



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE CIENCIAS Y SISTEMAS

Tesina para Optar al Título de
Ingeniero de Sistemas

TEMA:

Propuesta de Mejora en el Proceso de Elaboración de Tubería RIB-LOC para el departamento de Producción de la empresa “Durman Esquivel S.A” ubicada en Managua, en la Pista el Mayoreo 100 mts. al Sur.

Autores:

- Br. María Guissell Pérez Gutiérrez Carnet No. 2001-10951
- Br. Inés Isabel López Hernández Carnet No. 2001-10957
- Br. Mario José Zúniga Sandino Carnet No. 2001-10628

Tutor:

Mba. Mario José Caldera Alfaro

Managua, Mayo 2017



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE CIENCIAS Y SISTEMAS
DECANATURA

Managua, 12 de Mayo de 2009.

Bra. Inés Isabel López Hernández
Bra. María Guissell Pérez Gutiérrez
Br. Mario José Zúniga Sandino
Sus manos

Muy apreciables Brs.:

Por medio de la presente se les comunica que el tema de tesina titulado: "PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE TUBERÍA RIB - LOC PARA EL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA "DURMAN ESQUIVEL S.A."; cumple con los requisitos y normativas establecidos para la evaluación de los cursos de graduación, como forma de culminación de estudios por lo que queda oficialmente aprobado.

Atentamente.


Lic. Carlos Sánchez Hernández
Decano



Cc: Ing. Patricia Lacayo Cruz
Archivo 2009

Gestor I+D

DEDICATORIA

A **DIOS** creador del universo y dueño de mi vida que pone en mí el querer y el poder de continuar adelante.

A mi **PADRE**, Marvin Antonio Zúniga Morales por el apoyo moral e incondicional que me brindó a lo largo de la carrera.

A mi **ESPOSA** Inés López Hernández por permitirme soñar y creer que junto a ella todas nuestras metas son posibles.

Mario Zúniga

A **DIOS** por permitirme llegar hasta donde he llegado, por protegerme y darme la fortaleza necesaria para aprender de mis errores.

A mi **MADRE** y a mi **HIJA**, ya que juntas son el motor y fuerza que me impulsa a funcionar y ser cada día mejor.

Maria Guissell Pérez

A **DIOS** por acompañarme siempre demostrándome su amor e infinita misericordia cada día a pesar de mis errores.

A mi **MADRE** y a mi **PADRE** por ayudarme a salir adelante a pesar de las limitaciones.

A mi **ESPOSO E HIJOS** por acompañarme en la aventura de descubrir nuevos horizontes, renovándonos cada día.

Inés Isabel López Hernández

AGRADECIMIENTO

A **DIOS** por habernos permitido cumplir nuestras metas y Bendecir nuestros caminos cada día.

A Claudia Gutiérrez porque gracias a su apoyo y consejo he llegado a realizar una de mis más grandes metas. La cual constituye la herencia más valiosa que pudiera recibir.

A Marvin Antonio Zúniga Morales. Muchísimas gracias por confiar en mí, por brindarme la oportunidad de demostrarte que soy un digno hijo tuyo.

A Juan Pablo López Silva quien me enseñó que un 93 es mala nota cuando eres capaz de obtener un 100, te amo papá por siempre.

A **TIOS** y **ABUELOS** por el apoyo brindado a través de mis estudios y con la promesa de seguir siempre adelante.

A nuestro **TUTOR** Ing. Mario Caldera Alfaro, por brindarnos su tiempo, apoyo y colaboración para hacer de nosotros personas útiles a la sociedad y mejores ciudadanos para un buen futuro. Más que un docente un amigo y un guía.

Al Lic. Juan Agustín Vega, Gerente General de la empresa "Durman, S.A." y a los trabajadores de esta empresa en general por facilitarnos la información y su valioso tiempo.

María Guissell Pérez Gutiérrez

Inés Isabel López Hernández

Mario José Zúniga Sandino

INDICE

1. INDICE.....	pág. <i>i</i>
2. INDICE DE TABLAS.....	pág. <i>iii</i>
3. INDICE DE GRÁFICOS.....	pág. <i>Iv</i>
4. RESUMEN.....	pág. 1
5. INTRODUCCION.....	pág. 2
6. ANTECEDENTES.....	pág. 4
7. SITUACIÓN PROBLÉMICA.....	pág. 6
8. JUSTIFICACION.....	pág. 8
9. OBJETIVOS.....	pág. 9
10. CAPITULO UNO : DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA	pág. 10
10.1. DEFINICIÓN CONCEPTUAL.....	pág. 10
10.2. DESCRIPCION DEL NEGOCIO.....	pág. 19
10.3. ANÁLISIS DEL PRODUCTO.....	pág. 25
10.4. ANÁLISIS DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL TUBO.....	pág. 33
10.5. CAPACIDAD DEL PROCESO PRODUCCIÓN.....	pág. 43
10.6. ETAPA DE ANÁLISIS.....	pág. 45
10.7. RESUMEN DE LAS PRIMERAS ETAPAS DEL PROYECTO SEIS SIGMA.....	pág. 69
11. CAPITULO DOS : ETAPAS DE MEJORA Y CONTROL	pág. 71
11.1. ACCIONES DE MEJORA Y CONTROL.....	pág. 71
11.2. ACCIONES DE MEJORA Y CONTROL PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS PRUEBAS DE CALIDAD.....	pág. 72
11.3. ACCIONES DE MEJORA Y CONTROL PARA LA CORRECTA GESTION DE MATERIA PRIMA.....	pág. 79
11.4. ACCIONES DE MEJORA Y CONTROL PARA LA CORRECTA GESTION DE ÓRDENES DE TRABAJO.....	pág. 84

INDICE

12. CAPITULO TRES : PLAN OPERATIVO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS ACCIONES DE MEJORA	pág. 94
12.1. ANALISIS FODA	pág. 94
12.2. PLAN OPERATIVO.....	pág. 99
13. CONCLUSIONES.....	pág. 104
14. RECOMENDACIONES.....	pág. 105
15. BIBLIOGRAFIA.....	pág. 106
16. ANEXOS.....	pág. 107

INDICE DE TABLAS

1. Tabla No. 1 Muestreo de Diámetro de Tubos de 600mm.....	pág. 30
2. Tabla No. 2 Muestreo de Desperfectos.....	pág. 34
3. Tabla No. 3 Pesos en KG Carruchas.....	pág. 36
4. Tabla No. 4 Tipo de Perfil vrs. Diámetro del Tubo.....	pág. 39
5. Tabla No. 5 Fallos Según Operaciones.....	pág. 47
6. Tabla No. 6 Tabla de Consolidado de Fallos.....	pág. 48
7. Tabla No. 7 Mediciones de Variables.....	pág. 55
8. Tabla No. 8 Tablas de Pruebas según las Normas ASTM.....	pág. 56
9. Tabla No. 9 Movimientos entre Estaciones de Trabajo.....	pág. 64
10. Tabla No. 10 Distancia entre las Estaciones de Trabajo.....	pág. 65
11. Tabla No. 11 Nivel de Eficiencia de la Distribución de Planta.....	pág. 65
12. Tabla No. 12 Diagrama del Proceso de Flujo.....	pág. 67
13. Tabla No. 13 Modelo de las Pruebas de Calidad.....	pág. 78
14. Tabla No. 14 Modelo de Gestión de Materia Prima.....	pág. 83
15. Tabla No. 15 Modelo de Gestión de Órdenes de Trabajo.....	pág. 91
16. Tabla No. 16 Matriz de Evaluación de Factores Internos.....	pág. 97
17. Tabla No. 17 Matriz de Evaluación de Factores Externos.....	pág. 98

INDICE DE FIGURAS

1. Figura No. 1 Estructura Organizativa de la Empresa.....	pág. 24
2. Figura No. 2 Ficha Técnica de la Tubería RIB-LOC.....	pág. 28
3. Figura No. 3 Perfil RIB-LOC.....	pág. 34
4. Figura No. 4 Diagrama de Flujo Proceso de Elaboración Tubo RIB-LOC....	pág. 42
5. Figura No. 5 Diagrama Causa – Efecto.....	pág. 50
6. Figura No. 6 Diagrama de Distribución de Planta.....	pág. 63
7. Figura No. 7 Análisis del Cursograma Analítico.....	pág. 65
8. Figura No. 8 Máquina Conformadora RIB-LOC.....	pág. 58

RESUMEN

El presente trabajo de tesina realizado en la empresa DURMAN ESQUIVEL S.A, la cual es una empresa con presencia en toda Centroamérica que ofrece una amplia gama de productos PVC y Tubos. Siendo la Tubería RIB-LOC uno de sus principales productos y es en el proceso de elaboración del mismo donde centramos nuestro estudio.

Nuestra propuesta está diseñada a partir de la Metodología 6σ donde implementamos las 5 etapas de la metodología.

Para la realización del diagnóstico se implementaron las tres primeras etapas de la metodología Definición, Medición y Análisis. A partir de la definición se determinó como problema principal, la Alta tasa de productos no conforme, debido al incumplimiento de las pruebas de Control de Calidad.

Se realizó la Medición de la capacidad del proceso obteniendo un $C_p = 2$ que indica que el proceso debe rescatarse a través de medidas drásticas. Junto con la medición del proceso se realizaron análisis mediante las cartas de Control de las variables significativas del proceso tales como: diámetro del Tubo, defectos por carruchas, pesos de las carruchas cuyos resultados fueron indispensables para determinar los principales fallos para reducir las No Conformidades.

Mediante la ayuda de las del diagrama Ishikawa y el diagrama de Pareto se realizó la etapa de Análisis llegando a la conclusión que las causas principales de las No Conformidades son la Mala gestión de la materia prima y el incumplimiento en las pruebas de calidad.

Como resultado final en las acciones de Mejora y Control se define un plan de mejora cuyo alcance es definir las actividades relacionadas con el Control de Calidad de requisitos del producto y también cubre las actividades relacionadas con la Gestión de la Materia Prima y gestión de las Ordenes de Trabajo además se definen los principales indicadores para dar el seguimiento de las mismas.

En la parte final se realizó un plan operativo con el fin de establecer los objetivos estratégicos, objetivos operativos, las actividades y recursos.

INTRODUCCIÓN

Durman S.A, es una empresa con presencia en casi toda Latinoamérica que ofrece productos y soluciones para la industria de la construcción. Es líder y fabricante de conexiones PVC y tuberías. Tiene presencia en los países de Costa Rica, Guatemala, El Salvador, Honduras, Panamá, Nicaragua, Perú, República Dominicana y México.

En el caso de Nicaragua, dicha empresa se dedica a la fabricación y comercialización de una gran variedad de productos que ofrecen soluciones para aguas pluviales, aguas negras, conducciones por gravedad o a baja presión interna para proyectos hidroeléctricos, de riego, etc. Uno de sus principales productos son las Tuberías “RIB-LOC” la cual constituye una tecnología innovadora de enorme potencial y presencia en los mercados del País.

Dado la alta demanda del producto, su alta responsabilidad en las construcciones y con el objetivo de la mejora continua, se realiza una **“Propuesta de Mejora en el Proceso de Elaboración de Tubería RIB-LOC para el departamento de Producción de la empresa “Durman” ubicada en Managua.**

Esta propuesta está diseñada a partir de la **Metodología 6 σ** (que incluye 5 etapas) y es *“una Metodología de Mejora de Procesos, centrada en la reducción de la variabilidad de los mismos”*¹. Estas etapas se presentan en el presente documento de la siguiente manera:

EI CAPÍTULO I, contempla las 3 primeras etapas (Definir, Medir, Analizar) y sirven para desarrollar un Diagnóstico completo sobre todo lo relacionado a las causas y efectos de la variabilidad del proceso. Se Define aplicar estas etapas en la Materia Prima, el Producto y el Proceso mismo. Para ello, se utiliza la información primaria recopilada con herramientas de Control Estadístico tales como Pareto, Ishikawa, Cartas de Control, entre otras. También la información secundaria suministrada por la empresa.

¹ Gutiérrez Pulido, H.; De la Vara S. *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma*. México: Mc Graw Hill

EI CAPITULO II, pretende, a partir de las dos últimas fases de la Metodología, establecer los elementos de un plan de Mejora Continua y Control que permitan reducir la variabilidad del proceso ajustando las variables y requisitos que solicita el cliente. Para ello, se plantea formatos y guías que le ayudarán al Círculo de Calidad a reducir dicha variabilidad.

EI CAPÍTULO III, se establece un Plan Operativo de implementación de las acciones correctivas y preventivas asignando los recursos técnicos y humanos que sean necesarios para la ejecución adecuada de esta propuesta de mejora del proceso.

Con esto se pretende lograr los objetivos y metas propuestas con el máximo de ventajas de mejoramiento de la calidad general del proceso y el mínimo de desventajas de riesgo, disminuir los imprevistos, fidelizar al cliente, optimizar el uso de los recursos humanos, materiales y financieros de la empresa.

ANTECEDENTES

Desde sus inicios en Nicaragua la empresa Durman, se ha esforzado por lograr su posicionamiento en el mercado y ha tratado de heredar la forma en cómo se efectúan las operaciones en las empresas certificadas. A nivel internacional se ha preocupado porque todas sus operaciones en los diferentes países logren la certificación “**ISO 9001:2008**” con la cual da fe que la empresa ha implementado un sistema de aseguramiento de calidad para la fabricación e instalación de tuberías, accesorios y perfiles de PVC.

En el año 2006, producto de una alianza estratégica con Aliaxis, Durman, filial Nicaragua, se plantea la necesidad de reestructurar el portafolio existente de tuberías y accesorios, sistemas de ingeniería y productos innovadores para clasificarlos en varios segmentos.

Entre estos productos segmentados están relacionadas con “**Las tuberías de Sistema RIB-LOC**” y se vienen instalando en Nicaragua desde hace más de 17 años. Su uso sigue dando soluciones económicas y técnicas viables al gremio de la construcción de este país por sus efectivos resultados.

Uno de sus principales clientes es la Alcaldía de Managua, la cual ha utilizado las Tuberías de RIB-LOC para el diseño y construcción de algunos proyectos en el Mercado Oriental, La Rotonda Santo Domingo, Urbanización Ducuali y Canal Tras-base los cuales hasta la fecha se encuentran en excelentes condiciones. Esto da un punto de referencia de la calidad del producto que provee al mercado nacional.

Sin embargo, se pueden observar variantes en el proceso de producción referente a los tiempos de producción; cantidades inadecuadas de materia prima e insumos en la fabricación del producto; tiempos ociosos y cuellos de botella.

Uno de los mecanismos de estandarización que ha implementado la central de la Durman en Costa Rica ha sido la elaboración un manual de funciones para el proceso de fabricación de la tubería RIB-LOC; sin embargo, esto no son debidamente cumplidas por el personal lo cual incide explícitamente en la calidad del producto final y la optimización de la materia prima.

El método de entrenamiento el nuevo personal del departamento de producción que se ha venido utilizando en la empresa desde hace varios años es realizado por los trabajadores más viejos del área o la persona que será reemplazada, este proceso ha venido perdiendo calidad y es uno de los principales factores que incide en el desempeño de los trabajadores. Aunado a esto se da la insuficiente supervisión en la implementación de los mecanismos de Higiene y Seguridad Ocupacional existentes para el Departamento de producción, al igual que las condiciones ambientales no adecuadas tales como las altas temperatura y malos olores.

El mantenimiento correctivo de las máquinas conformadoras de RIB-LOC es realizado por técnicos que vienen de Costa Rica lo que genera retrasos en la entrega de los pedidos, tiempos ociosos, incrementos en costos.

La materia prima utilizada en el proceso de Elaboración de Tubos es traída directamente de Costa Rica siendo la sucursal está el principal proveedor de la sede en Nicaragua.

SITUACIÓN PROBLÉMICA

Se ha realizado un estudio de las operaciones en el departamento de Producción durante un periodo de 6 meses con el objetivo de establecer los parámetros y las acciones a seguir para reducir el impacto de las deficiencias descritas en los antecedentes del proceso de elaboración de tubería RIB-LOC.

Actualmente, la situación problemática se manifiesta en una clara necesidad de mejoramiento del proceso, lo cual se muestra en las incidencias relacionadas a los tiempos de las operaciones, elevados niveles de desperdicio de materia prima, cuellos de botellas, reprocesamiento, acumulación de productos en proceso, incremento en los costos, entre otros.

Las principales causas de esta problemática surgen a partir de la diversificación de los productos de la empresa. Esto ha llevado a que se adquirieran nuevos equipos y maquinarias sin tener el personal capacitado para la ejecución de los procesos productivos.

Por otro lado, no hay seguimiento ni control de las medidas necesarias para garantizar la implementación de las diferentes pruebas de control de calidad. Durante el proceso de producción del tubo únicamente se realizan 50% de las pruebas de calidad establecidas en el diseño del producto de la tubería RIB-LOC por la Matriz de Costa Rica y Guatemala donde el proceso se encuentra debidamente certificado entre otras por las normas ISO 9001-2008. Uno de los factores que incide en la no implementación de las pruebas de calidad establecidas es el débil entrenamiento que reciben los operarios al ingresar a sus nuevos puestos de trabajo.

El mantenimiento correctivo de las máquinas conformadoras de tubería RIB-LOC es realizado únicamente por técnicos Costa Rica ya que éstos son los únicos capacitados para realizar los mantenimientos. Esto se debe primordialmente a la falta de gestión por parte de la gerencia del departamento para crear mecanismos de capacitación a los trabajadores del departamento para realizar ellos directamente el mantenimiento correctivo.

El inadecuado control de los niveles de reserva de la Materia Prima (la cual viene de Costa Rica y tarda alrededor de 2 o 3 semanas en llegar) provoca desabastecimiento, generando retrasos en las órdenes de producción por ende en los tiempos de entregas de los pedidos.

Por las razones mencionadas en el proceso de elaboración de tubería RIB-LOC necesita una Mejora de la Calidad del Proceso de fabricación de este tubo antes mencionado.

JUSTIFICACIÓN

Todo Proyecto Seis Sigma consiste en desarrollar un plan de mejoramiento de la Calidad de los procesos. Los resultados sirven de guía para definir los aspectos a superar, controlar y dar seguimiento a las diferentes acciones a desarrollar en el proceso de elaboración de la tubería RIB-LOC. Con la implementación y mantenimiento de dicho plan, se garantiza la optimización de los recursos involucrados en el proceso de producción, disminución de tiempos ociosos, ahorros de costos de la No calidad (disminución de desperdicios), detectar fallos en el diseño, comparar diferentes estrategias de producción, identificar las variables, los puntos críticos de control etc.

La ejecución del plan de mejoramiento permitirá la jerarquización de las acciones y ayuda a especificar coherentemente las funciones que cada trabajador debe realizar en su puesto de trabajo; al mismo tiempo contribuye a que la información fluya rápidamente, según los trámites de control preestablecidos. A nivel organizacional se ven los resultados en el aprovechamiento más eficiente de los recursos humanos, materiales, tecnológicos y financieros; conocimiento y aplicación de estándares de calidad internacionales; entrega oportuna de bienes y servicios; mejora de la infraestructura y tecnología.

Finalmente, el generar un producto de calidad de una manera efectiva contribuirá en la satisfacción y fidelización de clientes actuales y potenciales quienes podrían recomendar el producto, ubicándolo en una mejor posición competitiva en el mercado Internacional.

OBJETIVOS

OBJETIVOS GENERALES:

Realizar una Propuesta de Mejora al Proceso de fabricación de Tubería RIB-LOC para el departamento de Producción de la empresa “Durman” a partir de un “Proyecto Seis Sigma”.

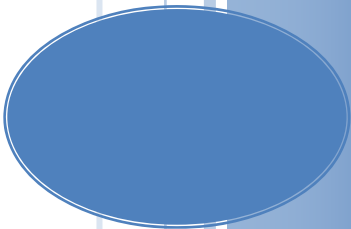
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ✓ Desarrollar un diagnóstico del desempeño de la Calidad actual del proceso de elaboración de Tubería RIB - LOC del Departamento de Producción a partir de las 3 primeras fases de la Metodología Seis Sigma.
- ✓ Diseñar los componentes necesarios para la Mejora y Control de la Calidad del proceso de fabricación de este producto correspondientes a las dos últimas fases de la Metodología.
- ✓ Establecer un **Plan de Mejora** que contenga la implementación de esta Propuesta de Mejora y Control del Proceso de Producción y del Producto terminado de la Tubería RIB-LOC a fin de cumplir con los requisitos establecidos por el cliente.

Capítulo

1

DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA





DEFINICIÓN CONCEPTUAL

Para la mejor comprensión de este documento es importante tener conocimiento de los conceptos referenciados en esta parte del marco conceptual.

DEFINICIÓN CONCEPTUAL

Para los años '80, el Control de Calidad en las empresas dio un salto en busca de la excelencia, ya que Philip Crosby popularizó el concepto de Cero Defecto como orientación para el control de calidad. Este enfoque establece la meta de resultados que carezcan de errores al 100 por ciento. Crosby sostiene que, si se establece un nivel "aceptable" de defectos, ello tiende a provocar que dicho nivel (o uno más alto) se conviertan en una profecía que se cumple; si los empleados saben que está "bien" trabajar dentro de un nivel determinado de errores, llegarán a considerar que ese nivel es la "norma". Es evidente que dicha "norma" está por debajo de lo óptimo. Crosby sostiene que a las personas se le establecían estándares de desempeño mucho más holgados en sus trabajos que lo que regían sus vidas personales. "Ellos esperaban hacer las cosas bien, cuando se trataba de sostener a un bebé, de pagar las facturas o de regresar temprano a la casa correcta. En cambio, en los negocios se les fijaban "niveles aceptables de calidad", márgenes de variación y desviaciones².

CALIDAD

Cuando se usa el término calidad, solemos imaginar un excelente producto o servicio, que cumple o rebasa nuestras expectativas. Estas expectativas se basan en el uso que se pretende dar y en el precio de venta. Entonces, la calidad es algo intangible que se basa en la percepción.

La calidad se puede definir como sigue:

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

Donde Q = calidad

P = desempeño

E = expectativas

² Philip Crosby: "Proyectos Seis Sigma y las Organizaciones" Edit. CECSA.Méx

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

La American Society for Quality (ASQ) define a la calidad como un término subjetivo para el cual cada persona o sector tiene su propia definición. En su aplicación técnica, la calidad puede tener dos significados: las características de un producto o servicio que inciden en su capacidad para satisfacer las necesidades explícitas o implícitas, o un producto o servicio que está libre de deficiencias.³

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

La calidad tiene nueve dimensiones diferentes. Esas dimensiones son algo independientes, y entonces, un producto puede ser excelente en una dimensión, pero promedio o malo en otra. Dichas dimensiones y sus significados se detallan a continuación:

- **Desempeño:** Características primarias del producto.
- **Propiedades:** Características secundarias, propiedades adicionales.
- **Conformidad:** Cumple las especificaciones o las normas industriales.
- **Confiabilidad:** Consistencia de funcionamiento al paso del tiempo.
- **Durabilidad:** Vida útil, incluyendo reparaciones.
- **Servicio:** Solución de problemas y quejas.
- **Respuesta:** Interacción humano con humano.
- **Estética:** Características sensoriales.

³ Dave Nelson y Susan E. Daniels, "Quality Glossary," Quality Progress (junio de 2007); 39-59

- **Reputación:** Desempeño en el pasado y otros intangibles.⁴

El departamento de Ventas tiene la responsabilidad de identificar la importancia relativa de cada dimensión de la calidad. A continuación esas dimensiones se traducen en requisitos para desarrollar un nuevo producto, o para mejorar uno existente.

El control de calidad es el uso de técnicas y actividades para lograr, mantener y mejorar la calidad de un producto o servicio. Implica la integración de las siguientes técnicas y actividades:

- Especificaciones de lo que se necesita.
- Diseño del producto o servicio, para cumplir las especificaciones.
- Producción o instalación que cumplan todas las intenciones de las especificaciones.
- Inspección para determinar la conformidad con las especificaciones.
- Examen del uso, para obtener información para modificar las especificaciones, si es necesario.

La adopción de estas actividades proporciona el mejor producto o servicio al cliente, con un costo mínimo. La intención debe ser una mejora continua de la calidad.

SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD

Los Sistemas de Gestión de la Calidad son un conjunto de normas y estándares internacionales que se interrelacionan entre sí para hacer cumplir los requisitos de calidad que una empresa requiere para satisfacer los requerimientos acordados con sus clientes a través de una mejora continua, de una manera ordenada y sistemática.

Los estándares internacionales contribuyen a hacer más simple la vida y a incrementar la efectividad de los productos y servicios que usamos diariamente.

⁴ Adaptado de David A. Garvin, *Managing Quality; The Strategic and Competitive Edge* (Nueva York; Free Press, 1988).

Nos ayudan a asegurar que dichos materiales, productos, procesos y servicios son los adecuados para sus propósitos.

Existen varios Sistemas de Gestión de la Calidad, que dependiendo del giro de la organización, es el que se va a emplear. Todos los sistemas se encuentran normados bajo un organismo internacional no gubernamental llamado ISO, International Organization for Standardization (Organización Internacional para la Estandarización).

La norma ISO 9001:2015⁵ se publicó el 23 de septiembre de 2015. En sus Generalidades nos dice que la adopción de un sistema de gestión de la calidad es una decisión estratégica para una organización que le puede ayudar a mejorar su desempeño global y proporcionar una base sólida para las iniciativas de desarrollo sostenible.

Los beneficios potenciales para una organización al implementar un sistema de gestión de la calidad basado en esta Norma Internacional son:

- La capacidad para proporcionar regularmente productos y servicios que satisfagan los requisitos del cliente y los legales y reglamentarios aplicables;
- Facilitar oportunidades de aumentar la satisfacción del cliente;
- Abordar los riesgos y oportunidades asociadas con su contexto y objetivos;
- La capacidad de demostrar la conformidad con requisitos del sistema de gestión de la calidad especificados.

En el apartado 4.4 Sistema de Gestión de calidad se especifica que la organización debe establecer, implementar, mantener y mejorar de forma continua el Sistema de Gestión de la Calidad, incluyendo los procesos necesarios y sus interacciones, en concordancia con los requisitos de esta Norma Internacional.

La organización debe acordar los procesos necesarios para el Sistema de Gestión de la Calidad y su aplicación a través de la organización, y debe:

- Establecer las entradas requeridas y las salidas esperadas de tales procesos.

⁵ International Organization for Standardization ISO 9001:2015

- Determinar tanto la secuencia como la interacción de estos procesos.
- Determinar y aplicar los criterios y métodos necesarios para asegurar la eficacia de la operación y el control de estos procesos.
 - Estipular los recursos necesarios para estos procesos y asegurar que están disponibles.
 - Asignar responsabilidades y autoridades para estos procesos.
 - Manejar los riesgos y oportunidades determinados de acuerdo a los requisitos del apartado 6.1. de la norma.
 - Evaluar tales procesos e implementar los cambios necesarios para asegurar que estos procesos logran los resultados previstos.
 - Mejorar los procesos y el Sistema de Gestión de la Calidad.

En la medida en que sea necesario, la organización debe:

- Mantener información documentada con el objetivo de apoyar la operación de sus procesos.

PLANES DE MEJORA

Como parte de los métodos y técnicas para administración de la calidad total, encontramos los planes de mejora.

El Plan de Mejora de la Calidad (PMQ) se forma por la articulación, programación y asignación de prioridades a las acciones orientadas a la mejora de la calidad, las que fueron identificadas al hacer el diagnóstico de la organización. Al respecto hay que tener en cuenta dos condiciones:

- Como la calidad no existe como valor absoluto sino como resultado de una confrontación con las exigencias de los clientes, hay que proceder en forma cíclica o reiterativa: poner en marcha un PMQ que produzca efectos dentro de un plazo relativamente cercano: un año, por ejemplo, cuyo impacto se evalúa al final del período para definir un nuevo PMQ para el período siguiente.
- Un PMQ origina gran número de acciones en todos los sectores y todos los niveles jerárquicos. Es imposible manejarlo si no se lo encuadra en un eficiente

sistema de gerenciamiento, acompañado siempre por acciones de capacitación y de comunicación.

Los principios generales de la Calidad Total son siempre los mismos: especificar, medir, mejorar, prevenir, pero su puesta en práctica debe adaptarse a cada organización. El PMQ es un “traje a medida”: no puede usarse ropa de confección⁶.

Mejorar la calidad de los servicios es organizar e implantar un conjunto de procesos que conduzcan a servir mejor al cliente. Hay que repensar, reorganizar, tomar decisiones estratégicas y actuar en función de ese gran objetivo de la calidad: satisfacer al cliente.

Las decisiones estratégicas y las acciones que hay que asumir varían según las organizaciones, pero en general giran alrededor de algunos principios básicos:

- Escuchar permanentemente al cliente. Las decisiones y acciones a emprender para conocer a los ciudadanos se refieren al marketing de servicio: identificar a los clientes, segmentarlos, conocer sus expectativas, priorizarlas, y traducirlas en especificaciones de servicio. También es conocer los criterios con que los clientes evalúan los servicios que le son prestados.

- Saber adaptarse y reaccionar a un entorno cambiante. Las demandas de los clientes varían con sus necesidades y exigen una flexibilidad que antes no era necesaria: hay que descentralizar, evitar organigramas piramidales, crear pequeñas unidades operativas cercanas a los clientes.

- Decidir estratégicamente. Anticiparse descentralizando las decisiones operativas, acercándolas a los lugares donde surgen los problemas y reservando al núcleo de la dirección las decisiones de mayor peso estratégico. Es muy importante esta articulación de estructuras pequeñas y flexibles para atender la rápida evolución de las demandas de los clientes.

- Promover nuevas formas de comunicación interna y externa. Aprovechando todas las posibilidades informáticas para cubrir las necesidades informativas internas, inter- organizacionales y de frente a la sociedad. Los clientes

⁶ Bruno Pages y François Ulcakar: El Plan de Mejora de la Calidad, en Vincent Laboucheix, TRATADO DE LA CALIDAD TOTAL, tomo 2, México, Limusa, 1994.

han de percibir con claridad los frutos del esfuerzo de la empresa para servirlo mejor.

- Responsabilizar a las personas. Llevándolas a la convicción de que la calidad es responsabilidad de todos. Para lograr un mayor compromiso de los empleados hay que comunicarse con todos (marketing interno), capacitar a los mismos, descentralizar las operaciones e incentivar el logro de resultados.

Como se habrá podido advertir, el proceso de mejora continua de la calidad es una estrategia gradualista, que requiere cierto tiempo para dar resultados. Hay que pensar que el diagnóstico puede llevar, según el tamaño de la organización, de dos a seis meses aproximadamente; que la puesta en marcha de los cursos de concientización y capacitación y de los mecanismos de gestión participativa puede demandar otros seis meses; y que puede considerarse muy bueno el resultado si se logra reducir a la mitad los costos de no calidad en un período de dos a tres años.

Este ritmo relativamente lento tiene la ventaja de que los cambios se van produciendo y consolidando tanto en el nivel de la estructura y funcionamiento de la organización como a nivel de su cultura, por lo que el avance es firme y profundo y tiende a transformarse en la práctica habitual y normal de la vida de la organización: deja de ser una novedad deliberadamente producida y vigilada para convertirse en el modo corriente de operar de la organización⁷.

⁷<http://www.eumed.net/librosgratis/2009b/550/Elaboracion%20del%20plan%20de%20mejora%20de%20la%20calidad.htm>

PROYECTO SEIS SIGMA

Sigma (σ) es utilizada en estadística para representar el desvío de una distribución muestral. En estadística, es utilizada para representar parámetros, siendo siempre sus valores desconocidos. Por tanto, el valor sigma es siempre desconocido, pero es estimado a partir de diversos parámetros de una muestra representativa.

Sigma (σ) es, por lo tanto, una medida cuantitativa de la variabilidad que existe cuando medimos alguna cosa. En el caso de productos, siempre existen muchas características importantes o críticas para la calidad, y eso sucede cuando se recolecta información o cuando se toman medidas. Se debe tener presente que tanto el producto y proceso sufren variación por diversos motivos dignos de ser investigados.

Si el valor de sigma es alto, se puede decir que existe mucha variabilidad en el producto, pero si el valor de sigma es pequeño, con toda seguridad se podrá decir que el producto tiene poca variabilidad y por consiguiente es más uniforme (Ver cuadro 1). En las empresas existe una búsqueda continua de la excelencia bajo diferentes medios y enfoques, y uno de ellos es la de producir productos casi sin ninguna variabilidad mediante el Sistema de Calidad Seis Sigma (6σ), es decir, con un sigma (σ) tan pequeño que permita tener bajo control a los procesos y los respectivos productos.

Uno de los principales aspectos del Sistema de Calidad Seis Sigma (6σ), es que el fabricante de calidad es a la vez el fabricante que es capaz de producir a bajo coste. Es menos costoso fabricar bien a la primera que gastar dinero en ajustes y correcciones.

La calidad se puede cuantificar, y es más, la calidad tiene que cuantificarse. El diagnóstico y el seguimiento de la calidad es un compromiso de calidad a largo plazo. A corto plazo Seis Sigma se sustenta en medidas más que en experiencias, juicios y creencias pasadas. Si no se puede medir un producto y/o un proceso no

se sabe dónde está, y si no se precisa dónde está, el producto y/o el proceso estarán a merced del azar.

El Sistema de Calidad Seis Sigma (6σ) viene a ser la implementación de una tecnología para el mejoramiento de procesos y que es manejada por empresas de clase mundial como Allied Signal, General Electric, Kodak, Texas Instruments, Motorola entre otros.

Su objetivo es reducir la variabilidad del rendimiento a través de la mejora del proceso, y/o aumentar la especificación de los límites del cliente a través del plan para la productividad, de esta manera, los niveles del defecto deben estar debajo de 3.4 defectos por millones de oportunidades" para un defecto (DPMO).

Existe una gran diferencia entre Seis Sigma y otros programas de calidad, ya que Seis sigmas es la posibilidad de ejercer un control continuo que sobre los niveles de rentabilidad de la empresa tienen las variaciones en la calidad. Por medio de la aplicación de Seis Sigma, y el posterior monitoreo del sistema y sus procesos, es factible conocer en tiempo y forma los niveles de:

- Satisfacción del cliente.
- Desempeño de los Procesos Claves.
- Cuadro de Control sobre cómo funciona el negocio.
- Cuentas de Pérdidas y Ganancias.
- Actitud de los empleados.

Sigma es una medida que permite determinar qué tan bien se están efectuando los procesos, o dicho de otro modo cuántos errores comete una empresa al realizar su trabajo. Es un proceso altamente disciplinado enfocado a desarrollar y entregar productos y servicios casi perfectos consistentemente.

DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA

CAPÍTULO

1

Definición

- El diagnóstico se desarrolla en cada uno de los aspectos mencionados y las etapas de Definir, Medir y Analizar se realizan simultáneamente estableciendo los hallazgos y evidencias encontrados, para que en el siguiente capítulo se hagan las respectivas propuestas de Mejora y Control.

Concepto

- **Definir:** Los elementos o aspectos que se definen para el diagnóstico son los que intervienen y afectan directamente el proceso de fabricación del producto. Entre los aspectos más importantes se definen los siguientes:
 - 1.1 Descripción del Negocio.
 - 1.2 Aspectos Organizacionales: RR HH y Estructura.
 - 1.3 Aspectos de la Infraestructura.
 - 1.4 Aspectos relacionados con el producto.
 - 1.5 Aspectos relacionados con los Procesos.

Concepto

- **Medir:** a partir de la definición de los aspectos antes mencionados, se procede a Medir la variabilidad y el comportamiento de éstos, con respecto a valores teóricos preestablecidos por la empresa, que no se están cumpliendo.
- **Analizar:** De las Mediciones realizadas anteriormente, se procede a analizar las posibles causas que provocan la variabilidad en estos aspectos y las adecuadas acciones correctivas y preventivas que garanticen la Mejora y Control de estas mejoras .

10

En esta primera etapa, se identifican los posibles elementos que deben ser evaluados por la dirección para evitar la inadecuada utilización de recursos y reducir la variabilidad del proceso para eliminar rechazos y pérdidas. Una vez definidos estos elementos, se prepara y se selecciona el equipo más adecuado para ejecutarlo, asignándole la prioridad necesaria.

1. DESCRIPCIÓN DEL NEGOCIO

1.1. PERFIL DE LA EMPRESA DURMAN, S.A.

Durman, S.A. fue fundada en 1959 San José, Costa Rica, por Arthur Carranza. La empresa inició su operación con una planta de tuberías de PVC en 1962. Seis años después amplió su operación con una planta de inyección para la fabricación de accesorios de PVC. Muy pronto Durman Esquivel trascendió las fronteras del país.

Inicia operaciones en Nicaragua el 22 de Enero del año 1992, ubicando sus instalaciones en Managua, Pista radial del mercado Mayoreo, de la intersección al Mercado 100 metros al sur; contando con el respaldo de 44 Años de experiencia del grupo especializado en la rama plástica del PVC y con el ánimo de mantener el liderazgo del grupo a nivel regional.

Razón social

Durman, S.A. es una empresa dedicada a la producción y comercialización de tuberías y accesorios de P.V.C; desde su fundación se ha vinculado principalmente al desarrollo de los sistemas de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial y suministra diferentes tipos de tubería. Debido a la necesidad de desarrollar áreas de gran interés para el medio ambiente, el desarrollo agrícola y lo relacionado al P.V.C., trabaja bajo el lema: “Donde hay agua está Durman. Donde hay P.V.C. también está Durman”.

VISIÓN

“Proveer soluciones integrales para los mercados de conducción de fluidos, incorporando nuestro conocimiento global para beneficios sostenibles de nuestros clientes, empleados, socios, comunidad y medio ambiente”.

MISIÓN

“Ser un líder global en la transformación de termoplásticos para la conducción de fluidos, universalmente respetado por su innovación, calidad, excelencia, servicio, y valor.”

1.2. LÍNEA DE PRODUCTOS.

DURMAN, es una empresa que se dedica a la venta de productos o servicios de accesorios para tuberías, venta e instalación de bombas, canales de PVC, geosintéticos, pegamento, cemento, soldadura para PVC, puertas y ventanas de PVC, sistemas de riego de áreas verdes, sistemas de tratamientos de agua, venta de tubería PVC, tuberías ADS, tuberías RIB-LOC y RIB-STEEL.

1.3. PRINCIPALES CLIENTES.

Los principales clientes de Durman son los Organismos Nacionales, Organismos Estatales, Organismos Municipales, ONG's, Empresas dedicadas a la elaboración de proyectos hidroeléctricos, Inmobiliarias y/o empresas dedicadas a la construcción de vivienda de interés social, Empresas constructoras, Empresas de asesoría técnica, Empresas que comercializan tubería de P.V.C.

1.4. PRODUCTOS SUSTITUTOS O COMPETENCIA.

Los principales productos competidores de Durman con respecto a la tubería RIB-LOC son:

- ✓ Tubería Novaloc y Novafort (desde 10cm hasta 150cm) que son las tuberías que se instalan con las mismas funciones de la Tubería RIB-LOC.
- ✓ Tuberías de concreto, con o sin refuerzo (hasta 3.05m).
- ✓ Tuberías de metal corrugado (desde 450mm hasta mucho más de 3.05m).
- ✓ Tuberías reforzadas de Fibra de vidrio.

1.5. ASPECTOS ORGANIZACIONALES

Actualmente la empresa cuenta con 35 empleados entre técnicos y profesionales los cuales se ajustan a las funciones de ésta. La empresa está conformada por 10 Departamentos Administración Financiera, Recursos Humanos, Facturación, Vendedores, Tubo Sistemas RIB – LOC / ADS, Plantas de Tratamiento, Riego, Bombas, Ventanas y Geo sintéticos.

En el Departamento Tubos Sistemas RIB-LOC/ADS es en donde se fabrican la tubería RIB-LOC. Para la fabricación de este producto se tienen asignados 8 operarios y un Sub-jefe de producción, ya que el Jefe de Producción atiende a toda la línea de productos.

La cantidad de operarios asignados es suficiente para cubrir con la demanda en tiempos normales. Sin embargo, cuando hay incremento en la demanda no se tiene un Plan Agregado que responda a esa demanda. Esto deja como consecuencia: incremento en el pago de horas extra, pérdida de clientes, y también alta tasa de productos No Conformes.

1.5.1.CULTURA ORGANIZACIONAL.

Dado que la empresa debe implementar este plan de mejora para alcanzar una nueva posición competitiva, debe comenzar por mejorar algunos aspectos relativos a la Cultura Organizacional para motivar al personal de que hagan las cosas de la mejor forma posible. Para ello se ha diagnosticado lo siguiente relativo a la Cultura Organizacional:

- **Misión:** Está mal redactada y contiene elementos mezclados de la visión. Se sabe que la Misión debe contener 3 elementos básicos; Quienes somos, Qué vendemos y a Quien se lo vendemos⁸. Sin embargo, la declaración de esta Misión inicia con una expresión de la visión.

- **Visión:** Según se ha diagnosticado, dicha visión es muy corta y su sintaxis es muy abstracta para poder ser entendida por los trabajadores.

Si los elementos de la Cultura no son entendidos, los trabajadores no se sentirán motivados a mejorar. El clima laboral se vuelve rutinario y la comunicación se realiza con mucha deficiencia. Es evidente que esto se ha manifestado en este departamento a través de la indisciplina y la alta rotación laboral, generando como resultado el tener personal nuevo que no se capacita adecuadamente y no da resultados según requisitos. El producto final es No Conforme.

⁸ G. Steiner (1998). *Planificación Estratégica, Lo que Todo Director debe Saber*. Editorial CECSA

1.5.2.LA ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

De acuerdo con los puestos de trabajo establecidos, el organigrama de la empresa sería el que se muestra en la siguiente figura, donde todo el personal depende de una Gerencia General formado por los socios capitalistas y el director/gerente. Su función será la de tomar decisiones e intermediar con las empresas para establecer relaciones.

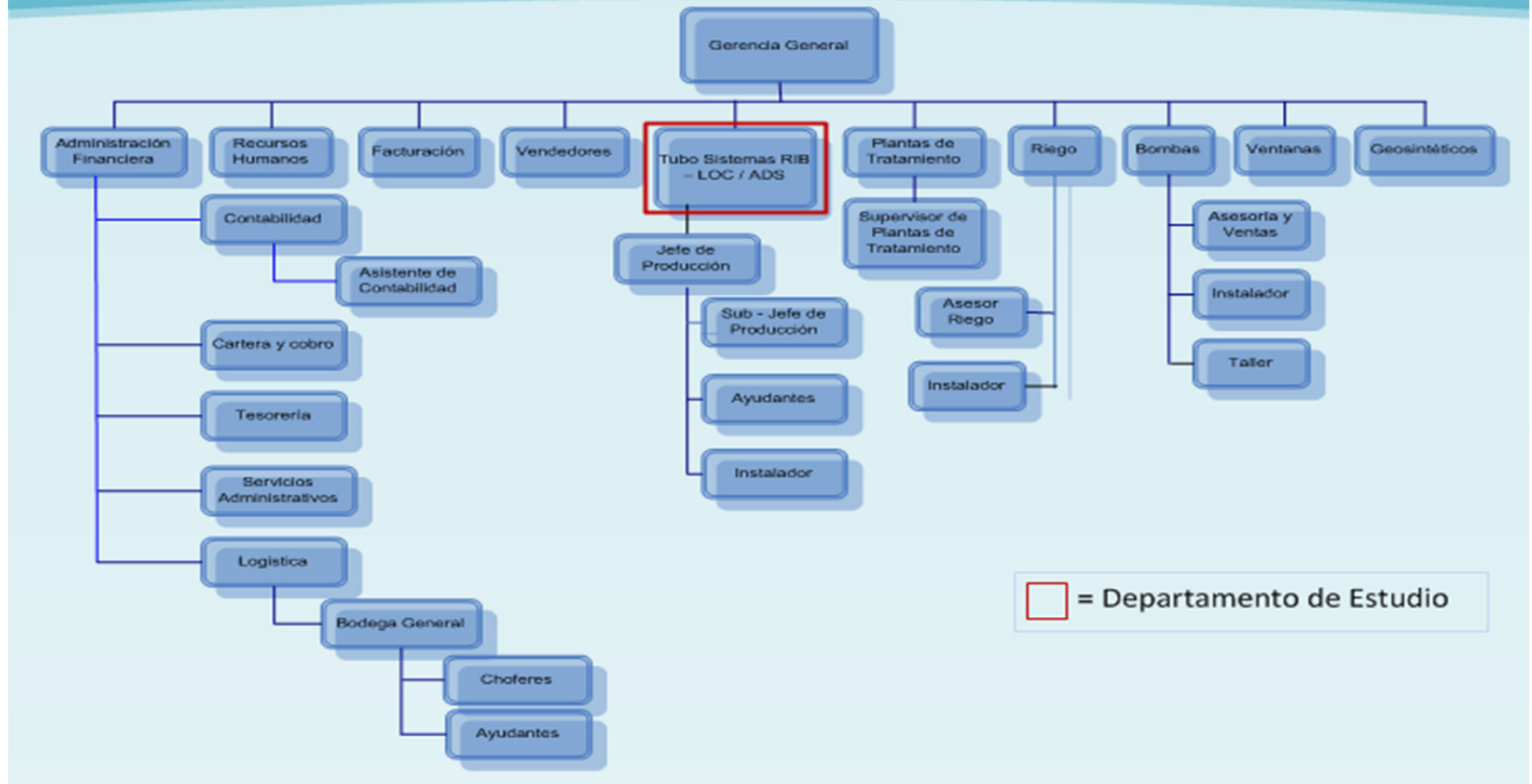
Según se observa en el organigrama, el Estilo de Dirección es Autoritario, siendo la misma Gerencia la que toma todas las decisiones sobre las órdenes de Trabajo. El resto de los miembros del organigrama son los encargados de ejecutar las órdenes que reciben del nivel superior. Sin embargo, aunque sean los niveles superiores los que tomen las decisiones, es necesario llevar a cabo un Estilo de dirección participativa; en el que se comparte la responsabilidad con los subordinados, consultándoles e incluyéndoles en el equipo que interviene en la toma de decisiones.

Para ello, es necesario llevar a cabo una política de comunicación abierta, que facilite la toma de decisiones y mejore los procesos de trabajo, consiguiendo un flujo de comunicación e información constante.

Su estructura se encuentra organizada de la siguiente forma:

Figura No. 1 Estructura Organizativa de la Empresa.

Fuente: DURMAN S.A



Según el análisis realizado, este organigrama se cumple de forma correcta, sin tener cruce de funciones ni duplicación de tareas, además como podemos observar no cuenta con un Departamento de Calidad.

2. ANÁLISIS DEL PRODUCTO

El Sistema de Tubería RIB-LOC es elaborado mediante una secuencia helicoidal de una banda de perfil estructurado fabricado de resinas de PVC mediante un proceso de extrusión. Esta tubería puede tener múltiples aplicaciones, pero la más frecuentes es la evacuación de aguas pluviales y aguas negras. Está diseñada para las instalaciones de zanja y terraplén y soporta las cargas debido al Tráfico vehicular cuando se instala en carretera o zonas residenciales.

El RIB-LOC está concebido para emplearse en la mayoría de las conducciones de agua a canal abierto o bajo presión.

Entre sus campos de aplicación están:

- ✓ Drenaje de aguas Pluviales para Colectores Pluviales
- ✓ Cruces en Carreteras.
- ✓ Alcantarillas
- ✓ Sustitución de canales de riegos.
- ✓ Tanques de agua
- ✓ Drenaje Agrícola Sub-Superficial
- ✓ Drenaje Sanitario: Para colectores y desfogues.
- ✓ Entubado de cauces naturales o para conducciones artificiales.
- ✓ Conducción de aguas en general.

Es una tubería de pared interna virtualmente lisa y externamente corrugada que puede fabricarse en diámetros de 300mm a 3050mm, sin embargo, se debe considerar el uso que se dará al mismo ya que a partir de los 1600mm en dependencia del uso en vez del RIB-LOC normal ya se emplea otro material el cual es el RIB-LOC-STEEL.

2.1. FICHA TÉCNICA DEL PRODUCTO

I. Descripción:

Tubos de poli (cloruro de vinilo) PVC sin plastificantes fabricados a partir de un perfil de pared estructurada extruida de PVC, lisa interior y perfil abierto en el exterior. La tubería se va fabricando a partir del enrollamiento helicoidal de la

banda de PVC unida a través de dos elementos, machimbrado y cementado con epóxicos especiales; estos epóxicos, fusionan en frío la tubería dejándola totalmente hermética en una sola pieza (monolítica).

Esta tubería puede ser fabricada en obra dependiendo del volumen. En la parte exterior se le puede colocar un perfil de acero galvanizado (grapa helicoidal) como elemento de confinamiento durante el proceso de fabricación

II. Normas Aplicables:

NMX-E-229-SCFI-1999.- Tubos de policloruro de vinilo (PVC) sin plastificantes de pared estructurada para la conducción de agua por gravedad NOM-001-CNA-1995.- Sistema de alcantarillado sanitario, especificaciones de hermeticidad.

DIN 16961-1989.- Parte 1 y 2 - Thermoplastic pipes and fittings with profiled outer and smooth inner surfaces.

ASTM-F-794-1997.- Poly (vinyl chloride) Profile gravity sewer pipe and fitting based on controlled inside diameter specifications.

III. Características Técnicas:

Dimensiones: Las dimensiones de esta tubería pueden ir desde 600mm (24") hasta 3,050 mm (120") de diámetro nominal.

Colocación: La tubería se instala dentro de la cepa sobre una cama de arena desde 0.10 hasta 0.15 mts. de espesor mínimo, los tramos de tubería se unen a través de un perfil unión el cual se fusiona en frío la tubería a través de epóxicos especiales. El acostillado de la tubería se realiza con equipo manual o mecánico ligero dando una compactación de entre 85% y 90 %.

Textura: Interior liso terso con un coeficiente de rugosidad de Manning $n = 0.0092$ y exterior de perfil abierto de Tipo T.

Para uso en:

- ✓ Cruces carreteros.
- ✓ Entubamiento de canales y ríos.
- ✓ Colectores pluviales y sanitarios.

Forma: Tubería de forma circular.

Mantenimiento: Mínimo; si se requiere desazolvar de elementos naturales introducir agua a presión en caso de otros elementos como

Capítulo I: Diagnóstico de la Empresa

	árboles, animales muertos, etc.
Resistencia:	Tiene resistencia muy alta a la acción de diferentes productos químicos, es inmune al ataque de suelos sulfatados y corrosivos, no requiere protección catódica y/o cualquier otro tipo de revestimiento; resiste la presencia del ácido sulfúrico, se considera esta una tubería químicamente inalterable y de gran durabilidad.
Capacidad Carga:	Los ductos son apropiados para instalarse bajo condiciones de carga en vialidades (carga muerta + carga viva); los requisitos de carga se determinan en función de las características del proyecto y material de relleno.
Color:	Natural (blanco) del PVC.
Peso del Tubo:	Depende del diámetro del Tubo.
Observaciones:	Se puede fabricar la tubería en diámetros no comerciales La revisión de cargas se realiza con-forme a las normas tipo H-20
Vida Útil:	50 años en condiciones normales de servicio.

Figura No. 2 Ficha Técnica de la Tubería RIB-LOC.

Fuente: Elaboración Propia

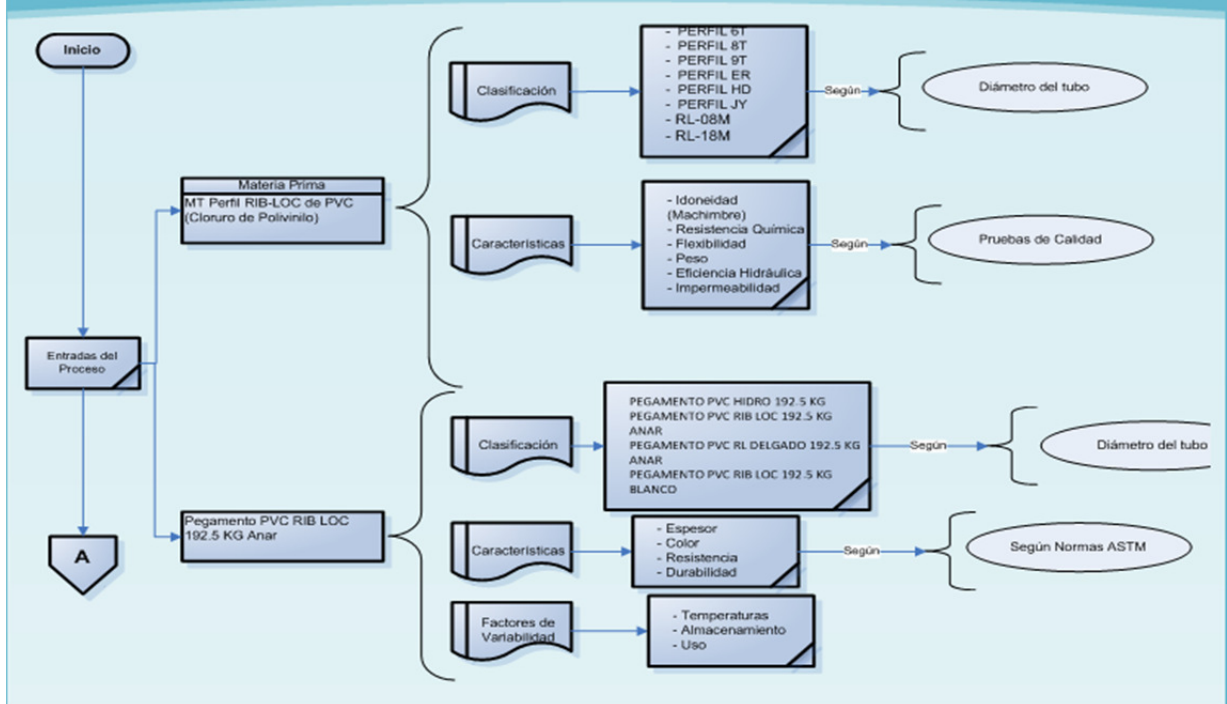
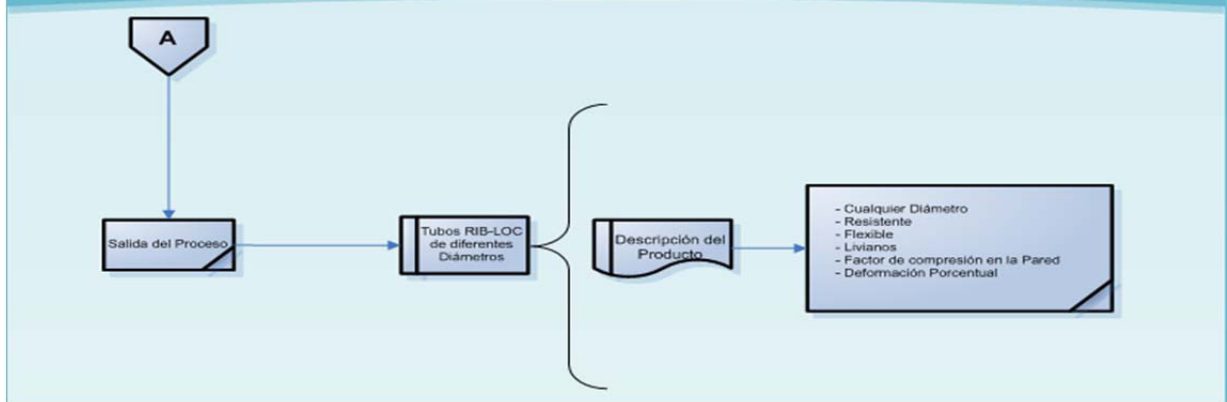


Figura No. 2 Ficha Técnica de la Tubería RIB-LOC.

Fuente: Elaboración Propia



Como se puede apreciar en esta ficha técnica, existen varios Sistemas de Normalización que intervienen en el cumplimiento de los requisitos de este producto. En resumen, intervienen las Normas ISO que son de carácter Internacional pero que están dirigidas a la gestión de la Calidad. También intervienen las Normas ASTM que son norteamericanas y que están dirigidas al Aseguramiento efectivo del muestreo. También para garantizar los valores adecuados de algunas variables discretas y algunas variables continuas. Por

último, intervienen las Normas DIN referidas a la normalización de los planos, de las probetas, del conjunto, despiece y ensamble.

2.2. PRODUCTO NO CONFORME:

Desde hace algún tiempo, se está presentando un incremento en la cantidad de producto No Conforme, Aquí, se busca la proporción de producto No Conforme o producto rechazado. Para ello se realizó un muestreo de Aceptación, en un período de 6 días de trabajo en donde se miden las dos principales Variables Discretas como son el Diámetro y la Longitud, aunque se dan rechazos de Productos por otras variables y atributos tales como

- ✓ Baja capacidad de hermetismo.
- ✓ Baja resistencia a cargas dinámicas
- ✓ Pérdida de perpendicularidad o linealidad.

Esta proporción de producto conforme, se calcula utilizando la Carta X – R.

En el caso de la longitud, ésta debe estar acorde a lo acordado con el cliente, y se especifica en la orden de compra y no se aceptan valores diferentes a lo especificado. Sin embargo, la variable discreta más crítica es el Diámetro externo y el Diámetro interno, utilizando para su medición en el primer caso, una cinta métrica y en el segundo un micrómetro de extensión para interiores. Lo mismo sucede con el diámetro interno el cual debe cumplir con la tolerancia establecida según el diámetro nominal.

Para verificar el comportamiento de esta variable, se decidió muestrear el Tubo de 600 mm cuya especificación es de 600 ± 1.5 Así, se muestrearon 5 Tubos diferentes, pero con el mismo diámetro nominal de 600 mm en horas diferentes de cada día y se obtuvieron los siguientes resultados:

Capítulo I: Diagnóstico de la Empresa

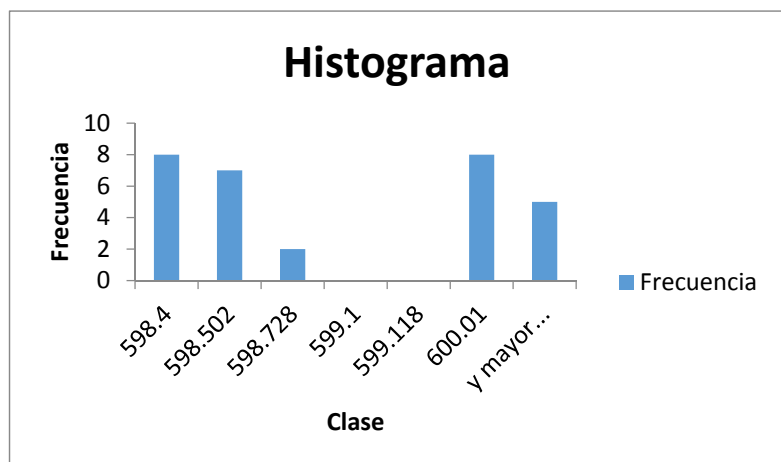
Tabla No. 1 Muestreo de Diámetros de Tubos de 600mm.

Fuente: Elaboración Propia.

Día	Diámetro del Tubo					Xi	Ri
	Tubo 1	Tubo 2	Tubo 3	Tubo 4	Tubo 5		
1	598.5	600	599.5	601.23	596.36	599.118	4.870
2	600.03	598.7	600.1	601.22	600	600.010	1.120
3	598.5	598.4	598.3	598.6	598.2	598.400	0.400
4	601.13	598.5	600	597.65	596.36	598.728	4.770
5	598.5	600	598.5	600	598.5	599.100	1.500
6	598.5	600	600	597.65	596.36	598.502	3.640
Promedio						598.976	2.716

Al analizar en Excel, el Histograma que se forma a partir de los datos, se observa que el comportamiento del proceso es de Doble Risco o Tipo Salto. Es la muestra más clara de la variabilidad que se genera en el proceso de fabricación.

Clase	Frecuencia
598.4	8
598.502	7
598.728	2
599.1	0
599.118	0
600.01	8
y mayor...	5



Además del análisis de la variabilidad de esta variable discreta, se debe aplicar otra herramienta de Control Estadístico para conocer el comportamiento de ésta con respecto a las especificaciones de la orden de trabajo y verificar la efectividad de estos lotes terminados.

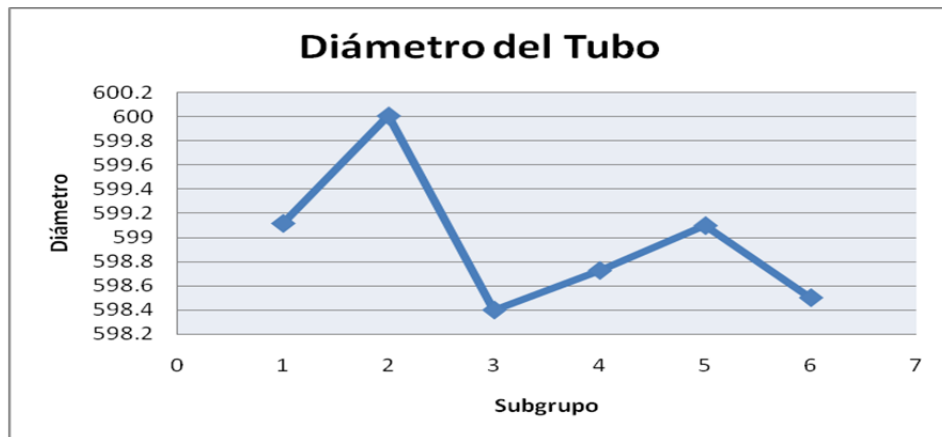
Capítulo I: Diagnóstico de la Empresa

Aplicando la Carta de Control X – R, y tomando los datos anteriores, se obtiene lo siguiente:

$$LCS = \bar{\bar{x}} + \overline{A_2R} = (598.9749) + (0.5770)(2.7167) = \mathbf{600.5423 \text{ mm}}$$

$$LS = \bar{\bar{x}}(598.9749)$$

$$LCI = \bar{\bar{x}} - \overline{A_2R} = (598.9749) - (0.5770)(2.7167) = \mathbf{597.4074 \text{ mm}}$$



El gráfico de control demuestra que la Media de la variable discreta Diámetro tiene un valor de **598.9763 mm**, Límite Superior de **600.5423 mm**, Límite Inferior de **597.4074 mm**, Estos datos servirán para determinar la Capacidad del proceso con doble Especificación y en base a ello, determinar el número de partes defectuosas.

$$CP = \frac{LCS - LCI}{6(R/D_2)} = \frac{600.5423 - 597.4074}{6(2.7120/2.3260)} = 0.4485$$

Según este resultado, al comparar con la tabla estándar de Valores Cp, se observa que el proceso que genera el diámetro según especificaciones, es inadecuado y corresponde a una categoría menor de 49. Esto significa hay que hacer serias modificaciones. Indica que aproximadamente quedan fuera de especificación unos 130,000 ppm (partes por millón.)

⁹ Ver Anexo # 1 Tabla de Índice Cp.

Capítulo I: Diagnóstico de la Empresa

Para buscar el Nivel Sigma de Calidad de la Cantidad de productos conformes con respecto a esta variable crítica, se utiliza el *Teorema de Chevichev*, y se obtiene lo siguiente:

$$\text{Nivel Sigma} = \frac{\text{Lim. Superior de Especificación} - \text{Media}}{\text{Desviación Estandar}} = \frac{600.5423 - 598.976333}{1.3388} = 1.17$$

Esto equivale a un promedio de 35.728,715 ppm defectuosas¹⁰.

También equivale a decir que solamente se obtiene un 96.4 % de Productos conformes.

Posteriormente se realizarán recomendaciones para elevar el nivel de Calidad del proceso de producción.

¹⁰ Ver Anexo 2 Conversión de Fracciones Defectuosas a Nivel Sigma

3. ANÁLISIS DEL PROCESO DE ELABORACION DEL TUBO

3.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO:

En esta etapa del trabajo, lo que se pretenden es Definir, Medir y Analizar los puntos críticos del proceso de elaboración del Tubo a través de la Metodología Seis Sigma. Para el correcto desarrollo de ésta, se deben establecer la cantidad de posibilidades de fallos y/o errores que se pueden encontrar en cada una de las actividades que se realizan para obtener el producto terminado.

El proceso de Producción inicia desde la Recepción de la Materia Prima y termina con el almacenamiento de los tubos en una parte de la planta conocida como **Área de Sombra**. El proceso de producción tiene operaciones que se realizan únicamente al inicio del proceso y el cual es cuando se calibra la máquina conformadora para realizar cambios en los diámetros de según especificaciones de pedido.

3.2. RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA:

Inicia con la recepción del perfil en la planta, en ese momento se verifica que la documentación e información sean correctas. es lo cual se realiza comparando la copia de la factura del Pedido con lo que se está recibiendo verificando el Tipo de Perfil, el Peso recibido, inspección superficial de las carruchas; constituyendo este proceso la primera prueba de calidad que se realiza en el proceso. Se etiqueta las carruchas recibidas con el peso, tipo de perfil y se lleva al lugar de almacenamiento de la Materia Prima.

Siendo el proceso de Recepción de la Materia Prima el momento en el que se determinan dos aspectos básicos en el proceso de Elaboración del Tubo procederemos a estudiar: los desperfectos de las carruchas y los pesos de las carruchas.

3.3. INSPECCIÓN VISUAL DE LOS PERFILES:

En esta operación se aplicó la Carta de Control “C”, con el objetivo de detectar los fallos o defectos del Perfil en sus atributos principales y así retroalimentar el proceso para enfocar bien las acciones de mejora. Esto es porque dentro de las No Conformidades expresadas por los clientes, se tienen rechazos en los productos

Capítulo I: Diagnóstico de la Empresa

terminados por defectos fallos tales como: Superficie áspera u opaca, color diferente al esperado, rayas, poros, picaduras, camanances, estrías, hendiduras, manchas, contaminación con cuerpos extraños etc.

Dado que la Materia Prima es recepcionada por lotes de Carruchas, a continuación, se presentará el número de carruchas seleccionada por camión, mediante la carta c.

Tabla 2. *Muestreo de Defectos.*

Fuente: Elaboración Propia.

Observación	Defectos encontrados	
	Tamaño de la Muestra (Cantidad de Carruchas)	Total de Defectos Encontrados
1	1	3
2	1	5
3	1	2
4	1	3
5	1	5
6	1	4
7	1	6
8	1	7
9	1	6
10	1	3
11	1	3
12	1	3
13	1	4
14	1	3
15	1	5
Promedio	15	62

Fórmulas aplicadas:

$$\bar{\zeta} = \frac{\text{Total Defectos}}{\text{Tamaño Muestra}} = \frac{62}{15} = 4.13$$

$$LCS = \bar{\zeta} + 3\sqrt{\bar{\zeta}}$$

$$LC = \bar{\zeta}$$

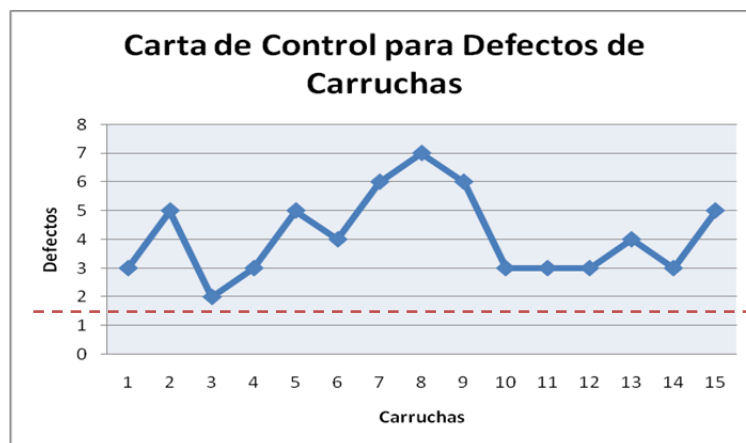
$$LCI = \bar{\zeta} - 3\sqrt{\bar{\zeta}}$$

$$LCS = (4.13) + 3\sqrt{4.13} = 10.27$$

$$LC = 4.13$$

$$LCI = (4.13) - 3\sqrt{4.13} = -1.96 = 0$$

Los Límites de Control hallados en el muestreo reflejan la variación esperada para el número de defectos por carrucha. Se espera que el número de defectos por carrucha varíen entre 0 y 10, con un promedio de 4. Estos límites no deben representar, dónde queremos que estén los datos; representan la realidad. La carta de control para los defectos de las carruchas muestra un proceso estable en control estadístico ya que todos están dentro de los límites.



En la figura anterior, se observa que el proceso funciona de manera estable. No existe ningún número que se encuentre fuera de los límites.

3.4. PESO DE LAS CARRUCHAS:

Uno de los principales factores que provocan una MUDA en Materia Prima, es que las longitudes de las carruchas no son constantes, si no que tienen cortes en donde no se ha terminado una unidad del producto. Es decir que, si el tubo tiene una longitud de 6 mts, la carrucha viene cortada en 4, ó 4.5 ó 5 mts, y este material es desechado.

Entonces, se procede a muestrear esta Variable Discreta “Peso” con la Carta de Control $\bar{X} R$, con el fin de analizar la variabilidad de esta característica de Calidad, para lo cual se verifica que sea equivalente al que se muestra en la etiqueta de la carrucha y que se corresponda con el pedido en cuanto a cantidad en peso y tipo de Perfil.

En la recolección de datos se analizó la descarga de 4 camiones repletos de materia prima de los cuales se tomaron muestras aleatorias de Carruchas con el mismo tipo de perfil en este caso el tipo **ER** que pasaban por el proceso de Inspección y comparación, obteniéndose la siguiente información:

Tabla 3. Pesos en Kg. Carruchas.

Fuente: Elaboración Propia.

Camión No.	Pesos en Kg. Carruchas					Xi	Ri
	Carrucha 1	Carrucha 2	Carrucha 3	Carrucha 4			
1	568.28	575.26	568.65	570.36	570.6375	6.61	
2	563.35	572	570.25	568.62	568.555	8.65	
3	561.78	565.2	555.26	559.85	560.5225	9.94	
4	569.26	567.56	568.85	568.52	568.5475	1.7	
Promedio					567.066	6.725	

Fórmulas aplicadas:

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

$$3\sigma_x = 3 \left(\frac{\bar{R}}{\frac{d_2}{\sqrt{n}}} \right) = \frac{3}{d_2 \sqrt{n}} \bar{R} = A_2 \bar{R}$$

$$LCS = \bar{x} + \overline{A_2 R}$$

$$LS = \bar{x}$$

$$LCI = \bar{x} - \overline{A_2 R}$$

$$\mu_R = \bar{R}$$

$$\sigma_R = d_3 \sigma = d_3 \left(\frac{\bar{R}}{d_2} \right)$$

$$LCI = \bar{R} - 3d_3 \left(\frac{\bar{R}}{d_2} \right) = 1 - 3 \left(\frac{d_3}{d_2} \right) \bar{R} = D_3 \bar{R}$$

$$LCS = \bar{R} + 3d_3 \left(\frac{\bar{R}}{d_2} \right) = 1 + 3 \left(\frac{d_3}{d_2} \right) \bar{R} = D_4 \bar{R}$$

Donde:

σ = desviación estándar

\bar{R} = media de los rangos de los subgrupos

d_2 = constante que depende del tamaño del subgrupo o muestra.

Donde:

n = tamaño de subgrupos

A_2 = valor constante

Donde:

μ_R = Media de los rangos

σ_R = Desviación estándar de los rangos

d_3 = Constante que depende del subgrupo o muestra

LCS = Límite de control superior

\bar{X} = Media de las medias

LC = Línea central

LCI = Límite de control inferior

Donde:

D_3 = Valor Constante

D_4 = Valor Constante

El valor de **muestra o subgrupo** corresponde a 4 (que representan las 16 carruchas en estudio en muestras aleatorias) y n es el tamaño del subgrupo = 4 (porque se tomaron los datos de los siete días para cada semana).

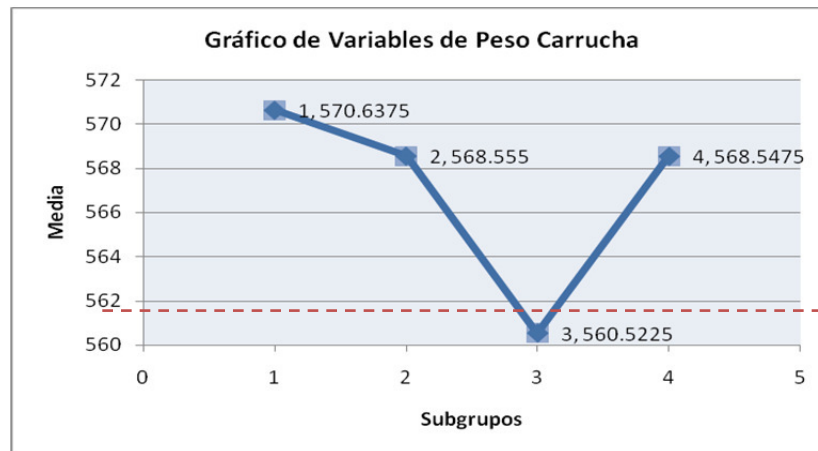
Se calculan los límites de control superior e inferior de la variable peso en Kg. De la carrucha de perfil **ER** y el respectivo procedimiento para su cálculo.

$$LCS = (567.066) + (0.729) (6.725) = 571.9685$$

$$LC = 567.066$$

$$LCI = (567.066) - (0.729) (6.725) = 562.1635$$

Gráfico de control para el variable peso (Kg.) de la carrucha:



El gráfico muestra que el valor promedio del peso en kg de las carruchas es de **LC=567.066**, es decir entre los 4 camiones los pesos de las carruchas han sido aproximados a 567 kg, con una variación máxima de **LCS= 571.9685** y mínima de **LCI=562.1635**

De esta primera observación podemos observar que esta variable no se encuentra bajo control ya que el camión No. 3 está fuera de los límites de control.

Si se compara este rango con el rango de pesos del camión No. 4, se observa que es más amplio, debido a que existe una mayor variabilidad de los promedios de cada subgrupo y que también existen valores que están fuera de los rangos debido a causas especiales de variación como puede ser el hecho que la materia prima antes del embarque no esté pasando por los controles de calidad debidos.

3.5. SELECCIÓN DEL PERFIL:

Para la elaboración del Tubo de RIB-LOC uno de los pasos principales es la selección adecuada del tipo de perfil que se va a utilizar en dependencia del diámetro del mismo el cual varía según lo descrito en la Tabla 2. Esto implica que el Personal encargado de la fabricación del Tubo debe identificar perfectamente los diferentes perfiles, sin embargo, los Perfiles vienen en carruchas previamente

Capítulo I: Diagnóstico de la Empresa

etiquetadas con las especificaciones del Tipo de Perfil, el peso, cantidad en metros etc.

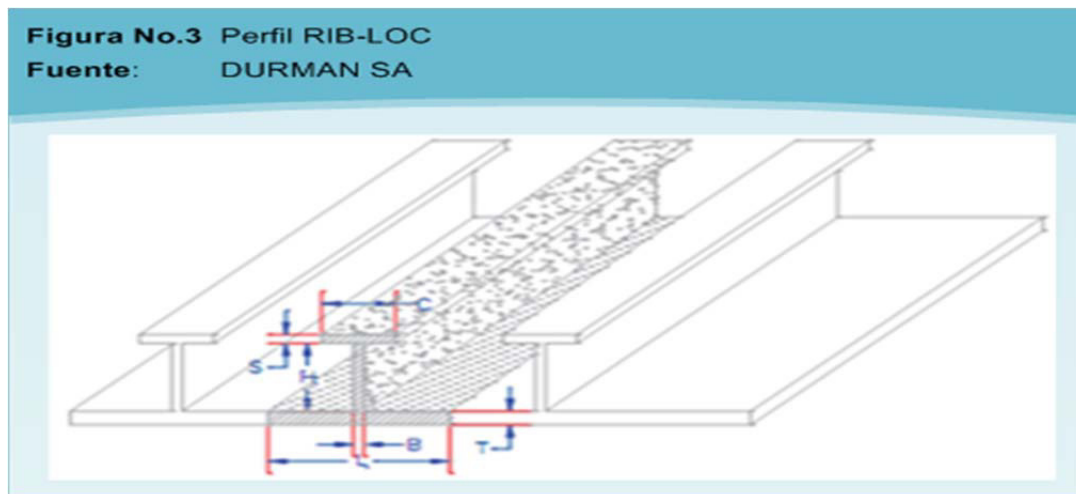
Dicho perfil es el principal material utilizado para la elaboración de tubería RIB – LOC es el perfil de PVC (Cloruro de Polivinilo) también conocida como banda Pre-extruida, de este tipo de Perfil los hay en diferentes tipos y sus características físicas y químicas varían. Ver Tabla 2.

El perfil en la parte interior es liso y la parte exterior es corrugada en forma de “T”

Tabla 4. Tipo Perfil vrs. Diámetro Tubo.

Fuente: Manual de Instalación de la Durman

Tipo de Perfil	Diámetro (MM)	Diámetro (PLG)	Tipo/Material
8T	300 -550	12" - 22"	Virgen
JY	600 - 650	24" - 26"	Virgen
ER	650 - 1000	28" - 40"	Virgen
6T	1050 - 200	42" - 80"	Virgen



Según sea el diámetro y la aplicación del tubo, así será la banda de Perfil que se haya de utilizar. Cada carrucha se encuentra debidamente etiquetada y previamente se encuentran estipulado el tipo de Perfil que se utiliza para los diferentes diámetros que se elaboran. Sin embargo, los descrito en la Tabla puede

variar de acuerdo al uso para el cual será destinado el tubo y lo cual es constatado en la Orden de Producción.

De acuerdo a la orden de producción se definen los diámetros de los tubos que se van a producir y se inicia con la calibración de la Máquina Conformadora para la cual se ajustan los rodillos en dependencia del diámetro del tubo.

3.6. CONFORMACIÓN DEL TUBO:

Se trasladan las carruchas de perfil, desde el almacén de materia prima al área de producción, para lo cual montan las carruchas en las mulas para poder transportarlas.

Se montan las carruchas en un eje longitudinal de fijación mecánica por medio de tuercas y soportado por dos burras mecánicas y es aquí donde se fija el Perfil para el proceso de la conformación del Tubo. Esta ubicación del perfil permite girar en un sitio fijo a medida que se valla utilizando en la conformación del tubo.

Simultáneamente se procede a calibrar la máquina conformadora; esto en caso de cambios en los diámetros de la producción del tubo; este proceso implica el siguiente subproceso:

3.6.1. PROCESO DE CALIBRACIÓN:

✓ Desajustar los anillos: se aflojan los dados metálicos en las barras de ajuste.

✓ Cierre de los anillos: accionando la herramienta de acción unidireccional (rash) en la dirección requerida, hasta llegar a cerrar totalmente las barras de ajuste.

✓ Ajuste final de los anillos: a partir de la posición de “cerrado” se accionan los rash hasta llegar a la medida correspondiente al diámetro deseado y al perfil a emplear. Para ello se mide la distancia diametral entre las barras de ajuste asegurando la medida del diámetro del tubo que se va a fabricar.

✓ Asegurar los dados: de manera que impida que las barras se cierren o se abran durante el proceso de formación del tubo.

Una vez calibrada la máquina, el siguiente paso es introducir el perfil, no sin antes cortar muestras del mismo para verificar la idoneidad del Machimbre la cual se constituye en la segunda prueba de calidad del proceso ya que se prueba si el perfil Machim-Hembra adecuadamente es decir si se apega correctamente la parte que se denomina hembra con el macho del Perfil **Ver Anexo # 5.**

3.7. ETAPAS DE PRUEBA DE CALIDAD:

3.7.1.IDONEIDAD DEL MACHIMBRE

Si la prueba anterior resulta exitosa se introduce el perfil en la máquina y se comienza a formar el tubo. Se miden los 50 cm. iniciales del tubo y se cortan con la ayuda de una caladora. A estos 50 cm. iniciales de tubo se les realizará la prueba de resistencia al impacto para tubos, para conocer la capacidad del mismo de soportar golpes o impactos, ya sea en su instalación o en su periodo normal de funcionamiento. Esta prueba se realiza una vez transcurridas 24 horas de la fabricación del tubo. Así mismo se toman muestras del centro y final de tubos elaborados con la misma carrucha.

3.7.2.PRUEBA DE RESISTENCIA AL IMPACTO

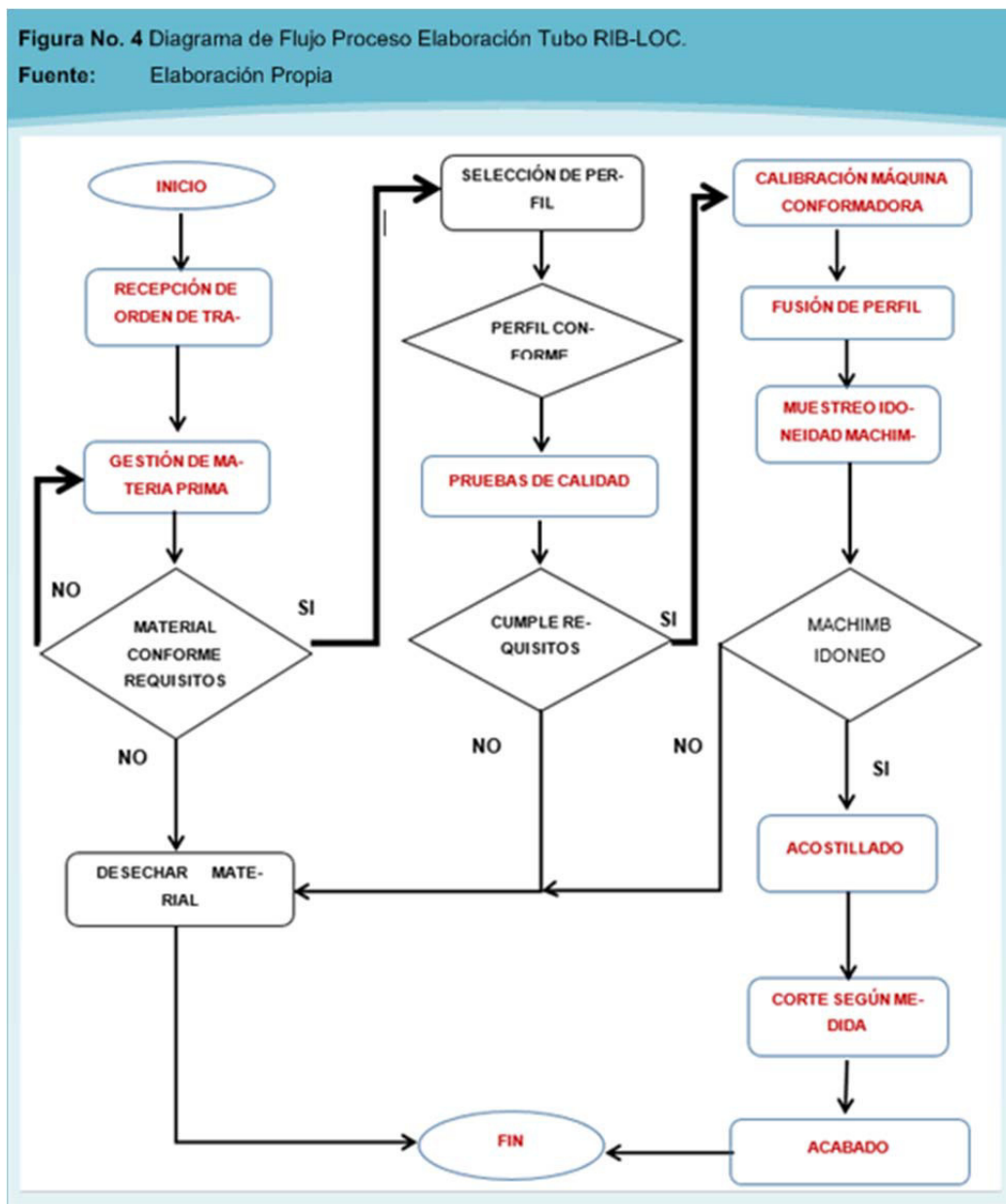
Seguidamente se mide la longitud del tubo, dicha longitud debe estar conforme con lo acordado con el cliente, ya que esto en la mayoría de los casos se indica en el contrato de compra, y no aceptan diferencias de longitud. **Ver Anexo # 6.**

3.7.3.MEDICIONES DE LA LONGITUD FINAL DEL PRODUCTO

Ya establecida la longitud del tubo se procede a cortarlo y a darle acabado al mismo, esto se refiere a cortar el sobrante del tubo utilizando una picuda. Se mide el diámetro interno del tubo y si cumple con las especificaciones se marca en la campana (parte final de tubo) el nombre del cliente y el número del tubo. El último paso es colocar al final del tubo una perra para que ejerza presión y el tubo no se abra, quedando listo para ser transportado a la bodega. **Ver Anexo # 7.**

3.8. DIAGRAMA DE FLUJO:

A partir de las actividades antes descrita, se presenta a continuación el Diagrama de flujo para el Proceso de elaboración de este Tubo como lo tiene declarado la empresa. Las principales fases del proceso productivo que declara la empresa son las siguientes:



4. CAPACIDAD DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

4.1. CAPACIDAD DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN:

A partir de la información anterior, y según el **Proyecto Seis Sigma** se puede **DEFINIR** si el proceso está fuera de Control Estadístico. Posteriormente se debe **MEDIR** esta **CAPACIDAD DEL PROCESO Cp**. Y al final se debe **ANALIZAR** las causas y efectos de esta baja capacidad

A partir de la información proporcionada por la empresa se conoce lo siguiente:

- **Capacidad Disponible:** Es aquella que la empresa puede generar a partir de las instalaciones disponibles **35,000 unid/ año**.

- **Producción Programada:** Es aquella que la empresa ha decidido como meta en base a los pronósticos de demanda **30,000± 1200 unid/ año**. A esto le corresponde un aprovechamiento de la Capacidad disponible de un 85.7%.

- **Capacidad del proceso de producción:** La Capacidad del proceso Cp de la actividad de Producción, se calcula en base a la Producción Real alcanzada y la producción programada. Esto es:

- ✓ Producción Promedio programada: **30,000 uni/año**
- ✓ Producción Máxima Programada : **31,200 unid/año**
- ✓ Producción Mínima Programada : **28,800 unid/año**
- ✓ Producción Media alcanzada : **29,800 unid/año**

Desviación Estándar de la Producción real alcanzada 425 u.

Entonces el Cp de la Producción desarrollada es:

$$Cp = \frac{LsupToler - LinfToler}{6\sigma} = \frac{31,200 - 28,800}{6(425)} = 0.94$$

Según este resultado, el Proceso de aprovechamiento de la Capacidad de Producción se encuentra catalogada como categoría 2 es parcialmente aprovechado este proceso de producción y requiere serias modificaciones (véase Tabla Índice Cp Anexo #). También este valor de 0.94 equivale en términos de productos, como 6,934 productos que no se realizan al año de la Producción programada (Véase Tabla índice Cp, Cs, Ci anexo #1).

● **Nivel Sigma alcanzado:** Para buscar el nivel Sigma de Calidad (Teorema de Chevichev) con respecto a esta variable, se tiene la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} \text{Nivel Sigma} &= \text{Lím Sup de Especificación} - \text{Media alcanzada} \\ &= 31,200 - 29,800 = 3.2 \end{aligned}$$

Desviación Estándar 425

Este valor de $\sigma = 3.29$ implica que por cada millón de unidades realizadas, se pierden **35,931** unid por hacer.

4.2. PRODUCTO ACEPTABLE:

También es adecuado determinar la Capacidad del proceso en base a los productos Aceptados y que cumplen con los requisitos del cliente. Por tanto, de la producción Real alcanzada, según la empresa, se tiene como requisitos, una media de **29000± 500 unid/año** de productos conformes con una Desviación Estándar de 210 Unid/año aceptable.

● **Capacidad del proceso con respecto a la producción aceptable:**

Según los cálculos realizados y en base a la información proporcionada:

- ✓ Producción Media Productos conformes : 29,000 unid/año
- ✓ Producción Máxima Aceptable : 29,500 unid/año
- ✓ Producción Mínima Aceptable : 28,500 unid/año
- ✓ Desviación Estándar alcanzada : 210 unid/año

$$Cp = \frac{Lsup - Linf}{6\sigma} = \frac{29,500 - 28,500}{6(210)} = 0.79$$

De acuerdo a los resultados obtenidos, la Producción de Productos Aceptados corresponde a una categoría 2 que requiere de una mejora y un control estricto y corresponde a un 1.63 % de productos fuera de especificación o lo que es lo mismo tener 16,395 productos defectuosos.

● **Nivel sigma alcanzado:** Para buscar el nivel Sigma de Calidad con respecto a esta producción aceptable se tiene lo siguiente:

$$\text{Nivel Sigma} = \frac{\text{Lim. Sup de Especificación} - \text{Media}}{\text{Desviación Estándar}} = \frac{29,500 - 29,000}{210} = 2.3890$$

Redondeando este valor a 2.4, correspondería a 16395 ppmo (partes por millón de oportunidades) fuera de especificación, o lo que es lo mismo un 98.4 % de

Capítulo I: Diagnóstico de la Empresa

desempeño del proceso con respecto a la producción aceptable, lo que representa un bajo nivel de Control de Calidad de producto terminado.

5. ETAPA DE ANÁLISIS

La etapa anterior del PROYECTO 6 σ , consistió en la MEDICIÓN (a partir de la DEFINICIÓN), del comportamiento de algunas variables críticas del proceso y representan una radiografía del estado actual del proceso de fabricación del tubo RIB -LOC. Estas mediciones ayudan a entender las variabilidades del proceso y las No Conformidades que provocan el bajo desempeño del mismo.

Ahora se procede a la III -etapa que consiste en el **ANÁLISIS** de las principales No Conformidades o fallos en el proceso de producción, haciendo uso de Herramientas de **Análisis** tales como el **Diagrama de Pareto** y el **Diagrama de Ishikawa**.

Como se pudo observar en el Diagrama de Flujo y con las otras herramientas utilizadas para Medir la situación actual del proceso, se logró determinar los puntos críticos de control que hay que asegurar. Por esto, se introduce la siguiente tabla en donde se establecen los principales fallos encontrados en cada una de las etapas del proceso y la cantidad de estos fallos encontrados en un muestreo realizado.

Capítulo I: Diagnóstico de la Empresa

Tabla 5. *Tabla de Fallos según operaciones*

Fuente: Elaboración Propia

	OPERACIÓN	ELEMENTOS QUE INTERVIENEN	POSIBILIDAD DE FALLO	MÁYOR OCUR	NO CONFORMIDAD QUE GENERA
1	Recepción de orden de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> ● Orden de trabajo ● Inventario de productos en proceso 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Requisitos técnicos del producto incompletos, fuera de normalización 2. Requisitos de mecanizado y tratamiento incompletos. 3. Ordenes de trabajo acumuladas 	<p># 1 # 2 # 3</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Producto final no conforme. 2. Mal acabado. 3. Retrasos en la entrega; baja productividad
2	Gestión de materia prima	<ul style="list-style-type: none"> ● Solicitud de pedido. ● Requisa de recibido ● Kardex 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitud no elaborada 2. Pérdida de la solicitud 3. Agotamiento de material 4. Cantidad solicitada, incompleta 5. Cantidad entregada incompleta 6. Tipo de material: no conformes 7. Fecha de pedido: poco tiempo de antelación, 8. Fecha de entrega: retrasos, entrega por partes. 9. Grado de calidad: bajo, 10. Datos incompletos del proveedor y del solicitante. 	<p># 3 # 4 # 7</p>	<p># 3. Agotamiento de material # 4. Orden de trabajo incompleta # 5. Incumplimiento de requisitos # 8. Calidad final inadecuada</p>
3	Selección del perfil	<ul style="list-style-type: none"> ● Modelo del perfil 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Perfil inexistente. 2. Acoplamiento no conforme 	Poco frecuente	_____
4	Pruebas de calidad	<ul style="list-style-type: none"> ● Guía de pruebas de calidad según normas. Estas son: ● Torque de fusión ● Tiempo de fusión ● Estabilidad térmica estabilidad de color y de esfuerzo 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bajas resistencias. 2. Lectura inadecuada 3. Método inadecuado. 4. Límites de control con error estadístico 5. No se cumplen todas las pruebas 	<p>1. Poco frecuente</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Error tipo α 2. Error tipo β. 3. Material no cumple requisitos

Capítulo I: Diagnóstico de la Empresa

3	Calibración de máquina	<ul style="list-style-type: none"> ● Perfil. ● Máquina conformadora. ● Instrumentos de medición 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ensamble débil, desviado. 2. Sobre medida o baja medida. 3. Medición errada 	# 1 # 2	# 1 producto desechado # 2. No acopla con otro # medidas incorrectas
4	Fusión	<ul style="list-style-type: none"> ● Perfil ● Máquina conformadora. ● Epóxicos 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Acoplamiento débil. 	# 1 # 2	# 1 pérdida de rmetismo,
5	Acostillado	<ul style="list-style-type: none"> ● Operario ● Instrum. mecánico 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Paso de costilla variad 	Poco frecuente	_____
6	Corte	<ul style="list-style-type: none"> ● Operario ● Sierra 	<ol style="list-style-type: none"> 1. baja o sobre medida 2. Corte no perpendicular 	Poco frecuente	#2. Mal acoplamiento
7	Acabado	<ul style="list-style-type: none"> ● Accesorios de refinado 	_____	_____	_____

Con la tabla anterior se procede a organizar en orden de importancia, los fallos más importantes que se presentan en el proceso de fabricación de este tubo. Para ello se utiliza el Diagrama de Pareto.

5.1. ANALISIS CON DIAGRAMA DE PARETO:

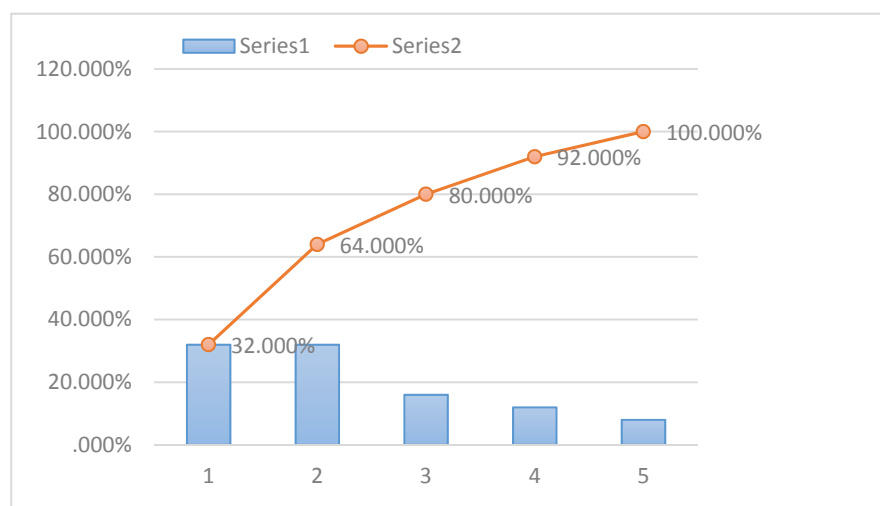
Este Diagrama se utiliza para determinar cuáles son los hallazgos que representan el 20% de los fallos que son los más importantes para reducir la No Conformidad.

Tabla 6. *Tabla consolidada de Fallos.*

Fuente: Elaboración Propia

FALLO RELACIONADO CON	Frec.	% Relativo	% Acumulado
1.- REQUISITOS TECNICOS DEL PRODUCTO	8	32	32.00%
2.- MATERIA PRIMA	8	32	64.00%
3.- FALLOS EN LAS ORDENES DE TRABAJO	4	16	80.00%
4.- FALLOS EN LAS OPERACIONES	3	12	92.00%
5.- OTROS	2	8	100.00%
TOTAL	25		

Según este gráfico, se establece que la **No Conformidad con la Producción** está relacionado principalmente con los fallos en los **Requisitos del producto** y con los fallos con la gestión de la **Materia Prima**.



En el caso de los requisitos del producto, se sabe que esto se puede mejorar con la aplicación rigurosa de las Pruebas de Calidad. Para ello, se debe insistir en el entrenamiento del personal para que se realicen todas estas pruebas, según lo establece el Manual de Calidad y las Normas para cada una.

Para el caso de la Gestión de la Materia Prima, está relacionada con dos aspectos:

- El abastecimiento que se puede resolver con un Sistema de Gestión de Materia Prima.
- La Carrucha está cortada en puntos donde no da la medida. Esto se puede resolver con otro Punto Crítico de Calidad en el Flujograma propuesto.

5.2. ANALISIS CON EL DIAGRAMA DE ISHIKAWA:

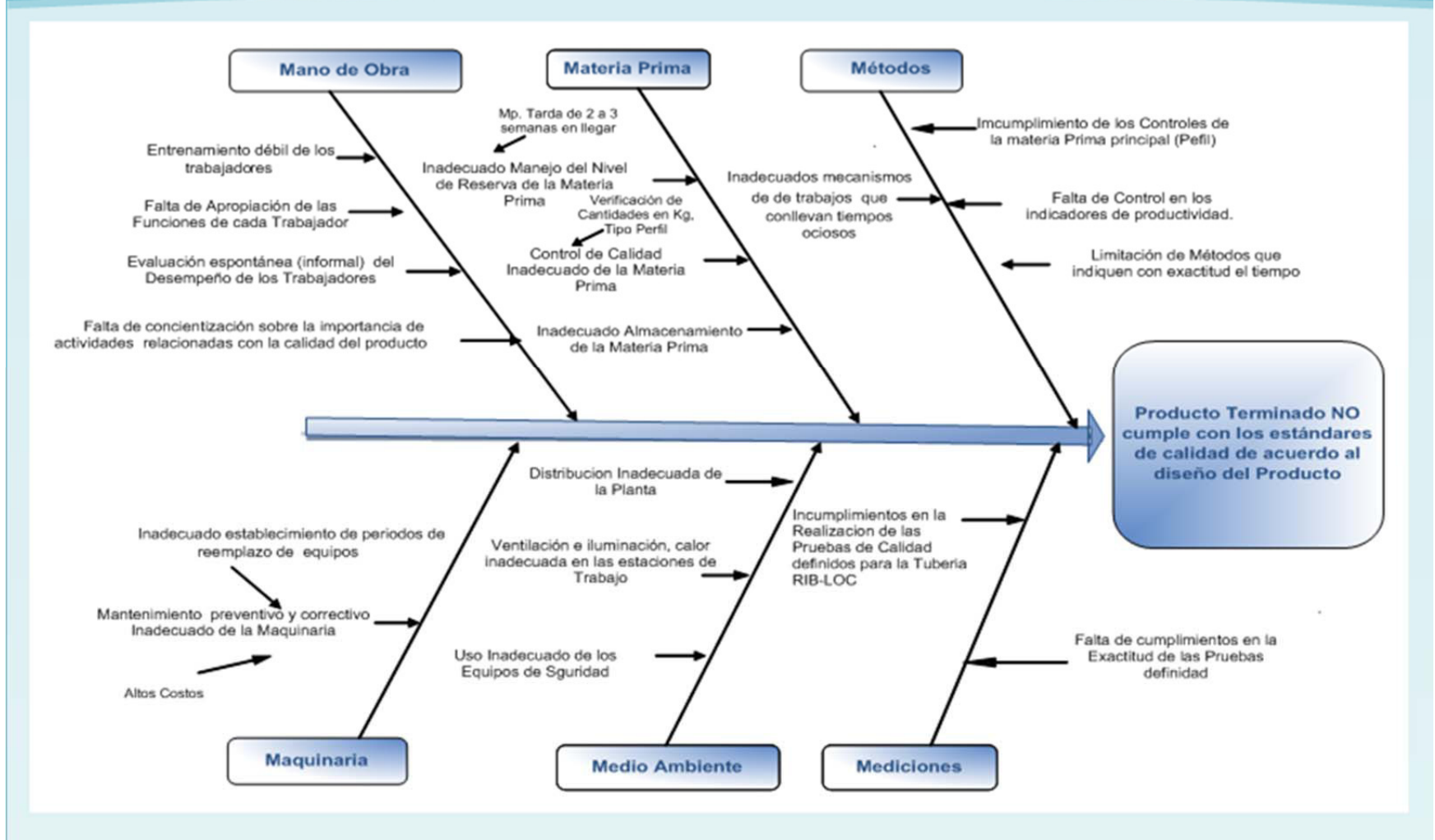
Para continuar la etapa de Análisis, se utiliza el Diagrama de Ishikawa para determinar las causas más importantes que provocan el bajo desempeño del proceso. Esta herramienta también llamada el Método de las 6M, busca determinar estas causas en los siguientes elementos: Materiales, Mano de Obra, Métodos, Mediciones, Medio Ambiente, Máquinas. A continuación, se desarrolla el Diagrama.

Según el resultado del análisis que presenta el Diagrama de Pareto indica que las Causas más importantes que generan la No Conformidad del producto y la variabilidad del proceso, lo representan lo relacionado con la gestión de la **Materia Prima y los Métodos** que intervienen en las Pruebas de Calidad.

Sin embargo, se extenderá el análisis a todas las “**6M**” que implica la Técnica de Ishikawa. Esto es porque de los hallazgos y evidencias encontrados en este análisis, servirán de insumos para diseñar los elementos pertinentes de la propuesta de Mejora y Control como parte del proyecto 6 Sigma. A continuación, el Análisis de las incidencias.

Figura No. 5 Diagrama Causa Efecto.

Fuente: Elaboración Propia



5.2.1. ANALISIS DE LAS INCIDENCIAS PROVOCADAS POR “MATERIA PRIMA”

De acuerdo a la información proporcionada en el departamento de producción de la empresa existe un alto nivel de desabastecimiento y un alto % de desperdicio de materia prima.

CAUSAS PRINCIPALES:

- Ausencia de un Modelo de Gestión de Stock de Inventario para pedido.
- Inadecuado manejo de los requisitos relacionados con el perfil.

El Perfil es importado desde Costa Rica, país en el que se encuentra ubicada la casa matriz de Durman que es donde se fabrica y este proceso es certificado por la ISO 9001-2008.

De igual forma, los insumos utilizados en este caso el pegamento de secado lento para tubería RIB-LOC, también es importado desde Costa Rica donde se elabora.

Las principales causas identificadas en esta parte del proceso son las siguientes:

- ✓ Tanto la Materia Prima como los Insumos utilizados para la Fabricación de Tubos RIB-LOC son traídos de la DURMAN que se localiza en Costa Rica y el tiempo que tarda en venir una vez realizado el Pedido varía entre 2 y tres semanas por lo cual el control de Inventario y el adecuado manejo de los niveles de Reserva es de vital importancia, ya que se han que ha ocurrido que se quedan sin Materia Prima y con las ordenes de Producción pendientes porque no pueden trabajar y esto los ha parado hasta una semana una orden de Producción. Este transporte se realiza vía terrestre a través de grandes contenedores de 40 a 45 pies.
- ✓ Retrasos en la entrega de las ordenes de trabajo lo que descontrola la eficiente gestión y uso de la Materia Prima. En este fallo se encontró que 1 de cada 5 órdenes, se retrasan, es decir que solamente el 80%, llega a tiempo. Además, se envían órdenes de trabajo cuando aún no se ha terminado la orden anterior.
- ✓ En la recepción de la Materia Prima no existe forma de identificar de las carruchas cual viene cortada, es decir en trozos, lo adecuado es que las

carruchas vengan en un solo hilo de perfil y si viene cortado hay pérdidas grandes de materia prima.

- ✓ Ineficiente control de la calidad de la materia prima que se recibe. Esto se debe a la inexperiencia de los trabajadores que desconocen los procesos de calidad adecuados tales como:
- ✓ Verificación de las cantidades de perfil se correspondan a lo facturado en Kg.
- ✓ Almacenamiento adecuado bajo sombra
- ✓ Verificar la medida adecuada del machimbre sea la adecuada
- ✓ Verificación adecuada del descargue de las bobinas del contendor.
- ✓ Elevados niveles de desperdicio o reproceso. Esta es otra No conformidad que se da en el proceso de fabricación del TUBO, es el elevado nivel de desperdicio. Según los registros de la empresa, se adquieren 15,264 Kg (15.2 Ton) de Materia Prima y se obtienen 14,400 Kg (14.4 Ton) en Producto Terminado. Si la Densidad del PVC es de 1400 kg/m³, en 15,264 Kg, se estarían perdiendo aproximadamente 0.67 mt³.
- ✓ Esta cantidad de desperdicio se genera principalmente en el proceso de Corte de muestras tanto del centro como del extremo final de la carrucha para realizar pruebas según requisitos del cliente. También se hacen cortes de idoneidad del Machimbre, es decir la prueba de ensamble entre un extremo macho y uno hembra. Además, se realizan cortes de 50 cm de un tubo fabricado para realizar pruebas de resistencia.
- ✓ La generación de estos y otros desperdicios es porque las carruchas, aunque tienen el mismo peso aproximado, no tienen la misma longitud y al estar elaborando el tubo que debía cumplir cierta longitud, la carrucha no dio la longitud requerida, generando un tubo corto que pasa a desperdicio.

5.2.2.ANALISIS DE LAS INCIDENCIAS PROVOCADAS POR “MANO OBRA”:

En esta otra M del diagrama de Ishikawa, se analiza lo siguiente:

- ✓ Cada trabajador tiene asignado todas sus actividades en el proceso de la elaboración del tubo, sin embargo por observación directa, se pudo constatar que no necesariamente cada trabajador realiza las funciones descritas en el manual, esto implica sobre cargos de actividades especialmente para el Sub- Jefe de producción especialmente en lo relacionado al mantenimiento general y calibración de las máquinas conformadoras.
- ✓ Existe un débil entrenamiento del personal nuevo contratado, ya que el proceso de inducción es empírico y muy superficial.
- ✓ El jefe de producción es quien informa y orienta sobre las actividades que realizará conforme a la orden de trabajo. También informa sobre las prácticas de las pruebas de calidad, orden y limpieza de los materiales, buen uso de equipos y la importancia sobre el uso de los equipos de protección que son de vital importancia para su salud debido a la manipulación de productos tóxicos como la pega la cual contiene un alto contenido de plomo, por lo cual es indispensable el uso de las mascarillas.
- ✓ El entrenamiento se complementa a través del compartimiento de experiencia entre los trabajadores antiguos.
- ✓ Las relaciones laborales son respetuosas y son monitoreadas por el Jefe o sub Jefe de Producción que se encargan de corregirlos en el caso que se salgan de la norma.
- ✓ La empresa cuenta con manual de funciones, en el cual se describen los cargos, las funciones generales, diarias y ocasionales de cada uno de los trabajadores de la empresa
- ✓ Aunque este manual representa una guía para realizar los procesos claves de la empresa, no está complementado con un manual de procedimiento ni instrucciones que expongan con detalles todos y cada

uno de los procedimientos que se deben llevar a cabo principalmente durante el proceso de producción de la tubería RIB-LOC.

Todo lo anterior se puede resumir en lo siguiente:

- Débil capacitación del personal.
- Falta de apropiación de las funciones de cada uno de los trabajadores.
- Desconocimiento de las pruebas de calidad adecuadas del producto por parte de la Mano de Obra Directa.

5.2.3.ANALISIS DE LAS INCIDENCIAS PROVOCADAS POR LOS “METODOS DE TRABAJO”:

El estudio del método de trabajo realizado en el Área de producción, se divide en dos componentes que son: Descripción de los métodos de trabajo y medición del trabajo o estudio de tiempos con el propósito de examinar el trabajo humano en todas las etapas del proceso de producción a fin de identificar los factores que influyen en la eficiencia del proceso.

El estudio de métodos realizado en Área de producción de la Durman, inicia con la selección del trabajo a mejorar que es el proceso de producción, se registraron los detalles, durante las visitas realizadas en la planta, además de las entrevistas realizadas con los Gerentes y trabajadores de planta. Para ello se realiza un análisis de la **Distribución de Planta** y un análisis del proceso a través del **Cursograma Analítico del operario** y el de las operaciones.

5.2.4.ANALISIS DE LAS INCIDENCIAS CAUSADAS POR LAS “MEDICIONES”:

Durante el proceso de fabricación de este tubo, se realizan varias mediciones de variables discretas y pruebas de variables continuas cuyo procedimiento está establecido en el manual de Calidad. Sin embargo, dichas mediciones están

Capítulo I: Diagnóstico de la Empresa

provocando fallos por causa de no realizarse dicha medición, o procedimiento no conforme manual o por la falta de experiencia en el manejo de instrumentos. Las mediciones de variables discretas más comunes y especificadas son:

Tabla 7. Mediciones de variables

Fuente: Elaboración Propia

	Variable a medir	Unidad de medida	Instrumento de medida	Tolerancia	Censor	Posible Fallo	Posible causa
1	Peso	kg	Balanza	+/- gr.	según pedido	Peso no conforme	-Balanza no calibrada -Valores incorrectos en la requisita de pedido
2	Diametro interior	mm	pie de rey, cinta métrica micrómetro	+/- μm	según Norma	Diámet No conforme	-procedimiento de medición incorrecto -Dilatación del Material por cambio de temperatur -Inexperiencia. -Error estadístico tipo Alfa o tipo Beta.
3	Diametro exterior	mm	pie de rey, cinta métrica. Micrómetro	+/- μm	según norma	Diámet No conforme	-procedimiento de medición incorrecto -Dilatación del Material por cambio de temperatur
4	Longitud	mm	pie de rey, cinta métrica	+/- μm	según norma	Long. No Conforme Long. entrecortada	-Descuido en la medición - Carrucha entrecortada
5	Cantidad de pega	Tubo	Visual	_____	Según experiencia	Pérdida de Hermetismo	-Aplicación de poca pega. -Aplicación fuera del lugar

Capítulo I: Diagnóstico de la Empresa

También como se mencionó anteriormente, se deben realizar mediciones de variables continuas a través de Pruebas de Calidad. Estas pruebas se agrupan de la siguiente manera:

Tabla 8. *Tabla de Pruebas según las normas ASTM*

Fuente: Elaboración Propia

No		TIPO DE PRUEBA	SEGÚN NORMA	CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	FALLOS QUE PROVOCAN
1	PVC				
	1.1	Grado de Fusión	ASTM D-2538	-Temp. De fusión. -tiempo de fusión. -Estabilidad térmica,	-Pérdida de hermetismo. -Baja resistencia a las altas temperaturas.
	1.2	Propiedades Físicas	ASTM D-2538	-Color -Textura (campanancias, poros, rayaduras, picaduras)	-Rechazo del producto por error estadístico Alfa o Beta
	1.3	Resist. al impacto	ASTM D-2538	Estabilidad al esfuerzo de tracción, sión, flexión, cizalla, etc	Baja resistencia a las cargas dinámicas y estáticas.
2	PERFIL				
	2.1	Resist. Al impacto	ASTM D-4495	-Resist al impacto	-Quebraduras en las unión macho-hembra
	2.2	Revers térmica	ASTM F-1057	- Punto de Fusión	Escamas, burbujas, dilatación
3	TUBO				
	3.1	Resist al impacto	ASTM F-794 Sección 7.4	Límites de Elasticidad, plasticidad, tura	Dobleza, elongación, rotura
	3.2	Resist al aplastam	ASTM F-794 Sección 7.4	Límite de deformación	Rajadura, quebradura, grieta
	3.3	Rigidez Anular	DIN 16961 ASTM D-2412	Límite de Carga muerta y carga viva	Aplastamiento, ovalidad, conicidad

A pesar de poseer todas las indicaciones y procedimientos establecidos por los Sistemas de Normalización ASTM, estas Mediciones siguen provocando fallos y defectos en los productos terminados.

Este problema es causado principalmente por la falta de un proceso de inducción más riguroso y profundo por parte de la Gerencia de Producción. También se da porque se considera que dicha materia prima recibida ya viene con las pruebas completas desde Costa Rica y esto no es corroborado, dando lugar a la situación antes planteada.

5.2.5. ANALISIS DE LAS INCIDENCIAS PROVOCADAS POR “LA MAQUINARIA”:

Para el Proceso de la elaboración de la tubería RIB-LOC en la empresa existen dos máquinas principales que varían únicamente en tamaños, y su uso depende del diámetro del tubo que se va a elaborar. Éstas se llaman **Máquinas Conformadoras** y son las que efectúan el enrollado de la banda o perfil y conforman así el tubo.

Estas máquinas son únicas fueron fabricadas para la “Durman” y tienen más de 50 años de existencia y se mantienen a punto de mantenimientos tanto preventivo como Correctivos.

El hecho de que estas máquinas fueron diseñadas por la misma empresa provoca que sean pocas las personas que las puedan manejar correctamente.

● **MÁQUINA CONFORMADORA:**

Se usa para darle el diámetro adecuado al tubo y su correcto avellanado del perfil. Su principal punto crítico de Calidad en el proceso es el de Calibrarse adecuadamente para proveer el diámetro exacto. De la observación directa se pudo comprobar que la calibración se realiza de forma manual sin uso de instrumentos de precisión como Bernier o galga. Las unidades de medida están dadas en mm o en pulgadas, lo que puede provocar problemas de exactitud y precisión a la hora del ensamble en su extremo macho o en el extremo hembra.

El equipo consiste en:

- ✓ Un rodillo conformador: este aplica presión al perfil para facilitar el Machimbre y permitir fricción para halar el perfil.

- ✓ Platina de alineamiento del perfil: sirve como guía en el proceso de halado y enrollado
- ✓ Rodillo doble moleteado (texturizado): hace presión al perfil y lleva a cabo el grueso de la unión mecánica y química.
- ✓ Barras ajustables: permiten ajustar al diámetro exacto solicitado por el cliente.

Figura No. 8 Maquina Conformadora RIB-LOC.

Fuente: Elaboración Propia



- **MONTA CARGA:**

Es una grúa que sirve para transportar la materia prima hasta las estaciones de trabajo y a los puntos de las operaciones. No afecta directamente al proceso ni al producto final.

- **CIZALLA:**

Se utiliza para cortar muestras aleatorias de material y realizar pruebas. Estas probetas que se utilizan para el muestreo, no están definidas

- **HERRAMIENTAS VARIAS:**

Se utilizan como instrumentos básicos para operaciones de apoyo, acabado y fijación. Estas herramientas varias son de naturaleza industrial, sin embargo

están completamente depreciadas y en mal estado lo que provoca errores en las operaciones y en el producto final. Por ejemplo, se da un fallo en las uniones dado que se utiliza una Pinza de Presión (Tenaza Perra) para el cierre del tubo que se está pegando. El estriado de dicha Tenaza ha perdido rugosidad y el pegado falla.

5.2.6. ANALISIS DE LAS INCIDENCIAS PROVOCADAS POR “EL AMBIENTE DE TRABAJO”:

Se consideran como indicadores del medio ambiente de trabajo, los riesgos físicos, químicos y biológicos del medio ambiente de trabajo, así como los factores tecnológicos, factores físicos y de seguridad e higiene laboral.

Estos indicadores están dados por tres dimensiones que ayudan a entender de qué manera se afecta el proceso productivo. Estas tres dimensiones se expresan en la carga física y/o esfuerzo muscular, la carga mental y la carga psíquica. Cualquiera de estas dimensiones contribuye positiva o negativamente a la fabricación del producto terminado.

En la inspección realizada, se pudo comprobar lo siguiente:

- **Factores Tecnológicos:**

A pesar de que la empresa es de carácter industrial, sus equipos, maquinaria, y tecnología utilizada, no es de exigente dominio de los últimos avances en materia tecnológica. Es por ello que el perfil de la mayoría de los operarios es de nivel empírico o técnico. Aunque la gerencia de la producción debe tener un perfil de Ingeniero. Sin embargo, no se cumple un período adecuado de inducción a los trabajadores nuevos, lo que provoca errores en las operaciones.

- **Factores Físicos:**

Este es otro elemento que contribuye al Medio Ambiente de trabajo y se refiere a las instalaciones de la planta, los equipos que se utiliza para la fabricación del producto. Su distribución correcta, las distancias y la carga utilizada, afecta positivamente o negativamente a los procesos. La planta tiene una superficie de 48 Mts. de Largo por 36 Mts. de Ancho, el patio y áreas de Almacenamiento de la Materia Prima circundante al área de Producción constituyen un espacio suficiente para la realización de las diferentes actividades del trabajo, como son la recepción

y Almacenamiento de la Materia Prima, Fabricación y Almacenamiento del Tubo, Pruebas de Calidad que se aplican al Producto.

- Toda la infraestructura física de la planta se encuentra delimitada con un muro. La construcción física de la Planta no se puede delimitar exactamente ya que son ciertas áreas las que están techadas y el resto del espacio es al aire libre solo se encuentra delimitado el acceso de la Personas ajenas al Departamento de Producción.

- ✓ **Pisos:** Los pisos de la planta son de concreto de superficie rústica, soportan permanentemente las estructuras y equipos. El piso está rugoso y con desperfecciones y presenta algunas fisuras o irregularidades en su superficie.
- ✓ **Paredes:** Las paredes de la planta son de concreto, no presentan fisuras y son de superficie lisa.
- ✓ **Techos:** El techo es uno de los elementos importantes que puede afectar la calidad de la Materia Prima y el Producto terminado, los cuales deben estar almacenados bajo sombras. Cabe destacar que la mayoría del área esta al descubierto solo hay techo en la parte donde están las máquinas y se da el proceso de la conformación del tubos y las pequeñas partes donde se almacena la Materia Prima.
- ✓ **Ventanas:** No posee Ventanas, únicamente en la Oficina del Jefe de Producción.
- ✓ **Puertas:** Solo existe un pontón lo suficientemente grande para que entren los camiones a descargar la Materia Prima o a Cargar el producto Terminado, este portón funciona como elemento de aislamiento de la planta con el exterior.
- ✓ **Ventilación** El área de Producción es una construcción abierta, únicamente el techo de algunas de las áreas, en la parte principal de Almacenamiento de la Materia Prima y otra parte donde se localizan la pequeña oficina que es utilizada por el Gerente y el Jefe del Departamento de Producción y el área donde están localizadas las máquinas conformadora. El área donde se realiza la producción del Tubo no tiene paredes al frente solo la parte de atrás, esto

genera que al ir avanzando el día, les llega el sol al área de trabajo y el calor se hace insoportable en las horas del mediodía. Estas condiciones de confort térmico del lugar de trabajo constituyen una fuente de incomodidad o molestia para los trabajadores.

- **Factores de seguridad e higiene laboral**

- ✓ El MITRAB, a través de El Consejo Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo ha establecido normas mínimas, que en materia de higiene y seguridad en el trabajo, deben cumplirse para proteger la seguridad y salud de los trabajadores en el desempeño de sus tareas. Durante el Proceso existen dos momentos importantes para la Seguridad:

1. Manipulación de Pega la cual es toxica por sus alto contenido de plomo
2. En el momento en el que el Perfil ingresa a la Máquina Conformadora suelta unas virutas pequeñas que pueden irse en los ojos o ser respiradas por el operador, lo mismo en el momento en el que realizan cortes del Tubo.

Así, se pudo observar que los operadores tienen acceso a los equipos de protección adecuados. Sin embargo, durante el proceso no hacen uso de ellos ya que manifiestan que se les hace más incómodo realizar su trabajo utilizando el equipo adecuado para su protección.

5.3. ANALISIS DE LAS DISTRIBUCION DE LA PLANTA:

Un análisis de la distribución de planta implica la determinación de la localización de los departamentos, de los grupos y estaciones de trabajos, de las máquinas y de los centros de almacenamiento de materias primas, dentro de la planta de producción. Se realiza una descripción del diagrama de recorrido de los materiales durante todo el proceso a fin de analizar y proponer un flujo de trabajo más uniforme. A continuación, se muestra el diagrama de recorrido:

Las Distribuciones de Planta de Producción se clasifican en Distribución por producto. Distribución por proceso, Distribución de posición fija, Tipo híbrido, Distribución de tecnología de grupos o celular, y la más completa es la JIT (células de manufactura Justo a tiempo)¹¹.

¹¹ Salas Bacaya J {1998}“*Las Distribuciones de Planta*” NMSM. Facultad de Ingeniería Industrial

En el caso de estudio, el tipo de distribución de planta del departamento de producción de tubería RIB-LOC es “POR PROCESO” (también llamada taller de empleos o distribución funcional) dado que las personas y los equipos se agrupan por funciones similares de acuerdo a la secuencia establecida de las operaciones, tal es el caso también de las diferentes áreas o fases del proceso (Recepción y Selección de Materia Prima, Proceso, Acabado y Almacenamiento).

Para analizar la distribución de planta de la empresa se utiliza el MÉTODO CUANTITATIVO para la distribución de planta orientada al proceso llamado modelo CARGA-DISTANCIA¹². En este modelo se calcula el valor de C, donde:

$$C = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n L_{ij} D_{ij}$$

C= Índice de eficiencia de mejora en la distribución.

N: el número de centros de trabajos.

L_{ij}: el número de carga o movimientos realizados entre los centros de trabajo i y j.

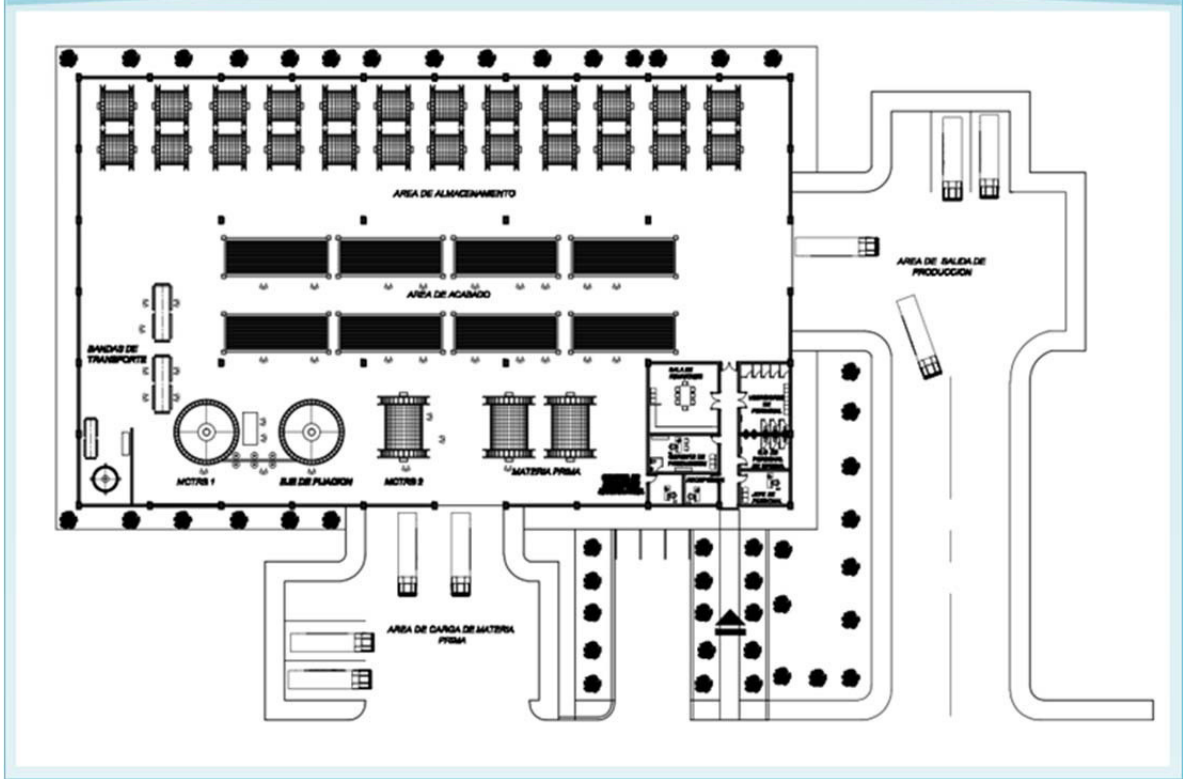
D_{ij}: distancia entre los centros de trabajo i y j

Lo primero por hacer es calcular las cargas L_{ij} que se trasladan entre los departamentos o entre diferentes estaciones de trabajo, en un determinado tiempo; luego se determina la distancia D_{ij} entre los pares de departamentos y por último se calcula la eficiencia que indica la mejora a la distribución inicial correspondiente. A continuación se presenta un diagrama de los movimientos entre las diferentes estaciones de trabajo

¹² Everett E. Adam, Ronald J. Ebert (2008) *Admón de la Produc y las Operac*. Edit. Pearson Educación,

Figura No. 6 Diagrama Distribucion de Planta.

Fuente: Elaboración Propia



La **Tabla #9** muestra los movimientos efectuados entre las diferentes estaciones de Trabajo. Entre ellas se realizan únicamente 3 transportes. Ver siguiente información:

Las estaciones de trabajo son las siguientes:

- ✓ 1- Almacenamiento y Selección de Materia Prima
- ✓ 2- Fabricación del Tubo
- ✓ 3- Área de Pruebas de Impacto
- ✓ 4- Acabado y Almacenamiento

Tabla 9. Movimientos entre estaciones de Trabajo

Fuente: Elaboración Propia

Número de movimientos entre estaciones de trabajo (Lij)					
	1	2	3	4	Total
1	0	1	0	0	1
2	0	0	1	0	1
3	0	0	0	1	1
4	0	0	0	0	3

EL número total de movimientos de es 3

Las distancias entre las estaciones de Trabajo se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 10. *Distancias entre estaciones de Trabajo*

Fuente: Elaboración Propia

Distancias entre estaciones de trabajo (Dij)					
	1	2	3	4	Total
1	43	43	0	0	86
2		-	6.5	0	6
3			-	22	22
4				-	114.5

El valor total de las distancias recorridas es de 71.5 metros.

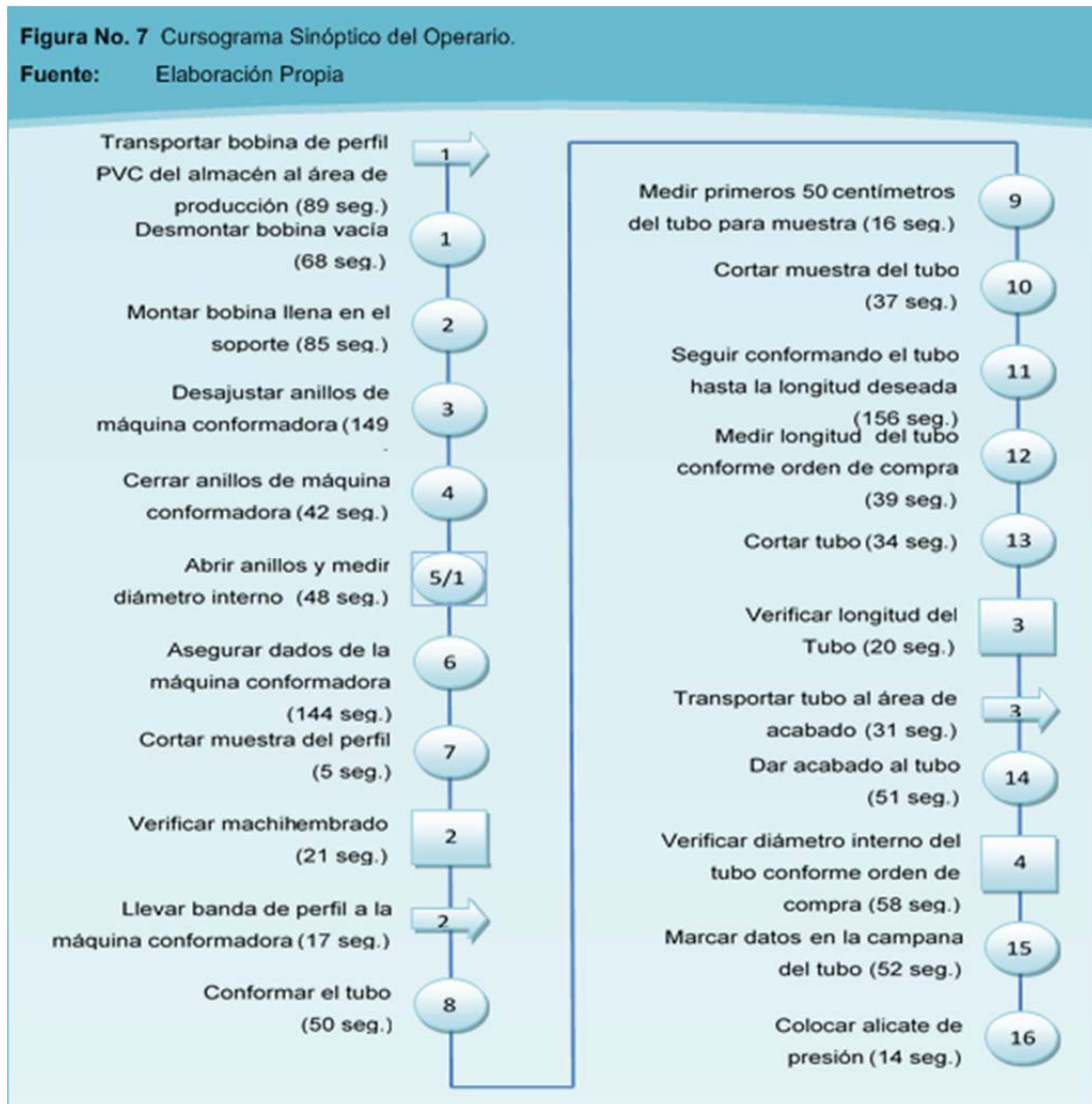
La siguiente tabla muestra los factores $D_{ij} \cdot L_{ij}$ con los cuales se calcula el criterio C que determina el nivel de eficiencia del sistema.

Tabla 11. Nivel de eficiencia de la distribución de planta

Fuente: Elaboración Propia

Nivel de eficiencia de la distribución de planta					
	1	2	3	4	Total
1	43	43	0	0	86
2		-	6.5	0	6.5
3			-	22	22
4				-	114.5

Haciendo uso del criterio C indica un valor de 114.5 para la distribución de planta actual. Lo que indica que la distribución de planta actual es la más adecuada.



Como se puede apreciar, están descritas de forma clara todas las actividades que debe desarrollar cada uno o de los operarios y su fiel cumplimiento permitirá reducir las no conformidades en el proceso.

Análisis al cursograma analítico de las operaciones:

Con este diagrama se busca realizar principalmente un análisis de los tiempos en cada una de las operaciones para determinar algún elemento contaminante del proceso.

El diagrama muestra gráficamente los puntos en los que se introducen materiales en el proceso y el orden de las inspecciones, transportes y todas las operaciones del proceso, representa una imagen clara de todas las secuencias de

Capítulo I: Diagnóstico de la Empresa

los acontecimientos del proceso de producción. El tiempo medio observado es de 1220 minutos.

Tabla 12. *Tabla de Diagrama de Proceso de Flujo*

Fuente: Elaboración Propia

CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO								
Nombre del Proceso: Elaboración de Tubería RIB - LOC								
Inicia en: Transportar bobinas de perfil al área de producción				Modificación No: 0				
Termina en: Área de acabado				Fecha de modificación:				
Elaborado por:				Revisado por:				
Descripción		Distancia (Mts.)	Tiempo (seg)					
1	Trasladar bobina de perfil PVC al área de Producción	44	89			•		
2	Desmontar bobina vacía		68	•				
3	Montar bobina llena en el soporte		85	•				
4	Desajustar anillos de máquina conformadora		149	•				
5	Cerrar anillos de máquina conformadora		42	•				
6	Abrir anillos y medir diámetro interno		48	•	•			
7	Asegurar dados de la máquina conformadora		144	•				
8	Cortar muestra del perfil		5	•				
9	Verificar machimbrado		21		•			
10	Llevar banda de perfil a la máquina conformadora	4.70	17			•		
11	Conformar el tubo		50	•				
12	Medir primeros 50 centímetros del tubo para muestra		16	•				
13	Cortar muestra del tubo		37	•				
14	Seguir conformando el tubo hasta la longitud deseada		156	•				
15	Medir longitud del tubo conforme orden de compra		39	•				
16	Cortar tubo		34	•				
17	Verificar longitud del tubo		20		•			
18	Transportar tubo al área de acabado	23	31			•		

Capítulo I: Diagnóstico de la Empresa

19	Dar acabado al tubo		51	•				
20	Verificar diámetro interno del tubo conforme orden de compra		58		•			
21	Marcar datos en la campana del tubo		52	•				
22	Colocar alicata de presión		14	•				
<u>RESUMEN</u>								
Actividades								
Total de Operaciones				16				
Total de Inspección					4			
Total de Transportes						3		
Total de Espera							0	
Total de Almacenamiento								1
Total de Distancia (Mts.)		71.7						
Total de Tiempo (seg)			1,226					

En el cursograma Analítico podemos ver gráficamente cada una de las actividades del proceso de elaboración del tubo RIB-LOC, está correctamente declarado y los operarios lo dominan, por lo tanto, no genera fallos o errores al proceso.

6. RESUMEN DE LAS PRIMERAS ETAPAS DEL PROYECTO

5.1. ETAPA DE DEFINICION:

En esta etapa del proyecto, se ha Definido como problema principal, la Alta tasa de productos no conforme, teniendo como causa principal de este problema, el incumplimiento de las pruebas de Control de Calidad. También se pudo constatar que esa No Conformidad, se debe a la alta variabilidad del proceso de producción teniendo como causa principal, la inadecuada gestión de Materia Prima.

5.2. ETAPA DE MEDICION:

Se midió la Capacidad del proceso y se obtuvo una categoría de capacidad del proceso $C_p = 2$ que indica que el proceso debe rescatarse a través de medidas drásticas. Esto equivale un valor de 2.4 en valor Sigma de productos aceptables. En el caso de la gestión de la Materia Prima, se observa que se da una interrupción cada 6 corridas, teniendo un 83% de efectividad del proceso de producción por esta causa.

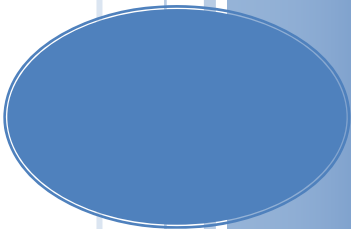
5.3. ETAPA DE ANÁLISIS:

A pesar de que existen varias causas que están provocando las No Conformidades en el producto final y en el proceso, se puede resumir que las causas que presentan mayor incidencia sobre este problema, son la Mala gestión de la materia prima y el incumplimiento en las pruebas de calidad generando cortes en el proceso de producción y una tasa significativa de productos no conformes.

Capítulo

2

MEJORA Y CONTROL



ETAPAS DE MEJORA Y CONTROL

CAPÍTULO

2

Objetivos

- Establecer, Documentar, implementar y mantener pruebas de Calidad en la fabricación del RIB-LOC.

Acciones de Mejora y Control

- 1.1 Cumplimiento de las Pruebas de Calidad.
- 1.2 Gestión adecuada de la Materia Prima.
- 1.3 Gestión adecuada de las Órdenes de Trabajo.

En este capítulo se procede a las siguientes etapas de las seis sigmas para determinar las acciones de Mejora y Control que ayuden a reducir el problema antes declarado.

Por ello, se inicia con la propuesta de las acciones de mejora y posteriormente se declaran las acciones de Control. Estas acciones de Mejora y Control, se propone sean desarrolladas e implementadas a través de la Metodología de Deming, que es la más adecuada cuando se está iniciando un proceso de Mejora continua a los procesos.

1. PLAN DE MEJORA CONTINUA

A continuación se desarrollan todas las fases de un plan de Mejora Continua, que le ayudará a Durman a mantener su liderazgo en la calidad de los productos que ofrecen:

1.1. ACCIONES DE MEJORA Y CONTROL:

1.1.1. OBJETIVO GENERAL

Las Acciones de Mejora y Control que ahora se proponen, tiene como Objetivo General fortalecer el nivel de desempeño del Proceso de Producción del Tubo RIB LOC en la empresa Durman S.A.

1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Reducir el nivel de productos No Conforme del Tubo RIB LOC a través del Aseguramiento de las pruebas de Calidad.
- ✓ Garantizar el abastecimiento oportuno de la materia prima para el correcto cumplimiento de las órdenes de producción.
- ✓ Aumentar el porcentaje de aprovechamiento de la Capacidad instalada a través de un adecuado Método de gestión de las órdenes de producción.

1.1.3. ALCANCE DE ESTA PROPUESTA DE MEJORA Y CONTROL:

Esta propuesta tiene como alcance las actividades relacionadas con el Control de Calidad de requisitos del producto y también cubre las actividades relacionadas con la Gestión de la Materia Prima

I. SELECCIÓN DE LAS ACCIONES DE MEJORA

n°	Qué Mejorar	Con qué	Indicador	Operacionalización	Meta de Mejora
1	Cumplimiento de las Pruebas de Calidad		Nivel Sigma de Producción Conforme	(Especificación Superior – Media) Desviación Standar	Incremento del nivel Sigma desde 2.4 actual, hasta 4 Sigma. Es decir, reducir desde 16,400 ppm defectuosa, hasta 64 ppm defectuosa.
2	Gestion de la Materia Prima	Modelo de Wilson	Eficiencia del modelo	Cantidad de paros por falta de Mat.Prima/ Total de Pedidos] $Q_{\text{ópt}} = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$ Q _{ópt} : es la Cantidad o Lote óptimo a pedir. D: es la Demanda anual de materia Prima S: es el Costo de Pedir que incluye Seguro, Transporte, Embalaje, Desaduanaje etc H: es el Costo de Mantenimiento Anual de dicha Materia Prima.	Aumentar la eficiencia de este proceso, desde un 83% hasta un 98,7 % de eficiencia
3	Gestión de las órdenes de Trabajo	Algoritmo FEP	Eficiencia del Algoritmo	<u>Cantidad de órdenes cumplidas</u> Cantidad de órdenes asignadas	Cumplir hasta un 100% de las órdenes de producción.

II. SELECCIÓN DE LAS ACCIONES DE CONTROL

n°	Qué Controlar	Con qué	
1	Cumplimiento de los Requisitos de Calidad de la Materia Prima y del Producto terminado	Orden de Producción	
2	Estabilidad del proceso	Cartas de Control, Diagrama de Pareto y de Ishikawa	

2.1. ACCIONES DE MEJORA Y CONTROL PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS PRUEBAS DE CALIDAD:

2.1.1. OBJETIVOS:

- ✓ Garantizar el cumplimiento de todas las pruebas de la Calidad en los puntos críticos de control en el flujograma del proceso.
- ✓ Reducir el índice de productos defectuosos o no conformes.

2.1.2. ALCANCE:

Estas acciones están dirigidas a Mejorar Y Controlar las Pruebas de Calidad que se deben realizar desde la recepción de la materia prima, hasta el control del producto final

2.1.3. ACCIONES PARA LA MEJORA:

Conformar el Círculo de Calidad: Un círculo de calidad es un grupo de personas que realizan labores similares en un área de trabajo común, conformadas de manera voluntaria que se reúnen periódicamente para identificar, analizar y resolver problemas relacionados con el trabajo cotidiano, en este caso será todo lo relacionado con el Control de Calidad.

Los objetivos principales que deben perseguir estos círculos de calidad son los siguientes:

- ✓ **Autodesarrollo;** crecimiento interno individual que la persona obtiene

mediante el entrenamiento, la participación, el respaldo del grupo y el reconocimiento general.

- ✓ **Desarrollo mutuo**, dado que dentro del círculo el clima es de colaboración y de mutua comprensión.
- ✓ **Mejoramiento de las comunicaciones y de las actitudes**, ya que las personas toman conciencia de la importancia de aprender a escuchar y adoptar una actitud de apertura y confianza que induzca a la expresión de diversos puntos de vista respecto a una misma situación.
- ✓ **Adoptar una nueva filosofía**: Es indispensable que la Gerencia de Durman asuma compromisos encaminados a garantizar el cumplimiento de la Calidad.
- ✓ **Instituir un programa vigoroso de educación, inducción y recapacitación** para todos los integrantes del Círculo de Calidad. Esto debe incluir tanto a los trabajadores con más experiencia hasta los más nuevos.
- ✓ **Instituir el liderazgo**: Esto implica que cada uno de los integrantes del sistema, instituyen su propio liderazgo en cada una de las actividades que estén relacionados. Se propicia el respeto a las ideas y se crea un nuevo clima de confianza
- ✓ **Eliminar el temor y la inseguridad**: a través de un sistema de reconocimiento y estímulo a los que realizan correctamente su trabajo.
- ✓ **Eliminar las cuotas numéricas**. En ocasiones la gerencia fija un estándar alto de trabajo, con el propósito de descartar a la gente que no puede cumplirlo. Cuando las cuotas se fijan así, la desmoralización en los trabajadores es aún mayor.

2.1.4. ACCIONES DE CONTROL

Mediante el diagrama de flujo se identifica aquellos puntos críticos donde se necesita llevar a cabo las pruebas de control de Calidad y asegurar las características del producto que se va a producir. El proceso de control puede tener lugar en tres puntos:

- ✓ **Antes de las operaciones:** mediante un control en la fase de diseño (e.g., diseño dispositivo a prueba de error o "poka-yoke", sistema de aviso precoz) o mediante el muestreo de aceptación que asegure el cumplimiento de los requisitos por parte del proveedor. Es decir que el control principal debe estar en la recepción de la materia prima.
- ✓ **Durante las operaciones:** mediante el control del proceso a través del bucle de retroalimentación. Es decir que todas las pruebas de Control de Calidad deben ser supervisadas en su cumplimiento a través de Auditorías operativas.
- ✓ **Control después de las operaciones:** Esto se controlará a través de sondeos de opinión, encuestas de satisfacción, muestreos de aceptación, etc. solicitando al cliente que califique el producto entregado, que evitan que lleguen productos defectuosos a manos del cliente

Capítulo II: Etapas de Mejora y Control

Tabla 13. Pruebas de Calidad

Fuente: Elaboración Propia

PLANEAR	Objetivos del Proceso	Suministrar los mecanismos necesarios para establecer, documentar, implementar y mantener la eficacia de las pruebas de Control de Calidad para la fabricación del tubo RIB LOC				
	Alcance:	Pruebas de Calidad Desarrolladas hasta su cumplimiento 100%			Responsable del proceso	Sub Jefe de Producción
		Físicos	Económicos	Humanos		
	Recursos para las Pruebas de Calidad:	Manual de calidad, probeta de pvc (muestras) bernier, micrómetro, galga, maquina extrusora, máquina de pruebas de elasticidad	Presupuesto asignados a los costos de la no calidad, horas maquinas, horas hombres,	Operarios, circulo de calidad, sub jefe de producción	Requisitos y normas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Requisitos de propiedades de la materia prima 2. Requisitos técnicos de los tubos ya formados. 3. Normas ASTM, DIN, ISO o equivalencias entre ellas

Capítulo II: Etapas de Mejora y Control

	PROVEEDOR	ENTRADA	ETAPAS / ACTIVIDADES	SALIDA	CLIENTE
HACER	1- Direccionamiento Estratégico	1- PLAN PROPUESTO (Matriz de requisitos, de la producción y el producto, Manual de Calidad, Mapa de Procesos, Acta Representante de la Dirección de Calidad) 2- Recursos económicos asignados para los procesos 3. Miembros candidatos para la integración del círculo de Calidad 4- Canales de Comunicación internos. 5. Diagrama de Flujo	1. Documentación, 2. Divulgación y Sensibilización 3. Conformación del equipo de Calidad 4. Actualización de la documentación de las pruebas de Control de Calidad. 5. Ajustes del Diagrama de Flujo	1- Documentación y Herramientas de Control de Calidad para los registros de las pruebas de Control de Calidad. 2- Listado de los miembros del círculo de calidad.	1 y 2 - Todos los procesos
MEJORAR	1- Todos los procesos que intervienen en el Diagrama de Flujo que indican Pruebas de control	1- Indicación de cumplimiento de pruebas de Calidad, modificaciones o aprobaciones a las nuevas disposiciones y chek list de registros	Control de la ejecución de las pruebas de Calidad Identificación de las necesidades y oportunidades de documentación, diseño, aprobación divulgación y control de las pruebas.	1- Chek List para registros de resultados de las pruebas 2- Registros de Documentos internos y externos para datos históricos.	1 y 2- Todos los procesos
	2- Todos los procesos que intervienen en el Registro de resultados de los Controles de Calidad.	1- Informe de reporte de producto y/ o servicio no conforme	Control y seguimiento al producto y/o servicio no conforme: Identificación y control sobre la eficacia del producto no conforme	1- Eficacia de los productos y/o servicios no conformes	1- Direccionamiento estratégico

Capítulo II: Etapas de Mejora y Control

<p>1- Todos los procesos 2- Direccionamiento Estratégico</p>	<p>1- Informe de Acciones correctivas, preventivas y de mejora identificadas 2- Acta de Revisión por el Equipo de Calidad.</p>	<p>Control y seguimiento de acciones correctivas, preventivas y de mejora: Identificación, control y seguimiento a planes de acción y a la eficacia de los mismos como elemento clave para la mejora continua.</p>	<p>1- Indicador Acciones Correctivas, preventivas y de mejora</p>	<p>1- Direccionamiento estratégico</p>
<p>1- Todos los procesos que intervienen en la producción desde la Recepción de Materia Prima hasta la fabricación del producto terminado.</p>	<p>1- Formato Desempeño de los Procesos</p>	<p>Auditorías internas: Planificación, programación, ejecución y seguimiento a los resultados de las auditorías internas a este plan de mejora</p>	<p>1- Informe de Auditoría 2- Acciones correctivas, preventivas y de mejora producto de las auditorías</p>	<p>1 y 2- Direccionamiento estratégico</p>
<p>1- Gestión del Talento Humano 2 - Gestión de Recursos</p>	<p>1- Personal /Operarios 2-Servicios Tecnológicos y de Comunicación adecuados / Planta Física, segura y adecuada / Suministros, insumos, materiales, servicios óptimos, equipos, entre otros –</p>	<p>Gestión operativa del proceso *Gestión del Personal del proceso * Gestión de las herramientas tecnológicas y de comunicación requeridas para el proceso * Gestión de la Infraestructura utilizada dentro del proceso * Gestión de compras requeridas para el proceso</p>	<p>1- Nuevas necesidades de Personal, capacitación y desempeño del personal 2- Nuevas necesidades de Servicios Tecnológicos y de comunicación / Nuevas necesidades de planta física, equipos y herramientas / Nuevas necesidades de Compras</p>	<p>1- Gestión del Talento Humano 2 - Gestión de Recursos</p>

Capítulo II: Etapas de Mejora y Control

	ACTIVIDADES DE CONTROL Y SEGUIMIENTO	INDICADOR	FÓRMULA	FRECUENCIA	META	DOCUMENTOS Y REGISTROS
CONTROLAR	1- Control y seguimiento a los resultados de Auditorías internas 2- Eficacia de las acciones correctivas, preventivas y de mejora 3- Eficacia de los productos y/o servicio no conformes 4- Listados maestros de registros y documentos de origen interno o externo	% de eficacia de las acciones correctivas, preventivas y de mejora	Total acciones correctivas, preventivas y de mejora eficaces / Total Acciones formuladas * 100	Trimestral	100%	Ver listado de registros y de documentos archivados
	CONTROL DE ACTUALIZACIONES Y CAMBIOS REALIZADOS A ESTE PLAN DE MEJORA					
	VERSIÓN	FECHA DE CAMBIO	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL CAMBIO REALIZADO			
ACTUAR	Identificación, tratamiento y control de las acciones correctivas, preventivas y de mejora a través de reuniones con todo el equipo de Calidad asignado para intercambiar opiniones, sugerencias y recomendaciones acerca de la efectividad de todas estas acciones preventivas y correctivas que se han aplicado. Si estas acciones han sido no efectivas, inmediatamente cambiarlas sin tener que esperar cada trimestre.					
	Elaboró: Director de Calidad	Revisó: Representante de la dirección		Aprobó: Gerente General		
	Firma:	Firma:		Firma:		

3.1. ACCIONES DE MEJORA Y CONTROL PARA LA CORRECTA GESTION DE MATERIA PRIMA

Dado que la empresa cuenta con información suficiente para establecer un modelo, se ha solicitado la siguiente información para sistematizarla en un Modelo de Gestión de Materia Prima, como es el Modelo de Wilson o Modelo de Cantidad continua. Esta información es:

- ✓ Demanda anual de Materia prima “D”
- ✓ El tiempo de entrega del pedido. “L”
- ✓ El costo del pedido “S”
- ✓ El costo de mantenimiento “H”

Con toda esta información, se puede desarrollar un modelo de gestión de inventario que responda a las siguientes preguntas

- ✓ **QUÉ PEDIR.**; Esta pregunta se resuelve aplicando una política de revisión continua, un buen manejo de control de necesidades y existencia. Los Kardex son la herramienta adecuada para tener el control adecuado de las necesidades.
- ✓ **CÓMO PEDIR:** Es aquí donde la empresa debe decidir por el cambio. Existen varios modelos adecuados para la gestión de la materia prima. Sin embargo, el Modelo de Wilson, es el que más se adecúa a la naturaleza de esta producción.
- ✓ **CUÁNTO PEDIR:** El Modelo de Wilson O Modelo “Q” es el modelo más adecuado para este tipo de Materia Prima pues permite pedir de forma eficiente garantizando el abastecimiento continuo.

Dicho Modelo se operacionaliza de la siguiente manera:

$$Q_{\text{ópt}} = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

Donde

- ☑ Q_{ópt} : es la Cantidad o Lote óptimo a pedir.
- ☑ D: es la Demanda anual de materia Prima
- ☑ S: es el Costo de Pedir que incluye Seguro, Transporte, Embalaje, Desaduanaje etc
- ☑ H: es el Costo de Mantenimiento Anual de dicha Materia Prima.

Si se logra implementar este modelo, se podrán reducir los índice de paro en la producción por desabastecimiento.

- ✓ **CUÁNDO PEDIR:** Aunque se conoce con el modelo Cuánto Pedir, también será necesario saber Cuándo Pedir. Para ello, deberá fijarse una cuota de inventario en existencia o Stok de seguridad que sumado con la política de plazo de entrega y los valores históricos de la demanda diaria se podrá calcular el Punto de Reorden “ROP”

$$\mathbf{ROP = d_{med} * L + Z \sigma}$$

Donde:

d_{med} : es la Demanda diaria promedio de Materia Prima.

L : es el plazo de entrega.

Z σ : Stok de seguridad que se necesita para evitar desabastecimiento.

Si se cumplen estas variables, se reduce el desabastecimiento hasta en un 98%

Además de las acciones antes mencionadas, se deben realizar otras acciones de apoyo a como por ejemplo, sistematizar toda la información histórica junto a su comportamiento en el tiempo.

Capítulo II: Etapas de Mejora y Control

PLANEAR	Objetivos del Proceso	Suministrar los mecanismos necesarios para establecer, documentar, implementar y mantener la materia prima adecuada y conforme los requisitos de fabricación del tubo RIB LOC				
	Alcance	Sistema de Gestión de la Materia Prima			RESPONSABLE DEL PROCESO	Jefe de Compras
		Físicos	Económicos	Humanos		
	Recursos para las Pruebas de Control de Calidad	DATOS HISTORICOS DE DEMANDA. COSTO ESTÁNDAR PARA PEDIDO, MANTENIMIENTO	PRESUPUESTO ASIGNADOS A LOS COSTOS DE PEDIDO, COSTOS DE COMPRA DE MATERIALES Y PARA MANTENIMIENTO,	ENCARGADO DE LOGISTICAS Y COMPRAS, SUB JEFE DE PRODUCCION		
	PROVEEDOR	ENTRADA	ETAPAS / ACTIVIDADES		SALIDA	CLIENTE
HACER	1- Direccionamiento Estratégico	1. Plan Agregado de Materia Prima. 2. Costo Standard 3. Contratos de Compras y pedidos.	1. Documentación del modelo a usar. 2. Divulgación y Sensibilización del uso. 3. Entrenamiento del uso del modelo. 4. Actualización de la documentación para los pedidos		1.- Nuevo Modelo de Gestión de la Materia Prima. 2.Documentación necesaria para el registro de eventualidades	Logística y J' de Producción.
MEJORAR	1- Todos los procesos que intervienen en el Diagrama de Flujo que indican Necesidad de Materia Prima	1- Formato de Indicación de nuevo pedido de Materia Prima, 2. Diagrama de flujo modificaciones o aprobaciones a las nuevas disposiciones y chek list de registros	Control de la ejecución de las pruebas de peso y/o longitud de las carruchas Identificación de las necesidades y oportunidades para el levantamiento de la información y la sistematización de la misma y así consolidar el modelo de Wilson		1-Muestreo de aceptación 2- Registros de Documentos internos y externos para datos históricos.	1 y 2- Todos los procesos relacionados con la gestión de la materia prima.

Capítulo II: Etapas de Mejora y Control

2- Todos los procesos que intervienen en el Registro de los pedidos de materia prima y los inventarios	1. Datos históricos de Demanda anual, demanda diaria, costos de pedido, costos de mantenimiento, y stok de seguridad	Control y seguimiento al tamaño del lote a pedir, el comportamiento de los costos de inventarios Identificación y control sobre la eficacia del modelo a pedir.	1- Tamaño del lote óptimo, 2.- Stok adecuado de seguridad. 3.- Costos anuales de inventario	1- Direccionamiento estratégico 2.- Area de compras.
1- Todos los procesos 2- Direccionamiento Estratégico	1- Informe de Acciones correctivas, preventivas y de mejora identificadas 2- Acta de Revisión por el Equipo de Calidad.	Control y seguimiento de acciones correctivas, preventivas y de mejora: Identificación, control y seguimiento al modelo planteado de acción y a la eficacia de los mismos como elemento clave para la mejora continua.	1- Indicador Acciones Correctivas, preventivas y de mejora	1- Direccionamiento estratégico
1- Todos los procesos que intervienen en la producción desde la Recepción de Materia Prima hasta la fabricación del producto terminado.	1- Formato Desempeño de los Procesos	Auditorías internas: Planificación, programación, ejecución y seguimiento a los resultados de las auditorías internas a este modelo de gestión.	1- Informe de Auditoría 2- Acciones correctivas, preventivas y de mejora producto de las auditorías	1 y 2- Direccionamiento estratégico
1- Gestión del Talento Humano 2 - Gestión de Recursos	1- Personal /Operarios 2- Servicios Tecnológicos y de Comunicación adecuados / Planta Física, segura y adecuada / Suministros, insumos, materiales, servicios óptimos, equipos, entre otros -	Gestión operativa del proceso * Gestión del Personal del proceso * Gestión de las herramientas tecnológicas y de comunicación requeridas para el proceso * Gestión de la Infraestructura utilizada dentro del proceso * Gestión de compras requeridas para el proceso	1- Nuevas necesidades de Personal, capacitación y desempeño del personal 2- Nuevas necesidades de Servicios Tecnológicos y de comunicación / Nuevas necesidades de planta física, equipos y herramientas / Nuevas necesidades de Compras/ Nuevas necesidades de renovación de contrato con los mismos y con nuevos proveedores.	1- Gestión del Talento Humano 2 - Gestión de Recursos

Capítulo II: Etapas de Mejora y Control

	ACTIVIDADES DE CONTROL Y SEGUIMIENTO	INDICADOR	FÓRMULA	META	DOCUMENTOS Y REGISTROS
CONTROLAR	1- Control y seguimiento a los resultados de Auditorías internas 2- Eficacia de las acciones correctivas, preventivas y de mejora 3- Eficacia de los pedidos 4.-stok de seguridad adecuado, 5.-Lote óptimo 6.-Costo de inventario 7.- Listados maestros de registros y documentos de origen interno o externo	% de eficacia de las acciones correctivas, preventivas y de mejora Índice de rentabilidad	Total acciones correctivas, preventivas y de mejora eficaces / Total Acciones formuladas * 100	100%	Ver listado de registros y de documentos archivados
	CONTROL DE ACTUALIZACIONES Y CAMBIOS REALIZADOS A ESTE PLAN DE MEJORA				
	VERSIÓN	FECHA DE CAMBIO	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL CAMBIO REALIZADO		
ACTUAR	Identificación, tratamiento y control de las acciones correctivas, preventivas y de mejora a través de reuniones con todo el equipo de Calidad asignado para intercambiar opiniones, sugerencias y recomendaciones acerca de la efectividad de todas estas acciones preventivas y correctivas que se han aplicado. Si estas acciones han sido no efectivas, inmediatamente cambiarlas sin tener que esperar cada trimestre.				
	Elaboró: Director de Calidad		Revisó: Representante de la dirección		Aprobó: Gerente General
	Firma:		Firma:		Firma:

Tabla 14. Modelo de Gestión de Materia Prima

Fuente: Elaboración Propia

4.1. ACCIONES DE MEJORA Y CONTROL PARA LA GESTIÓN DE LAS ORDENES DE TRABAJO

Dado que en el diagnóstico se concluyó que a veces no se cumple con las órdenes de trabajo, sea por desabastecimiento o por cualquier otro motivo, es importante reducir este fallo a través de una Planificación adecuada de la gestión de las órdenes de trabajo. Dicha configuración está relacionada con el tipo de sistema de producción, donde los trabajos requieren rutas de fabricación diferente y única. Esta configuración puede ser de tipo:

- ✓ PEPS : Primera orden en Entrar, Primera en Salir
- ✓ UEPS : Ultima orden en Entrar, Primera en Salir.
- ✓ FEP : Fecha de Entrega más Próxima.
- ✓ TPC : Tiempo de Procesamiento de la orden más Corta.
- ✓ TPL : Tiempo de Procesamiento de la orden más Larga.
- ✓ RC : Razón Crítica

4.1.1. CRITERIOS PARA LA PLANIFICACIÓN.

La técnica correcta para planificar o definir el correcto algoritmo, dependerá del volumen de órdenes, la naturaleza de las operaciones y la complejidad de los trabajos asociados en el proceso, la experiencia de los operarios, así como también la importancia o peso que se le dé a los siguientes cuatro (4) criterios de la planificación:

- ✓ Minimizar los tiempos de ejecución.
- ✓ Maximizar el uso de los recursos.
- ✓ Minimizar el inventario dentro del proceso-trabajo.
- ✓ Minimizar el tiempo de entrega del producto o servicio.

Los productos elaborados bajo cualquiera de los algoritmos antes descrito, difieren considerablemente unos de otros en términos de material utilizado, órdenes de procesamiento, requerimientos de producción, tiempos de

proceso y configuración de maquinarias y equipos. Debido a estas diferencias, la planificación puede ser compleja.

Para el manejo de una facilidad de manera balanceada y eficiente el gerente de producción, necesita un plan de producción y sistema de control adecuados. Dicho sistema deberá:

- Planificar las órdenes de producción entrantes sin violar las limitaciones de cada centro de trabajo.
- Verificar la disponibilidad de materiales y equipos antes de autorizar la orden de producción.
- Establecer las fechas de entrega para cada orden de trabajo, verificando los "lead times".
- Verificar el progreso de los trabajos que se están desarrollando, y a la vez que los mismos se estén moviendo por las diferentes estaciones en la planta de producción sin tener paros o reproceso.
- Proveer retroalimentación de la planta junto con sus actividades de producción. Todo esto para ajustar los modelos de gestión de materia prima y los tiempos de las operaciones.
- Proveer datos estadísticos de eficiencia en el trabajo y monitorear los tiempos de operación y distribución de la mano de obra.

Por último, se debe considerar que las áreas claves dentro de la planificación también incluyen las siguientes:

- ✓ Demanda.
- ✓ Tiempos.
- ✓ Secuencias.
- ✓ Asignación de tareas.
- ✓ Manejo y control de las limitaciones.

Después de haber planteado lo anterior y considerando este estudio en particular de la Fabricación del Tubo RIB-LOC, la propuesta de Mejora que se orienta para reducir este fallo de incumplimiento en las entregas, será entonces

Planificar las Ordenes de Trabajo con el Algoritmo de Secuenciación **FEP**, Fecha de Entrega más Próxima, dado que ésta se ajusta de mejor manera a la naturaleza de la Empresa Durman. Además, se utiliza para crear impacto en los clientes insatisfechos, posteriormente se puede sustituir por otro como por ejemplo el Algoritmo de Clientes de Primer Orden.

I. Este algoritmo debe cumplir las siguientes condiciones:

- ✓ La estructura de producción es tipo flow shop estrictamente.
- ✓ Todas las órdenes tienen la misma ruta por las máquinas y, el orden de procesamiento de los trabajos en todas las máquinas es el mismo.
- ✓ Para cada operación i existe una sola precedente inmediata $i-1$, exceptuando la primera operación de cada carrucha que no dispone de precedente.
- ✓ Para cada operación i existe una sola siguiente inmediata $i+1$, exceptuando la última operación de cada pieza, que no tiene siguiente.
- ✓ No existen montajes de otras piezas ni particiones de lotes que ya se han comenzado.
- ✓ El número de órdenes entrantes es igual al número de órdenes saliente.
- ✓ No pueden solaparse dos operaciones de la misma orden en la misma máquina o en máquinas distintas;
- ✓ Cada máquina elabora un solo proceso a la vez y a cada orden se le realiza un solo proceso a la vez.
- ✓ Cada máquina tiene asociada una única operación.
- ✓ El número de piezas es finito y, tanto las órdenes como las máquinas se encuentran disponibles desde el instante inicial 0 hasta T , con T arbitrariamente grande para disponer de holgura.
- ✓ Cuando una operación ha comenzado, debe terminarse antes de empezar otra en la misma máquina y no se admiten interrupciones en la misma máquina sin mantenimiento ni daños.
- ✓ No existen problemas de disponibilidad de mano de obra, materiales o de cualquier otra índole.

Capítulo II: Etapas de Mejora y Control

- ✓ El tiempo de duración de la operación de la máquina i procesando la orden j es conocido con anticipación (determinístico). Este tiempo incluye tiempos de preparación, conclusión, colocación de piezas, retiro de piezas, tiempos suplementarios, etc.
- ✓ Al finalizar cualquier operación en una de las máquinas, ésta queda disponible aún si la siguiente máquina de la ruta no está disponible, almacenando este producto en proceso.
- ✓ La programación de operaciones es hacia adelante, con fechas de entrega establecida.

Capítulo II: Etapas de Mejora y Control

Tabla 15. Modelo de Gestión de Ordenes de Trabajo

Fuente: Elaboración Propia

PLANEAR	OBJETIVO DEL PROCESO	Suministrar los mecanismos necesarios para establecer, documentar, implementar y mantener la eficacia del cumplimiento de las órdenes de trabajo.			
	ALCANCE:	Gestión del cumplimiento de las órdenes de trabajo.		Responsable del proceso	Jefe de Producción
		Físicos	Económicos	Humanos	
	Recursos para la construcción del modelo de gestión del cumplimiento de las órdenes de trabajo.	Datos históricos de demanda. Datos históricos de procesamiento de productos	Presupuesto asignados a la producción	Encargado de logísticas y compras, sub jefe de producción, operarios y clientes	
	PROVEEDOR	ENTRADA	ETAPAS / ACTIVIDADES	SALIDA	CLIENTE
HACER	1- direccionamiento estratégico	1. Plan de producción.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Documentación del modelo a usar 2. Divulgación y sensibilización del uso 3. Entrenamiento del uso del modelo 4. Actualización de la documentación para los pedidos 	<ol style="list-style-type: none"> 1.- nuevo modelo de gestión de la producción. 2. documentación necesaria para el registro de eventualidades 	Todos los procesos.

Capítulo II: Etapas de Mejora y Control

MEJORAR	1- Todos los procesos que intervienen en el Diagrama de Flujo que indican los tiempos de procesamiento y las operaciones para cumplir con la orden de trabajo.	1. Orden de trabajo 2.- Tiempos de procesamiento.	Control de la ejecución de las órdenes de trabajo Identificación de las necesidades y oportunidades de documentación, diseño, aprobación divulgación y control del cumplimiento de las órdenes de trabajo	1- Algoritmo de secuenciación de las órdenes de trabajo.	Cliente usuario. Gerencia de Durman
	2- Todos los procesos que intervienen en el Registro de las órdenes de trabajo	1- Informe de reporte de producto a fabricar	Control y seguimiento al cumplimiento de los tiempos de procesamiento: Identificación y control sobre la eficacia del registro de los requisitos del producto	1- Eficacia del algoritmo de secuenciación	1- Direccionamiento estratégico
	1- Todos los procesos 2- Direccionamiento Estratégico	1- Informe de Acciones correctivas, preventivas y de mejora identificadas 2- Acta de Revisión por el Equipo de Calidad.	Control y seguimiento de acciones correctivas, preventivas y de mejora: Identificación, control y seguimiento a planes de acción y a la eficacia de los mismos como elemento clave para la mejora continua.	1- Indicador Acciones Correctivas, preventivas y de mejora	1- Direccionamiento estratégico
	1- Todos los procesos que intervienen en la producción desde la Recepción de las órdenes de trabajo hasta la	1- Formato de registro de las órdenes de trabajo y el Desempeño de su cumplimiento	Auditorías internas: Planificación, programación, ejecución y seguimiento a los resultados de las auditorías internas a este algoritmo de secuenciación de las órdenes de trabajo	1- Informe de Auditoría 2- Acciones correctivas, preventivas y de mejora producto de las auditorías	1 y 2- Direccionamiento estratégico

Capítulo II: Etapas de Mejora y Control

entrega del pedido					
<p>1- Gestión del Talento Humano</p> <p>2 - Gestión de Recursos</p>	<p>1- Personal /Operarios</p> <p>2- Servicios Tecnológicos y de Comunicación adecuados / Planta Física, segura y adecuada / Suministros, insumos, materiales, servicios óptimos, equipos, entre otros -</p>	<p>Gestión operativa del proceso</p> <p>* Gestión del Personal del proceso</p> <p>* Gestión de las herramientas tecnológicas y de comunicación requeridas para el proceso</p> <p>* Gestión de la Infraestructura utilizada dentro del proceso</p> <p>* Gestión de recursos requeridos para el cumplimiento de la orden</p>		<p>1- Nuevas necesidades de Personal, capacitación y desempeño del personal</p> <p>2- Nuevas necesidades de Servicios Tecnológicos y de comunicación / Nuevas necesidades de planta física, equipos y herramientas / Nuevas necesidades de Compras</p>	<p>1- Gestión del Talento Humano</p> <p>2 - Gestión de Recursos</p>
<p>ACTIVIDADES DE CONTROL Y SEGUIMIENTO</p>		<p>INDICADOR</p>	<p>FÓRMULA</p>	<p>META</p>	<p>DOCUMENTOS Y REGISTROS</p>

Capítulo II: Etapas de Mejora y Control

CONTROLAR	1- Control y seguimiento a los resultados de Auditorías internas 2- Eficacia de las acciones correctivas, preventivas y de mejora 3- Eficacia del algoritmo de secuenciación de las órdenes de trabajo 4- Listados maestros de registros y documentos de origen interno o externo	% de eficacia de las acciones correctivas, preventivas y de mejora	Total acciones correctivas, preventivas y de mejora eficaces / Total Acciones formuladas * 100	100%	Ver listado de registros y de documentos archivados
	CONTROL DE ACTUALIZACIONES Y CAMBIOS REALIZADOS A ESTE PLAN DE MEJORA				
	VERSIÓN	FECHA DE CAMBIO	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL CAMBIO REALIZADO		
ACTUAR	Identificación, tratamiento y control de las acciones correctivas, preventivas y de mejora a través de reuniones con todo el equipo de Calidad asignado para intercambiar opiniones, sugerencias y recomendaciones acerca de la efectividad de todas estas acciones preventivas y correctivas que se han aplicado. Si estas acciones han sido no efectivas, inmediatamente cambiarlas sin tener que esperar cada trimestre.				
	Elaboró: Director de Calidad	Revisó: Representante de la dirección	Aprobó: Gerente General		
	Firma:	Firma:	Firma:		

Capítulo

3

PLAN OPERATIVO



**PLAN OPERATIVO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS
ACCIONES DE MEJORA**

Objetivos

- Determinar las condiciones favorables de las acciones propuestas

Acciones de Mejora y Control

- 1.1 Analisis FODA.
- 1.2 Plan Operativo.

Para la ejecución efectiva de estas acciones propuestas, es importante determinar las condiciones favorables para su ejecución. Esto se puede determinar a través de un análisis FODA, que ayude a verificar las condiciones favorables o desfavorables de su implementación. Esto significa determinar el vector posición para saber en qué cuadrante se encuentra la empresa para poder implementar dichas acciones.

1. ANÁLISIS FODA

1.1. ANÁLISIS FODA

El Análisis **FODA**, es una herramienta que permite conformar un cuadro de la situación actual de la empresa u organización, permitiendo de esta manera obtener un diagnóstico preciso que permita en función de ello tomar decisiones acordes con los objetivos y políticas formulados.

A través de ella podemos analizar los factores externos e internos que pueden afectar a una empresa. Se presentan las Fortalezas y Debilidades del proceso de producción así como sus Amenazas y Oportunidades. Para ello se realiza la Matriz de Factores Externos (EFE) y la Matriz de Factores Internos (EFI).

A cada uno de los factores se le asigna un peso ponderado generado por el peso y la calificación. El peso es un valor asignado entre 0 y 1 que determina el nivel de prioridad o importancia de cada uno de los factores de éxito.

1.1.1. FORTALEZAS:

F1. Respaldo de la empresa Durman en cuanto a su responsabilidad, solidez, garantía y prestigio.

F2. Colaboración de parte de la gerencia ante cualquier gestión del departamento de producción.

F3. Productos elaborados conformes especificaciones técnicas establecidas en Costa Rica cuyo proceso productivo se encuentra certificado con la ISO 9000-2000.

F4. Proceso de compra de materia prima sin Intermediarios.

F5. Área disponible para la expansión de las instalaciones.

F6. Materia prima certificada y de un único proveedor.

F7. Amplia capacidad de almacenamiento de producto terminado.

1.1.2. DEBILIDADES:

- D1. Algunos equipos de trabajo son inapropiados.
- D2. Condiciones de trabajo no adecuadas.
- D3. Métodos de trabajo no estandarizados.
- D4. Desperdicio de la Materia Prima por falta de aplicación de las Pruebas de Calidad Adecuadas en el momento de la recepción de la materia prima.
- D5. Falta de apropiación por parte del personal operario de la aplicación adecuada de las pruebas de calidad
- D6. Inadecuados control del nivel de reserva de repuestos para los mantenimientos tanto correctivos como preventivos.
- D7. No se cuenta con el personal debidamente capacitado para los controles preventivos de las máquinas conformadoras
- D8. Control de Inventario inadecuado.
- D9. Entrenamiento insuficiente al personal de planta.
- D10. Poco hábito en uso diario de equipo de higiene y seguridad Industrial.
- D11. Distribución de planta inadecuada.
- D12. Altos costos de producción

1.1.3. OPORTUNIDADES:

- O1. Aumento de obras de los proyectos, ONG. Entidades estatales, urbanizaciones, constructoras e industrias las cuales hacen usos de la tubería RIB-LOC
- O2. Relación comercial con las diferentes Clientes importantes
- O3. Diseño e implementación de Manual de Procedimientos.

1.1.4. AMENAZAS:

- A1. Alto nivel de presencia de la competencia
- A2. Bajos Precios de la Competencia
- A3. Bajos índices de productividad.
- A4. Altos niveles competitivos de las empresas del mismo rubro

Capítulo III: Plan Operativo de la Implementación de las Acciones de Mejora

Tabla 16. Matriz de Evaluación de Factores Internos

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3. Matriz de Evaluación de Factores Internos			
Factores determinantes del éxito	Peso	Calif	Peso Ponderado
Fortalezas			
F1. Respaldo de la Empresa Durman en cuanto a su responsabilidad, solidez, garantía y prestigio.	0.06	3	0.18
F2. Colaboración de parte de la gerencia ante cualquier gestión del Departamento de Producción.	0.04	3	0.12
F3. Productos elaborados conformes especificaciones técnicas establecidas en Costa Rica cuyo proceso productivo se encuentra certificado con la ISO 9000-2000.	0.05	3	0.15
F4. Proceso de Compra de Materia Prima sin Intermediarios	0.05	3	0.15
F5. Área disponible para la expansión de las instalaciones.	0.05	2	0.1
F6.- Apoyo entre los Departamentos Técnicos.	0.04	2	0.08
F7.- Materia Prima Certificada y de un único proveedor	0.05	3	0.15
F8.- Amplia capacidad de almacenamiento de producto terminado	0.05	2	0.1
SUB TOTAL			1.03
Debilidades			
D1. Algunos equipos de trabajo son inapropiados.	0.04	2	0.08
D2. Condiciones de trabajo no adecuadas.	0.04	2	0.08
D3. Métodos de trabajo no estandarizados.	0.05	2	0.1
D4. Desperdicio de la Materia Prima por falta de aplicación de las Pruebas de Calidad Adecuadas.	0.06	4	0.24
D5. Falta de apropiación por parte del personal operario de la aplicación adecuada de las pruebas de calidad	0.06	3	0.18
D6. Inadecuados control del nivel de reserva de repuestos para los mantenimientos tanto correctivos como preventivos.	0.05	3	0.15

Capítulo III: Plan Operativo de la Implementación de las Acciones de Mejora

D7. No se cuenta con el personal debidamente capacitado para los controles preventivos de la máquinas conformadoras	0.05	2	0.1
D8. Control de Inventario inadecuado.	0.06	2	0.12
D9. Entrenamiento insuficiente al personal de planta.	0.06	3	0.18
D10. Poco hábito en uso diario de equipo de higiene y seguridad Industrial.	0.04	2	0.08
D11. Distribución de planta inadecuada.	0.05	1	0.05
D12. Altos costos de producción	0.05	2	0.1
SUB TOTAL	1		1.31

El promedio ponderado de la matriz EFI es de 2.49 el cual es un valor menor que la media (2.5). Esto indica que la empresa no está explotando eficazmente las fortalezas, ni reduciendo el efecto de las debilidades. Se observa que las fortalezas principales de la empresa son F1, F3, F4 y F7. Por otra parte, las debilidades que se deberían enfrentar con mayor énfasis son D3, D4, D5, D6 y D9.

Tabla 17. Matriz de Evaluación de Factores Externos

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4. Matriz de Evaluación de Factores Externos			
Factores determinantes del éxito	Peso	Calif	Peso Ponderado
Oportunidades			
O1. Aumento de obras de los proyectos, ONG. entidades estatales, urbanizaciones, constructoras e industrias las cuales hacen usos de la tubería RIB-LOC	0.18	4	0.72
O2. Relación comercial con las diferentes Clientes importantes	0.14	2	0.28
O3. Diseño e implementación de Manual de Procedimientos.	0.14	2	0.28
SUB TOTAL			1.28
Amenazas			
A1. Alto nivel de presencia de la competencia	0.14	2	0.28
A2. Bajos Precios de la Competencia	0.16	3	0.48

Capítulo III: Plan Operativo de la Implementación de las Acciones de Mejora

A3. Bajos índices de productividad	0.12	2	0.24
A4. Altos niveles competitivos de las empresas del mismo rubro	0.12	1	0.12
SUB TOTAL	1		1.12

El promedio ponderado de la matriz **EFE** es de 2.4, el cual es un valor menor que la media (2.5). Esto indica que la empresa no está aprovechando de manera eficaz las oportunidades ni tampoco minimiza los efectos negativos de las amenazas. Se observa que los factores que más afectan en el proceso de producción son A1 y A2. Además, las oportunidades que deben ser principalmente aprovechadas son O1, O2, y O3.

El análisis **FODA**, se utiliza para poder realizar una Planeación Estratégica cuando la empresa decide modificar su visión y naturaleza. Este tipo de planeación se realiza para largo plazo. Sin embargo, esta sección está encaminada a presentar un plan operativo el cual tiene la característica de ser a corto plazo.

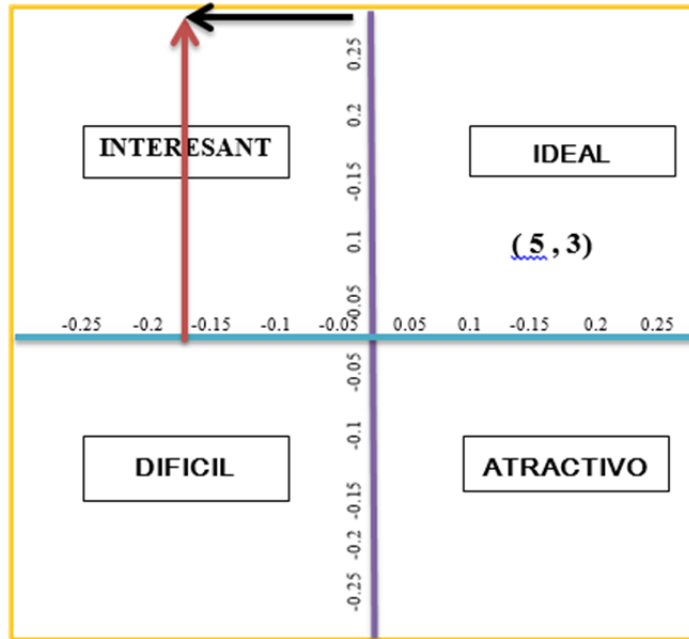
Por lo tanto, este análisis **FODA** que se ha presentado se utiliza para determinar el **VECTOR POSICIÓN** que tiene la empresa para poder asumir este plan. El vector posición se calcula, interpolando en un cuadrante la diferencia de las Oportunidades menos las Amenazas y la diferencia de las Fortalezas menos las Debilidades. Aplicando los cálculos de diferencias entre los totales de las categorías, se obtiene como resultado:

$$\sum Oportunidades - \sum Amenazas = 1.28 - 1.12 = 0.16$$

$$\sum Fortalezas - \sum Debilidades = 1.03 - 1.31 = -0.28$$

Con estos valores se definió que el vector del posicionamiento de las condiciones actuales internas y externas de la empresa para implementar este plan, dio como resultado **CONDICIONES IDEALES o POSICION IDEAL** de la empresa para implementar este plan.

Capítulo III: Plan Operativo de la Implementación de las Acciones de Mejora



2.1. PLAN OPERATIVO 2017

Objetivo Estratégico	Objetivo Operativo	Meta 2017	Actividades	Responsabilidades	Recursos
1. Implementar mejores controles de calidad tanto de la materia prima como del producto terminado	✓ Reducir desperdicios de Mat.	✓ 50%	1. Análisis de tiempo estándar del proceso de producción. 2. Control estricto de la calidad de la Materia Prima en el momento de la recepción y almacenamiento de la misma 3. Cuantificar con método exacto la cantidad de materiales almacenados, con el fin de pedir y recibir lo que se necesita (Materia Prima) justo a tiempo para utilizarlo, así como la reducción de tiempos de entrega. 4. Realizar las pruebas de calidad adecuadas a la Materia prima		✓ Capital ✓ Personal de Planta y Administración.
	✓ Prevenir fallos de calidad del Producto	✓ 35%			
	✓ Obtener una mejor calidad del producto terminado	✓ 35%			
	✓ Contribuir en el ahorro de costos de producción.	✓ 25%			
2. Implementar las pruebas de calidad según lo establecido en el diseño del producto.	✓ Establecer normativa para realizar las principales actividades del proceso de producción.	✓ 100%	1. Elaborar Manual de Procedimientos. 2. Implementar las pruebas de calidad completas según las normas complementarias.		✓ Capital ✓ Personal de Planta y Administración.
	✓ Contribuir en el control de calidad en cada etapa del proceso	✓ 80%			

Capítulo III: Plan Operativo de la Implementación de las Acciones de Mejora

	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Disminuir periodos improductivos por desperfectos. ✓ Favorecer el crecimiento de la Competitividad, desarrollo y diferenciación del Producto ✓ Generar un aumento del "valor agregado" del producto, disminuyendo aquellos defectos en su elaboración. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 10% ✓ 20% ✓ 60% 			
<p>3. Implementar mejores técnicas de capacitación para el nuevo personal</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Delimitar las responsabilidades de cada trabajador de planta. ✓ Mejorar el desempeño de los trabajadores. ✓ Contribuir en la disminución de tiempos improductivos. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 100% ✓ 50% ✓ 30% 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hacer revisiones parciales. La retroalimentación constante hará la diferencia. Por medio de sesiones individuales con el personal, se puede dar y recibir retroalimentación de los avances de los objetivos. 2. Discutir acerca de las actividades que se han desarrollado correctamente y reforzar. Por otro lado, aquellas donde se han encontrado problemas, acordar las soluciones, de manera que se corrijan las áreas de oportunidad. 3. Identificar medidas específicas que puedan ayudar a mejorar el desempeño 		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Capital ✓ Personal de Planta y Administración.

Capítulo III: Plan Operativo de la Implementación de las Acciones de Mejora

	✓ Estandarizar método de trabajo.	✓ 100%			
4. Mejorar la Distribución de Planta.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Procesar la mayor cantidad de materia Prima ✓ Aprovechar capacidad máxima de Planta. ✓ Reducir el tiempo Estándar del proceso de producción. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 10% ✓ 100% ✓ 100% 	1. Redistribuir la planta.		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Capital ✓ Personal de Planta y Administración

CONCLUSIONES

Después de haber realizado las primeras etapas de la Metodología Seis Sigma y proponer las Acciones para la Mejora y Control como últimas etapas de dicha metodología, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- ✓ Existe una alta tasa de productos no conforme que se manifiesta principalmente baja o sobre medida en los diámetros interior o exterior y también en la longitud. Para disminuir esta tasa de productos no conformes se debe cumplir estrictamente con las pruebas de calidad
- ✓ La gestión de la materia prima se realiza de forma espontánea dando lugar a cortes o paros en la producción. Esta anomalía se puede resolver implementando el modelo de Wilson como modelo de gestión
- ✓ Se tiene un bajo índice de cumplimiento de las órdenes de trabajo, porque la gestión de las órdenes de trabajo se realiza sin tener un modelo de secuenciación de los trabajos.
- ✓ Para implementar mejoras, es decisivo incorporar el plan diseñado de Mejora continua a través de la Metodología de Demming ya que es la más sencilla de entender por los integrantes de la organización.
- ✓ Todas las acciones sugeridas no implica algún tipo de costo significativo que provoque cambios en los índices de rentabilidad de la empresa o en el presupuesto asignado a la producción, por eso es viable realizar estas acciones.

RECOMENDACIONES

También es oportuno realizar ciertas recomendaciones que apoyan la viabilidad de estas propuestas para la mejora de la calidad del Tubo RIB-LOC.

- ✓ Considerar que la primera acción de mejora debe ser la declaración del compromiso de la Alta Gerencia para con este plan y posteriormente la conformación del Círculo de Calidad.
- ✓ Implementar este plan en un período no mayor de 3 meses dado que es un tiempo prudente para recobrar la fidelidad de los clientes.
- ✓ Después de incrementar la fidelidad de los clientes, se recomienda cambiar de Algoritmo de Secuenciación de las órdenes de trabajo por el Algoritmo de Cliente Preferencial (PCO, por sus siglas en inglés). Esta es una manera eficiente de priorizar los trabajos si el objetivo de Durman es desarrollar la lealtad de los clientes teniendo en cuenta los factores que miden la fidelidad de los clientes: la frecuencia, el valor de las compras y la cantidad de las compras.
- ✓ Incorporar la medida del desempeño de estas acciones, a la medición del desempeño de los trabajadores en el sistema de evaluación del personal que maneja RRHH.

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Cantú Delgado, H. (1997). **Desarrollo de una cultura de calidad** (3ª Edición) México: Editorial McGraw-Hill. 332p.
- ✓ Deming, Edward W. (1989). **Calidad, Productividad y Competitividad. La salida de la crisis**. España: Editorial Díaz de Santos, S.A, 120p.
- ✓ Feigenbaum, A.V. (1971). **Control total de la calidad. Ingeniería y Administración / A.V.** La Habana: Editorial Revolucionaria. 730p.
- ✓ José Domínguez Machuca. (1998) **Dirección de operaciones. Aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios**. Madrid: Editorial Mc Graw Hill.
- ✓ Harrington, H. James. (1993). **Mejoramiento de los procesos de la empresa** Colombia: McGraw-Hill. 299p.
- ✓ Ishikawa, Kaoru. (1988). **Que es el control total de la calidad. La modalidad Japonesa**. La Habana: Editorial Revolucionaria. 209p.
- ✓ Juran, J.M. (2000). **Manual de control de la calidad** (5ta edición). México: McGraw-Hill. 624p.
- ✓ Juran, J.M. (2000). **Análisis y Planeación de la Calidad**. México: McGraw-Hill. 624p.
- ✓ NC ISO 9000:2005. **Sistemas de Gestión de la Calidad-Fundamentos y vocabulario** (Traducción Certificada, IDT). 42p.

RECURSOS WEB:

- ✓ <http://www.philipcrosby.com>



Anexos

ANEXOS

5.1. ANEXOS

Anexo No. 1 Índice Cp.

Fuente: Elaboración Propia

Valor Índice Cp	Categoría del proceso	Interpretación
$Cp \geq 2$	Clase mundial	Se tiene calidad seis sigmas
$Cp > 1.33$	1	Adecuado
$1 < Cp < 1.33$	2	Parcialmente adecuado, requiere control estricto
$0.67 < Cp < 1$	3	No adecuado para el trabajo. Es necesario análisis del proceso. Requiere modificaciones serias para alcanzar calidad satisfactoria
$Cp < 0.67$	4	No adecuado para el trabajo. Requiere modificaciones muy serias

Anexos

Anexo No. 2 Conversión de fracciones defectuosas a nivel sigma.

Fuente: Proyecto seis sigma.

SIGMA	CENTRADA (CORTO PLAZO)	DESPLAZADA 1,5 SIGMA LARGO PLAZO	CENTRADA	DESPLAZADA 1,5 SIGMA
	Frac. Defect. (ppm)	Frac. Defect. (ppm)	Yield	Yield
2,0	45.500,124	308.770,206	0,954	0,691
2,1	35.728,715	274.412,211	0,964	0,726
2,2	27.806,798	242.071,409	0,972	0,758
2,3	21.448,162	211.927,706	0,979	0,788
2,4	16.395,058	184.108,207	0,984	0,816
2,5	12.419,360	158.686,946	0,988	0,841
2,6	9.322,444	135.686,770	0,991	0,864
2,7	6.934,046	115.083,086	0,993	0,885
2,8	5.110,381	96.809,096	0,995	0,903
2,9	3.731,760	80.762,128	0,996	0,919
3,0	2.699,934	66.810,630	0,997	0,933
3,1	1.935,342	54.801,404	0,998	0,945
3,2	1.374,404	44.566,734	0,999	0,955
3,3	966,965	35.931,060	0,999	0,964
3,4	673,962	28.716,973	0,999	0,971
3,5	465,347	22.750,349	1,000	0,977
3,6	318,291	17.864,528	1,000	0,982
3,7	215,660	13.903,499	1,000	0,986
3,8	144,745	10.724,139	1,000	0,989
3,9	96,231	8.197,562	1,000	0,992
4,0	63,372	6.209,699	1,000	0,994
4,1	41,337	4.661,233	1,000	0,995
4,2	26,708	3.467,029	1,000	0,997
4,3	17,092	2.555,194	1,000	0,997
4,4	10,834	1.865,882	1,000	0,998
4,5	6,802	1.349,968	1,000	0,999
4,6	4,229	967,672	1,000	0,999
4,7	2,605	687,202	1,000	0,999
4,8	1,589	483,483	1,000	1,000
4,9	0,960	336,981	1,000	1,000
5,0	0,574	232,673	1,000	1,000
5,1	0,340	159,146	1,000	1,000
5,2	0,200	107,830	1,000	1,000
5,3	0,116	72,372	1,000	1,000

Anexos

Anexo No. 3 Variabilidad del producto.

Fuente: Proyecto seis sigma.

Sigma	DPMO	YIELD	Sigma	DPMO	YIELD
6	3.4	99.99966%	2.9	80,757	91.9%
5.9	5.4	99.99946%	2.8	96,801	90.3%
5.8	8.5	99.99915%	2.7	115,070	88.5%
5.7	13	99.99866%	2.6	135,666	86.4%
5.6	21	99.9979%	2.5	158,655	84.1%
5.5	32	99.9968%	2.4	184,060	81.6%
5.4	48	99.9952%	2.3	211,855	78.8%
5.3	72	99.9928%	2.2	241,964	75.8%
5.2	108	99.9892%	2.1	274,253	72.6%
5.1	159	99.984%	2	308,538	69.1%
5	233	99.977%	1.9	344,578	65.5%
4.9	337	99.966%	1.8	382,089	61.8%
4.8	483	99.952%	1.7	420,740	57.9%
4.7	687	99.931%	1.6	460,172	54.0%
4.6	968	99.90%	1.5	500,000	50.0%
4.5	1,350	99.87%	1.4	539,828	46.0%
4.4	1,866	99.81%	1.3	579,260	42.1%
4.3	2,555	99.74%	1.2	617,911	38.2%
4.2	3,467	99.65%	1.1	655,422	34.5%
4.1	4,661	99.53%	1	691,462	30.9%
4	6,210	99.38%	0.9	725,747	27.4%
3.9	8,198	99.18%	0.8	758,036	24.2%
3.8	10,724	98.9%	0.7	788,145	21.2%
3.7	13,903	98.6%	0.6	815,940	18.4%
3.6	17,864	98.2%	0.5	841,345	15.9%
3.5	22,750	97.7%	0.4	864,334	13.6%
3.4	28,716	97.1%	0.3	884,930	11.5%
3.3	35,930	96.4%	0.2	903,199	9.7%
3.2	44,565	95.5%	0.1	919,243	8.1%
3.1	54,799	94.5%			
3	66,807	93.3%			

Anexos

Anexo No. 4 Impacto de los niveles sigma.

Fuente: Proyecto seis sigma.

Nivel Sigma	Defectos por millón	Coste de la mala calidad	Competitividad
6 sigma	3,4 defectos por millón	<10% de las ventas	World-class
5 sigma	232 defectos por millón	10 a 15% de las ventas	
4 sigma	6.200 defectos por millón	15 al 20% de las ventas	Media del sector
3 sigma	66.810 defectos por millón	20 al 30% de las ventas	
2 sigma	308.770 defectos por millón	30 al 40% de las ventas	No competitiva
1 sigma	697.672 defectos por millón		

Anexo No. 5 Banda de Perfil Estructurado PVC.

Fuente: Elaboración Propia.



Anexos

Anexo No. 6 Prueba de Aplastamiento.

Fuente: Elaboración Propia.



Anexo No. 7 Tubería RIB-LOC.

Fuente: Elaboración Propia.

