómo?</b>	<b>¿Cómo?</b>
Cabezal descalibrado	Calibración adecuada del cabezal	Haciendo una parada en la extrusora	
		Desarmando el cabezal	Con un personal calificado que siga el procedimiento.
		Cambiando los tornillos dañados	Cotizando y adquiriendo los tornillos adecuados y necesarios
			Utilizando y adquiriendo las herramientas adecuadas
		Contratación de personal calificado para la calibración	



*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

Filtro obstruido	Limpieza del filtro	Haciendo una parada en la extrusora	
		Utilizando las herramientas adecuadas	Adquiriendo las herramientas
		Contratación de personal calificado para la limpieza	

TABLA (continuación)

Aplicación de técnica cómo-cómo a las posibles causas que generan la incapacidad del Denier en cumplir con las especificaciones en el proceso de Extrusión-Rafia.

<b>Causa</b>	<b>Posible solución</b>	<b>¿Cómo?</b>	<b>¿Cómo?</b>
Velocidad del tornillo extrusor	Buscar la velocidad adecuada del tornillo extrusor	Trabajando a las velocidad que recomienda el fabricante	Investigando en los manuales
		Determinar por ensayo y error la velocidad adecuada para una determinada materia prima.	Fijar una velocidad, tomar los datos, construir el histograma de frecuencia y

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

		determinar si el proceso es capaz por medio de los indicadores Cp y Cpk
--	--	---

Se agruparon las posibles soluciones en una solución global, ya que por si solas estas no serian efectivas, su agrupación fue de acuerdo a aquellas que conllevan a procedimientos similares, es **por ello que se propusieron dos soluciones:**

#### 8.11.1 Solución n° 1:

La cual contempla las siguientes actividades:

- Programación de mantenimiento preventivo.
- Utilización de una sola materia prima.

#### 8.11.2 Solución n° 2

La cual contempla las siguientes actividades:

- Calibración del cabezal
- Limpieza del filtro
- Velocidad adecuada del tornillo extrusor

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

## 8.12 Selección de la mejor propuesta de solución para llevar al proceso a cumplir con las especificaciones

De acuerdo a las posibles soluciones que se plantearon en la técnica del cómo-cómo, se realizó la matriz de selección para evaluar los diferentes criterios señalados en la metodología.

TABLA

Matriz de selección de la mejor alternativa de solución para el mejoramiento de la capacidad del proceso de extrusión de sacos tejidos de polipropileno

Aspectos de evaluación	Ponderación	<b>MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DEL PROCESO</b>			
		Solución N° 1		Solución N° 2	
		Valoración	Resultado	Valoración	Resultado
Impacto ambiental	5	10	50	10	50
Disponibilidad de personal de planta	10	3	30	10	100
Disponibilidad de personal especializado	15	10	150	8	120
Probabilidad de éxito	20	1	20	10	200
Tiempo de ejecución	25	9	225	7	175
Costo de implementación	25	9	225	7	175
<b>TOTAL</b>	100	42	700	52	820

Ninguna de las soluciones planteadas representa un impacto ambiental negativo, es por ello que tienen la ponderación máxima de 10.

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

En cuanto a la disponibilidad de personal de planta la Solución N°1 tiene una ponderación de 3, ya que tendría que hacerlo una persona extra en calidad de pasante para la obtención de las cotizaciones de la materia prima adecuada, puesto que el personal de planta se resiste al cambio y no se les obliga a hacer actividades extras; y con respecto al programa de mantenimiento no hay nadie capacitado en planta para la elaboración de dicho plan.

La Solución N°2 tiene una ponderación de 10, ya que esas actividades competen al personal de mantenimiento puesto que ellos realizan este tipo de actividades en su momento pero no de manera recurrentemente, además solo se designaría alguien de calidad que se encargue de la búsqueda de velocidad adecuada por ensayo y error pero solo por un corto periodo de tiempo.

Con respecto a la disponibilidad de personal especializado la Solución N° 1 no requiere por ello su ponderación fue de 10.

La solución N° 2 obtuvo una ponderación de 8 ya que requiere de un supervisor especialista en el mantenimiento de las extrusoras, el cual la empresa no posee.

Para la solución N° 1 la ponderación con respecto a la probabilidad de éxito fue de 1, ya que así se lleve a cabo esta solución no se garantiza que se solvete el problema del todo, por lo contrario

la Solución N° 2 se obtuvo una ponderación de 10 ya que estas son las medidas necesarias para llevar a estabilidad y capacidad el proceso.

La Solución N° 1 obtuvo una ponderación de 9 con respecto al tiempo de ejecución ya que el tiempo en obtener las cotizaciones de materia prima y de realizar el programa de mantenimiento es relativamente rápido, mientras que la solución N° 2 obtuvo una ponderación de 7 ya que

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

implica una parada de máquinas pero con un supervisor experimentado se ejecuta en poco tiempo, además se requiere de un tiempo para obtener por ensayo y error la velocidad adecuada.

Y por último la evaluación del costo de implementación la Solución N° 1 obtuvo una puntuación de 9, ya que no se requiere de ninguna inversión ni contratación de personal especializado, a lo sumo una persona en calidad de pasante, pero la Solución N° 2 conlleva la contratación de un supervisor con experiencia, así como de 2 operarios, además de la compra de los tornillos de las extrusoras y algunos repuestos que se requieran, es por ello que su ponderación fue de 7.

Es de observar que la mejor alternativa de solución es la SOLUCIÓN N° 2 que contempla la búsqueda de la velocidad del tornillo extrusor adecuada, la calibración del cabezal y la limpieza del tornillo extrusor. Se enfatiza que para la disminución de la variabilidad natural del proceso, la solución es la calibración correcta del cabezal, lo que permitirá el aumento del  $C_p$  a su vez del  $C_{pk}$ , mejorando la estabilidad y capacidad del proceso de extrusión; es por ello que la solución N° 2 es la más adecuada para la solución de la problemática planteada en el presente trabajo.

Teniendo en cuenta que el alcance de la tesis abarca hasta la propuesta de las soluciones para llevar a que el proceso sea capaz, no se ejecutó esta solución puesto que conlleva un desembolso de dinero por parte de la empresa, sin embargo entre los puntos de la solución se planteó la búsqueda de la velocidad apropiada del tornillo extrusor.

### **8.13 Aplicación de medida correctiva para mejoramiento de la capacidad de proceso mediante la búsqueda adecuada de la velocidad del tornillo extrusor.**

#### **• Extrusora N° 1**

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

Se implementó la búsqueda de la velocidad del tornillo extrusor en la extrusora N°1, en esta ocasión se modificó la velocidad del tornillo extrusor, a 64 rpm, arrojando los resultados de la figura que a continuación veremos.

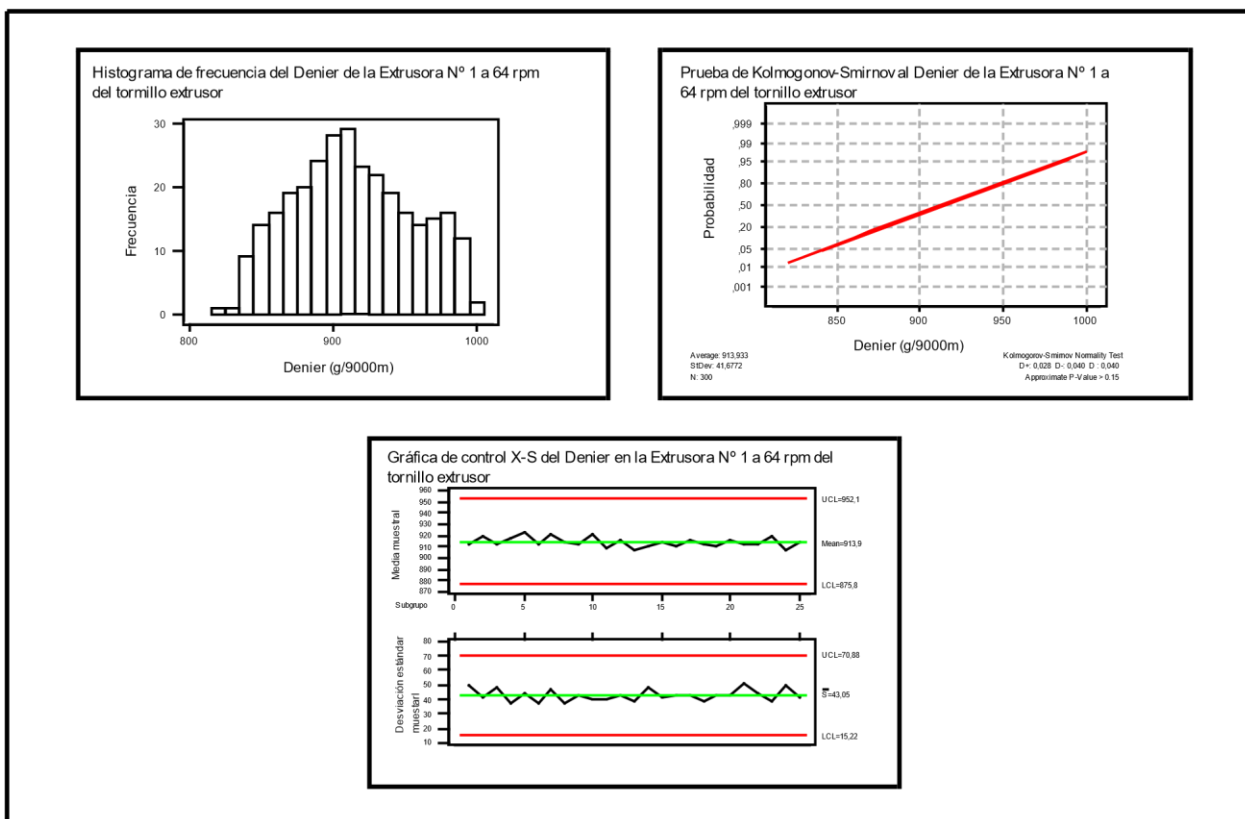


Figura 4.23. Histograma de frecuencia del Denier, Prueba de Kolgomonov-Smirnov y Diagrama X-S de Denier en la extrusora N° 1 a 64 rpm del tornillo extrusor.

Estas pruebas se realizan para garantizar que el proceso sigue bajo control estadístico, y que continua siendo estable a pesar de la modificación de la velocidad del tornillo extrusor, en el histograma de frecuencia se verifica la forma acampanada de los datos, lo cual es indicio de una

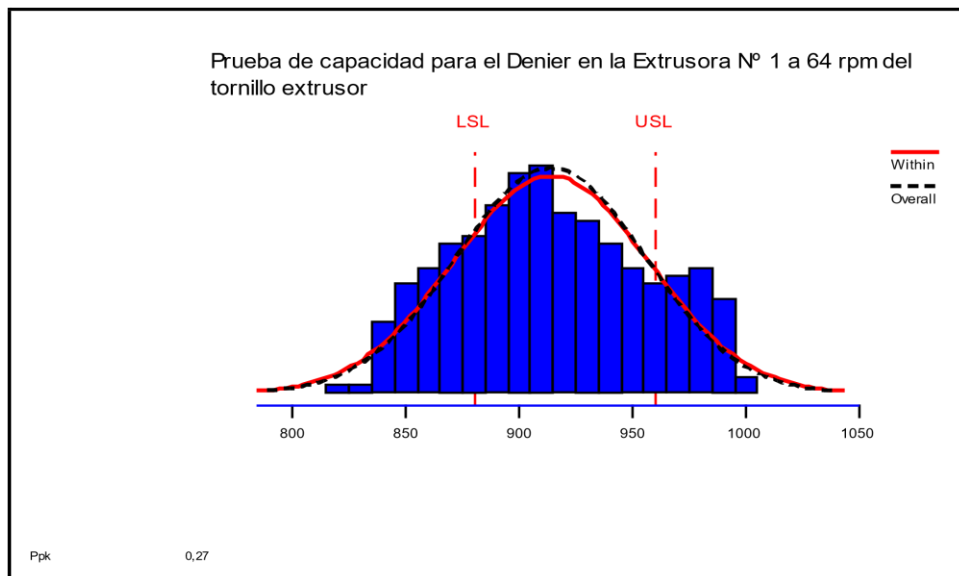
*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

distribución normal, para la verificación de esto y para confirmar que la población también presenta dicha distribución se aplicó la prueba de Kolmogonov-Smirnov la cual lo ratificó, puesto que los datos se adaptan a la recta roja y el P-value es mayor a 0,15. Además de que no se observó ningún comportamiento anormal en la gráfica X-S, ya que presentó aleatoriedad a lo largo de la misma.

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

Process Data

USL 960,000  
 Target \*  
 LSL 880,000  
 Mean 913,933  
 Sample N 300  
 StDev (Within)43,2674  
 StDev (Overall)41,7120



Potential (Within)

Capability

Cp 0,31 CPU

0,35

CPL 0,26

Cpk 0,26

Overall Capability

Pp 0,32

PPU 0,37

PPL 0,27.

Fig 4.24 Prueba de capacidad del Denier en la extrusora N° 1 a 64 rpm del tornillo extrusor



*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

Se pudo observar en la figura 4.24, que se corrigió el centrado del proceso ya que la capacidad real del proceso paso de  $C_{pk}=-0,27$  a  $C_{pk}=0,26$ , observándose una mejora en el proceso. Aunque la capacidad potencial del proceso se mantuvo prácticamente igual, de  $C_p=0,37$  a  $C_p=0,31$ , es decir la variabilidad del proceso sigue siendo muy amplia con respecto a los límites de especificación. Así que para poder llevar a que el  $C_{pk}$  sea mayor o igual 1, se debe corregir el  $C_p$ , ya que el  $C_{pk}$  nunca será mayor que  $C_p$ , a lo sumo serán iguales.

Se cálculo el porcentaje de productos defectuosos luego de la corrección de la velocidad del tornillo extrusor a través de las tablas de normalidad obteniéndose una disminución de desperdicios de 78,67% hasta un 36,98%, cabe destacar que del 36,98% reportado por las tablas de normalidad como producto no conforme en realidad se están perdiendo un 19,14% de material, 18,75% correspondiente a las pérdidas de material por hilos con Denier por debajo de especificación y un 0,39% correspondientes a pérdidas de material por hilos con Denier por encima de especificación. Las pérdidas monetarias son de 25867,23 BsF mensuales, reduciéndose en 1443,027 BsF mensuales con respecto al promedio obtenido en los meses de estudio de la situación actual .

A continuación se presenta una tabla resumen de la mejoría de la capacidad de la extrusora N° 1, luego de la medida correctiva, velocidad adecuada del tornillo extrusor.

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

Tabla

Mejoría de la capacidad de la extrusora N° 1, después de aplicación de las medidas correctivas  
(velocidad adecuada del tornillo extrusor)

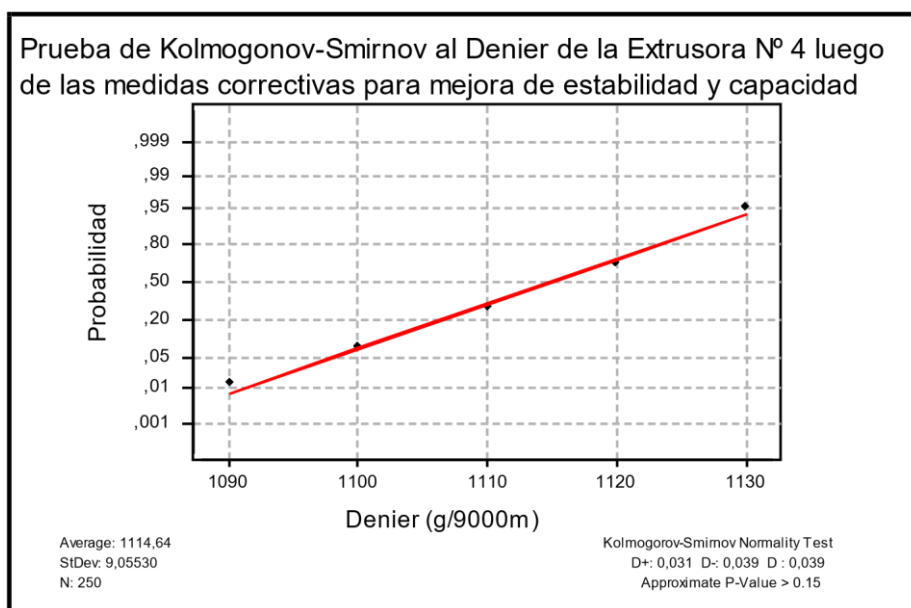
	Antes de las medidas correctivas de capacidad	Después de las medidas correctivas de capacidad (velocidad adecuada del tornillo extrusor)
Velocidad del tornillo extrusor VTORNILLO(rpm±2)	58	64
Capacidad Potencial (Cp)	0,37	0,31
Capacidad Real (Cpk)	-0,27	0,26
Porcentaje de productos defectuosos (Pd ± 0,1 %)	78,7	37,0

• **Extrusora N° 2.**

A la extrusora N° 4 se le aplicaron las medidas correctivas para la mejora de la estabilidad (ver tabla A.15) y la capacidad de manera simultanea, ya que estaban disponibles los recursos para el mantenimiento y ejecutar la propuesta de solución, a continuación se muestran los análisis realizados:

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

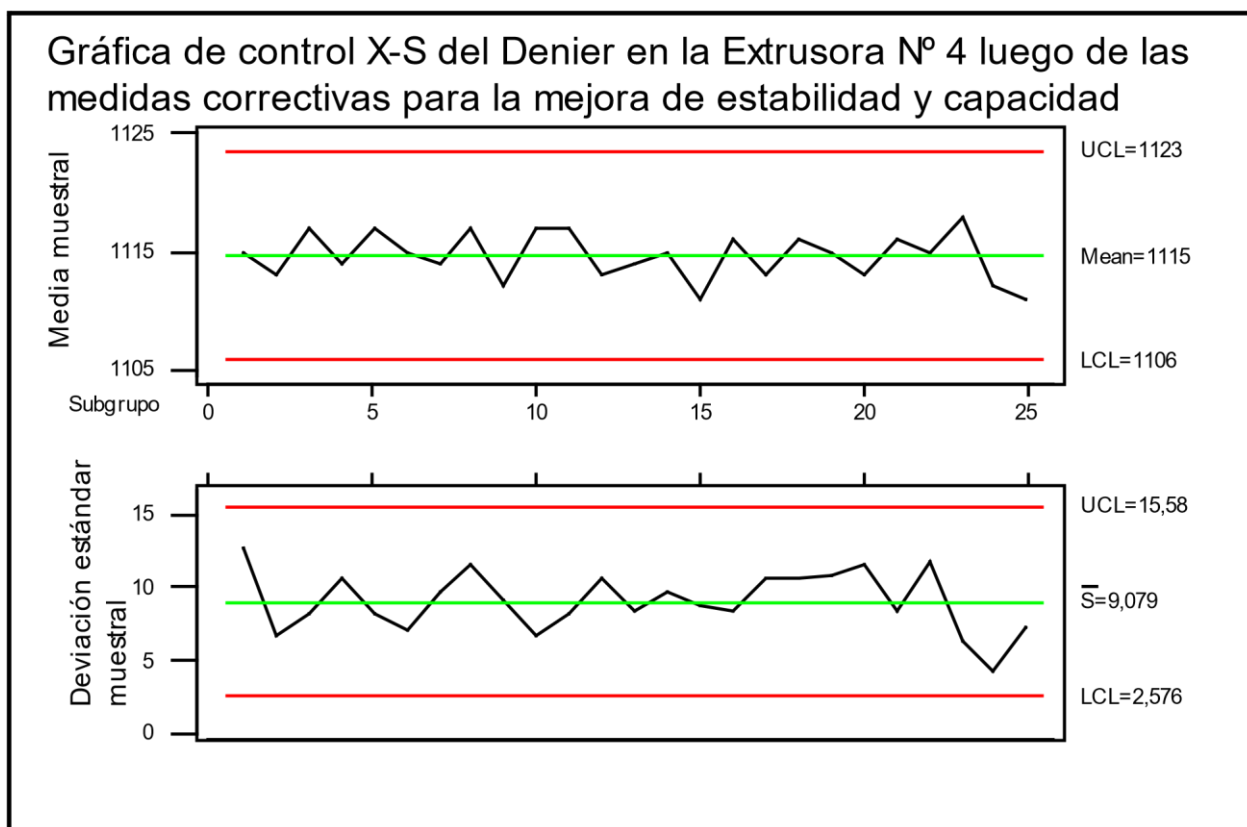
Para observar su distribución, en el cual se pudo verificar que los datos presentaron un comportamiento normal, ya que tuvieron una forma acampanada, pero para verificar esto, se realizó la prueba de Kolmogonov-Smirnov, el cual permitió ratificar la distribución normal de los datos ya que la población de donde provienen también presentan dicho comportamiento, observándose el ajuste de los datos a la línea roja además de que el P-value es mayor a 0,15.



**Grafico 8.12 Prueba de Kolmogonov-Smirnov al Denier de la extrusora Nº 2 a 1550 rpm del motor y luego de la aplicación de las medidas correctivas para la mejora de estabilidad y capacidad**

Por otro lado se construyó el diagrama X-S para observar si estaban actuando causas especiales en el proceso, el cual no fue el caso, puesto que el diagrama presenta alternatividad y no hay puntos fuera de control, por lo tanto el proceso está bajo control estadístico.

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018- abril 2019.*



**Gráfica 8.13 de control X-S en la extrusora N° 2 a 1550 rpm del motor y luego de la aplicación de las medidas correctivas para la mejora de estabilidad y capacidad**

En la figura, se pueden observar la capacidad del proceso en cumplir con las especificaciones, mediante el indicador de capacidad potencial y real del proceso, los cuales, fueron 1,07 y 0,91 respectivamente, sabiendo que para que un proceso sea capaz los indicadores de capacidad  $C_p$  y  $C_{pk}$ , deben ser de al menos la unidad.

Según el indicador  $C_p=1,07$ , el proceso es capaz potencialmente, ya que la amplitud natural del proceso es menor que la amplitud de los límites de especificación, lo que quiere decir, que todos los productos serán conformes, no habiendo pérdida de dinero ni material por rafia fuera de especificación.

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

Según el indicador  $Cpk=0,91$  el proceso no es capaz realmente, ya que al igual que el caso de  $Cp$ , para que el  $Cpk$  represente que el proceso es capaz este debe ser como mínimo mayor a la unidad, un valor menor a la unidad representa que el valor medio de las especificaciones y el valor medio de los datos no están centrados. En el caso del presente especial de grado, el centrado de los datos se puede corregir con la variación de la velocidad del tornillo extrusor, como ya se demostró antes. Con la certeza de que la disminución de la velocidad del tornillo extrusor mejorará el centrado del proceso, ya que disminuye el material a ser extruído y a su vez el peso de los hilos proporcionalmente.

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

Process Data	
USL	1140,00
Target	*
LSL	1080,00
Mean	1114,64 Sample N
	250
StDev (Within)	9,30549
StDev (Overall)	9,06439
Potential (Within)	
Capability	
Cp	1,07 CPU 0,91
CPL	1,24
Cpk	0,91
Cpm	* 1080
Overall Capability	
Pp	1,10
PPU	0,93
PPL	1,27

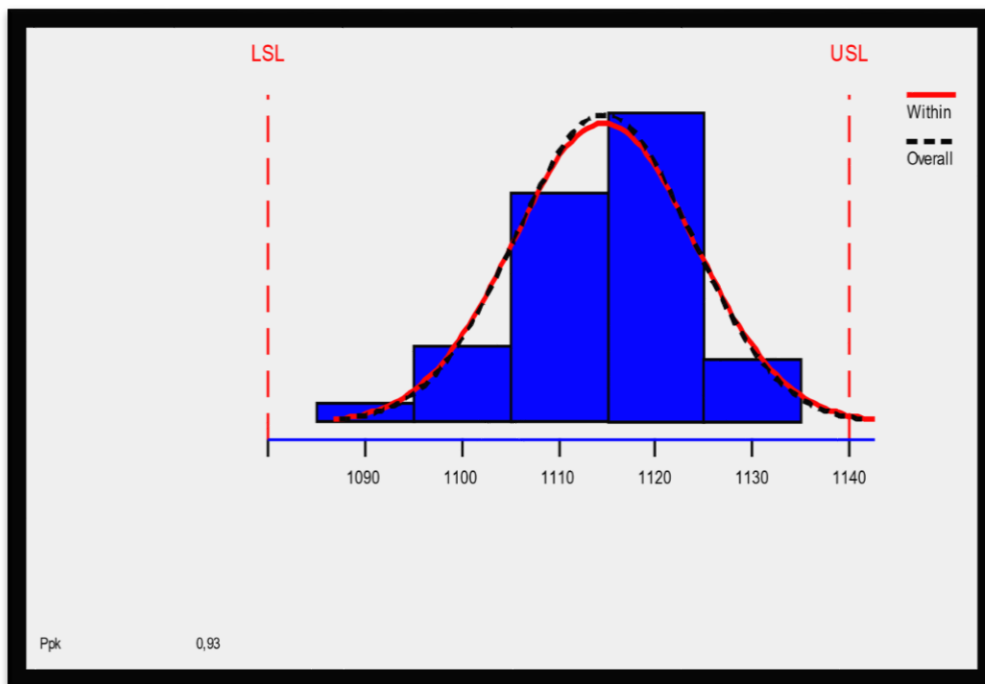


Figura 4.30. Prueba de capacidad del Denier en la extrusora N° 4 a 1550 rpm del motor y luego de la aplicación de las medidas correctivas para la mejora de estabilidad y capacidad

Con el proceso en las condiciones presentadas no se están produciendo ningún hilo de rafia fuera de especificación, lo que significa que se dejó de perder el 100% del dinero presentado en la situación actual, siendo este de 15236,013 BsF mensuales (ver tabla 4.7).

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*

Los beneficios económicos obtenidos por la aplicación de las medidas correctivas se obtuvieron sustituyendo en la ecuación 3.22, a continuación se presenta un cuadro resumen de la disminución de las tasas de desperdicios luego de la aplicación de las medidas correctivas.

Tabla 4.7

Relación de pérdidas monetarias luego de la aplicación de las medidas correctivas tanto para estabilidad como para capacidad en las extrusoras en estudio

<b>Extrusora N°</b>	<b>Situación actual (BsF)</b>	<b>Luego de medidas correctivas (BsF)</b>	<b>Beneficio (BsF)</b>	<b>Beneficio (%)</b>
<b>1</b>	27310,26	25867,23	1443,03	5,28
<b>2</b>	15236,01	0,00	15236,01	100
<b>Total (BsF)</b>	68551,13	35571,89	32979,24	48,11

*Evaluación de las medidas de control de calidad que posee la industria Sacos Macen S.A, en el proceso de elaboración de Denier en el área de Extrusión durante el periodo de octubre 2018-abril 2019.*



## 9 Conclusiones.

A continuación se presentan las conclusiones más importantes que se obtuvieron una vez estudiado, analizado y solventado todas las variables influyentes en el proceso de extrusión de sacos tejidos de polipropileno.

- Por la falta de control del Denier las extrusoras en estudio generan pérdidas monetarias que oscilan alrededor de 68.000 BsF mensuales.
- Las gráficas de tendencias de los meses en estudio demuestran la variabilidad y falta de control del Denier de turno a turno e inclusive dentro del mismo turno.
- En la primera recolección de datos muestrales de la extrusora N° 1 N° 2 presentaron una distribución no normal.
- La principal causa de variabilidad del Denier en las extrusoras fue la manipulación inadecuada de los parámetros del proceso por parte del personal de extrusión.
- La medida correctiva más influyente que llevó el proceso a estabilidad estadística fue la estandarización de los parámetros.
- Las extrusoras en estudio después de las estandarizaciones de los parámetros presentaron una distribución normal pero no eran capaces de cumplir con las especificaciones.
- Cada una de las extrusoras en estudio presentaron más del 50% de productos defectuosos.
- La incapacidad del proceso en cumplir con las especificaciones se debe en gran parte a la mala calibración del cabezal de extrusión y la falta de mantenimiento preventivo en las extrusoras.
- Se generaron dos alternativas de solución, una enfocada al mantenimiento preventivo y la otra enfocada al mantenimiento correctivo de las extrusoras.
- La alternativa de solución adecuada fue la que contempla la calibración del cabezal, limpieza del filtro y búsqueda de la velocidad adecuada del tornillo extrusor.

- La búsqueda de la velocidad adecuada del tornillo extrusor, permitió mejorar la capacidad potencial del proceso.

## 10 Recomendaciones.

A continuación, se muestran las recomendaciones y propuestas que han sido sugeridas para mejorar las condiciones del proceso y llevarlo a un estado de control estadístico.

- Seguir estrictamente la guía del uso de este programa, para hacer seguimiento al comportamiento del Denier.
- Incluir a las extrusoras en un programa de mantenimiento preventivo.
- Calcular la capacidad estadística del proceso cada vez que ocurra, una parada planificada en la planta, cambios en las características de las materias primas o una variación de las condiciones de operación.
- Es fundamental la educación y capacitación de los operarios y supervisores de la zona de extrusión sobre el CEP, para hacer de su conocimiento la importancia de la aplicación de este método y lo que mejoraría la calidad del producto.
- Hacer un estudio de las variables que influyen en la variabilidad del Denier que no se tomaron en cuenta por la inversión que esto implica.
- La adquisición de un barómetro para tener mejor control de la influencia de la temperatura ambiental en el problema en estudio.

## 11 Bibliografía

- ARVELO, Ángel (1998). **La Capacidad de los procesos industriales**. Universidad Católica Andrés Bello. Caracas-Venezuela.
- CAPELLA, Fermín (1997). **Maquinarias de extrusión**. [Artículo en línea]. Disponible: <http://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/Articulo.asp?A=5001>.
- CAPILLA, C., ROMERO, R. (1989). **Tamaño y frecuencia de muestreo en gráficos de control**. Universidad Politécnica de Valencia. España.
- CERIZZI, Daniele (2008). **Consejos para implementar una línea de película stretch**. [Artículo en línea]. Disponible: <http://www.nxtbook.com/ml/tp/TPJunJul2008/index.php#/14>.
- FERRER, Alberto (2004). **Control estadístico de procesos con dinámica: revisión del estado del arte y perspectivas de futuro**. Departamento de Estadística e Investigación Operativa Aplicadas y Calidad. Universidad Politécnica de Valencia. España.
- GIUGNI DE ALVARADO, L., ETTEDGUI DE BETANCOURT, C., GONZALEZ DE SALAMA, I. y GUERRA, T. (2003). **Evaluación de Proyectos de Inversión**. Universidad de Carabobo. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Industrial. Valencia-Venezuela.
- GONZÁLEZ, Claudio (2005). **Validación retrospectiva y control estadístico de procesos en la industria Farmacéutica**. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Chile
- GRATEROL, Rafael (2002). **Análisis de capacidad de procesos**. Universidad de Carabobo. Área de Estudios de Post-Grado. Valencia-Venezuela.
- ILDEFONSO, Juan (2007). **Los plásticos**. [Artículo en línea]. Disponible: [http://www.juntadeandalucia.es/averroes/iesalfonso\\_romero\\_barcojo/departamentos/tecnologia/trabajos\\_alumnos\\_tecnologia/juanildealexandra/losplasticos.html](http://www.juntadeandalucia.es/averroes/iesalfonso_romero_barcojo/departamentos/tecnologia/trabajos_alumnos_tecnologia/juanildealexandra/losplasticos.html). [Consulta 2007, Diciembre 1].
- LUGO, María (2003). **Desarrollo de un modelo de Control estadístico de procesos para el sistema de dosificación de aditivos de harina de trigo en una empresa molinera**. Universidad de Carabobo. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Química. Valencia-Venezuela.
- MARTÍNEZ, M., PEDONOMO, M. (1998). **Mejoramiento de una línea de producción de harina de trigo mediante el uso de herramientas de Control estadístico de procesos**.

Universidad de Carabobo. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Química. Valencia-Venezuela.

- MONTGOMERY, Douglas. (1991). **Control Estadístico de la Calidad**. Cuarta Edición. Grupo Editorial Iberoamericana. México D.F.
- MOSQUERA, S., NARVAEZ, J. y CABRERA, J. (2005). **Uso de cartas de control para el análisis de calidad en manufactura de sacos de polipropileno**. Universidad de Cauca. Colombia.
- Norma Venezolana COVENIN 2527. (1988). **Sacos tejidos de polipropileno**. Gaceta oficial de la Republica de Venezuela, 2831. Octubre, 1988.
- OCHOA, Jesús (1994). **Control estadístico de procesos (CEP)**. Fundamental. Valencia-Venezuela.
- ORTA, A., ALBARRACIN, M. (2004). **Evaluación y mejoramiento de la capacidad estadística del proceso de sulfonación**. Universidad de Carabobo. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Química. Valencia-Venezuela.
- PRAISA AVÁLUOS S.A. (2003). **Vidas útiles para la industria** [Revista en línea]. Disponible: [http://www.praisa.com.mx/Vidas\\_Utiles\\_01.html](http://www.praisa.com.mx/Vidas_Utiles_01.html) [Consulta: 2008, Julio 28].
- Series Cauchotecnia (2001). **Tejidos Industriales**.
- Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Vicerrectorado de Investigación y Postgrado. (2006). **Manual de trabajos de grado de especialización y maestría y tesis doctorales**. 4<sup>ta</sup> Edición. Caracas: FEDUPEL.
- UREÑA C., CASTILLO M. (1998). **Muestreo Aplicado al Control en las Empresas**. Universidad de Costa Rica. Escuela de Estadística. Costa Rica.
- URRAZA, Angel (2000). **Enciclopedia del plástico**. [Revista en línea]. Disponible: <http://www.aniq.org.mx/cipres/clasificacion.asp>. [Consulta: 2007, Diciembre 5].
- VILCHES M., SANCHEZ-BARBIE A. (2007). **El control estadístico de procesos en el ámbito de la Radiofísica**. Revista de Física Médica. 8(1): 51-61.

## 12 Cronograma de Actividades .

Cronograma de actividades monograficas												
Actividades	oct-18	nov-18	dic-18	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19
Selección del tema y línea de investigación	■											
Busqueda de informacion consultas bibliograficas	■	■	■	■	■	■	■					
Elaboracion del protocolo				■	■	■	■	■	■	■		
Presentacion del protocolo para revision							■	■	■	■	■	
Validacion de instrumentos en el area de extrusion		■	■	■	■	■						
Entrega de protocolo											■	
Inscripcion del protocolo UNAN , aprobacion del protocolo						■	■	■	■	■	■	
Solicitar autorizacion de la empresa para realizar la investigacion	■	■	■									
Aplicar controles de calidad estadistico y herramientas de la norma ISO 9001			■	■	■	■	■	■				
Obtencion de los cambios de trabajo con respecto al control de calidad						■	■	■				
Procesamiento de la información							■	■	■	■		
Analisis Estadistico e implementacion de controles de calidad estadistico									■	■	■	
Discusion de los resultados									■	■	■	
Redaccion del informe final										■	■	
Presentacion del trabajo y defensa del trabajo monografico												■

## 13 Anexos

### 13.1 Plan de acciones de Auditoria

PLAN DE ACCIONES AUDITORIA INTERNA					AUDITOR/ES	AUDITORIA Nº	FECHA	ULTIMA ACTUALIZACIÓN
CÓD.	DESCRIPCIÓN NO CONFORMIDAD	CAUSAS	CORRECCIONES Y ACCIONES CORRECTIVAS	FECHA	RESPONSABLE/S	SEGUIMIENTO / RESULTADOS		
						Fecha	Estado	
01								
02								
03								
04								
05								
06								

### 13.2 Formato de Resumen de procesos con respecto a Extrusión

Calidad final línea de extrusión		PROCESOS RELACIONADOS	Cod. ficha:																												
			Elabora:																												
			Ult. Act.:																												
Definición del indicador	Fórmula de cálculo	Unidades																													
Expresión de la proporción de no conformidades detectadas en la inspección final en la línea de producción del área de extrusión		Denier																													
Fuentes de información	Presentación y periodicidad de cálculo																														
Excel actualizado por el responsable de calidad con los datos provenientes de los registros de control final en la línea de lavadoras.	Gráfica de barras de periodicidad semanal con la indicación del objetivo marcado para cada período de cálculo.																														
<b>Gráfico:</b>																															
<table border="1"> <caption>Data for the bar chart: ppm NC by week (2009)</caption> <thead> <tr> <th>N° semana (2009)</th> <th>ppm NC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>50000</td></tr> <tr><td>2</td><td>42000</td></tr> <tr><td>3</td><td>60000</td></tr> <tr><td>4</td><td>120000</td></tr> <tr><td>5</td><td>42000</td></tr> <tr><td>6</td><td>102000</td></tr> <tr><td>7</td><td>70000</td></tr> <tr><td>8</td><td>25000</td></tr> <tr><td>9</td><td>55000</td></tr> <tr><td>10</td><td>65000</td></tr> <tr><td>11</td><td>35000</td></tr> <tr><td>12</td><td>45000</td></tr> <tr><td>13</td><td>45000</td></tr> </tbody> </table> <p><b>Objetivo (2018)</b> <b>600 denier</b></p>				N° semana (2009)	ppm NC	1	50000	2	42000	3	60000	4	120000	5	42000	6	102000	7	70000	8	25000	9	55000	10	65000	11	35000	12	45000	13	45000
N° semana (2009)	ppm NC																														
1	50000																														
2	42000																														
3	60000																														
4	120000																														
5	42000																														
6	102000																														
7	70000																														
8	25000																														
9	55000																														
10	65000																														
11	35000																														
12	45000																														
13	45000																														
Lista de distribución	Rsp. Producción (Email), Gerencia (Email), Operarios (tablón de anuncios)																														



### 13.3 Pauta de Inspección de recepción de materia prima

#### PAUTA DE INSPECCION RECEPCION DE MATERIA PRIMA.

N° de Factura: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

<b>Descripción de Materia Prima</b>		
<b>Numero de Polines recibidos</b>	<b>Proveedor</b>	<b>Código de Lotificación</b>
<b>Característica de Materia prima inconforme :</b>		
<b>Frecuencia</b>	<b>Medio del Daño</b>	<b>Acción a tomarse en caso de Anomalía</b>
<b>Observaciones</b>		

**Aprobado por:**

--



### 13.5 Formato E.1

#### Formato de recolección de Datos de peso de la rafia

Extrusora N°: Fecha:

Hora	Peso del filamento $(Pf \pm 0,01)g$											
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	B3	B4	B5	B6

Longitud del filamento  $(Lf \pm 0,05)cm$ :

#### Especificaciones de Denier (g/9000m)

	Límite Superior	Promedio	Límite Inferior	Relación de estiraje
Extrusora N° 1	880	920	960	5,30
Extrusora N° 3	1080	1110	1140	5,65
Extrusora N° 4	1080	1110	1140	5,65



---

NOTA:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### 13.7 Formato E.3

Variables	Posibles causas	Ponderación
<b>Materia Prima:</b> Incluye desde el tipo de polipropileno a utilizar así como la “fórmula”, que se utiliza en el mezclado inicial de la materia y el cual es secreto industrial.	F-402. Grado de fluidez de 2.7	
	F-502. Grado de fluidez de 3.2	
	Mezclado inapropiado	
	Alternatividad de Materias Primas	
	Formulación	
<b>Maquinaria y Equipos:</b> Involucra todos los equipos, maquinarias y herramientas necesarias para la realización del hilo de rafia.	Indicadores de Temperaturas dañados	
	Filtro obstruido	
	Tornillos de ajuste del cabezal dañados	
	Cabezal descalibrado	
	Hojillas desgastadas	
	Ventiladores dañados	
	Mal funcionamiento del Chiller	
	Espaciado entre las cuchillas	
	Temperaturas de los rodillos	
	Temperatura del filtro	
Tiempo de residencia en la piscina		

### 13.8 Formato E.3 (continuación)

Variables	Posibles causas		Ponderación
<p><b>Mantenimiento:</b> Comprende todo lo relacionado con las técnicas y el personal de mantenimiento de los equipos involucrados en el proceso.</p>	Paradas extensas por mantenimiento		
	Herramientas inadecuadas		
	Personal no calificado		
	Falta de mantenimiento preventivo		
	Falta de programas de mantenimiento		
	Falta de personal de mantenimiento		
	Ausencia de herramientas para los mantenimiento		
<p><b>Métodos:</b> Se refiere a todo lo relacionado con los métodos que se llevan a cabo en las extrusoras para la producción de la rafia, además de los métodos de medición de la variable de calidad y el seguimiento del comportamiento del proceso.</p>	Proceso	Manipulación de los parámetros de un turno a otro	
		Variación de la relación de estiraje	
		Variación de temperaturas del tornillo extrusor	
		Variación de temperaturas del cabezal	
		Variación de las velocidades del tornillo extrusor	
	CEP	Tamaño del muestreo	
		Frecuencia del muestreo	
		Error del observador	
Varias personas recolectando los datos			
<p><b>Medio Ambiente:</b> Engloba todo lo referente a condiciones ambientales, a las condiciones físicas a que está sometido el proceso.</p>	Ausencia de barómetro		
	Influencia de la temperatura ambiental		
	Influencia de la humedad ambiental		
	No se trabaja siempre a las misma condiciones		

**Formato E.3 (continuación)**

<b>Variables</b>	<b>Posibles causas</b>	<b>Ponderación</b>
<p align="center"><b>Mano de obra:</b></p> <p>Abarca desde el operario de hasta la alta gerencia, pasando por los supervisores, analistas, y demás personal que esté involucrado con el proceso.</p>	Falta de personal	
	Falta de inducción	
	Personal desmotivado	
	Falta de supervisión	
	Falta de incentivos al personal	

Nombre y Apellido: \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_



### 13.9 Formato E.4

#### JERARQUIZACIÓN DE LAS VARIABLES CRÍTICAS QUE INFLUYEN EN LA VARIABILIDAD DEL DENIER

Variables	Posibles causas		Ponderación
<p><b>Métodos:</b></p> <p>Se refiere a todo lo relacionado con los métodos que se llevan a cabo en las extrusoras para la producción de la rafia, además de los métodos de medición de la variable de calidad y el seguimiento del comportamiento del proceso.</p>	Proceso	Manipulación de los parámetros de un turno a otro	
		Variación de la relación de estiraje	
		Variación de temperaturas del tornillo extrusor	
		Variación de temperaturas del cabezal	
		Variación de las velocidades del tornillo extrusor	
	CEP	Error del observador	
		Varias personas recolectando los datos	
<p><b>Medio Ambiente:</b></p> <p>Engloba todo lo referente a condiciones ambientales, a las condiciones físicas a que está sometido el proceso.</p>	Proceso expuesto a la variaciones ambientales		
<p><b>Mano de obra:</b></p> <p>Abarca desde el operario de hasta la alta gerencia, pasando por los supervisores, analistas, y demás personal que esté involucrado con el proceso.</p>	Falta de inducción		
	Falta de supervisión		
	Falta de incentivos al personal		

**Formato E.4 (continuación)**

**13.10 Jerarquización De Las Variables Críticas Que Influyen En La Variabilidad Del Denier**

<b>Variables</b>	<b>Posibles causas</b>	<b>Ponderación</b>
<b>Maquinaria y Equipos:</b> Involucra todos los equipos, maquinarias y herramientas necesarias para la realización del hilo de rafia.	Filtro obstruido	
	Cabezal descalibrado	
	Hojillas desgastadas	
	Temperaturas del filtro	

Nombre y Apellido: \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_

### 13.11 Formato E.5

Fecha:

Nº	Hora	Peso del filamento ( $P_f$ $\pm 0,01$ )g											
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	B3	B4	B5	B6

Longitud del filamento ( $L_f \pm 0,05$ )cm:

#### Especificaciones de Denier (g/9000m)

Límite Superior	Promedio	Límite Inferior
880	920	960



Fecha:

N°	VELOCIDAD DEL TORNILLO EXTRUSOR ( $V_{\text{TORNILLO}} \pm 0,1$ ) rpm	VELOCIDADES DE LOS GODETS ( $V_i \pm 0,1$ ) $m/min$			PRESIÓN DEL FILTRO $P_{\text{FILTRO}}$ (bar $\pm 0,1$ )	RELACIÓN DE ESTIRAJE $Re(\text{adim} \pm 0,05)$
		V1	V2	V3		
X	58,0	45,7	243,3	240,8	151,0	5,30

Formato E.6

Fecha:

Límite Superior	Promedio	Límite Inferior
1080	1110	1140

Nº	Hora	Peso del filamento ( $P_f$ $\pm 0,01$ )g									
		A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5

Longitud del filamento ( $L_f \pm 0,05$ )cm:

**Especificaciones de Denier (g/9000m)**

13.12.1 Formato E.6 (continuación)

Fecha:

N°	TEMPERATURA ( $T_i \pm 0,1$ )°C												
	TORNILLO EXTRUSOR					FILTRO		CABEZAL					BATEA
	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T1	T2	T3	T4	T5	T1
X	236,0	240,0	255,0	250,0	255,0	265,0	265,0	260,0	263,0	261,0	262,0	267,0	28,0

Formato E.6 (continuación)





13.12.2 Formato E.7

Fecha:

Límite Superior	Promedio	Límite Inferior
1080	1110	1140

Nº	Hora	Peso del filamento ( $P_f$ $\pm 0,01$ )g									
		A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5

Longitud del filamento ( $L_f \pm 0,05$ )cm: **Especificaciones de Denier (g/9000m)**

13.13 Formato E.7 (continuación)

Fecha:

Nº	TEMPERATURA ( $T_i \pm 0,1$ )°C										
	TORNILLO EXTRUSOR				FILTRO	CABEZAL					BATEA
	T1	T2	T3	T4	T1	T1	T2	T3	T4	T5	T1
X	235,0	245,0	255,0	265,0	265,0	265,0	260,0	260,0	260,0	265,0	30,0



### 13.15 Estudio de las variables más influyentes en el incumplimiento de las especificaciones

<b>Variables</b>	<b>Posibles causas</b>
<p><b>Materia Prima:</b></p> <p>Incluye desde el tipo de polipropileno a utilizar así como la “fórmula”, que se utiliza en el mezclado inicial de la materia y el cual es secreto industrial.</p>	
<p><b>Maquinaria y Equipos:</b></p> <p>Involucra todos los equipos, maquinarias y herramientas necesarias para la realización del hilo de rafia.</p>	
<p><b>Mano de obra:</b></p> <p>Abarca desde el operario de hasta la alta gerencia, pasando por los supervisores, analistas, y demás personal que esté involucrado con el proceso.</p>	

Formato E.8 (continuación)

**ESTUDIO DE LAS VARIABLES MÁS INFLUYENTES EN EL INCUMPLIMIENTO DE LAS ESPECIFICACIONES**

<b>Variables</b>	<b>Posibles causas</b>
<p><b>Métodos:</b></p> <p>Se refiere a todo lo relacionado con los métodos que se llevan a cabo en las extrusoras para la producción de la rafia, además de los métodos de medición de la variable de calidad y el seguimiento del comportamiento del proceso.</p>	
<p><b>Medio Ambiente:</b></p> <p>Engloba todo lo referente a condiciones ambientales, a las condiciones físicas a que está sometido el proceso.</p>	
<p><b>Mantenimiento:</b></p> <p>Comprende todo lo relacionado con las técnicas y el personal de mantenimiento de los equipos involucrados en el proceso.</p>	

Nombre y Apellido: \_\_\_\_\_ Cargo: \_\_\_\_\_

Formato E.9

**ESTUDIO DE LAS VARIABLES CRÍTICAS EN EL INCUMPLIMIENTO DE LAS ESPECIFICACIONES**

Variables	Posibles causas	Ponderación
<p><b>Materia Prima:</b> Incluye desde el tipo de polipropileno a utilizar así como la “fórmula”, que se utiliza en el mezclado inicial de la materia y el cual es secreto industrial.</p>	Mezclado Inapropiado	
	Alternatividad de materia prima	
<p><b>Maquinaria y Equipos:</b> Involucra todos los equipos, maquinarias y herramientas necesarias para la realización del hilo de rafia.</p>	Filtro obstruido	
	Cabezal descalibrado	
	Hojillas desgastadas	
	Tornillos de ajuste del cabezal dañados	
	Temperaturas del cabezal inadecuadas	
	Relación de estiraje	
	Velocidad del tornillo extrusor	
	Temperaturas del tornillo extrusor descalibradas	
<p><b>Mano de obra:</b> Abarca desde el operario de hasta la alta gerencia, pasando por los supervisores, analistas, y demás personal que esté involucrado con el proceso.</p>	Mala manipulación de los parámetros	
	Falta de supervisión	

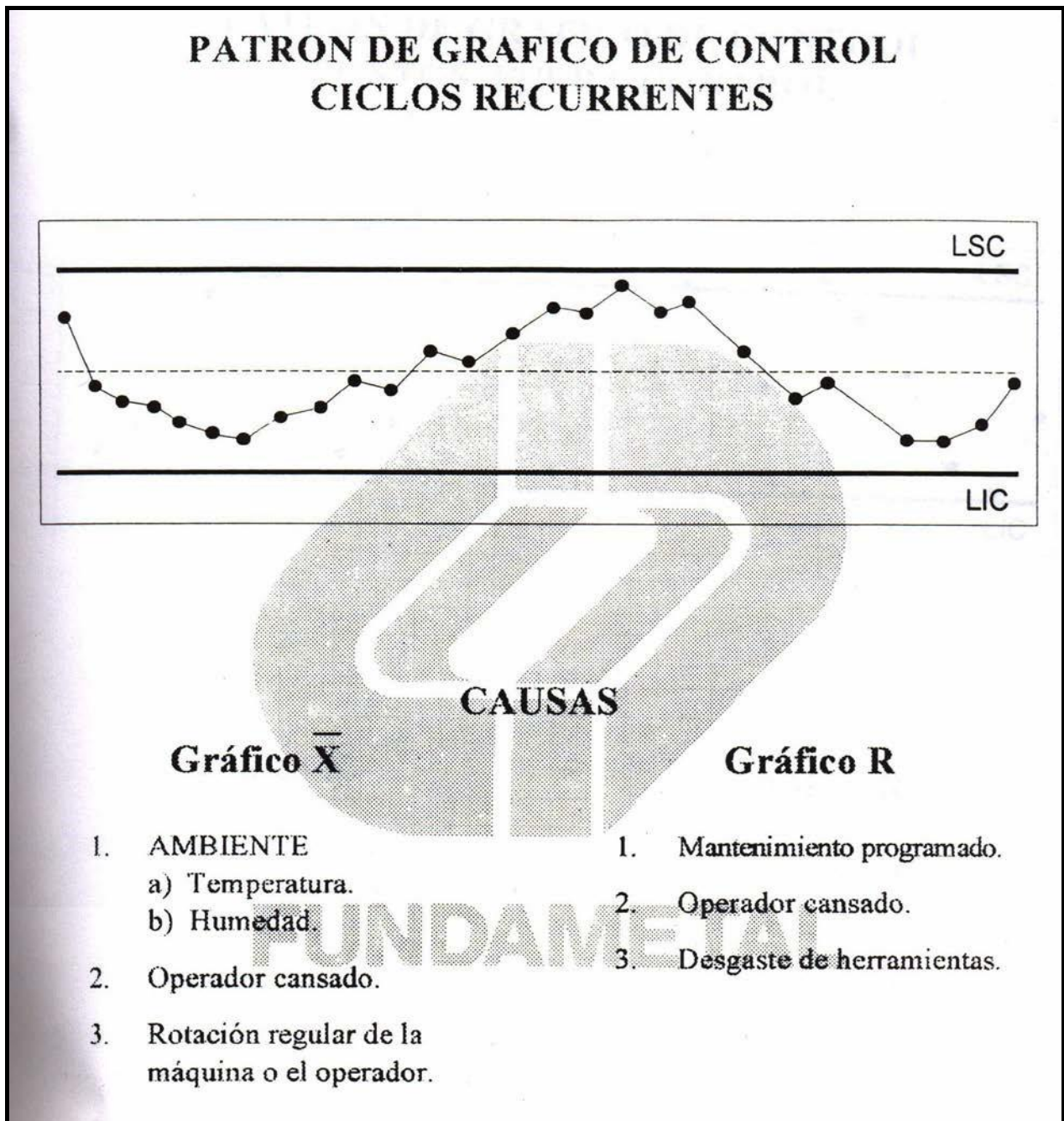
Formato E.9 (continuación)

### 13.16 Estudio De Las Variables Críticas En El Incumplimiento De Las Especificaciones

Variables	Posibles causas		Ponderación
<b>Métodos:</b> Se refiere a todo lo relacionado con los métodos que se llevan a cabo en las extrusoras para la producción de la rafia, además de los métodos de medición de la variable de calidad y el seguimiento del comportamiento del proceso.	CEP	Error del observador	
	Proceso	Variación de la relación de estiraje	
		Variación de la velocidad del tornillo extrusor	
<b>Mantenimiento:</b> Comprende todo lo relacionado con las técnicas y el personal de mantenimiento de los equipos involucrados en el proceso.	Falta de mantenimiento preventivo		
	Personal no calificado		
	Herramientas inadecuadas para el mantenimiento		
<b>Medio Ambiente:</b> Engloba todo lo referente a condiciones ambientales, a las condiciones físicas a que está sometido el proceso.	Influencia de la humedad ambiental		
	Ausencia de barómetro		
	Influencia de la temperatura ambiental		

Nombre y Apellido: \_\_\_\_\_ Cargo: \_\_\_\_\_

### 13.17 Patrones de inestabilidad

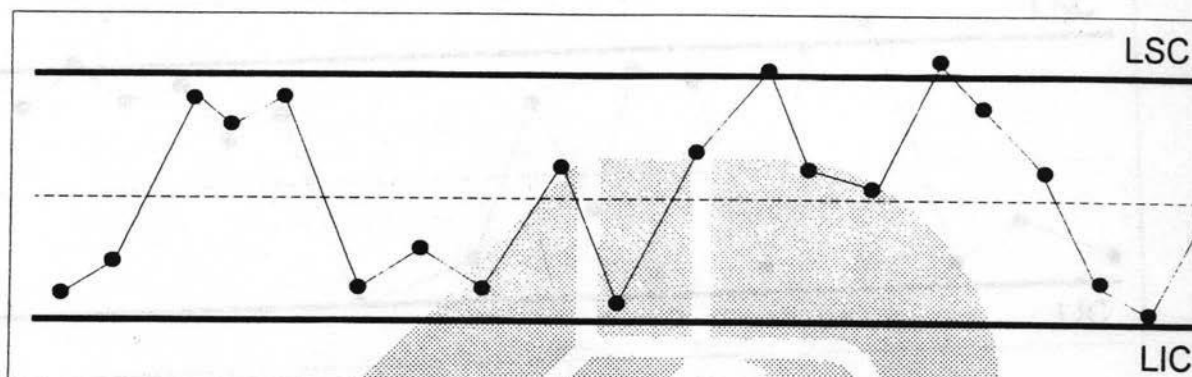


Anexo 2. Patrones de inestabilidad (ciclos recurrentes)

Fuente: Ochoa (1994)



## PATRON DE GRAFICO DE CONTROL PUNTOS FUERA CONTROL



### CAUSAS

#### Gráfico $\bar{X}$

1. Cambio en materiales provenientes de diferentes suplidores
2. Operador nuevo
3. Modificación del método o proceso de producción
4. Cambio en el equipo o método de inspección.

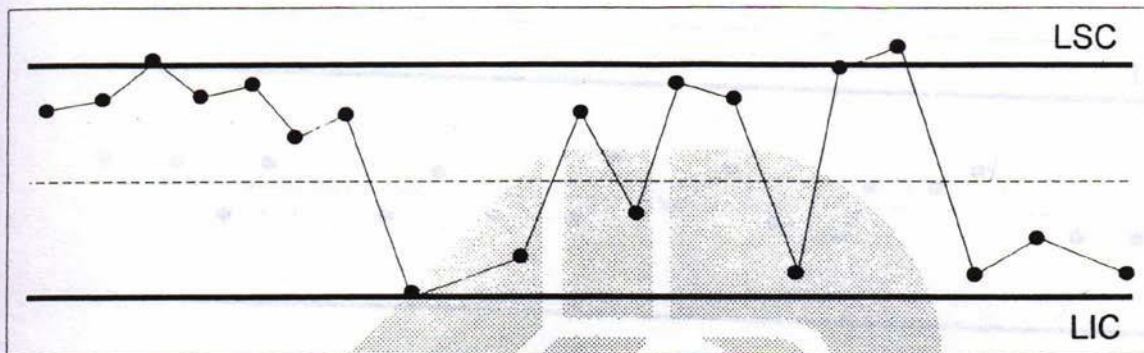
#### Gráfico R

1. Cambio de material
2. Cambio en método
3. Cambio d operador

Anexo 3. Patrones de inestabilidad (puntos fuera de control)

Fuente: Ochoa (1994)

## PATRON DE GRAFICO DE CONTROL PUNTOS CERCA O FUERA DE LOS LIMITES



### CAUSAS

#### Gráfico $\bar{X}$

1. Sobre control.
2. Grandes y sistemáticas diferencias en la calidad de los materiales.
3. Grandes y sistemáticas diferencias en métodos de prueba o equipos.
4. Control de dos o más procesos en el mismo gráfico.

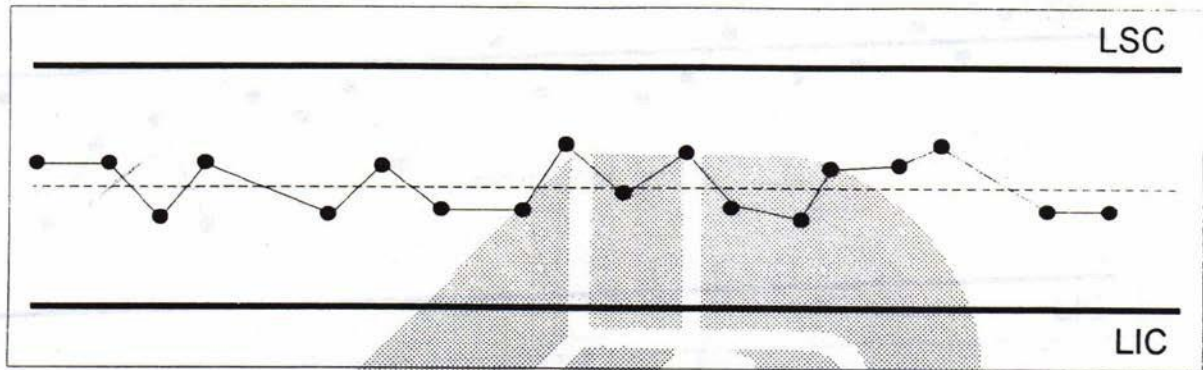
#### Gráfico R

1. Mezcla de materiales obviamente de calidad diferente.
2. Diferentes trabajadores usando el mismo gráfico R.
3. Datos de procesos con diferentes condiciones de trabajo, trazados en el mismo gráfico.

Anexo 4. Patrones de inestabilidad (puntos fuera o cerca de los límites)

Fuente: Ochoa (1994)

## PATRON DE GRAFICO DE CONTROL FALTA DE VARIABILIDAD



**CAUSAS**

**Gráfico  $\bar{X}$**

**Gráfico R**

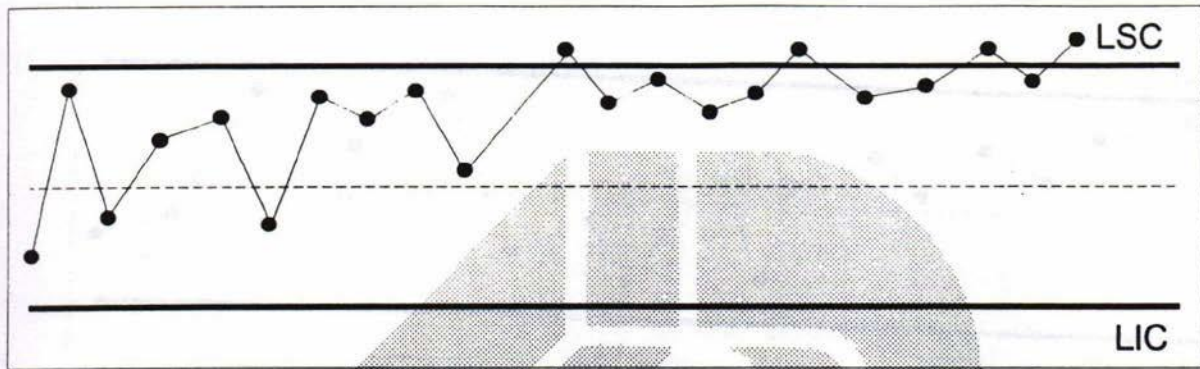
1. Limites de control mal calculados.
2. Mejora del proceso desde que se calcularon los límites.
3. Operario elaborando el gráfico sin hacer los chequeos.

1. Colección en cada muestra de un número de medidas de muchos lotes diferentes.
2. Mejora del proceso desde que se calcularon los límites.

Anexo 5. Patrones de inestabilidad (falta de variabilidad)

Fuente: Ochoa (1994)

## PATRON DE GRAFICO DE CONTROL TENDENCIAS



### CAUSAS

#### Gráfico $\bar{X}$

1. Deterioración de la máquina.
2. Operario cansado.
3. Desgaste de herramientas.

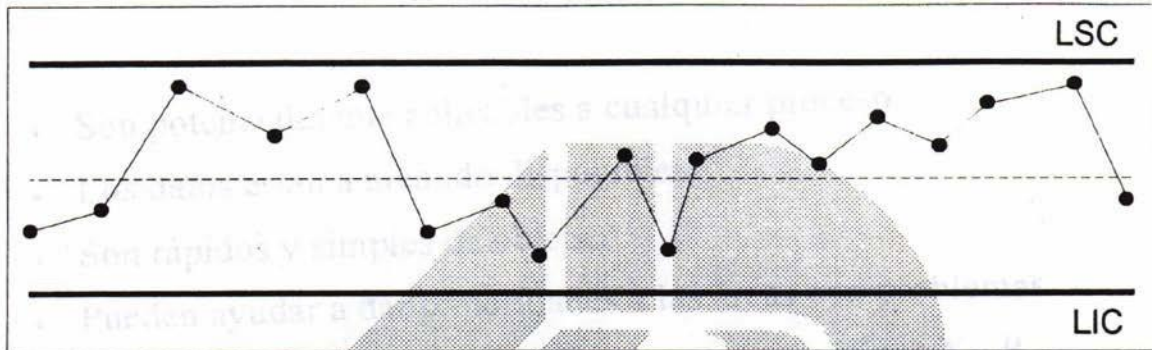
#### Gráfico R

1. Operario cansado.
2. Cambio en la calidad de la materia prima.

Anexo 6. Patrones de inestabilidad (tendencias)

Fuente: Ochoa (1994)

## PATRON DE GRAFICO DE CONTROL 7 PUNTOS ARRIBA O ABAJO DE LA LINEA CENTRAL



### Gráfico $\bar{X}$

1. Cambio en las proporciones de materiales o sub-ensamblajes suministradas por diferentes suplidores.
2. Nuevos trabajadores o máquinas.
3. Modificación de producción o procesos.
4. Cambio en método o equipo de inspección.

### Gráfico R

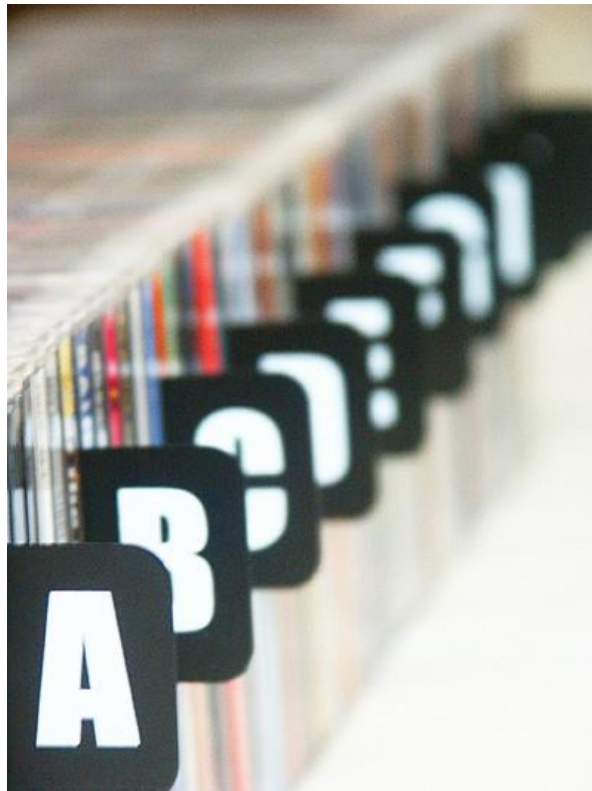
1. Cambio de material
2. Cambio de método
3. Cambio de operario

Anexo 7. Patrones de inestabilidad (7 puntos arriba o debajo de la línea central)

Fuente: Ochoa (1994)

---

# Instructivo N° 1



**Estabilidad y Capacidad  
(10 zonas )**

---

# INSTRUCTIVO PARA EL USO DEL PROGRAMA PARA LA DETERMINACIÓN DE ESTABILIDAD Y CAPACIDAD DE UNA VARIABLE DE CALIDAD (10 ZONAS)

## 1. VARIABLE A ESTUDIAR

En la ficha “**DATOS**” en la parte superior izquierda (celda B1) se introduce el nombre de la variable a estudiar

## 2. INTRODUCCIÓN DE LOS DATOS

En la ficha “**DATOS**” se introducen los valores correspondientes a las zonas en estudio A1, A2, A3, A4, A5, B1, B2, B3, B4 y B5 (celdas B11 a K11) para completar el primer punto de la gráfica, esto se hará hasta completar un número de 25 puntos, es decir, el segundo punto de la gráfica corresponde a los valores de B10 a K10, y así sucesivamente.

Además se deberán introducir los valores de los límites superior e inferior de especificación (celdas B4 y B5) respectivamente

## 3. OBSERVACIONES

En la ficha “**OBSERVACIONES**” se anotaran todos los incidentes que puedan aportar información al momento de determinar las salidas de control de la variable, Fecha (celda B2), Turno (celda C2) y Observaciones (celda D2), así para los 25 puntos.

## 4. GRÁFICA DE MEDIA MUESTRAL

En la ficha “**GRÁF. MEDIA**” se podrá observar la variación de la variable en el tiempo (línea roja), además se podrán visualizar los límites superior e inferior de control (líneas verdes), se podrá identificar el número del subgrupo que salga de control y con la ayuda de la ficha “**OBSERVACIONES**” se podrá identificar la causa de dicho descontrol, para solventarlo. (Ver teoría anexa)

## 5. GRÁFICA DE DESVIACIÓN ESTÁNDAR MUESTRAL



En la ficha "**GRÁF. DESV. EST**" se podrá observar la variación de las desviaciones estándar de los datos, que en conjunto con la Gráfica de Media muestral y de las Observaciones se podrá tomar una decisión sobre las medidas a ejecutar para las salidas de control de la variable en estudio. (Ver teoría anexa)

## 6. CAPACIDAD

En la ficha "**CAPACIDAD**" se podrá visualizar el histograma de frecuencias de los datos de la variable de calidad, para observar su distribución.

El valor de Cp (celda B1) indica la capacidad potencial del proceso, para el proceso sea capaz debe ser mayor a 1.

Para determinar el valor de la Capacidad real (Cpk), en las celdas B2 y B3 se indican los valores de C<sub>pk1</sub> y C<sub>pk2</sub>, respectivamente, se deberá tomar el menor valor entre los 2, es decir, si C<sub>pk1</sub>=1,038 y C<sub>pk2</sub>=-0,27, el valor de la Capacidad real del proceso será el menor, es decir, C<sub>pk</sub>=-0,27. De igual manera para que el C<sub>pk</sub> indique estabilidad debe ser mayor que 1.

## 7. HISTOGRAMA DE FRECUENCIA

En la ficha "**HISTOGRAMA**" se creará el histograma de frecuencias correspondientes a los datos. Para ello el analista deberá seguir los siguientes pasos:

- a. En el menú "**Herramientas**" el analista deberá seleccionar "**Análisis de Datos**".
- b. Dentro de cuadro "**Análisis de Datos**" el analista deberá seleccionar la acción "**Histograma**".
- c. Dentro de cuadro "**Histograma**" en la acción "**Rango de entrada**" el analista deberá seleccionar los datos de la variable que se encuentran en dicha ficha

B2, C2.....K2

B3, 3.....C K3

(histograma), es decir, las celdas

⋮

B26,C26.....K26



- 
- d. Dentro de cuadro "**Histograma**" en la acción "**Rango de salida**" el analista deberá seleccionar la celda donde aparecerán los datos, se recomienda seleccionar la celda A28.
  - e. Por último el analista deberá seleccionar la acción "**Crear Gráfico**", el cual se encuentra al final del cuadro.

Una vez realizado el histograma de frecuencias se podrá visualizar la distribución que presentan los datos.

## 8. PARÁMETRO Y CÁLCULOS

La ficha "**PARÁM Y CÁL**" es de uso interno del programa, es decir NO DEBE SER MANIPULADO

**NOTA:** La clave es "*analista*". Para el caso en que se tengan que modificar las escalas de las gráficas para poder verlas completos.

# Instructivo N° 2



**Estabilidad y Capacidad  
(12 zonas )**

# INSTRUCTIVO PARA EL USO DEL PROGRAMA PARA LA DETERMINACIÓN DE ESTABILIDAD Y CAPACIDAD DE UNA VARIABLE DE CALIDAD (12 ZONAS)

## 1. VARIABLE A ESTUDIAR

En la ficha “**DATOS**” en la parte superior izquierda (celda B1) se introduce el nombre de la variable a estudiar

## 2. INTRODUCCIÓN DE LOS DATOS

En la ficha “**DATOS**” se introducen los valores correspondientes a las zonas en estudio A1, A2, A3, A4, A5, A6, B1, B2, B3, B4, B5 y B6 (celdas B11 a M11) para completar el primer punto de la gráfica, esto se hará hasta completar un número de 25 puntos, es decir, el segundo punto de la gráfica corresponde a los valores de B10 a K10, y así sucesivamente.

Además se deberán introducir los valores de los límites superior e inferior de especificación (celdas B4 y B5) respectivamente

## 3. OBSERVACIONES

En la ficha “**OBSERVACIONES**” se anotaran todos los incidentes que puedan aportar información al momento de determinar las salidas de control de la variable, Fecha (celda B2), Turno (celda C2) y Observaciones (celda D2), así para los 25 puntos.

## 4. GRÁFICA DE MEDIA MUESTRAL

En la ficha “**GRÁF. MEDIA**” se podrá observar la variación de la variable en el tiempo (línea roja), además se podrán visualizar los límites superior e inferior de control (líneas verdes), se podrá identificar el número del subgrupo que salga de control y con la ayuda de la ficha “**OBSERVACIONES**” se podrá identificar la causa de dicho descontrol, para solventarlo. (Ver teoría anexa)

## 5. GRÁFICA DE DESVIACIÓN ESTÁNDAR MUESTRAL

En la ficha "**GRÁF. DESV. EST**" se podrá observar la variación de las desviaciones estándar de los datos, que en conjunto con la Gráfica de Media muestral y de las Observaciones se podrá tomar una decisión sobre las medidas a ejecutar para las salidas de control de la variable en estudio. (Ver teoría anexa)

## 6. CAPACIDAD

En la ficha "**CAPACIDAD**" se podrá visualizar el histograma de frecuencias de los datos de la variable de calidad, para observar su distribución.

El valor de Cp (celda B1) indica la capacidad potencial del proceso, para el proceso sea capaz debe ser mayor a 1.

Para determinar el valor de la Capacidad real (Cpk), en las celdas B2 y B3 se indican los valores de C<sub>pk1</sub> y C<sub>pk2</sub>, respectivamente, se deberá tomar el menor valor entre los 2, es decir, si C<sub>pk1</sub>=1,038 y C<sub>pk2</sub>=-0,27, el valor de la Capacidad real del proceso será el menor, es decir, C<sub>pk</sub>=-0,27. De igual manera para que el C<sub>pk</sub> indique estabilidad debe ser mayor que 1.

## 7. HISTOGRAMA DE FRECUENCIA

En la ficha "**HISTOGRAMA**" se creará el histograma de frecuencias correspondientes a los datos. Para ello el analista deberá seguir los siguientes pasos:

- ✘ En el menú "**Herramientas**" el analista deberá seleccionar "**Análisis de Datos**".
- ✘ Dentro de cuadro "**Análisis de Datos**" el analista deberá seleccionar la acción "**Histograma**".
- ✘ Dentro de cuadro "**Histograma**" en la acción "**Rango de entrada**" el analista deberá seleccionar los datos de la variable que se encuentran en

B2,  
C2.....K2 B3, 3.....C K3 dicha ficha (histograma), es decir, las  
celdas

⋮

B26,C26.....K26

- ✘ Dentro de cuadro "**Histograma**" en la acción "**Rango de salida**" el analista deberá seleccionar la celda donde aparecerán los datos, se recomienda seleccionar la celda A28.
- ✘ Por último el analista deberá seleccionar la acción "**Crear Gráfico**", el cual se encuentra al final del cuadro.

Una vez realizado el histograma de frecuencias se podrá visualizar la distribución que presentan los datos.

## **8. PARÁMETRO Y CÁLCULOS**

La ficha "**PARÁM Y CÁL**" es de uso interno del programa, es decir NO DEBE SER MANIPULADO

**NOTA:** La clave es "*analista*". Para el caso en que se tengan que modificar las escalas de las gráficas para poder verlas completos.

# Instructivo N° 3



**Porcentaje de defectuosos**

# **INSTRUCTIVO PARA EL USO DEL PROGRAMA PARA LA DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS**

## **1. VARIABLE A ESTUDIAR**

En el archivo Excel correspondiente al número del subgrupo de deberá introducir la variable a estudiar, A5 o A19 según sea el caso, ya sea para el estudio de los productos fuera de los Límites de Especificaciones (Superior o Inferior), y así a su vez según sea el caso, dependiendo como se encuentre la media con respecto al límite de especificación.

## **2. INTRODUCCIÓN DE LOS DATOS**

En la ficha correspondiente al límite de especificación que se desee estudiar, se introducirán, el número de la extrusora (B5 o B19), El valor Promedio de la variable (X) a estudiar (C5 o C19), que se obtiene del programa correspondiente de estabilidad y capacidad ya sea de 10 o 12 zonas, en la ficha "Parám y calc", en la celda H3, la Desviación Estándar de la variable (S) a estudiar (D5 o D19), se obtiene de la misma hoja de calcula de la misma ficha, pero en la celda H4, el valor del Límite de Inferior de Especificación (LIE) (G5 o G19).

## **3. INTRODUCCIÓN DEL VALOR DE LA TABLA NORMAL**

Con el valor obtenido en las celdas H5 o H19, correspondiente a la Abscisa Tipificada "z", se busca el valor en las tablas normales (figura 17 y 18 de la teoría), interceptando con la leyenda que se visualiza en las celdas (I4 o I18). Este valor se reportará en las celdas I5 o I19, según sea el caso.

## **4. LECTURA DEL PORCENTAJE DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS**

La lectura se realizará en las celdas J5 o J19, según sea el caso de la media según el límite en estudio y del número de zonas en estudio de cada extrusora.