



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**

**TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD MONOGRAFÍA. PROPUESTA DE
IMPLEMENTACION DE LA METODOLOGIA SEIS SIGMA EN LOS PROCESOS DE
TERMOFORMADO DE LA EMPRESA INDUSEL S.A**

Autor

Yenny Katherine Muriel Arias

Código: 20181197084

Tutor

Ing. José Anselmo Quintero

**Universidad Distrital Francisco José De Caldas
Especialización en Gestión de Proyectos de Ingeniería
Facultad de Ingeniería
Bogotá, Colombia
febrero de 2019**

Contenido

RESUMEN.....	3
PALABRAS CLAVE	3
INTRODUCCIÓN.....	5
1. CONTEXTO E IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO	6
2. ANÁLISIS DEL MERCADO	11
3. PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	19
4. INGENIERIA DEL PROYECTO	22
5. ESTUDIO ADMINISTRATIVO	41
6. ESTUDIO ECONÓMICO - FINANCIERO	45
7. CONCLUSIONES	50
8. RECOMENDACIONES.....	51
9. REFERENCIAS	52

RESUMEN

El presente documento describe la estandarización del proceso de termo formado en la sección de plásticos de la empresa INDUSEL S.A planteándolo a través del método seis – sigma, (como lo expresa M. Pérez, en “Metodología Seis Sigma ” es una forma de mejorar los procesos centrada en la reducción de las variabilidades del mismo, reduce los defectos en la entrega de un producto, como instrumento para la alta dirección y que facilita la toma de decisiones y generar un impacto positivo sobre la rentabilidad de la empresa y así conseguir una organización más sólida y competitiva, como el entorno actual lo requiere.

El desarrollo del proyecto se puede resumir en seis actividades básicas como es análisis del estado actual mediante trabajo de campo, estudio de mercado, planificación del proyecto, análisis financiero, organización de la información recolectada y propuesta de implementación para la mejora del proceso.

Inicialmente la metodología desarrollada para el logro de la propuesta de implementación de la metodología seis sigma, incluye efectuar un trabajo de campo, que básicamente consistió en lograr el conocimiento de la empresa, su organización, el estado actual respecto a su procedimiento, mediante la aplicación de herramientas de investigación como entrevistas, consultas, mediciones, información que posteriormente fue organizada y tabulada en los diferentes apartados del documento.

En la parte inicial, establece el planteamiento y delimitación del problema que se pretende resolver, la justificación de su desarrollo, se plantean el objetivo general y específico, se plantea un marco referencial del proyecto. dentro del proceso para su mejora continua en donde se enfatiza en el análisis de los datos del proceso, la determinación de oportunidades de mejora, la

aplicación de ellos y la verificación del estado final, utilizando las fases que son: definición de problema, medición, análisis, mejora y control

PALABRAS CLAVE

Seis Sigma, Plásticos Termo formado, Mejora Continua, Estandarización, Histograma, Diagrama de Pareto, Tiempos y Movimientos.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de este se proyectó se justifica porque siendo INDUSEL S.A. una empresa colombiana destacada en el sector de Gasodomésticos y Electrodomésticos a nivel Nacional y no debe ser ajeno a la problemática que genera de la política de tratados de libres comercio que obliga a competir con calidad y es necesario que la alta dirección sea consciente de esta situación, por tal motivo es necesario se tomen decisiones estratégicas encaminadas a aumentar su nivel de productividad y para eso tienen que valerse de técnicas de optimización de sus recursos humanos, técnicos y financieros y gestiones estratégicas como las planteadas en este proyecto.

Si se implementa lo plantado en el proyecto se logra tener un control más eficaz sobre sus operaciones, disminuyendo costos, aumentando la calidad, productividad.

El desarrollo de este proyecto permite la aplicación de los conocimientos adquiridos durante la especialización en un problema real aportando a la mejora de los procesos de fabricación en una compañía industrial.

Fundamenta la aplicación de métodos de investigación para el futuro profesional, mejorando su desempeño una vez ingrese al mercado laboral.

1. CONTEXTO E IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

OBJETIVOS OBJETIVO GENERAL

Proponer Implementar la metodología seis Sigma en los procesos de termo formado del área de plásticos de la empresa INDUSEL S.A

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Presentar análisis de mercado referido a la situación de la empresa piloto (Indusel S.A) en términos de competencia y de demanda.
- Diagnosticar estado actual del proceso de termo formado basado en los requisitos y elementos del seis sigma.
- Propuesta de aplicación metodología Seis Sigma como técnica para mejorar la eficiencia y por ende la calidad.
- Realizar análisis financiero de la implementación de Seis Sigma

MARCO TEORICO

SEIS SIGMA (SS)

Cuando se habla de Seis Sigma para Manuel Escalante se relaciona en tres conceptos como son la métrica, una filosofía de trabajo y una meta. La palabra Métrica para Escalante en Seis Sigma hace referencia a la medición de los procesos el cual incluye el control estadístico del proceso para evaluar el desempeño de un proceso, para la filosofía de trabajo hace referencia al mejoramiento continuo del proceso, en el cual la alta dirección debe tomar decisiones estratégicas con la ayuda de elementos de la metodología Seis Sigma. Para la meta Escalante nos da una visión de los resultados esperados al momento de realizar esta implementación, tomando un nivel en calidad a nivel mundial, logrando índices de No rechazos. Dada la unión de estos conceptos la metodología seis sigma se enfoca en mejorar la calidad, disminuir costos y/o mejorar un servicio.

Otras definiciones se contemplan en la temática de Roberto, Herrera en el cual Seis Sigma es un método de gestión de calidad combinado con técnicas estadísticas

cuyo propósito es mejorar el nivel de desempeño de un proceso mediante decisiones acertadas, logrando de esta manera que la organización comprenda las necesidades de sus clientes. A continuación, se describe las fases y pasos de la metodología seis sigma, basado en el ciclo Deming (1982) y son:

Planear:

Se busca definir el problema y describir el proceso en un proyecto, en este caso en la fabricación de piezas plásticas, para conocer el estado actual y obtener objetivos claros para la mejora que se desea realizar.

Hacer

Se debe evaluar el sistema de medición dentro del proceso a mejorar, en el cual se tenga en cuenta sus pasos, entradas, salidas y características, se evalúa la capacidad y estabilidad del proceso por medio de técnicas estadísticas como son los estudios de repetibilidad, reproducibilidad, linealidad, exactitud, para optimizar y reabastecer el proceso de fabricación de piezas plásticas.

Verificar

Se valida la mejora del proceso, el cual, si no es capaz, se deberá optimizar para reducir la variación, para este se vuelve a determinar los estudios de capacidad

Actuar

Se controla para dar seguimiento al proceso, en el cual se hace monitoreo de este por medio de gráficos de control, en el cual se mejora continuamente logrando mejores condiciones de operación, materiales y procedimientos para obtener un mejor desempeño en el proceso.

Caracterización del Seis Sigma

Entre los factores más importantes que caracterizan el método Seis Sigma se encuentran:

- La teoría de aprendizaje estratégico de Peter Senge (1999), indican que el cambio en una organización genera capacidades competitivas en cada uno

de las personas pertenecientes a una organización, desarrollando con ello habilidades que se traducen en la profundización del conocimiento que se tenga del proceso.

- La dirección de la organización es la encargada de motivar su implementación, establecer la estructura organizacional y el proceso de entrenamiento de cada uno de los grupos que se conformen.
- Todo el resultado obtenido de la implementación del Seis Sigma debe traducirse en un lenguaje métrico el cual evalúa el nivel sigma (σ) con el objetivo de estandarizar dicho nivel y compararse con diferentes procesos entre sí, esto facilita el manejo y la comprensión de los procesos.

A continuación se describe los pasos para la estandarización de un proceso según Benjamín Niebel

- Seleccionar el proyecto, en este se puede tener como ejemplo nuevas plantas y expansión de la planta, nuevos métodos, dificultades de fabricación, cuellos de botella y técnicas de exploración como el diagrama de Pareto histograma.
- Obtener y presentar datos, se establece cuando se obtiene requerimientos de producción, adquisición de datos de ingeniería, desarrollo de bosquejos de estaciones de trabajo, diagramas de procesos de operación y diagramas de flujo.
- Análisis de datos, en el cual se cuestionan estos al detalle, usando el por qué, dónde, qué, cuándo, cómo.
- Presentación e instalación del método, usando herramientas de toma de decisiones, mostrar la idea al operario, supervisor y gerente.
- Establecer estándares de tiempo, con estudios de tiempos con cronómetro, muestreo del trabajo, formulas y sistemas de tiempos predeterminados.
- Seguimiento, Se verifica los ahorros, asegurar que la puesta en marcha es correcta, mantener a todos de acuerdo con el método y repetir el procedimiento del método.

Beneficios de estandarización Seis Sigma

- Optimizar y robustecer procesos
- Mejorar el desempeño del proceso al dar indicaciones sobre las posibles causas de variación, ayudando a la prevención de problemas.
- Controlar el proceso y dar seguimiento del mismo.
- Validar mejoras de los procesos.

CONDICIONES BÁSICAS PARA LA MEJORA

- Los directivos tienen que ir a la cabeza y demostrar su deseo de mejorar. Tienen que comunicar la política básica (la política de la empresa, etc.) y los objetivos concretos, e inculcar en toda la empresa una atmósfera cargada de un celoso espíritu pionero y un anhelo de alcanzar mejoras y adelantos.
- Tiene que ponerse a las personas adecuadas en los trabajos adecuados, y se tiene que delegar la responsabilidad ampliamente.
- Las personas que ocupan puestos de autoridad tienen que ir a la cabeza en la marcha hacia la mejora, y buscar constantemente cosas y métodos mejores, y los superiores tienen que ser responsables de sus equivocaciones.
- Se tienen que establecer sistemas para registrar activamente e investigar cuidadosamente las reclamaciones y los problemas de dentro y de fuera de la empresa, y se tiene que crear una atmósfera que fomente esto.
- Las personas deben ser receptivas a los estímulos de fuera tales como la libre competencia, una recesión, la liberalización del comercio o de capitales, el nombramiento de directivos de fuera, las auditorías y asesorías de consultores, las reclamaciones de los clientes, o al personal de otros departamentos y conocer sus puntos de vista.
- Iniciar un sistema de sugerencias
- Fomentar la creatividad y el ingenio, revisar las normas internas y celebrar reuniones de imaginación creativa.

- El personal debe ser reorganizado periódicamente y deben ser mejoradas las organizaciones.
- Aclarar los sistemas de recompensas y penalizaciones, especialmente los sistemas de recompensas.
- Dar a las personas la ocasión de experimentar el espíritu de cooperación y de trabajo en equipo.
- Proporcionar educación, especialmente a través de la formación en el modo de ver y en los métodos del CC.

Estrategias para la mejora

1. Formular los planes empresariales.
2. Poner en práctica el diseño de la calidad.
3. Garantizar la calidad y la fiabilidad.
4. Mejorar los procesos.
5. Controlar los procesos (estabilización y optimización). Una mejora sólo puede considerarse completa cuando haya pasado de descubrir un problema a alcanzar la situación deseada, y esta situación haya seguido en un estado de control durante un periodo de tiempo apreciable - normalmente un año.

2. ANÁLISIS DEL MERCADO

Toda empresa si quiere lograr ser competitiva en las circunstancias actuales del mercado debe contemplar dentro de su gestión métodos de estandarización y mejora de la calidad de sus productos, es así como esto se convierte en una necesidad de obligatoria satisfacción.

DESCRIPCION

La Internacionalización de la economía y el libre comercio actual obliga a la economía colombiana a mejorar la competitividad para no salir del mercado, el gobierno nacional adoptando políticas pretende mejorar la calidad de los productos y suministros del país, es así como, por ejemplo, mediante reglamentaciones se vuelve obligatorio el cumplimiento de normas de calidad, las empresas colombianas que no cumplan con este tipo de reglamentación se verán legalmente apartadas del mercado. Para las empresas del sector manufacturero es vital establecer sistemas de gestión que permitan desarrollar productos de excelente calidad o importados como competencia salen del mercado.

IDENTIFICACION

A nivel Nacional existen empresas de manufactura que se mantienen en el mercado, sin embargo con las nuevas tendencias están en peligro de desaparecer, Indusel como empresa manufacturera en productos de línea blanca representa un ejemplo de este tipo de empresas, en el cual se ha sostenido en el mercado durante 50 años, sin embargo al interior de sus proceso existen falencias de gestión que traen como consecuencia la afectación de la calidad del producto, por lo tanto es importante definir la estrategia competitiva en la organización en la cual se genere valor en los tiempos de respuesta para los clientes como mejora de la calidad.

Dentro de un previo diagnóstico se determinó que los procesos dentro de la compañía Indusel presentan falencias en cuanto a:

- Costos de mano de obra directa no presupuestados.
- Cálculo de la capacidad real de sus procesos inadecuado.
- Planeación de la producción.
- Desperdicio de material
- Defectos en las piezas almacenadas

Esto permite ilustrar que Indusel no cuenta con la estandarización de sus procesos en relación con el tiempo de los procedimientos, actividades, tareas y es necesaria su intervención inmediata.

FORMULACION

Un proceso que presenta la mayor falencia organizacional y de estandarización es el de **termo formado en el área de plásticos**, sabiendo que la metodología Seis Sigma es una técnica para mejorar la eficiencia y por ende la calidad, es allí donde surge la pregunta objeto de este proyecto

¿Aplicando la metodología Seis Sigma en Indusel S.A. se mejora el proceso de termo formado?

Indusel S.A. está organizada por proceso, claramente diferenciables entre ellos están: Área de Mecanizados, pintura, prensas, vidrios, esmalte, ensamble refrigeración, resistencias, plásticos, de los cuales los productos más representativos son los refrigeradores domésticos, cocinas, válvulas para cocinas, válvulas para cilindros, reguladores de presión.

En el reporte devolución de materiales para el primer semestre del 2018 se observa que una de las áreas que más presenta deficiencias en el rechazo de material es plásticos con un 15%.

Figura 1. Apartado del informe de rechazos 1 – 2018 Indusel S.A

CONTROL DE RECHAZOS				
AREA	FABRICACION PIEZAS	PRODUCTO NO CONFORME	%	OBSERVACIONES
COCINAS	16000	1281	8%	COCINAS FABRICADAS
ENSAMBLE REFRIGRACION	15280	1529	10%	NEVERAS FABRICADAS
ESMALTE	42010	843	2%	PIEZAS PROCESADAS
PLASTICOS	10260	1538	15%	BANDEJAS ELABORADAS
PINTURA	52800	3694	7%	PIEZAS PROCESADAS
PRENSAS	35987	1794	5%	PIEZAS PROCESADAS
RESISTENCIAS	8900	358	4%	RESISTENCIAS FABRICADAS
VIDRIOS	20502	1432	7%	VIDRIOS TEMPLADOS
TOTAL PIEZAS	201739	12469		

Fuente: Ajuste del autor del proyecto de “informe de gestión de calidad I – 2018” Ing. Miguel A. Murcia.
Jefe de Calidad

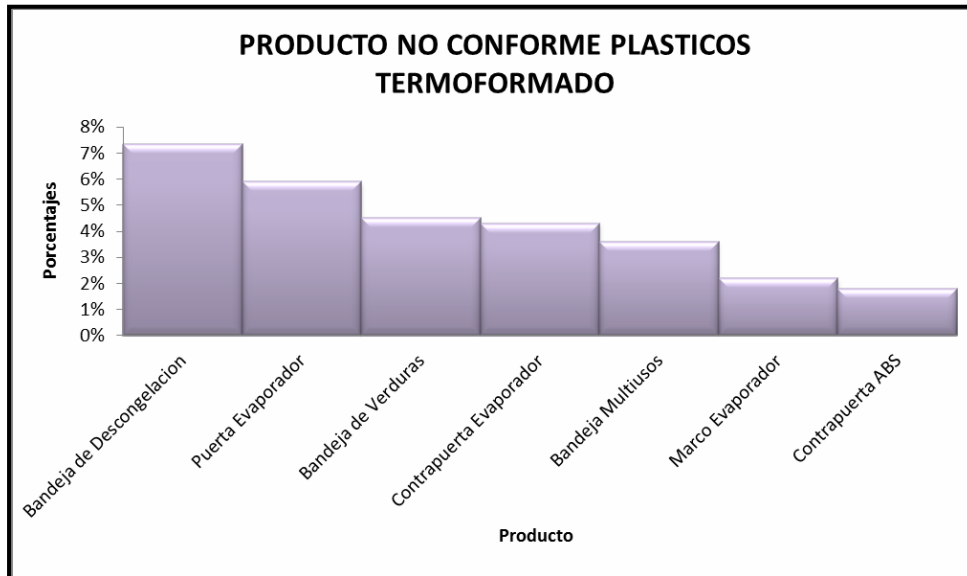
El proceso de fabricación de las piezas plásticas como son: bandeja de descongelación, bandeja multiusos, puerta evaporadora, contrapuerta en ABS, marco evaporador, bandeja de verduras, estas conllevan una serie de operaciones que van desde la formación de la lámina de plástico poli estireno, el termo formado y demás hasta llegar al ensamble. En las diversas etapas del proceso se presenta deficiencias variables que pueden incrementar los costos de producción, se pueden destacar: desperdicio de material, reproceso de material, transportes innecesarios, paradas de maquinaria, que son aspectos que incrementan los costos de producción.

Figura 2. Apartado del informe de rechazos 1 – 2018 Plásticos Termo formado

CONTROL DE RECHAZOS POR PIEZAS SECCION PLASTICOS TERMOFORMADO				
AREA	FABRICACION PIEZAS	PRODUCTO NO CONFORME	% RECHAZOS	OBSERVACIONES
Bandeja de Descongelacion	10260	754	7%	NEVERAS FABRICADAS
Puerta Evaporador	5634	333	6%	BANDEJAS ELABORADAS
Bandeja de Verduras	12435	563	5%	COCINAS FABRICADAS
Contrapuerta Evaporador	5634	243	4%	PIEZAS PROCESADAS
Bandeja Multiusos	3404	123	4%	PIEZAS PROCESADAS
Marco Evaporador	5634	124	2%	PIEZAS PROCESADAS
Contrapuerta ABS	19763	358	2%	RESISTENCIAS FABRICADAS
TOTAL PIEZAS	62764	2498		

Fuente: Ajuste de autores del proyecto de “informe de gestión de calidad I – 2018” Ing. Miguel A. Murcia. Jefe de Calidad

Figura 3. Gráfico de Producto No Conforme



Fuente: Ajuste de autores del proyecto de “informe de gestión de calidad I – 2018”

Ing. Miguel A. Murcia. Jefe de Calidad

Del proceso de material en el área de plásticos la operación que origina el rechazo es el termoformado ya que es ahí donde se presentan las falencias del material que son detectadas más adelante. Por lo tanto, este proyecto se enfoca a una propuesta de aplicación para la mejora del proceso de termoformado (específicamente bandeja de descongelación), del área de plásticos de la compañía Indusel S.A ubicado en la ciudad de Bogotá en la Autopista Sur No 70-51, implementando la metodología Seis Sigma

ESTRATEGIA DE MERCADOTECNIA SEIS SIGMA

□ MERCADO META

Como es posible observar la propuesta de implementación de seis sigma debe ir dirigido a empresas productoras de bienes o servicios, en especial a las gerencias de las empresas industriales, particularmente de pequeñas y medianas empresas puesto que se sabe que las grandes compañías cuentan con sus modelos de desarrollo e innovación permanente y métodos de automatización en sus procesos.

□ PRODUCTO

Propuesta de Implementación para la metodología seis sigma en los procesos de fabricación en el territorio nacional.

□ PLAZA

La propuesta de implementación de seis sigma podrá difundirse en los sitios frecuentes para las industrias de manufacturas como lo son:

- Alimentos y bebidas
- Textiles, vestimenta y calzado
- Madera y derivados
- Papelería y sus productos
- Productos provenientes del petróleo
- Artículos minerales
- Estructuras metálicas básicas
- Elementos de maquinaria y equipo

□ **PRECIO**

El precio de la inversión inicial tiene un estimado de \$ 80.000.000 de base para reestructuración de la planta, capacitación, adecuación y montaje de equipos

□ **PROMOCION**

Debido a la naturaleza del proyecto el medio propicio para la difusión de la propuesta de implementación es la publicidad directa, en ella se busca la distribución desde la compañía hasta el cliente, logrando una comunicación directa con el cliente y una relación especializada que facilitara satisfacer las necesidades particulares de cada uno de los clientes. Comprende:

- Buzoneo postal, mediante contenido publicitario.
- Reparto de material publicitario físico, como folletos, flyers, posters...
- Empleo de cupones y descuentos
- Emails, especialmente destacado en los últimos años con la aparición de las nuevas tecnologías y el acceso al correo electrónico desde nuevos dispositivos.
- Mensajes dirigidos a las redes sociales de la compañía.

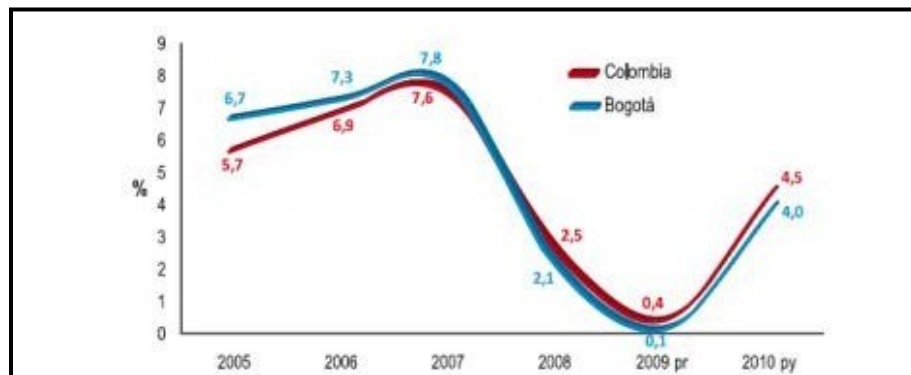
• **ÁREA DEL MERCADO**

La demanda está dirigida a proyectos privados los cuales son los interesados en realizar una propuesta de implementación de seis sigma a nivel nacional. se considera que el área de estudio de la demanda es el área de la capital principalmente constituida por 20 localidades, y en menor instancia debe considerarse la demanda ofrecida por compañías presentes en otras ciudades del país que presentaron altos índices de crecimiento económico, entre estas barranquilla, Cartagena y Cali. Teniendo en cuenta el crecimiento económico descrito en el estudio de la revista semana mostrado anteriormente, es posible determinar que la tendencia del mercado en cuanto a la demanda será proporcional

a esta relación, por tanto encontraremos mayor cantidad de potenciales clientes en Bogotá, seguido por Antioquia y el valle. Se estima que la demanda para la propuesta de implementación seis sigma es amplia pero especializada en el sector industrial manufactura. La concentración del mercado está dada por: Bogotá 24,4, atlántico 3,7, Antioquia 13, bolívar 4,2, Santander 7,6, arauca2, 3, valle 9,4 %, otros Aproa 40%.

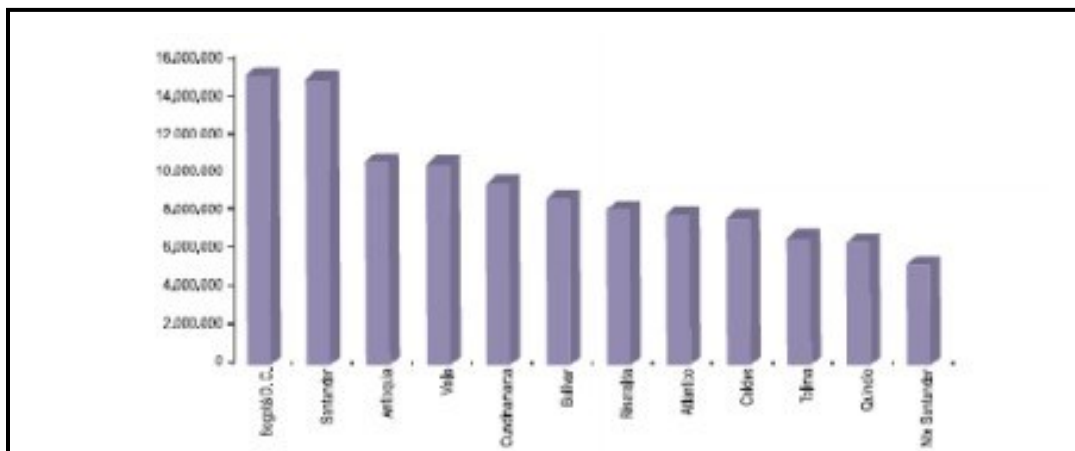
El crecimiento del PIB en Bogotá en los últimos años ha sido positivo lo que indica que la economía tiende a crecer, además el índice de desempleo disminuye paulatinamente sugiriendo que la población ocupada aumenta, indicando mayor cantidad de empresas que requerirían la implementación

Figura4. Crecimiento PIB en Bogotá



Fuente: Cámara de Comercio de Bogotá, 2010

Figura 5. Ingreso per cápita de las regiones de Colombia, 2007.



Fuente: Cámara de Comercio de Bogotá, 2010

Debido a la escasa formalidad en la industria y para el análisis de procesos no se encuentran datos concluyentes en esta área, sin embargo, se estima la demanda con base al crecimiento de la economía y los niveles de ingreso, por lo cual se determina que existen alrededor de 300 clientes (marcas reconocidas, empresas formales) dedicados al sector manufactura de los cuales aproximadamente el 60% se encuentra en la capital del país los cuales representan la demanda futura.

3. PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

Para la propuesta de implementación de Seis Sigma en el proceso de plásticos en la empresa Indusel S.A, inicialmente se desarrolla un proceso de investigación o trabajo de campo con el objetivo de recolectar la información y verificar el estado actual de los procesos, analizar los datos, determinar los problemas críticos mediante la aplicación de métodos estadísticos son los estudios de repetitividad, reproducibilidad, linealidad, exactitud, para optimizar y reabastecer el proceso de fabricación de piezas plásticas.

TIPO DE ESTUDIO

Se puede decir que la investigación de campo se puede enmarcar como una investigación descriptiva ya que pretende describir la situación actual del proceso de plásticos sin embargo involucra aspectos de implementación, estudio de caso, involucrando un método cuantitativo.

UNIDAD DE ANALISIS

La investigación se llevaría a cabo en el sector industrial manufactura electrodomésticos y específicamente en el área de plásticos de la compañía Indusel S.A.

UNIDAD DE ESTUDIO

Las variables involucradas en esta investigación son:

- Tiempos estándar del proceso actual por medio de estudios de tiempos y movimientos.
- La interacción de las operaciones, en el cual se caracterizan por medio de procedimientos y según los diagramas de flujo de estos.
- Las variables del proceso
- Afectación del proceso por mano de obra

- Tecnologías involucradas en el proceso

UNIDAD GEOGRAFICA

Ubicada en la Autopista Sur No 70-51 en Bogotá D.C, Industria de Electrodomésticos S.A. - Indusel S.A

ESPECIFICACION DE LA METODOLOGIA SEIS SIGMA

- Aplicar una entrevista verbal al personal involucrado para conocer las características del proceso, pues no se tiene sistematizado el proceso y se desea definir la problemática del proyecto seis sigma
- Realizar las mediciones de distancias y espacios del área de la planta física, maquinaria y puestos de trabajo.
- Recolectar la información a través de estudios de métodos y tiempos (operaciones, tiempos, recorridos, almacenamiento, material no conforme) aplicando el formato establecido por la compañía ver Anexo1 (Formato de métodos y tiempos)
- Compilar la información en diagramas de flujo de proceso para su respectivo análisis y cuadros de Excel ver Anexo1 (Formato de métodos y tiempos) caracterización del proceso.
- Aplicar técnicas estadísticas para analizar los datos recolectados
- Definir el problema y/o fallas de los procesos de plásticos a través de los instrumentos de mejora continua, como es el diagrama de pareto y diagrama de análisis del proceso.
- Medir el proceso por medio de estudios de contraste de bondad y prueba chi- cuadrado y estadísticas descriptivas del proceso y caracterización del proceso
- Determinar las variables significativas por medio de prueba de hipótesis e intervalos de confianza determinando los factores en la variación del proceso.
- Evaluar la estabilidad y capacidad del proceso a través de una gráfica de control por variables.

- Determinar la optimización y robustez del proceso a través de diagrama de dispersión.
- Implementar un monitoreo y se mantiene el control del proceso a través de elementos de producción

PARTICIPANTES

Investigadores:

Yenny Katherine Muriel Arias

Participes:

Operarios de Indusel S.A

Gerente de Planta

Supervisor de área

Analistas de Ingeniería Industrial

POBLACION

Población única Indusel S.A

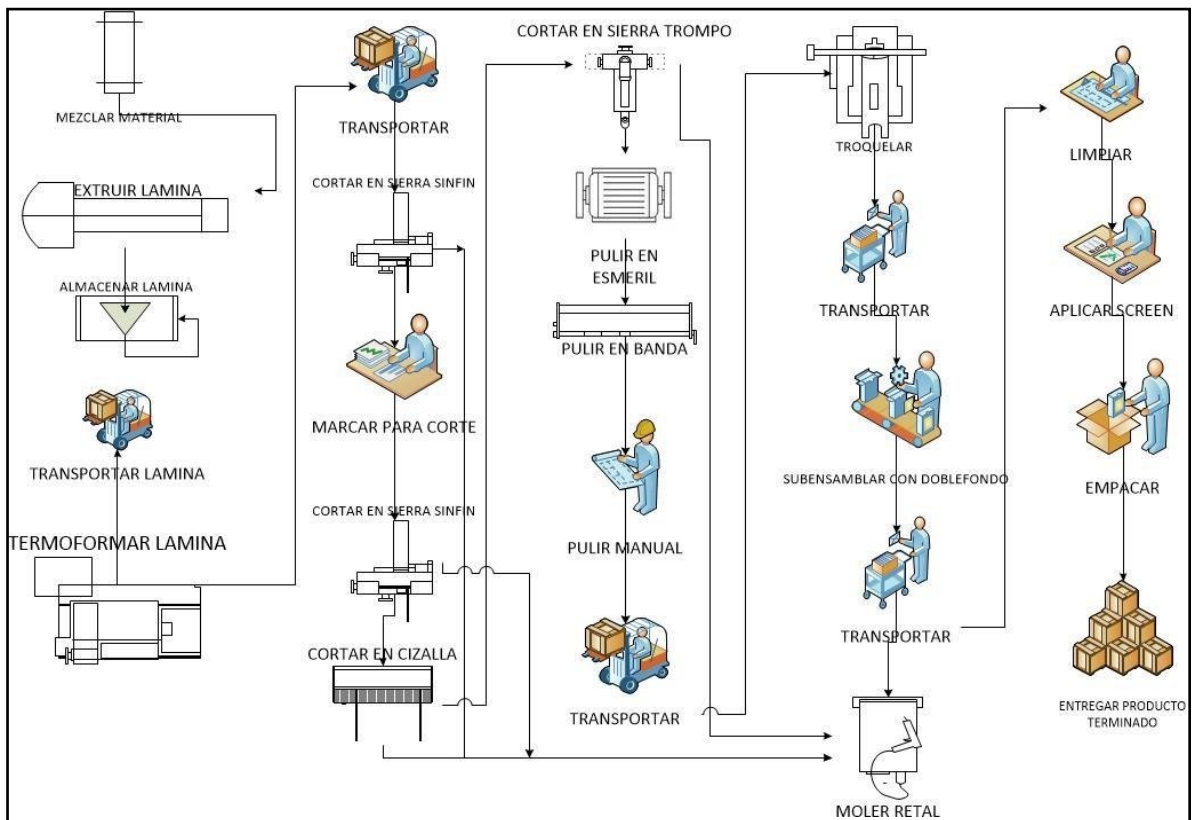
4. INGENIERIA DEL PROYECTO

DIAGNOSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL PROCESO DE TERMO FORMADO A TRAVES DE SEIS SIGMA

PROCESO DE PLASTICOS TERMOFORMADO

Mediante la investigación se pudo determinar que el proceso de plásticos, referido al producto bandeja de descongelación que involucra el mayor número de operaciones, el cual se referencia a continuación:

Figura 6. Diagrama de Flujo de Proceso Elaboración de Bandeja de Descongelación



Fuente: Autor del proyecto.

Se puede destacar en el proceso lo siguiente:

Definición de variables

- Maquinaria: Debido a la diferencia de tecnología entre las máquinas el estándar se diferencia para cada una de estas.
- Material: El tipo de material a formar representa otra variable en el tiempo estándar.
- Perfil o tipo de pieza: El tamaño y la forma del perfil y de la pieza formada son factores determinantes en la velocidad de la máquina y por lo tanto en el tiempo de la operación.
- Factores como operario, turno, hora, se consideran como constantes en la actividad.

- Transportes: Los transportes influyen ya que, según la distancia y el tiempo, se evidencia la falta de continuidad de la pieza, pues son constantes en la operación.
- Almacenamiento: La variación en el estándar de fabricación deriva en almacenamiento y deterioro a las piezas represadas entre operaciones.
- No conforme: La falencia en el control, seguimiento y variables del proceso genera producto no conforme en gran porcentaje que se mezcla con el material conforme.

PLANTA FISICA

En el trabajo de campo se determinan las dimensiones de la planta física con el objetivo de evaluar la distancia del recorrido del producto.

En la **figura 6** se destacan las distancias entre las operaciones, es evidente que el proceso no está convenientemente distribuido ya que las distancias obligan a desplazamientos del personal, almacenamientos represados del material y transportes continuos para el material en reproceso.

Se identifican los puestos de trabajo que intervienen en este proceso productivo; como son los puestos de subensambles, limpieza, pulimiento manual, aplicar screen, y maquinaria como: la termo formadora, la sierra sinfín, la sierra trompo, el esmeril, la banda pulidora y la troqueladora, como realizando visitas guiadas por el supervisor de la sección y el analista de ingeniería industrial, en donde nos indicaran el funcionamiento de las máquinas, áreas de almacenamiento y proceso actual ver **ANEXO 3: Maquinaria y puestos de trabajo en la sección de Plásticos.**

Se evaluará la productividad del área de plásticos, mediante la recolección y tabulación datos del proceso actual. Se realizará un análisis sobre la distribución de planta actual, teniendo en cuenta la maquinaria, personal, revisión de tiempos y movimientos donde se emplearán las siguientes técnicas:

Material, maquinaria, hombre, desplazamiento.

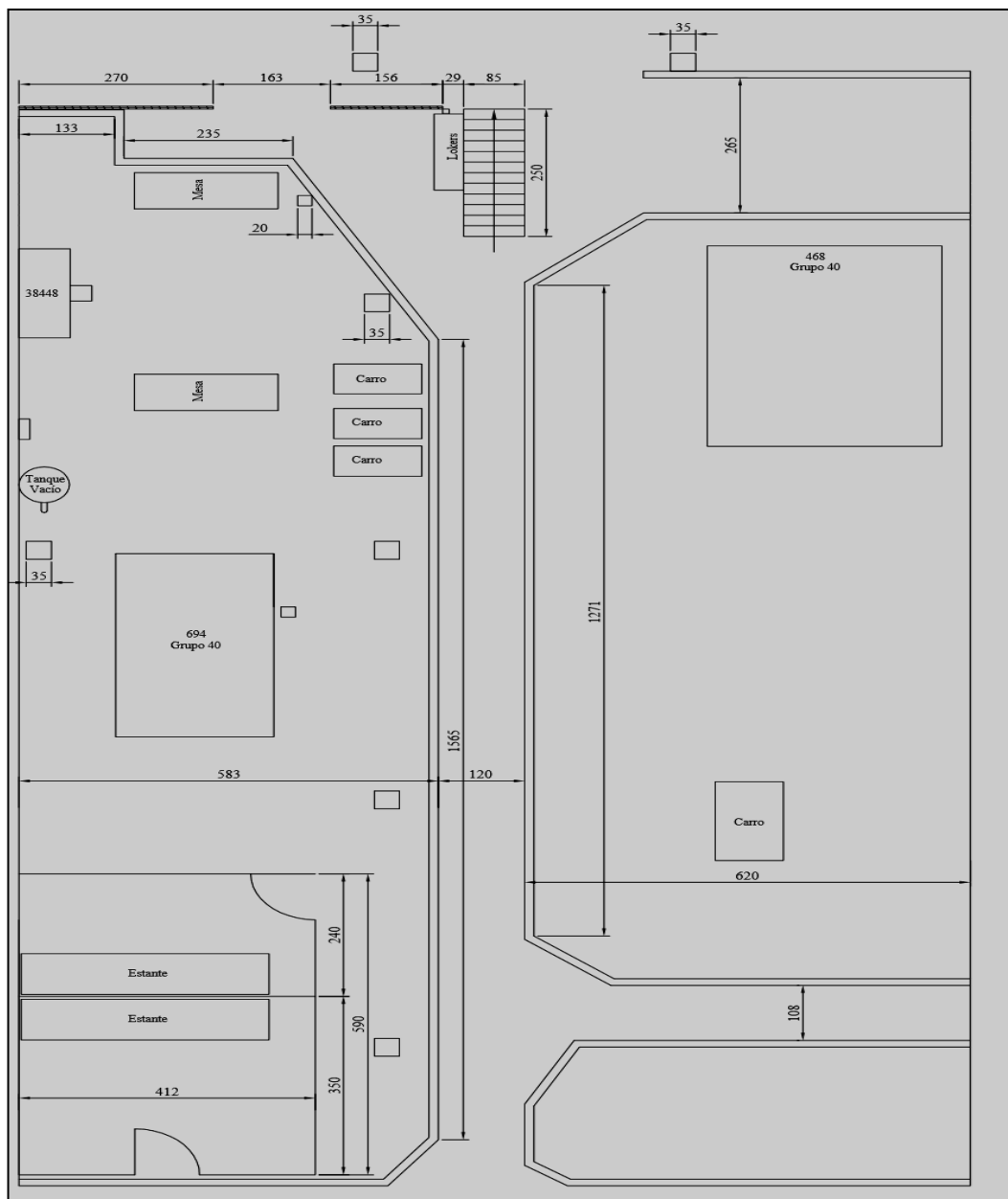
Se realizará un diagrama de flujo de proceso del arreglo de los herramientas. Diagrama de análisis de proceso donde se muestre la secuencia de operaciones, señalando el transporte, demoras y almacenaje, así como los puntos donde llega y se retiran los herramientas, para ello se requiere el tiempo por actividad y distancia recorrida.

Diagrama de recorrido, se realizará una representación gráfica de las zonas de trabajo, donde se muestren los puestos de trabajo, para establecer los flujos de recorrido de los herramientas, este diagrama nos permitirá ver la congestión de circulación del personal, y las distancias entre el lugar de arreglo y técnicas.

Luego de seleccionar la mejor opción de distribución de planta, analizar los beneficios que esta mejora traería al proceso del arreglo de los herramientas.

Una vez establecida la mejora, se procederá a tomar los estudios de tiempos ver **ANEXO 2** que sirva de guía al departamento de plásticos, donde sea claro cuáles son las funciones y compromisos de cada área en cuanto al arreglo y programación del mantenimiento de los herramientas, también se realizará un diagrama de flujo que muestre una secuencia ordenada de operaciones y registros que sirvan de apoyo para el proceso.

Figura 6. Diseño de Planta Área de Plásticos (Actual)







Fuente: Autor del proyecto.

DEFINICION DEL PROBLEMA

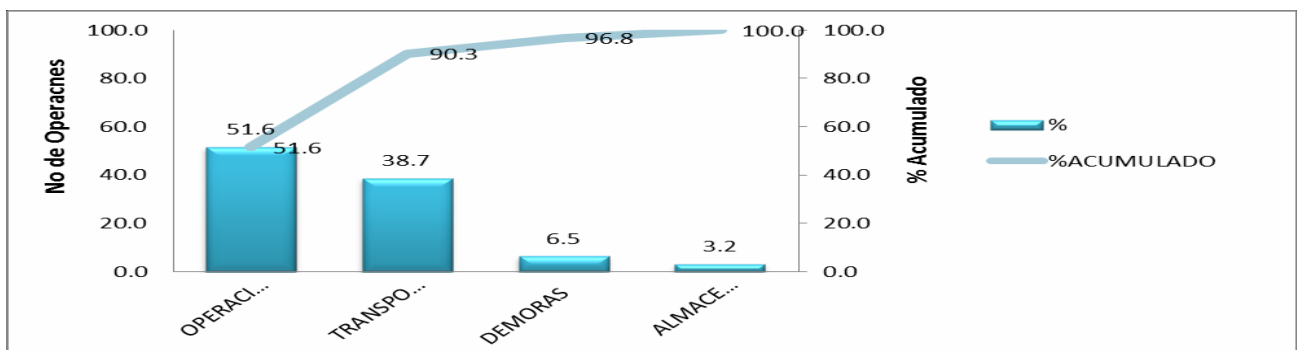
De la información recolectada en el trabajo de campo (**ver Anexo 1. Datos de Métodos y Tiempos**) de cada operación se determina el estándar por puesto de trabajo y maquinaria, los transportes ejecutados el material no conforme y las demoras del proceso, elementos que nos permite determinar el estado actual del proceso de plásticos. En resumen, se puede destacar que por cada unidad de 11 minutos que dura el proceso, 2 minutos son utilizados en transporte de material con un 38.7% del tiempo total. La operación actual requiere un tiempo estándar de 0.17518795h para que salga 6 piezas y un total de 31 operaciones por cada hora en el proceso ver **Figura 7**. Diagrama de Análisis del Proceso de Plásticos.

Tabla1. Diagrama de Pareto Plásticos Termo formado.

SIMBOLO	PRODUCTO	#DEOperaciones	T. Estandar	Acumulado	%	%ACUMULADO
	OPERACIONES	16	0,14663225	16	51,6	51,6
	TRANSPORTES	12	0,0181931	28	38,7	90,3
	DEMORAS	2	0,0039746	30	6,5	96,8
	ALMACENAMIENTOS	1	0,006388	31	3,2	100,0
	TOTAL	31	0,17518795	105	100,0	338,7

Distancia Recorrida (m) 1851

Figura 8. Diagrama de Pareto



Fuente: Autor del proyecto

Figura 9. Diagrama de Análisis del Proceso de Plásticos (Actual)

INDUSCEL										DIAGRAMA DE ANALISIS DEL PROCESO			
FECHA:		Hoja N°		De		RESUMEN							
17/09/2014		1		1		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA	AHORRO				
Sección						Operación	O	0,14663225					
PLASTICOS TERMOFORMADO						Transporte	▶	0,0181931					
Producto:						Demora	D	0,0039746					
BANDEJA DE DESCONGELACION						Inspección	■						
Usado en:						Almacenamiento	▼	0,006388					
						Distancia (m)	(m)	1851					
						Mano de Obra		\$3.690.000					
Elaborado Por: YENNY MURIEL						Costo							
Revisado Por:						Materiales							
						Costo Total							
						Tiempo							
DESCRIPCIÓN	CANT					ACTIVIDAD			Observaciones				
						Estándar	O ▶ D ■ ▼						
1	203	0,004037	X						35% PS VIRGEN, 63% PS RECUPERADO Y 4% MASTER				
2	741	0,001346				X							
3	734	0,001363				X							
4	157	0,0063889	X										
5	122	0,008215				X			11 metros , peso retal 0,171 kg				
6	156	0,006388						X					
7	1872	0,00053				X			300 metros				
8	792	0,0012626				X							
9	21	0,048259	X										
10	283	0,003531				X			25 metros, peso pieza termoformada 1,108Kg				
11	335	0,002984	X										
12	13319	0,000075				X			230 metros , peso retal 0,407Kg				
13	884	0,00113155	X										
14	235	0,00426	X										
15	18862	0,000053				X			230 metros , peso retal 0,173Kg				
16	396	0,002525	X										
17	2170	0,000461				X			230 metros , peso retal 0,11Kg				
18	310	0,0032255	X										
19	5472	0,000183				X			230 metros , peso retal 0,11Kg				
20	302	0,0033163	X										
21	83	0,01199	X										
22	69	0,014449	X										
23	1089	0,0009181				X			35 metros , peso bandeja 0,394Kg				
24	332	0,003012	X										
25	37037	0,000027				X			230 metros , peso retal 25 Kg				
26	1239	0,0008				X			100 metros , peso bandeja 0,394Kg				
27	63	0,01575	X										
28	1097	0,0009				X			230 metros , peso bandeja 0,394Kg				
29	69	0,01457	X										
30	168	0,00594	X										
31	400	0,0025				X							
32	256	0,003894	X										

Total

89268 0,175188 16 12 3 1

Fuente: Autor del proyecto

MEDIR Y RECOPIRAR DATOS

Se define la caracterización del proceso de plásticos, en el cual se identifican las sus características, entradas y salidas del proceso.

Figura 10: Caracterización del Proceso de Plásticos

		CARACTERIZACION DEL PROCESO DE PLASTICOS EN LA EMPRESA INDUSEL S.A			JUNIO - DICIEMBRE 2014	
Objetivo: Fabricar la Producción de Piezas de Plastico en el proceso de termoformado, de tal manera que se cumplan las expectativas de la organización y las exigencias de los clientes, logrando así la entera satisfacción de las partes interesadas.						
No	Como	Responsable	Documento / Insumo		Riesgos	Acciones Preventivas
			Entra	Sale		
1	MEZCLAR POLIESTIRENO PARA FORMAR LAMINA EN MEZCLADOR	Operario 1	POLIESTIRENO + MASTERBA	MEZCLA POLIESTIRENO	Ergonomía	
2	CALENTAR EXTRUSORA PARA FORMAR LAMINA	Operario 1			Ergonomía	
3	FORMAR LAMINA EN EXTRUSORA	Operario 2	MEZCLA POLIESTIRENO	Lamina Poliestireno CL 90	Quemaduras	Usar implementos de Seguridad
4	TRANSPORTAR RETAL DE LAMINA AL MOLINO	Operario 1			Ergonomía	
5	ALMACENAR LAMINAS EN EXTRUER	Operario 2			Ergonomía	
6	TRANSPORTAR LAMINAS FORMADAS DE EXTRUER A TERMOFORMADO	Montagarca			Accidentes Viales	Tomar Acciones Preventivas
7	FORMAR BANDEJA DE DESCONGELACION EN TERMOFORMADORA	Operario 3	Lamina Poliestireno CL 90	Bandeja de Descongelación formada	Quemaduras	Usar implementos de Seguridad
8	TRANSPORTAR BANDEJA DE DESCONGELACION TERMOFORMADA DE TERMOFORMADORA A CUARTO DE CORTE	Operario 4			Ergonomía	Tomar Acciones Preventivas
9	SEPARAR BANDEJA DE DESCONGELACION TERMOFORMADA EN SIERRA SINFÍN	Operario 5	Bandeja de Descongelación formada	Bandeja de Descongelación Separada	Cortarse y Ergonomía	Capacitación e implementos de seguridad apropiados.
10	TRANSPORTAR RETAL DE SIERRA A MOLINO PARA REPROCESAR MATERIAL	Montagarca			Accidentes	Tomar Acciones Prventivas
11	MARCAR BANDEJA DE DESCONGELACION PARA CORTE EN SIERRA SINFÍN	Operario 5	Bandeja de Descongelación Separada	Bandeja de Descongelación Marcada	N/A	

12	CORTAR LATERAL DE BANDEJA DE DESCONGELACION EN SIERRA SINFÍN	Operario 5	Bandeja de Descongelación Marcada	Bandeja de Descongelación Con corte Lateral	Cortarse Ergonomía	y Usar implementos de Seguridad
13	TRANSPORTAR RETAL DE SIERRA A MOLINO PARA REPROCESAR MATERIAL	Montagarca			Accidentes	Tomar Acciones Preventivas
14	CORTAR BORDE DE BANDEJA DE DESCONGELACION EN CIZALLA	Operario 6	Bandeja de Descongelación Con corte Lateral	Bandeja de Descongelación Con corte Borde Superior	Cortarse Ergonomía	y Capacitación e implementos de seguridad apropiados.
15	TRANSPORTAR RETAL DE CIZALLA A MOLINO PARA REPROCESAR MATERIAL	Montagarca			Accidentes	Tomar Acciones Preventivas
16	CORTAR BORDES EN SIERRA TROMPO	Operario 6	Bandeja de Descongelación Con corte Retal	Bandeja de Descongelación con corte final	Cortarse Ergonomía	y Capacitación e implementos de seguridad apropiados.
17	TRANSPORTAR RETAL A MOLINO PARA REPROCESAR MATERIAL	Montagarca			Accidentes	Tomar Acciones Preventivas
18	PULIR EN ESMERIL BANDEJA DE DESCONGELACION	Operario 7	Bandeja de Descongelación con corte final		Accidente en esmeril	Tomar Acciones Preventivas
19	PULIR EN BANDA PULIDORA BANDEJA DE DESCONGELACION	Operario 7			Cortarse Ergonomía	y implementos de seguridad apropiados.
20	PULIR MANUALMENTE BANDEJA DE DESCONGELACION	Operario 7		Bandeja de Descongelación sin rebaba	Cortarse Ergonomía	y Capacitación e implementos de seguridad apropiados.
21	TRANSPORTAR BANDEJA DE DESCONGELACION DE CUARTO DE CORTE A TROQUELADORA	Operario 8			Ergonomía	Tomar Acciones Preventivas
22	TROQUELAR OCHO AGUJEROS EN BANDEJA DE DESCONGELACION	Operario 8	Bandeja de Descongelación sin rebaba	Bandeja de Descongelación Troquelada	Accidente en esmeril, Ergonomía	
23	TRANSPORTAR RETAL DE TROQUEL A MOLINO PARA REPROCESAR MATERIAL	Montagarca			Accidentes	Tomar Acciones Preventivas
24	TRANSPORTAR BANDEJA DE DESCONGELACION A SUBENSAMBLE DE BANDEJA	Operario 9			Ergonomía	Tomar Acciones Preventivas
25	ARMAR BANDEJA DE DESCONGELACION CON DOBLEFONDO, FIBRA DE VIDRIO Y APLICAR CLORURO	Operario 9	Bandeja de Descongelación Troquelada	Bandeja de Descongelación Armada	Ergonomía	Tomar Acciones Preventivas
26	TRANSPORTAR BANDEJA DE DESCONGELACION DE SUBENSAMBLE A REFRIGERACION PARA SCREEN	Operario 10			Ergonomía	Tomar Acciones Preventivas
27	LIMPIAR BANDEJA DE DESCONGELACION CON ALCOHOL	Operario 10	Bandeja de Descongelación Armada	Bandeja de Descongelación Limpia con alcohol	Ergonomía	Tomar Acciones Preventivas
28	APLICAR SCREEN BANDEJA DE DESCONGELACION	Operario 11	Bandeja de Descongelación Limpia con alcohol	Bandeja de Descongelación con Screen	Ergonomía	Tomar Acciones Preventivas
29	EMPACAR BANDEJA DE DESCONGELACION EN BOLSA PLASTICA Y ALMACENAR	Operario 11	Bandeja de Descongelación con Screen	Bandeja de Descongelación con Empaque plástico	Ergonomía	Tomar Acciones Preventivas
30	TRANSPORTAR BANDEJA DE DESCONGELACION SALINEADA ENSAMBLE	Operario 11			Ergonomía	Tomar Acciones Preventivas
31	MOLER RETAL DE BANDEJA DE DESCONGELACION Y REPROCESAR	Operario 12	Retal Poliestireno	Poliestireno Recuperado para Reprocesar	Cortarse Ergonomía	y Tomar Acciones Preventivas

Fuente: Autor del proyecto

DISEÑO E IMPLEMENTACION DEL PROCESO DE TERMO FORMADO A TRAVES DE LA METODOLOGIA SEIS SIGMA

Para poder realizar la implementación de la metodología seis sigma se debe pasar por los siguientes pasos en el cual se busca determinar una propuesta de mejoramiento continuo:

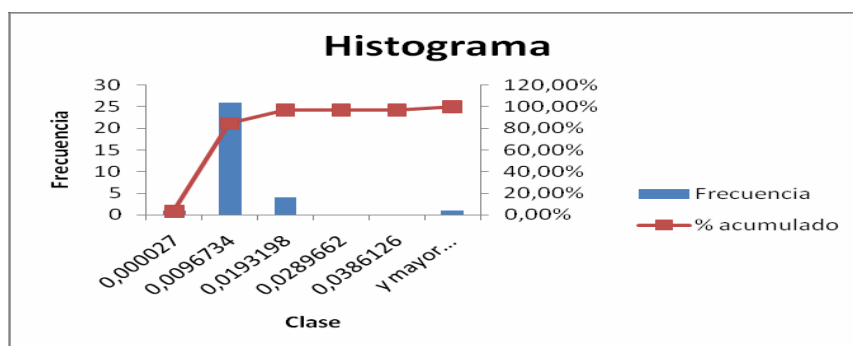
1. ANALISIS DE DATOS

Se debe analizar los datos del proceso utilizando histogramas de frecuencia, por lo que se estudia la normalidad de los datos, por lo tanto, las colas significativas del histograma caen dentro de los límites de especificación (0,000027; 0,048259), y el intervalo de confianza para la media $(0,005474623 \pm 0,00323686) = (0,008711484; 0,002237763)$ por lo tanto el proceso es capaz.

Tabla 4. Histograma de Frecuencias proceso de plásticos

Clase	Frecuencia	% acumulado
0,000027	1	3,13%
0,0096734	26	84,38%
0,0193198	4	96,88%
0,0289662	0	96,88%
0,0386126	0	96,88%
y mayor...	1	100,00%

Figura 11: Histograma



2. RESULTADOS ESPERADOS

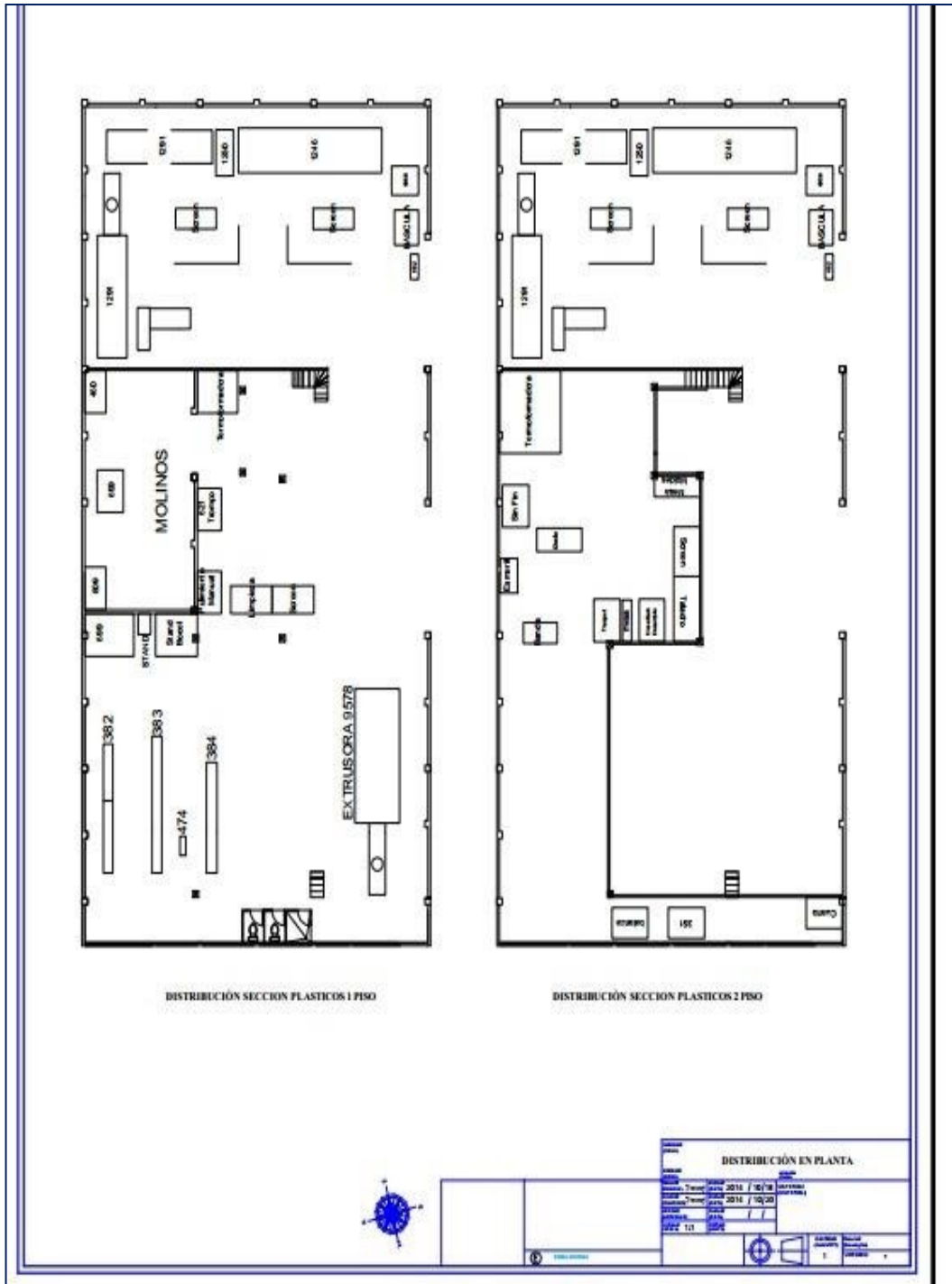
Se debe realizar como alternativa de mejora del proceso a través de la implementación de la metodología seis sigma, una distribución de planta, se lograra la optimización del flujo de las piezas de plásticos termo formado, reduciendo la distancia de recorrido, menor manipulación de materias primas y utilización máxima del espacio existente, uso eficiente de las maquinas, mayor productividad aumentando la rentabilidad de la empresa, al establecerse la mejora se procedió a realizar los estudios de métodos y tiempos, tabulando los datos más relevantes de la mejora ver **Anexo 2**.

En la **figura 12** se destacan las distancias entre las operaciones, el cual se da flujo a las piezas, se minimizan los transportes entre puestos de trabajo, el tipo de distribución es por producto pues las piezas se desplazan de una operación a la siguiente sin solución de continuidad. Los puestos de trabajo se ubican según el orden implícitamente establecido en el diagrama de análisis del flujo del proceso. Con esta distribución se consigue mejorar el aprovechamiento de la superficie requerida para la instalación.

La pieza en curso de fabricación se desplaza de un puesto a otro, lo que conlleva la mínima cantidad del mismo (no necesidad de componentes en stock) menor manipulación y recorrido en transportes, a la vez que admite un mayor grado de automatización en la maquinaria.

Se obtienen menores tiempos unitarios de fabricación, pues adicionalmente se realizó un mantenimiento correctivo y preventivo de la maquinaria, y unificando operaciones pues algunos operarios presentaban tiempos muertos en el anterior estudio.

Figura 12. Diseño de planta del área de Plásticos Termo formado (Propuesto)



Fuente: Autor del proyecto

Figura 13. Diagrama de Análisis del Proceso de Plásticos (Propuesto)

INDUSEL INDUSTRIA DE ELECTROCOMERCIO S.A										DIAGRAMA DE ANALISIS DEL PROCESO						
FECHA:		Hoja N°		De		RESUMEN										
17/09/2014		1		1		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA	AHORRO							
Sección						Operación	O	0.14663225	0.1190026	0.02762965						
PLASTICOS TERMOFORMADO						Transporte	=▶	0.0181931	0.0088037	0.0093894						
						Demora	D	0.0039746	0.0039746	0						
Producto:						Inspección	■									
BANDEJA DE DESCONGELACION						Almacenamiento	▼	0.006388	0.006388	0						
Usado en :						Distancia (m)		1851	109.4	1741.6						
Elaborado Por:						Costo	Mano de Obra	\$3,696,000	\$3,696,000							
Revisado Por:							Materiales									
YENNY MURIEL						Costo Total										
	DESCRIPCIÓN	CANT	Tiempo Estandar	ACTIVIDAD					Observaciones							
				O	=▶	D	■	▼								
1	MEZCLAR POLIESTIRENO PARA FORMAR LAMINA EN MEZCLADOR	203	0.004937	X						35% PS VIRGEN, 63% PS RECUPERADO Y						
2	CALENTAR EXTRUSORA PARA FORMAR LAMINA	741	0.001349			X										
3	ALISTAR MAQUINA EXTRUSORA PARA FORMAR LAMINA	734	0.001363			X										
4	FORMAR LAMINA EN EXTRUSORA	157	0.0063889	X												
5	TRANSPORTAR RETAL DE LA LAMINA EN LA EXTRUSORA AL MOLINO	122	0.008215		X					11 metros , peso retal 0,171 kg						
6	ALMACENAR LAMINAS EN EXTRUER	156	0.006388					X								
7	TRANSPORTAR LAMINAS FORMADAS DE EXTRUERA TERMOFORMADO	4004	0.0002497		X					6 metros						
8	CALENTAR TERMOFORMADORA PARA FORMAR BANDEJA DE DESCONGELACION	792	0.0012626			X										
9	FORMAR Y SEPARAR EN SIERRA BANDEJA DE DESCONGELACION EN TERMOFORMADORA	41	0.0244	X												
10	MARCAR BANDEJA DE DESCONGELACION PARA CORTE EN SIERRA SINFIN	914	0.001094	X												
11	CORTAR LATERAL DE BANDEJA DE DESCONGELACION EN SIERRA SINFIN	236	0.0042308	X												
12	CORTAR FRENTE DE BANDEJA DE DESCONGELACION EN CIZALLA	409	0.0024423	X												
13	CORTAR BORDES EN SIERRA TROMPO	325	0.0030773	X												
14	PULIR EN ESMERIL BANDEJA DE DESCONGELACION	302	0.0033163	X												
15	PULIR EN BANDA PULIDORA BANDEJA DE DESCONGELACION	85	0.01177	X												
16	PULIR MANUALMENTE BANDEJA DE DESCONGELACION	70	0.01428	X												
17	TROQUELAR OCHO AGUJEROS DE BANDEJA DE DESCONGELACION	377	0.00264	X												
18	ARMAR BANDEJA DE DESCONGELACION CON DOBLEFONDO, FIBRA DE VIDRIO Y APLICAR CLORURO	63	0.015758	X												
19	LIMPIAR BANDEJA DE DESCONGELACION CON ALCOHOL	69	0.014579	X												
20	APLICAR SCREEN BANDEJA DE DESCONGELACION	168	0.005943	X												
21	EMPACAR BANDEJA DE DESCONGELACION EN BOLSA PLASTICA Y ALMACENAR	947	0.001056	X												
22	TRANSPORTAR BANDEJA DE DESCONGELACION S A ENSAMBLE REFRIGERACION	2950	0.000339		X					92,4 metros						
23	MOLER RETAL DE BANDEJA DE DESCONGELACION Y REPROCESAR	256	0.00309	X												
Total		14121	0.1381689	15	3	3		2								

Fuente: Autor del Proyecto

3. Medición Seis Sigma por medio de Regresión Simple

Por medio de este se determina la relación causa – efecto entre las variables dependientes esta los tiempos de los procedimientos del termoformado en horas actuales vs las variables independientes en los tiempos de los procedimientos de termoformado en horas propuestos, así mismo se ajusta el modelo de regresión, proporcionando simultáneamente las estimaciones, de los parámetros, su contrastación individual y conjunta, y el análisis de residuos.

A continuación, se dan los datos:

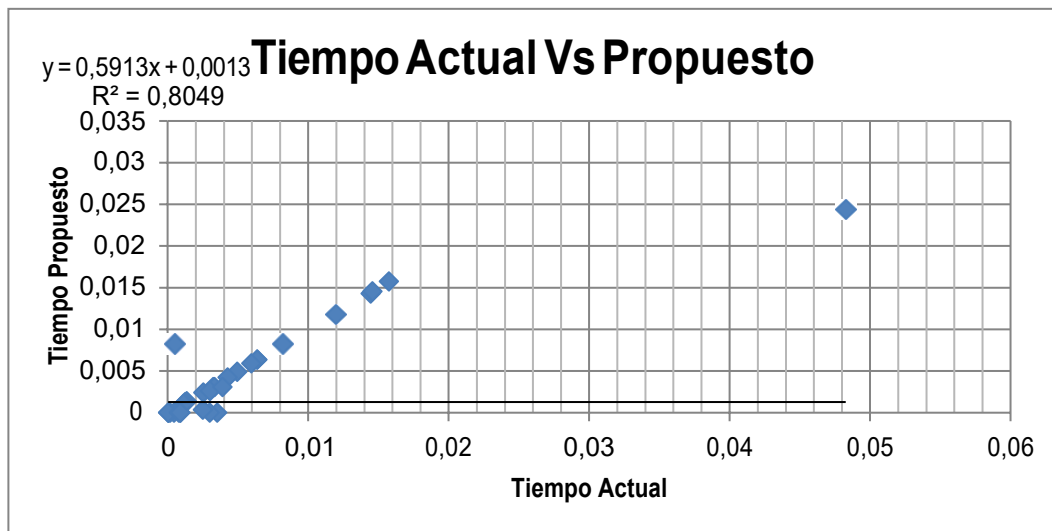
Tabla 5. Datos Procedimiento Termoformado

No	PROCESO	ACTUAL	PROPUESTO	X * Y	
		T. Estandar	T.Estandar		
		X	Y		
1	MEZCLAR POLIESTIRENO PARA FORMAR LAMINA EN MEZCLADOR	0.004937	0.004937	2.44E-05	2.4374E-05
2	CALENTAR EXTRUSORA PARA FORMAR LAMINA	0.001349	0.001349	1.82E-06	1.8198E-06
3	ALISTAR MAQUINA EXTRUSORA PARA FORMAR LAMINA	0.001363	0.001363	1.86E-06	1.85777E-06
4	FORMAR LAMINA EN EXTRUSORA	0.0063889	0.0063889	4.08E-05	4.0818E-05
5	TRANSPORTAR RETAL DE LA LAMINA EN LA EXTRUSORA AL MOLINO	0.008215	0.008215	6.75E-05	6.74862E-05
6	ALMACENAR LAMINAS EN EXTRUER	0.006388	0.006388	4.08E-05	4.08065E-05
7	TRANSPORTAR LAMINAS FORMADAS DE EXTRUER A TERMOFORMADORA	0.00053	0.008215	4.35E-06	2.809E-07
8	CALENTAR TERMOFORMADORA PARA FORMAR BANDEJA DE DESCONGELACION	0.0012626	0.0012626	1.59E-06	1.59416E-06
9	FORMAR BANDEJA DE DESCONGELACION EN TERMOFORMADORA	0.048259	0.0244	1.18E-03	0.002328931
10	TRANSPORTAR BANDEJA DE DESCONGELACION TERMOFORMADA A CUARTO DE CORTE	0.003531	0	0.00E+00	1.2468E-05
11	SEPARAR BANDEJA DE DESCONGELACION TERMOFORMADA EN SIERRA SINFIN	0.002984	0	0.00E+00	8.90426E-06
12	TRANSPORTAR RETAL DE 1 CORTE EN SIERRA SINFIN A MOLINO PARA REPROCESAR MATERIAL	0.000075	0	0.00E+00	5.625E-09
13	MARCAR BANDEJA DE DESCONGELACION PARA CORTE EN SIERRA SINFIN	0.00113155	0.001094	1.24E-06	1.28041E-06
14	CORTAR LATERAL DE BANDEJA DE DESCONGELACION EN SIERRA SINFIN	0.00426	0.0042308	1.80E-05	1.81476E-05
15	TRANSPORTAR RETAL DE 2 CORTE EN SIERRA SINFIN A MOLINO PARA REPROCESAR MATERIAL	0.000053	0	0.00E+00	2.809E-09
16	CORTAR FRENTE DE BANDEJA DE DESCONGELACION EN SIERRA CIZALLA	0.002525	0.0024423	6.17E-06	6.37563E-06
17	TRANSPORTAR RETAL CORTE EN CIZALLA A MOLINO PARA REPROCESAR MATERIAL	0.000461	0	0.00E+00	2.12521E-07
18	CORTAR BORDES EN SIERRA TROMPO	0.0032255	0.0030773	9.93E-06	1.04039E-05
19	TRANSPORTAR RETAL CORTE EN TROMPO A MOLINO PARA REPROCESAR MATERIAL	0.000183	0	0.00E+00	3.3489E-08
20	PULIR EN ESMERIL BANDEJA DE DESCONGELACION	0.0033163	0.0030773	1.02E-05	1.09978E-05
21	PULIR EN BANDA PULIDORA BANDEJA DE DESCONGELACION	0.01199	0.01177	1.41E-04	0.00014376
22	PULIR MANUALMENTE BANDEJA DE DESCONGELACION	0.014449	0.01428	2.06E-04	0.000208774
23	TROQUELADORA	0.0009181	0	0.00E+00	8.42908E-07
24	TROQUELAR OCHO AGUJEROS DE BANDEJA DE DESCONGELACION	0.003012	0.00264	7.95E-06	9.07214E-06
25	TRANSPORTAR RETAL DE TROQUELADORA A MOLINO PARA REPROCESAR MATERIAL	0.000027	0	0.00E+00	7.29E-10
26	TRANSPORTAR BANDEJA DE DESCONGELACION DE TROQUELADORA A SUBENSAMBLE DE BANDEJA	0.0008	0	0.00E+00	0.00000064
27	ARMAR BANDEJA DE DESCONGELACION CON DOBLEFONDO, FIBRA DE VIDRIO Y APLICAR CLORURO	0.01575	0.015758	2.48E-04	0.000248063
28	TRANSPORTAR BANDEJA DE DESCONGELACION DE SUBENSAMBLE A REFRIGERACION PARA SCREEN	0.0009	0	0.00E+00	0.00000081
29	LIMPIAR BANDEJA DE DESCONGELACION CON ALCOHOL	0.01457	0.014579	2.12E-04	0.000212285
30	APLICAR SCREEN BANDEJA DE DESCONGELACION	0.00594	0.005943	3.53E-05	3.52836E-05
31	TRANSPORTAR BANDEJA DE DESCONGELACION S A LINEA DE ENSAMBLE	0.0025	0.000339	8.48E-07	0.00000625
32	MOLER RETAL DE BANDEJA DE DESCONGELACION Y REPROCESAR	0.003894	0.00309	1.20E-05	1.51632E-05
	SUMA	0.17518795	0.1448392	0.00227038	0.030690818
	PROMEDIO	0.00547	0.00453		

En la Tabla 6. Al realizar la diagnostico del análisis de regresión en SPSS se puede determinar la media y desviación típica de cada rango de datos en el proceso de termoformado.

Tabla 6. Estadísticos Descriptivos SPSS

Estadísticos descriptivos			
	Media	Desviación típica	N
ACTUAL	,0054746	,00897785	32
PROPUESTO	,004526	,0059169	32



Estimar los coeficientes del modelo

Se debe minimizar los errores mediante las propiedades del valor esperado, dada la siguiente ecuación se pretende estimar el valor para la población:

Se sustituye la variable pronosticada en la siguiente ecuación:

$$\sum_{i=1}^n (e_i)^2 = \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - Y_i)^2 = \sum_{i=1}^n [(\beta_0 + \beta_1 X_i) - Y_i]^2 = \sum_{i=1}^n [\beta_0 - \beta_0 - \beta_1 X_i + Y_i]^2$$

Se debe minimizar los parámetros de la suma, se deriva:

$$S(\beta_0, \beta_1) = \sum_{i=1}^n [y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i]^2$$

Se deriva con respecto a β_0 :

$$\frac{\partial S(\beta_0, \beta_1)}{\partial \beta_0} = \frac{\partial}{\partial \beta_0} \left[\sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i)^2 \right] = \sum_{i=1}^n 2(y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i)(-1)$$

Al derivar parcialmente quedaría:

$$\frac{\partial S(\beta_0, \beta_1)}{\partial \beta_0} = \sum_{i=1}^n 2(y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i)(-1) = 0$$

Se debe obtener el mínimo e igualar a cero y simplificando se obtiene:

$$\sum_{i=1}^n 2[y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i] = 0$$

Se pasa el -2 dividiendo, se obtiene:

$$\sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i) = \sum_{i=1}^n y_i - \sum_{i=1}^n \beta_0 - \sum_{i=1}^n \beta_1 x_i = 0$$

$$\sum_{i=1}^n y_i - \sum_{i=1}^n \beta_0 - \sum_{i=1}^n \beta_1 x_i - \beta_1 \sum_{i=1}^n x_i = 0$$

Se formula la ecuación normal:

$$\sum_{i=1}^n y_i - n\beta_0 - \beta_1 \sum_{i=1}^n x_i = 0$$

Se despeja β_0 y se deja en términos de β_1 :

$$-n\beta_0 - \beta_1 \sum_{i=1}^n x_i = -\sum_{i=1}^n y_i$$

Se cambian los negativos

$$N\beta_0 + \beta_1 \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n y_i$$

Se despeja β_0

$$N\beta_0 = \sum_{i=1}^n y_i - \beta_1 \sum_{i=1}^n x_i$$

Página | 36

$$\beta_0 = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{y} - \beta_1 \sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{y} - \beta_1 \sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Al simplificar la formula se obtiene:

$$\beta_0 = \bar{y} - \beta_1 \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\beta_0 = \bar{y} - \beta_1 \bar{x}$$

Así mismo se obtiene una segunda ecuación

$$\sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i)^2 = 0$$

Para resolver β_0 así como β_1 se obtiene la siguiente ecuación:

$$\beta_0 = b_0 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \sum_{i=1}^n x_i^2 - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i x_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}$$

$$b_0 = \bar{y} - b_1 \bar{x} =$$

$$\frac{0.1448392}{32} - 0.0496929 * \frac{0.175188}{32}$$

$$b_0 = 1.361 = \beta_0$$

Y para β_1 :

$$\beta_1 = b_1 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2} = \frac{\square\square\square\square}{\square\square\square\square}$$

Para los tiempos de termoformado se obtiene:

$$b_1 = \frac{0.022704 - \frac{(0.175188)(0.1448392)}{32}}{(0.175188)^2 - \frac{0.30690818}{32}}$$

$$b_1 = \frac{0.0014774}{0.0297317} = -0.001 = \beta_1$$

Así mismo, para encontrar los estimadores puntuales de las betas, se minimizan los errores mediante las propiedades del valor esperado, definiendo el error:

En la siguiente ecuación se coloca el dato real menos el dato pronosticado

Ecuación 6: $Y_i - \bar{y}_i = \varepsilon_i$

$$1.363828 - 1.3664844 = 0.0026564$$

En donde por definición el dato real y pronosticado se obtiene con las siguientes ecuaciones:

Ecuación 7: $Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon_i$

$$Y = 1.361 + (-0.001 * 0.1718795) + 0.0026564$$

$$Y = 1.363828$$

Ecuación 8: $\bar{y} = \beta_0 + \beta_1 X$

$$\bar{y} = 1.361 + (-0.001 * 0.1718795)$$

$$\bar{y} = 1.3664844$$

Tabla 7. Resumen del modelo de Regresión Lineal SPSS

Nos proporciona información acerca de la bondad de ajuste del modelo:

Resumen del modelo ^b										
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio					Durbin-Watson
					Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F	
1	,897 ^a	,805	,798	,0026564	,805	123,803	1	30	,000	1,679

a. Variables predictoras: (Constante), ANTES
 b. Variable dependiente: DESPUES

Fuente: Autor del proyecto

R es la raíz cuadrada positiva de R cuadrado

R Cuadrado Nos muestra el cambio en el estadístico R cuadrado que se produce al añadir o eliminar una variable independiente. Si el cambio en R cuadrado asociado a una variable es grande, significa que esa variable es un buen predictor de la variable dependiente.

$$\text{Ecuación 8: } R^2 = \frac{SC_{exp}}{SC_t} = \frac{\sum_{i=1}^N (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{\sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y})^2} = 0.805$$

Tabla 8. Coeficientes SPSS

		Coeficientes ^a						
		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.	Intervalo de confianza de 95,0% para B	
Modelo	B	Error tip.	Beta	Límite inferior			Límite superior	
1	(Constante)	-,001	,001		-,761	,452	-,003	,001
	PROPUESTO	1,361	,122	,897	11,127	,000	1,111	1,611

a. Variable dependiente: ACTUAL

Fuente: Autor del proyecto

4. Seguimiento de la Mejora a través de estudios de capacidad

De la información recolectada en el trabajo de campo (**ver Anexo 2. Datos de Métodos y Tiempos**) de cada operación se debe determinar el estándar por puesto de trabajo y maquinaria, se optimizo los tiempos de transportes ejecutados el material no conforme y las demoras del proceso. En resumen, se puede destacar que por cada unidad de 8 minutos que dura el proceso, en la tabla 6. Resumen de Análisis de Proceso, se aprecia el ahorro en tiempos. La operación propuesta requiere un tiempo estándar de 0.1381689h para que salga 8 piezas y un total de 23 operaciones por cada hora en el proceso ver **Figura 14.** Diagrama de Análisis del Proceso de Plásticos (Propuesto)

Tabla 10. Resumen de Análisis de Proceso

RESUMEN ANALISIS DEL PROCESO				
ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTA	AHORRO
Operación	O	0.14663225	0.1190026	0.02762965
Transporte	=►	0.0181931	0.0088037	0.0093894
Demora	D	0.0039746	0.0039746	0
Inspección	■			
Almacenamiento	▼	0.006388	0.006388	0
Distancia	(m)	1851	109.4	1741.6

Se miden las características de calidad del proceso, en el cual se dispone de programas de control de procesos, se analizan para tomar una decisión oportuna al eliminar la variabilidad del mismo, se plantea estudios de capacidad del proceso y esto se plantea con el estudio del gráfico de control por variables de Shewart para la media, en donde se controla el proceso por medio del tiempo estándar del proceso.

Para el proceso de plasticos termoformado se tomaron 3 muestras de todo el proceso en 10 días consecutivos y se obtuvo los siguientes datos:

Tabla 11. Tiempos para calculo Diagrama de Control Shewart para la media

DIAS	Tiempo Estandar 1	Tiempo Estandar 2	Tiempo Estandar 3	MEDIAS	CUASIDESV	C4	LCS	LC	LIC
DIA 1	0.1424929	0.1381689	0.1446219	0.141761233	0.003288131	0.886226925	0.152246773	0.1442303	0.13621382
DIA 2	0.1479069	0.1435829	0.1488884	0.146792733	0.002822784		0.152246773	0.1442303	0.13621382
DIA 3	0.1463445	0.1420205	0.1498673	0.146077433	0.003930211		0.152246773	0.1442303	0.13621382
DIA 4	0.1417781	0.1374541	0.1482311	0.142487767	0.005423435		0.152246773	0.1442303	0.13621382
DIA 5	0.1408694	0.1365454	0.1473224	0.141579067	0.005423435		0.152246773	0.1442303	0.13621382
DIA 6	0.1454564	0.1484344	0.1476632	0.147184667	0.001545596		0.152246773	0.1442303	0.13621382
DIA 7	0.1471698	0.1428458	0.1464339	0.145483167	0.002313475		0.152246773	0.1442303	0.13621382
DIA 8	0.1428697	0.1385457	0.1493227	0.143579367	0.005423435		0.152246773	0.1442303	0.13621382
DIA 9	0.1428689	0.1385449	0.1493219	0.143578567	0.005423435		0.152246773	0.1442303	0.13621382
DIA 10	0.1430693	0.1387453	0.1495223	0.143778967	0.005423435		0.152246773	0.1442303	0.13621382
				0.144230297	0.004101737				

Se puede observar que la presencia de control estadístico en el proceso, la media varia dentro de los límites de control, no se observa problemas de tendencias, ni de patrones entre los datos, ni de ciclos, ni de estratificación, ni de cambios bruscos en el proceso.

5. ESTUDIO ADMINISTRATIVO

5.1 MARCO INSTITUCIONAL INDUSEL S.A

Ubicada en la Autopista Sur No 70-51 en Bogotá D.C, Industria de Electrodomésticos S.A. - Indusel S.A., es una empresa líder en el sector de Gasodomésticos y Electrodomésticos, y recoge una tradición de empresas que se remontan a 1956, siempre atenta a las necesidades de sus clientes como lo expresa su política calidad acorde con las tendencias del mercado. Actualmente se encuentra certificado bajo la Norma ISO 9001, buscando la satisfacción de sus clientes, fomentando el trabajo en equipo y la mejora continua en sus procesos.

INDUSEL S.A., es uno de los mayores fabricantes de artefactos domésticos de la línea blanca y componentes e insumos en ellos utilizados, entre los cuales se destacan:

- Cocinas, hornos a gas y eléctricos
 - Refrigeradores
 - Dispensadores de agua
- Válvulas para cocinas y cilindros
 - Pintura en polvo y vidrio templado
- Además de la venta de Calentadores de paso gas.

En la actualidad los fabricantes de electrodomésticos locales están representados principalmente por 9 empresas, según la CENEG (Centro de altos estudios y negocios globales) ha realizado un estudio en Colombia en el año 2008, logrando determinar que las empresas comercializadoras como: Industrias Haceb S.A., Mabe Colombia S.A., Indusel S.A., Challenger S.A., GroupeSeb S.A., Industrial S.A., Incelt S.A., Sudelec S.A. y Superior S.A.,

generando aproximadamente 9.000 empleos directos y 200.000 indirectos, a su vez estas representa el 65% de las ventas en el sector. En línea Blanca (neveras, lavadoras, cocinas, entre otros) están las empresas Haceb, Mabe, Indusel, Sudelec, Superior, Challenger e Industrial, esta última especializada en refrigeración industrial.

MISIÓN: Contribuir al bienestar de sus clientes ofreciendo cada vez mejores productos (artefactos domésticos, componentes y servicios), obtenidos a través del trabajo en equipo que permita la utilización efectiva de los recursos humanos, técnicos y económicos disponibles, brindando el bienestar de los colaboradores y procurando a la vez el menor impacto posible al medio ambiente.

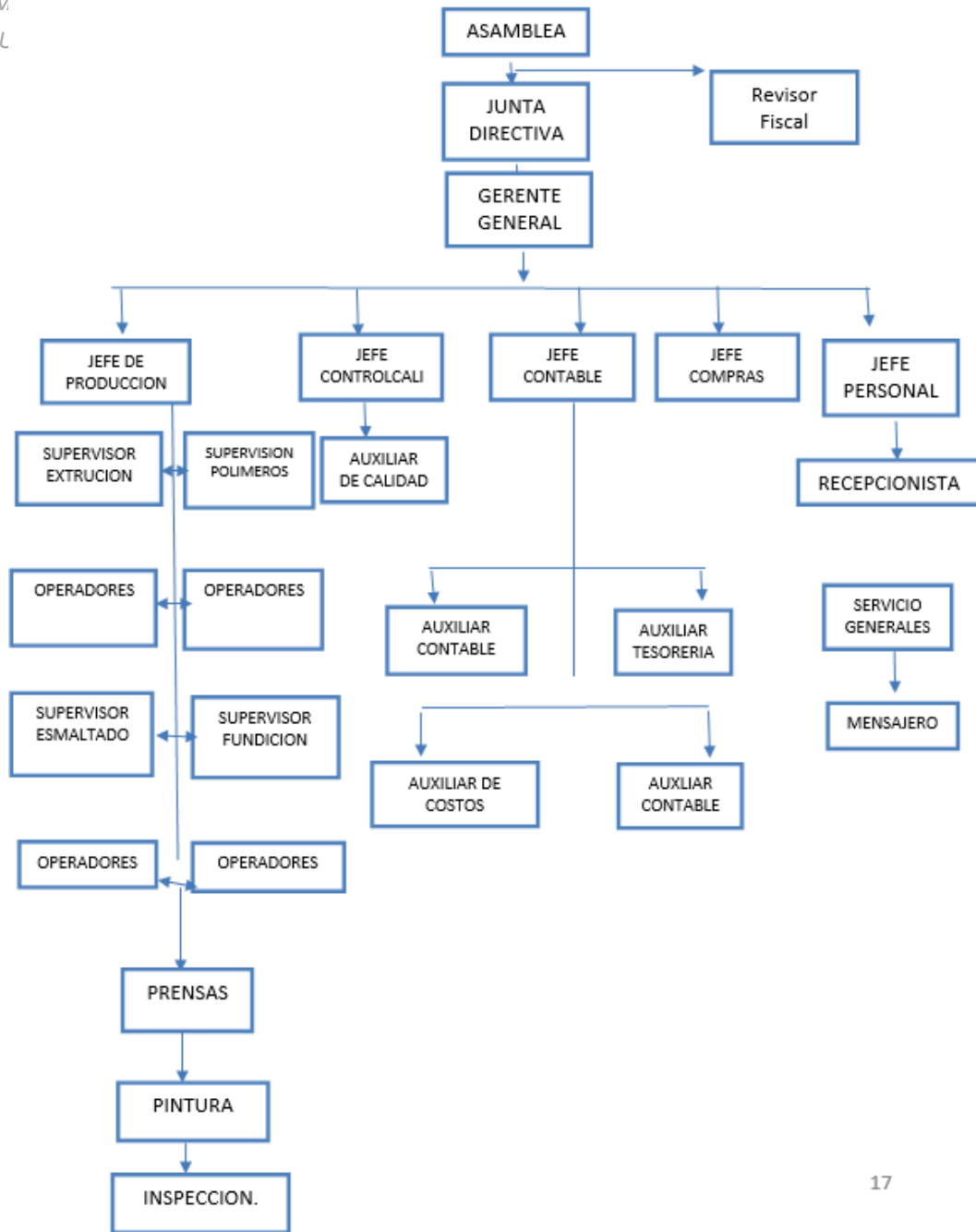
VISIÓN: Consolidarse como una destacada y reconocida empresa productora de artefactos domésticos y componentes, tanto por la calidad de sus productos, como por la excelencia de su gestión industrial.

POLITICA DE CALIDAD: Satisfacer a todos sus clientes suministrando productos y servicios que cumplan las características funcionales, estéticas, de seguridad y confiabilidad por ellos acordadas y esperadas, a precio justo, cumpliendo con las reglamentaciones técnicas y legales vigentes, brindar atención a sus clientes y proveedores forjando una cultura orientada hacia la calidad, mediante el trabajo en equipo y el mejoramiento continuo.

OBJETIVOS DE CALIDAD:

- Aumentar la satisfacción de las partes interesadas, es decir, persona o grupo que tenga un interés en el desempeño o éxito de la organización, como clientes, propietarios, colaboradores, proveedores.
- Formar y mejorar la competencia del personal
- Cumplir con las metas establecidas de los indicadores

Figura4. Organigrama



Fuente: Autor del Proyecto

MARCO LEGAL CERTIFICADOS DE ICONTEC EN PRODUCTOS:

- NTC- 2252 Seguridad de artefactos electrodomésticos y artefactos similares. Parte 2: requisitos particulares para refrigeradores, fabricantes de helado y fabricantes de hielo.
- NTC- 2078 Artefactos refrigeradores domésticos. Refrigeradores con o sin compartimiento de baja temperatura. Características y métodos de ensayo.
- NTC- 4097 Artefactos refrigeradores sin escarcha para uso doméstico. Refrigeradores, refrigeradores con compartimiento para congelar alimentos o almacenar alimentos congelados y congeladores de alimentos que utilizan circulación de aire forzado. Características y métodos de ensayo.
- Resolución 1023 del 25 de mayo de 2004 del Ministerio de Comercio Industria y Turismo. "Por la cual se expide el Reglamento para gasodomésticos que funcionan con combustibles gaseosos, que se fabriquen o importen para ser utilizados en Colombia.
- Resolución 0859 del 25 de abril de 2006 del Ministerio de Minas y Energía. "Por la cual se expide el reglamento técnico aplicable a los artefactos Refrigeradores, congeladores, combinación refrigeradores-congeladores para uso doméstico, tanto de fabricación nacional como importados, para su comercialización en Colombia.

5. ESTUDIO ECONÓMICO - FINANCIERO

Respecto a los costos de diseñar e implementar la metodología seis sigma se recolecto información dentro del área financiera de Indusel S.A. Por lo cual, en el aspecto económico la mayor fuente de generación de costos va a estar dada por la mano de obra y su materia prima durante el proceso de ejecución del proyecto. Para realizar la evaluación económica y financiera del proyecto, se parte del análisis básico anual en las siguientes tablas:

- Tabla 6. Costos de fabricación

Costos (Mensuales)	Total
Materia Prima	\$ 2.000.000,00
Costos de servicios públicos	\$ 1.000.000,00
Mano de obra	\$ 3.700.000,00
Costos indirectos	\$ 1.000.000,00
Mantenimiento	\$ 1.000.000,00
Transporte	\$ 100.000,00
Total	\$ 8.800.000,00

Fuente: Autor del proyecto

De allí que los recursos para la identificación y realización de los puntos propuestos no requiere un apalancamiento financiero robusto, sino que depende en mayor medida de los conocimientos aplicados por quienes ejecutan el proyecto, estos recursos pueden financiarse mediante un préstamo a la compañía que se vería justificado tras la implementación de la investigación (en caso de ser adoptada por la empresa). Dado que se trata de la prestación de un servicio en el cual el alcance del proyecto, tamaño de la empresa y cantidad de datos son influyentes, el costo y precio del estudio de procesos varía con cada organización, para el caso particular los costos son descritos en las tablas de recolección de datos y propuesta de mejora.

Los costos de un proyecto están relacionados con el alcance del mismo, por esta razón para estimar el costo de la prestación del servicio para el análisis de procesos productivos se establecen los factores que intervienen en todo proyecto como la mano de obra, transportes, auditorias, documentación, etc. Estos valores serán tomados en cuenta de forma individual para cada proyecto y dependiendo de temas como el tamaño de la compañía la trascendencia de la información y el tiempo de ejecución puede darse un valor estimado de los costos del proyecto. Para el caso de estudio del proceso de Ascintec este valor es de \$ 5.370.400, debe tenerse en cuenta que esto es una estimación del costo del estudio pero no se han identificado a profundidad los costos indirectos y el margen de utilidad, por lo cual el precio de ofrecimiento del servicio puede variar en relación a este.

- Tabla 7. Costos de Inversión

Inversión Inicial	Total
Reestructuración de la planta	\$ 40.000.000,00
Adecuación y montaje de equipos	\$ 30.000.000,00
Capacitación	\$ 10.000.000,00
Total	\$ 80.000.000,00

Fuente: Autor del proyecto

Se realiza un análisis a 10 años en la reducción de costos con la metodología seis sigma y financiamiento del proyecto.

- Tabla 8. Ingresos e Inversión a 10 años

Ingresos (1 a 10 años)	Valor	Unidad
Reducción de costos (primer año)	\$70.000.000	COP
Financiamiento del proyecto	\$40.000.000	COP
Total	\$110.000.000	COP

Inversión	Valor	Unidad
Inversión Total	\$80.000.000	COP

Costos (primer año)	Valor	Unidad
Total (CIF & CV)	\$105.600.000	COP

Ahorro con Implementacion Seis Sigma	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Reduccion de costos (Con crecimiento del 4% por año)	\$ 110.000.000,00	\$ 114.400.000,00	\$ 118.976.000,00	\$ 123.735.040,00	\$ 128.684.441,60

Ahorro con Implementacion Seis Sigma	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Reduccion de costos (Con crecimiento del 4% por año)	\$ 133.831.819,26	\$ 139.185.092,03	\$ 144.752.495,72	\$ 150.542.595,54	\$ 156.564.299,37

Costos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Costos totales (con crecimiento 2%)	\$105.600.000	\$ 107.712.000,00	\$ 109.866.240,00	\$ 112.063.564,80	\$ 114.304.836,10

Costos	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Costos totales (con crecimiento 2%)	\$ 116.590.932,82	\$ 118.922.751,47	\$ 121.301.206,50	\$ 123.727.230,63	\$ 126.201.775,25

Fuente: Autor del proyecto

Tabla 9. Flujo de Fondos

	PROYECTO INDUSEL (
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
+ INGRESOS DE OPERACIÓN// AHORRO												
+ INGRESOS FINANCIEROS												
- COSTOS DE OPERACIÓN		\$105.600.000	\$107.712.000	\$109.866.240	\$112.063.565	\$114.304.836	\$116.590.933	\$118.922.751	\$121.301.207	\$123.727.231	\$126.201.775	
- INTERESES SOBRE CRÉDITOS RECIBIDOS POR EL PROYECTO												
- DEPRECIACIÓN												
GANANCIAS NETAS GRAVABLES	0	-105.600.000	-107.712.000	-109.866.240	-112.063.565	-114.304.836	-116.590.933	-118.922.751	-121.301.207	-123.727.231	-126.201.775	
- IMPUESTOS DIRECTOS												
+ VALORES DE SALVAMENTO GRAVABLES (POR VENTA DE ACTIVOS)												
- IMPUESTO A LA UTILIDAD POR VENTA DE ACTIVOS												
+ INGRESOS NO GRAVABLES // AHORRO ENERGETICO		\$ 110.000.000,00	\$ 114.400.000,00	\$ 118.976.000,00	\$ 123.735.040,00	\$ 128.684.441,60	\$ 133.831.819,26	\$ 139.185.092,03	\$ 144.752.495,72	\$ 150.542.595,54	\$ 156.564.299,37	
- COSTOS DE OPERACIÓN NO DEDUCIBLES												
+ VALOR EN LIBROS DE ACTIVOS VENDIDOS (INGRESO NO GRAVABLE)												
GANANCIAS NETAS		\$4.400.000	\$6.688.000	\$9.109.760	\$11.671.475	\$14.379.606	\$17.240.886	\$20.262.341	\$23.451.289	\$26.815.365	\$30.362.524	
+ DEPRECIACIÓN												
+ VALOR DE SALVAMENTO (ACTIVOS NO VENDIDOS)												
- INVERSIONES FINANCIERAS												
- COSTOS DE INVERSIÓN	\$ 80.000.000											
+ INGRESOS POR EMISIONES DE BONOS O ACCIONES DEL PROYECTO												
- DIVIDENDOS PAGADOS												
+ CRÉDITOS RECIBIDOS												
- AMORTIZACIONES DE CRÉDITOS Y PRÉSTAMOS												
FLUJO DE FONDOS NETO	\$ (80.000.000)	\$ 4.400.000,00	\$ 6.688.000,00	\$ 9.109.760,00	\$ 11.671.475,20	\$ 14.379.605,50	\$ 17.240.886,45	\$ 20.262.340,56	\$ 23.451.289,21	\$ 26.815.364,91	\$ 30.362.524,12	

Fuente: Autor del proyecto

Tabla 9. VPN y TIR

VPN 2%	VPN 5%	VPN 10%	VPN 12%	VPN 15%
\$ 63.443.236	\$ 38.058.608	\$ 7.420.363	\$ -1.861.025	\$ -13.439.505
TIR	TIR	TIR	TIR	TIR
12%	12%	12%	12%	12%

Fuente: Autor del proyecto

Para el análisis de esta implementación de la metodología seis sigma, la tasa interna de retorno es un indicador de rentabilidad el cual representa la tasa de descuento que dará el proyecto de inversión, es decir, el porcentaje de beneficio o pérdida que evalúa este.

Para este proyecto con el método de inversión propuesto, se estima una TIR del 12%, este resultado indica que el proyecto tiene una rentabilidad atractiva al ejercer una comparación con tasas bancarias que ofrecen menos de un 10% de rentabilidad. Este indicador es de gran utilidad en el momento de comparar con otras opciones de inversión.

El valor presente neto es la diferencia equivalente, en dinero de hoy, de lo que se gana más (o se dejó de ganar), con respecto a la inversión de ese dinero a una tasa de interés determinada. El valor del VPN es positivo indica que el proyecto a una tasa de descuento determinada, se encuentra por encima de la que daría una entidad bancaria.

6. CONCLUSIONES

La implementación de la metodología seis sigma en proceso productivo de plásticos termo formado en la empresa Indusel S.A permite obtener productos de calidad, esencial para satisfacer las necesidades y requerimientos de las demás áreas que intervienen en esta, permite a la alta dirección tomar decisiones correctas que generen un impacto positivo sobre la rentabilidad de la empresa y así conseguir una organización más sólida y competitiva como el entorno actual lo requiere.

La metodología seis sigma ayuda a los ingenieros de calidad y producción, lograr presupuestar convenientemente los costos de mano de obra directa, calcular acertadamente la capacidad de sus procesos, planear correctamente la producción y mejorar la eficiencia de los procesos, aspectos que hoy en día se realizan en la empresa con base a supuestos.

El diseño de planta es eficaz para lograr presupuestar convenientemente los costos de mano de obra directa, calcular acertadamente la capacidad de sus procesos, planear correctamente la producción y mejorar la eficiencia de los procesos, aspectos que hoy en día se realizan en la empresa con base a supuestos.

A partir de los resultados de la investigación se pueden presentar que los inconvenientes con la calidad se reflejan en las demás secciones donde se repiten o se ejecutan operaciones adicionales al proceso

7. RECOMENDACIONES

En la empresa Indusel se debe analizar las opciones que tiene para modernizar su maquinaria, equipos, procesos y gestión. Modernizarse no solo implica adquirir tecnología, también es una forma de pensar y proyectar su empresa hacia el futuro. Por medio de la modernización Indusel puede aumentar su capacidad de adaptación al cambio y de mantenerse vigente, a través del tiempo.

El capital humano de Indusel es el recurso más importante, por esto es clave que los empleados se capaciten constantemente y adquieran nuevos conocimientos que les permitan seguir desarrollando habilidades para realizar eficaz y eficientemente las tareas que les corresponden. Capacitar a los empleados ayudará a tener un buen nivel de motivación, productividad, integración y compromiso. Existen diferentes opciones de actualización y capacitación que le permitirán tanto a los directivos como a sus empleados desarrollar mejor sus habilidades y competencias, en pro de aumentar la productividad de su negocio.

8. REFERENCIAS

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION.
Tesis y otros trabajos de grado. Bogotá: ICONTEC, 2002. 90 p. (NTC 1486).

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION.
Referencias Bibliográficas. Contenido, Forma y estructura. Bogotá:
ICONTEC, 2008. 38 p. (NTC 5613).

NIEBEL, Benjamín. Ingeniería Industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo. 11 ed., México: Alfa omega. 720p. + 1 CD-ROOM.

Ishikawa, K. (2007). *Introducción al control de calidad*. España: Ediciones Díaz de Santos. Pág. (Bertrand, 2008). 163- 264

Tipos de empresa; fundamentos. Publicado en Septiembre de 1997. Pág. 10
Hansen, B. L. (2008). *Control de calidad: teoría y aplicaciones*. España: ediciones Díaz de Santos. Pág. 81 - 194

IMAI, Masaaki. Como Implementar el Kaizen en el sitio de Trabajo. Impreso en Colombia. Mac Graw Hill. Pág. 304

ESCALANTE VAZQUEZ, Edgardo J. Seis Sigma: Metodología y Técnicas. México D.F. Limusa Noriega Editores. Pág. 432

Herrera Acosta, Roberto José, and Fontalvo Herrera, Tomás José. Seis Sigma: un enfoque práctico. Colombia: Corporación para la gestión del conocimiento ASD 2000, 2011. ProQuestebruary. Web. 1 March 2015.

KRAJEWSSKI, Lee. Administración de Operaciones: Procesos y cadenas de valor. México D.F. Editorial Pearson educación. Pág. 151.

PEREZ MARQUEZ, María. Metodología Seis Sigma a través de Excel. México D.F. Alfa omega Grupo Editor, S.A. Pág. 372.

Herrera Acosta, Roberto José, and Fontalvo Herrera, Tomás José. Seis Sigma: un enfoque práctico. Colombia: Corporación para la gestión del conocimiento ASD 2000, 2011. ProQuestebary. Web. 1 March 2015.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION.
Normas Fundamentales Sobre Gestión de la Calidad y Documentos de Orientación Para su Aplicación. Bogotá: ICONTEC, 2012. 35 p. (NTC-ISO 9001- ISO-IEC 17025 – ISO 14001 – OHSAS-18001).

KALPAKJIAN, SEROPE. (2002). MANUFACTURA, INGENIERIA Y TECNOLOGÍA .Pearson Educación MEXICO.
Pág. 1176

MASON S.E,” Science Direct: El uso de metodologías Lean y Six Sigma en la cirugía : una revisión sistemática”. Internet

file:///C:/Users/yenny%20muriel/Downloads/1-s2.0-S1479666X14001024-main%20(1).pdf

YADI Youssouf et al. / Physics Procedia 55 (2018) 512 – 518.” Science Direct: Contribución a la optimización de la estrategia de mantenimiento de Lean Six Sigma”. Internet;


file:///C:/Users/yenny%20muriel/Downloads/1-s2.0-S1875389214001461-main%20(1).pdf

ANEXOS

1. Transportes de Adicionales en el proceso de Termoformado

Transportes Retal de Operación Corte a Molino de la Bandeja de Descongelacion									
Volumen del tanque donde se empaca retal		351.125 cm 3							
Capacidad del tanque donde se empaca retal		126000 g							
Descripción	Volumen Retal cm 3	Peso Retal g	Capacidad g	Tiempo Transporte	Promedio	Tiempo Normal	TN(Promedio)	T. Estandar	Piezas/Hora
Retal Corte Lamina en Extrusora	29100	171	2	60	29.08	26.17	29.57	0.008215	122
Retal Corte 1 en Sierra Sirfín	126.6	407	1129	300	0.27	0.24	0.27	0.000075	13319
Retal Corte 2 en Sierra Sirfín	38	173	1599	300	0.19	0.17	0.19	0.000053	18862
Retal Corte 3 en Cizalla	21	11	184	300	1.63	1.47	1.66	0.000461	2170
Retal Corte 4 en Trompo	15.9	21	464	300	0.65	0.58	0.52	0.000146	6870
Retal troqueladora	50	2500	300	0.12	0.11	0.10	0.000027	37037	
Totales	29351.5	3283	3377	1260	31.81	28.63	32.22	0.008949	41343

2. Diagrama Hombre-Maquina

 DIAGRAMA HOMBRE - MAQUINA				
Operar termoformar y Separar en Sierra Bandeja de Dscongelador				
Descripción	Tiempo	Maquina Lado 1	Operario	Maquina Lado 2
Ubicar Lamina en lado 1	20		19	
Ubicar Lamina en lado 2	40		11	
Separar bandeja en sierra	60	127	60	TIEMPO MUERTO
	80			
	100			
Termoformar en lado 1	120	68	TIEMPO MUERTO	127
	140			
	160			
Enfriar Lado 1	180			
Termoformar en lado 2	200	127	7	88
	220			
	240			
Almacenar en lado 1	260			
Ubicar Lamina en lado 1	280	TIEMPO MUERTO	19	TIEMPO MUERTO
	300			
	320			
Termoformar en lado 1	340	60	60	88
	360			
	380			
Enfriar Lado 2	400	127	7	TIEMPO MUERTO
	420			
	440			
Almacenar en lado 2	460	68	TIEMPO MUERTO	127
	480			
	500			
Termoformar en lado 2	520	TIEMPO MUERTO	7	TIEMPO MUERTO
	540			
	560			
Enfriar Lado 2	580	60	60	88
	600			
	620			
Almacenar en lado 2	640	7	7	TIEMPO MUERTO
	660			
	680			
Separar bandeja en sierra	660	60	60	TIEMPO MUERTO
	680			

3. Maquinaria y puestos de trabajo en la sección de Plásticos

DESCRIPCION	IMAGEN	DIMENSIONES
<p>MEZCLAR POLIESTIRENO PARA FORMAR LAMINA EN MEZCLADOR</p>		<p>ANCHO : 90 LARGO: 50 ALTO: 130</p>
<p>FORMAR LAMINA EN EXTRUSORA</p>		<p>ANCHO : 180 LARGO: 750 ALTO: 250</p>
<p>FORMAR BANDEJA DE DESCONGELACIÓN EN TERMOFORMADORA</p>		<p>ANCHO : 350 LARGO: 300 ALTO: 330</p>
<p>SEPARAR BANDEJA DE DESCONGELACION TERMOFORMADA EN SIERRA SINFIN</p>		<p>ANCHO : 60 LARGO: 130 ALTO: 170</p>

TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD MONOGRAFÍA. PROPUESTA DE IMPLEMENTACION DE LA METODOLOGIA SEIS SIGMA EN LOS PROCESOS DE TERMOFORMADO DE LA EMPRESA INDUSEL S.A


<p>CORTAR BORDE DE BANDEJA DE DESCONGELACION EN CIZALLA</p>		<p>ANCHO : 240 LARGO: 306 ALTO: 138</p>
<p>CORTAR BORDES EN SIERRA TROMPO</p>		<p>ANCHO : 84 LARGO: 106 ALTO: 137</p>
<p>PULIR EN ESMERIL BANDEJA DE DESCONGELACION</p>		<p>ANCHO : 50 LARGO: 70 ALTO: 80</p>
<p>PULIR EN BANDA PULIDORA BANDEJA DE DESCONGELACION</p>		<p>ANCHO : 60 LARGO: 1000 ALTO: 70</p>

TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD MONOGRAFÍA. PROPUESTA DE IMPLEMENTACION DE LA METODOLOGIA SEIS SIGMA EN LOS PROCESOS DE TERMOFORMADO DE LA EMPRESA INDUSEL S.A

<p>PULIR MANUALMENTE BANDEJA DE DESCONGELACION</p>		<p>ANCHO : 50 LARGO: 50 ALTO: 230</p>
<p>TROQUELAR OCHO AGUJEROS EN BANDEJA DE DESCONGELACION</p>		<p>ANCHO : 80 LARGO: 70 ALTO: 210</p>
<p>MESA ARMAR BANDEJA DE DESCONGELACION CON DOBLEFONDO, FIBRA DE VIDRIO Y APLICAR CLORURO</p>		<p>ANCHO : 60 LARGO: 189 ALTO: 80</p>
<p>MESA LIMPIAR BANDEJA DE DESCONGELACION CON ALCOHOL</p>		<p>ANCHO : 70 LARGO: 200 ALTO: 80</p>

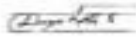
<p>MÓLDE APLICAR SCREEN BANDEJA DE DESCONGELACION</p>		<p>ANCHO : 65 LARGO: 90 ALTO: 50</p>
<p>CARRO ALMACENAJE FINAL</p>		<p>ANCHO : 55 LARGO: 126 ALTO: 139</p>

.4. Ficha Técnica Bandeja de Descongelación

	<p>FICHA TECNICA BANDEJA DE DESCONGELACION</p>	<p>FECHA: 8 de Mayo de 2018 CODIGO: P-08 VERSION: 01 Página 07 de 8</p>
--	--	---



PRODUCTO	BANDEJA DE DESCONGELACION	
Dimensiones	Ancho	40cm
	Alto	5cm
	Largo	20cm
Modelo	RSD	
Material	Poliuretano	
Funcionalidad	Ubicada en la parte superior de la nevera, en ella se ubican los productos para congelar.	
Compleja	La limpieza se lleva a cabo con agua y alcohol. Es un proceso muy rudimentario.	
Módulo	Con módulos estándares para el corte la pieza, se verifica al final del proceso.	
Espesor del soporte:	Lamina de 50 mm	
Capacidad	Carga Máxima	500 kg

<p>Elaboró: Henry Manuel Fecha: 08 de Mayo de 2018</p>	<p>Revisó: Cargó:  Nombre: Fecha:</p>	<p>Aprobó: Cargó: Nombre: Fecha:</p>
--	--	--