

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

“Implementación de una Metodología de mejora de Calidad y  
Productividad en una PYME de la Industria Plástica”

**PROYECTO DE GRADUACIÓN**

**Previa a la Obtención del Título de:**

**INGENIEROS INDUSTRIALES**

Presentada por:

Rubén Darío Olaya Olivo  
Carlos Eduardo González Rodríguez

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

Año: 2010

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por las bendiciones otorgadas, mi familia por su apoyo incondicional, mis amigos y mis profesores quienes fueron una guía dentro de la universidad en especial a la Ing. Denise Rodríguez, y a todos quienes de alguna manera hicieron posible la culminación de este proyecto.

## DEDICATORIA

Carlos González

Dedico el proyecto de graduación a mi padre, Félix González; mi madre, Rosario Rodríguez; mis hermanas, Erika y Liliana González, y familiares por su apoyo incondicional.

Rubén Olaya

Una dedicatoria especial a mi familia, y a todos quienes me apoyaron cuando los necesite.

# TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

---

Ing. Francisco Andrade S.  
DECANO DE LA FIMCP  
PRESIDENTE

---

Ing. Denise Rodríguez Z.  
DIRECTOR DE PROYECTO

---

Ing. Jorge Abad M.  
VOCAL PRINCIPAL

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

---

Carlos González Rodríguez

---

Rubén Olaya Olivo

## RESUMEN

El presente documento es un proyecto de tesis que surgió de la propuesta doctoral de la Ing. Denise Rodríguez, que busca implementar una metodología de mejora en las pequeñas y medianas empresas del sector plástico.

El estudio se desarrolla en una empresa que realiza tuberías y mangueras de PVC y busca conocer cuál es la realidad de esta organización, identificar los problemas críticos que esta afronta y plantear soluciones basadas en una metodología propuesta para lograr una mejora continua.

Dentro de las técnicas que involucra esta metodología se destaca, para la Organización del puesto de trabajo, la filosofía japonesa 5 S, y control visual; los 7 desperdicios y herramientas de calidad, para concientizar al personal del impacto que pueden generarse y afectar la eficiencia de la empresa. Para conocer a fondo las expectativas y requerimientos del cliente se empleó el mapeo de expectativas; entre otras técnicas que contribuyeron a mejorar la comunicación entre departamentos y a la mejora de la calidad.

Estas técnicas fueron impartidas al personal en reuniones semanales que fueron parte del plan de desarrollo del proyecto y fueron puestas en práctica por grupos de trabajo que se formaron dentro de cada área. Como parte del control se realizaron auditorías internas con la finalidad de contribuir a la continuidad del proyecto.

Las expectativas que generó este proyecto a largo plazo eran muchas, sin embargo por el tiempo establecido se logró evidenciar algunos cambios que cubren las metas, tales como: mayor efectividad en el cumplimiento de pedidos y satisfacción del cliente, mejor coordinación entre los jefes departamentales de planta y bodega con administrativos y grupo de vendedores, un control en el manejo de información proporcionada por los operarios respecto al nivel de desperdicio alcanzado en las líneas de producción, además de una mayor contribución del personal en aspectos operativos con ideas de mejora.

# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	V
RESUMEN.....	VI
CAPÍTULO 1.	
1. GENERALIDADES	
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Problemas.....	4
1.3. Objetivos Generales y Específicos.....	6
1.4. Justificación .....	6
1.5. Alcance.....	7
1.6. Metodología.....	8
1.7. Estructura de la tesis.....	13
CAPÍTULO 2.	
2. MARCO TEÓRICO	
2.1. Caracterización de la Metodología.....	14



2.2. Técnicas que Aplica la Metodología.....	15
2.2.1. Organización del Puesto de Trabajo.....	15
Filosofía 5Ss.....	16
Control Visual.....	22
2.2.2. Conocer al Cliente.....	25
QFD.....	29
2.2.3. Integrar Producción y Ventas.....	36
2.2.4. Mejorar Calidad.....	37
Herramientas de Calidad.....	38
7 Desperdicios de manufactura.....	47

## CAPÍTULO 3.

### 3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

3.1. Descripción de la Empresa.....	56
3.1.1. Objetivos y Metas.....	57
3.1.2. Estructura Organizacional.....	58
3.2. Productos y Clasificación ABC.....	60
3.2.1. Clasificación ABC, Productos Tubería PVC.....	60
3.2.2. Clasificación ABC, Productos Manguera.....	62
3.3. Descripción de los Procesos Productivos.....	64
3.3.1. Proceso, Producción de Tubería.....	64
3.3.2. Proceso, Producción de Manguera.....	67

3.4. Descripción de los Procesos Administrativos-	
Concertación de Pedidos .....	68
3.5. Problemas y Acciones Tomadas.....	70
3.6. Indicadores de la Empresa.....	71
3.6.1 Análisis de Reclamos.....	72
3.7 Diagnóstico de la Situación Actual.....	77
3.7.1 Evaluación de Madurez.....	77
3.7.2. Análisis de Necesidades de Productividad-PNA.....	85
3.7.3. GTT.....	89
3.8 Indicadores para el Proyecto.....	103

## CAPÍTULO 4.

### 4. DISEÑO Y DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

4.1. Introducción a la Metodología Aplicada.....	109
4.1.1. Etapa de Preparación.....	109
4.1.2. Lanzamiento del Programa de Mejora Continua.....	110
4.2. Consideraciones para el desarrollo de la Metodología	
4.2.1. Grupos de Mejora y Reuniones.....	112
4.3. Organización del Puesto de Trabajo.....	113
4.3.1. Logros Alcanzados.....	115
4.4. Conocer al cliente.....	121
4.4.1 Principales Clientes.....	121

4.4.2 Interactuar con el Cliente.....	123
4.4.3 Mapeo de las expectativas de los clientes.....	124
4.4.4. Mapeo del Trabajo.....	126
4.5. Integración de Áreas Funcionales – Producción y Ventas..	131
4.5.1 Definir Políticas.....	137
4.5.2 Mapeo entre áreas de interacción.....	138
4.6. Mejorar Calidad.....	140
4.6.1 Control Estadístico de la Calidad.....	141
4.7. Resultados.....	158
4.7.1. Cálculo de Indicadores.....	165
4.7.2. Análisis Costo Beneficio.....	171
4.7.3. Sucesos Desfavorables para el Proyecto.....	178

## CAPÍTULO 5.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	180
--	-----

## APÉNDICES

## BIBLIOGRAFÍA

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1	Ejemplos De Hoja De Control..... 40
Figura 2.2	Ejemplos De Diagrama de Pareto..... 41
Figura 2.3	Ejemplos De Gráfica De Control..... 44
Figura 3.1	Organigrama De La Empresa..... 59
Figura 3.2	Clasificación ABC De Tuberías..... 61
Figura 3.3	Clasificación ABC De Manguera..... 63
Figura 3.4	Tipos De Reclamos..... 73
Figura 3.5	Producto No Conforme..... 74
Figura 3.6	De Reclamos Mensuales..... 75
Figura 3.7	Número Unidades Devueltas Por Clientes..... 76
Figura 3.8	Causas De No Conformidad..... 77
Figura 3.9	Matriz PNA..... 88
Figura 3.10	Interacción Entre Procesos – Problemas..... 88
Figura 3.11	Puntaje De Matriz De Interacción..... 89
Figura 3.12	Composición Del Tiempo De Compactado..... 93
Figura 3.13	Actividades Principales De Compactado..... 93
Figura 3.14	Porcentaje Tiempo -Turno 1 – Mezclado..... 96
Figura 3.15	Porcentaje Tiempo -Turno 2 – Mezclado..... 96
Figura 3.16	Principales Actividades - Turno 1 – Mezclado..... 97
Figura 3.17	Principales Actividades - Turno 2 – Mezclado..... 98
Figura 3.18	Porcentaje Tiempo - Turno 1 – Extrusión..... 100
Figura 3.19	Porcentaje Tiempo - Turno 2 – Extrusión..... 100
Figura 3.20	Principales Actividades - Turno 1 – Extrusión..... 101
Figura 4.1	Minga De Trabajo..... 114
Figura 4.2	Minga De Trabajo..... 114
Figura 4.3	Insumos De Limpieza..... 117
Figura 4.4	Tablero De Herramientas..... 117
Figura 4.5	Estanterías De Moldes..... 118
Figura 4.6	Señalización De Estanterías..... 118
Figura 4.7	Esquema Herramienta Para Rendimiento..... 120
Figura 4.8	Tipos De Clientes..... 122

	Pág.
Figura 4.9 Mapeo – Etapas Instalación Del Sistema “Riego”.....	128
Figura 4.10 Mapeo De Áreas De Interacción.....	139
Figura 4.11 Modelo De Análisis De Capacidad.....	144
Figura 4.12 Probabilidad-Tubo Conduit.....	146
Figura 4.13 Capacidad-Tubo Conduit.....	147
Figura 4.14 Probabilidad-Tubo Desagüe.....	148
Figura 4.15 Capacidad-Tubo Desagüe.....	149
Figura 4.16 Sixpack-Tubo Desagüe.....	150
Figura 4.17 Probabilidad-Tubo Pegable.....	151
Figura 4.18 Capacidad-Tubo Pegable.....	152
Figura 4.19 Probabilidad-Tubo Conduit 3/4”.....	153
Figura 4.20 Probabilidad Conduit 3/4 “.....	154
Figura 4.21 Capacidad-Tubo Conduit 3/4 “.....	154
Figura 4.22 Probabilidad-Manguera 1/2 X13kl.....	155
Figura 4.23 Capacidad-Manguera 1/2 X13kl.....	156
Figura 4.24 Probabilidad-Manguera 2 X75kl.....	157
Figura 4.25 Capacidad-Manguera 2 X75k.....	157
Figura 4.26 Curva ARL.....	160
Figura 4.27 X barra-R-Conduit 1/2”.....	161
Figura 4.28 X barra-R- Pegable.....	162
Figura 4.29 X barra-R- Desagüe.....	163
Figura 4.30 X barra-R-Conduit 3/4”.....	164
Figura 4.31 Desperdicio Mensual.....	165
Figura 4.32 Distribución De Accesorios.....	175

## ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1	TUBERIAS TIPO A.....	61
Tabla 2	MANGUERAS DE POLIETILENO.....	62
Tabla 3	MANGUERAS TIPO A.....	63
Tabla 4	ASIGNACIÓN DE COLORES – INSUMOS.....	64
Tabla 5	ORGANIZAR PUESTO DE TRABAJO-EVALUACIÓN	81
Tabla 6	CONOCER AL CLIENTE-EVALUACIÓN.....	82
Tabla 7	INTEGRAR PRODUCCION Y VENTAS-EVALUACIÓN	83
Tabla 8	MEJORAR CALIDAD-EVALUACIÓN.....	84
Tabla 9	NIVEL DE MADUREZ.....	84
Tabla 10	INDICADORES DE DESEMPEÑO.....	104
Tabla 11	INDICADORES - SERVICIO AL CLIENTE.....	105
Tabla 12	INDICADORES – PRODUCTIVIDAD.....	107
Tabla 13	RAZÓN DE NEGOCIO DE LOS CLIENTES.....	123
Tabla 14	PRODUCTOS TIPO A.....	141
Tabla 15	RESULTADOS – ANÁLISIS DE CAPACIDAD.....	158
Tabla 16	CARACTERÍSTICAS – CURVA ARL.....	160
Tabla 17	RESULTADOS – TAMAÑO DE SUBGRUPO.....	160
Tabla 18	DESPERDICIO FALTANTE.....	167
Tabla 19	CÁLCULO DE RENDIMIENTO - OBSERVACIÓN 1...168	
Tabla 20	CÁLCULO DE RENDIMIENTO - OBSERVACIÓN 2...168	
Tabla 21	CÁLCULO DE RENDIMIENTO - OBSERVACIÓN 3...169	
Tabla 22	CÁLCULO DE RENDIMIENTO - OBSERVACIÓN 4...169	
Tabla 23	CÁLCULO DE RENDIMIENTO - OBSERVACIÓN 5...169	
Tabla 24	INDICADORES MENSUALES DEL PROYECTO.....	170
Tabla 25	COSTOS INCURRIDOS.....	173
Tabla 26	BENEFICIOS CUANTIFICADOS.....	174
Tabla 27	CUANTIFICACIÓN DE INVENTARIO.....	177

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo trata de la implementación de técnicas de manufactura esbelta, basados en una metodología propuesta, enfocado a la obtención de una mejora continua de la productividad y calidad en una pequeña y mediana empresa del sector plástico.

El proyecto busca analizar los factores claves y las necesidades de las empresas para administrar sus recursos intangibles, y dará apertura para que todo el personal tenga una participación continua sobre cómo se deben realizar las actividades de producción, mantenimiento y métodos de trabajo. Esta participación será a través de ideas de mejora que se aportan en reuniones de grupo, las ideas más complejas de aplicar se evalúan para determinar si son factibles de implementar. Así mismo existirá un mecanismo para incentivar al personal a colaborar con sus ideas, y premiar las mejores.

Los departamentos de producción y ventas se integraran para que estos funcionen conociendo la dependencia que tienen entre sí, y que su trabajo en conjunto es vital para lograr la satisfacción del cliente.

Además se da un enfoque a la calidad del producto para implantar herramientas que permitan prevenir y resolver problemas que la afecten.

# CAPÍTULO 1

## 1. GENERALIDADES.

### 1.1 Antecedentes

El sector plástico es uno de los sectores más dinámicos de la economía del Ecuador, no sólo como transformadores de resinas en productos terminados sino como parte vital de otras cadenas productivas.

En Ecuador, el Sector Industrial de productos plásticos está conformado por más de 400 empresas que se relacionan con los procesos de extrusión, soplado, termo formado, inyección y roto moldeo. La industria factura más de \$550 millones al año, generando aproximadamente 15.000 empleos directos y más de 16.000 indirectos, entre otras cosas, por su dispersa y amplia cadena de comercialización según datos del INEN.



La Empresa Plástica es importadora absoluta de materias primas de origen petroquímico. Pese a ser el Ecuador un país petrolero, carece de industria petroquímica. El mercado lo comparten compañías como Plásticos Industriales PICA (1961) que vende unos 3000 productos y genera 1200 empleos. Plásticos Panamericanos S.A. (1969), destaca por su línea de cajas plásticas para botellas (jabas), tiene clientes como Coca Cola, Pepsi y Dreu. Plásticos Soria, Agricominsa y Reysac, esta última de sacos para cemento, azúcar, balanceados, etc.; y Plastigama (tuberías) están en el mercado.

Una problemática que comparten las diversas industrias y que sin duda tiene un gran impacto en las pymes (pequeñas y medianas empresas), es manejar de forma correcta los recursos intangibles.

La propuesta de éste trabajo, busca contribuir a las pequeñas y medianas empresas del sector plástico, con mecanismos y métodos que permitan explotar esos recursos y alcanzar un mayor nivel de productividad y calidad que les permita lograr una ventaja competitiva en este mercado tan expuesto. El proyecto se desarrolla en una empresa del sector plástico, que se dedica a la producción y comercialización de tuberías de PVC y mangueras de polietileno.

La empresa se encuentra en el mercado desarrollando su actividad desde hace 3 años, logrando introducirse y mantenerse en competencia con otras empresas de la misma línea de negocio con una mayor trayectoria.

La empresa cuenta con una certificación ISO obtenida en el 2007, la cual ha contribuido con un mayor desarrollo adoptando un sistema de gestión de calidad efectivo. El mercado objetivo de la empresa no tiene restricción alguna con el tipo de negocio; la mayor parte de sus clientes la componen ferreterías en distintas ciudades del país; parte de sus clientes también son empresas que instalan riego y brindan algún tipo de servicio para la construcción.

## **1.2 Problema**

En sus inicios la empresa presentaba muchos problemas de desperdicio en sus líneas de producción, que tiempo después fueron solucionados mediante un estudio dirigido por personal de la empresa que reveló los orígenes causales del desperdicio. De esta manera se logró reducir esos niveles de un 11% a un 3 %.

Sin mayor conocimiento de técnicas para la mejora de sus procesos, la empresa tuvo un cambio en cuanto a la organización del ambiente de

trabajo, obteniendo mejores rendimientos en la productividad. Esto se debe al aporte del sistema de gestión ISO 9001 – 2000 con el que se encuentra certificada la empresa.

Sin embargo la presencia de estos procedimientos no ha sido suficiente puesto que muchos de ellos no se cumplen y otros procesos carecen de ellos.

La organización en la empresa se mantiene en niveles aceptables pero no cabe duda que en presencia de una competencia arraigada, desarrollar métodos y aplicar técnicas que permitan un cambio en este aspecto es de vital importancia.

También en la actualidad la empresa se muestra con buenas expectativas de desarrollo, debido a la infraestructura y tecnología con la que cuenta, sin embargo existen problemas que impiden lograr mayores beneficios. La empresa no cuenta con un adecuado sistema de control de inventarios, lo que genera mantener altos niveles de stock.

Esto se deriva del desconocimiento de la demanda que impide realizar una adecuada planificación y que conlleva a producir en exceso.

### **1.3 Objetivos Generales y Específicos.**

Objetivo General: Implementar técnicas de mejora en una PYME con el fin de elevar sus niveles de calidad y productividad.

Objetivos Específicos:

1. Organizar los puestos de trabajo.
2. Mejorar las relaciones de la empresa con sus clientes.
3. Mejorar las relaciones entre los departamentos de ventas y producción
4. Mejorar la calidad del producto y servicio que ofrece.
5. Lograr que la empresa mantenga “la mejora continua” indefinidamente una vez culminado el proyecto.

### **1.4 Justificación**

Las pequeñas y medianas empresas (pyme) del Ecuador presentan por lo general bajos niveles de productividad y calidad, esto se debe en parte a la falta de conocimiento y aplicación de técnicas de mejora, por lo tanto, bajo el diseño de un procedimiento estructurado se busca brindar a estas empresas herramientas que les permita mejorar en los aspectos antes mencionados teniendo en cuenta que los beneficios que se obtendrán

serán mayores que los costos incurridos, siendo así una opción rentable y atractiva para otras empresas.

A la culminación de este proceso de cambio, la empresa deberá ser capaz de ir mejorando cada día, monitoreando constantemente sus indicadores y convirtiéndose así en una empresa cada vez más eficiente.

### **1.5 Alcance**

En este proyecto se pretenden identificar los aspectos fundamentales de trabajo que requiere una empresa del sector plástico, identificar los puntos críticos que afectan al desempeño de la empresa, de tal modo que se puedan mitigar aprovechando los recursos necesarios para la implementación y constancia de una mejora continua.

Para el desarrollo de este proyecto, se empleará una metodología que surge de la propuesta doctoral de la Ing. Denise Rodríguez, que busca aumentar la productividad y calidad en una empresa, y que refleje las características y ventajas de integrar las herramientas de producción esbelta.

En esta investigación se pretende desarrollar modelos que den soporte a la organización del área de trabajo, a mejorar la comunicación entre los departamentos claves de una empresa, y aprovechar la administración de los conocimientos del personal en los diferentes entornos.

El primer modelo “Organización del puesto de trabajo” debe proveer las características y ventajas de tener un área más limpia y organizada, que aprovecha sus recursos con una mayor eficiencia.

El segundo modelo “Conocer al Cliente”, debe proveer un mecanismo que permita la transferencia del conocimiento entre empresa y cliente, respecto a las expectativas del producto y, “Mejorar Calidad” a través de herramientas estadísticas que permitan llevar un mayor control sobre aspectos críticos en las especificaciones del producto.

## **1.6 Metodología**

Es necesario establecer un método que permita realizar el trabajo de forma ordenada partiendo de los fundamentos básicos, y avanzando gradualmente hasta el desarrollo de las ideas más complejas.

Para esto se cuenta con un programa que detalla la planificación del trabajo para un período de 5 meses.

## **1. Organizar el puesto de trabajo**

### **Implementación de las primeras 3S**

Semana 1 y 2: Clasificar (Seiri), estrategia de las tarjetas rojas

Semana 3 y 4: Ordenar (Seiton), estrategia de identificación

Semana 5: Limpiar (Seiso), campaña de limpieza

### **Control Visual**

Semana 6: Entrenamiento y plan de acción

Semana 7: Seguimiento

### **Implementación de las últimas 2S**

Semana 8: Estandarizar (Seiketsu)

Semana 9: Mantener (Shitsuke)

## **2. Conocer al cliente**

### **Identificar y conocer al cliente**

Semana 1: Clasificación ABC (Pareto)

### **Interactuar con el cliente**

Semana 2: Organizar visitas de los clientes a la fábrica

Semana 3: Mapeo de las Expectativas del cliente y Mapeo del Trabajo

Semana 4: Quality Function Deployment (QFD)

### **3. Integrar Producción y Ventas**

#### **Definir políticas y mapear las áreas de interacción**

Semana 1: Definir y publicar políticas

Semana 2: Mapear áreas de interacción

#### **Mejorar comunicación**

Semana 3: Intercambiar Roles

Semana 4: Definir mecanismos de comunicación

Semana 5: Analizar y redefinir indicadores de desempeño

### **4. Mejorar Calidad**

#### **Identificación de problemas**

Semana 1: 7 Herramientas básicas de la calidad

Semana 2: 7 Herramientas básicas de la calidad



Semana 3: 7 Desperdicios

Semana 4: 7 Desperdicios

### **Proceso de mejora**

Semana 5 y 6: Eventos Kaizen (Eliminar causas que introducen variación en el proceso)

### **Diseñar Sistema de Control de Calidad**

Semana 7: Definición de los parámetros de control

Semana 8: Procedimiento para muestreo

Semana 9: Indicadores de Calidad

El método utilizado en este trabajo se expone a continuación:

En primera instancia se realizará un estudio exhaustivo donde se recolectará información importante acerca de los procedimientos que sigue la empresa para familiarización de los agentes de cambio.

Se proseguirá como lo indica el programa del proyecto con la etapa de difusión de la metodología y las técnicas a emplear con el personal de la empresa. Para ello se planificarán reuniones semanales donde se aclararán estos temas.

Se realizará oficialmente el Lanzamiento del Proyecto en las instalaciones de la fábrica y se dará a conocer el alcance del proyecto entre dinámicas y charlas que concienticen al personal a adoptar la propuesta que plantea el proyecto.

Posteriormente se trabajará en la implementación de la metodología, desarrollando algunas técnicas. Las tres primeras etapas de la filosofía 5S, en una minga que se elaborará en las principales áreas de la fábrica.

Se mantendrá la idea de desarrollar reuniones semanales para que sirva de soporte a este trabajo además de informar y obtener ideas del personal que contribuyan también con los objetivos deseados.

De manera conjunta se trabajará con las relaciones a nivel funcional entre los departamentos de producción y ventas para evitar coyunturas entre ellos.

Finalmente se dispondrá de herramientas y métodos que faciliten realizar actividades dentro de los procesos de producción para alcanzar una mayor eficiencia.

Se considera este método como el correcto para llevar a cabo el desarrollo del trabajo, manteniendo siempre en mente los objetivos principales de éste trabajo.

De esta forma será posible finalizar exitosamente la propuesta planteada y que el proyecto busca alcanzar.

### **1.7 Estructura de la Tesis**

Este proyecto está dividido en 5 capítulos. El capítulo 2 presenta las técnicas básicas que servirán para el desarrollo del proyecto y que se describen en capítulos posteriores. En el capítulo 3 se expone la situación de la empresa, los procesos operativos y administrativos que realiza, el diagnóstico de estos procesos y el nivel de madurez en que se encuentra la empresa frente a las expectativas del proyecto.

Posteriormente en el capítulo 4 se expone el proceso que se siguió y los acontecimientos que surgieron y como se afrontaron para continuar con la puesta en marcha del proyecto, además de los resultados obtenidos producto de la metodología aplicada durante el periodo de trabajo.

Finalmente el trabajo culmina con la exposición de las conclusiones y recomendaciones en el capítulo 5.

# CAPÍTULO 2

## 2. MARCO TEÓRICO.

### 2.1 Caracterización de la Metodología

Este proyecto se sustenta en cuatro fases que marcan la ruta para la implementación de una metodología de mejora en una empresa del sector plástico: la organización del puesto de trabajo, conocer al cliente, integrar producción y ventas, mejorar calidad. Estas etapas se desarrollarán en un plazo de 5 meses y se dividirá en 3 fases; en la primera de ellas comprende la planeación, donde se realizará el “lanzamiento” del proyecto que busca poner a conocimiento de todos los involucrados el trabajo que se va a realizar. La segunda fase comprenderá la ejecución, se trabajarán aspectos como la organización del puesto de trabajo y la integración entre las funciones departamentales de producción y ventas, a este nivel las actividades se dividirán entre los agentes de cambio.

La última fase del proyecto consiste en el control, a través de la mejora de la calidad donde se busca con ayuda de herramientas funcionales, adoptar un sistema que permita llevar un control efectivo sobre la calidad de los procesos.

A continuación se detalla cada uno de las fases sobre los que se soporta el trabajo y se ahonda en las técnicas que serán empleadas para el desarrollo del proyecto:

## **2.2 Técnicas que Aplica la Metodología**

Para el desarrollo de esta metodología se requerirá de ciertas herramientas de la producción esbelta que servirán de soporte a nuestras expectativas para alcanzar los objetivos planteados. “El primer requerimiento para tener una transformación lean satisfactoria, es tener una visión clara de lo que queremos que la empresa se convierta” [1].

### **2.2.1 Organización del puesto de trabajo.**

Uno de los elementos centrales de la organización del trabajo es la organización y servicios al puesto de trabajo, el cual se encarga del estudio del puesto de trabajo en su carácter interno y externo es decir, tanto en las relaciones entre los elementos del propio puesto como en sus relaciones con otros dentro del proceso de producción o servicio.

El objetivo central de la organización del puesto de trabajo es garantizar que el trabajador cumpla en la tarea de producción asignada con la mejor calidad, de forma tal que se asegure una carga de trabajo uniforme, garantizando la utilización racional de sus conocimientos y hábitos de producción.

Un requisito de gran importancia para el logro de una eficiente producción es la existencia de condiciones en la célula fundamental del proceso productivo, es decir, el puesto de trabajo debe estar condicionado correctamente para obtener resultados satisfactorios en menor tiempo, con mayor calidad y que le permita al operario desempeñar su función de la forma más cómoda, eficaz y competitiva [2].

Existen principios para el buen desempeño de un negocio que, independientemente de la cultura en la cual se hayan generado, se podrían considerar por su obiedad universales, tal es el caso de la aportación que hacen los japoneses al mundo empresarial con lo que en el ambiente de calidad se denomina las 5'S por su significado en ese idioma y porque han sido quienes los han implementado de manera sistemática.

**Filosofía 5Ss** - Esta metodología busca generar un ambiente de trabajo que además de ser congruente con la calidad total, brinda al ser humano la oportunidad de ser muy efectivo, ya que abarca el mejoramiento de las condiciones mentales de quien se apega a esta metodología. Los elementos del Sistema 5 S, son:

**Clasificar** (Sort) – Esta actividad busca identificar y colocar “etiquetas rojas” a los artículos innecesarios y moverlos a una área temporal. Después de un cierto tiempo hay que venderlos, arreglarlos o desecharlos.

La estrategia de tarjetas rojas consiste en etiquetar cualquier elemento innecesario que obstruya el proceso de producción. La estrategia de las Tarjetas Rojas constituye el paso fundamental para hacer posible la Organización. Con dicha estrategia se procede a identificar los elementos potencialmente innecesarios en la fábrica, almacenes, salón de ventas y oficinas, de aquellos que no lo son. Procediendo a evaluar su utilidad y tratándolos apropiadamente.

El método consiste en adherir o colocar tarjetas rojas sobre aquellos elementos que tienen que evaluarse para ver si son necesarios realmente o no. Las tarjetas rojas contribuyen a atraer la atención de las personas porque el rojo es un color llamativo o que destaca. Un objeto con tarjeta roja está pidiendo que se dé respuesta a estas tres preguntas:

1. *¿Es necesario este elemento?*
2. *¿De ser necesario, lo es en esta cantidad?*
3. *¿De ser necesario y en esta cantidad, es necesario que esté en esta ubicación?*

Una vez identificados estos elementos, los mismos deben ser evaluados y tratados apropiadamente. Las acciones que pueden y deben llevarse a cabo son:

- Tenerlos en un área de mantenimiento especial para elementos con tarjetas rojas, durante un período de tiempo a la espera de ver si son necesarios.
- Desecharlos.
- Cambiarlos de localización.
- Dejarlos donde están.

Para implantar con efectividad la estrategia de tarjetas rojas, debe crearse un área de mantenimiento para los elementos que tengan adicionadas dichas tarjetas a los efectos de llevar a cabo una evaluación adicional. El proceso de tarjetas rojas en un departamento, área o proceso de trabajo puede descomponerse en siete pasos:

1. Lanzamiento del proyecto de tarjetas rojas.
2. Identificación de las metas de las tarjetas rojas.
3. Criterios para asignar las tarjetas rojas.
4. Diseñar las tarjetas rojas.
5. Adherir tarjetas rojas.
6. Evaluar los elementos con tarjeta roja.
7. Documentar los resultados de las tarjetas rojas.



Es conveniente que el diseño de las tarjetas tenga lugares asignados especialmente para consignar la categoría del elemento (materiales, herramientas, productos en proceso, etcétera), nombre del elemento y cantidad.

Posteriormente deben transcribirse por área o proceso las tarjetas a una planilla, en la cual se procederá a colocar los valores unitarios y del conjunto, como así también el total.

**Ordenar** (Set in Order) – identificar el lugar adecuado para los artículos necesarios. Todo debe estar visible y accesible. Poner límites al inventario.

El Orden implica proceder a asignar un lugar para cada cosa y colocar cada cosa en su lugar. La organización y el orden funcionan mejor cuando se ponen en práctica de manera conjunta.

El Orden es de suma importancia porque permite eliminar muchos y variados tipos de despilfarros en las actividades de producción, ventas y oficinas.

El despilfarro del tiempo invertido en la búsqueda de elementos se da con frecuencia tanto en fábrica como en oficinas e incluso en lugares de ventas y almacenes. Así pues no es inusual que una rutina de cambio de útiles incluya hasta 30 minutos invertidos en las actividades improductivas de búsqueda.

Con la implantación del Orden se logran evitar acciones, tales como:

- Despilfarros de movimientos.
- Despilfarros de búsquedas.
- Despilfarro de energía de personas.
- Despilfarros de exceso de stocks.
- Despilfarro de productos defectuosos.

**Limpiar** (Shine) – Esta actividad implica limpiar los equipos, herramientas y lugar de trabajo. La Limpieza se define como mantener todo en un total y perfecto estado de pulcritud.

- La limpieza permite un mejor mantenimiento e inspección de las máquinas, equipos e instalaciones.
- Evita la ocurrencia de accidentes.
- Previene la posibilidad de explosiones, incendios y cortocircuitos.
- Evita que se puedan echar a perder insumos y materiales.
- Impide o reduce las contaminaciones.
- Mejora el estado de ánimo del personal.
- Presenta a los clientes y usuarios una mejor imagen de la empresa.

La limpieza implica inspección. De allí una de las funciones clave de la misma.

**Estandarizar** (Standardize) – En esta etapa se pretende crear las reglas para mantener y controlar las primeras 3Ss. Es el estado existente cuando los tres primeros pilares se conservan adecuadamente. La misma evita que se vuelva a las anteriores condiciones o estado de cosas.

El objetivo supremo de este pilar es evitar que una vez cumplidos los tres primeros pilares puedan llegar a retrocederse en el estado de situación, volviendo a un estado de desorden, suciedad, excesos y estado de confusión.

**Mantener** (Sustain) – La metodología sugiere cumplir las reglas con disciplina y hacerlas un hábito a través de la comunicación y capacitación, animando a desarrollar el dominio propio. En el contexto de los cinco pilares, la Disciplina posee un significado diferente. Significa tener el hábito de mantener correctamente los procedimientos apropiados.

La importancia de la Disciplina radica en que sin ella, la implantación de los cuatro primeros pilares rápidamente se deterioraría. Tanto la dirección de la empresa como los empleados, han de cumplir un papel fundamental a la hora de generar un elevado grado de disciplina. Entre las herramientas para lograr dicha disciplina tenemos:

1. La capacitación y entrenamiento continuos.
2. El uso de pósters y eslóganes.
3. La impresión de boletines internos.
4. Las competencias entre departamentos, sectores o procesos.
5. La visita a otras empresas que practiquen la 5S y/o a otras sucursales de la misma empresa.

**Control visual** - El control visual es una técnica empleada en muchos lugares y contextos donde el control de una actividad o proceso se hace más fácil o más eficaz mediante el uso deliberado de las señales visuales. Estas señales pueden ser de muchas formas, desde la ropa de colores diferentes para los distintos equipos, a las medidas centradas en el tamaño del problema y no el tamaño de la actividad, a Kanban y cajas Heijunka y otros muchos ejemplos diversos.

Los controles visuales están diseñados para hacer el control y la gestión de una empresa tan sencillo como sea posible. Esto implica hacer problemas, anomalías o desviaciones de las normas visible para todos.

Cuando estas desviaciones son visibles y evidentes para todos, las medidas correctivas pueden ser adoptadas para corregir estos problemas de inmediato.

Los controles visuales están destinados a mostrar el funcionamiento o el estado de progreso de una determinada operación en un formato fácil de ver y también para proporcionar instrucción y transmitir información.

Un sistema de control visual debe tener un componente de actividades asociadas a ella en caso de que los procedimientos de representar visualmente no se siguen en el proceso de producción real. Por lo tanto, los controles visuales también deben tener un componente donde se proporciona información inmediata a los trabajadores.

El Control Visual es una forma eficaz de hacer aflorar las anomalías para que todos comprendan lo que está ocurriendo en el área de trabajo, de forma que les sea más fácil respetar las normas estipuladas. Consiste en establecer sistemas visuales que permitan gestionar fácilmente el nivel alcanzado en organización, orden y limpieza. Para distinguir una situación normal de otra anormal mediante normas sencillas y visibles para todos; previamente se necesita:

- Conocer los elementos a controlar.
- Establecer la diferencia entre normalidad y anormalidad.
- Idear mecanismos que permitan el Control Visual.

El Control Visual ayuda a mantener las fases anteriores, de forma que podamos hablar de: Organización visual, Orden visual, Limpieza visual.

Algunos de los problemas por falta de Control Visual:

- Se desconoce si aparecen nuevos materiales innecesarios.
- Se desconoce si están todos los elementos necesarios o si falta alguno.
- Se desconoce si los elementos necesarios están ubicados en el lugar correcto.
- Se desconoce si existe más o menos cantidad de la necesaria.
- Se desconoce si se dispone de todos los medios de limpieza.
- Se desconoce si los medios de limpieza están en su sitio.
- Se desconoce si los indicadores están por encima o por debajo de los valores adecuados.
- En definitiva, no se puede distinguir de un vistazo la diferencia entre normalidad y anormalidad, lo cual hace más difícil evitar la vuelta atrás.

Las recomendaciones que se hacen para esta herramienta se resumen en tres características muy básicas:

- Que se vea fácilmente.
- Instalada en los elementos.
- Fáciles de interpretar.

Pero para ello se precisa conocer muy bien los elementos e idear un mecanismo de control visual.

Sistemas que se pueden emplear:

- Máximos y mínimos.
- Reposición.
- Orden de ubicación.
- Indicadores y señalizaciones.
- Destino (saber quién lo tiene).
- Colores.
- Falta (hueco para indicar que falta algo).

“Otro elemento es la actitud o la cultura de la gente en una organización” [3].

Por esto hay que reconocer el papel crucial que tiene el personal de la empresa, puesto que son ellos quienes pondrán en marcha esta transformación, y es importante que el conocimiento respecto a estas técnicas sea muy claro.

### **2.2.2 Conocer al cliente.**

El cliente, el socio más importante y la principal fuente de oportunidad para los negocios. El trato directo y el conocimiento de las necesidades de sus clientes son algunas de las principales ventajas competitivas de los pequeños empresarios.

Las investigaciones señalan que frente en las grandes corporaciones, la tecnología tiende a "deshumanizar" el trato con los consumidores, porque muchas veces no pueden expresar sus "razones", ya que se pierden entre departamentos y contestadoras telefónicas.

En la actualidad casi todo el mundo dentro de una compañía recoge información sobre los consumidores, pero nadie tiene un completo entendimiento de los consumidores como seres humanos. Por otro lado, varios de estudios coinciden en que se denota un agotamiento de los consumidores ante el bombardeo de mensajes de las nuevas técnicas de mercadotecnia, que siguen inspirándose en viejos supuestos.

Para las grandes empresas resulta difícil incorporar las nuevas tendencias en los estudios de mercado que ponen en tela de juicio viejos conceptos estadísticos para medir las preferencias y gustos de los consumidores.

En lugar de preguntarse "cómo" se comportan los consumidores, los nuevos estudios comprenden el carácter transitorio de las actitudes de consumo y se interesan más en el "por qué", y otros elementos de motivación, difíciles de estandarizar, que inciden en las relaciones de compraventa.



Aunque las grandes compañías incorporarán paulatinamente los nuevos conceptos, las pequeñas empresas son las que están más calificadas para dar un tratamiento personalizado a los consumidores.

Las pequeñas empresas, con una clientela mucho más reducida, pueden capitalizar un servicio más comprensivo y directo con los consumidores como fortaleza competitiva.

Entre el abarrotamiento de ofertas de productos y servicios, muchos especialistas coinciden en que para los consumidores adquiere cada vez un mayor valor el sentir que está adquiriendo algo que tiene cierta exclusividad.

Por ejemplo, productos en cantidades o distribución limitadas, o servicios ofrecidos en lugares "curiosos" por su particularidad o trato familiar y comprensivo.

“Bajo esta premisa, un pequeño empresario debe desarrollar, involucrando a sus empleados, una profunda vocación por conocer y servir a sus clientes” [4].

Como el pequeño empresario no dispone en general de capital para pagar costosas investigaciones de mercado, puede valerse del "hágalo usted mismo" para conocer su territorio.

Desde técnicas de observación simple y registro de hábitos de sus clientes, hasta encuestas informales con preguntas cara a cara como ¿qué hubiéramos podido hacer mejor hoy por usted? o ¿qué cambiaría o agregaría usted si este negocio fuera suyo?, pueden aportar valiosa información.

El cliente no sólo tiene la razón, como en el viejo adagio, sino que es el "patrón" para el pequeño empresario, y mejor aún, su socio más importante: el que le aporta ideas para su crecimiento, y el que regresa si se siente atendido con exclusividad. Se oye y lee mucho sobre la calidad del servicio, la atención centrada en el cliente, el servicio personalizado y muchas otras frases que sirven para hacernos ver que el cliente es importante. Muy importante. Tanto que sin clientes no hay negocio. Así de fácil. Los clientes están aprendiendo a exigir. A darse cuenta que pueden obtener más por su dinero. A exigir rapidez, confiabilidad, seguridad, calidad y muchas otras cosas. Por esta razón es crucial tomar medidas y atender sus verdaderas necesidades porque es el cliente quien al final decide.

“La razón que tiene las grandes compañías para dominar en sus industrias, es porque sus empleados saben que existen para producir productos y servicios que son útiles e importantes en la vida de sus clientes” [5].

**QFD** - El despliegue de la función de calidad (o QFD, por sus siglas inglesas) es un método de diseño de productos y servicios que recoge las demandas y expectativas de los clientes y las traduce, en pasos sucesivos, a características técnicas y operativas satisfactorias.

Para brindar una perspectiva amplia y del QFD, describiremos sus principales campos de aplicación y algunos enfoques nuevos utilizados en su construcción. El QFD se originó en el Japón en la década de 1960 y su metodología se consolidó y expandió geográficamente en las décadas siguientes. En el origen del QFD está la denominada matriz de la calidad, que es en esencia una tabla que relaciona la voz del cliente con los requerimientos que la satisfacen.

La matriz de la calidad suele desplegarse para dar lugar a otras matrices que permiten hacer operativa a la voz del cliente. Las aplicaciones recientes del QFD trascienden a las industrias manufactureras y de los servicios y comprenden la formulación de la estrategia empresarial y el análisis organizacional en los sectores público y privado.

La idea del QFD fue madurando en aplicaciones de diverso tipo, pero el método no lograba consolidar el concepto de calidad del diseño.

En 1972, en el Astillero de Kobe de Mitsubishi Heavy Industries, con Shigeru Mizuno y Yasushi Furukawa trabajando como consultores externos, se desarrolló la matriz de la calidad, que sistematizaba la relación entre las necesidades de los clientes y las características de calidad incorporadas en los productos; la matriz de la calidad constituye hoy el núcleo del QFD. En 1975, la Sociedad Japonesa de Control de Calidad (JSQC) estableció un comité de estudio del QFD para formular su metodología, y en 1987, luego de 13 años de esfuerzo, publicó un estudio sobre las aplicaciones del QFD en 80 empresas japonesas, donde se lo utilizaba para objetivos como los siguientes:

- Establecimiento de la calidad de diseño y la calidad planificada
- Realización del *benchmarking* de productos de la competencia
- Desarrollo de nuevos productos que posicionarán a la empresa por delante de la competencia
- Comunicación a procesos posteriores de información relacionada con la calidad
- Identificación de puntos de control para el piso de la planta
- Reducción del número de problemas iniciales de calidad
- Reducción del tiempo de desarrollo
- Reducción de los costos de desarrollo y
- Aumento de la participación en el mercado.

**Job Mapping** - Lance Bettencourt and Anthony Ulwick desarrollaron el mapeo del trabajo que es una herramienta que busca un objetivo clave, saber que parte de “tener el trabajo hecho” el cliente necesita en cada uno de los pasos de su proceso cuando el producto entra en el mismo; siguiendo un proceso de 8 pasos se sabrá que modificaciones hacer al producto y que cambios debería hacer el cliente en sus procedimientos para que el producto que se está ofreciendo se acople de mejor manera a sus necesidades.

El mapeo de trabajo se lo realiza visitando a los clientes y sus instalaciones, con ayuda del personal que trabaja con el producto del proveedor en una visita de planta ya que ellos son los que trabajan con el producto en cuestión y saben que está bien, que está mal, y que puede estar mejor.

Los 8 pasos para realizar un mapeo de trabajo son: Definir, localizar, preparar, confirmar, ejecutar, monitorear, modificar y concluir.

#### 1.- Definir

Aquí se le pregunta al cliente que parte de tener el trabajo hecho debe definir antes de iniciar su proceso, este paso incluye determinar objetivos, planificar los procesos, asignación de recursos para completar el trabajo, equipos, materiales, etc.

Además que cambios le realiza al producto para poder trabajar con él e ingresarlo al proceso; aquí se recomienda elaborar una lista de todas las actividades que se hacen con el producto, manipulación, almacenamientos, transformaciones, etc.

En este paso se busca ayudar a los clientes a simplificar sus procesos, y reducir el aumento de necesidades para su trabajo.

## 2.- Localizar

Aquí se establece que insumos entran al proceso de los clientes y donde y como están localizados, y se presta especial atención al producto y como este interactúa con los demás insumos. Se puede utilizar varios diagramas de procesos para analizarlo de mejor manera. Al igual que el paso anterior se puede hacer una lista sin obviar los más mínimos detalles.

## 3.- Preparar.

Este paso consiste en saber como el cliente debe preparar los elementos que van a ingresar a su proceso, en esta etapa las compañías deberán buscar formas de hacer menos difícil los setup o procesos de preparación, facilitar la organización de los materiales, crear guías o manuales para asegurar el trabajo.

Para obtener la mayor cantidad de información posible se recomienda hacer preguntas abiertas del siguiente tipo:

¿Que debería estar preparado, planeado o definido antes de ejecutar un determinado paso?

¿Qué materiales, equipos, etc. deben estar reunidos y localizados?

¿Cuáles son los setup o preparaciones que realiza para cada paso?

¿Qué debe confirmar antes de la ejecución de cada paso?

#### 4.- Confirmar

Una vez que la preparación ha sido completada, hay que preguntarse que es lo que el cliente necesita verificar antes de proceder con el trabajo para asegurar una ejecución exitosa. Aquí el cliente se asegura que materiales y ambiente de trabajo han sido preparados correctamente, se valida la calidad, funcionalidad, capacidad de los materiales y componentes; y se definen las prioridades cuando se decidan cambios en la ejecución.

Este paso es crítico para los trabajos, cuando un pequeño error puede resultar en una gran pérdida de dinero, tiempo o seguridad de las personas.

### 5.- Ejecutar

¿Qué deben hacer los clientes para ejecutar el trabajo de manera satisfactoria? Ya sea que se esté imprimiendo un documento o administrando anestesia a un paciente en cirugía, los clientes consideran que la ejecución es el paso más importante de un trabajo. Porque la ejecución es también el paso más visible, los clientes están especialmente consternados sobre evitar problemas y reprocesos al igual de la búsqueda en obtener buenos resultados en sus procesos.

### 6.- Monitorear

¿Qué actividades de monitoreo o control necesita hacer el cliente para asegurar que el trabajo se realizó correctamente? Los clientes deben mantener los ojos en los resultados obtenidos después de la ejecución de un trabajo, especialmente para determinar cuándo necesitaran hacer ajustes o reprocesos. Para algunos trabajos los clientes también deben monitorear los factores ambientales.

### 7.- Modificar.

¿Qué necesitaría el cliente alterar en su trabajo para que este sea completado satisfactoriamente? Cuando hay cambios en los insumos de entrada de un



proceso o en el ambiente, o si la ejecución es problemática, el cliente podría necesitar ayuda con sus cambios, ajustes o mantenimientos. En este paso, el cliente necesita ayuda decidiendo que debería ser ajustado así mismo, determinando cuando, como y donde hacer los cambios. De igual manera el proveedor deberá ofrecer un cambio en su producto para que este se ajuste a los cambios que va a realizar el cliente. En resumen sería una negociación “Si yo hago esto, tu deberías cambiar en esto”, esto permitirá al cliente hacer un mejor trabajo y será una razón más para seguir trabajando con el mismo proveedor.

#### 8.- Concluir

¿Qué debe hacer el cliente para finalizar el trabajo? Con trabajos simples como lavarse las manos la conclusión es revisarse las manos y observar que estén bien lavadas. Para trabajos complejos como el de un anestesiólogo se debe llenar un documento con los detalles de la cirugía e incluso darle un seguimiento postoperatorio al paciente. Los clientes a veces piensan que concluir sobre el trabajo es redundante debido a que el trabajo en si ya ha sido culminado, y algunas compañías necesitan ayuda para simplificar el proceso. Una manera de ayudar a los clientes a finalizar el trabajo es diseñar las herramientas de conclusión en paso sencillo dentro del proceso.

### **2.2.3 Integrar producción y ventas.**

La función de producción es la relación que existe entre el producto obtenido y la combinación de factores que se utilizan en su obtención.

Cada tipo de actividad empresarial, industrial, o simplemente cualquier actividad productiva (entiéndase, por actividad productiva aquella que combina los factores de la producción con el objetivo de obtener un resultado materializado en un bien, o en la prestación de un servicio) tendrá una función de producción diferente.

De esta manera, aumentar la producción, solamente es posible mediante la adición de unidades de trabajo. Sin embargo es fundamental reconocer el papel que juega ventas como un área crítica para el fracaso o éxito de la empresa; por tanto es vital integrar las áreas involucradas en un solo sistema que aporte al bienestar de la organización. Se reconoce la importancia de ventas como un proceso dinámico, y sus planes deben ser acorde a las estrategias de mercado de la empresa. Las ventas no son una profesión estándar, deben ser especializadas al punto en que apoyan al producto en discusión.

Es importante evaluar y controlar constantemente el proceso, tener la habilidad de hacer cambios a tiempo y minimizar errores.

La tarea que desempeña la función de ventas en la actualidad requiere cada vez más trabajo en equipo. Es necesaria la comunicación y coordinación con otras áreas de la empresa. Principalmente con el área de producción para que la cantidad, características y cantidades de producto a producir sea la correcta y a tiempo. Por otro lado si el área de producción no puede fabricar el producto por alguna circunstancia, el vendedor debe de saberlo para no ofrecerlo.

Obviamente la comunicación con la alta gerencia es determinante sobre todo cuando lo que está en juego es la imagen de la empresa frente a la respuesta a las necesidades del cliente.

#### **2.2.4 Mejorar calidad.**

La evolución del concepto de calidad en la industria y en los servicios nos muestra que pasamos de una etapa donde la calidad solamente se refería al control final. Para separar los productos malos de los productos buenos, a una etapa de Control de Calidad en el proceso, con el lema: "La Calidad no se controla, se fabrica".

Finalmente llegamos a una Calidad de Diseño que significa no solo corregir o reducir defectos sino prevenir que estos sucedan, como se postula en el enfoque de la Calidad Total.

El camino hacia la Calidad requiere crear una nueva cultura, mantener un liderazgo, desarrollar al personal y trabajar en equipo, desarrollar a los proveedores, tener un enfoque al cliente y planificar la calidad [6]. Demanda vencer una serie de dificultades en el trabajo que se realiza día a día. Se requiere resolver las variaciones que van surgiendo en los diferentes procesos de producción, reducir los defectos y además mejorar los niveles estándares de actuación.

**Herramientas de la Calidad** - Para resolver estos problemas o variaciones y mejorar la Calidad, es necesario basarse en hechos y no dejarse guiar solamente por el sentido común, la experiencia o la audacia. Basarse en estos tres elementos puede ocasionar que en caso de fracasar nadie quiera asumir la responsabilidad. De allí la conveniencia de basarse en hechos reales y objetivos. Además es necesario aplicar un conjunto de herramientas estadísticas siguiendo un procedimiento sistemático y estandarizado de solución de

problemas.

Existen Herramientas Básicas que han sido ampliamente adoptadas en las actividades de mejora de la Calidad y utilizadas como soporte para el análisis y solución de problemas en una organización.

1. Hoja de control (Hoja de recogida de datos)
2. Histograma
3. Diagrama de Pareto
4. Diagrama de causa efecto
5. Estratificación
6. Diagrama de Dispersión
7. Gráfica de control

La experiencia de los especialistas en la aplicación de estos instrumentos o Herramientas Estadísticas señala que bien aplicadas y utilizando un método estandarizado de solución de problemas pueden ser capaces de resolver eficientemente los problemas más críticos.

**Hoja de control** - La Hoja de Control u hoja de recogida de datos, también llamada de Registro, sirve para reunir y clasificar las informaciones según

determinadas categorías, mediante la anotación y registro de sus frecuencias bajo la forma de datos.

Una vez que se ha establecido el fenómeno que se requiere estudiar e identificadas las categorías que los caracterizan, se registran estas en una hoja, indicando la frecuencia de observación. Algunos ejemplos se muestran en las siguientes figuras:

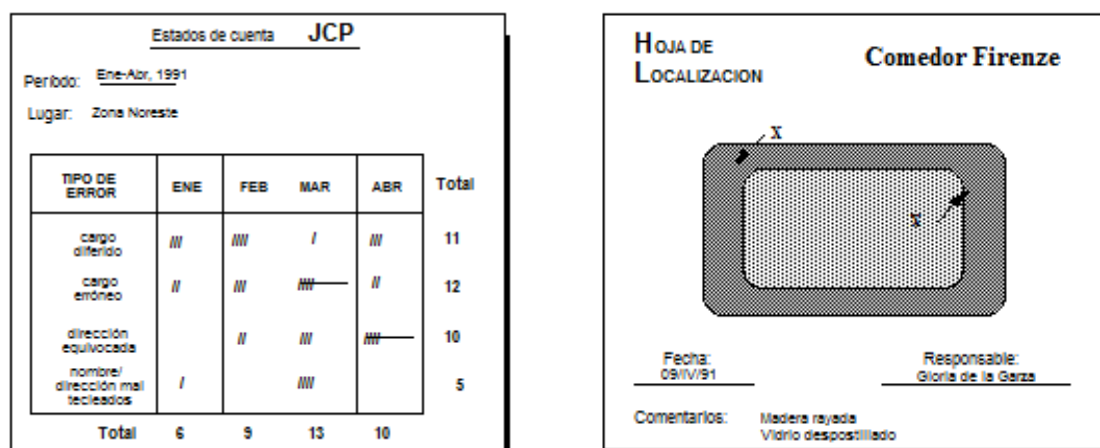


FIGURA 2.1. EJEMPLOS DE HOJA DE CONTROL

Lo esencial de los datos es que el propósito este claro y que los datos reflejen la verdad. Estas hojas de recopilación tienen muchas funciones, pero la principal es hacer fácil la recopilación de datos y realizarla de forma que puedan ser usadas fácilmente y analizarlos automáticamente.

**Diagrama de Pareto** - Es una herramienta que se utiliza para priorizar los problemas o las causas que los genera. Según este concepto, si se tiene un problema con muchas causas, podemos decir que el 20% de las causas generan el 80 % del problema y el 80 % de las causas solo generan el 20 % del problema.

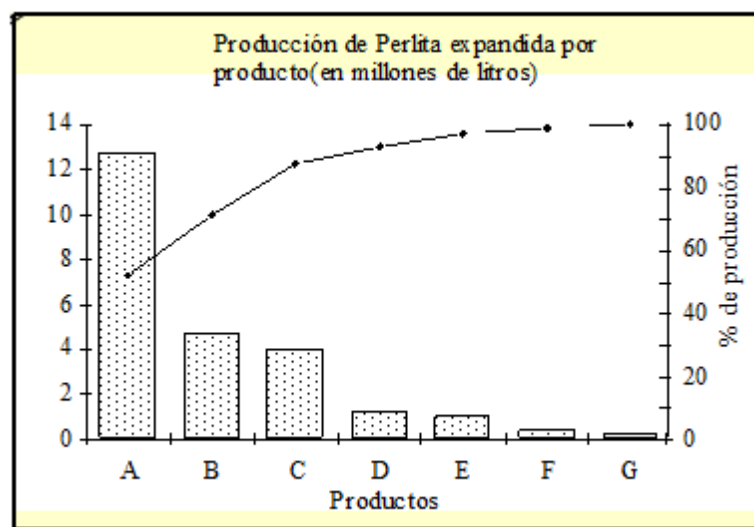


FIGURA 2.2. EJEMPLO DE DIAGRAMA DE PARETO

Es adecuado entonces implementar un diagrama de Pareto cuando:

- Las causas/categorías de un problema puedan cuantificarse.
- Un equipo de trabajo necesite identificar las causas/categorías más significativas de un problema.

- Un equipo de trabajo necesite decidir sobre cuáles causas trabajará primero.

De esta manera el diagrama de Pareto permite la comparación antes/después, ayudando a cuantificar el impacto de las acciones tomadas para lograr mejoras.

Promueve el trabajo en equipo ya que se requiere la participación de todos los individuos relacionados con el área para analizar el problema, obtener información y llevar a cabo acciones para su solución.

El Diagrama de Pareto se utiliza también para expresar los costos que significan cada tipo de defecto y los ahorros logrados mediante el efecto correctivo llevado a cabo a través de determinadas acciones.

**Estratificación** - Es lo que clasifica la información recopilada sobre una característica de calidad. Toda la información debe ser estratificada de acuerdo a operadores individuales en máquinas específicas y así sucesivamente, con el objeto de asegurarse de los factores asumidos.



**Gráfico de Dispersión** - Se utilizan para estudiar la variación de un proceso y determinar a qué obedece esta variación.

Estos gráficos son muy útiles para estudiar las propiedades de los productos, los factores variables del proceso, los costos, los errores y otros datos.

**Gráfica de control** - Un gráfico de Control muestra si un proceso está bajo control o no; indica resultados que requieren una explicación y define los límites de capacidad del sistema, los cuales previa comparación con los de especificación pueden determinar los próximos pasos en un proceso de mejora.

Es decir, que sirve para examinar si un proceso se encuentra en una condición estable, o para indicar que el proceso se mantiene en una condición inestable.

Proporciona también un método estadístico adecuado para distinguir entre causas de variación comunes o especiales mostradas por los procesos.

Promueve la participación directa de los empleados en el logro de la calidad y sirve como una herramienta de detección de problemas.

Hay varios tipos de graficas de control, entre las cuales tenemos:

Para Variables:

X - R Promedios y rangos

X - S Promedios y desviación estándar

X - R Medianas y rangos

X - R Lecturas individuales

Para atributos:

p Porcentaje de unidades, trabajos defectuosos

np Número de unidades, trabajos defectuosos

c Número de defectos por unidad,

u Proporción de defectos por unidad

En su aplicación, se dice que un proceso está bajo control, cuando no muestra ninguna tendencia, comportamiento anormal y, además, ningún punto sale fuera de los límites, si se trata de menos de 30 muestras.

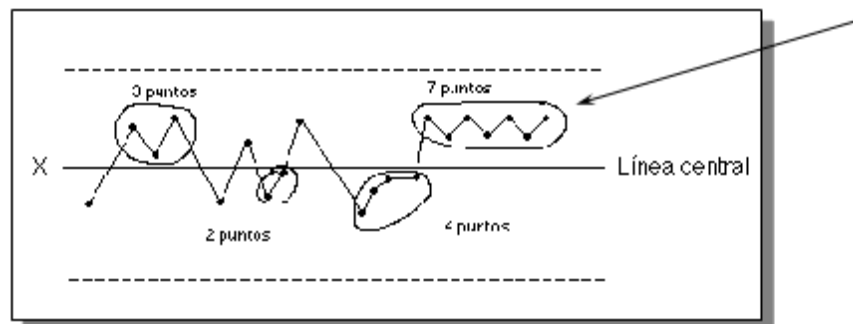


FIGURA 2.3 EJEMPLOS DE GRAFICA DE CONTROL

Algunos de los criterios de fuera de control es ver si el patrón se vuelve predecible, entonces el patrón no es natural y debe tener una causa asignable,

de las cuales se pueden mencionar algunas: Agrupamiento, Cambio gradual de nivel, Cambio repentino de nivel, Cambio sistemático, Ciclos, Estratificación, Inestabilidad, Interacción, Mezcla, Mezcla estable, Mezcla inestable, Saltos o abortos, Tendencias continuas, Tendencias variables.

**Análisis de Capacidad** - Las técnicas estadísticas son útiles a lo largo de todo el ciclo productivo incluyendo: Actividades previas a la fabricación, cuantificación de la variabilidad del proceso, comparación de la variabilidad con las especificaciones y la reducción de la variabilidad. Al conjunto de estas actividades se le denomina análisis en la capacidad del proceso.

Se define el análisis de capacidad, como el estudio de ingeniería encaminado a estimar la capacidad del proceso. La capacidad del proceso puede estimarse definiendo la forma de la distribución que sigue la variable en estudio y dando una medida del valor central (media) y de la dispersión (sigma). La capacidad del proceso se refiere a su uniformidad, la variabilidad es una medida de la uniformidad. Existen dos formas de variabilidad, la variabilidad inherente, existente en un momento dado, también llamada variabilidad instantánea y la variabilidad a lo largo del tiempo.

El análisis de capacidad del proceso es fundamental en un Programa Integral de Mejora de Calidad. Entre sus aplicaciones, podemos señalar:

1. Predecir cómo se comportará el proceso respecto de las especificaciones.
2. Ayudar en la selección o modificación de los parámetros del proceso.
3. Orientar en el establecimiento de la frecuencia de los demuestres para el control del proceso.
4. Especificar las tolerancias de nuevos equipos
5. Reducir la variabilidad en el proceso de fabricación.

Dos son, principalmente, las técnicas utilizadas en el análisis de la capacidad de un proceso: Histogramas y Gráficos de Control.

Los índices que utiliza el análisis de capacidad son el Cp y el Cpk para un periodo a corto plazo y los Pp y Ppk para el largo plazo. Para determinar el Cp y Cpk se requiere que el proceso esté en control estadístico, ya que la desviación estándar de la población se estima con Rango medio / d2 (constante que solo es válida cuando el proceso está en control).

El índice  $C_p$  debe ser  $\geq 1.33$  para tener el potencial de cumplir con especificaciones (LIE, LSE), caso contrario se dice que el proceso no es capaz.

**7 Desperdicios de manufactura** - El sistema Kaizen de mejora continua tiene como uno de sus pilares fundamentales la lucha continua en la eliminación de desperdicios. Una lucha implacable y sin respiro en la necesidad de eliminar los factores generadores de improductividades, altos costos, largos ciclos, costosas y largas esperas, desaprovechamiento de recursos, pérdida de clientes, y defectos de calidad, todo lo cual origina la pérdida de participación en el mercado, con caída en la rentabilidad y en los niveles de satisfacción de los consumidores.

Sin lugar a dudas que de adoptar la decisión de implantar el kaizen en la empresa, el primer eje rector, y acciones a realizar, girará en torno a la detección, prevención y eliminación sistemática de los diversos tipos de desperdicios y despilfarros que asolan las organizaciones sean estas públicas o privadas, con o sin fines de lucro. Es lo que se da en llamar la organización o fábrica "fantasma".

Tomar conciencia de los distintos tipos de desperdicios y la importancia que estos asumen para la empresa, como así también convencer plenamente tanto a directivos como a personal acerca de la necesidad de identificar y destruir los generadores de despilfarros es la meta prioritaria.

Sin un firme convencimiento y un claro entendimiento de la situación y de los peligros que ello trae aparejado no sólo para la organización, sino además para sus directivos, empleados, consumidores y la sociedad en su conjunto, no es posible establecer y salir victoriosos en esa lucha.

**Luchar contra los desperdicios implica que a través de la mejora continua de todos y cada uno de los procesos y actividades implicadas en la gestión de la empresa deben lograrse y superar de manera constante los niveles de performance antes obtenidos [7].**

Menos defectos, mayores niveles de productividad, menores costos, mejores niveles de satisfacción, menores tiempos de entrega y ciclos de diseño y puesta en el mercado más cortos son fundamentales hoy día para que las empresas puedan ser consideradas de Clase Mundial, y por tanto poder competir dentro de la economía globalizada.

Generar un ámbito en el cual los empleados y técnicos de la organización participen activamente en la detección, prevención y eliminación de los diversos

tipos y modalidades de despilfarros constituye uno de los principales objetivos de los Directores.

Los 7 desperdicios surgen de la clasificación desarrollada por Ohno (mentor y artífice del Just in Time), y comprende:

1. Sobreproducción
2. Inventario
3. Reparaciones / Rechazo De Productos Defectuosos
4. Movimiento
5. Procesamiento
6. Espera
7. Transporte

**Sobreproducción** - La misma es el producto de un exceso de producción, producto entre otros factores de: falencias en las previsiones de ventas, producción al máximo de la capacidad para aprovechar las capacidades de producción (mayor utilización de los costos fijos), lograr un óptimo de producción (menor coste total), superar problemas generados por picos de demandas o problemas de producción. Cualquiera sea el motivo, lo cual en las fábricas tradicionales suelen ser la suma de todos estos factores, el coste total para la

empresa es superior a los costes que en principio logran reducirse en el sector de operaciones.

En primer lugar tenemos los costos correspondientes al almacenamiento, lo cual conlleva tanto el espacio físico, como las tareas de manipulación, controles y seguros. Pero además debe tenerse muy especialmente en cuenta los costos financieros debidos al dinero con escasa rotación acumulada en altos niveles de sobreproducción almacenados.

**Inventario** - Tiene muchos motivos, y en él se computan tanto los inventarios de insumos, como de repuestos, productos en proceso e inventario de productos terminados.

El punto óptimo de pedidos, como el querer asegurarse de insumos, materias primas y repuestos por problemas de huelgas, falta de recepción a término de los mismos, remesas con defectos de calidad y el querer aprovechar bajos precios o formar stock ante posibles subas de precios, son los motivos generadores de este importante factor de desperdicio. En el caso de productos en proceso se forman stock para garantizar la continuidad de tareas ante posibles fallas de máquinas, tiempos de preparación y problemas de calidad. A los factores apuntados para la sobreproducción deben agregarse las pérdidas



por roturas, vencimiento, pérdida de factores cualitativos como cuantitativos, y paso de moda.

**Productos defectuosos** - La necesidad de reacondicionar partes en proceso o productos terminados, como así también reciclar o destruir productos que no reúnen las condiciones óptimas de calidad provocan importantes pérdidas. A ello debe sumarse las pérdidas generadas por los gastos de garantías, servicios técnicos, recambio de productos, y pérdida de clientes y ventas. Es lo que en materia de Costos de Mala Calidad se denomina costos por fallas internas y costos por fallas externas.

**Movimientos** - Se hace referencia con ello a todos los desperdicios y despilfarros motivados en los movimientos físicos que el personal realiza en exceso debido entre otros motivos a una falta de planificación en materia ergonómica. Ello no sólo motiva una menor producción por unidad de tiempo, sino que además provoca cansancio o fatigas musculares que originan bajos niveles de productividad.

Una estación de trabajo mal diseñada es causa de que el personal malgaste energía en movimientos innecesarios, constituyendo el sexto tipo de despilfarros. Así por ejemplo situar los departamentos que prestan asistencia al

trabajo de valor añadido en oficinas alejadas de las personas productoras de valor agregado aumenta los movimientos innecesarios.

Las herramientas, los equipos, los materiales y las instrucciones que se necesitan para realizar el trabajo han de colocarse en el lugar más conveniente para que el operario ahorre energía. En las empresas de categoría mundial el personal de primera línea no ha de ir a buscar ayuda, sino que la reclama para que ésta vaya a ellos.

**Procesamiento** - Desperdicios generados por falencias en materia de layout, disposición física de la planta y sus maquinarias, errores en los procedimientos de producción, incluyéndose también las falencias en materia de diseño de productos y servicios.

**Espera** - Motivado fundamentalmente por: los tiempos de preparación, los tiempos en que una pieza debe esperar a otra para continuar su procesamiento, el tiempo de cola para su procesamiento, pérdida de tiempo por labores de reparaciones o mantenimientos, tiempos de espera de órdenes, tiempos de espera de materias primas o insumos.

Los mismos se dan también en las labores administrativas. Todos estos tiempos ocasionan menores niveles de productividad.

**Transporte** - Despilfarro vinculado a los excesos en el transporte interno, directamente relacionados con los errores en la ubicación de máquinas, y las relaciones sistémicas entre los diversos sectores productivos. Ello ocasiona gastos por exceso de manipulación, lo cual lleva a una sobre-utilización de mano de obra, transportes y energía, como así también de espacios para los traslados internos.

En primer lugar superar estos despilfarros requiere de una mejora tanto en la calidad, como así también en las labores de mantenimiento, mejora en los procedimientos de preparación (los altos plazos de preparación llevan a excesos de inventarios de productos en proceso), la mejor selección y contratación a largo plazo con los proveedores, y un mejor recorrido de los insumos y partes durante el proceso productivo.

Por otro lado se requiere de un continuo proceso de simplificación, para lo cual es fundamental mejorar de manera constante los niveles de calidad y productividad vía la mejora continua. A su vez la mejora continua requiere si o si

de un proceso de capacitación y entrenamiento que permita al personal comprender, entender y tomar conciencia de los distintos tipos de despilfarros y la forma en cada uno de ellos debe ser combatido.

Para todo ello es de fundamental importancia tanto la mejora en los procesos de planificación, como así también la aplicación del benchmarking.

La productividad es una medida de la eficiencia en el uso de los recursos disponibles. Como organización los niveles de rentabilidad y crecimiento son directamente proporcionales a los estándares de productividad alcanzados [8].

Para aumentar la productividad reduciendo los niveles de desperdicios (mudas) es necesario identificar en qué lugar de la empresa se produce tal desperdicio o despilfarro. La manera más sencilla de hacerlo es diferenciando entre el trabajo con valor añadido y el trabajo sin valor añadido, o entre el trabajo útil y el que no lo es.

El verdadero trabajo con valor añadido es el que se añade directamente al valor del producto durante el proceso de elaboración. Por ejemplo, las operaciones que cambian de forma los materiales, como los procesos de troquelado,

prensado, soldadura, mecanización, montaje o pintura son procesos de trabajo que añaden valor a las operaciones precedentes.

Almacenar trabajo entre operaciones no representa ningún valor añadido porque aumenta el costo del producto, pero no su valor. Un procesado continuo añade valor a medida que la materia prima va reconvirtiéndose sin cesar. Por ejemplo, el refinado de petróleo, la separación del aire entre diferentes gases, la purificación del agua, así como muchos procesos químicos patentados. Sin embargo, incluso con un procesado continuo, el almacenamiento de materias primas y el producto final son actividades que no tienen valor añadido y que, en cambio, aumentan los costos.

# CAPÍTULO 3

## 3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACION ACTUAL.

### 3.1 Descripción de la Empresa

La Empresa fue fundada en Enero 24 de 1996 a raíz de la adquisición de una máquina, comenzó a producir y comercializar de manera muy eficaz, lo que dio como resultado la necesidad de más espacio para almacenamiento y máquinas que se fueron adquiriendo, ofreciendo de esta manera un producto de mayor calidad a sus clientes.

Debido a este crecimiento y en vista de la falta de espacio para almacenamiento del producto final y otros insumos, se amplió la planta en el año 2007 con la compra de un terreno de 2500 m<sup>2</sup> adyacente a la fábrica.

La Empresa se localiza en la ciudad de Guayaquil y se dedica a la producción y comercialización de tuberías de PVC y está orientada a fomentar un mejor desarrollo de la actividad agrícola, de construcción e infraestructura y asegurar a estas áreas del país un alto rendimiento con ayuda de sus productos. Además, tiene el compromiso de crecer constantemente, dando valor al equipo humano, intelectual, psicológica y emocionalmente para desarrollar calidad de trabajo y producción.

### **3.1.1 Objetivos y Metas**

La Empresa cuenta con una serie de objetivos que se plantearon para el año 2008; dado que cuenta con una certificación ISO 9001, y es uno de los requisitos fundamentales para quien opta por esta normativa, el establecimiento de objetivos de calidad; los cuales fueron:

- Mantener la eficacia del sistema de Gestión de Calidad ISO 9001, en cada uno de los procesos.
- Implementar el laboratorio para realizar las pruebas de control de calidad al producto terminado y a la materia prima.
- Obtener certificación de conformidad con sello de calidad INEN hasta Diciembre 2008.

- Incrementar en un 8% la producción mensual de tubería en relación al año anterior.
- Cumplir con el 90% del plan de capacitación.
- Cumplir con el 90% del plan de mantenimiento.

Es importante mencionar que desde el planteamiento de estos objetivos y posterior al plazo establecido para su cumplimiento; no se ha realizado un seguimiento y una evaluación detallada para conocer el estado de estos objetivos, además la empresa no se han planteado objetivos para el año 2009.

### **3.1.2 Estructura Organizacional**

La Empresa cuenta con un total de 57 empleados de los cuales 17 conforman el área administrativa y el restante del personal comprenden las áreas operativas de la planta.



A continuación se muestra la estructura organizacional de la empresa.

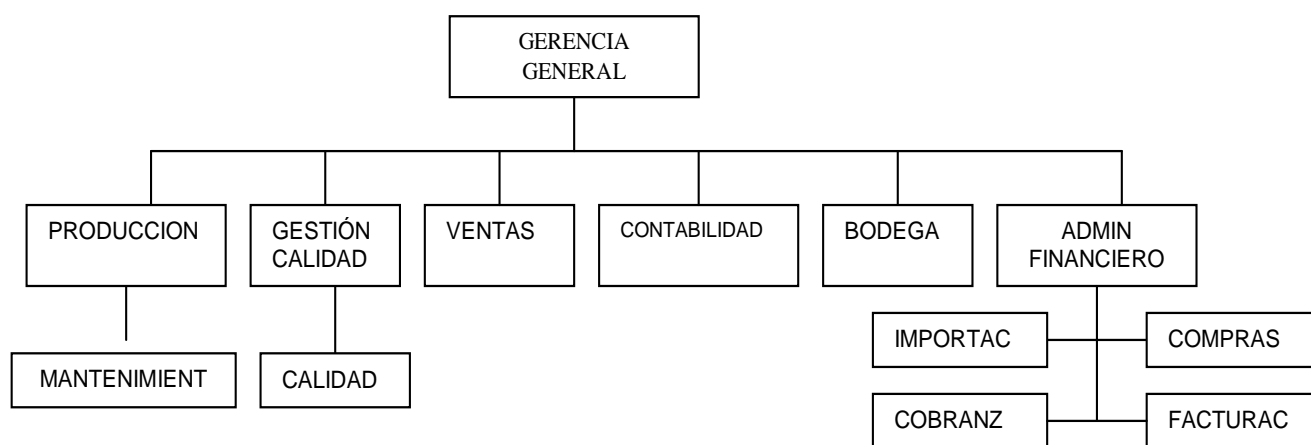


FIGURA 3.1. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

## **3.2 Productos y Clasificación ABC**

La empresa tiene 2 grandes grupos de productos, Tubos de PVC y mangueras de Polietileno. Para la realización de la clasificación ABC se tomo el parámetro de Kg y no en dólares para que el análisis no se vea afectado por las variaciones que sufre el precio de petróleo, por consiguiente la resina y los tubos de PVC; y se separaron mangueras de tubos debido a que su materia prima tiene diferentes orígenes y su peso por unidades difiere.

### **3.2.1 Clasificación ABC Productos, Tubería PVC.**

La empresa tiene 8 familias de tuberías y produce un total de 68 tubos de diferente diámetro. Cada uno de estos tipos de tuberías tiene un distinto tipo de mezcla debido a que tienen diferente uso y color.

A continuación un listado de los 8 tipos de tuberías.

- Tubería roscable para agua potable
- Tubería E/C para piscina
- Tubería E/C para presión , bajo NTE INEN 1373
- Tubería conduit para uso eléctrico.
- Tubería para uso sanitario tipo A

- Tubería para uso sanitario tipo B
- Tubería para presión ESPIGA CAMPANA
- Tubería para presión UNION ELASTOMERICA

De los 68 tipos de tuberías, 16 (24% de los ítems) corresponde al 78% de la producción, como se puede apreciar en la figura 3.2.

### CLASIFICACIÓN ABC TUBERIAS PVC ENE 2008 – AGO 2009

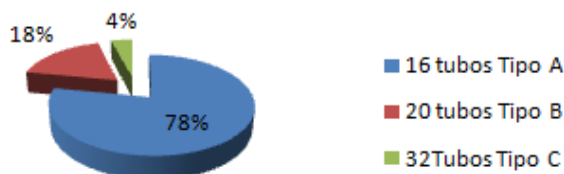


FIGURA 3.2. CLASIFICACIÓN ABC DE TUBERÍAS

Los tubos tipo A que comprenden el 78 % se muestran en la tabla siguiente:

**TABLA 1**

Tuberías Tipo A	%
TUBO CONDUIT 1/2 X 3 M. TIPO PESADO	20.60
TUBO PEGABLE 25MM X 6M X 1.60MPA X 232PSI	10.98
TUBO ROSCABLE DE 1/2 X 6 MT. X 420 PS	9.18
TUBO CONDUIT 3/4 X 3 M. TIPO PESADO	5.13
TB USO SANITARIO 110MM X 3M TIPO A CREMA	4.82
TUBERIA USO SANITARIO 50MM X 3M.	4.46
TUBO PEGABLE 63MM X 6M X 0.63MPA X 91PSI	4.19
TUBERIA USO SANITARIO 75MM X 3M.	3.13
TB USO SANITARIO TIPO B DESAGUE 110MM X 2.2MM X 3M	2.71
TUBO PEGABLE 50 MM X 6 MTS X 0.80 MPA	2.60
TUBO ROSCABLE DE 1 X 6 MT. X 320 PSI.	1.95
TUBO CONDUIT 1" X 3 M. TIPO PESADO	1.81
TUBO PEGABLE 90MM X 6M. X 0.63MPA X 91PSI	1.65
TUBO ROSCABLE DE 3/4 X 6 MT. X 340 PS	1.64
TUBO ROSCABLE DE 3/4 X 6 MT. X 340 PS	1.64
TUBO PEGABLE 75MM X 6M X 0.63MPA X 91PSI	1.54

### 3.2.2 Clasificación ABC Productos, Mangueras Polietileno

La empresa produce mangueras con 7 diferentes diámetros, y de cada diámetro se fábrica con un peso diferente, como se presenta en el siguiente listado.

**TABLA 2**

<b>MANGUERAS DE POLIETILENO</b>
MANGUERA FLEX 4" X 80 KL X 25 MTS PTA. NARANJA
MANGUERA FLEX 4" X 75 KL X 25M X 60 PSI PTA AMARILLA
MANGUERA FLEX 4" X 70 KL X 25 MTS X 54 PSI PTA. VERDE
MANGUERA FLEX 4" X 105KL X 50M
MANGUERA FLEX 3 X 80K X 50M X 80PSI RF-P/VERDE
MANGUERA FLEX 3 X 75K X 50M X 52PSI RF-P/NEGRA
MANGUERA FLEX 2" X 95K. X 100M. X 180PSI REF. P/NARANJA
MANGUERA FLEX 2 X 85K X 100M X 90PSI RF-P/AMARILLA
MANGUERA FLEX 2 X 80K X 100M X 52PSI P/VERDE
MANGUERA FLEX 2 X 75K X 100M X 60PSI RF-P/NEGRA
MANGUERA FLEX 1" X 50K X 100M E-P/NARANJA
MANGUERA FLEX 1" X 24K X 100M X 72PSI P/AMARILLA
MANGUERA FLEX 1" X 21K X 100M X 68PSI. P/VERDE
MANGUERA FLEX 1 1/4 X 35K X 100M X 73PSI P/NEGRA
MANGUERA FLEX 1 1/2" X 45K X 100M RF-P/NEGRA
MANGUERA FLEX 3/4 X 30K X 100M. X 60PSI E-P/NARANJA
MANGUERA FLEX 3/4 X 17K X 100M X 88PSI. RF-P/AMARILLA
MANGUERA FLEX 3/4 X 14K X 100M X 85PSI P/VERDE
MANGUERA FLEX 1/2 X 21K X 100M X 152PSI RF-P/NARANJA
MANGUERA FLEX 1/2 X 18 K X 100 M X 152 PSI P/ NARANJA
MANGUERA FLEX 1/2 X 16K X 100M X 105PSI RF-P/AMARILLA
MANGUERA FLEX 1/2 X 14K X 100M X 105PSI RF-P/VERDE
MANGUERA FLEX 1/2 X 12K X 100M X 98PSI P/NEGRA
MANGUERA FLEX 1/2 X 10 KL X 100 MTS X 80 PTA. ROJA

De los 24 tipos de mangueras, 7 (29% de los ítems) son productos tipo A, 9 (37% de los ítems) tipos B y 8 (34% de los ítems) tipos C; sus correspondientes porcentajes de producción los vemos en la figura 3.3:

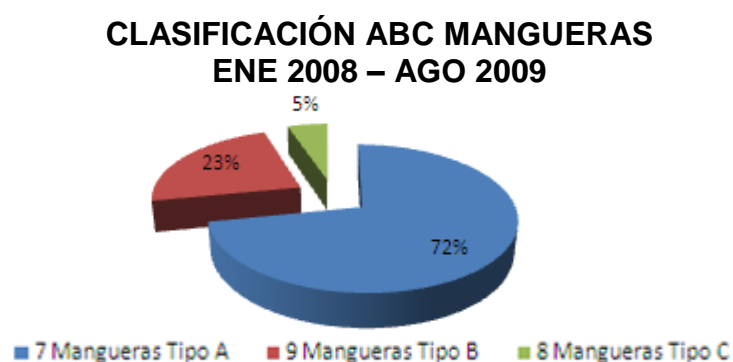


FIGURA 3.3. CLASIFICACIÓN ABC DE MANGUERA

Las mangueras correspondientes al grupo de productos tipo A se detallan en la siguiente tabla:

**TABLA 3**

Mangueras Tipo A	%
MANGUERA FLEX 1/2 X 14K X 100M X 105PSI RF-P/VERDE	15.32163
MANGUERA FLEX 2 X 75K X 100M X 60PSI RF-P/NEGRA	14.47475
MANGUERA FLEX 3 X 75K X 50M X 52PSI RF-P/NEGRA	10.16901
MANGUERA FLEX 3/4 X 14K X 100M X 85PSI P/VERDE	9.864802
MANGUERA FLEX 1" X 21K X 100M X 68PSI. P/VERDE	9.164491
MANGUERA FLEX 1 1/2" X 45K X 100M RF-P/NEGRA	6.615164
MANGUERA FLEX 1" X 50K X 100M E-P/NARANJA	6.21835

### 3.3 Descripción De Los Procesos Productivos.

#### 3.3.1 Proceso, Producción de Tuberías

La Empresa desarrolla para la fabricación de tubería, procesos previos que permiten manejar la diversidad de sus productos en esta línea. El proceso está compuesto por una etapa de pesado de compuestos, donde se reciben los insumos químicos necesarios para elaborar el producto.

Proceso de Pesado de Compuestos:

En esta operación se clasifican los insumos donde se pesan y se colocan en fundas de colores, para que sirvan como indicadores para las fórmulas que componen cada producto.

A continuación se muestra la asignación de colores a cada tipo de insumo:

**TABLA 4**

#### **Asignación de Colores-Insumos**

<b>COLOR DE FUNDA</b>	<b>TIPO DE INSUMO</b>
NATURALES (transparentes)	Dióxido de Titanio
VERDE	Cera Parafínica
ROJO	Cera Polietilénica
AZUL	Estearato de Calcio

Las fundas se colocan en gavetas en la medida que se requiera para producir un producto determinado. La cantidad de fundas que se coloque de un tipo de color dependerá de la fórmula del producto en cuestión. El proceso de enfundado se lo realiza diariamente, dejando listas las gavetas con la cantidad de fundas necesarias, para el número de mezclas o piques que se van a producir al siguiente día.

La siguiente operación es la de Mezclado, en esta etapa las gavetas que conformaban el kit de producto se las coloca en un equipo denominado turbo mezclador cuya función es la de mezclar los químicos dando como resultado el recurso que servirá como materia prima para la elaboración de las tuberías.

#### Proceso de Mezclado:

El área cuenta con especificaciones basadas en las fundas de colores, y disponen de ellas en las cantidades establecidas para elaborar cada tipo de producto. Dada la orden de producción se generan los piques necesarios en la mezcladora y se llenan las tulas, a las cuales se adjunta una hoja de especificaciones donde se detalla el tipo de mezcla, fecha de realización y el nombre del operador; para luego ser depositada en la bodega de semi-elaborado.

### Proceso de Extrusión:

A medida que el proceso lo requiera se toma el Material Semi elaborado de bodega (Tulas) y se ejecuta el proceso de producción.

El material semi-elaborado se vacía en las tolvas de la máquina extrusora que a través de tuberías pasa por un sistema de termocuplas y jaladores, sometiendo al material a altas temperaturas, para moldear la forma requerida, continuando luego por las siguientes operaciones:

- Enfriamiento.
- Impresión
- Cortado.
- Acampanado. (Para productos que requieran esta característica)

Se agrupan en paquetes (operación de enzunchado) para posteriormente ser transportados a una zona de almacenamiento temporal. Al finalizar la jornada los productos son nuevamente transportados a la Bodega de Producto Terminado.

**DIAGRAMA DE PROCESO PARA TUBERIAS DE PVC – APÉNDICE A**



### **3.3.2 Proceso, Producción de Manguera**

Esta línea de producción es diferente a la de tuberías, puesto que el recurso que demanda para la elaboración de manguera es derivado de material plástico reciclado. El material reciclado es sometido a procesos previos de compactado y peletizado necesarios para la elaboración del producto.

Proceso de Compactado:

Para la producción de Mangueras Flex de Polietileno, la materia prima son fundas compradas a recicladoras, estas fundas son pesadas para elaborar la respectiva orden de pago al proveedor, y cuantificar la materia prima.

En la medida que se necesite, se retira plástico de la bodega (fundas recicladas) y se procede a compactarlo y se coloca en sacos de 20 kilos.

Ingresa el plástico compactado a la bodega de planta y en función de lo requerido para la producción, se peletiza y se coloca en sacos de 25 kilos para ser almacenados.

#### Elaboración Del Producto:

Ingresa el material compactado a la tolva de la máquina extrusora y procede a calentarse por un sistema de termocuplas. Continúa por un sistema de jaladoras hacia la tina de agua.

Un panel muestra la longitud de la tubería y cuando este indique se centra la manguera en la extrusora y a medida que sale del molde se sella. Luego se enrolla la manguera con longitudes de 50 o 100mt, son enzunchadas y posteriormente transportadas a una zona de almacenamiento temporal dentro de la planta para al final de la jornada llevar a la bodega de producto terminado.

#### DIAGRAMA DE PROCESO, MANGUERA DE POLIETILENO – **APÉNDICE B**

### **3.4 Descripción de los Procesos Administrativos - Concertación de pedidos**

La empresa se maneja bajo un modelo make to stock, debido a los largos tiempos de preparación para cada tipo de tubo, además que el rendimiento para cada tubo no es el mismo, varía dependiendo del largo, diámetro y tipo de tubo.

La planificación de la producción se la maneja semanalmente, en una reunión que la compone el Gerente, el Jefe de Planta y el Inspector de Calidad. En esta reunión se maneja información concerniente al stock de productos, pedidos de clientes y actividades de mantenimiento, limpieza, entre otras, en caso de estar previstas para la siguiente semana.

Los pedidos de los clientes se realizan por varios medios: correo electrónico, teléfono y notas de pedidos. Este pedido es revisado en el stock de productos, si existe producto se realiza la respectiva factura y guía de remisión, de no ser así el pedido es ingresado al sistema para ser reprogramado. En este punto el cliente ya tiene su pedido concretado y este será entregado días después.

Cabe recalcar que la empresa utiliza un sistema informático llamado SMARTTES, que cuenta con varios módulos que permite elaborar facturas, ingresar los pedidos, y obtener los reportes mencionados anteriormente, entre otras aplicaciones.

**DIAGRAMA DE FLUJO FUNCIONAL - PROCESO DE CONCERTACIÓN DE PEDIDOS - APÉNDICE C**

### **3.5 Problemas y Acciones Tomadas.**

La empresa desde mucho antes de iniciar con el proceso de cambio, presentaba problemas en los niveles de desperdicios que se originaban en sus líneas de producción por diversas razones.

El jefe de calidad dio seguimiento a las causas que originaban estos niveles de desperdicio y determinó que las razones más frecuentes eran: malas mezclas de los compuestos, corridas cortas ya que el número de cambio de moldes es proporcional al desperdicio, falta de control a la salida del tubo al iniciar los arranques. Después de analizar estos detalles en conjunto con el gerente y el jefe de planta se tomaron las siguientes acciones:

- Asignar operarios experimentados en la operación de pesado y mezclado de compuestos.
- Asignar mayor cantidad de personal al iniciar corrida y al terminar.
- Realizar corridas más largas en la producción.

De esta manera se logró obtener una reducción considerable, en el porcentaje del nivel de desperdicio de un 11% a un 3 %, además de una reducción del 50% en el tiempo de cambio de molde y arranque de la línea.

### 3.6 Indicadores de la Empresa

La Empresa cuenta con una serie de indicadores que a raíz de la certificación adquirida son necesarios para llevar un control en el sistema.

A continuación se muestran los indicadores que maneja la empresa:

- Mínimo de Ventas mensuales.
- Porcentaje Máximo desperdicio mensual
- Porcentaje de Producto no conforme.
- Presentación de aporte IESS e impuesto Fiscales (días)
- Stock Mínimo de Importaciones (Kg), para resina, cera parafínica y estabilizante.
- Valor Porcentual del Mínimo de recuperación de Cartera.
- Stock mínimo compras locales (kg), para insumos de materia prima (Químicos).
- Número de Mantenimientos Correctivos.

Estos indicadores se los maneja mensualmente donde se detalla los objetivos, el valor alcanzado del mes anterior y el nivel de cumplimiento para ser evaluados según los estándares establecidos.

Una vez llenos los formatos en la hoja electrónica se los guarda hasta la respectiva revisión del sistema de gestión de calidad.

Cabe mencionar que estos indicadores fueron planteados por el consultor que trabajó para que la empresa obtuviera la certificación ISO y que no existe un medio de difusión para que los empleados, clientes u otras personas puedan conocerlos. Además que no existen ningún indicador que mida fielmente la satisfacción del cliente.

### **3.6.1 Análisis de Reclamos:**

La empresa cuenta con un procedimiento, el cual registra en un formato el ingreso de la mercadería devuelta, en este formato se detalla razón de devolución, cantidad de tubos y cliente. Estos formatos están archivados, para poder tabular procedimos a ingresar los datos a Excel.

La información obtenida resulta del periodo de Enero del 2008 hasta Agosto del 2009.

En estos informes se encontraron los siguientes detalles de reclamos (ver figura 3.4.):

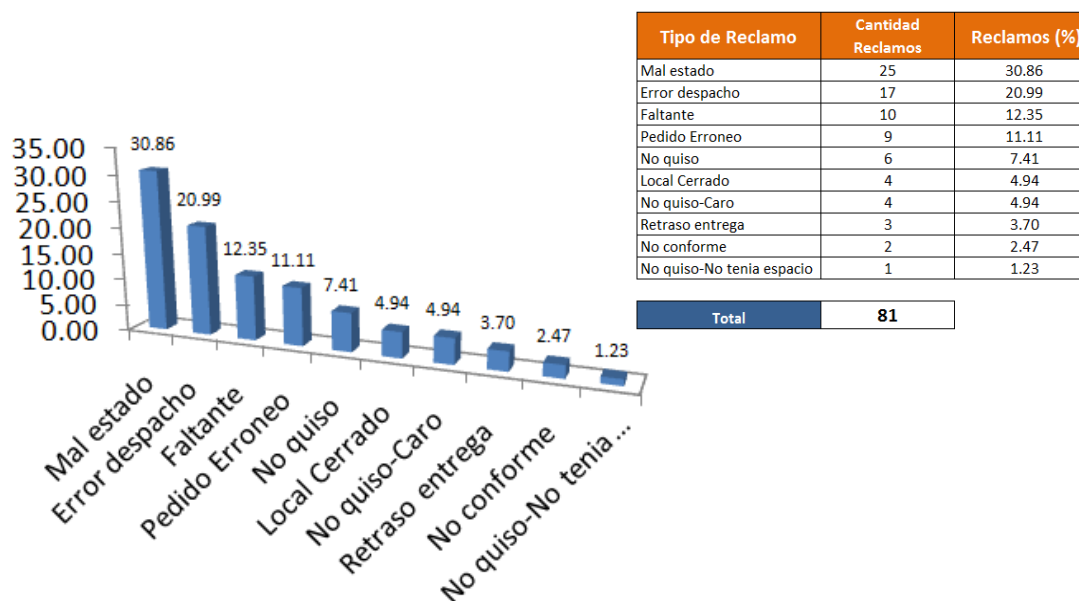


FIGURA 3.4. TIPOS DE RECLAMOS (ENE 2008 – AGO 2009)

El mayor número de quejas se da cuando el producto llega en mal estado, se registra como queja sea que este dañado 1 tubo o 100 tubos. El error de despacho es cuando al cliente le ha llegado su pedido completo y adicional a esto algo que no solicitó y por algún error de facturación o despacho se lo enviaron. Faltante es cuando falta algo que el cliente solicitó en su orden de pedido y no se lo agregó en la factura o en el camión. Los otros reclamos son en bajas proporciones y no ameritan ser explicados, a esto exep tuamos el retraso entrega, ya que la empresa cuenta con sus propios camiones y entregan el producto tanto dentro como fuera de la ciudad y se observa que solo existen 3 de estos reclamos en un período de 20 meses.

Cuando existe algún inconveniente con las entregas, siempre se toman medidas para no permitir que baje la satisfacción del cliente; entre las principales acciones correctivas tenemos:

- Reposición del producto defectuoso.
- Emisión de orden de crédito cuando existe algún faltante en la entrega.
- Correr con los gastos de envío de los productos defectuosos.
- Envío de carta de disculpas enfatizando que la Empresa está para servir a sus clientes.

El inspector de calidad recibe los productos en mal estado que fueron devueltos por los clientes y autoriza su destino al reproceso, además los tubos y mangueras detectados como defectuosos en bodega o al final de la línea también son revisados por él y enviados al mismo destino.

A continuación se detalla en la figura 3.5, el origen y la proporción de existencia de producto no conforme:

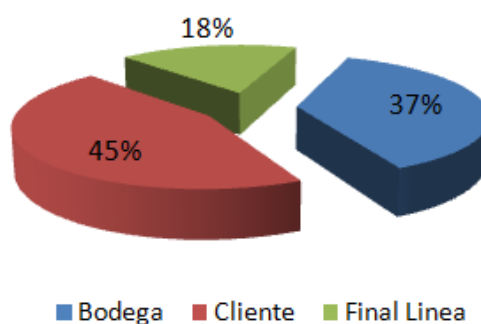


FIGURA 3.5. PRODUCTO NO CONFORME



Se observa que el producto calificado como no conforme puede provenir del cliente, de bodega o incluso obtenerse del final de la línea de producción, pero en mayor proporción del cliente. El producto No Conforme proveniente de bodega, es detectado por el personal cuando este esta siendo despachado, esto quiere decir que el producto sufrió algún daño mientras estuvo almacenado o no fue detectado al salir de la línea de producción.

La información recopilada por el inspector de calidad es más detallada sobre los reclamos obtenidos por parte de los clientes, por lo que se pudo recabar el número de quejas presentes desde Enero del 2008 hasta la fecha, en promedio existen 3 reclamos por mes, y la cantidad máxima de reclamos que se ha registrado es de 6 reclamos presentes únicamente en 2 meses, como podemos observar en la figura 3.6.

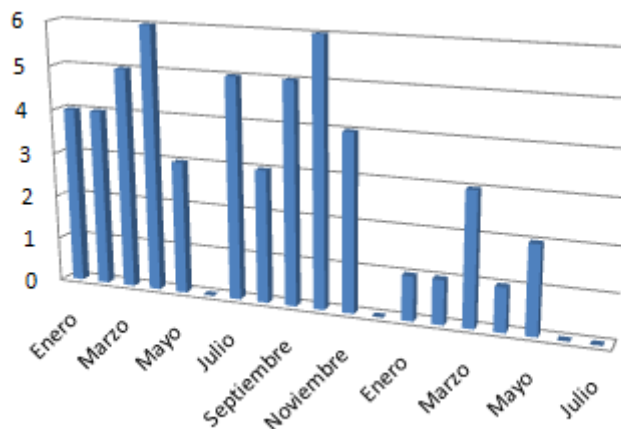


FIGURA 3.6. NÚMERO DE RECLAMOS MENSUALES

También podemos observar en la figura 3.7., las cantidades de tubos y rollos de mangueras que son devueltos a la empresa por estar en mal estado, estas unidades devueltas son bajas en relación a las unidades vendidas.

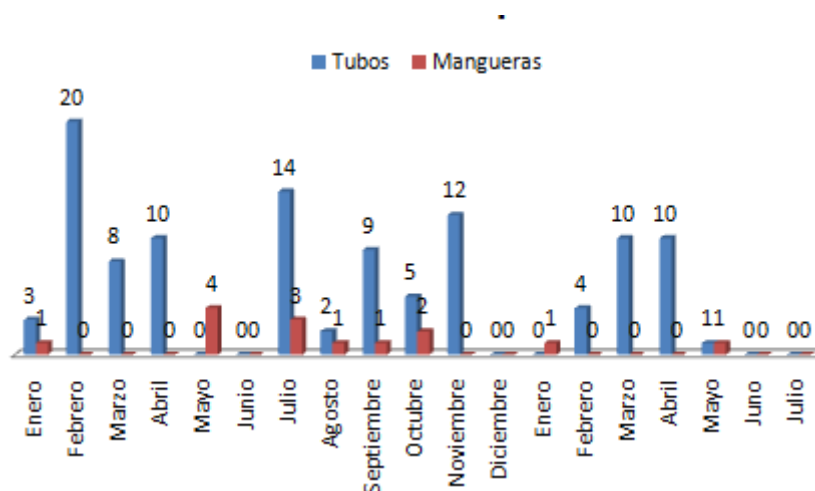


FIGURA 3. 7. UNIDADES DEVUELTAS POR CLIENTES

Dentro de las observaciones que recibe el inspector de calidad al producto devuelto están: tubo aplastado, campana rota, doblado y filo roto; y las razones por lo cual ocurren estos daños al producto es por motivo de transporte es decir que se dañan en el transcurso del viaje.

A continuación el número de las causas de no conformidad por parte de los clientes.

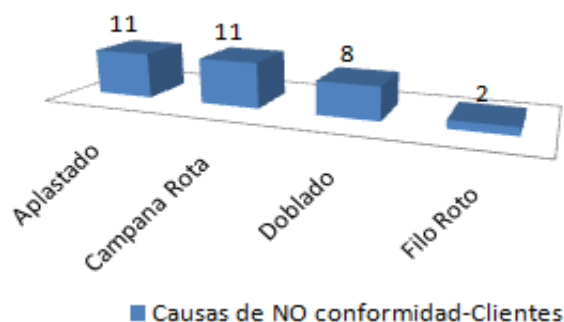


FIGURA 3.8. CAUSAS DE NO CONFORMIDAD

Como se puede observar en los datos existen pocas quejas, y además como la Empresa no tiene un sistema para medir la satisfacción del cliente se puede decir de manera subjetiva que existe un alto nivel de satisfacción y que el producto que ofrece la empresa es bastante bueno; conjuntamente a esto también observamos que no tienen problemas de entregas ni grandes volúmenes de producto defectuoso.

### 3.7 Diagnóstico de la Situación Actual

#### 3.7.1 Evaluación De Madurez

La evaluación de madurez para el diagnóstico inicial, es tomada de la propuesta doctoral de la Ing. María Denise Rodríguez, la cual se basa en 4 aspectos; los cuales son: organización del puesto de

trabajo, conocer al cliente, integrar producción y ventas, mejorar calidad.

Para determinar en qué nivel se encuentra la empresa se elaboró un modelo que establece los criterios y características que debe poseer una empresa en los aspectos planteados según los niveles evolutivos definidos.

En el **APÉNDICE D** se muestra la matriz evolutiva de desempeño empleada.

Las observaciones que propone la metodología para evaluar los aspectos de interés, se describen a continuación:

#### 1. Organización del Puesto de Trabajo

- No existen actividades de limpieza y mantenimiento. El piso está sucio, las herramientas están en todos lados y no hay señales visuales.
- Hay asignadas áreas para herramientas, materiales y equipos.
- Todo está limpio.
- Existen señales visuales para órdenes de producción, indicadores y ubicaciones.
- La limpieza y orden es un hábito en los empleados

## 2. Conocer al Cliente

- El cliente es una caja negra
- La compañía tiene identificado y clasificado a sus clientes.
- Existe interacción con el cliente
- Los empleados entienden las necesidades del clientes
- Los empleados ayudan a los clientes a conseguir sus objetivos

## 3. Integración entre Producción y Ventas

- Producción y ventas son áreas separadas y no existe comunicación entre ellas.
- Existe una inicial comunicación entre producción y ventas.
- La planificación de producción es hecha por ambos departamentos
- Producción y ventas trabajan juntos para responder las necesidades del cliente.
- Existe un sistema con base de datos para atender las necesidades de los clientes.

#### 4. Mejorar Calidad

- No existen actividades de calidad
- Existe un informal sistema de control de calidad: esporádicas actividades de inspecciones. Las decisiones no tienen el soporte de la información recolectada.
- La información de calidad es recogida, procesada y analizada. La información es utilizada para tomar decisiones.
- Existen grupos de calidad que trabajan en una manera sistemática para analizar problemas y proponer mejoras.
- Existe un formal sistema de control de calidad

Basándose en estas observaciones se puntualizaron algunos criterios que debe presentar la empresa según el nivel evolutivo, para de esta manera proceder a evidenciar estos criterios y determinar en qué estado de madurez se encuentra la empresa.

#### - Evaluación

En la tabla 5 se observan los criterios considerados para evaluar la organización del puesto de trabajo. La evaluación indica que la empresa supera el primer nivel de madurez cumpliendo con los criterios establecidos y además cumple

con una de las características definidos en el nivel 4. Esto se traduce a que en la planta, la mayoría de los materiales, herramientas y equipos tienen un lugar definido, pero no existe una buena organización. La tarea de disponer de ellos se ve afectada debido al desorden por lo que resulta difícil encontrarlos, además no existe una cultura de situar las cosas en su lugar, por consiguiente se establece que la empresa se encuentra en el segundo nivel, lo que la matriz evolutiva del desempeño define como una empresa donde existen áreas para elementos y herramientas.

**TABLA 5**

EVALUACIÓN ORGANIZACIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO		C
1	Orden visual	✓
2	Disponibilidad de elementos	✓
3	Fácil tránsito	✓
4	Rápido acceso a elementos	✗
5	Área limpia	✗
6	Pasillos y corredores despejados	✗
7	Señalización de elementos	✗
8	Áreas específicas	✗
9	Planes de limpieza	✗
10	Mantenimiento Preventivo	✗

Para evaluar el nivel sobre el aspecto “Conocer al cliente” se empleo el mismo mecanismo sujeto a los criterios de evaluación que se presentan en la tabla 6.

TABLA 6

EVALUACIÓN CONOCER AL CLIENTE	C
Cumple con el Despacho	✓
Lista de clientes	✓
Identificación de clientes claves	✓
Convenios con clientes	✓
Asistencia de los productos(post-venta)	✗
Visitas informativas a los clientes	✗
Mecanismos de Retroalimentación	✗
La información se analiza constantemente	✗
Empleados conocen a los clientes	✗
Empleados ayudan al cliente a mejorar	✗

La evaluación indica que la empresa alcanza los requerimientos del segundo nivel de madurez cumpliendo con los criterios establecidos, ya que la empresa conoce a sus clientes potenciales y sus necesidades, los vendedores están en contacto con ellos pero solo al punto de recabar pedidos, existe un sistema de retroalimentación de información pero muy pobre además los empleados no conocen quiénes son los usuarios de su trabajo. Tampoco se han empleado técnicas como QFD o Mapeo del Trabajo. La matriz evolutiva del desempeño establece que la empresa tiene identificados a los clientes potenciales.

Evaluando el aspecto de “integrar Producción y Ventas” notamos que no son áreas separadas, se puede observar más que un simple entendimiento entre los



vendedores y los encargados de planta ya que siempre están en contacto, así los vendedores saben que ofrecer y para cuando; y si existe algún requerimiento especial este es consultado antes de ser confirmado al cliente. La producción se planifica semanalmente, y esta se trabaja bajo órdenes de pedidos que son entregadas por los vendedores, al mismo tiempo que el gerente realiza ventas el está al tanto de las futuras ventas, y este coordina la planificación de producción junto con el jefe de planta y jefe de calidad. Los reclamos y necesidades de los clientes son atendidos por los vendedores y personal de planta cuando un tubo ha presentado algún problema es atendido por estas dos áreas, y así mismo para pedidos grandes y especiales. Esta asistencia hacia las necesidades del cliente no cuenta con un sistema automatizado por lo tanto la evaluación determina (ver tabla 7) que la empresa alcanza el tercer nivel de madurez

**TABLA 7**

EVALUACIÓN INTEGRAR PRODUCCIÓN Y VENTAS	C
Los jefes departamentales se conocen	✓
Existe leve comunicación entre los jefes	
Existe alto nivel de comunicación	✓
Flujo de documentación continuo	✓
Los jefes planifican la producción juntos	✓
Comunicación INTRANET	✓
Los jefes trabajan juntos para satisfacer al cliente	✓
El cliente conoce ventas y producción	✗
Sistema de información atiende reclamos	✗
Sistema de información compartido	✗

Para el cuarto aspecto “Mejorar Calidad” se evidenció (ver tabla 8) que la empresa recolecta la información básica para realizar un control necesario sobre los diversos productos, pero ésta no se analiza ni se utiliza para resolver problemas, por lo tanto la evaluación la determina en el nivel 2; lo que la matriz evolutiva de desempeño determina como una empresa donde se maneja un informal sistema de control de calidad, donde se realizan esporádicas actividades de inspección.

**TABLA 8**

<b>EVALUACIÓN MEJORAR CALIDAD</b>	<b>C</b>
Revisión visual	✓
Inspecciones esporádicas	✓
Manejo de muestras	✓
Manejo de Gráficos de proporción	✓
	✗
	✗
Manejo estadístico de información	✗
Pruebas continuas en laboratorio	✗
Departamento de Calidad	✗

A continuación en la tabla 9, se muestra la información resumida del nivel de madurez de la empresa.

**TABLA 9**

<b>Nivel de Madurez</b>	
<b>Organizar el puesto de trabajo</b>	<b>2</b>
<b>Conocer al cliente</b>	<b>2</b>
<b>Integrar producción y ventas</b>	<b>3</b>
<b>Mejorar calidad</b>	<b>2</b>

### **3.7.2 Análisis de Necesidades de Productividad - PNA**

Es una herramienta desarrollada por Colin Herron y Paul M. Braidon quienes buscaron una metodología que permita seleccionar las herramientas correctas para mejorar una empresa manufacturera. Esta herramienta fue aplicada en varias empresas europeas y se demostró que no todas las herramientas esbeltas solucionan los problemas que padecen las empresas.

El PNA por su siglas en inglés nos da una descripción general de la empresa, de las áreas que la conforman, los problemas que la aquejan y las herramientas que se pueden utilizar para mejorar la eficiencia y productividad; identificando que indicadores son de mayor relevancia para este fin. Al final se obtiene una matriz que cuantifica la interacción entre los aspectos mencionados, y establecerá que área es la que necesita mayor atención.

Las áreas de la empresa que analiza este PNA son: compactado, peletizado, extrusión, mezclado y bodega.

Las herramientas que se recomiendan analizar son: smed, kaizen, control visual, 5s, TPM, técnicas para resolución de problemas y mantenimiento autónomo. Estas herramientas fueron extraídas del lenguaje rústico que presentaron los empelados de la empresa cuando opinaban sobre sus ideas de mejora, esta información sobre los problemas fue recolectada en las reuniones semanales y en conversaciones con el personal de planta.

Los problemas fueron identificados de igual manera que las herramientas en las reuniones, estos son: largo tiempo en cambio de moldes, paras de las máquinas, contaminación en el ambiente, producto defectuoso, mantenimiento preventivo deficiente, desorden en la planta.

Los indicadores que se utilizan para determinar la mejora de los procesos son: turnos paralizados, satisfacción laboral, eficiencia de máquinas, ausentismos y disponibilidad de máquinas. Cabe recalcar que estos indicadores no se los cuantifica en la matriz del PNA solo se determina cual es el que tiene mayor interacción con los procesos y los problemas.

La matriz del PNA está formada por 4 submatrices que indica la interacción entre:

- 1.- Procesos y Herramientas
- 2.- Procesos e Indicadores
- 3.- Problemas y Herramientas
- 4.- Problemas e Indicadores.

Las celdas de intersección se llenan con valores de 9, 3, 1, que significaran alta, media, y baja interacción, y si no existe ninguna interacción no se colocará con ningún valor, posteriormente se suman los valores de las filas y columnas, los cuadro que resaltamos con rojo son los valores más altos y muestran la fuerte interacción existente. Los cuadros resaltados con amarillo son los valores más altos de la suma de los totales de las submatrices, y representan la fuerte interacción.

A continuación en la figura 3.9, se muestra la matriz de PNA para la empresa.

Luego se tiene una matriz entre los procesos y los problemas, y así mismo se procede a llenar las celdas con 9, 3,1 o vacío y luego sumar las filas y columnas. En la figura 3.10 se tiene la interacción entre los procesos y los problemas.

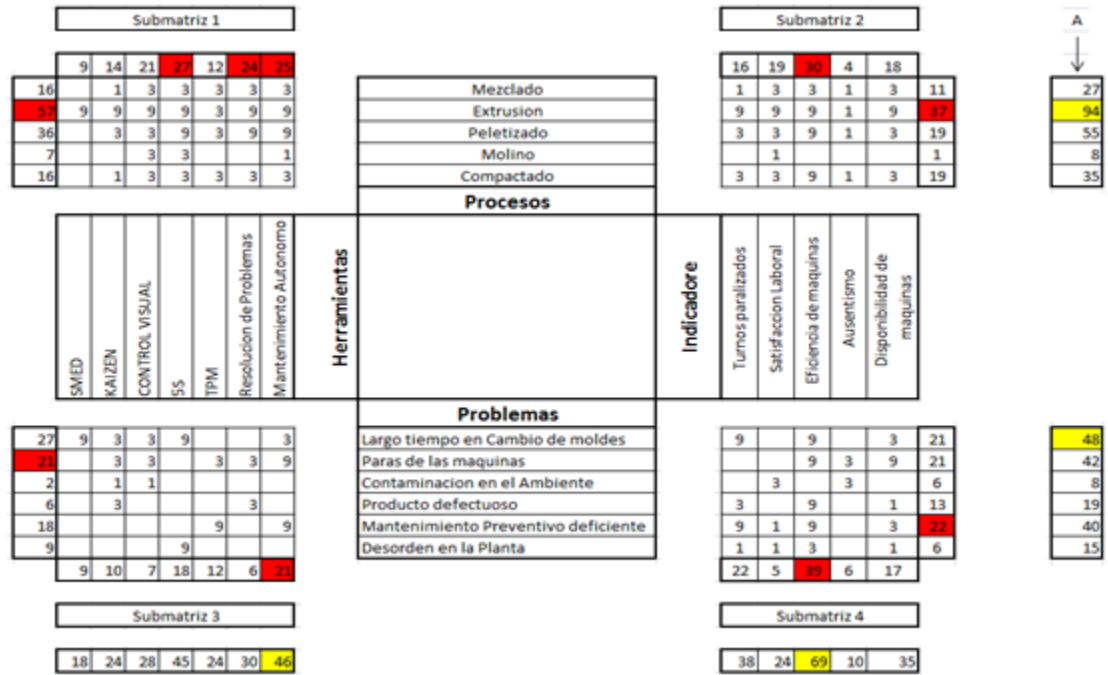


FIGURA 3.9. MATRIZ PNA

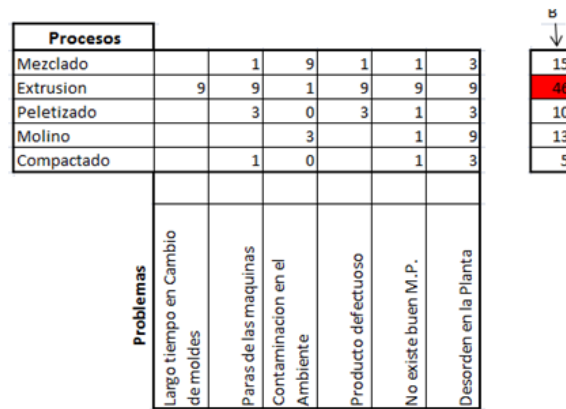


FIGURA 3.10. INTERACCIÓN ENTRE PROCESOS - PROBLEMAS

Finalmente se suman los valores de las columnas A y B, indicadas en las figuras 3.9 y 3.10, y resulta que el proceso de extrusión es el que necesita la mayor atención como se observa en la figura 3.11.

	A	B	Total
<b>Procesos</b>			
Mezclado	15	27	42
Extrusion	46	94	140
Peletizado	10	55	65
Molino	13	8	21
Compactado	5	35	40

FIGURA 3.11. PUNTAJE DE MATRÍZ DE INTERACCIÓN

El resultado obtenido de esta herramienta no solo es que el proceso de extrusión necesita mayor atención, los valores marcados con rojo en la matriz principal del PNA nos da pautas para atender otras áreas con sus indicadores y herramientas a aplicar.

### 3.7.3 GTT

Este estudio es un análisis previo al desarrollo del proyecto y que se alinea al enfoque sobre el cual se plantea el mismo. Puesto que busca mediante el análisis de las distintas actividades que se desarrollan en cada una de las áreas operativas de la empresa, determinar la efectividad de las operaciones e identificar aquellos aspectos que hacen ineficiente al proceso.

El estudio alberga las áreas principales de la empresa, entre las cuales están:

- Compactado
- Peletizado
- Mezclado
- Extrusión

Para esto fue necesario definir los elementos de trabajo presentes en los procesos que se desarrollan en todas las áreas mencionadas con anterioridad.

### **Definición de Elementos**

- Elementos de Trabajo (ET): Son las actividades que realiza el operador como parte de su trabajo en el proceso productivo.
- Elementos de No Trabajo (ENT): Son aquellas actividades que no agregan valor al producto y se consideran demoras en el proceso, tales como:

Demoras evitables:

- a) Buscar herramientas/equipos/pallets: Esta actividad la realiza el operario cuando busca herramientas, equipos o pallets necesarios para trabajar.



- b) Hablar con otra persona sobre asuntos de la máquina: Se refiere al diálogo que puede surgir entre operador-operador, operador-supervisor, operador-mecánico, etc., siempre y cuando el asunto sea sobre problemas de las máquinas.
- c) Estar parado/Esperar algo: Este elemento se refiere cuando el operador está parado frente a la compactadora esperando para realizar la descarga.
- d) Caminar: Esta actividad se realiza cuando el operador se traslada de un lugar a otro para buscar algo o alguien. En este caso se consideran los movimientos que el operario realiza cuando toma un saco con material reciclado (fundas).

Demoras inevitable:

- a) Ir al baño/tomar agua: Este elemento incluye las actividades que realiza el operario desde que camina hacia el lugar donde se encuentra el bebedero o el baño hasta que regresa al área de compactado.
- b) Distraerse: Este elemento se refiere al operador cuando habla con otra persona asuntos no relacionados con el trabajo o descansa.

## **Área de Compactado (Línea de Mangueras de Polietileno)**

### **Elementos de Trabajo (ET):**

- **Preparación de Material**
- **Calibraciones**
  - a) Ajustes a la maquina:
- **Control de Calidad**
  - a) Tomar mediciones
  - b) Inspeccionar por observación
  - c) Ordenar/Limpiar
- **Actividad Necesaria**
  - a) Descarga de material de la compactadora
- **Setup**

Habiendo considerando para el estudio el 88% de las observaciones totales dado el tamaño de la muestra (**APÉNDICE E**) y que el factor tiempo era un limitante, se obtuvo la siguiente información:

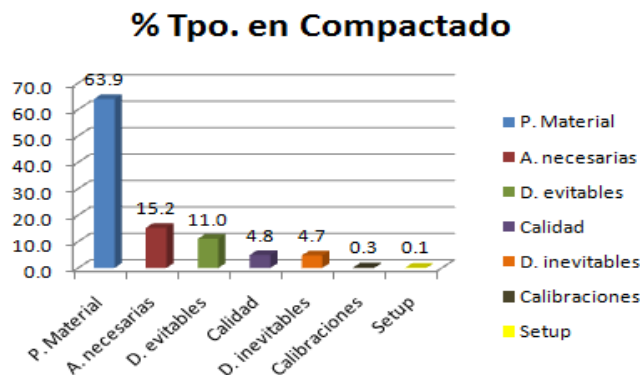


FIGURA 3.12. COMPOSICIÓN DEL TIEMPO DE COMPACTADO

Dado los resultados parciales, notamos que el 80% del tiempo que se dedica a la operación de compactado se destina a realizar: actividades necesarias, de preparación del material y demoras evitables. A continuación detallamos las operaciones de estas tres actividades y como se desarrollan: Ver figura 3.13

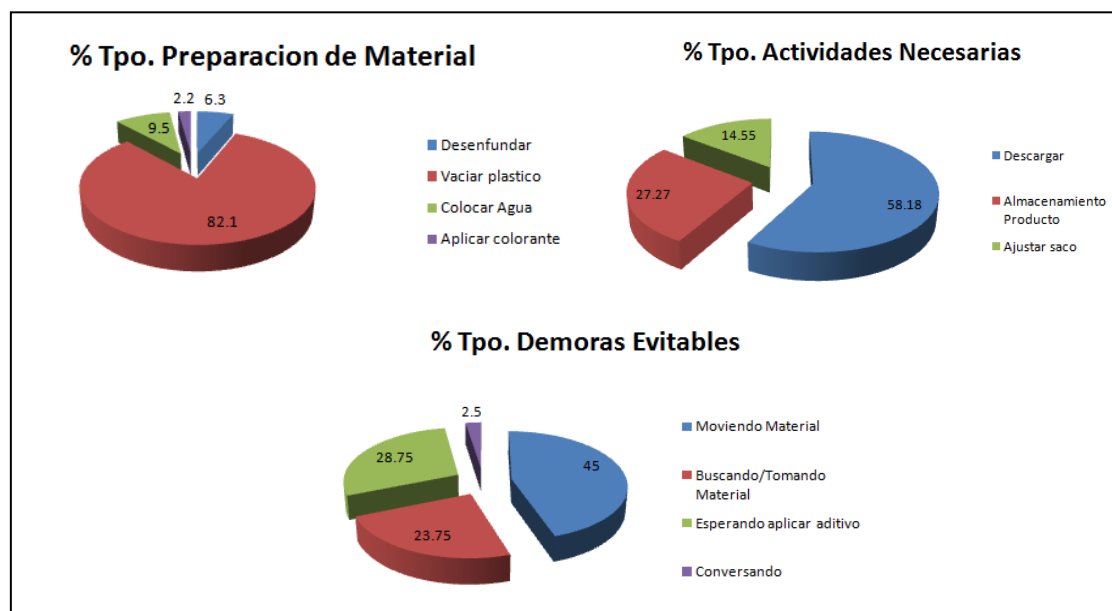


FIGURA 3.13. ACTIVIDADES PRINCIPALES DE COMPACTADO

Dado que la prioridad es eliminar los elementos de no trabajo. Para esta operación de Compactado; determinar las causas a las que se asignan demoras que se pueden evitar, es crítico. Este estudio muestra las causas que generan demoras en el proceso: el 45% se atribuyen a los denominados movimientos de material que el operador realiza para desarrollar su operación.

Moviendo material se refiere a actividades como desplazarse a tomar los sacos con material reciclado, a tomar el aditivo colorante, mover elementos dentro del área de trabajo. El 24% del tiempo evitable, el operario lo dispone en búsqueda de materiales, y en la selección del plástico a procesar.

**Sugerencias:** Realizar una clasificación del plástico reciclado resultaría conveniente, debido a que no todo el plástico es igual, cierto material es más duro que otro y requiere de una mayor compactación, lo que implica mayor tiempo de procesamiento y esto es una limitante para alcanzar el nivel de kilos deseados a fabricar. La clasificación permitirá agilizar el proceso cuando se requiera una mayor cantidad de material.

Reorganizar mejor el puesto de trabajo, estableciendo una ubicación fija para los elementos de trabajo, para reducir los movimientos del operario y que disponga de los materiales con mayor rapidez y facilidad.

## **Área de Pesado y Mezcla**

### **Elementos De Trabajo:**

#### **- Preparación de Material**

- a) Formar el Kit:
- b) Prepara la Mezcla: En el área de mezclado se consideran las actividades de adición de compuestos en el equipo mezclador.
- c) Descarga de Mezcla:

#### **- Control de Calidad**

- a) Pesar
- b) Inspeccionar por observación
- c) Ordenar/Limpiar

Los datos muestran que el turno I aprovecha mejor el tiempo de la actividad, puesto que realiza actividades que agregan valor como la preparación de material y el control de calidad, a diferencia del turno II que alrededor del 35% son demoras inevitables además un 16% del tiempo lo ocupa en actividades que no agregan valor.

Ver figura 3.14

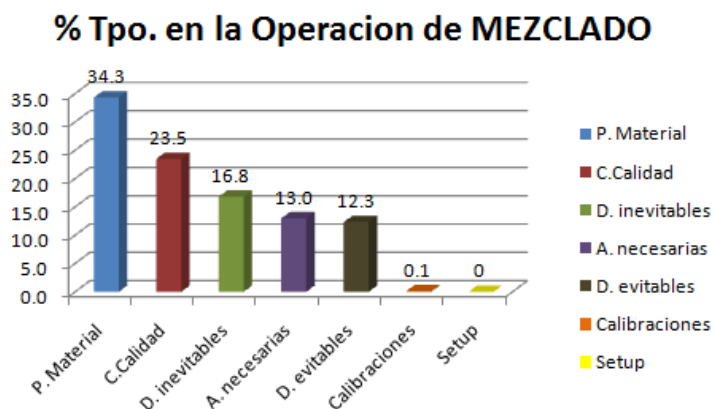


FIGURA 3.14. PORCENTAJE TIEMPO -TURNO 1 - MEZCLADO

Las actividades que componen el mezclado son: pesado y turbo mezclado; se asigna un operario a cada actividad.

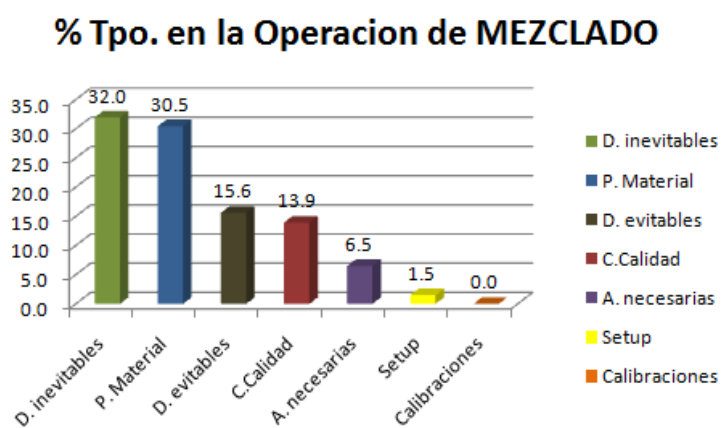


FIGURA 3.15. PORCENTAJE TIEMPO -TURNO 2 - MEZCLADO

La diferencia en los resultados con el turno 2 (figura 3.15), radica en que por ser el turno de la tarde, el personal del área está expuesto a ser requerido para desarrollar otras funciones, lo que limita al operario a desarrollar actividades que no agregan valor.

Por ejemplo: Se requiere a un operario para que ayude en la función de despacho (operario de pesado), esto ocasiona que el operario del turbo mezclador cuando quiera descargar la tula solicite de un montacargas que no está a su disposición y por ende tiene que buscarlo y dejar de cumplir con su labor normal. Este caso no ocurre en el turno de la noche, debido a que no está expuesto a ser requerido para desarrollar otras funciones y debido a ello dispone su tiempo para la preparación de la mezcla y ambos operarios comparten funciones que agiliza y aprovecha mejor la actividad.

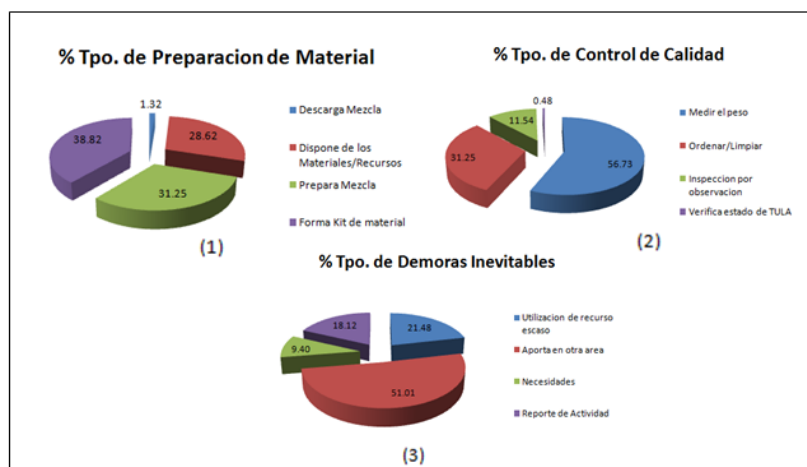


FIGURA 3.16. PRINCIPALES ACTIVIDADES - TURNO 1 – MEZCLADO

Estas tres gráficas son producto de las actividades que comprenden el 80% del tiempo de mezclado para el Turno 1. Dentro de este tiempo, las demoras inevitables (3) están incluidas en una proporción del 15%, un porcentaje bajo con relación al total.

Aportar en otras áreas, es uno de los elementos que considera las demoras inevitables, lo que establece que el personal de este turno no es requerido para realizar otras labores (51%), lo que les permite aprovechar su tiempo y desarrollar su función de preparación de la mezcla.

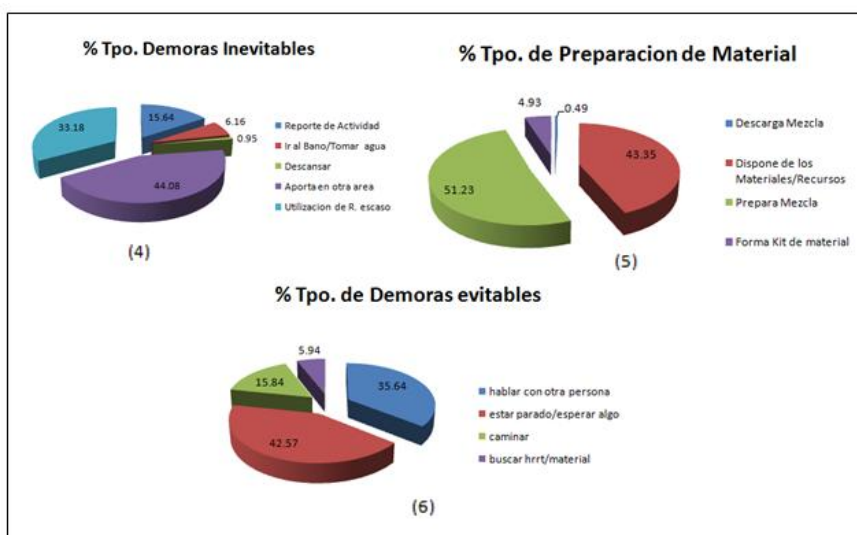


FIGURA 3.17. PRINCIPALES ACTIVIDADES - TURNO 2 – MEZCLADO

Analizando los resultados del Turno 2, se observa en la gráfica (4) que la mayor parte del tiempo el operario lo emplea para ayudar en otra área y en la (5) notamos que una parte del tiempo, en una menor proporción a la preparación de material. En la gráfica (6), demoras evitables que representa un 15% del tiempo de mezclado, muestra que el personal está expuesto a situaciones evitables, tales como búsqueda de herramientas.



## **Área de Extrusión (Tuberías PVC y Mangueras de Polietileno)**

### **Elementos De Trabajo:**

#### **- Preparación de Material**

#### **- Calibraciones**

- a) Realizar calibraciones / ajustes a la máquina
- b) Ajustar salida/jaladores

#### **- Control de Calidad**

- a) Tomar mediciones
- b) Inspeccionar por observación
- c) Ordenar/Limpiar

#### **- Actividad Necesaria**

- a) De Formación del Producto
- b) De Almacenamiento Temporal

#### **- Setup**

Para este estudio se consideró de manera conjunta ambos procesos (Tuberías y Mangueras) puesto que estas conforman la línea de extrusión.

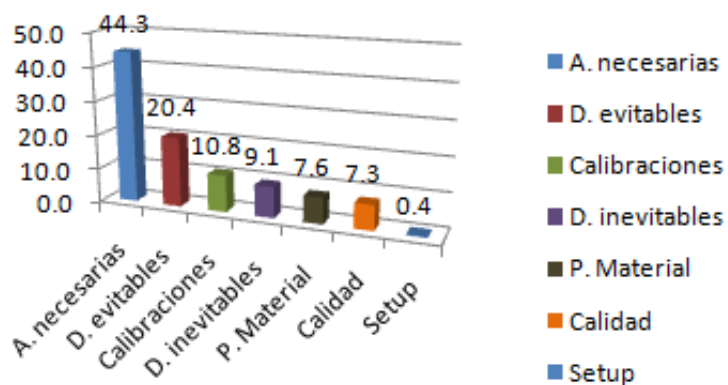


FIGURA 3.18. PORCENTAJE TIEMPO - TURNO 1 - EXTRUSIÓN

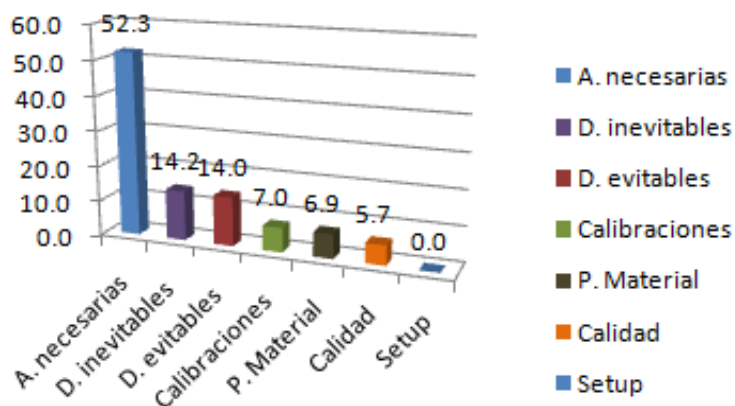


FIGURA 3.19. PORCENTAJE TIEMPO - TURNO 2 - EXTRUSIÓN

Las observaciones se centran en las actividades que comprenden el 80% del tiempo que se destina a extrusión; siendo estas:

Acciones necesarias, demoras evitables y actividades de calibración.

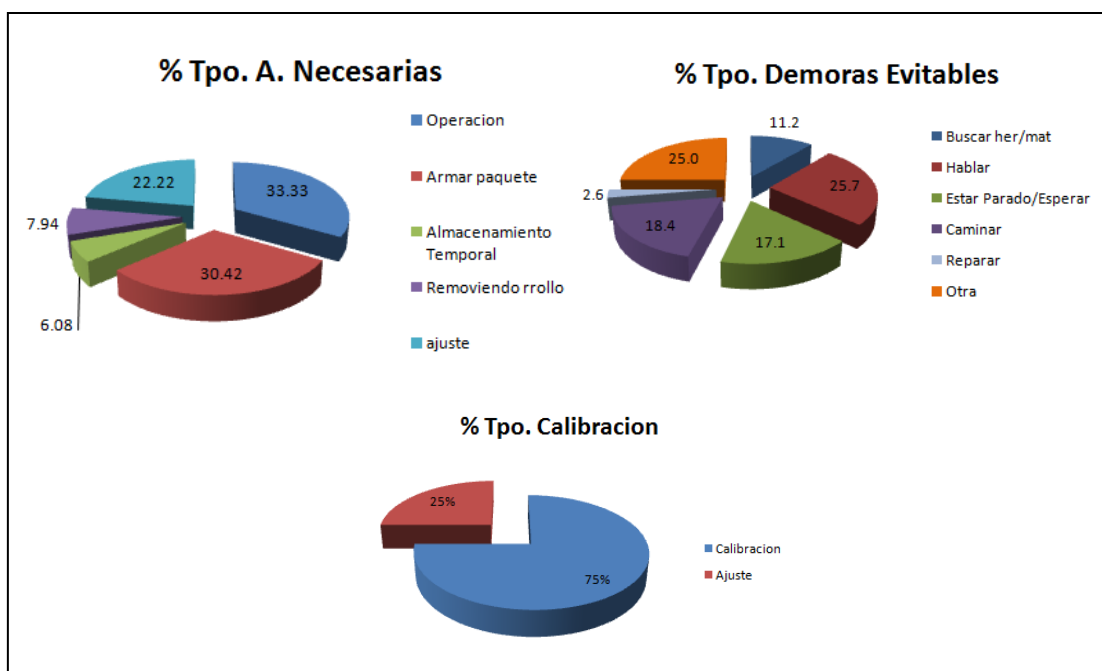


FIGURA 3.20. PRINCIPALES ACTIVIDADES - TURNO 1 - EXTRUSIÓN

Las actividades de calibración que generan estos tiempos, las define el operario, quien las destina a realizar ajuste en la máquina, sea de temperatura, velocidad, o alguna otra parte específica de la máquina (75% del tiempo de calibración).

También se presentan los ajustes (25% del tiempo de calibración) que se realizan en la parte frontal de la máquina para garantizar que el producto salga sin deformación.

El 20% del tiempo de extrusión se lo destina a realizar actividades que no agregan valor, demoras evitables que el operario realiza para buscar herramientas, conversar o hacer reparaciones que el equipo requiere.

**Sugerencias:****Mantenimiento autónomo**

Existen actividades que los operadores pueden hacer a diario para asegurar el buen funcionamiento de la máquina. Estas actividades deben estar bien definidas y deben ser controladas (por un jefe de mantenimiento).

La metodología contribuirá con una mayor organización en cuanto a las actividades planificadas de mantenimiento que se desarrollarán en conjunto con un encargado que cumplirá la función.

**Lugar fijo para herramientas/equipos**

Los operadores a veces descuidan sus máquinas por ir a buscar los montacargas, herramientas para la calibración y/o mantenimiento. Los montacargas se deben dejar en un lugar establecido para evitar que el operador recorra grandes distancias y descuide la máquina.

Mediante la aplicación de la técnica 5S para la organización del trabajo se determinará aquellos elementos necesarios que contribuyan a la agilización del proceso y al mejor aprovechamiento del tiempo de trabajo.

En el caso de las herramientas se determinará que elementos requiere cada área, para luego realizar un inventario de tal manera que se establezca que elementos hacen falta y de esta manera poder asignar un tablero con herramientas básicas en cada área que permita una mejor respuesta y realizar un ajuste a la máquina, evitando perder tiempo en la búsquedas de las mismas y no se generen falla de mayor impacto por un descuido en la máquina.

### **Organización del Área**

Tomando como base la herramienta 5S y control visual se podrá trabajar en el aspecto de la organización de las áreas de trabajo, identificando los elementos innecesarios que no agregan valor a la actividad y desecharlos para obtener una mayor organización y fácil acceso mediante la identificación y asignación en lugares fijos.

### **3.8 Indicadores para el Proyecto**

Los indicadores permiten saber cuál es la situación actual de la empresa, son los signos vitales de esta, y así mismo tienen los parámetros bajo los cuales se puede argumentar si la empresa está bien o está mal.

Se evaluó 7 indicadores como parte del diagnóstico inicial, en la tabla 10 se muestra estos indicadores y sus respectivos valores para el mes de Julio, a lo largo del proyecto se registrarán estos valores mensualmente.

**TABLA 10**  
INDICADORES DE DESEMPEÑO

<b>INDICADORES</b>	<b>Tubería</b>	<b>Mangueras</b>
% Desperdicio	1,45%	0,39%
Costo del desperdicio (USD)	1913	116,69
Número de reclamos por mes	2,78	
% reclamos= # reclamos / # pedidos	0,58%	
% Devoluciones	0,005%	0,03%
Costo de las devoluciones (USD)	37,88	
Ventas / # empleados	5020 Kg/em	

Los niveles de desperdicio, reclamos y devoluciones son bajos como se puede observar en la tabla. El costo de desperdicio para las tuberías es de casi \$2000.00, este no es dinero desperdiciado propiamente dicho ya que todo tubo dañado pasa al área de reproceso para ser utilizado en la fabricación de nuevos tubos, por lo que se podría decir que es un dinero gastado en materia prima y que no se está vendiendo.

A todo lo dicho anteriormente se lo contrasta con los elevados niveles de inventario que tiene la empresa tanto en materia prima como en producto terminado, desorganización en la planta y falta de un sistema de control de calidad, esto como aspectos más relevantes.

Los indicadores que se plantearon se desarrollaron basados en los tradicionales de la empresa y adicionalmente los necesarios para evaluar la evolución de este proyecto. Además estos indicadores están alineados al plan de calidad con el que cuenta la Empresa.

## 1. Servicio al Cliente

**Objetivo:** Conocer el nivel de la atención ofrecida y el grado de cumplimiento de las ordenes de pedidos.

**TABLA 11**

1. SERVICIO AL CLIENTE			
INDICADOR	DESCRIPCIÓN	FÓRMULA	FRECUENCIA DE MEDICIÓN
Nivel de cumplimiento entregas a clientes	Consiste en calcular el porcentaje real de las entregas oportunas y efectivas a los clientes.	$\frac{\text{Total de pedidos entregados a tiempo}}{\text{Total de pedidos despachados}} \times 100$	Mensual
Devoluciones	Busca identificar en que proporción se incumple con algún pedido y causa el desaprovaramiento del cliente.	$\frac{\text{Total de devoluciones en el periodo}}{\text{Total de pedidos entregados}} \times 100$	Mensual
Nivel de Reclamos	Busca determinar el nivel de inconformidad del cliente por la entrega realizada	$\frac{\text{Número de reclamos al mes}}{\text{Total de pedidos}} \times 100$	Mensual
Ventas	Busca determinar una relación entre los kilos vendidos atribuidos al número de personal de la empresa.	$\frac{\text{Total de kilos vendidos al mes}}{\text{Número total de empleados}} \times 100$	Mensual

**Nivel de Reclamos:** Se consideraran como reclamos: Faltante de producto, defecto, no conforme con la especificaciones. En la hoja de ingreso de mercadería que manejan los choferes y entregan en oficina, esta persona deberá marcar con una R de color rojo la hoja para determinar “reclamo”, si en

la hoja hay el ingreso de mercadería por reclamo de más de 1 cliente esto también deberá ser especificado. Al final del mes, se contarán estos reclamos, y el número de pedidos entregados se obtienen del sistema Smartest, para poder obtener el indicador.

**Devoluciones:** En la hoja de ingreso de mercadería se tiene el peso y cantidad de producto que retorna. Dependiendo de la razón por la que el producto sea devuelto este será especificado para el manejo de este indicador.

**Ventas:** Las ventas son en dólares y el precio de venta del pvc depende del petróleo, por lo tanto se podría disparar o caer, podría ser mejor en kg vendidos/#empleados.

Para el cálculo se utilizarán kilogramos vendidos para que el indicador no se vea afectado por las variaciones del precio del petróleo, de donde se deriva la materia prima.

## **2. Productividad**

**Objetivo:** Determinar la efectividad en los procesos y determinar ineficiencias que afecten la disponibilidad y rendimiento de los mismos.



TABLA 12

2. PRODUCTIVIDAD			
INDICADOR	DESCRIPCION	FORMULA	FRECUENCIA DE MEDICION
Desperdicio	Consiste en determinar la cantidad de material que se reprocesa, producto de defectos en la línea.	$\frac{\text{Total de kilos preparados} - \text{Total de kilos producidos}}$	Mensual
Rendimiento	Producción real por horas de trabajo.	$\frac{\text{Total de Kilos producidos} \times 100}{\text{Total de Horas efectivas de Trabajo}}$	Semanal
Disponibilidad	Consiste en determinar la eficiencia total del equipo. Tiempo real que el equipo funciona correctamente.	$ETE = Etd * EP * EC * 100$	Mensual

**Desperdicio:** Para la obtención de este indicador es cuestionable la fórmula a emplear, debido a que obtener la cantidad de kilos preparados es relevante, ya que parte del compuesto preparado se queda en la máquina y es difícil de medir. Así también se complica el control de los datos requeridos, cuando no se cambia de producto sino solamente la medida del tubo, porque no se apaga la máquina. Por este motivo se manejan otras opciones según sea el caso, tales como pesar directamente el desperdicio, pero para ello se requiere establecer controles para que los operadores reporten el scrap real obtenido.

**Rendimiento:** El manejo de este indicador se relaciona mucho con el de disponibilidad, ya que se requiere información de tiempos. Una vez se obtenga la información de la disponibilidad, se relaciona con los kilos producidos que consta en el reporte de producción para obtener el rendimiento de la máquina.

**Disponibilidad:** Este indicador permitirá conocer la eficiencia total del equipo (ETE), combinando la eficiencia de tiempo disponible (Etd), producción (EP) y calidad (EC). La información requerida se define a continuación:

Tiempo Disponible = Tiempo Total – Tiempo de paras programadas

Tiempo Operación = Tiempo Disponible – Tiempo paras no programadas

$$Etd = \frac{\textit{Tiempo de Operación}}{\textit{Tiempo Disponible}}$$

$$EP = \frac{\textit{Producción Total}}{\textit{Producción Teórica}}$$

$$EC = \frac{\textit{Produccion Buena}}{\textit{Producción Total}}$$

**Otros indicadores:**

Basados en el estudio de tiempos en movimientos, habiendo identificado los puntos clave en cuales enfocar el trabajo; la metodología plantea medidas acerca de cómo afrontar estos hallazgos. Para el control de estos cambios que se generarán del trabajo a desarrollar con el personal de la planta, mediante la aplicación de técnicas para mejorar la organización de la empresa, nos apoyaremos en indicadores tales como:

- Número de Sugerencias empleadas por mes.
- Porcentaje de sugerencias implementadas.
- Beneficios de las sugerencias.
- Porcentaje de empleados trabajando en grupos.

# **CAPÍTULO 4**

## **4. DISEÑO Y DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA.**

### **4.1 Introducción a la Metodología Aplicada**

Previo al Lanzamiento del Proyecto los agentes de cambio desarrollaron en conjunto con la directora del proyecto, algunos conocimientos que eran necesarios para efecto del trabajo. En reuniones semanales se trataron varios temas de técnicas de manufactura esbelta y se presentaban propuestas para la implementación y manejo de las técnicas para adaptarlas al ambiente de la empresa donde se desarrolló la metodología.

#### **4.1.1 Etapa de Preparación**

Durante el primer mes de trabajo y mientras se desarrollaban las reuniones del equipo de trabajo, se realizaban visitas periódicas a la empresa para tener una visión general y determinar qué

medidas se deben adoptar y a cuales hay que darles prioridad cuando se inicie con el proceso de mejora.

Este primer diagnóstico muestra que la empresa tiene varios problemas de identificación de insumos y materiales, localización de productos, disposición de herramientas y materiales, desorganización en áreas de trabajo, falta de coordinación para el desarrollo de actividades críticas del proceso, entre otras que se derivan de las ya mencionadas.

#### **4.1.2 Lanzamiento del Programa de Mejora Continua**

Como apertura del proyecto se realizó un Lanzamiento, el cual consistió en una reunión con el personal de la empresa, operativo, administrativo, jefes departamentales y el gerente. En esta reunión el grupo de trabajo informó al personal el alcance del proyecto, además de introducirlos en ciertos conocimientos sobre técnicas que servirán para alcanzar el fin deseado.

La reunión de Lanzamiento incluyó dinámicas y actividades que buscaban incentivar y despertar el interés en el personal sobre el proyecto.

Una de las técnicas destacadas en esta primera sesión fue la técnica japonesa 5 S., crucial para la siguiente etapa del proyecto; puesto que de este se deriva la actividad denominada “Minga”, la misma que se desarrolló con ayuda del personal, trabajando con 2 equipos de tres personas. Se trabajó en las áreas de mezclado y extrusión en dos etapas para mantener la continuidad de la actividad.

En ella se puso en práctica lo aprendido con la metodología 5 S., y se trabajó en las tres primeras etapas de esta técnica, iniciando con la aplicación de las tarjetas rojas para identificar los elementos innecesarios que serán removidos posteriormente.

La minga de limpieza se desarrolló con éxito en las áreas piloto, logrando mitigar la desorganización desechando material inservible presente en el puesto de trabajo, ofreciendo al personal un ambiente más agradable de trabajo.

El siguiente paso consiste en desarrollar reuniones semanales que sirvan como medio de información entre el proyecto y el personal involucrado.

## **4.2 Consideraciones para el Desarrollo de la Metodología**

### **4.2.1 Grupos de Mejora y Reuniones**

Consiste en reuniones semanales con el personal de la planta, donde se comparten estrategias basadas en las metodologías dictadas, e iniciar el proceso de cambio en las diversas áreas de trabajo de la empresa.

Estas reuniones servían de retroalimentación a las técnicas que se enseñaron previamente; de esta manera se podían elaborar las actividades con mayor efectividad.

**Equipos de trabajo:** Uno de los objetivos de las reuniones semanales es obtener información relevante del personal, necesidades que para ellos son trascendentales, y que puedan hacer que su trabajo sea más gratificante y menos agobiante. Se derivan entonces un sin número de ideas de mejora sobre las cuales se establecen acciones y la puesta en práctica a través de grupos de trabajo.

Para cumplir con las actividades planificadas se elaboraron grupos de trabajo con el personal de la empresa, que semanalmente debían reportar las

condiciones y medidas asumidas para cumplir con las actividades establecidas para mejorar las condiciones del puesto. Además el grupo de trabajo durante la reunión, se enfocaba en dar a conocer aquellas anomalías que presenciaban en su lugar de trabajo con la finalidad de proponer mediante una lluvia de ideas algunas propuestas para afrontar el problema.

### **4.3 Organización del Puesto de Trabajo**

Dentro de esta primera fase el trabajo se enfoca en varios aspectos que son:

- Familiarización con las técnicas aplicables (Capacitación).
- Formar Grupos de trabajo.
- Diseñar mecanismos de control (Auditorías).
- Ejecución de ideas de mejora.

**Minga de trabajo:** La puesta en marcha de esta fase partió de una actividad denominada “Minga”, donde se acordó un día de la semana formar grupos de trabajo y trabajar áreas claves de la empresa con la aplicación de las 3 primeras etapas de la metodología 5S. La jornada de limpieza albergó la identificación de los materiales y herramientas necesarias para desarrollar su actividad con normalidad, y se desecharon elementos innecesarios ajenos al área de trabajo.

A continuación se muestran fotografías de una de las áreas, donde se realizó la minga.



FIGURA 4.1. MINGA DE TRABAJO

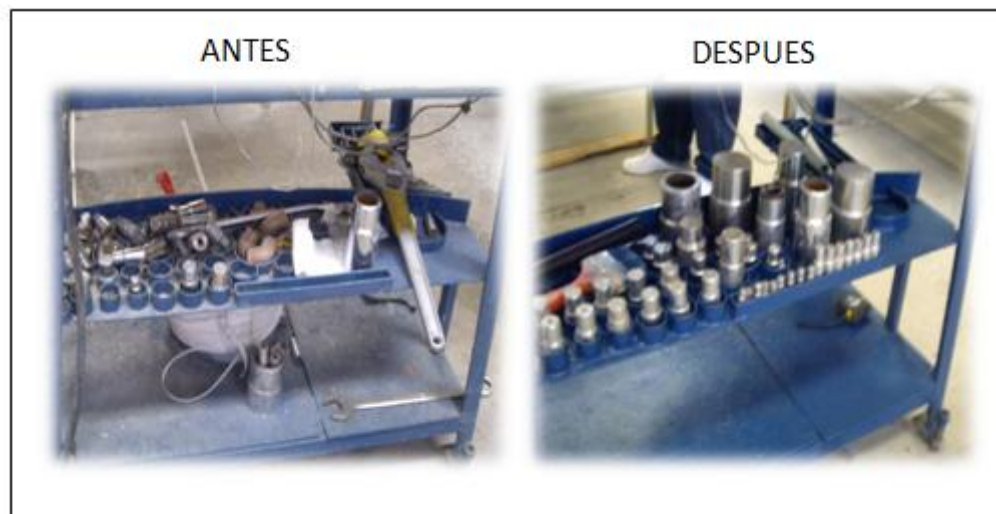


FIGURA 4.2. MINGA DE TRABAJO



**Ejecución, Actividades realizadas:** Durante este periodo de trabajo, se han podido realizar algunos cambios que abordan el orden y la limpieza en ciertas áreas de aplicación del proyecto (Área de Tubería y Manguera). Estos cambios son producto de las ideas propias del personal que con ayuda de las técnicas aprendidas, se ejecutan en la medida de su factibilidad y de los recursos con que se disponen para su puesta en marcha.

**Auditorías Internas:** Como una medida de control para evidenciar la evolución del trabajo, se ejecuta un programa de auditorías; en la cual se forma un equipo de auditores que evalúan semanalmente los cambios percibidos en las áreas de trabajo. Los resultados de esta auditoría se comparten con el personal que conforman el área evaluada y se plantean las falencias del área para que se tomen medidas sobre estas. El Formato que se utilizó para este control se muestra en el **(APENDICE F)**

#### **4.3.1 Logros Alcanzados**

Producto de las actividades que se realizaron con los grupos de trabajo se logró mejorar varios inconvenientes que la empresa mostraba respecto a la organización del puesto de trabajo.

Entre las actividades más relevantes se destacan:

- Distribución del espacio de la bodega para el almacenamiento de accesorios.

Se trabajó de manera conjunta con el jefe de planta y se estableció una distribución temporal para los accesorios que permita un mayor control y facilite mediante la ubicación fija de los productos, el despacho más dinámico y rápido.

- Señalización de las Áreas principales de la Planta.

Se delimitaron las áreas de las máquinas, áreas y productos en proceso y terminado para reconocimiento de las etapas de transformación facilitando la identificación de los sitios.

- Creación de Fichas para las especificaciones y fórmulas de los productos.

Se desarrollaron hojas de especificaciones de fórmulas para el área de mezclado y de especificaciones de productos para el área de extrusión de tal forma que sirva de apoyo para las actividades de control.

Se establecieron lugares fijos para los materiales e insumos y se demarcaron las áreas.

- Desarrollo de un Plan de Limpieza.
- Provisión de insumos de limpieza a cada área de trabajo, en lugar fijo.



FIGURA 4.3. INSUMOS DE LIMPIEZA

- Desarrollo de un Plan de Mantenimiento.
- Disposición de Tablero de Herramientas en las líneas de producción.

Se dispuso de herramientas básicas a las líneas de tubería y manguera, necesarias para un ajuste al equipo.



FIGURA 4.4. TABLERO DE HERRAMIENTAS

Organización de estantería para moldes de los equipos.



FIGURA 4.5. ESTANTERIAS DE MOLDES

- Identificación de Moldes en Estanterías.



FIGURA 4.6. SEÑALIZACION DE ESTANTERIAS

- Panel ilustrativo de indicadores de productividad en la planta.

Esta es una de las actividades no cubiertas en su totalidad y se mantienen como una propuesta. Esta acción busca ilustrar de forma gráfica los indicadores establecidos para monitorear la productividad en las distintas líneas de proceso.

Para lograr este punto, se coordinaron actividades como reuniones diarias en las que se trabajó con el personal para familiarizarlo con los formatos desarrollados y adiestrarlos en el uso de la misma para la finalidad que fue diseñada.

Para el manejo de este indicador se requirió idear un sistema que permita llevar el control de una forma ordenada, que no se vea afectada por los diversos tipos de productos. Puesto que la empresa no cuenta con esta información, se plantea diseñar un mecanismo para obtener los datos necesarios.

Se realizó entonces una clasificación basada en los productos que se producen en las cuatro máquinas extrusoras, esto facilitará la forma de manejar la información que se recolecte.

Para la recolección de la información se diseñó una herramienta que sirva de guía para el control del indicador. Fue necesario entonces capacitar al personal involucrado para el correcto manejo de esta herramienta. El esquema que presenta la herramienta se muestra en la siguiente figura.

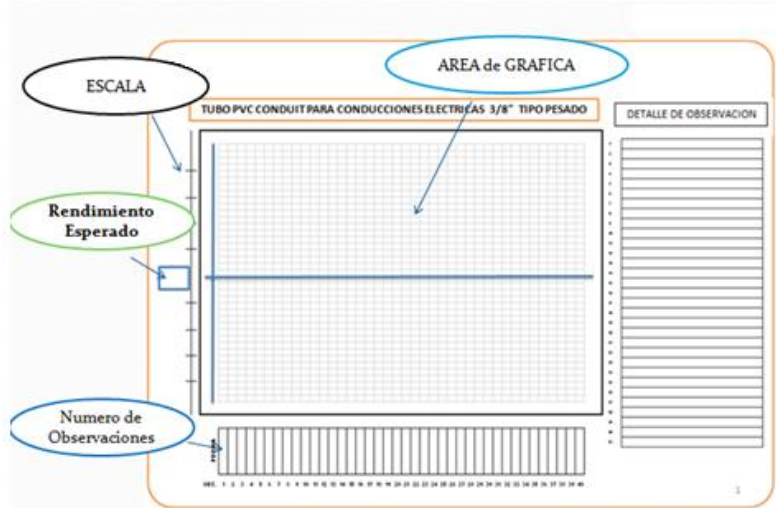


FIGURA 4.7. ESQUEMA HERRAMIENTA PARA RENDIMIENTO

La herramienta está compuesta de una cuadrícula para realizar una gráfica similar al de una carta de control, que registraba el rendimiento de la máquina para cierto producto; era necesario para esto detallar información relevante como: Tiempo de Mantenimiento preventivo, tiempo de mantenimiento

correctivo, tiempo de cambio de molde, para con ella determinar el tiempo efectivo de trabajo y determinar así el rendimiento real de la máquina.

El sistema plantea colocar un tablero donde se lleve el control de los rendimientos de los productos más significativos para la empresa (los de mayor producción), haciéndolos públicos para el personal, además se informará el estado del desperdicio y parámetros que detallan el seguimiento del proyecto de mejora. Para el resto de productos, los formatos con la información serán archivados en una carpeta cerca del tablero para su fácil deposición. Para un mayor control y manejo de la información se asignaron responsables de supervisar este proceso, entre ellos el Jefe de Calidad, Jefe de Planta y el asistente de Planta. Además producto de las observaciones de las auditorías internas, se pudo agilizar el proceso de ajuste que los operarios dan a las máquinas, puesto que cuentan con herramientas básicas para controlar la situación. El orden en los puestos de trabajo se lo mejoró, teniendo un aumento de 2 a 3.5 en la calificación de la auditoría 5S en 2 semanas de aplicación.

#### **4.4 Conocer Al Cliente**

##### **4.4.1 Principales Clientes**

Se tabuló los datos de las ventas obtenidos del sistema smartest sobre los clientes de la empresa y se obtuvo que desde el año

2007 hasta la actualidad a tenido 624 clientes, entre los que realizan compras muy frecuentes y quienes solamente han hecho una compra.

De estos 624 clientes, 110 que son el 17,6%, representan el 80%, por lo que se cumple la regla de 80-20; y se puede decir que la empresa tiene alrededor de 100 clientes que se consideran más importantes.

Para confirmar este análisis y además simplificar la lista, se pidió a los vendedores que revisaran la lista, e indiquen cuáles son sus clientes y los que consideran más importantes. Después de esto se obtuvo los que se comunican directamente a la empresa para realizar sus compras. Ver figura 4.8

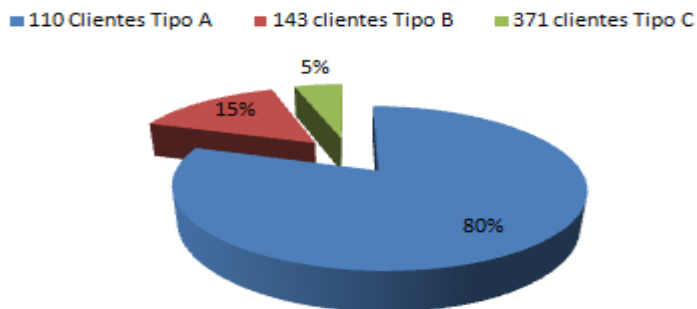


FIGURA 4.8.TIPOS DE CLIENTES

Las tuberías de PVC son utilizadas para varias aplicaciones como: sistemas de tuberías domésticas, sistemas de riegos, sistemas eléctricos, sistemas de ventilación, sistemas de desagüe, etc. Para saber cuál es el giro de negocio de



los 100 clientes A, se pidió información a los choferes, ya que ellos son quienes más contacto tienen con los clientes, cabe recalcar que los choferes supieron responder sin incertidumbres, es decir que conocen perfectamente a los clientes, y de los pocos clientes que no recordaron, se procedió a contactarlos directamente.

En la tabla adjunta observamos en porcentaje a que se dedican los clientes de la empresa.

**TABLA 13**  
**RAZÓN DE NEGOCIO DE LOS**  
**CLIENTES**

Negocio	%
Ferreteria General	69%
Riego	9%
Productos Electricos	8%
Instalaciones Electricas	4%
Distribuidores	3%
Fabricacion Codos	3%
Constructoras	2%
Riego Jardines	1%
Instalaciones Piscinas	1%

Como se puede observar los mayores clientes de la empresa son ferreterías en general, este es un intermediario, por lo tanto esperamos que la voz del cliente final no se quede allí sino que logre ser transmitida hasta la planta, la empresa debe buscar un método para que toda esta información llegue a la empresa.

#### 4.4.2 Interactuar con el Cliente

El contacto con el cliente es importante ya que nos permite saber qué piensa de la empresa y del producto, así podremos saber que acciones tomar para tener siempre fiel al cliente, pero hay que entender que *no solo se trata de conocer los datos personales de cada cliente sino de ir más allá [10]*.

El contacto con los clientes se realizó mediante vistas y entrevistas telefónicas.

Se visitó a 4 clientes, 2 dentro de la ciudad de Guayaquil y 2 en la ciudad de Quevedo, a estos se aplicó una entrevista en la que recolectamos información para realizar un mapeo de expectativas del cliente y un mapeo de trabajo. La entrevista consistió en una conversación amena que permitió una mayor fluidez de la comunicación y opiniones de los clientes hacia la Empresa.

#### 4.4.3 Mapeo de las Expectativas de los Clientes.

“Phillip Kotler, define la satisfacción del cliente como el nivel del estado de ánimo de una persona que resulta de comparar el rendimiento percibido de un producto o servicio con sus experiencias” [11], y la única manera de saber que tan alto es este nivel es conociendo primero las necesidades o expectativas del cliente.

Considerando la fórmula:

Rendimiento Percibido (RP) – Expectativas (E) = Nivel de Satisfacción (NS),  
vemos que al conocer las expectativas de nuestros clientes podremos determinar que tan alto es su nivel de satisfacción. El mapeo que se

presenta es una lista detallada de las expectativas los clientes hacia la empresa y el producto que ofrece; y se lo realizó con dos preguntas básicas formuladas a los clientes.

¿Qué espera el cliente de la Empresa? y ¿Qué espera el cliente de los productos?, esto ayudará a comunicar a los empleados sobre que es importante para el cliente y también apoya a la mejora del producto, proceso, y desarrollo de los mismos.

Expectativas de los clientes:

- Que la empresa no baje la calidad de los tubos.
- Que la empresa y sus dueños sigan siendo humildes, y que no cambien la atención personalizada que brindan a sus clientes.
- Que bajen los precios ya que son de los más altos del mercado.
- Que sigan atendiendo sus quejas de igual manera, tienen un buen servicio al cliente
- Que en el servicio al cliente brinden una mayor asesoría técnica sobre uso de los tubos y sus especificaciones, si la tienen pero muy pobre.
- Que en el futuro aumente la variedad de sus productos.
- Que mejore la calidad del tubo 110 mm tipo liviano, se rompe fácilmente.

#### 4.4.4 Mapeo del Trabajo

El mapeo del trabajo consiste en un seguimiento al trabajo del cliente y como el producto entra a este, como se ajusta y como funciona, de tal manera que permita saber cómo poder cambiar el producto para que este funcione de mejor manera en manos del cliente.

El mapeo de trabajo también busca saber que parte del trabajo hecho podría requerir el cliente, para este caso no es muy aplicable debido a las funcionalidades que tienen los tubos, pero se hizo un mapeo con un cliente que instala sistemas de riego, el cual fue visitado personalmente en la ciudad de Quevedo.

**Paso 1 Definir** - ¿Qué aspectos de tener el trabajo hecho define nuestro cliente?

El cliente a quién denominamos “El Riego”, no le hace ningún tipo de transformación al tubo, él usa el tubo tal cual como lo recibe lo une con los demás tubos, entre los pilotes, con las válvulas, y los entierra.

Se le preguntó si necesita de algún cambio en el tubo para mejorar su trabajo, a lo que respondió “No, porque uso el tubo tal como viene con las especificaciones que solicite diámetro y largo, y en ocasiones uso roscable y otras no”

**Paso 2 Localizar.-** ¿Qué insumos o equipos deben estar localizados para su trabajo?

Se hizo esta pregunta abierta y nos respondió todo lo que utiliza en las diferentes etapas de la instalación del sistema de riego, y aquí identificamos donde ingresa el tubo al proceso de instalación.

- Los picos y las palas para cavar.
- La brocha y la goma para unir un tubo con otro.
- Los tubos, los más anchos para la línea principal, y los más delgados que salen de este en forma perpendicular. Podemos imaginar como una columna vertebral y sus costillas para tener una mejor idea.
- Cuerda para suspender el tubo en cierto puntos para que no se asiente en la tierra.

- Tapones para impedir que entren objetos u animales extraños al tubo, cuando el sistema está siendo instalado.
- Las válvulas, codos, reductores y uniones para unir los tubos y armar el sistema.
- El cemento y hierro para los monigotes, que son los que sostienen los aspersores.

Mapeamos el macro proceso de instalación de un sistema de riego y observamos como ingresa el tubo al proceso.

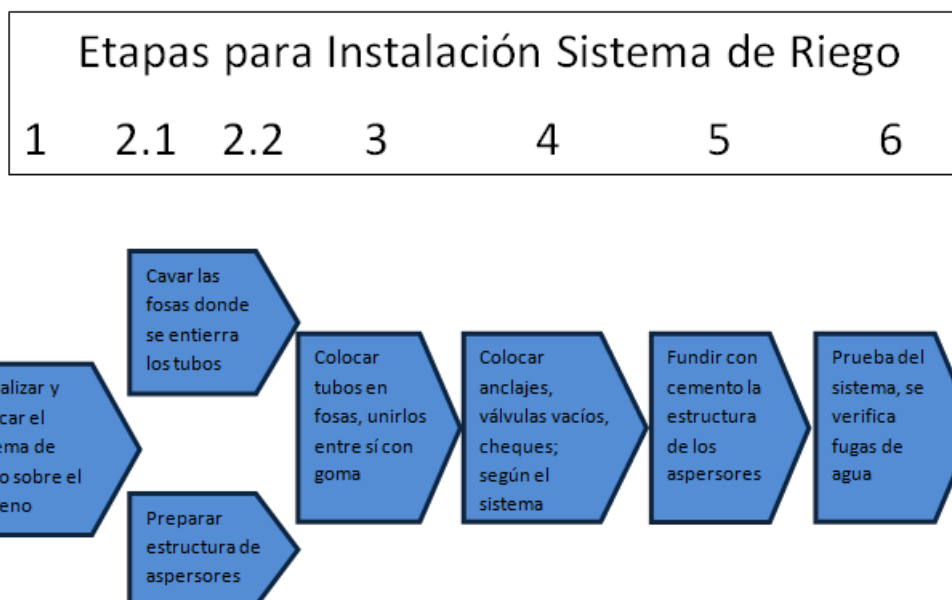


FIGURA 4.9. MAPEO – ETAPAS INSTALACION DEL SISTEMA “RIEGO”

Para hacer más fácil la compresión se divide el trabajo del riego en 6 etapas, los tubos ingresan a partir del punto 3, cuando los unen entre si y son situados en la fosas.

**Paso 3, Preparar:** ¿Cómo debe el cliente preparar los insumos y el ambiente para realizar el trabajo?

Se sitúa los tubos junto a las fosas, los encargados de esto tienen brocha y goma a la mano para unirlos entre sí.

Para la colocación de los tubos que van en los aspersores, preparan la estructura de acero y mezcla de cemento de los monigotes que son como unas columnas de cemento pequeñas, y el anclaje en la base esto es un amortiguamiento que recibe el sistema por los golpes que sufre cuando existen cambios de dirección.

**Paso 4, Confirmar:** ¿Qué necesita el cliente para verificar antes de proceder con el trabajo para asegurar una ejecución exitosa?

El Riego antes de situar los tubos son inspeccionados, se revisa que no existan señas que demuestren debilidad en la superficie ya que en el transcurso de la bodega al terreno se pudieron maltratar, aquí aclaran que cuando reciben los tubos por parte de la empresa estos siempre son inspeccionados en la bodega

si surge uno con falla este se devuelve. Luego se revisa que no haya objetos extraños dentro de la tubería, si es así estos son limpiados.

**Paso 5, Ejecutar:** ¿Qué debe el cliente hacer para ejecutar le trabajo exitosamente?

El cliente debe pegar correctamente los tubos entre sí, poca goma separaría los tubos, mucha goma puede debilitar el tubo. Antes de rellenar las fosas con tierra y fundir los monigotes se verifica los anclajes, un anclaje deficiente ocasionaría la ruptura de la tubería.

**Paso 6, Monitorear** ¿Qué se necesita monitorear para estar seguros que el trabajo fue ejecutado exitosamente?

Se necesita verificar que los tubos no se hayan roto, pero como estos están bajo tierra se procede a poner en acción el sistema de riego y se controla que el volumen y fuerza del agua que sale de los aspersores sea la correcta y que no haya fugas de agua en el terreno a causa de una tubería rota.

**Paso 7, Modificar:** ¿Qué necesitaría el cliente alterar para completar un trabajo exitosamente?

En la cuestión de la unión en la campana debería usar una goma que no debilite mucho la tubería, ya que la goma es para unir 2 superficies del tubo macho y el



hembra, si esta llega a estar en contacto con una sola superficie ocasionará la ruptura del tubo. Además la persona que une las tuberías debe saber la manera correcta de colocar la goma, por lo tanto necesita una persona experimentada en esta cuestión o darle la respectiva capacitación.

**Paso 8, Concluir:** ¿Qué debe hacer el cliente para finalizar el trabajo?

El Riego una vez probado el sistema y hechas las correcciones si surgieron rupturas en las tuberías, deberá mantener estos cambios para su próximo trabajo. También deberá transmitir a su cliente, propietario del terreno, que si surge un daño en el tiempo de garantía ofrecido tiene que comunicarse con ellos (con El Riego) quienes posteriormente lo harán con la empresa, y así analizar el problema y buscar la solución para el cliente final.

#### **4.5 Integración de Áreas Funcionales - Producción Y Ventas**

En muchas empresas estas áreas no entienden lo vital que es para la empresa que trabajen juntos, y que no surjan reclamos ni mal entendidos sobre los productos que se quiere vender y producir, porque a la final el cliente no estará contento y se irá. *Es más probable que un grupo sea productivo si sus miembros tienen la habilidades necesarias realizar las*

*tareas y facilitar el trabajo en equipo [12]*, producción y ventas son partes del gran equipo que es la empresa.

En esta parte del proyecto lo primero que se hizo fue dialogar por separado con las personas involucradas, para así captar sus ideas y opiniones sobre las personas con las que trabajan. Se dialogó con: Jefe de planta, asistente de facturación, despachador, vendedores.

En las reuniones con estas personas se les aclaró sobre que trataba y que se busca lograr, se comunicó que se estaba en la etapa de integrar producción con ventas y que se examinarían los problemas que surgen en el trabajo para intentar solucionarlos, se hizo preguntas abiertas como: ¿Qué tal se lleva con..?, ¿Qué tipos de problemas tiene?, ¿Cuál es para usted la solución?, ¿Qué le exige esta área? Cabe decir que en estas reuniones no solo se conoció problemas entre producción y ventas, sino también entre las demás áreas.

**Jefe de Planta:** El jefe de planta supo manifestar que se realiza la planificación de producción junto con el gerente y el jefe de calidad, como ellos trabajan bajo un control make to stock, producen para satisfacer la demanda esperada.

Los vendedores o el gerente, no lo presionan por producto terminado, ya que casi siempre existe inventario en las bodegas para ofrecer y despachar.

El problema que el jefe de planta tiene es que no puede realizar actividades con su personal, sobre todo el mantenimiento, incluso habiéndolo programado; ya que el personal en varias ocasiones es llamado por el Despachador para que asista en el embarque de productos. El jefe de planta no siempre es comunicado cuando esto sucede y tiene que ordenar al personal que paralicen sus trabajos. ¿Por qué permite eso?, se le preguntó al jefe de la planta a lo que contestó: “son los dueños, y todos metemos la mano cuando hay que despachar incluso yo”.

Otro inconveniente es que los bodegueros están ocupados o de viaje entregando, y cuando utilizan los objetos estos son situados en cualquier lugar y los operadores pierden tiempo buscando ya sean: los pallets, los burros o el montacargas.

El jefe de planta siempre recibe los requerimientos por parte del gerente sobre cómo se puede mejorar la calidad del producto y disminuir su costo, y él da ideas de mejoras que se pueden aplicar, de las cuales unas se realizan y otras

no, pero que no se evalúan de manera objetiva el antes y el después, queda a la subjetividad de estos si la idea de mejora funcionó.

Adicional a esto añade el jefe de planta que si se realiza un mejor mantenimiento preventivo se tendrían mejores beneficios entre ellos disminución del costo del producto, pero no se lo puede hacer porque el gerente no lo sitúa al mantenimiento como una actividad tan importante como otras, el aconseja que se debe asignar la misma cantidad de recursos para el mantenimiento como para otras tareas.

**Vendedores:** Se consultó con 3 vendedores y ellos supieron decir que su política es nunca mentirle al cliente, nunca ofrecen algo que no están seguros que no van a cumplir, y al vender por lo general duplican el tiempo de entrega, es decir si la empresa puede entregar en 5 días, ellos ofrecen 10.

A ellos le entregan semanalmente la actualización de precios de las tuberías y los descuentos máximos que pueden hacer, ellos toman los pedidos los cuales son facturados y despachados. Los vendedores no mencionaron problemas con la gente de producción, “nosotros vendemos siempre lo que hay en stock y el gerente se encarga de despachar y además que exista producto en stock”, supieron manifestar.

**Asistente de Facturación:** Sobre esta área se recabó información en 2 ocasiones, la primera durante el lanzamiento del proyecto, ya que en una de las actividades se analizó con un Ishikawa “Aglomeración de funciones en el departamento de Facturación” como un problema, y aquí se obtuvo información sobre problemas que tiene esta área. Después nos reuníamos en varias ocasiones pero muy cortas no mayores a 3 minutos ya que la persona que trabaja en esta área pasaba la mayor parte su tiempo ocupada, ahí nos comentó que tiene que dejar todos los pedidos del día facturados para que se puedan despachar, y la mayor parte del tiempo trabaja bajo gran presión. Las razones más frecuentes por las que facturación tiene problemas son:

- Error de facturación por incorrecta información del cliente, el vendedor no da los datos correctos
- Interrupciones innecesarias por llamadas de clientes varios, que preguntan sobre precios, productos, y demás información para una “posible compra”
- Atención al cliente minorista.
- Contravención de horario para recepción de pedido.
- Equipo informático lento por exceso de información.

- El despachador cuando ve que aun entra más tubos en el camión, habla con los vendedores para enviar algo más y eso implica otra factura y otra guía de remisión.

**Despachador:** Este es un cargo que está compartido por el gerente y por su hijo, debido que el segundo es estudiante universitario y no está a tiempo completo en la empresa, ellos son los únicos que despachan el producto terminado. Cuando nos reunimos con el hijo del gerente el nos supo manifestar que cuando necesita personal, llama a alguien que está en la planta; ya que la obligación de él es despachar los vehículos cuando el recibe las órdenes por parte de la persona de facturación.

**Gerente:** En pequeñas charlas se pudo conocer acerca de como maneja su empresa, y se apreció que está pendiente de todas las áreas y la conoce a la perfección, por eso es que él programa la producción juntos con otras dos personas, además que también realiza ventas y da seguimiento al trabajo de sus vendedores, y tiene la política de despachar inmediatamente porque no quiere perder a sus clientes.

#### 4.5.1 Definir Políticas

La producción y las ventas están bajo la decisión del gerente, mientras más pedidos tenga la empresa este se encarga de que se realice la producción de la manera más eficiente. Con todos estos antecedentes decimos que la producción y ventas se manejan de manera armónica ya que el gerente tiene dominio en ambas áreas, y que políticas para la integración de producción y ventas no son necesarias.

Se recomiendan que se establezcan políticas interdepartamentales que ayuden mejorar la comunicación y el clima laboral. A continuación se presentan las políticas que se plantearon junto con el jefe de planta, las cuales fueron tratadas con el gerente y el jefe de bodega para su aprobación.

#### **Políticas:** Planta y Bodega

1. Personal de producción podrá apoyar temporalmente en despachos de producto, siempre y cuando no dejen de realizar labores importantes en su área asignada de trabajo

2. El Jefe de Planta autorizará a su personal que procedan a realizar trabajos en Bodega y durante que tiempo, después de una petición verbal por parte del Jefe de Bodega.
3. El Jefe de Bodega deberá notificar sus requerimientos de personal al Jefe de Planta con 2 horas de anticipación y para viajes fuera de la ciudad el Jefe de Planta deberá ser notificado con 1 día de anticipación.

#### **4.5.2 Mapeo entre áreas de interacción.**

El mapeo de estas áreas se realizó no solo entre producción y ventas, pues hay otras áreas relacionadas en todo el proceso de concertación de pedidos, se elaboró una matriz 5 x 5, donde se tiene en cada fila y columna los actores de cada área, y en la celda de concurrencia la interacción que existen entre las mismas.

Se textualizaron los razonamientos de interacción de tal manera que se aprecie de que manera el área de las filas actúa sobre el área de las columnas.



FIGURA 4.10. MAPEO DE ÁREAS DE INTERACCIÓN

## MAPEO DE AREAS DE INTERACCION

	FACTURACIÓN	BODEGA	GERENTE	JEFE DE PLANTA	VENDEDORES
FACTURACIÓN			La persona que factura tiene que realizar otras tareas y hay bastantes facturas por elaborar, por lo tanto necesita ayuda		La persona que factura pide a los vendedores que den los datos correctos de los clientes para no anular facturas
BODEGA				Solicita personal para realizar despachos de vehículos.	Los vendedores piden que se despache más pero el no está al máximo de su capacidad, y así mismo cuando el camión está incompleto el despachador habla con los vendedores para enviara lgo más.
GERENTE	El gerente pide que se facture todos los pedidos antes de las 4.	El gerente pide que los despachos sean inmediatos		El gerente pide al jefe de planta ideas para mejorar la calidad del producto y disminuir los precios.	
JEFE DE PLANTA	Solicita a la persona de facturación que le entregue el reporte de stock que el personal sea requerido por bodega.	El jefe de planta no se opone a que el personal sea requerido por bodega.	El jefe de planta da ideas varias al gerente para mejorar la calidad y disminuir el precio, pero su resultado no se mide objetivamente. El jefe de planta insiste en mejorar el mantenimiento preventivo		
VENDEDORES	Los vendedores llevan pedidos a última hora para que sean facturados y enviados en el camión que esta por salir				

## 4.6 Mejorar Calidad

Uno de los objetivos principales del proyecto recae sobre la mejora de la calidad de los productos y procesos que realiza la empresa. Para ello la metodología plantea herramientas para la identificación de problemas y herramientas estadísticas que permitirán llevar un control sobre el sistema, mediante el análisis de parámetros del producto o proceso, y aportar con procedimientos para evaluar estos requerimientos a través de indicadores de calidad.

Dentro de los objetivos que se pretenden cubrir con este enfoque a la calidad, están:

1. Predecir en qué grado el proceso cumple especificaciones.
2. Especificar requerimientos de desempeño.
3. Reducir la variabilidad en el proceso.
4. Planear la secuencia de producción cuando hay un efecto interactivo de los procesos en las tolerancias.

#### 4.6.1 Control Estadístico de la Calidad

Es importante para toda empresa determinar si su producto cumple con los requerimientos del cliente, más aun si este está sujeto a normas internacionales donde son de exigencia su correcto cumplimiento. Para la empresa factores como la longitud, diámetro, espesor, peso, son críticos para medir la calidad del producto. Para ello se emplean herramientas estadísticas como el análisis de capacidad, que permitan detectar cambios en estas características.

El análisis de capacidad busca determinar la frecuencia con que los productos cumplen con las especificaciones. Para efecto de este trabajo el análisis de capacidad se realizará a los principales productos de tubería y manguera que son considerados como productos tipo A y se evaluará la variable espesor y peso, ya que éstas se consideran críticas para controlar el proceso.

**TABLA 14**

PRODUCTOS TIPO A	
TUBERIA	MANGUERA
Conduit 1/2	1/2" X 13
Desague	2 X 75
Pegable	
Conduit 3/4	

**Recolección de datos:** La recolección de los datos estuvo a cargo de los agentes de cambio con colaboración de un operario de la planta que era asignado por el Jefe de Calidad según la disponibilidad del personal.

El elemento de medición que se utilizó fue un micrómetro que permite medir el espesor de los elementos; para ello se comprobó previamente que el instrumento esté correctamente calibrado para evitar errores en las mediciones. Para los productos de la línea de manguera se requirió de una báscula digital para poder medir la variable de interés que es el peso de la manguera.

Se procedió a tomar las mediciones para los productos establecidos y se analizaron los datos con ayuda del software Minitab.

De esta manera se buscará determinar si el proceso está o no bajo control estadístico.

**Análisis de capacidad:** Una vez comprobado que el proceso está bajo control, se determinará si es un proceso capaz, es decir, si cumple con las especificaciones deseadas.

Para determinar si un proceso es o no capaz se usarán herramientas gráficas (histogramas, gráficos de control, y gráficos de probabilidad). También se utilizarán los llamados índices de capacidad, que vendrán determinados por los cocientes entre la variación natural del proceso y el nivel de variación especificada. En principio, para que un proceso sea considerado capaz, su variación actual no debería representar más del 75% de la variación permitida.

El programa Minitab nos permite realizar análisis de capacidad basados en la distribución normal o en otra distribución que se asemeje. La opción basada en el modelo normal proporciona un mayor número de estadísticos, si bien para usar esta opción es necesario que los datos originales sigan una distribución aproximadamente normal. Así, por ejemplo, esta opción dará estimaciones del número de unidades (o partes) por millón que no cumplen con las especificaciones. Tales estimaciones pueden transformarse en probabilidades de producir unidades que no cumplan con las especificaciones.

Es importante recordar que para interpretar correctamente estos estadísticos es necesario que: (1) los datos se han obtenido a partir de un proceso bajo control, y (2) éstos siguen una distribución aproximadamente normal.

De forma análoga, también es posible basarse en otro modelo para calcular las partes por millón que no cumplen con las especificaciones.

Si los datos siguen una distribución notablemente asimétrica, probabilidades basadas en el modelo normal no serían muy buenos estimadores de las verdaderas probabilidades de producir unidades que no cumplan con las especificaciones. En tal caso, se puede optar por: (1) usar la transformación de Box-Cox para transformar los datos en otros cuya distribución sea aproximadamente normal, o (2) usar el otro modelo.

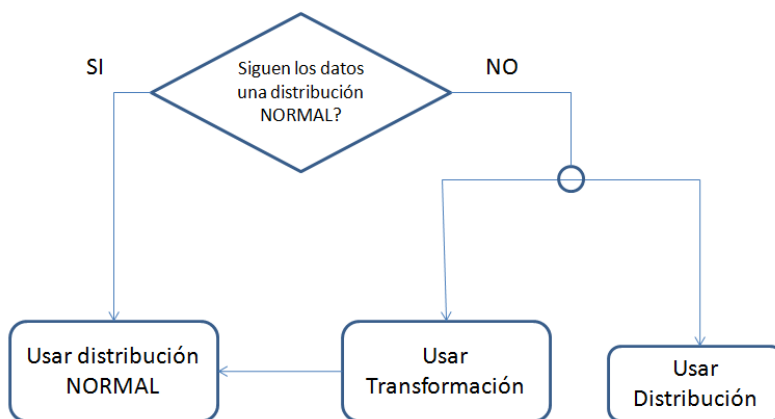


FIGURA 4.11. MODELO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD

Los análisis basados en el modelo normal calculan tanto la variación a corto plazo como la variación a largo plazo, mientras que los basados en el modelo No normal sólo calculan la variación a largo plazo. Los estadísticos o índices de capacidad asociados a la variación a corto plazo son  $C_p$ ,  $C_{pk}$ ,  $C_{PU}$ , y  $C_{PL}$ ; por otro lado, los índices de capacidad asociados a la variación a largo plazo son  $P_p$ ,  $P_{pk}$ ,  $P_{PU}$ , y  $P_{PL}$ . Así, para calcular los estadísticos  $C_p$ ,  $C_{pk}$ ,  $C_{PU}$ , y  $C_{PL}$ , se estima la variación (a corto plazo) a partir de la variación dentro de los subgrupos, pero no se consideran las diferencias entre los distintos subgrupos. Por tal motivo, estos índices representan la capacidad potencial, estiman la capacidad del proceso bajo la hipótesis de que no existen diferencias entre las medias de los subgrupos. Por su parte, los estadísticos  $P_p$ ,  $P_{pk}$ ,  $P_{PU}$ , y  $P_{PL}$  estiman la capacidad global o a largo plazo del proceso. Al calcular tales estadísticos, se estima la variabilidad a largo plazo considerando para ello todo tipo de variación, tanto la que se produce dentro de los subgrupos como la que se produce entre ellos. La capacidad global o a largo plazo nos dice cómo se está comportando el proceso respecto a las especificaciones prefijadas. La capacidad potencial o a corto plazo nos dice cómo se comportaría el proceso si consiguiésemos eliminar la variabilidad entre los distintos subgrupos. La existencia de diferencias entre ambas capacidades nos indica la oportunidad de mejorar el proceso respecto a su estado actual.

**Producto:** Tubería Conduit ½ “

**Variable:** Espesor

Considerando Límites de especificaciones para este producto, tenemos:

LIE = 1.05 mm y LSE = 1.15 mm. Se comprueba que los datos se distribuyan normalmente con la prueba de Kolmogorov Smirnov como sigue:

1. Stat > Basic statistics > Normality Test
2. Variable C1 Seleccionar KS test OK

El P value debe ser mayor a 0.05 para que los datos se distribuyan normalmente

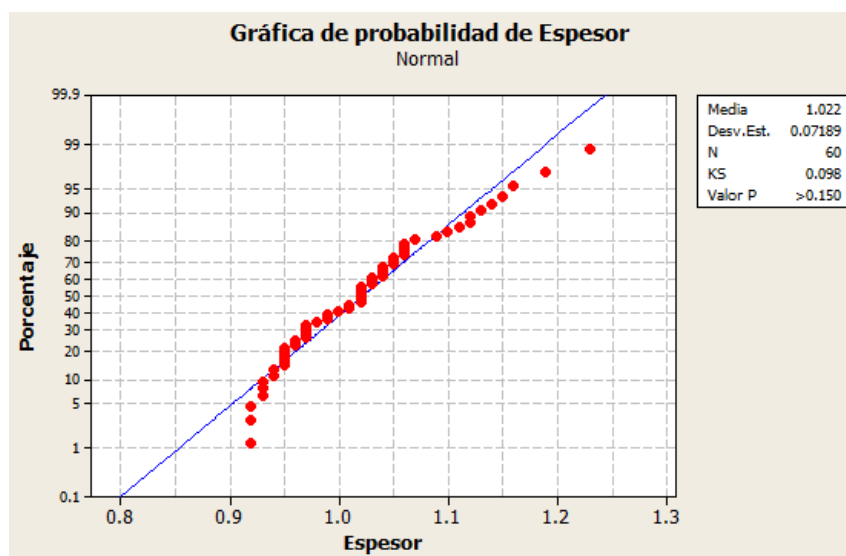


FIGURA 4.12. PROBABILIDAD-TUBO CONDUIT

El Valor P que se obtiene de minitab es de 0.150, lo que indica que los datos siguen una distribución normal.



Una vez comprobada la normalidad de los datos, se determina la capacidad con:

1. Stat > Quality tools > Capability analysis > Normal
2. Single column C1 Subgroup size 3 Lower Spec 1.05 Upper spec 1.15
3. Estimate R-bar OK

Los resultados se muestran a continuación:

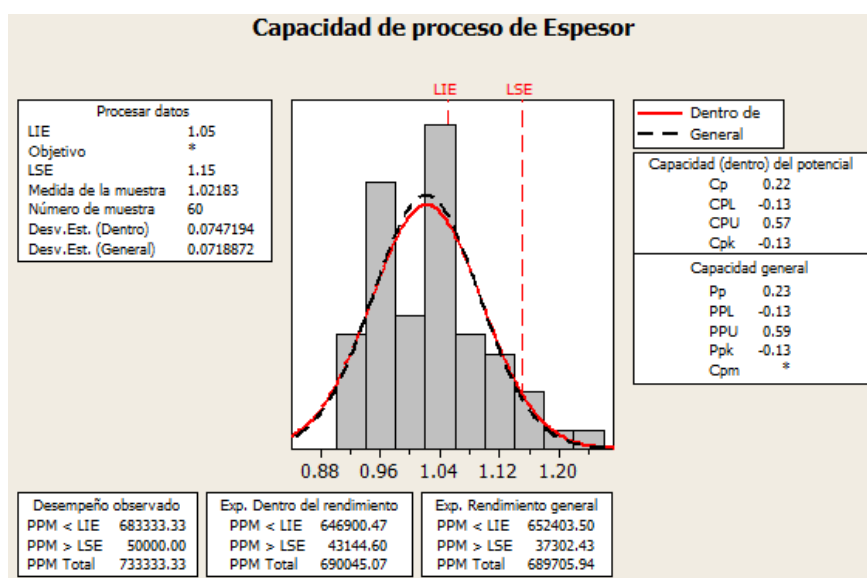


FIGURA 4.13. CAPACIDAD-TUBO CONDUIT

Para poder interpretar correctamente los datos y que estos tengan validez, se verifica que el proceso esté bajo control tras realizar un gráfico de control X-barra/R. Se observa, sin embargo, que la media del proceso está por debajo del límite de especificación inferior (LIE en el gráfico 4.13.) donde toda la cola izquierda de la distribución cae fuera. Esto significa que habrá muchas partes que no cumplen con la especificación inferior.

El índice Cp sirve para determinar si el proceso generará unidades que verifiquen las especificaciones. En este caso el valor de Cp es de solo 0.22. Ello significa que el proceso debe mejorar, reducir su variación, ajustando correctamente los parámetros necesarios para obtener el producto bueno. De forma similar el valor de PPM, el número esperado de partes por millón cuyo espesor será inferior al LIE es de 646900.

**Producto:** Tubería de Desague

**Variable:** Espesor

Considerando Límites de especificaciones establecidos para la tubería de desague, tenemos: LIE = 2.25 y LSE = 2.45; realizamos la prueba de normalidad:

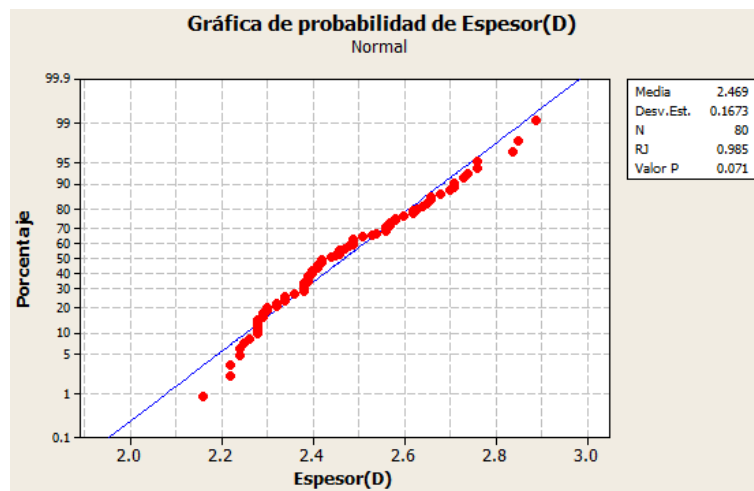


FIGURA 4.14. PROBABILIDAD-TUBO DESAGUE

El Valor P es 0.071, lo que indica que los datos siguen una distribución normal.

Una vez comprobada la normalidad de los datos, se procede a determinar el análisis de capacidad.

Los resultados que se obtienen del Minitab se muestran a continuación:

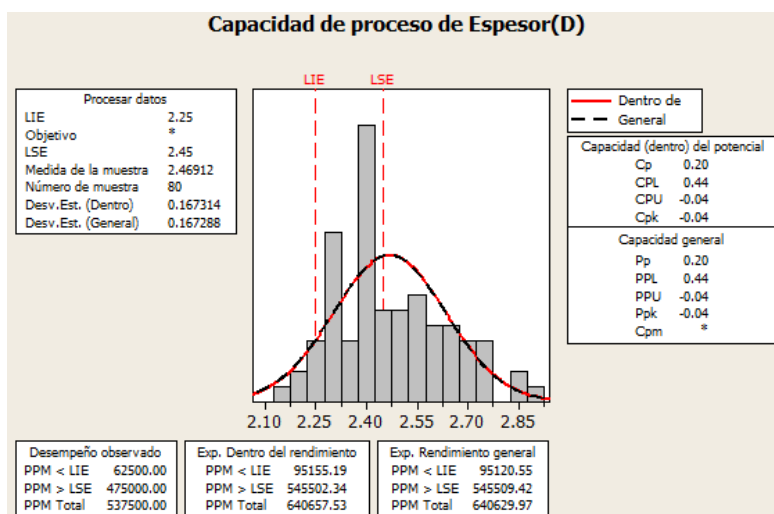


FIGURA 4.15. CAPACIDAD-TUBO DESAGUE

Se puede ver que la media del proceso está sobre el límite superior de especificación (LSE en la gráfica 4.15.) lo que indica que el lado derecho de la cola de la distribución está fuera de los límites de especificación. Es decir que existirán partes que no cumplan con la especificación superior. Los índices de Cp y CpL nos ayudan a determinar si el proceso es o no capaz. Ambos índices son inferiores y quedan bastante por debajo del valor referencial de 1.33.

Esto demuestra entonces que el proceso no es capaz (no cumple con las especificaciones técnicas deseadas). De igual forma el valor de  $PPM > LSE$  es de 545502, lo que significa que en cada millón de tubos producidos, 545502 de ellos no cumplirán con las especificaciones sobre el espesor.

**Resumen SIXPACK:** Se usa esta opción para generar un informe rápido y completo que permita analizar si el proceso es o no capaz.

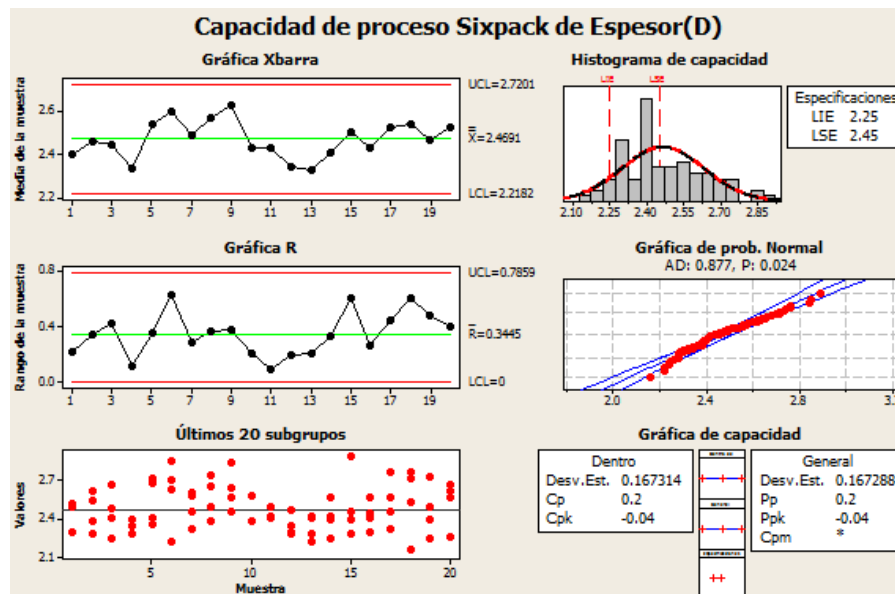


FIGURA 4.16. SIXPACK-TUBO DESAGUE

Los gráficos X-barra y R, junto con el de rachas nos permitirán determinar si el proceso está o no bajo control estadístico. El histograma y el gráfico de probabilidad normal permitirán verificar el supuesto de que los datos se

distribuyen según una Normal. Finalmente, el gráfico de capacidad nos proporciona información visual de la variabilidad del proceso en comparación con la variabilidad permitida. Al combinar toda esta información con los índices de capacidad Cp y Cpk se observa que están por debajo del valor esperado lo que hace que este proceso no es capaz de cumplir con las especificaciones.

**Producto:** Tubería Pegable

**Variable:** Espesor

Considerando Límites de especificaciones LIE = 1.55 y LSE = 1.70, realizamos la prueba de normalidad:

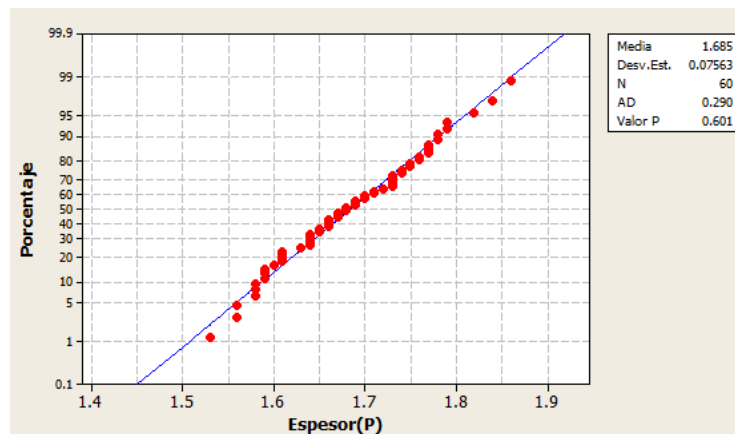


FIGURA 4.17. PROBABILIDAD-TUBO PEGABLE

El Valor P es 0.601, entonces los datos son normales. Una vez comprobada la normalidad de los datos, se determina la capacidad. Los resultados se muestran a continuación:

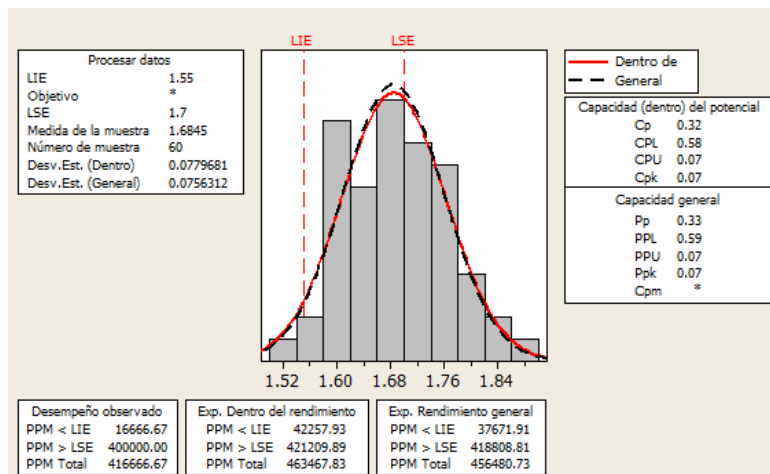


FIGURA 4.18. CAPACIDAD-TUBO PEGABLE

En primer lugar se observa que el valor promedio de la muestra se encuentra incluido en los límites de especificación, muy cercano al límite superior de especificación (LSE en la gráfica 4.18.), sin embargo esto hace que la parte derecha de la distribución, la cola está fuera del límite superior de especificación.

Lo que quiere decir es que habrá muchas partes que no cumplan con la especificación superior para el espesor.

Los índices Cp y CpL muestran que el proceso no es capaz, puesto que sus valores 0.32 y 0.58 respectivamente están lejos del valor referencial.

De igual manera el valor PPM>LSE es de 421209, lo cual es una proporción muy grande que hace necesitar al proceso de una mejora.

**Producto:** Tubería Conduit ¾ “

**Variable:** Espesor

Considerando Límites de especificaciones LIE = 1.15 y LSE = 1.30, realizamos la prueba de normalidad:

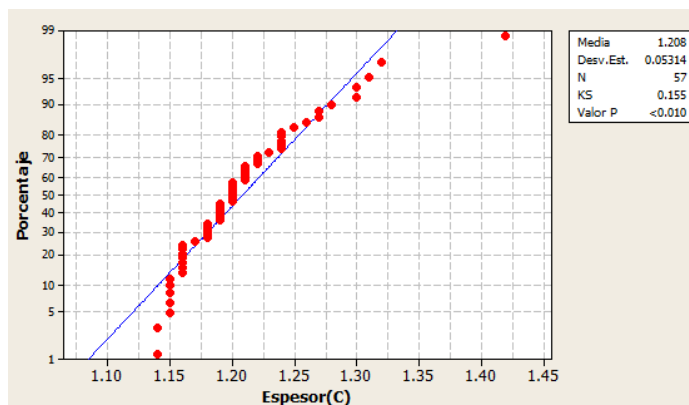


FIGURA 4.19. PROBABILIDAD-TUBO CONDUIT ¾”

El Valor P es 0.010, esto muestra claramente que los datos no se distribuyen normalmente, por lo que se opta por usar la opción que proporciona el minitab para obtener datos cuya distribución se aproxime a la de una Normal u otra distribución que nos permita realizar el análisis.

Los resultados se muestran en la siguiente gráfica:

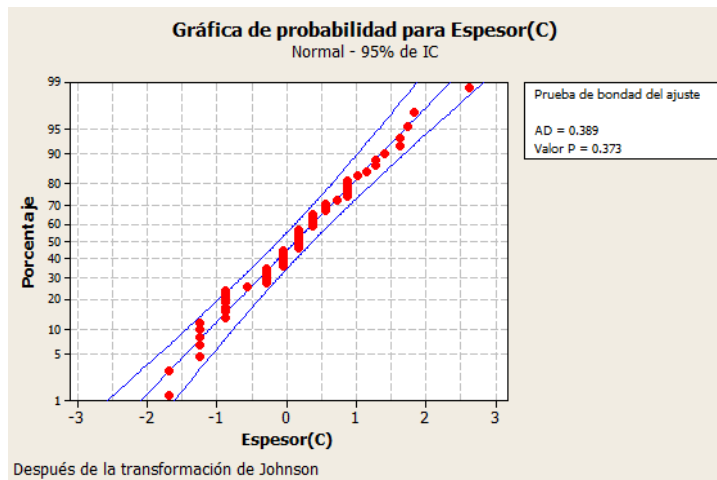


FIGURA 4.20. PROBABILIDAD CONDUIT 3/4 “

La grafica 4.20., muestra que después de la transformada de Johnson el valor de P value es de 0.373, esto quiere decir que ahora es válido realizar el análisis de capacidad basado en los índices Pp y Ppk. Los resultados se muestran a continuación:

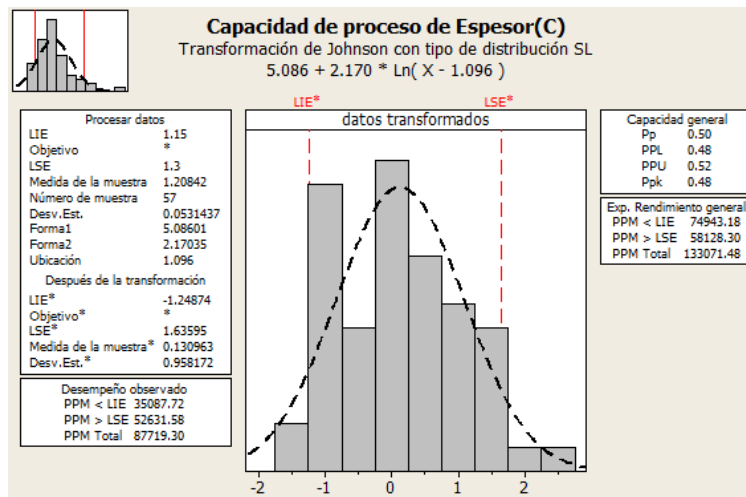


FIGURA 4.21. CAPACIDAD-TUBO CONDUIT 3/4 “



Se observa que para este proceso la media se encuentra dentro de los límites especificados, sin embargo; los índices Pp y Ppk<sup>1</sup> son de 0.50 y 0.48 lo cual nos dice que el proceso no es capaz ya que son inferiores al valor referencial de 1.33. El valor de PPM<LIE es de 74943 y PPM>58128; lo que quiere decir que en mayor proporción por cada millón de tubos, 74943 de ellos estarán por debajo del límite deseado para el espesor.

### Análisis De Capacidad – Manguera

**Producto:** Manguera ½ “x 13 KI

**Variable:** Peso

Considerando los límites de especificaciones LIE = 12 y LSE = 14, realizamos la prueba de normalidad:

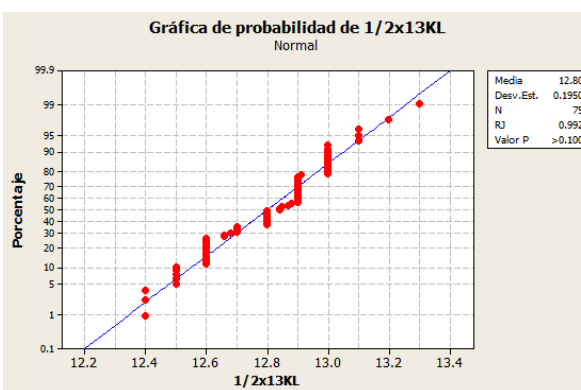


FIGURA 4.22. PROBABILIDAD-MANGUERA ½ X13KL

<sup>1</sup> Los índices Pp y Ppk son similares a los índices Cp y Cpk, se refieren a la

El Valor de P es de 0.10, lo que expresa claramente que los datos siguen una distribución normal. Una vez comprobada la normalidad de los datos, se procede a determinar el análisis de capacidad.

Los resultados se muestran a continuación:

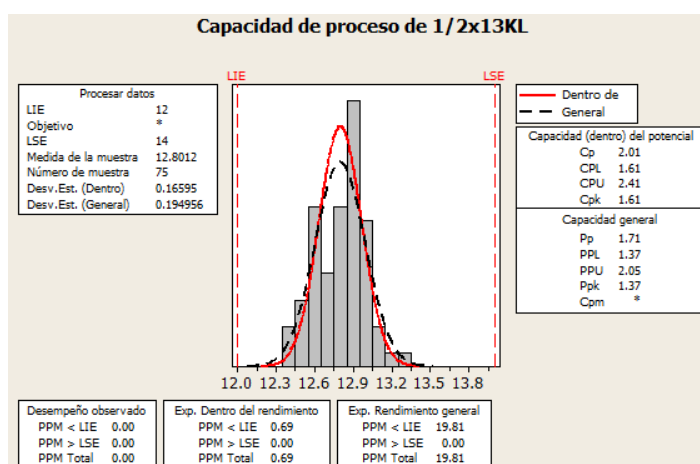


FIGURA 4.23. CAPACIDAD-MANGUERA ½ X13KL

Lo primero que se observa es que la distribución se encuentra en su totalidad contenida en los límites de especificación, lo que quiere decir que existirán pocas partes que no cumplan con las especificaciones. Los índices de Cp y Cpk con valor de 2.01 y 1.61 respectivamente indican que el proceso es lo suficientemente capaz para cumplir con las especificaciones deseadas. Así tenemos que el valor de PPM<LIE es 0.69 y PPM>LSE es de 0.00, lo que muestra lo bueno que es el proceso cuando desarrolla este producto.

**Producto:** Manguera 2 x 75 Kl

**Variable:** Peso

Considerando Límites de especificaciones LIE = 74 y LSE = 76

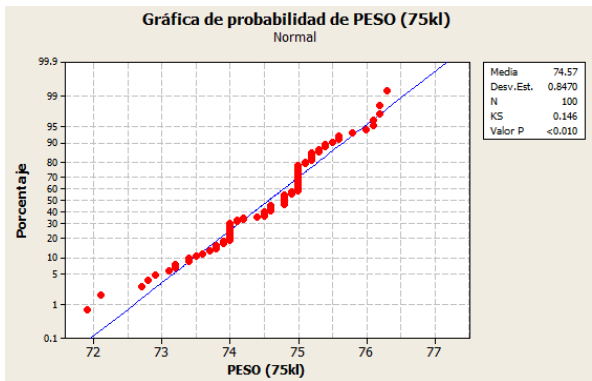


FIGURA 4.24. PROBABILIDAD-MANGUERA 2 X75KL

El Valor P es 0.01, entonces los datos son NO normales. Los resultados se muestran a continuación:

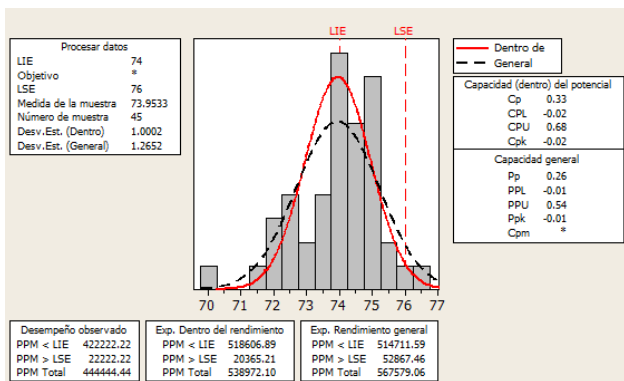


FIGURA 4.25. CAPACIDAD-MANGUERA 2 X75K

Evaluando los índices Cp y Cpk, se observa que están lejos del esperado, lo que quiere decir que no cumple con las especificaciones.

## 4.7 Resultados

Los resultados que se obtienen del Análisis de Capacidad se muestran en la siguiente tabla:

**TABLA 15  
RESULTADOS ANÁLISIS DE CAPACIDAD**

PRODUCTO	CLASIFICACION	LIMITES - ESPESOR (mm)		MEDIA	DESVIACION	CP	CPk	Pp	Ppk	ESTADO
		LIE	LSE							
CONDUIT 1/2	TUBERIA	1.05	1.15	1.02	0.07	0.22	-0.013			No Cumple
DESAGUE	TUBERIA	2.25	2.45	2.47	0.16	0.2	-0.04			No Cumple
PEGABLE	TUBERIA	1.55	1.7	1.68	0.07	0.32	0.07			No Cumple
CONDUIT 3/4	TUBERIA	1.15	1.3	1.2	0.05			0.5	0.48	No Cumple

PRODUCTO	CLASIFICACION	LIMITES - PESO (KL)		MEDIA	DESVIACION	CP	CPk	Pp	Ppk	ESTADO
		LIE	LSE							
1/2 X 13k	MANGUERA	12	14	12.6	0.16	2.01	1.61			Cumple
2 X 75k	MINAGUERA	74	76	73.9	1	0.33	-0.02			No Cumple

Estos resultados son clara evidencia de que el proceso no cumple con las especificaciones en 5 de los 6 casos de análisis. Sin embargo este hecho no es tan crucial como se consideraría, debido a que si bien los productos tienen que estar sujetos a normas de calidad, estos productos no están incluidos en ese grupo; lo cual permite realizar variaciones a las características del producto, realizando modificaciones que les permita alcanzar un equilibrio de mayor volumen y calidad aceptable.

Estos niveles de calidad son controlados pero sin duda puede ocasionar insatisfacciones a los clientes.

Las modificaciones a las cual está sujeto el producto son controladas, las especificaciones varían en un rango mínimo. Se volvió a desarrollar el estudio sujeto a estos cambios y se verificó lo esperado, y se observó que el proceso puede cumplir con las especificaciones. Por tanto el proceso es capaz, pero es importante, si se desea alcanzar un nivel de calidad alto, que se fijen los controles sobre los parámetros reales de especificaciones del producto.

A demás es importante en caso de requerir alguna certificación, que el proceso sea capaz de cumplir con estas especificaciones.

### **Determinación del Tamaño de Subgrupo:**

Para contribuir al estudio inicial se busca determinar el tamaño de subgrupo adecuado que permitirá detectar los cambios dentro de las especificaciones de los productos y así controlar la variabilidad.

Se realiza entonces por medio del cálculo de la curva ARL. (APENDICE D), la probabilidad de no detectar el cambio en la 1ª muestra es  $1 - b$ . La de no detectarlo en la 2ª es  $b(1 - b)$ . La probabilidad de no detectarlo en la muestra K será:  $b^{k-1}(1 - b)$ . Esta es una distribución geométrica de media  $1/(1 - b)$

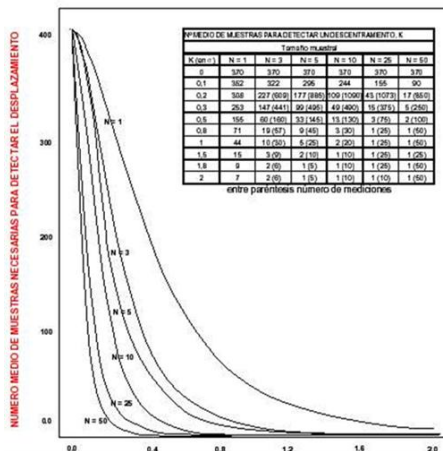


FIGURA 4.26. CURVA ARL

Conocida la curva característica, la construcción de la ARL es inmediata ya que:

**TABLA 16**  
**CARACTERÍSTICAS-CURVA ARL**

Descentrado del proceso	Curva característica	Curva ARL
K	$\beta$ probabilidad de no detectar el cambio en la siguiente muestra	$1/(1 - \beta)$ N° medio de muestras para detectar el cambio

De esta manera se determinan los tamaños de los subgrupos para los demás productos de análisis.

Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

**TABLA 17**  
**RESULTADOS TAMAÑO DE SUBGRUPO**

PRODUCTO	CLASIFICACION	LÍMITES - ESPESOR (mm)		DIFERENCIA	DETECTAR	DESVIACION	K	n (ARL)
		LIE	LSE					
CONDUIT 1/2	TUBERIA	1.05	1.15	0.1	0.07	0.07	1	3
DESAGUE	TUBERIA	2.25	2.45	0.2	0.1	0.16	0.625	4
PEGABLE	TUBERIA	1.55	1.7	0.15	0.1	0.07	0.66	4
CONDUIT 3/4	TUBERIA	1.15	1.3	0.15	0.1	0.05	0.66	4

Dada esta información se procedió a recolectar los datos necesarios para definir las graficas de control.

### Graficas De Control

Una vez realizado el análisis ARL se procedieron a determinar las gráficas que ayudarán a mantener el control sobre el proceso.

Conduit de ½: El análisis estimo los limites de control UCL= 1.1513 y LCL= 0.89

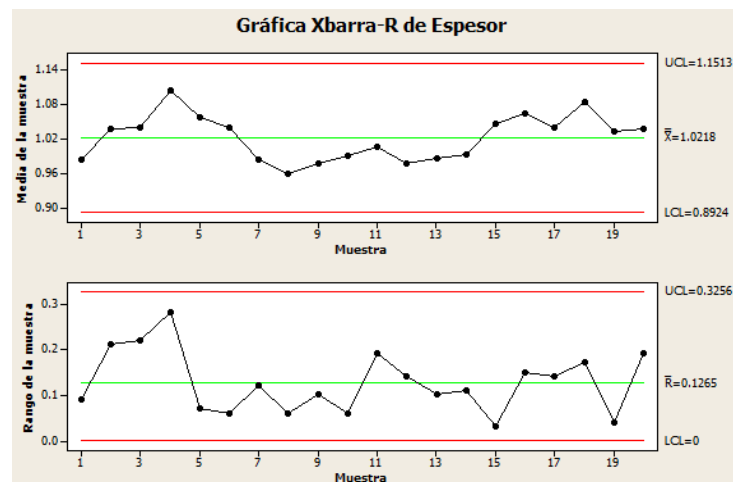


FIGURA 4.27. XBARRA-R-CONDUIT ½”

En ambos gráficos (Figura 4.27.) de control (X-barra y R), se observa que los puntos siguen un patrón aleatorio y que en ningún caso éstos exceden los límites de control, por lo que se puede considerar que el proceso productivo está bajo control estadístico.

Conviene recordar aquí la importancia de comparar el comportamiento evolutivo de los puntos en X-barra y R para ver si ambos están relacionados. En este caso no se aprecia ningún tipo de dependencia. Dado que los límites de especificación del producto establecidos bajo normas es de LSE= 1.15 y LIE= 1.05, es decir que están dentro de los límites de control es una muestra de que si el proceso falla y sale de control, este no sería capaz de cumplir con los requerimientos, lo cual es malo.

Pegable: El análisis estimó los límites de control UCL= 1.8195 y LCL= 1.5495

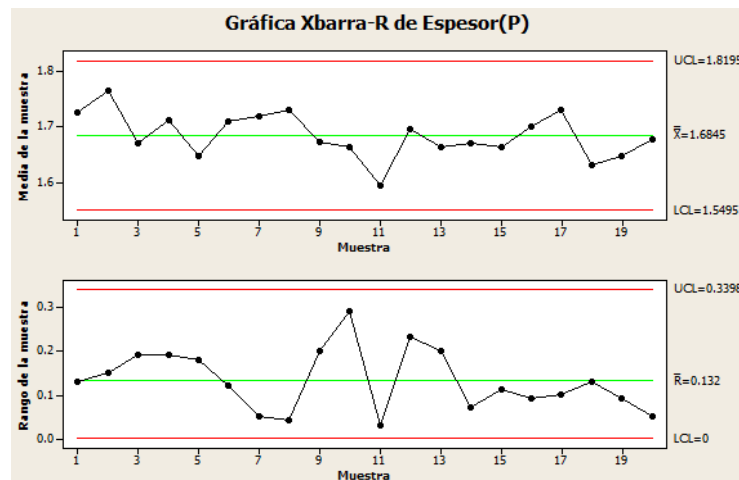


FIGURA 4.28. XBARRA-R- PEGABLE

En la gráfica 4.28 se observa que los puntos siguen un patrón aleatorio y que en ningún caso éstos exceden los límites de control, sin embargo dado que los límites de especificación del producto establecidos bajo normas es de LSE= 1.7



y  $LIE= 1.55$ , es decir que están dentro de los límites de control es una muestra de que el proceso no es capaz de cumplir con los requerimientos del cliente.

Desague: El análisis estimo los límites de control  $UCL= 2.7201$  y  $LCL= 2.2182$

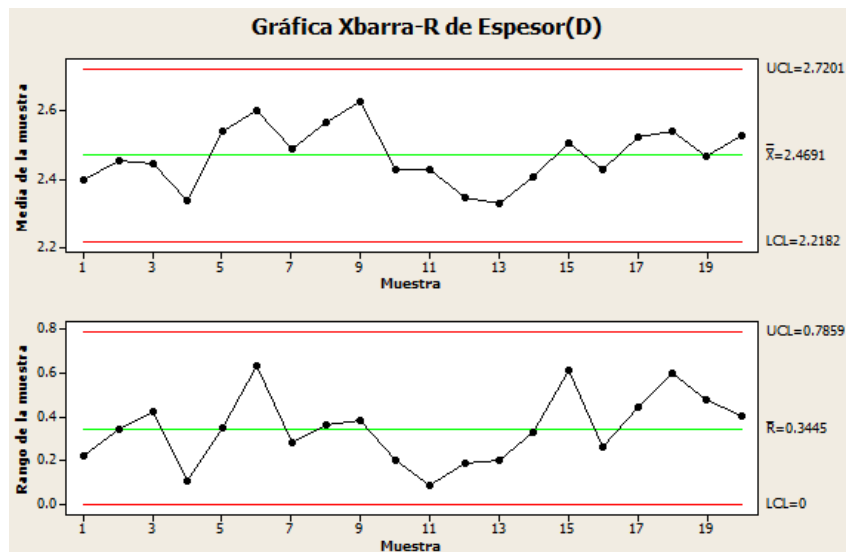


FIGURA 4.29. XBARRA-R- DESAGUE

Una vez más, se comprueba que tanto en el gráfico X-barra como en el R los puntos se distribuyen de forma aleatoria y dentro de los límites de control, por lo que el proceso parece estable. Además, no parece existir relación alguna entre el comportamiento de los puntos en un gráfico y en el otro.

Dado que los límites de especificación del producto establecidos bajo normas es de LSE= 2.45 y LIE= 2.25, es decir que están dentro de los límites de control es una muestra de que el proceso si sale de control, no es capaz de cumplir con los requerimientos del cliente reflejados en los límites de especificación.

Conduit 3/4: El análisis estimó los límites de control UCL= 1.2951 y LCL= 1.1217

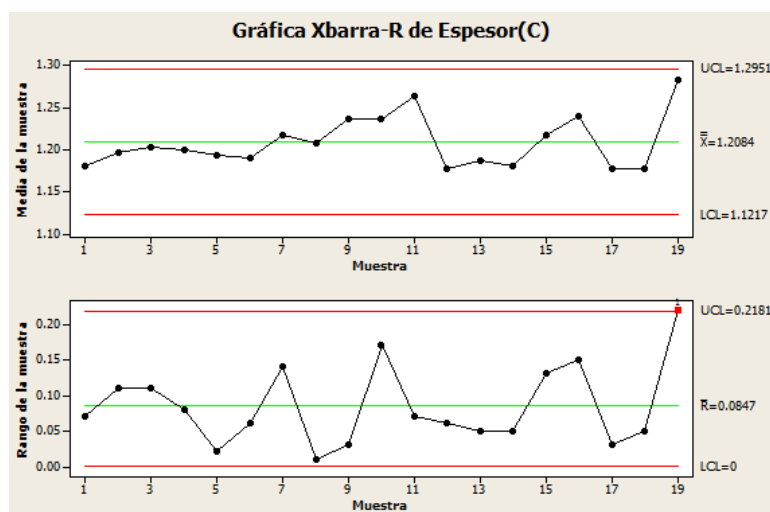


FIGURA 4.30. XBARRA-R-CONDUIT 3/4”

En ambas gráficas (Figura 4.30.) los puntos se distribuyen de forma aleatoria y dentro de los límites de control, por lo que el proceso parece estable. Dado que los límites de especificación del producto establecidos por la empresa es de LSE= 1.38 y LIE= 1.15, es decir que están dentro de los límites de control es una muestra de que el proceso es capaz de cumplir con los requerimientos, lo cual es bueno.

#### 4.7.1 Cálculo de Indicadores

**Desperdicio** (Material Reprocesado): Cabe mencionar que lo detallado para el indicador de desperdicio no es en su totalidad fiable, debido a la poca credibilidad de los datos que proporcionan los operarios.

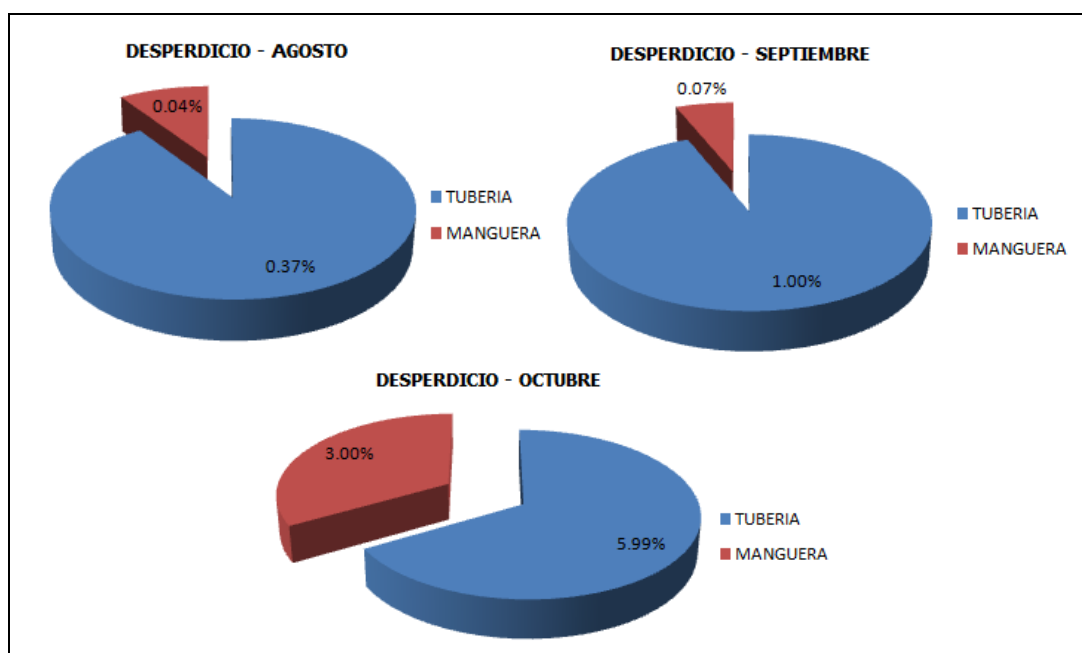


FIGURA 4.31. DESPERDICIO MENSUAL - 2009

En las gráficas se observa un claro aumento en los niveles de desperdicio que si bien se reprocesan, representan una pérdida monetaria que se traduce a un costo que se ha incrementado de un \$475.03 a un \$6422.30 en tres meses.

Por esta razón y lo expuesto anteriormente respecto a la confiabilidad de la información hacen este aspecto crítico para los intereses de la empresa y que a su vez el proyecto buscará mitigar.

En primera instancia se determinó que la forma en que se media el desperdicio no era la más adecuada respecto a las expectativas de mantenerlo bajo el 3%, dado que la diversidad en los productos hacía de esta meta inconsistente, es decir que para ciertos productos que son más livianos a pesar de ser muchas las unidades malas el total en kilos desperdiciados es mínima, lo que hace que se cumpla con lo deseado. No ocurre así para productos de mayor peso que si salen defectuosos en una parte, se debe extraer todo, generando un porcentaje de desperdicio mayor y lejos de lo deseado.

A esto se suma la inconsistencia en la información que provee el personal quien no comprende lo crucial de proveer información válida; esta situación se presenta a menudo en la línea de mangueras donde el material que se desperdicia se reutiliza para el procesamiento de tuberías roscable. Sin embargo se detectó con la ayuda del Jefe de Calidad ciertas anomalías que evidenciaban que existía más desperdicio que el que se reportaba.

A continuación en la Tabla 18, se muestra la información cuantificada de lo que se evidenció con el Jefe de Calidad:

**TABLA 18**  
DESPERDICIO FALTANTE

KILOS DE PRODUCTO FABRICADO (ROSCABLE)	= 600.98 Kilos
KILOS DE MATERIAL PULVERIZADO	= 400.59 Kilos
KILOS DE DESPERDICIO REPORTADO	= 910.584 Kilos
% DE DESPERDICIO NO REPORTADO	= 9.08% ~ 90.98 Kilos

Esta información se obtuvo del periodo de producción del mes de Septiembre del 2009. Evidenciamos que casi el 10% del desperdicio no es reportado por el personal, lo cual implica un mal manejo de la información.

Se propuso entonces en colaboración con el Gerente, que se cierre el molino por un periodo parcial que luego se establecerá, para acumular el desperdicio. Luego se asignará a un responsable quien dará evidencia del desperdicio en kilos y registrará esa información para posteriormente dar paso a la acción de molido del scrap.

**Rendimiento:** Como primer paso para la determinación de este indicador se recolectó información durante 3 semanas, supervisado por los agentes de cambio; para lo cual se designó a un responsable para cada turno por cada línea de producción para que se encargue de la recolección de información.

Este proceso nos permitirá al final del periodo establecido de un mes, para que mediante el análisis de la información, obtener el rendimiento de la máquina para la elaboración de cierto producto.

A continuación se muestra parte de la información recolectada y la determinación del rendimiento para la línea de manguera:

Primera Observación:

**TABLA 19**

	<b>MANGUERA</b>	
	EXT 03	EXT 04
PRODUCTO	2" x 95 Kl	1/2" x 15 Kl
TIEMPO por cm	23.38 seg	6.67 seg
LONGITUD	235 cm	188 cm
<b>RENDIMINETO</b>	62.5 K/h	43.03 K/h

Segunda Observación:

**TABLA 20**

	<b>MANGUERA</b>	
	EXT 03	EXT 04
PRODUCTO	2" x 95 Kl	3/4 x 17 Kl
TIEMPO por cm	9.75 seg	19.98 seg
LONGITUD	235 cm	69 cm
<b>RENDIMINETO</b>	149.5 K/h	44.39 K/h

Tercera Observación:

**TABLA 21**

	<b>MANGUERA</b>	
	EXT 03	EXT 04
PRODUCTO	1" x 21 Kl	1/2" x 13 Kl
TIEMPO por cm	4.59 seg	14.87 seg
LONGITUD	235 cm	69 cm
<b>RENDIMINETO</b>	70.03 K/h	45.6 K/h

Cuarta Observación:

**TABLA 22**

	<b>MANGUERA</b>	
	EXT 03	EXT 04
PRODUCTO	2" x 85 Kl	1/2" x 15 Kl
TIEMPO por cm	18.03 seg	16.95
LONGITUD	235 cm	69 cm
<b>RENDIMINETO</b>	72.2 K/h	40 K/h

Quinta Observación:

**TABLA 23**

	<b>MANGUERA</b>	
	EXT 03	EXT 04
PRODUCTO	2" x 75 Kl	1/2" x 15 Kl
TIEMPO por cm	15.78 seg	16.86 seg
LONGITUD	235 cm	69 cm
<b>RENDIMINETO</b>	63.7 K/h	40.6 K/h

Se deberá seguir con esta recopilación de información para los demás productos, para poder establecer los parámetros bajo los cuales se controlará el rendimiento de las máquinas para cada producto.

**Reclamos y Devoluciones:** Este indicador mostró que los niveles de reclamos y devoluciones son mínimos, cuantificados a menos del 1%.

**Indicadores Del Proyecto:** Para efecto de la implantación del proyecto se definieron indicadores que nos permitan ver el impacto de la metodología sobre la empresa.

Posterior al Lanzamiento se recolectó información para evidenciar la evolución del proyecto y se logró observar que existieron cambios representativos durante la primera etapa del proyecto, una participación activa del personal con respecto a las actividades de trabajo, aportando con ideas de mejora.

Posterior al Lanzamiento desarrollado el 17 de Agosto:

**TABLA 24**  
**INDICADORES MENSUALES DEL PROYECTO**

SUGERENCIAS - AGOSTO		SUGERENCIAS - SEPTIEMBRE	
Numero de Sugerencias	18	Numero de Sugerencias	15
Sugerencias implementadas	9	Sugerencias implementadas	7
% de Sugerencias Imple.	50%	% de Sugerencias Imple.	47%
SUGERENCIAS - OCTUBRE			
Numero de Sugerencias	8		
Sugerencias implementadas	3		
% de Sugerencias Imple.	38%		



#### **4.7.2 Análisis Costo - Beneficio**

Para la realización del proyecto la empresa tuvo la necesidad de incurrir en varios costos, previo y durante el desarrollo del mismo. Es importante mencionar que para este tipo de proyectos los costos varían en función de las condiciones que se encuentre la empresa y de las necesidades que esta tenga. Sin embargo los costos que se muestran son una estimación base que permitirá al proyecto lograr los objetivos deseados.

A continuación se detallan los costos incurridos por la empresa.

Comida.- El día del lanzamiento se preparó una comida para brindarle al personal en el receso de la capacitación al todo el personal.

Camisetas.- Se elaboró unas camisetas con un logotipo, que simbolizaba el compromiso de la empresa para con el proyecto.

Folletos y plumas.- Para la capacitación se imprimió y anilló unos folletos de bolsillo para guía de los empleados, y también unas plumas con el logo de la empresa. Después del lanzamiento por motivo de las reuniones y la difusión del proyecto se incurrió en los siguientes costos.

Impresiones varias.- impresiones de LUP, hojas de auditorías 5S, etc.

Refrigerios reuniones varias.- en las reuniones semanales se brindaba un sánduche y bebida gaseosa a los asistentes.

Gigantografías LUP.- Las 5S fueron publicadas en toda la planta en impresiones de formato A1.

Alimentación Agentes de cambio.- A los agentes de cambio la empresa les dio el almuerzo los días que de trabajo durante el proyecto.

Insumos de Limpieza.- Se dotó a las diferentes áreas de insumos de limpiezas para el mantenimiento de las 5S.

Letreros Especificaciones.- Se imprimió y emplástico las especificaciones de los tubos y mangueras para que los operadores tuvieran acceso a estas en las líneas de producción.

La información resumida se encuentra en la siguiente tabla:

**TABLA 25  
COSTOS INCURRIDOS**

LANZAMIENTO	Comida	\$ 26.75
	Camisetas	\$ 160.00
	Folletos	\$ 115.50
	Plumas	\$ 24.00
	Impresiones Varias	\$ 5.00
	Refrigerio-Reuniones	\$ 19.25
	Gigantografias LUP	\$ 37.50
	Agentes de Cambio	\$ 240.00
	Insumosa de limpieza	\$ 28.00
	Impresion Plastificada	\$ 62.00
	<b>TOTAL</b>	<b>\$718.00</b>

### **Beneficios:**

**Reducción en tiempo de cambio de molde:** Las 5S tuvieron un gran impacto en las líneas de tuberías, se separó los moldes más utilizados de los que se utilizaban con menos frecuencia, se embolsó y guardó los que no usaban, con esto se evitó la confusión en el momento de cambiar de molde y de medidas del tubo. Además que se ordenaron las demás piezas y se puso etiquetas a machos, hembras y demás instrumentos. El supervisor de producción mencionó que este orden les ha ayudado a reducir alrededor de 25 minutos el tiempo de cambio de molde.

Cada línea de tubería realiza en promedio 5 cambios de moldes a la semana, debido a que son 2 líneas tenemos 5 horas ahorradas a la semana y 20 al mes. Para cuantificar el beneficio asignaremos 4 horas más de producción para cada uno de los 4 tubos tipo A, y esta cantidad de tubos la multiplicaremos por \$0.08 que es lo que aproximadamente la empresa gana por tubo vendido.

**TABLA 26**  
**BENEFICIOS CUANTIFICADOS**

PRODUCTO	TUBOS	UTILIDAD BRUTA	GANANCIA
Conduit 1/2"	2500	0.08	200
Pegable 25 mm	1442	0.08	115.36
Roscable 1/2	407	0.08	32.56
Conduit 3/4"	2100	0.08	168
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 515.92</b>

**Ahorro tiempo en búsqueda de recurso (montacargas, palets y plataformas):** El montacargas, los pallets y plataformas eran ubicados en cualquier lugar de la planta después de ser utilizados, y siempre se observaba a los operadores moviendo y buscando estos recursos de un lado para otro. Para el montacargas se destinó 2 estacionamientos, en el galpón 1 y el galpón 2. Se destinó un sitio fijo para ubicar los pallets en el galpón 2. Para el caso de los burros se destinaron sitios fijos en ambos galpones.

**Clasificación de accesorios en Bodega:** Aunque la producción de accesorios de PVC no entró en los indicadores del proyecto, en esta bodega se clasificó con un ABC los productos y se los situó en la bodega. Se los almacenó volumétricamente estableciendo como estándares 30 cajas por palets y 2 palets de altura y 5 palets de profundidad, dejando un pasillo entre los palets para el fácil acceso del bodeguero.

Se establecieron estas medidas de almacenamiento dado la cantidad que se demanda (cantidades pequeñas con un máximo de 10 cartones), la forma del pedido (diversidad de accesorios en el lote de pedido) y la frecuencia en que se lo realiza.

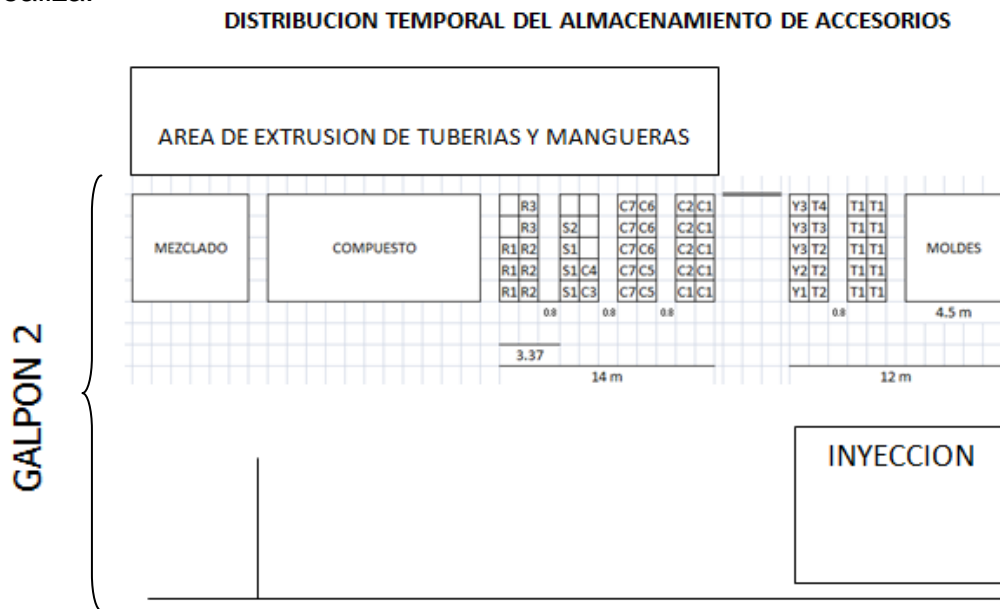


FIGURA 4.32. DISTRIBUCIÓN DE ACCESORIOS

Antes los accesorios estaban mezclados y el bodeguero perdía mucho tiempo buscando los cartones y retrasaba el pedido, ahora la búsqueda es mucho más rápida y dinámica porque también se colocaron letreros para realizar una búsqueda más ágil.

Con este nuevo orden se obtuvo 2 beneficios, un fácil acceso a todos los tipos de accesorios y un control visual de la cantidad existente en bodega de cada accesorio, no solo con los valores de inventario se pudo observar la sobreproducción de ciertos accesorios sino también físicamente.

De Agosto a Septiembre las ventas de accesorios tuvieron un incremento, y se observa como en Octubre y Noviembre el inventario bajó con relación a los meses anteriores, además que ventas se mantuvieron en un nivel estable.

La diferencia de inventario entre los últimos 2 meses se multiplicará por \$0.37 que es lo que le cuesta a la empresa preparar un kilo de material para accesorios, así se logra un ahorro del inventario como se indica en la Tabla 27.

**TABLA 27  
CUANTIFICACIÓN INVENTARIO**

	INVENTARIO (KI)	VENTAS (KI)	DIFERENCIA	COSTO (\$ 0,37)
AGOSTO	4562	1023		
SEPTIEMBRE	3844	1444		
OCTUBRE	2752	1562	1092	404.04
NOVIEMBRE	2833	1493	-81	-29.97
				<b>\$ 374.07</b>

**Mejor ventilación en el área de mezclado:** El área de pesado de compuestos estaba llena de productos y existía poca luminosidad y ventilación, y excesivamente sucia a causa de la resina que se paseaba en el ambiente a causa del turbo mezclador.

Se logró reubicar los insumos, y se dotó de insumos de limpieza al área, se estableció una política de limpieza.

De esta manera los operadores se sentían más a gustos al momento de realizar sus labores.

### **4.7.3 Sucesos desfavorables para el Proyecto**

Es importante mencionar que durante la etapa en que se realizaba el proyecto se dieron diversos eventos que afectaron el normal desarrollo del mismo. Eventos tales como: compromisos personales del Gerente, Auditorías Externas de Certificación, Pedidos esporádicos de clientes, entre otros que afectaron la planificación previa del proyecto lo que ocasionó tomar una iniciativa que permita desarrollar las actividades de forma normal.

Otros de los cambios que comprometieron el desarrollo del proyecto fue sin duda la disminución del personal que impactó mayoritariamente a las expectativas del proyecto, puesto que esto impidió que se realizaran algunas actividades entre ellas, las reuniones semanales que eran de vital importancia para la continuidad del proyecto; puesto que las reuniones eran la fuente de información y de ejecución de todas las medidas que se derivaban de la metodología. Esta simplificación del personal fue decisión incuestionable del Gerente quien optó por reducir el personal como una medida para disminuir costos.



Así también destaca el nombramiento de un nuevo Jefe de Planta, para que se haga cargo de la administración en la planta. Este hecho requirió tomar una medida que permita involucrar al nuevo Jefe y que este sea participe de las actividades pendientes por trabajar.

# **CAPÍTULO 5**

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Durante el período en que se desarrollo el trabajo se lograron cubrir las expectativas que se plantearon dentro de los objetivos. El trabajo sin embargo presentó algunas limitantes que incidieron a la planificación del proyecto, ocasionando retrasos que llevaron a los agentes de cambio abordar otros aspectos que si bien no cubrían la propuesta del proyecto, eran cruciales para la empresa.

Se pudo aprovechar el interés del personal por lograr un cambio que permita mejorar sus condiciones de trabajo y a la vez mejorara el desempeño de la empresa.

Así entonces el trabajo presenta las siguientes conclusiones producto de su aplicación en este entorno laboral:

1. La señalización, la ubicación, como parte de la organización del puesto de trabajo contribuyó favorablemente en diversos aspectos, entre ellos permitió reducir el tiempo que el personal dedicaba a la búsqueda de elementos y herramientas. Para el cambio de moldes facilitó la disponibilidad de las partes (calibradores, mordazas, hembra, macho) y cualquiera puede identificar a qué medida de tubería corresponde.

Se pudo agilizar el proceso de ajuste que los operarios dan a las máquinas puesto que cuentan con herramientas básicas para controlar la situación. El orden en los puestos de trabajo se lo mejoró, teniendo un aumento de 2 a 3.5 en la calificación de la auditoría 5S en 2 semanas de aplicación.

Con las 5 S también se tuvo una considerable reubicación de elementos innecesarios existentes en la planta, varios de estos fueron eliminados y reubicados; se desocupó considerable espacio en las áreas de bodegas, y se ubicaron insumos de limpieza y demás en varios puntos de planta.

Se pudo dar a conocer, enseñar y poner en práctica con el personal de planta, técnicas de mejoras tales como 5S, eventos kaizen, control visual, entre otras. Aunque no se implementaron en su totalidad, el personal de planta conoció que se hace en otras empresas y los beneficios que están tienen.

2. La relación con los clientes que mantenía la empresa antes del proyecto se pudo calificar como buena, con la propuesta del proyecto ésta se ratificó. Los clientes valoran el interés que tiene la empresa hacia ellos cuando se realizaron las entrevistas, y reconocen ser importantes para la empresa.

Esto permitió además crear una fuente de continua comunicación para atender las demandas de los clientes.

3. Las relaciones departamentales es sin duda uno de los aspectos más críticos del trabajo. El enfoque del proyecto se centraba en los departamentos de Producción y Ventas, en este caso existía una constante comunicación para evitar problemas que a la final terminan afectando el compromiso de la empresa hacia el cliente.

El mayor inconveniente de Producción se presenta con otro departamento, Bodega; el cual permanentemente ocasiona interrupciones en las labores que ejecuta planta, debido a la necesidad de Bodega por despachar pedidos.

El problema radica en que el Departamento de Despacho tiene cierta prioridad, puesto que quienes los dirigen son los propios dueños y aunque comprenden el inconveniente que se ocasiona al demandar personal de otras áreas, se requiere hacerlo, por lo crítico que es el despacho, puesto que está sujeto a largos viajes donde si se presenta el retraso, se corre el riesgo de que el cliente no lo reciba, o lo más relevante que los camiones se retrasen, lo que ocasionaría más problemas en la cadena de pedidos.

4. La calidad es un aspecto importante que la empresa continuamente busca mantener. Según los clientes el producto es bueno y mucho más resistente que otros, lo cual claramente es una ventaja. Actualmente la empresa tiene una certificación ISO de calidad, y esto motiva a la empresa a gestionar mejor los procesos.

El estudio realizado mostró que no solo los productos son buenos, sino también que sus procesos son capaces de satisfacer los requerimientos del cliente.

Pero nuevamente queda expuesto las decisiones de la gerencia, que limita en ciertos productos los niveles de calidad.

### **Recomendaciones**

1. Se recomienda llevar un control en los procedimientos de las señales implementadas; realizar las respectivas actualizaciones y brindar capacitación al personal de manera que se haga una verdadera concientización tanto de la importancia de la mejora en la productividad como de la Calidad del producto en general.
2. Es importante para el manejo del desperdicio, llevar a cabo un procedimiento que permita controlar los niveles alcanzados.





































































































Se considera la idea de monitorear el reproceso del desperdicio desde que entra a la etapa de molino. Para ello se requiere del aporte del Gerente quien conjuntamente con el equipo de trabajo del proyecto debe mantener cerrado el molino hasta que se alcance un nivel de desperdicio representativo y mediante la aprobación del Jefe de Planta apruebe el procesamiento del scrap, de esta manera se podrá llevar un registro real del desperdicio generado en ambas líneas. Evitando de esta manera la manipulación de la información.

3. Para lograr un resultado efectivo debe mantenerse una continuidad sobre los cambios logrados, continuar con las reuniones y aprovechar las ideas del personal para que estos se sientan involucrados.






# APENDICE A

## DIAGRAMA DE PROCESO PARA TUBERIA DE PVC

<b>PROCESO</b>	ELABORACION DE MANGUERAS DE POLIETILENO (Diverso diametro y espesor)	<b>Area</b>	<b># Operarios</b>
<b>ANALISTA</b>	RUBEN OLAYA-CARLOS GONZALEZ	Maezclado	2
<b>FECHA</b>	16 DE JUNIO /2009	Extrusión	2

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO						OBSERVACIONES
Recepcion de materia prima: resina y demas aditivos						
Verificar sellos, cantidad y calidad del producto. Anomalias se comunican al inspector o al jefe de calidad.						
Transportar a bodega, se utiliza un montacarga						
Almacenar hasta ser requerido						La materia prima suele esperar a ser utilizada porque el informe de calidad del proveedor no ha sido enviado.
Transportar a mezclado los insumos						
Pesar en pequeñas cantidades los aditivos de menor cantidad para el producto final						
Mezclar resina y aditivos, según el tubo a producir.						El proceso se confirma con una orden verbal del inspector de calidad. La mezcla se almacena en tulas
Transporta tula a area de almacenamiento						La tula contiene una ficha con la descripcion del compuesto
Almacenar tula hasta ser requerida						
Transportar tulas al silo de la extrusora						
Extrusion de la resina						1 Máquina extrusora automática
Impresión de la identificación del tubo, impresora digital dirigida con ordenador.						Impresora digital, antes de empezar con la extrusión se programa las nuevas leyendas
Cortar el tubo						1 Máquina cortadora automática
Acampanar un extremo del tubo						Calentadora y acampanadora automática
Colocar tubo en caballete y embalar						Cantidad depende del tipo de tubo. Los tubos defectuosos son retirados y continúan otro proceso.
Transportar a almacenamiento temporal en la planta						
Almacenar						
Transportar a bodega de Producto terminado						Se utilizan el montacarga y camiones de la planta para transportarlos hacia la bodega de producto terminado
Almacenar hasta la venta						

### RESUMEN DE ACTIVIDADES

TOTAL DE ACTIVIDADES DE OPERACION		8
TOTAL DE ACTIVIDADES DE INSPECCION		1
TOTAL DE ACTIVIDADES DE ALMACENAMIENTO		4
TOTAL DE ACTIVIDADES DE TRANSPORTE		6
TOTAL DE ACTIVIDADES DE DEMORA		0



# APENDICE B

## DIAGRAMA DE PROCESO PARA MANGUERA DE POLIETILENO

<b>PROCESO</b>	ELABORACION DE MANGUERAS DE POLIETILENO (Diverso diametro y espesor)	<b>Area</b>	<b># Operarios</b>
<b>ANALISTA</b>	RUBEN OLAYA-CARLOS GONZALEZ		
<b>FECHA</b>	16 DE JUNIO /2009	Extrusión	2

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO						OBSERVACIONES
Recepcion Materia prima (plástico reciclado)						Se reciben en el área de compactado.
Verificar que el material reciclado no contenga residuos u otros materiales que no sean plástico y que generen alguna anomalía a la operación.						Son pesados y registrados en los formularios correspondientes.
Se los almacena en un área adyacente a compactado						Se dispone de ellos en la medida que la operación requiera.
Compactado						Equipos: 2 Compactadoras Operarios: 2 Las fundas plásticas son compactadas y colocadas en sacos de 20 kl, se agrega aditivo colorante durante el proceso de mezcla.
Almacenamiento						Los sacos de 20 kl, se colocan en pallet (Se requiere 50 unidades por cada turno de trabajo)
Transportas pallets a bodega de semielaborados						Los sacos con material compactado se almacenan en bodega hasta que la operación de peletizado requiera.
Peletizado						Equipos: Peletizadora Operarios: 2 El material compactado se peletiza y se coloca en sacos de 25 kl, se adiciona tambien material reprocesado proveniente de molido.
Verificar que material peletizado presente las características requeridas.						El operario verifica el estado de material peletizado. Regula temperaturas y velocidades.
Colocar en pallets (Almacenamiento)						Parte del material se dispone a la línea de mangueras.
Transportar pallets a bodega de semielaborados						El material peletizado se transporta en montacargas a bodega.
Extrusión (línea de Manguera)						Máquina extrusora automática
Impresión de la identificación de manguera, impresora digital dirgida con ordenador.						Impresora digital, antes de empezar con la extrusión se programa las nuevas leyendas
Corte de manguera						Operador sella la manguera y regula niveles de presion para mantener forma del producto y corta de froma manual con cuchillo
Enrollar manguera						El operador ajusta la manguera a una envolvedora.
Embalarlos (el tamaño del rollo varia segun el tipo de manguera)						Las mangueras defectuosas son retiradas y siguen otro proceso
Transportar mangueras a almacenamiento temporal en la planta						
Alamcenar						
Transportar a bodega de Producto terminado						Se utilizan el montacarga y los andamios de la planta para transportalos hacia la bodega de producto terminado
Almacenar hasta la venta						

RESUMEN DE ACTIVIDADES		
TOTAL DE ACTIVIDADES DE OPERACION		8
TOTAL DE ACTIVIDADES DE INSPECCION		2
TOTAL DE ACTIVIDADES DE ALMACENAMIENTO		5
TOTAL DE ACTIVIDADES DE TRANSPORTE		4
TOTAL DE ACTIVIDADES DE DEMORA		0

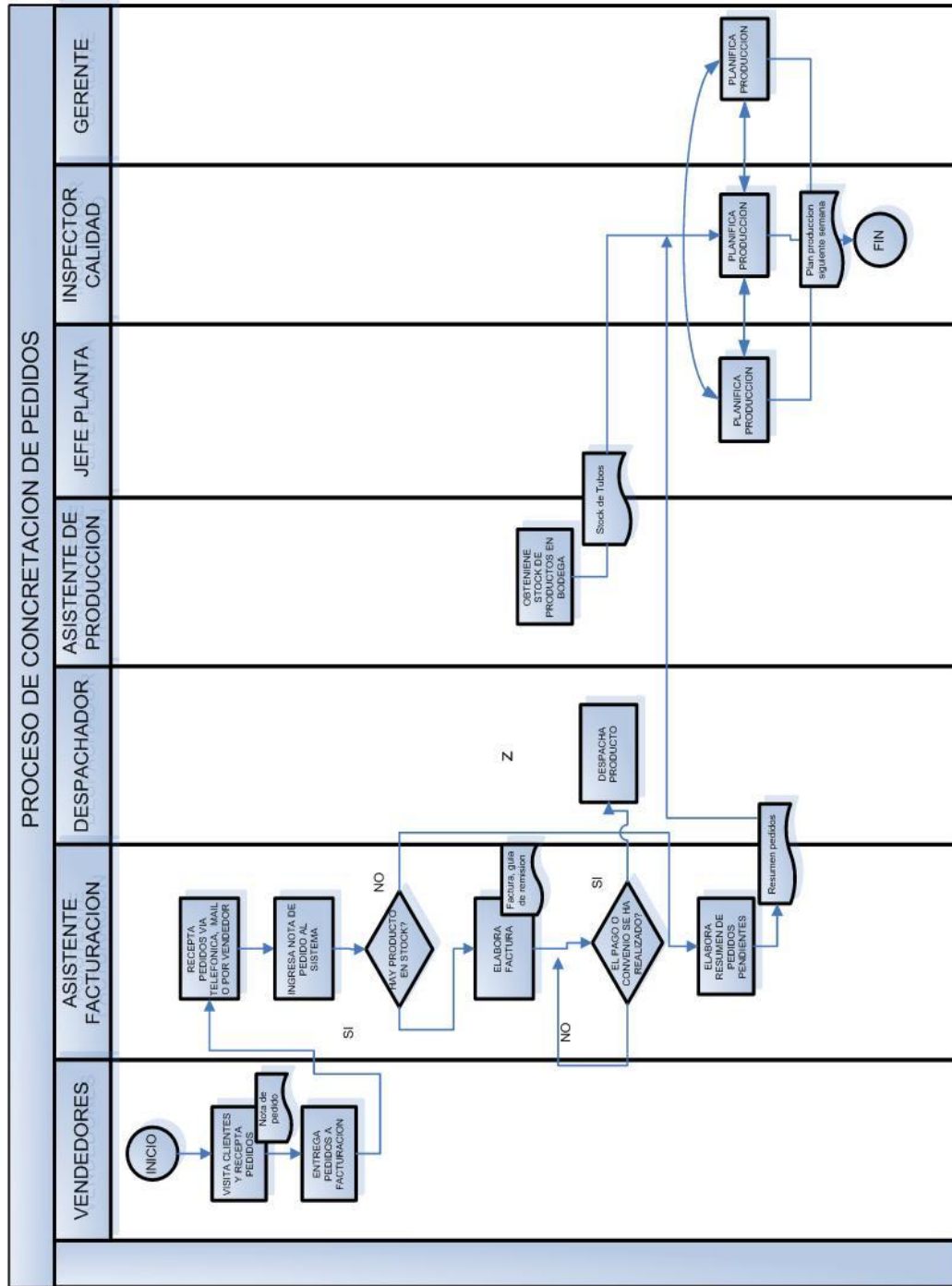
# APÉNDICE

# APÉNDICE A

## APÉNDICE B

# APÉNDICE C

DIAGRAMA DE FLUJO FUNCIONAL - PROCESO DE CONCRETACIÓN DE PEDIDOS



## APÉNDICE D

MATRIZ EVOLUTIVA DE DESEMPEÑO					
	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5
ORGANIZACIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO	No existen actividades de limpieza y mantenimiento	Existen áreas para elementos y herramientas	Sitio de trabajo limpio permanentemente	Organización del área e identificación visual para los elementos	Limpieza y Orden, es un hábito
CONOCER AL CLIENTE	Único contacto para cumplir un pedido	Se tienen identificados a los clientes claves	El personal conoce al cliente y existe una retroalimentación	Producto de la continua comunicación entiendo lo que necesita el cliente	El personal conoce las necesidades del cliente
INTEGRAR PRODUCCIÓN Y VENTAS	Conflictos entre las áreas por problemas en el flujo de información	Existe una inicial comunicación entre producción y ventas.	Existen definidos mecanismos de comunicación	Producción y Ventas trabajan juntos para satisfacer al cliente	La empresa tiene un sistema informático para agilizar el proceso y responder al cliente
MEJORAR CALIDAD	No existe ninguna actividad de calidad	Existe un informal sistema de control de calidad: esporádicas actividades de inspección.	La información es recogida, procesada y analizada y utilizada para tomar decisiones.	Grupos de calidad que trabajan sistemáticamente y proponen mejoras	Sistema formal de control de calidad

## APÉNDICE E

### NUMERO DE OBSERVACIONES:

### GTT - COMPACTADO

Tamaño del intervalo

Número de trabajadores en el grupo	Intervalo (Minutos)
1 - 2	0.5
3 - 6	1
7 - 10	2
11 - 15	3
Más de 15	Usar más de 1 analista

$$N = \frac{6400 \times i \times C_a \times t}{r^2 \times t_a^2}$$

Donde,

Actividad "a" = Compactado

N = Número total de observaciones

i = tamaño de intervalo

t = tiempo para un ciclo de trabajo

$C_a$  = Número eventos durante un ciclo de trabajo para la actividad a

r = error relativo para  $t_a$  con un nivel de confianza del 92%

$t_a$  = tiempo para un evento de la actividad a (el menor tiempo)

Datos para la ecuación:

i = 0.5 minutos

t = 215.31 minutos

$C_a = 1$

r = 8

$t_a = 3.21$  minutos

Reemplazando en la ecuación se obtuvo:

$$N = \frac{6400 \times 0.5 \times 1 \times 370}{8^2 \times 3.21^2}$$

$$N = 1046 \text{ observaciones}$$

## GTT – EXTRUSION

Tamaño del intervalo

Número de trabajadores en el grupo	Intervalo (Minutos)
1 – 2	0.5
3 – 6	1
7 – 10	2
11 – 15	3
Más de 15	Usar más de 1 analista

$$N = \frac{6400 \times i \times C_a \times t}{r^2 \times t_a^2}$$

Donde,

Actividad "a" = Extrusión

N = Número total de observaciones

i = tamaño de intervalo

t = tiempo para un ciclo de trabajo

$C_a$  = Número eventos durante un ciclo de trabajo para la actividad a

r = error relativo para  $t_a$  con un nivel de confianza del 90%

$t_a$  = tiempo para un evento de la actividad a (el menor tiempo)

Datos para la ecuación:

i = 1 minutos

t = 54 minutos

$C_a = 1$

r = 10

$t_a = 2$  minutos

Reemplazando en la ecuación se obtuvo:

$$N = \frac{6400 \times 1 \times 1 \times 54}{10^2 \times 2^2}$$

N = 864 observaciones



## GTT – PESADO Y MEZCLA

Tamaño del intervalo

Número de trabajadores en el grupo	Intervalo (Minutos)
1 – 2	0.5
3 – 6	1
7 – 10	2
11 – 15	3
Más de 15	Usar más de 1 analista

$$N = \frac{6400 \times i \times C_a \times t}{r^2 \times t_a^2}$$

Donde,

Actividad "a" = Mezcla

N = Número total de observaciones

i = tamaño de intervalo

t = tiempo para un ciclo de trabajo

$C_a$  = Número eventos durante un ciclo de trabajo para la actividad a

r = error relativo para  $t_a$  con un nivel de confianza del 90%

$t_a$  = tiempo para un evento de la actividad a (el menor tiempo)

Datos para la ecuación:

i = 0.5 minutos

t = 7 minutos

$C_a = 1$

r = 10

$t_a = 0.65$  minutos




Reemplazando en la ecuación se obtuvo:




$$N = \frac{6400 \times 0.5 \times 1 \times 7}{8^2 \times 0.65^2}$$

N = 1060 observaciones

# APÉNDICE F

## FORMATO DE AUDITORIA

<b>HOJA DE AUDITORÍA 3 "S"</b>					
<b>Área Auditada:</b>			<b>Turno de Trabajo :</b>		
<b>Auditado por :</b>			<b>Fecha de realizacion:</b>		
<b>5 "S"</b>	1: <i>Muy Mal</i> 	2: <i>Mal</i> 	3: <i>Promedio</i>	4: <i>Bien</i>	5: <i>Muy Bien</i> 

		PUNTAJE					
CLASIFICAR	ELIMINAR LO QUE NO NECESITO						OBSERVACION
		Los elementos necesarios e innecesarios estan mezclados en el area de trabajo					
	Se pueden distinguir los elementos necesarios en el area de trabajo						
	Existe material, producto defectuoso y terminado, obstruyendo el espacio de trabajo						
	Existen máquinas y/o equipos innecesarios en el area de trabajo						
	Existen materiales innecesarios en el area que obstruyan el espacio de trabajo.						
ORDENAR	UN LUGAR PARA CADA COSA Y CADA COSA EN SU LUGAR						OBSERVACION
		Están demarcados en el lugar, los espacios para materiales, máquinas y equipos					
	Es fácil reconocer donde va cada cosa y en que cantidad						
	Estan identificados los lugares para las herramientas de trabajo						
	Se encuentran las herramientas y materiales dentro de las áreas asignadas						
	Es fácil encontrar los elementos que se requieren para el trabajo						
LIMPIAR	PREVENIR SUCIEDAD Y DESORDEN						OBSERVACION
		Se ha eliminado el polvo, suciedad y desechos de los pisos y paredes					
	Se ha eliminado el polvo, suciedad y desechos de las máquinas						
	Se ha cumplido con el plan de limpieza						
	El plan de limpieza, es de conocimiento del personal del area						
	Los artículos utilizados para la limpieza tienen asignados un lugar fijo						

		SUMA TOTAL PUNTOS	PORCENTAJE
1	<b>CLASIFICAR</b>		
2	<b>ORDENAR</b>		
3	<b>LIMPIAR</b>		

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL AUDITOR

# APÉNDICE G

Calculo de n

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. EUSKALIT (Fundación Vasca para la Calidad). "Gestión de Calidad Total Metodología y Herramientas" Coleccionable No. 2. METODOLOGÍA DE LAS 5S. 1998

2. Bruce Henderson & Jorge Larco, Lean Transformation, Editorial The Oaklea Press

3. División de Graduados e Investigación Sistema Tecnológico de Monterrey. "Las 5S".  
Campus Monterrey. 1995.

4. "Documento sobre Orden y limpieza. Las 5s" Librería Hor Dago. 2008

5. Masaaki Imai "Manual de implementación de las 5S" CMS. Editorial CECSA – 1989

## **CITAS BIBLIOGRÁFICAS:**

- [1] Lean Transformation, Bruce Henderson & Jorge Larco - 2008
- [2] Mayor Productividad Mejor Lugar De Trabajo, Bekaert-1998
- [3] Lean Transformation, Bruce Henderson & Jorge Larco - 2008
- [4] Lean Transformation, Bruce Henderson & Jorge Larco - 2008
- [5] Comportamiento organizacional Escrito por Stephen P. Robbins
- [6] Kotler, P. (2006) Dirección de Mercadotecnia. Edición de Nuevo Milenio  
Prentice-Hall Hispanoamericana S.A.
- [7] Manual de implementación de las 5S CMS, Masaaki Imai – 1989
- [8] Lean Transformation, Bruce Henderson & Jorge Larco - 2008
- [9] Lean Transformation, Bruce Henderson & Jorge Larco - 2008
- [10] Kotler, P. (2006) Dirección de Mercadotecnia. Edición de Nuevo Milenio  
Prentice-Hall Hispanoamericana S.A.
- [11] Manual Calidad de Servicio y Atención al Cliente. Formación para el  
Empleo Escrito por Interconsulting Bureau, S.L. 2009
- [12] Comportamiento organizacional Escrito por Stephen P. Robbins.