



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN SISTEMA DE GRÁFICOS DE CONTROL PARA
REDUCIR LA VARIACIÓN DE ALAMBRE EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE
RESORTES DE UNA INDUSTRIA DE COLCHONES, UBICADA EN LA CIUDAD DE
GUATEMALA**

Jaime Otoniel Diéguez Samayoa

Asesorado por la M.A. Ing. Evelyn Gabriela Sanchez Castellanos

Guatemala, marzo de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN SISTEMA DE GRÁFICOS DE CONTROL PARA
REDUCIR LA VARIACIÓN DE ALAMBRE EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE
RESORTES DE UNA INDUSTRIA DE COLCHONES, UBICADA EN LA CIUDAD DE
GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JAIME OTONIEL DIÉGUEZ SAMAYOA

ASESORADO POR LA M.A. ING. EVELYN GABRIELA TANCHEZ C.

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, MARZO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Ing. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Leonel Estuardo Godínez Alquiay
EXAMINADOR	Ing. Saulo Moisés Méndez Garza
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN SISTEMA DE GRÁFICOS DE CONTROL PARA
REDUCIR LA VARIACIÓN DE ALAMBRE EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE
RESORTES DE UNA INDUSTRIA DE COLCHONES, UBICADA EN LA CIUDAD DE
GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 31 de julio de 2021.

Jaime Otoniel Diéguez Samayoa



EEPFI-PP-0337-2022

Guatemala, 14 de enero de 2022

Director
César Ernesto Urquizú Rodas
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial
Presente.

Estimado Ing. Urquizú

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN SISTEMA DE GRAFICOS DE CONTROL PARA REDUCIR LA VARIACIÓN DE ALAMBRE EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE RESORTES DE UNA INDUSTRIA DE COLCHONES, UBICADA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Área de Operaciones - Optimización de operaciones y procesos**, presentado por el estudiante **Jaime Otoniel Dieguez Samayoa** carné número **201020526**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en ARTES en Gestion Industrial.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Atentamente,

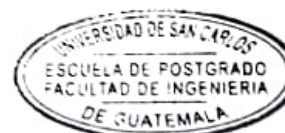
"Id y Enseñad a Todos"

MCA. Evelyn Gabriela Tánchez Castellanos
INGENIERA EN INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES
COLEGIADO 8988

Mtro. Evelyn Gabriela Tánchez Castellanos
Asesor(a)

Mtro. Carlos Humberto Aroche Sandoval
Coordinador(a) de Maestría

Mtro. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería





EEP-EIMI-0337-2022

El Director de la Escuela Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN SISTEMA DE GRAFICOS DE CONTROL PARA REDUCIR LA VARIACIÓN DE ALAMBRE EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE RESORTES DE UNA INDUSTRIA DE COLCHONES, UBICADA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Jaime Otoniel Dieguez Samayoa**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, enero de 2022

LNG.DECANATO.OI.208.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN SISTEMA DE GRÁFICOS DE CONTROL PARA REDUCIR LA VARIACIÓN DE ALAMBRE EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE RESORTES DE UNA INDUSTRIA DE COLCHONES, UBICADA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**, presentado por: **Jaime Otoniel Diéguez Samayoa**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana

Guatemala, marzo de 2022

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser mi guía brindándome fortaleza y sabiduría para culminar mis metas de vida.
Mis padres	Estela, Samayoa y Jaime Dieguez, este triunfo es fruto de su esfuerzo, les agradezco por su apoyo brindado en todo momento.
Mis hijos	Mia y Rodrigo Dieguez, este triunfo es para ustedes, fueron mi motivación principal ayudándome a culminar esta meta.
Mi esposa	Mónica Arias, por su comprensión, apoyo moral y su amor en todo momento.
Mi hermano	Josué Dieguez, gracias por ayudarme siempre que lo necesité.
Familia y amigos	Por su cariño y apoyo en este proceso, gracias por los consejos brindados.

AGRADECIMIENTOS A:

Mis padres	Por confiar en mí, alentándome en todo momento para culminar mi carrera, por su sacrificio y el amor incondicional que me brindaron en la vida dedicándome su esfuerzo
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser la <i>alma mater</i> que me permitió estudiar mi carrera y adquirir conocimientos.
Facultad de Ingeniería	Por brindarme los conocimientos necesarios para mi formación profesional.
Mis amigos	Por acompañarme durante la carrera.
Mi asesora	Inga. Gabriela Sanchez, por guiarme durante todo el proceso de investigación para culminar con éxito el trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XIII
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
3.1. Contexto general	7
3.2. Descripción del problema	7
3.3. Formulación del problema	8
3.3.1. Pregunta central.....	8
3.3.2. Preguntas auxiliares	9
3.4. Delimitación del problema.....	9
3.4.1. Límite temporal	9
3.4.2. Límite geográfico	9
3.4.3. Límite espacial	10
3.5. Viabilidad.....	10
3.6. Consecuencias de realizar la investigación	11
3.6.1. De realizarse.....	11
3.6.2. De no realizarse	11
4. JUSTIFICACIÓN.....	13

5.	OBJETIVOS	15
5.1.	General	15
5.2.	Específicos.....	15
6.	NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN.....	17
7.	MARCO TEÓRICO	19
7.1.	Introducción industria de colchones	19
7.1.1.	Aspectos generales	19
7.1.2.	Formación y valores en la empresa	20
7.1.3.	Situación de la empresa	20
7.1.4.	Estructura organizacional	21
7.2.	Proceso de fabricación de resortes	22
7.2.1.	Control en la fabricación de resortes	23
7.2.2.	Productividad.....	24
7.2.3.	Área de resortes	25
7.2.3.1.	Materia prima.....	25
7.2.3.2.	Material para la fabricación de resortes	26
7.2.4.	Proceso productivo.....	26
7.2.5.	Calidad en producto terminado.....	27
7.2.6.	Medición de un producto	27
7.2.7.	Sistema de resorte bonell	28
7.3.	Gráficos de control	28
7.3.1.	Herramientas estadísticas	29
7.3.2.	Optimización de procesos	29
7.3.3.	Control estadístico de la calidad	30
7.3.4.	Muestreo de aceptación	31
7.3.5.	Gráficos de control por variables	31
7.3.5.1.	Gráfico de medias.....	32

	7.3.5.2.	Gráfico de rangos.....	32
	7.3.6.	Gráficos de control por atributos	32
	7.3.6.1.	Gráfico P	33
	7.3.6.2.	Gráfico NP	33
8.		PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	35
9.		METODOLOGÍA	37
	9.1.	Características del estudio.....	37
	9.2.	Unidades de análisis.....	38
	9.3.	VARIABLES e indicadores	39
	9.4.	Fases del estudio.....	41
10.		TÉCNICAS DE ANÁLISIS	43
11.		CRONOGRAMA.....	45
12.		FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	47
		REFERENCIAS	49
		APÉNDICES.....	57

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama estructura funcional	21
2.	Fases de diseño de investigación	45

TABLAS

I.	Cuadro de matriz de variables.....	39
II.	Cuadro de operativización de variables.....	40
III.	Detalle de recursos necesarios para la investigación	47

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
σ	Desviación estándar
e	Error muestra
=	Igual
kg	Kilogramo
+	Más
-	Menos
mm	Milímetro
Z	Nivel confianza
%	Porcentaje
n	Tamaño muestra
N	Tamaño población

GLOSARIO

Alambre	Fabricado de acero de bajo, medio y alto carbono.
Bonell	Diseño de la estructura de un resorte en forma de espiral bicónica, con el reloj de arena.
Cabezal resortera	Pieza mecánica que sirve para realizar los anillos o vueltas del resorte.
Calibración	Es la medida o parámetro necesario en que debe funcionar la maquinaria.
Calidad	Es una referencia o cualidad de los productos para referenciar el estado de este.
Cama	Es un producto que es utilizado por las personas para acostarse o relajarse.
CEP	Control estadístico de procesos.
Confort	Se refiere para describir el nivel de comodidad o bienestar en un producto.
Correctivas	Es un procedimiento que se realiza para resolver no conformidades en un proceso y eliminar sus causas.

CPR	Cantidad de productos rechazados.
Cuantitativas	Es una metodología de investigación que hace referencia a la obtención de datos numéricos.
Def	Altura después de realizar compresión.
Dfi	Diámetro de anillos del resorte.
Dta	Diámetro del cuello del resorte.
Eficiente	Es la capacidad de obtener o lograr una acción con la menor cantidad de recursos disponibles.
Est	Peso estándar.
Estructura metálica	Es la armadura compuesta por varios resortes y es utilizada para formar la estructura de un colchón.
Hr	Distancia entre nudos del resorte.
Imp	Ingreso de materia prima.
Imperial	Medida de un colchón o cama en dimensiones de 1.00 x 1.90 mts.
King	Medida de un colchón o cama en dimensiones de 2.00 x 2.00 mts.

Límites	Son parámetros que sirven para establecerlos dentro de un proceso.
Máquina resortera	Maquinaria utilizada para la fabricación de resortes.
Matrimonial	Medida de un colchón o cama en dimensiones de 1.40 x 1.90 mts.
Montacargas	Vehículo utilizado para la carga o transporte de materiales pesados.
NC	No conformidades.
Ocio	Es el tiempo en que la unidad o el colaborador permanece disponible sin una atribución.
PR	Producto fabricado.
Preventivas	Es la acción de reforzar y mantener el funcionamiento de un proceso o máquina.
Productividad	Es la relación entre la cantidad obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para fabricarlos.
Ptr	Producto terminado resorte.
Px	Peso promedio.

Queen	Medida de un colchón o cama en dimensiones de 1.55 x 2.00 mts.
Resistencia	Es la capacidad de resistir esfuerzos o fuerzas a un producto sin romperse.
Resorte	Es una pieza metálica en forma de espiral capaz de almacenar energía.
Rm	Rendimiento de material.
SAP	Programa de planificación de recursos empresariales.
Semi matrimonial	Medida de un colchón o cama en dimensiones de 1.20 x 1.90 mts.
Temple	Es un tratamiento térmico que se aplica a los resortes para quitar impurezas y darles resistencia a estos.
Vr	Porcentaje de variación.

RESUMEN

El siguiente proyecto se encuentra estructurado bajo la línea de investigación de optimización de procesos se pretende diseñar un sistema de herramienta estadística de calidad, que permita obtener el control de producción en el área de resortes, estos son llamados por su configuración resortes bonell y son utilizados para la estructuración o soporte de los colchones en las industrias de camas, dependiendo de su configuración se deben de unir en la cantidad específica que el modelo de cama necesite y se encargan de brindar la firmeza para el soporte de las personas.

El área de resortes es el lugar de la planta donde se fabrican los resortes bonell, en el transcurso del tiempo la manufactura de estos ha ocasionado que se tengan variaciones de materiales constantes específicamente el alambre calibre 13.5 mm, por esta razón se tiene como objetivo el diseño de un sistema de gráficos de control que permitan la reducción de variación de la materia prima utilizada para su fabricación.

1. INTRODUCCIÓN

La presente investigación de sistematización se basa en una optimización de procesos, teniendo como objetivo el diseño de un control de grafico estadístico adecuado, que permita reducir la variación del consumo de alambre en el proceso de fabricación de resortes en una fábrica de camas, basándose en realizar un diagnóstico y un resultado positivo para la situación en la cual incurre el área de resortes por la variación de alambre, para esto es necesario reforzar su sistema de medición mediante la implementación de gráficos de control que permita establecer los niveles aceptables de calidad y parámetros de consumos.

La variación constante de material en consumos de alambre, para el proceso de fabricación de resortes tipo bonell, genera la necesidad de realizar una investigación que detalle la cantidad adecuada de material y parámetros de control que debe mantener un resorte, permitiendo controlar y medir el proceso productivo.

Este análisis surge debido a las constantes variaciones que se reflejan en el consumo de alambre calibre 13.5mm en las máquinas para la fabricación de resortes, provocando que los inventarios de la materia prima utilizada no estén acordes a lo que refleja el sistema versus el inventario físico.

Es de suma importancia el diseño de un gráfico de control estadístico adecuado que permita determinar la cantidad de materia prima correcta y que esto se vea reflejado en el consumo de materiales y en el costo del producto.

Dentro de los aportes que se obtendrán con esta investigación será conocer a detalle la cantidad de material que debe utilizar los resortes con esto también evitará tener deformaciones en la estructura de resortes, por utilizar menor o mayor cantidad de material tomando en cuenta que el porcentaje de variación se encuentra dentro de un parámetro $\pm (0.05 \%)$.

El esquema de solución establecerá un sistema de herramientas de gráficos de control para el consumo de alambre en la fabricación de resortes de una industria de colchones, basándose en los datos proporcionados por cada máquina resortera servirá para evaluar de una forma visual la estabilidad en el proceso e identificará los valores que se encuentren fuera de los rangos de especificación en la elaboración de resortes, para esto se debe definir los límites de control superiores e inferiores del proceso de producción.

La metodología utilizada para esta investigación tendrá un enfoque cuantitativo para el estudio de variables que se obtienen en el proceso, con un alcance descriptivo analizando los procedimientos con un diseño no experimental, utilizando los datos estadísticos de producción de tipo transversal.

En el capítulo uno se desarrollan los aspectos generales de la empresa, los valores y situación de la organización, indicando la unidad de análisis para el proceso de producción de los resortes y el diseño de la herramienta que se utilizara. En el segundo capítulo se enfocará en el desarrollo de las fases de investigación reconociendo el área de resortes, evaluando las causas de variación para definir el diseño de la herramienta que controle el proceso. En el tercer capítulo se realizará la presentación de los resultados de la investigación y por último en el cuarto capítulo se desarrollará la discusión de los resultados obtenidos.

2. ANTECEDENTES

León (2017), Establece el grupo de procesos estadísticos para el control, como una herramienta importante que permite obtener solidez de los procesos y así mejorar “la capacidad del proceso a través de la reducción de la variabilidad. Siempre existirá variabilidad inherente al proceso en sí, esta es producida por varios factores llamados frecuentemente causas naturales de un proceso estable” (p. 34).

Con el aporte establecido por León ayudara a esta investigación para la definición del método y procedimiento necesario, que permita identificar la variabilidad que afecta todo el proceso de manufactura en el área productiva de resortes, debido a que esto tiene un impacto negativo en el costo y el consumo de alambre.

Flechas (2019), indica en su investigación el estudio de cartas o gráficos para controlar la calidad “estas detallan diferentes cambios de variación que pueden explicar el desempeño de los procesos productivos, determinando si el proceso está siendo afectado para tomar medidas correctivas y preventivas apropiadas, para esto se debe describir características de tendencias y variaciones” (p. 14). Para esto se debe recurrir al reconocimiento directo de muestras o patrones para identificar el desempeño del proceso.

Flechas favorece a esta investigación determinando los hallazgos importantes en el diagnóstico del proceso productivo, esto permite descubrir las causas que influyen en variaciones y costos. Indicando que el uso de gráficos de

control demuestra las características y el comportamiento de variables productivas, reforzando los métodos de evaluación y control.

Según Rivera (2011), explica en su investigación que, en la estadística existe la técnica que permite controlar las líneas de producción industrial, estas se conocen como control estadístico de proceso. “Dentro del CEP existe una herramienta gráfica de gran utilidad usada para el monitoreo de procesos, llamada cartas de control, esta es una herramienta estadística empleada para el estudio y control de procesos a través del tiempo” (p. 8).

Rivera en su investigación proporciona la finalidad del uso de las cartas control, enfocándose en la mejora continua del proceso mediante el uso de datos estadísticos, observando y analizando los cambios o variación a lo largo del tiempo, esta herramienta es de gran aporte para controlar y medir el proceso de manufactura en el área de resortes.

Guerrero (2019), establece en su investigación, que es el gráfico y cartas de control, explicando “es una herramienta estadística que logra determinar parámetros de un proceso productivo, permitiendo analizar el comportamiento de los diferentes procedimientos en un tiempo determinado” (p. 29). En la gráfica de control se muestran los límites inferior y superior, los cuales establecen si los resultados están bajo control o no y si los datos se mantienen dentro de los límites.

Este aporte brinda información útil sobre gráficos de para medir la capacidad, variación y el desempeño productivo por medio de herramientas estadísticas, así como los indicadores correspondientes sobre las posibles desviaciones para una mejora continua.

Villanueva (2013) establece en su investigación la importancia del uso medias de control “A través de las cartas de control se evalúan ciertas características de calidad de procesos de productos o servicios. Entre estas características de calidad se encuentran medidas llamadas de localización y dispersión” (p. 10).

Villanueva aporta a esta investigación el fin del uso de coartas de control para servir como guía en los procesos, si dentro de las cartas de control los puntos dibujados del proceso caen dentro de los límites y no es anormal se determina que es un proceso estable, si los puntos representan un comportamiento anormal significa que es un proceso inestable estando fuera de control. Esto permitirá llevar un control económico en los procesos productivo del resorte ayudando a diagnosticar e identificar problemas repetitivos.

López (2013) explica en su investigación, la dificultad que se puede llegar a tener o incurrir al no contar con un sistema de control en el flujo de impresión offset, debido a que no se tiene unificado los criterios de reproducción de colores que aseguren la calidad de la impresión, esto ocasiona que el cliente solicite especificaciones técnicas estandarizadas, al no contar con el sistema de control de procesos en reclamos, rechazos de materiales y calidad deficiente en los trabajos esto repercute directamente la productividad y rentabilidad.

López aporta a esta investigación la importancia de los gráficos de control proporcionando información y parámetros necesarios para la mejora del proceso, esto permitirá identificar la forma adecuada de atacar la raíz del problema para reducir la variabilidad productiva.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Variación en consumo de alambre, para la fabricación de resortes en una industria de colchones.

3.1. Contexto general

Debido a las constantes variaciones que se han observado durante el primer trimestre del 2021 en el consumo de alambre dentro del proceso de fabricación de resortes, ha ocasionado que los reportes de inventarios de la materia prima utilizada, específicamente el alambre no sean los correctos, por las diferencias que existen físicamente versus el inventario virtual.

3.2. Descripción del problema

La variación que existe en el consumo de alambre para la fabricación de resortes lleva a la necesidad de realizar un análisis para determinar los recursos y materiales que se utilizan, partiendo de las propiedades de la materia prima en el área de resortes ya que esta es la principal fuente de variación existente en las maquinas resortereras, afectando los inventarios e incurriendo en deformaciones de resortes, este factor ocasiona efectos negativos en la maquinaria ya que no mantiene una adecuada calibración por el cambio constante de alambres de distintos proveedores.

El área de resortes es la principal afectada por las constantes variaciones de consumos de alambre para la fabricación de resortes tipo bonell, en el departamento de operaciones se encuentra el área de digitación y son los

encargados de generar órdenes de producción para la fabricación de resortes, constantemente han incurrido en ajustes de materiales debido a que no cuadra el inventario que indica el sistema versus el inventario físico, generando realizar un reproceso de órdenes de producción ya que se trabaja con una planificación de recursos de materiales.

Para obtener estos controles es importante analizar las causas principales del por qué se está dando este efecto en el proceso productivo para la fabricación de resortes, tomando en consideración la calibración en las maquinas resortereras y la falta de inspección de la materia prima, ocasiona que el proceso no se encuentre controlado y genere mayores consumos de alambre y fallos en la resistencia del resorte, estas variaciones representan una pérdida significativa para la empresa ya que se aumentan los reclamos de los clientes por deformaciones y hundimientos en los colchones, también genera una inestabilidad en el confort del producto debido a que los resortes fabricados no cumplen con los requerimientos de calidad necesaria.

3.3. Formulación del problema

El proceso de investigación para establecer la formulación del problema se desarrolla a continuación.

3.3.1. Pregunta central

¿Cuál es el método estadístico, que permitirá reducir la variación en el proceso de fabricación de resortes de una industria de colchones?

3.3.2. Preguntas auxiliares

¿Cuáles son las causas que afectan la variación en el consumo de alambre en la fabricación de resortes de una industria de colchones?

¿Qué factor crítico afecta la variación y costo en el consumo de alambre, en una industria de colchones?

¿Cuáles son los beneficios de utilizar la herramienta de gráficos de control al establecer los límites de variación de fabricación del resorte?

3.4. Delimitación del problema

La delimitación de la siguiente investigación se realizará basándose en límites temporal, geográfico y espacial.

3.4.1. Límite temporal

El estudio se estimará en tiempo desde el mes de mayo de 2021 hasta el mes de agosto de 2022.

3.4.2. Límite geográfico

Se realizará en una industria de colchones ubicada en la zona 12 de la ciudad de Guatemala.

3.4.3. Límite espacial

El estudio se realizará en el área de resortes dentro de una industria de colchones.

3.5. Viabilidad

Para este proyecto de investigación es importante plantear la viabilidad en el estudio para el problema que se debe tratar dentro de la organización específicamente en el área productiva de resortes, ya que con esto se definirá las probabilidades del éxito que se tendrá en la ejecución del proyecto, para esto se debe proponer la solución por medio del diseño de una herramienta estadística que permita obtener el control dentro del área productiva de resortes esto con el fin de reducir las variaciones de materia prima específicamente el alambre en el área de resortes, es necesario que se identifiquen los recursos para llevar a cabo el estudio de la investigación siendo los siguientes:

- Documentación histórica: estos proporcionarán los datos de los informes productivos de resortes y el consumo de materiales necesarios para la elaboración de estos.
- Recurso de equipo: esto se dará por parte de la empresa ya que el investigador estará utilizando herramientas que ayudaran a determinar la viabilidad del proyecto.
- Recurso de tiempo: esto se da por parte del investigador para llevar a cabo el estudio de investigación determinando la viabilidad y el éxito del proyecto.

3.6. Consecuencias de realizar la investigación

Con el presente diseño de investigación se obtendrán mejores parámetros para establecer un adecuado consumo de la materia prima que se debe utilizar para fabricar resortes, esto a su vez determinara un inventario controlado.

3.6.1. De realizarse

El propósito de realizar esta investigación se basa en reducir la variación de consumo de alambre en el proceso de fabricación de resortes, con esto el área de resortes se beneficiará ya que se obtendrá un control adecuado de consumos, permitiendo realizar las especificaciones del producto, un buen manejo del inventario de alambre y la generación de mejores resultados, esto impactará significativamente en los indicadores del área ya que constantemente se ven afectados.

- Se obtendrá un mejor control de los consumos de alambre, esto incurre en tener un costo real del producto y obtener mejores resultados en los inventarios.
- Se determinará la calidad óptima del producto.
- Se reducirá la cantidad los reclamos por hundimiento de estructuras.

3.6.2. De no realizarse

De no llegar a realizar esta investigación, el área de resortes no podrá medir y controlar la variación existente en consumos de alambre para el proceso de fabricación de resortes, esto implicaría un aumento en los reclamos del

producto por las deformaciones y hundimientos en los colchones, derivando las siguientes situaciones.

- La variación de consumo de alambre en el proceso de fabricación del resorte provoca una pérdida mensual del inventario y esto genera un aumento en el costo del producto.
- Aumentará la cantidad de consumo de alambre.
- Realizar calibraciones constantes puede llegar a requerir tiempo de mantenimiento que no está contemplado.

4. JUSTIFICACIÓN

El estudio se encuentra dentro de la línea de investigación de Optimización de Operaciones y Procesos en el área de Operaciones de la Maestría en Gestión Industrial de la Universidad de San Carlos de Guatemala, la investigación está orientada en establecer una propuesta para diseñar un método estadístico que permita la optimización de operaciones reduciendo la variación de alambre en el proceso de fabricación de resortes en una industria de colchones.

La necesidad de realizar esta investigación es desarrollar un método para reducir las variaciones de consumos de alambre dentro del proceso industrial en una fábrica de colchones, durante el año 2021 se ha visto afectado el proceso por no contar con indicadores estadísticos de consumos.

La importancia de la investigación es buscar cuál es el proceso de control correcto en el área de resortes para no afectar el consumo de alambre para la fabricación de estos en la empresa, debido a que la materia prima utilizada para realizarlos ocupa un porcentaje alto en el costo del producto y es en esta área donde inicia la manufactura de los colchones.

La motivación de esta investigación es reducir la variación de alambre en el proceso para la fabricación de resortes, generando beneficios en el costo final del producto como también impactando en obtener una mejor resistencia de los resortes.

Los beneficios de la investigación es obtener un control adecuado del proceso de fabricación de resortes, esto con el fin de determinar la cantidad de alambre necesario para reducir la variación del resorte en las máquinas.

Los beneficiarios de esta investigación es el departamento de producción en el área de resortes en la fábrica de colchones, con este análisis se obtendrá una integración entre un buen consumo, un costo detallado y la mejora del resorte en una estructura de colchones.

5. OBJETIVOS

Los objetivos de esta investigación están constituidos de la siguiente forma:

5.1. General

Determinar el método estadístico, que reduzca la variación de alambre en el proceso de fabricación de resortes de una industria de colchones ubicada en la ciudad de Guatemala.

5.2. Específicos

- Determinar las causas que afectan la variación en el consumo de alambre en el proceso de fabricación del resorte de una industria de colchones.
- Analizar el factor crítico que afecta la variación y costo del consumo de alambre en una industria de colchones.
- Determinar los beneficios utilizando la herramienta de gráficos de control, para establecer límites de variación de fabricación del resorte.

6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

Con la siguiente investigación se determinará cual es proceso adecuado y los parámetros necesarios para producir resortes en una industria de colchones, con el objetivo de reducir la variación que existe en el consumo de alambre calibre 13.5 mm, esta materia prima se transforma en producto final como resortes, la unión de estos se realiza mediante espirales de alambre y marcos formando una estructura metálica que es la encargada de soportar el peso de los demás insumos para la producción de colchones y el peso de las personas.

Al determinar lo anterior se obtendrá una integración adecuada entre el consumo de alambre, el costo real de los resortes y la mejora del producto en la estructura, cubriendo los aspectos del proceso en tres partes, la materia prima, el alambre en proceso productivo y el producto final transformado en resorte.

El esquema de solución para esta investigación es resolver adecuadamente el problema mediante herramientas estadísticas que ayuden a controlar la variación de alambre en el proceso de fabricación de resortes, estableciendo el porcentaje de variación que debe generar la manufactura de resortes, como primer paso para determinarlo es la verificación técnica del alambre, recomendaciones del fabricante, características del material y calibración en maquinaria, ya teniendo claro el proceso se deberá proceder a establecer los requisitos de acuerdo a los sistemas de calidad en la empresa para los resortes y definir los tamaños de las muestras, criterios de aceptación y porcentaje de mejora esperada.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Introducción industria de colchones

La industria de colchones esta segmentada en dos áreas de manufactura, esto conforme la configuración del producto, la opción para la fabricación de colchones está compuesta con estructura de resortes y sin resortes. Para la configuración de colchones con resortes existen diferentes composiciones, esto se obtiene con el relleno que son todas las esponjas que se utilizar para darle confort y altura a un colchón, para de los colchones sin resortes se encuentran los que están configurados por esponjas de poliuretano de alta y baja densidad.

Toro (2015), hace mención en su investigación que “La industria colchonera en Colombia concientiza a los consumidores y usuarios hacía unos hábitos de vida saludable, para que estén dispuestos a darle la importancia que se merece el sueño, asegurando el bienestar y la productividad de las personas” (p. 17).

7.1.1. Aspectos generales

La empresa es muy reconocida por la calidad y el servicio de sus productos, por ser innovadora en el mercado de las camas, representando un nivel alto de competitividad hacia las demás industrias, se ubica en la ciudad de Guatemala contando con una diversidad de productos que cubren todas las necesidades del mercado guatemalteco y extranjero, una buena infraestructura y sofisticada maquinaria, de esta forma inicia su proceso productivo de resortes.

7.1.2. Formación y valores en la empresa

La empresa está conformada por 4 pilares fundamentales por los cuales se rige la organización con el fin de fabricar de productos y brindar servicios de excelente calidad.

- Integración por socios guatemaltecos que aportan al crecimiento económico del país.
- Capital humano conformado por personal comprometido que aportan ideas para lograr el desarrollo de la organización.
- Clientes distribuidores ya que sin ellos no se podría llegar a cada una de las familias que disfrutan de un buen descanso en una cama.
- Proveedores quienes proporcionan materia prima para la fabricación de camas con productos de excelente calidad.

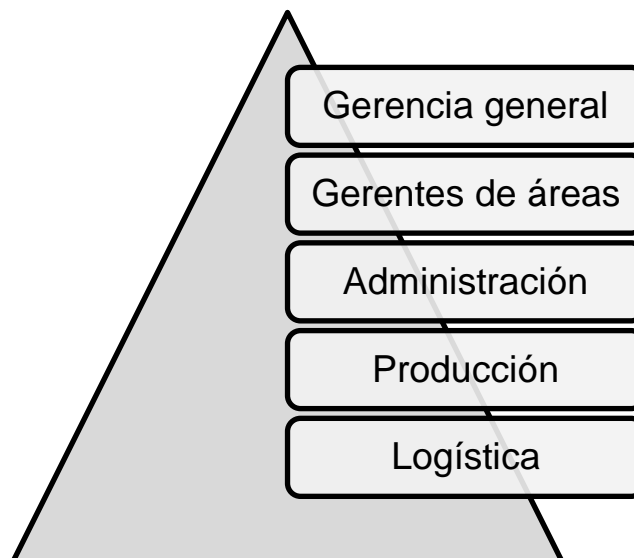
7.1.3. Situación de la empresa

La empresa tiene una diversidad de productos dentro del rubro de soluciones para descanso, el proceso inicia en la fabricación de resortes que posteriormente se ensamblan para formar una estructura con distintas dimensiones esto va a depender de los requerimiento del producto y tamaños, el diseño actual del control para la producción de dicha área está dirigido a mantener una estabilidad en las características del producto con la finalidad de alcanzar eficiencia operativa y una mejor calidad de mismo, sin embargo dicho diseño carece de un buen desarrollo de variables para identificar con facilidad los puntos de control necesarios al momento de realizar las mediciones.

7.1.4. Estructura organizacional

La compañía se encuentra estructurada bajo un organigrama de estructura funcional, como se observa en la figura 1. Con este esquema la empresa logra alcanzar sus metas y objetivos. Esto es de gran ayuda para los colaboradores en la empresa ya que bajo este modelo se distribuyen funciones según la especialización de cada colaborador. Quiroa (2020) presenta en su artículo, “la estructura organizacional representa la forma en la que se organiza el trabajo dentro de una empresa. Estableciendo el modo de comunicación y de coordinación que se entabla entre cada puesto para llevar a buen término las tareas” por lo tanto con el anterior aporte se puede determinar que una estructura organizacional dentro de la empresa ayuda a establecer los departamentos y las áreas de funcionamiento para definir perfiles, puestos y responsabilidades.

Figura 1. **Organigrama estructura funcional**



Fuente: elaboración propia.

Gerencia general: el puesto está conformado por una persona que dirige, evalúa y controla el sistema general de la empresa velando por el cumplimiento de las metas totales.

Gerentes de área: son los encargados de la planeación, organización, dirección y coordinación para llevar un control de las actividades dentro de la empresa, realizando análisis y evaluaciones de proyectos bajo su responsabilidad.

Administración: es el departamento dentro de la empresa que se encarga de llevar los registros y toda la información para cumplir con los requisitos legales que se establece en Guatemala para posteriormente evaluar las gestiones de cada colaborador.

Producción: este departamento está conformado por el coordinador de producción encargado de supervisar la producción diaria y cumplir con las metas establecidas para el aumento de la productividad y eficiencia dentro de la planta.

Logística: este departamento está constituido por el coordinador de logística, para programar el plan de entrega diaria y rutas de los productos a tiendas nacionales y parte de centro américa.

7.2. Proceso de fabricación de resortes

Los resortes son componentes mecánicos que se caracterizan por absorber fuerzas o compresiones, la principal función de utilizar resortes en un colchón es mantener los materiales, ejerciendo soportes para la estabilidad de la estructura permitiendo uniformidad en la firmeza del colchón.

Andrade (2010), en su investigación define el mapeo del proceso de resortes de la siguiente manera “los resortes tienen la misión de aportar una fuerza según la geometría de este y de almacenar energía, la energía se almacena en forma de deformación elástica causada por una acción de carga y se recupera al ser liberada” (p. 23).

El proceso consiste con la elaboración de los resortes, se coloca el rollo de alambre calibre 13.5 en la resortera por medio de un montacargas una vez se realiza esta acción se procede a tomar la punta del alambre y se inserta en la máquina siguiendo el riel para llegar al cabezal de la resortera, en este proceso se empieza a operar la máquina de forma continua para la fabricación de resortes posteriormente pasa por el proceso de temple para estabilizar el resorte y quitar todas las impurezas de residuos asegurando la firmeza y la resistencia a la compresión.

Se trasladan todos los resortes acomodándolos al riel de la máquina para ensamblarlos por filas, esta cantidad de filas va a depender del tamaño de la estructura que se necesite fabricar, para unificarlos se amarran las filas por medio de un alambre calibre 17mm en forma de espiral.

7.2.1. Control en la fabricación de resortes

La investigación se establece bajo la línea de optimización de operaciones y procesos, este análisis deriva de las necesidades por mantener un control en el proceso dentro de la fabricación de resortes en el área de estructuras en una industria de colchones. Para esto se debe determinar cuál es la cantidad específica de materia prima que se debe usar y así obtener la reducción de variación en consumos de alambre.

Es necesario la evaluación del proceso productivo de resortes para identificar el comportamiento de estos, en todo proceso existen fallos de producción, en esta área se incurre en variaciones constantes de materia prima específicamente el alambre para producir resortes, esto incrementa el costo de estos y por ende el del producto, Es importante obtener un inventario adecuado en sistema para visualizarlo de manera físico vs sistema.

7.2.2. Productividad

Para todas las investigaciones relacionadas al tema de productividad en su investigación Casanova (2008), establece que “es la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción y los recursos utilizados para obtenerla, también la relación entre los resultados y el tiempo, mientras menor sea el tiempo en alcanzar el resultado es más productivo” (p. 8). Para esto es importante mencionar que el concepto de productividad se centraliza en trabajar de una manera eficiente e inteligente.

Con el aporte de Casanova se puede concluir que la productividad evaluada en su transformación se calcula entre el resultado de todas las unidades buenas sobre el tiempo.

A continuación, se transcribe la investigación sobre productividad y como se puede obtener el rendimiento mencionado por Castillo (2014): La productividad evaluar el rendimiento en maquinaria, en equipos de trabajo y mano de obra. En términos del recurso humano o mano de obra, la productividad se considera como sinónimo de rendimiento, se es productivo cuando empleando una cantidad determinada de recursos, obtiene el máximo rendimiento posible durante un determinado período de tiempo (p. 76).

7.2.3. Área de resortes

Es el área encargada de la creación de resortes, armado de estructuras y el almacenamiento de lo mismas, el proceso inicia en la recepción de materiales para posteriormente utilizar el alambre en las resorterías una vez se hace esta operación las máquinas se encuentran listas para fabricar resortes, dentro del área se fabrican cinco tipos de tamaños de estructuras iniciando por imperial, semimatrimonial, matrimonial, Queen y King. Para estas medidas se cuenta con distintas calidades las cuales se le denominan de esta forma por la cantidad de resortes que contiene cada estructura.

7.2.3.1. Materia prima

La materia prima es todo aquel material o insumo que sirve para su transformación dentro del proceso de producción, una vez utilizada se puede obtener el producto final, con esto se puede decir que es la base de partida que se necesita para transformar o mezclar el material utilizado y obtener un producto terminado.

Vásquez (2017), en su investigación menciona que la materia prima “es la materia extraída de la naturaleza y que se transforma para elaborar materiales que más tarde se convertirán en bienes de uso o consumo” (p.39).

Con el aporte de la investigación realizada por Vásquez se puede concluir que toda materia prima sirve para la base inicial de la transformación de un producto, esto enriquece la documentación de esta investigación ya que se estará estudiando la materia prima para la fabricación de resortes en una industria de colchones, específicamente el alambre para su transformación.

7.2.3.2. Material para la fabricación de resortes

En el transcurso del tiempo se ha trabajado en la empresa con un alambre de acero calibre 13.5mm de alto carbono, este alambre es la materia utilizada en la fabricación de resortes tipo bonell, debido a su contenido de carbono permite ser un material útil para la resistencia y con aceptación al temple, el alambre incrementa la condición de fragilidad en su estado frío ya que cuenta con el carbono para su estabilización.

Gómez (2016), en su investigación indica que “el fundamento del funcionamiento de los resortes se basa en la propiedad que tienen algunos metales o aleaciones de éstos, entre ellos el acero, de poder sufrir importantes deformaciones elásticas, alargamientos temporales mientras actúan ciertos esfuerzos” (p. 38).

Con el aporte de Gómez, se concluye que, el tener un buen manejo de los resortes es necesario utilizar un alambre con características puntuales que se adecuen a la manufactura de resortes, esto con el fin de obtener los beneficios esperados en su transformación.

7.2.4. Proceso productivo

El proceso productivo de un producto parte de la secuencia necesaria en operación, para la transformación de este, se debe tomar en consideración la optimización del proceso para lograr la mejora continua en la operatividad. Ávila (2017), en su investigación realiza indica que, “En necesario realizar un análisis de procesos productivos en toda empresa para poder determinar los tiempos de ciclo de estos y los problemas que acarrear lo procesos, identificando su estado actual y desarrollando un enfoque clave para mejorarlos” (p. 60).

7.2.5. Calidad en producto terminado

Este proceso se obtiene mediante la inspección y comprobación de un producto en específico, para detallar las especificaciones técnicas y el cumplimiento de este, con el objetivo de entregar al cliente un producto con estándares de calidad aceptables y que este satisfaga sus necesidades. Para llegar al cumplimiento de especificaciones en un producto terminado es necesario realizar la inspección desde el inicio al fin de la producción para detectar posibles fallos en el producto.

Herrera (2008), define en su investigación sobre calidad en el producto terminado, “calidad es aquella que tiene como objetivo la plena satisfacción de las necesidades del cliente, mediante productos y servicios elaborados con cero defectos, que logren exceder las expectativas de estos” (p. 9).

Esta investigación será de gran aporte, para validar el cumplimiento de requisitos y especificaciones en el producto terminado, específicamente los resortes, con el objetivo del cumplir con los parámetros de calidad aceptable y lograr que estos no generen reclamos a futuro.

7.2.6. Medición de un producto

Es de gran importancia realizar una debida medición del producto terminado, con el fin de obtener las medidas correctas utilizadas para la fabricación del resortes a demás también se debe hacer las mediciones necesarias del resorte tomando en cuenta la altura final de este, el diámetro de su anillo superior e inferior, la medición del diámetro del cuello y el peso de estos.

Vizcaya (2006), en su investigación establece “Los métodos de medición se basa midiendo esfuerzos residuales, solo es posible medir los efectos residuales y no su propia deformación, el cambio a la deformación se elige por parámetros” (p. 21).

Con esta investigación Vizcaya aporta información para realizar un método de medición a los resortes, permitiendo detallar el esfuerzo residual que se debe aplicar al proceso de medición de estos.

7.2.7. Sistema de resorte bonell

Todo sistema de resortes sirve para ejercer una resistencia a las fuerzas empleadas en ellos, estos están formados por espirales en forma bicónica parecidos al reloj de arena, todo resorte tiene una capacidad de firmeza y soporte las principales características de estos son su durabilidad, y firmeza al impacto.

Russell (2012), en su investigación menciona “más resortes por metro cuadro implica más puntos de contacto, es decir, el cuerpo es mejor soportado, con ello se consigue una mejor respuesta individual por punto de apoyo dando una mayor y agradable sensación de confort” (p.24). Esto es de gran aporte debido a que brinda información útil para identificar la cantidad necesaria de resortes que debe tener una estructura, con el fin de brindar el mejor confort necesario.

7.3. Gráficos de control

Esta es una herramienta grafica que permite la interpretación del control, del estado en un proceso determinado a través del tiempo, en este tipo de grafica

se encuentran dos tipos de ejes, el horizontal y el vertical representados con la variable (X,Y) el eje X indica el tiempo a través del estudio y el eje Y representa el indicador de calidad que se estará midiendo. Es importante mencionar que dentro del grafico existen dos líneas horizontales determinando los limites superiores e inferiores de los parámetros de control, para esto es necesario trazar todos los valores que se han obtenido en el estudio para realizar su representación y detectar la presencia de procesos anormales.

7.3.1. Herramientas estadísticas

Carro y González (2011), establecen que “el control estadístico de procesos es una herramienta para la resolución de problemas, y aplica el análisis estadístico para medir, monitorear y controlar por medio de gráficos o cartas de control” (p. 3). El CEP es utilizado de gran forma para validar y garantizar la calidad requerida en su evaluación.

Con esta investigación Carro y González afirman que el principal objetivo del CEP es proporcionar un indicador estadístico para resaltar causas de variación en un proceso y lograr una alta calidad del producto reduciendo costos de producción al reducir los defectos.

7.3.2. Optimización de procesos

En la empresa que se realizara la investigación, el área de resortes tiene el objetivo de generar productos que cumplan con los requerimientos establecidos dentro del plan de producción, para esto es necesario optimizar los procesos para lograr ser más eficiente reduciendo las perdidas innecesarias de tiempo y de materiales.

Vergara (2005), en su investigación establece que “la utilización de métodos de modelización global permite a través de réplicas de un diseño factorial, caracterizar el comportamiento de la variabilidad de un proceso y fijar los niveles para minimizarla” (p. 8).

Por lo tanto, con el aporte de Vergara se puede determinar el comportamiento de un proceso para identificar las variabilidades que estén sucediendo dentro de la producción, de esta forma se puede producir productos de mejor calidad y cumpliendo con los requerimientos que la empresa necesite.

7.3.3. Control estadístico de la calidad

A través del tiempo se ha utilizado este control en la empresa únicamente aplicado en producto terminado, colchones o bases, sin embargo, ha surgido la necesidad de diseñar un modelo correcto en el área de resortes que es donde inicia el proceso de fabricación de una cama, para reducir las variabilidades en consumos de materiales específicamente el alambre calibre 13.5 que afecta el diseño del producto disminuyendo la productividad del área.

Sislema (2012), en el desarrollo de su investigación establece que “la aplicación de un control estadístico puede lograr el control en los procesos y una mejora continua, teniendo como resultado un crecimiento en los estándares de calidad y disminución en costos, logrando ser más competitivos” (p. 18).

El uso de esta herramienta dentro del proceso productivo de resortes es de gran aporte para el diseño de un método de control estadístico de calidad que proporcione beneficios para incrementar los controles en el área evaluada.

7.3.4. Muestreo de aceptación

Los muestreos de aceptación son parámetros estadísticos que ayuda a medir la calidad de los productos bajo condiciones de tamaños de muestra y la cantidad de errores aceptados. Con esta técnica se puede detectar medidas y especificaciones erróneas en el resorte por un lote de producción.

Villalobos (2020), menciona que “en el muestreo de aceptación, la aceptabilidad o rechazo, se basa en una muestra aleatoria, si la evidencia de esta no conformidad es mayor al número de aceptación del plan de muestreo, entonces se rechaza el lote” (p. 39).

Con la contribución de Villalobos se puede concluir que es necesario diseñar una técnica de muestreo de aceptación en el área de resortes para la producción de estos identificando las unidades que deben someterse a pruebas con el objetivo de verificar sus parámetros de control.

7.3.5. Gráficos de control por variables

La herramienta de variables en gráficos evalúa propiedades de especificaciones técnicas cuantitativas, aportando datos puntuales de control de los procesos y determinando las variables o motivos del por qué se encuentran no controlados, estos gráficos dan un mejor panorama sobre cualquier incidencia del proceso productivo.

Ruiz (2013), en su investigación plantea que “se obtendrán mejores resultados adaptando el número de variables involucradas en el CP, reduciendo el promedio de muestras necesarias hasta que aparezca una señal fuera de control, además reducirá los costos asociados al muestreo” (p. 19).

7.3.5.1. Gráfico de medias

El gráfico de medias se basa en la tendencia central de un proceso para dar información sobre que tanto se está alejando las mediciones de la tendencia Campuzano (2019), en su investigación menciona que “Cuando se trata con una característica de calidad variable, es necesario monitorear tanto el valor medio de la característica de calidad como su variabilidad. El control del valor medio se realiza con el gráfico de control para medias” (p. 20).

7.3.5.2. Gráfico de rangos

El gráfico de rangos es una herramienta que se basa como un análisis de medias que aporta más información detallando la variabilidad del proceso esta aporta dentro del análisis las tomas de mediciones longitud, peso, temperatura.

Villatoro (2013), en su investigación menciona que “Los controles de calidad reducen la incidencia de producto no conforme y fuera de especificación que puedan producirse a partir de cambios en variables técnicas, no detectadas de manera efectiva con las herramientas estadísticas tradicionales de control de procesos” (p. 9).

7.3.6. Gráficos de control por atributos

Los atributos evaluados a través de gráficos conforman una herramienta para el control de las propiedades del producto, tomando en consideración las características posibles de conformidad o no conformidad, este gráfico no proporciona información detallada de las unidades cuantitativas solo indica la clasificación evaluada.

Ramírez (2011), en su investigación establece la utilidad de los gráficos “Son útiles cuando la característica de calidad es un atributo cualitativo y no puede usarse una escala de medición continua, la escala ordinal es clasificada como buena, regular y mala, esta depende del criterio del personal de inspección” (p. 15).

7.3.6.1. Gráfico P

El gráfico P es un mecanismo que lleva el registro de unidades malas, evaluadas en de forma variable, se deben tomar en distancias paralelas de tiempo. Soto (2018), en su investigación explica que “el grafico P mide porcentajes de elementos defectuosos. Los límites de control se basan en la distribución binomial. Este tipo de gráfico se aplica en situaciones donde la ocurrencia de elementos defectuosos no es inusual” (p. 43).

7.3.6.2. Gráfico NP

El gráfico NP es una herramienta utilizada para los procesos con unidades defectuosas, evaluándolas en un tamaño de muestra constante.

Ojeda (2015), en su investigación menciona que “Es una gráfica por atributos utilizada para evaluar la estabilidad de un proceso las piezas no conformes de la muestra, permite distinguir entre las causas de variación y la no conformidad cuando no cumple con ciertos estándares” (p. 13).

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE PREGUNTAS
ORIENTADORAS

OBJETIVOS

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

1.1. Introducción industria de colchones

1.1.1. Aspectos generales

1.1.2. Formación y valores en la empresa

1.1.3. Situación de la empresa

1.1.4. Estructura organizacional

1.2. Proceso de fabricación de resortes

1.2.1. Control en la fabricación de resortes

1.2.2. Productividad

1.2.3. Área de resortes

1.2.3.1. Materia prima

1.2.3.2. Material para la fabricación de resortes

1.2.4. Proceso productivo

1.2.5. Calidad en producto terminado

- 1.2.6. Medición de un Producto
- 1.2.7. Sistema de resorte bonell
- 1.3. Gráficos de control
 - 1.3.1. Herramientas estadísticas
 - 1.3.2. Optimización de procesos
 - 1.3.3. Control estadístico de la calidad
 - 1.3.4. Muestreo de aceptación
 - 1.3.5. Gráficos de control por variables
 - 1.3.5.1. Gráfico de medias
 - 1.3.5.2. Gráfico de rangos
 - 1.3.6. Gráficos de control por atributos
 - 1.3.6.1. Gráfico P
 - 1.3.6.2. Gráfico NP

- 2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN
- 3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS
- 4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

APÉNDICES

ANEXOS

9. METODOLOGÍA

La metodología empleada para la siguiente investigación se basará en un enfoque cuantitativo, con un alcance descriptivo analizando los procedimientos con un diseño no experimental, utilizando los datos estadísticos de producción de tipo transversal para el proceso de fabricación de resortes, dentro de una industria de colchones.

9.1. Características del estudio

El enfoque del estudio propuesto es cuantitativo, ya que este tipo de análisis de datos demostrará de una manera secuencial cuan repetitiva son las causas de variaciones en el proceso productivo de los resortes y con esto poder controlar los parámetros de fabricación y la variación de materia prima.

El diseño adoptado será no experimental, pues la información se reunirá a través de datos históricos y actuales, se analizará en su estado original sin ninguna manipulación; además será transversal pues se estudiará en un determinado periodo de tiempo desde el mes de mayo de 2021 hasta el mes de agosto 2022.

El alcance es descriptivo, dado que la investigación pretende detallar los parámetros fuera de control que existe en la fabricación de resortes, con esto se obtendrá un adecuado consumo de material, manteniendo a un nivel óptimo la materia prima.

9.2. Unidades de análisis

La población en estudio será comprendida por la evaluación de 150 unidades de resortes por día, la cual se distribuirá en subgrupos de 50 unidades comprendidas en 3 máquinas resorteras, de las cuales se extraerán muestras de forma no probabilística, que serán estudiadas en su totalidad, esto con el fin de recopilar información para posteriormente ser organizada, analizada y presentada, describiendo e identificando las variables de causas probables del problema.

Para la unidad de análisis la población se encuentra distribuida en el área de resortes exclusivamente en el proceso de producción de estos, se realizará un muestreo de análisis estadístico con un nivel de confianza del 95 % y con un error del 5 % calculando el tamaño de la muestra con la siguiente ecuación.

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{(N - 1) e^2 + \sigma^2 Z^2}$$

[Ecuación no. 1]

Donde

n = tamaño de la muestra

N = tamaño de la población

σ = desviación estándar de la población (0.5 por convención)

Z = nivel de confianza de la distribución normal (95 % para esta muestra)

e = error de la muestra (5 % por convención)

Tomando como parámetros los 150 unidades de resortes para el estudio de nuestra muestra se determinará el tamaño con la siguiente ecuación.

$$n = \frac{150 * (0.5)^2 * (95\%)^2}{((150 - 1) * 5\%^2) + (0.5)^2 * (95\%)^2} = 56.5 = 57 \text{ resortes}$$

Respecto al desarrollo de este análisis se tomará la muestra total de 150 resortes para esta investigación.

9.3. Variables e indicadores

Las variables en el proceso de fabricación de resortes son las siguientes:

Tabla I. Cuadro de matriz de variables

Variable	Definición teórica	Definición operativa
Peso, (kg)	Medición del peso del resorte, por maquinaria.	Masa (kg)
Altura de nudo a nudo (cm)	Medir la altura del resorte donde realiza el remate.	Hr = Distancia entre nudos
Diámetro (boca del resorte interno) (mm)	Medir el diámetro del resorte, parte superior e inferior.	Dfi = $(Les / r) * 25.4$
Diámetro (cuello del resorte interno) (mm)	Medir el diámetro del espiral interno del resorte.	Dta = $((Dfi / 2) + sf * 2)$
Altura después de compresión (cm)	Medir la altura después de someter el resorte a una compresión.	%Def = $(Hr1-Hr2-Hr3-Hr4) * 100$

Fuente: elaboración propia.

Donde

Hr = Distancia entre nudos del resorte (superior e inferior)

Dfi = Diámetro de anillos del resorte (interno)

Dta = Diámetro del cuello del resorte (interno)

Def = Altura después de realizar compresión (3 veces en su límite inferior)

Tabla II. Cuadro de operativización de variables

OBJETIVO	VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	INDICADOR	TECNICAS DE RECOLECCION
Determinar las causas que afectan la variación en el consumo de alambre en el proceso de fabricación del resorte de una industria de colchones.	1. Causas que afectan la variación	Cuantitativa	$Rm = Ptr / (Imp)$ Rm: Rendimiento de material. Ptr: Producto terminado resorte. Imp: Ingreso de materia prima.	<ul style="list-style-type: none"> • Observación • Creación de base de datos. • Reportes productivos
Analizar el factor crítico que afecta la variación y costo del consumo de alambre en una industria de colchones	1. Factor crítico que afecta la variación y el costo	Cuantitativa	$\%Vr = (Est - Px) / Est * 100 \%$ %Vr: Porcentaje de variación. Est: Peso estándar. Px: Peso promedio.	<ul style="list-style-type: none"> • Observación • Medición • Creación de base de datos.
Determinar los beneficios utilizando la herramienta de gráficos de control, para establecer límites de variación de fabricación del resorte	1. Beneficios obtenidos con la herramienta de gráficos de control.	Cuantitativa	$NC = (CPR / PF) * 100 \%$ NC: No conformidades CPR: Cantidad productos rechazado PR: Producto Fabricado	<ul style="list-style-type: none"> • Observación • Reportes • Registro diario • Informe SAP

Fuente: elaboración propia.

9.4. Fases del estudio

La investigación de estudio de deriva en 4 fases, las cuales se detallan de la siguiente forma:

Fase 1. Revisión documental

Esta fase consta de investigaciones previas que ayudaran a orientar el plan o metodología a utilizar para aportar información clara de la evaluación del proceso de fabricación de resortes y como se puede reducir la variación en consumos de materiales.

- Antecedentes y referencias bibliográficas: aportara información concisa que enriquezca la investigación.

Fase 2. Gestión o recolección de la información

En esta fase se realizarán las gestiones para la recolección de datos proporcionados del área de resortes, de los cuales se estará tomando reportes históricos en relación con cantidad producida, inventarios de alambre y consumos por resorte y máquina

- Observación directa: se analizará la producción de resortes desde el ingreso de material a la maquina hasta culminar el proceso productivo, evaluando actividad por actividad, con esta observación se podrá tener un panorama más claro de cuáles son las fallas comunes o constantes y que puedan ocasionar variaciones en el proceso.

Fase 3. Definición de estrategia

En esta fase se analizará toda la información recabada e identificada, en el proceso productivo que provoca la variación mensual de alambre entre el inventario físico y el del sistema, de esta manera se procederá a diseñar un método de control que mejore la optimización de materiales en cada maquina resortera por medio de:

- Histogramas: estos aportaran información resumida y visual que permita la identificación de variaciones que se presentan en el conjunto de producción de resortes por maquina o globalizada en el área.
- Lista de chequeo: esta lista definirá la inspección del proceso registrando actividades que se repiten, de esta forma se puede diseñar un método o técnica que controle las causas de variación en producción.

Fase 4. Definición de evaluación del desempeño

En esta fase se interpreta la información y los resultados obtenidos de la investigación, realizando un diseño de sistema de gráficos de control para reducir la variación de alambre en el proceso de fabricación de resortes de una industria de colchones, la evaluación se dará por medio de la siguiente técnica.

- Encuestas: estas proporcionaran datos que los colaboradores ayudaran a evaluar las mejoras se efectuaron en el área.
- Análisis estadístico: por medio de este análisis se podrá realizar el comparativo inicial y el diseño propuesto para evaluar las mejoras en el proceso y los controles que se obtuvieron.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS

Para la siguiente investigación, se establecerán técnicas de análisis que servirán para interpretar la información obtenida dentro del desarrollo de la investigación para esto se detallan las siguientes.

En la primera fase se analizará la información relevante encontrada en las diferentes fuentes investigadas o tomadas como referencia, para designar los puntos de análisis que servirán para ampliar los criterios de muestreo en el área de resortes determinando las tendencias de estos en su proceso productivo.

En la segunda fase se realizará un diagnóstico del proceso por cada maquina resortera, para identificar todas las posibles fallas en las actividades del proceso, utilizando diagramas y gráficos que ilustren la frecuencia con la que se presenta cada fallo identificado por medio de la observación realizada.

En la tercera fase se utilizarán los datos obtenidos de las pruebas realizadas con anterioridad, para realizar un análisis estadístico descriptivo que muestre las tendencias por medio de las herramientas de media, mediana, moda y desviación para el análisis del comportamiento con respecto a las características de la población estudiada de los resortes.

Se realizarán representaciones gráficas para presentar los informes de variación en el proceso de producción de resortes por medio de:

- Gráfico circular: se utilizará esta herramienta para representar las propiedades del resortes a través del tiempo ayudando a tomar decisiones de una manera visual.

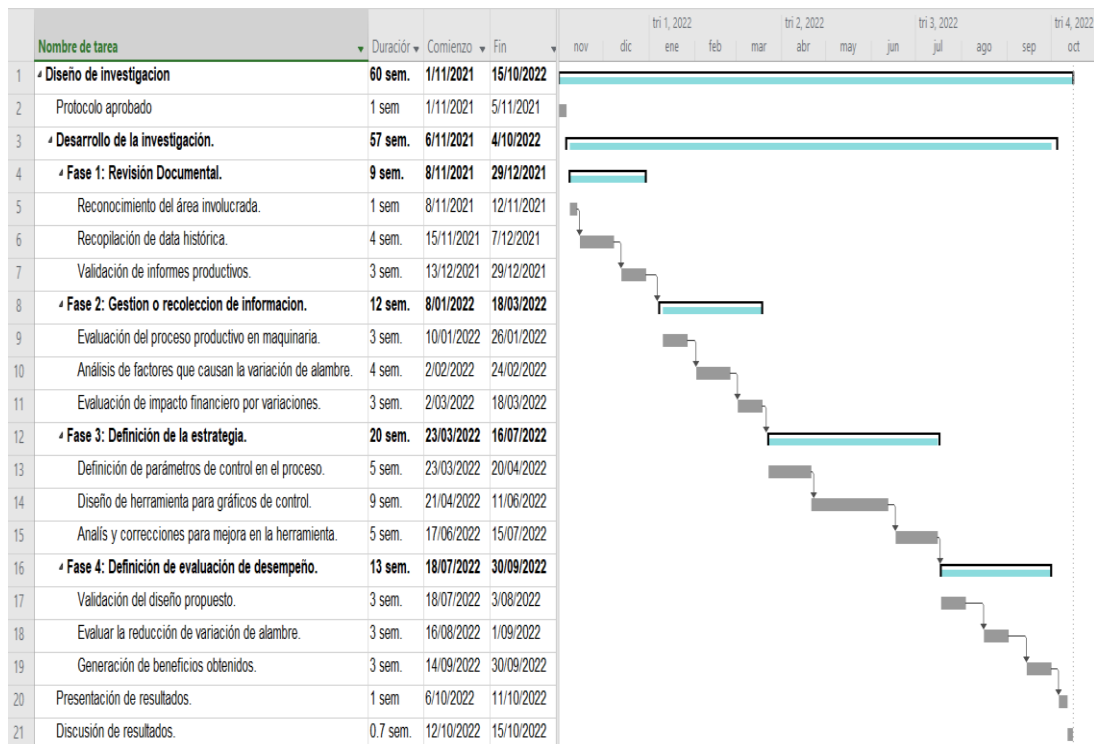
En la cuarta fase se realizará la evaluación del desempeño obtenido a través del tiempo, por medio de un diseño de gráficos de control que permita controlar el proceso de variaciones en consumos de materiales específicamente en el área de resortes para la producción de estos.

Esta herramienta servirá realizar un plan de acción que permita evitar reincidencias y fallos, obteniendo un mejor desempeño en los resortes que genere un control en el proceso productivo.

11. CRONOGRAMA

Cronograma para el orden de las actividades que se desarrollarán en el transcurso de la elaboración del diseño de investigación.

Figura 2. Fases de diseño de investigación



Fuente: elaboración propia.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

La presente investigación tendrá el apoyo de la empresa donde se desarrollará el proyecto aportando los recursos materiales y de equipo, brindando la información necesaria para realizarlo, el recurso humano será aportado a cuenta del investigador.

Tabla III. **Detalle de recursos necesarios para la investigación**

Descripción	Unidades	Costo Unitario	Costo Total
Recursos Humanos			
Asesoría de asesor	-	Ad honorem	-
Recursos Materiales			
Hojas	1	Q 50.00	Q 50.00
Lapiceros	1	Q 10.00	Q 10.00
Tabla para apuntes	1	Q 48.00	Q 48.00
Etiquetas (Rechazo/aceptación)	1	Q 100.00	Q 100.00
Impresiones	1	Q 200.00	Q 200.00
Equipo			
Computadora	-	-	-
Balanza analítica	-	-	-
Metro	1	Q 30.00	Q 30.00
Regla de medición metálica	-	-	-
termómetro laser	-	-	-
Imprevistos	1	Q 1,000.00	Q 1,000.00
Total			Q 1,438.00

Fuente: elaboración propia.

Siendo los recursos aportados suficientes para la investigación, se considera que es factible la realización del estudio.

REFERENCIAS

1. Andrade, D. G. (2010). *Diseño de un prototipo para la optimización de la manufactura de resortes*. (Tesis de maestría) Instituto politécnico Nacional Escuela superior de ingeniería mecánica y eléctrica, D.F, México. Recuperado de <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/10703/122.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
2. Ávila, P. R. (2017). *Diseño de un sistema de mejora del proceso productivo de la línea de cárnicos de la empresa de catering industrial "grupo royale"*. (Tesis de maestría). Pontificia universidad católica del Ecuador-matriz. Quito, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/12907/TRABAJO%20DISEÑO%20TITULACIÓN%20N.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
3. Campuzano, M. J. (2019). *Propuesta de mejora del gráfico de control c mediante el diseño óptimo de un esquema de muestreo doble*. (Tesis de doctorado) Programa de Doctorado en Estadística y Optimización. Valencia, España. Recuperado de <https://mobiroderic.uv.es/bitstream/handle/10550/68945/Tesis%20Doctoral%20MCH.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
4. Carro, R; y González, D. (2011). *Control estadístico de procesos*. Mar del Plata: Universidad Nacional de Mar del Plata. Argentina.

- Recuperado de
http://nulan.mdp.edu.ar/1617/1/12_control_estadistico.pdf
5. Casanova, F. (mayo 2008). Formación profesional, productividad y trabajo decente. *OIT/Cinterfor*, (153), 29-54. Recuperado de
https://www.oitcinterfor.org/sites/default/files/file_articulo/casanov1.pdf
 6. Castillo, M. R. (2014). *Diseño de investigación del incremento de productividad en la unidad de ventas industriales de una empresa comercializadora de adhesivos, mediante el modelo de gestión por procesos*. (Tesis de maestría) Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3076_IN.pdf
 7. Flechas, J. F. (2019). *Control estadístico de calidad para variables financieras de los proyectos productivos*. (Tesis de maestría) Universidad Los Libertadores, Bogotá, Colombia. Recuperado de
https://repository.libertadores.edu.co/bitstream/handle/11371/2813/Flechas_James_2019.pdf?sequence=1
 8. Gómez, A. L. (2016). *Estudio sobre las variables que intervienen en el proceso de elaboración de un resorte de compresión que permitan optimizar la etapa de ajuste*. (Tesis de maestría). Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas. León, Guanajuato México. Recuperado de
https://ciatec.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1019/101/1/TESI_S-Belen%20Gomez.pdf

9. Guerrero, B. G. (2019). *Control estadístico de procesos y la productividad en la empresa talabartería y artesanías valencia*. (Tesis de maestría) Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Lima, Perú. Recuperado de <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/3256/3256%20GUERRERO%20VALENCIA%2C%20BRANDO%20ENRIQUE%20GUILLERMO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
10. Herrera, M. M. (2008). *Diseño de un sistema de gestión de la calidad para una microempresa*. (Tesis de maestría) universidad veracruzana maestría en gestión de la calidad, Veracruz, México. Recuperado de <https://www.uv.mx/gestion/files/2013/01/miriam-herrera-mendoza.pdf>
11. León, K. L. (2017). *Control estadístico de procesos para mejorar la calidad en la línea de polos industriales, área de producción*. (Tesis de maestría) Universidad César Vallejo, Lima, Perú. Recuperado de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/9895/Le%C3%B3n_LKV.pdf?sequence=1
12. López, J. L. (2013). *Diseño de un sistema estadístico de la calidad, mediante gráficos de control en un proceso de impresión offset*. (Tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2717_IN.pdf

13. Ojeda, V. E. (2015). *Mejora de una línea de producción flexográfica mediante análisis estadístico*. (Tesis de maestría) Escuela superior politécnica del litoral ESPOL, Guayaquil, Ecuador. Recuperado de <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/98133/D-CD71870.pdf>

14. Quiroa, M. (28 de mayo, 2020). *Estructura Organizacional*. Economipedia. Recuperado de <https://economipedia.com/definiciones/estructura-organizacional.html>

15. Ramírez, E. (2011). *Control estadístico de procesos por atributos: Caso ZF Sachs*. (Tesis de Doctorado). Corporación Mexicana de Investigación en Materiales, S. A. de C. V. México. Recuperado de [https://comimsa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1022/73/1/TE SIS%20E%20RAMIREZ-SIN.pdf](https://comimsa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1022/73/1/TE%20SIS%20E%20RAMIREZ-SIN.pdf)

16. Rivera, D. R. (2011). *Cartas de control para datos funcionales*. (Tesis de maestría) Centro de Investigación en Matemáticas A.C., Guanajuato, México. Recuperado de <https://probayestadistica.cimat.mx/sites/default/files/PDFs/TE446Ri veraG arcia.pdf>

17. Ruiz, O. H. (2013). *Gráficos de control de calidad multivariantes con dimensión variable*. (Tesis de doctorado) Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España. Recuperado de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/29396/Tesis%20DimV ariable%20ORuiz.pdf;sequence=1>

18. Russell, B. P. (2012). *Estrategia corporativa – rosen*. (Tesis de maestría). Facultad de ciencias físicas y matemáticas departamento de ingeniería industrial. Universidad de Chile Santiago de Chile. Recuperado de <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/111439/Estrategia-Corporativa-Rosen-2012-2016.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
19. Sislema, J. N. (2012). *Diseño de un control estadístico y establecimiento de estándares en los procesos de preparación e hilado en una empresa nacional*. (Tesis de maestría) Escuela superior politécnica del litoral ESPOL, Quito, Ecuador. Recuperado de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/24793/1/TESIS%20EMPASTADA.pdf>
20. Soto, R. U. (2018). *Implementación del control estadístico de la calidad, para mejorar el proceso de producción de vidrios templados en la empresa Corporación Furukawa*. (Tesis de Maestría). Universidad Ricardo Palma. Perú. Recuperado de <http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/1670/RUSotoB.pdf?sequence=1&isA>
21. Toro, E. A. (2015). *Análisis del sector colchonero en Latinoamérica*. (Tesis de maestría) Universidad EAFIT Escuela de administración maestría en administración (MBA), Armenia. Recuperado de https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/8012/Estefania_ToroAristizabal_2015.pdf?sequence=2&isAllowed=y

22. Vázquez, L. B. (2017). *Diseño de investigación: gestión del abastecimiento de materia prima en la industria de prefabricados de concreto aplicando la metodología justo a tiempo para la reducción de merma por contaminación de materia prima.* (Tesis de maestría) Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3572_IN.pdf
23. Vergara, P. (2005). *Optimización de Procesos Industriales y Control de Calidad.* Santiago de Chile: Ediciones Universidad Tecnológica Metropolitana. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/282249380_Optimizacion_de_Procesos_Industriales_y_Control_de_Calidad_Pedro_Vergara_Vera_IS_BN_956-7359-45-8_Ediciones_Universidad_Tecnologica
24. Villalobos, C. A. (2020). *Diseño e implementación de un sistema de inspección para mejorar la eficiencia del proceso de aceptación visual de un sensor para el monitoreo del nivel de glucosa, en una empresa de dispositivos para las ciencias de la vida.* (Tesis de maestría) Universidad de Costa Rica sistema de estudios de posgrado, San. José, Costa Rica. Recuperado de <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/83623/UCR%20M.Sc.%20TFIA.%20CAVA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
25. Villanueva, E. C. (2013). *Carta de control no-paramétrica de punto de cambio para varianza.* (Tesis de maestría) Universidad Autónoma de nuevo León. Facultad de Ciencias

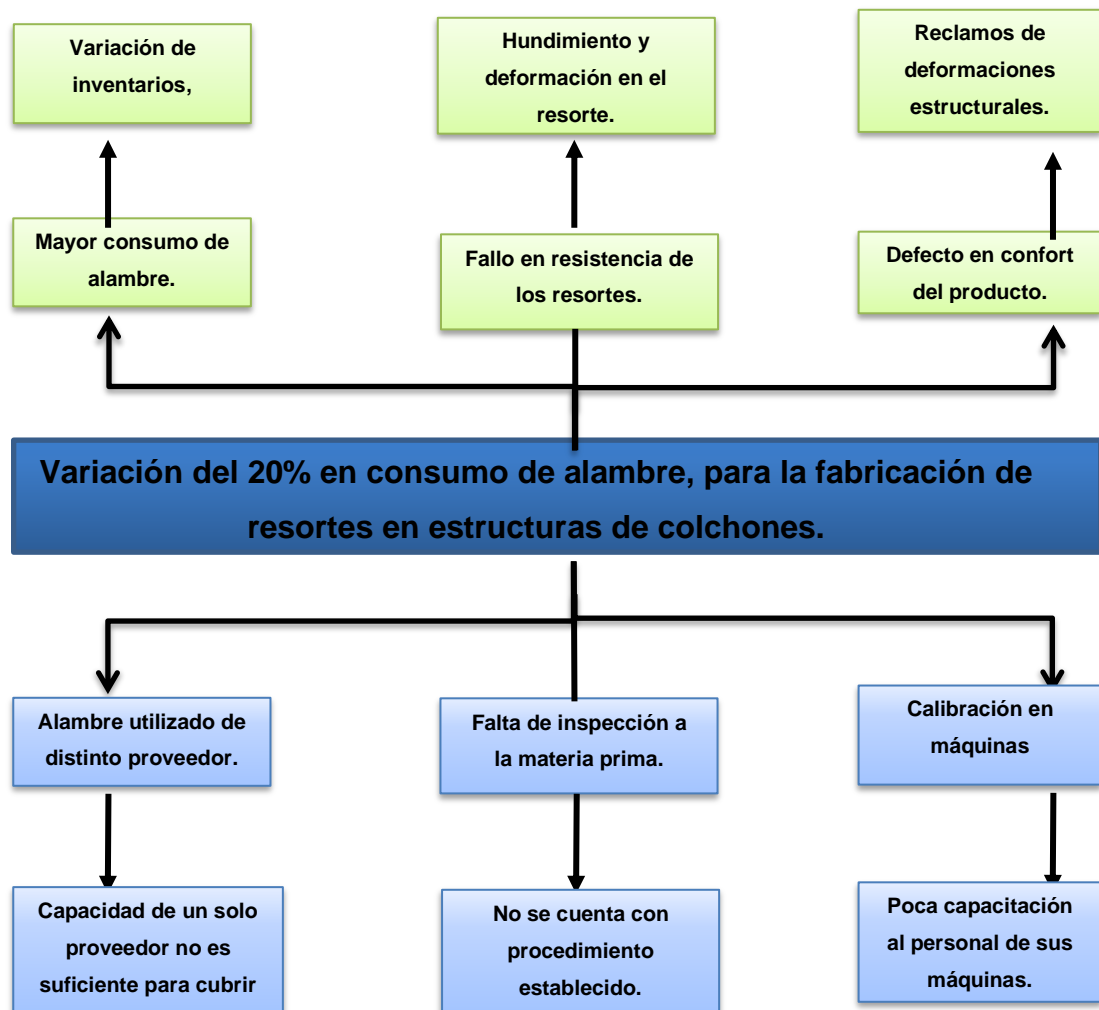
fisicomatemáticas, Nuevo León, México. Recuperado de <http://eprints.uanl.mx/3837/1/1080258064.pdf>

26. Villatoro, H. A. (2013). *Diseño de la investigación para la evaluación de la efectividad de herramientas de control estadístico de procesos para la detección de cambios en variables físicas en la manufactura de cigarrillos*. (Tesis de maestría). Universidad San Carlos de Guatemala. Guatemala. Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1303_Q.pdf
27. Vizcaya, L. L. (2006). *Efecto del tratamiento térmico en los esfuerzos residuales y análisis de fatiga multiaxial en resortes mecánicos*. (Tesis de doctorado) Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial, Querétaro, México. Recuperado de <https://cidesi.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1024/182/1/D-LLV-2006.pdf>

APÉNDICES

Apéndice 1. Árbol de problema

Efectos



Causas

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Matriz de factores preguntas y objetivos

Tema	Título	Problema	Pregunta Central	Preguntas Secundarias	Objetivo Central	Objetivos Secundarios
Reducción de variaciones de alambre en proceso industrial para la fabricación de resortes	DISEÑO DE INVESTIGACION SISTEMA DE GRAFICOS DE CONTROL PARA REDUCIR LA VARIACION DE ALAMBRE EN EL PROCESO DE FABRICACION DE RESORTES DE UNA INDUSTRIA DE COLCHONES, UBICADA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA	Variación del 20% en consumo de alambre, para la fabricación de resortes en estructuras de colchones.	¿Cuál es el método estadístico, que permitirá reducir la variación en el proceso de fabricación de resortes de una industria de colchones?	<p>1. ¿Cuáles son las causas que afectan la variación en el consumo de alambre en la fabricación de resortes de una industria de colchones?</p> <p>2. ¿Qué factor crítico afecta la variación y costo en el consumo de alambre, en una industria de colchones?</p> <p>3. ¿Cuáles son los beneficios de utilizar la herramienta de gráficos de control al establecer los límites de variación de fabricación del resorte?</p>	Determinar el método estadístico, que reduzca la variación de alambre en el proceso de fabricación de resortes de una industria de colchones ubicada en la ciudad de Guatemala.	<p>1. Determinar las causas que afectan la variación en el consumo de alambre en el proceso de fabricación del resorte de una industria de colchones.</p> <p>2. Analizar el factor crítico que afecta la variación y costo del consumo de alambre en una industria de colchones.</p> <p>3. Determinar los beneficios utilizando la herramienta de gráficos de control, para establecer límites de variación de fabricación del resorte.</p>

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Reporte de plagio

<https://www.plagscan.com/doc?142465056&sharekey=ufisx8tZvXxTPyn9>

WkKk

12.1.

← 5. Antecedentes y Marco teorico_Diequez Jaime 28.10.2021.pdf: Resultados del análisis de los plagios

 PlagScan.com <report@plagscan.com>
Vie 29/10/2021 13:39
Para: Ottodieguez@



Este mensaje se genera automáticamente.
[Cambiar las configuraciones de notificación por correo electrónico](#)

Resultados del análisis de los plagios

36 resultados de 21 fuentes, de ellos 21 fuentes son en línea.

2.2% | Ver Informe

[Descargar como PDF](#) | [Mostrar en el texto](#) | [Word documento \(.docx\) con comentarios](#)

Fuente: elaboración propia.