



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

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
CONTROL DE TIEMPOS NO PRODUCTIVOS PARA LA MEJORA
DE LA EFICIENCIA EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE
BEBIDAS CARBONATADAS

Andrea Priscila Xitumul Álvarez

Asesorado por el Ingeniero Industrial César Augusto Akú Castillo

Guatemala, julio de 2009.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE
TIEMPOS NO PRODUCTIVOS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA EN
UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS CARBONATADAS

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ANDREA PRISCILA XITUMUL ÁLVAREZ
ASESORADO POR EL INGENIERO INDUSTRIAL CÉSAR AUGUSTO
AKÚ CASTILLO
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, JULIO DE 2009.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Angel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. José Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARÍA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Carlos Alex Olivares Ortiz
EXAMINADOR	Ing. Sergio Fernando Pérez
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón De León
SECRETARÍA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

Diseño e implementación de un sistema de control de tiempos no productivos para la mejora de la eficiencia en una línea de producción de bebidas carbonatadas,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 31 de julio de 2008.



Andrea Priscila Xitumul Álvarez.

Universidad de San Carlos
De Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.247-09

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE TIEMPOS NO PRODUCTIVOS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS CARBONATADAS**, presentado por la estudiante universitaria **Andrea Priscila Xitumul Alvarez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, julio de 2009.

/cc


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE TIEMPOS NO PRODUCTIVOS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS CARBONATADAS**, presentado por la estudiante universitaria **Andrea Priscila Xitumul Álvarez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR
Escuela Mecánica Industrial

Guatemala, julio de 2009.



/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE TIEMPOS NO PRODUCTIVOS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS CARBONATADAS**, presentado por la estudiante universitaria **Andrea Priscila Xitumul Álvarez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Una firma manuscrita en tinta que parece decir 'Luis Gerardo González Castañeda'.

Ing. Luis Gerardo González Castañeda
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

Ingeniero Industrial
Luis Gerardo González Castañeda
Colegiado No. 7814

Guatemala, junio de 2009.

/mgp

Guatemala, 28 de abril de 2009

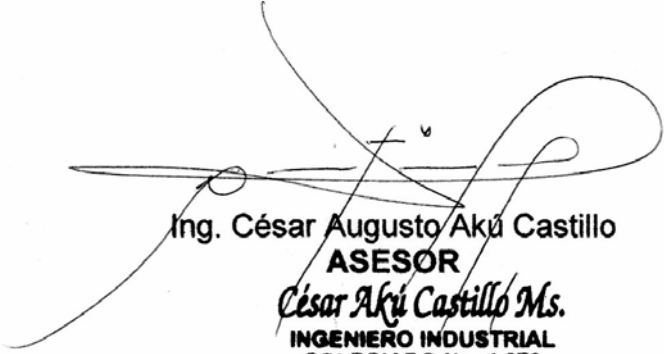
Ingeniero
José Francisco Gómez Rivera
Director Escuela Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Ingeniero Gómez.

Al saludarle me dirijo a usted para informarle que he tenido a bien asesorar el trabajo de graduación titulado: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE TIEMPOS NO PRODUCTIVOS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS CARBONATADAS”**, desarrollado por la estudiante **Andrea Priscila Xitumul Álvarez**, y encontrándolo satisfactorio en su contenido y resultados, me permito dar aprobación al mismo sugiriendo para el trámite pertinente, en el entendido que el Autor y Asesor somos responsables del contenido y conclusiones del trabajo.

Sin otro particular me suscribo.

Atentamente,



Ing. César Augusto Akú Castillo

ASESOR

César Akú Castillo Ms.

**INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO No. 4,073**

AGRADECIMIENTOS A:

Dios, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón, por darme sabiduría, entendimiento y paciencia para culminar esta etapa de mi vida.

Mis Padres, Juan Xitumul y Mayra Álvarez de Xitumul por guiarme en el buen camino, por sus consejos y toda la fortaleza que me han brindado durante mi vida.

Mis hermanos, Doria, Lucía y Juan Marcos, por el apoyo y alegrías que me han brindado, gracias por ser unos grandes hermanos.

Mis amigos en especial a: Ivonne, Gabriel, Mayly, Eddy, Jeremy, Héctor Francisco, Jenser, Hugo Alexander, Luis Fernando, Bayron, Karlita, Delmy, Luis, Daniel, Leo, Carlitos y demás amigos y compañeros por haber sido soporte y compañía durante todo mi período de estudio.

Rodolfo Ixtamalic, que en paz descanse, por haberme brindado su amistad.

La Universidad de San Carlos en especial a la Facultad de Ingeniería, por haber sido mí casa de estudios.

El Ing. César Akú e Ing. Danilo González, por su colaboración, paciencia y apoyo brindados en la realización de este trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
OBJETIVOS	XV
RESUMEN	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1 La empresa.....	1
1.1.1 Historia.....	1
1.1.2 Ubicación	4
1.1.3 Misión.....	4
1.1.4 Visión	4
1.1.5 Valores.....	5
1.2 Experimentos	6
1.2.1 Experimento determinista.....	6
1.2.2 Experimento aleatorio	6
1.3 Variabilidad de un proceso.....	7
1.3.1 Causa asignable	9
1.3.2 Causa no asignable	9
1.4 Predicción	12
1.5 Control estadístico	12
1.6 Variabilidad	15
1.7 Herramientas básicas para el control estadístico.....	16
1.7.1 Plantillas de recogida de información.....	17

1.7.2 Histogramas.....	19
1.7.3 Diagrama de Pareto.....	24
1.7.4 Diagrama dausa-efecto	29
1.7.5 Diagramas de control.....	32
1.8 Indicadores de gestión.....	36
1.8.1 Significado del desempeño.....	36
1.8.2 Índice	38
1.8.3 Indicador	38
1.8.4 Indicadores de gestión.....	39
1.8.4.1 ¿Por qué medir?	39
1.8.4.2 ¿Para qué medir?	41
1.8.5 Atributos de los Indicadores.....	41
1.8.6 Tipos de Indicadores	42
1.8.7 Categorías de los indicadores	42
1.8.8 Propósito de los indicadores.....	44
1.8.9 Beneficio de los indicadores	47
1.9 Productividad.....	47
1.9.1 ¿Por qué se mide la productividad?	56
1.9.2 ¿Cómo se eleva la productividad?.....	57
1.10 Eficiencia	58
1.11 Competitividad.....	59
1.11.1 ¿Cómo se eleva la competitividad?	61
1.12 Balance de líneas	61
1.13 Tiempo muerto.....	66

2. DIAGNÓSTICO, EVALUACIÓN Y ESTUDIO DEL SISTEMA

ACTUAL	67
2.1 Análisis del sistema actual de control de los tiempos no productivos.....	68
2.1.1 Características del sistema actual.....	68
2.1.2 Funcionamiento de una línea de producción	69
2.1.3 Obtención de datos	73
2.1.4 Registro de datos	75
2.1.5 Sistema de control de datos actual	78
2.1.6 Finalidad de los resultados	79
2.1.7 Ventajas del sistema actual	79
2.1.8 Desventajas del sistema actual.....	79
3. PROPUESTA DEL MODELO A IMPLEMENTAR	81
3.1 Modelo estadístico a utilizar	82
3.2 Diseño del sistema a utilizar	87
3.2.1 Diseño de datos	90
3.2.2 Diseño arquitectónico.....	91
3.2.3 Diseño de interfaz	92
3.2.4 Diseño de procedimientos.....	95
3.3. Diseño de salida.....	95
3.4 Requerimientos para el diseño del sistema	102
3.4.1 Casos de uso específicos	102
3.4.2 Herramientas para presentación.....	104
3.4.3 Herramientas para el desarrollo del sistema	104
3.5 Estudio de viabilidad	106
3.5.1 Viabilidad económica	106
3.5.2 Viabilidad técnica	107
3.5.3 Viabilidad legal	108

3.6 Análisis económico y técnico.....	108
3.7 Modelo de la arquitectura del sistema	109
4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	113
4.1 Mejoramiento de la productividad.....	113
4.1.1 Programa.....	116
4.2 Identificar las causas fundamentales de los problemas (problemas recurrentes).....	117
4.2.1 Determinar las actividades críticas	119
4.3 Desarrollo de soluciones apropiadas.....	121
4.3.1 Actividades grupales.....	124
4.3.2 Generación de ideas.....	124
4.3.3 Propuestas más factibles.....	128
4.3.3.1 Selección de propuestas.....	128
4.3.3.2 Planificar cambios.....	128
4.3.4 Soluciones propuestas	132
4.4 Capacitación de usuarios al sistema	133
4.5 Aceptación de los miembros de la organización.....	136
4.6 Evaluación del sistema	137
4.6.1 Evaluación operacional.....	138
4.6.2 Impacto organizacional	143
4.6.3 Desempeño del desarrollo	143
4.7 Prueba del sistema	146
5. MEJORA CONTINUA	153
5.1 Control de los cambios planeados.....	156
5.2 Control de cambios no planeados	162
5.3 Medida de los beneficios planeados.....	164
5.3.1 Estadísticas	164

5.3.2 Resultados	165
5.3.3 Ventajas	166
5.3.4 Desventajas	167
5.4 Estrategias de mejora	168

CONCLUSIONES.....	175
RECOMENDACIONES.....	177
APÉNDICE.....	179
BIBLIOGRAFÍA.....	181

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS




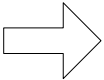


1	Causas de la variabilidad	8
2	Histograma	23
3	Diagrama de Pareto	27
4	Diagrama de Pareto de defectos en elementos estructurales	28
5	Esquema básico en un diagrama de Ishikawa	30
6	Ejemplo de un gráfico de control	35
7	Razón de ser de un sistema de medición	45
8	Diagrama de flujo del proceso de embotellado de bebida	71
9	Registro de datos del sistema actual	77
10	Diseño general de un Sistema de Información	89
11	Elementos de un Sistema	90
12	Arquitectura del Sistema	92
13	Ingreso a la herramienta	93
14	Ingreso a menú de opciones	93
15	Ingreso de Datos	94
16	Modelo de reportes generados de tiempos muertos por fallas mecánicas	98
17	Modelo de reportes generados de tiempos muertos por máquinas	99
18	Modelo de reportes generados de tiempos	100

	muertos por fallas operarias	
19	Modelo de reportes generados de tiempos muertos por línea de producción	101
20	Estrategia para la mejora del proceso	111
21	Reacción en cadena de una mayor productividad	115
22	Metodología de evaluación	145
23	Hoja de verificación de tiempos perdidos	147
24	Diagrama de Pareto para paros en una línea de producción	148
25	Diagrama de Pareto para paros en máquina etiquetadora	149
26	Diagrama de Pareto por tipo de falla en máquina etiquetadora	150
27	Informe de tiempos por línea	151

TABLAS

I	Causas de la variabilidad	11
II	Tabla de frecuencias	23
III	Tabla de defectos en elementos estructurales en puertas	28
IV	Ejemplo de un balance de líneas	63
V	Resumen de símbolos utilizados en procesos de embotellado de bebida	73

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
RGE	Rendimiento Global de Equipos
TPM	Mantenimiento Productivo Total
*	Multiplicación
/	División
%	Porcentaje
√	Raíz cuadrada
	Bodega de materia prima
	Proceso
	Inspección
	Transporte
	Bodega de producto terminado
	Iniciador



Decisión

GLOSARIO

Actuador	Elemento que puede provocar un efecto sobre un proceso automatizado (operadores, supervisores, etcétera).
<i>Benchmarking</i>	Técnica utilizada para medir el rendimiento de un sistema o componente de un sistema.
Cadena de suministro	Serie de procesos de intercambio o flujo de materiales y de información que se establece tanto dentro de cada una organización o empresa como fuera de ella, con sus respectivos proveedores y clientes.
Desperdicio	Son las pérdidas representadas en materias primas, recursos y tiempo. Es imprescindible y su costo es absorbido necesariamente por la empresa, por lo tanto debe eliminarse al máximo posible.
Diseño lógico	Proceso de construir un esquema de la información que utiliza la empresa, basándose en un modelo de base de datos específicos.
H.H.	Horas hombre

Lazo de control	Combinación de uno o más instrumentos o funciones de control que señalan el paso de uno a otro con el propósito de medir y/o controlar las variables de un proceso.
Merma	<p>Es todo residuo que se genera durante el proceso productivo y que es posible planificar o predecir. Se incluye en el presupuesto, es parte de la rutina de producción, puede ser medible y por lo tanto, controlable.</p> <p>Técnicamente una merma es una pérdida de utilidades en términos físicos.</p>
Output	Producto que resulta de la combinación de los diversos factores de producción.
Paliar	Quitarle importancia a algo.
Proactivo	Actitud en la que el sujeto asume el pleno control de su conducta vital de modo activo, lo que implica la toma de iniciativa en el desarrollo de acciones creativas y audaces para generar mejoras, haciendo prevalecer la libertad de elección sobre las circunstancias de la vida.

Relevamiento	Sustituir a alguien en cualquier actividad.
Sensor	Dispositivo capaz de transformar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, en magnitudes eléctricas.
Sistema de cómputo	Conjunto de elementos electrónicos que interactúan entre sí, para procesar y almacenar información de acuerdo a una serie de instrucciones.

OBJETIVOS

GENERAL:

Diseñar e implementar un sistema de tiempos no productivos para la mejora de la eficiencia en una línea de producción de bebidas carbonatadas.

ESPECÍFICOS:

1. Identificar y determinar los indicadores de gestión básicos en una línea de producción.
2. Evaluar el sistema actual de toma de datos para el control de tiempos no productivos en una línea de producción.
3. Diagnosticar el funcionamiento del sistema de tiempos no productivos actual, identificar fallas y encontrar soluciones óptimas en corto tiempo.
4. Definir el aspecto que se le dará al sistema, los procesos y procedimientos que solucionen el problema según especificaciones que se harán con el diagnóstico.

5. Automatizar el proceso de recolección, ingreso y búsqueda de datos para el control de tiempos no productivos y emisión automática de reportes.
6. Elaborar una herramienta de control de tiempos no productivos para los responsables de los procesos de producción y clientes internos.
7. Desarrollar metodologías para el diseño de la herramienta de control.
8. Determinar la existencia de un plan de control de mermas y desperdicios.

RESUMEN

El diseño de un sistema de control de la producción para la reducción de tiempos no productivos, es importante debido a que en los procesos automatizados, operar significa acompañar el desarrollo de la producción previendo y anticipándose a los problemas, manejando los imprevistos que ocurran con la materia prima, los equipos o la acción de sus compañeros en fases previas de la producción y la emisión automática de reportes que contengan la información de indicadores y datos exactos de dichas actividades que ocurran en una línea de producción y que ésta a su vez ayude a la toma de decisiones. La evaluación del sistema actual de toma de datos para el control de tiempos improductivos y el desempeño en una línea de producción, serán el punto de partida para el diseño del sistema de control que se trabajará.

Será de mucha utilidad para la empresa que se diseñe e implemente el sistema de control de tiempos improductivos ya que podrá identificar causas de dichos tiempos, prioridades para la solución de las causas encontradas, búsqueda de soluciones y mejora continua. El sistema de control será diseñado de una forma versátil para poder adaptarse a las necesidades de cada línea de producción.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo muestra las fases que se enfrentaron para poder desarrollar una herramienta de control de tiempos no productivos para la mejora de la eficiencia en líneas de producción de bebidas carbonatadas.

La idea surge de la necesidad de que en producción en línea, el paro en una máquina es crítico, pues detiene el proceso de producción y reduce la cantidad de producto terminado, por lo que el desafío más grande que enfrentan el o los fabricantes es reducir los tiempos no productivos o bien los tiempos muertos en los procesos de producción.

Diseñar e implementar un sistema de control para disminuir el tiempo de paro en las líneas de producción, ayuda a la toma de decisiones para la mejora de la disponibilidad de las máquinas, la sistematización y coordinación de todos los esfuerzos de las unidades que integran la organización encaminados a maximizar la eficiencia global, considerando los niveles de competitividad (interna y externa).

Para su desarrollo se tomaron en cuenta algunos aspectos tales como: antecedentes generales, donde se describe tanto a la empresa para la cual se elaboró la herramienta de control como algunas definiciones que adquieren particular interés desde la perspectiva de los aspectos conceptuales tales como métodos estadísticos que se aplican en la recolección, organización, presentación, análisis e interpretación de datos numéricos, siendo estos de gran

utilidad en las ciencias, ya que los ingenieros las aplican para la toma de decisiones.

Asimismo se hizo un diagnóstico, evaluación y estudio del sistema actual, para facilitar la determinación de las causas que generan el tiempo improductivo en las líneas de producción, siendo esta realizada sobre la base del funcionamiento de una línea de producción, así bien como el proceso de toma de datos, ordenamiento y registro de los mismos.

Basados en el diagnóstico del sistema actual, se realiza la propuesta del modelo a implementar, eligiendo la herramienta estadística que mejor se acople al sistema deseado y el software a utilizar, teniendo en cuenta que ésta sea amigable para el usuario. Diseñando las salidas y decidiendo de qué manera es más conveniente mostrar los resultados, para que sirva al propósito deseado.

La información que se fue obteniendo, debió ser lo bastante clara, completa y comprensible para facilitar la toma de decisiones. Considerando el tiempo de procesar los datos, aplicando el concepto de eficiencia.

En la implementación de la propuesta, se pone en práctica el sistema propuesto, documentando cada uno de los procesos del programa, a través del registro de datos, diseñando el proceso de análisis de la información, capacitando a los encargados de áreas, evaluando y probando el sistema.

Y por último se asegura la estabilización del proceso y la posibilidad de mejora a través de una mejora continua, siendo ésta a través de llevar un control de cambios planeados y no planeados, revisando los resultados, adaptando las nuevas etapas en el sistema y actualizando la información, contribuyendo a la mejora de las debilidades y afianzar las fortalezas de la línea de producción.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1 La empresa

1.1.1 Historia

El químico flamenco Jean Baptista van Helmont (1577-1644) fue el primero que empleó el término gas para referirse a las aguas naturales con dióxido de carbono. Un francés llamado Gabriel Venel (1723-1775) denominó al líquido burbujeante “agua aireada”, y otro científico definió su contenido como “aire fijado”.

Durante el siglo XVIII, numerosos investigadores invirtieron parte de su tiempo en el estudio del origen de las efervescencias. Entre ellos cabe mencionar a Henry Cavendish, Bad Pyrmont y Joseph Priestley, el descubridor del oxígeno. Pero fue el químico francés Antonie Lavoisier quien descubrió que el denominado aire fijado era una combinación de oxígeno y carbón. A esta mezcla la llamó gas de ácido carbónico.

En 1741, al inglés William Browning se le ocurrió inyectar ácido carbónico en un recipiente con agua mineral. Su sorpresa fue mayúscula al observar que el líquido burbujeaba, por lo que decidió embotellar el nuevo producto.

De este modo, acababa de nacer la gaseosa. Pero fue un fracaso comercial, hasta que la bebida empezó a ser prescrita por los galenos como agua medicinal. En 1807, el cirujano norteamericano Philip Syng encargó a un químico amigo suyo que preparase un agua carbónica para tratar a los

pacientes aquejados de dolencias estomacales. El químico, para mejorar su sabor, tuvo el ingenio de disolver un edulcorante en el preparado. Su sabor gustó mucho al público.

En 1823, John Mathew ideó un sistema para saturar el agua con gas carbónico que abarató notablemente el coste de la producción de las bebidas con burbujas. Pero no fue hasta principios de siglo cuando la gaseosa dejó de ser una bebida medicinal para convertirse en un popular refresco para calmar la sed.

En 1832 John Matthews comenzó la producción de bebidas gaseosas en Nueva York, con la creación de una máquina que mezclaba agua con gas extraído de dióxido de carbón; poco tiempo después al agregarle sabores de limón, uva y naranja surgieron las primeras bebidas gaseosas como las que conocemos actualmente.

El desarrollo de estas bebidas estuvo dado por diferentes farmaceutas que agregaban nuevos sabores a la mezcla, de hecho la Dr Pepper, creada en 1885 es una gaseosa que aún se comercializa con éxito en los Estados Unidos. A finales del siglo XIX también surge la que hasta la actualidad es la bebida más famosa del mundo, la Coca Cola, mezcla de nuez de kola, hoja de coca y, como es sabido, una serie de ingredientes que hasta el momento permanecen como uno de los secretos mejor guardados del mundo.

La competencia de bebidas gaseosas creció con el nuevo siglo y se diversificó en el momento en que se creó una fábrica de botellas de bebidas gaseosas, basada en el invento que revolucionaría el comercio en el mundo en materia de líquidos, una fórmula para tapar herméticamente las botellas de

vidrio; actualmente son más prácticos los envases de plástico, ya que son más livianos.

Las grandes marcas que surgieron en el siglo XX, como 7 UP en los años 20 y Sprite en los 60 (creada por la Coca Cola company) son exportadas a casi todos los lugares del mundo manteniendo aún hoy un liderazgo con el que no pueden competir las embotelladoras locales.

La publicidad de bebidas gaseosas ha dado lugar a campañas de liderazgo únicas en la historia del marketing. La famosa guerra de las colas entre Coca Cola y Pepsi es un ejemplo muy claro de esto; cada una de las marcas ha adoptado una postura frente al consumidor y se ha encausado hacia la escogencia por medio de la personalidad.

Los nombres de bebidas gaseosas varían según el país donde se consuman; así por ejemplo las bebidas gaseosas en Colombia son nombradas simplemente como gaseosas, en México refrescos, en Ecuador cola y en Panamá soda. La cerveza y el champagne a pesar de ser bebidas gaseosas se diferencian en el nombre por su contenido alcohólico.

Así, surgieron o empezaron a popularizarse las bebidas con gas. En 1886, apareció la Coca-Cola, en 1898, la Pepsi-Cola, en 1904, el Canada Dry Ginger Ale, en 1933, el 7Up, en 1963, el Tab.

Actualmente en Guatemala se cuenta con importantes plantas en puntos estratégicos de todo el país; Guatemala-El Zapote, Guatemala-Concepción, Teculután, Petén, Quetzaltenango y Escuintla.

1.1.2 Ubicación

La Fábrica se encuentra ubicada en la ciudad de Guatemala.

1.1.3 Misión

Su misión, visión y valores perfilan quienes son, lo que procuran alcanzar, y cómo desean alcanzarlo. Ellos proporcionan una dirección clara para la empresa y la ayuda asegurar a que trabajen todos hacia los mismos objetivos.

Son una empresa de bebidas líder en el mercado centroamericano con una creciente participación en México y el Caribe. Creen en sus clientes y proveedores como socios estratégicos y juntos trabajan para exceder las expectativas de sus consumidores. Confían en el éxito en el desarrollo de marcas y la eficiencia y calidad de operación e invierten para proporcionar mejores beneficios a sus consumidores, clientes, colaboradores, accionistas y la comunidad.

1.1.4 Visión

La empresa recibe el reto de un nuevo siglo, con la visión de diversificar sus productos para llenar las expectativas de un mercado que se desarrolla constantemente. Con el espíritu innovador de nuevos productos y la mejor tecnología para el siglo XXI.

Su visión dirige cada aspecto de nuestro negocio describiendo lo que tenemos que lograr para seguir alcanzando el crecimiento sostenible.

La gente: Siendo un gran lugar para trabajar donde la gente es inspirada para ser lo mejor que ellos pueden ser.

Cartera: la traída al mundo una cartera de las marcas (clases) de bebida de calidad que esperan y satisfacen deseos de la gente y necesidades.

Compañeros: nutrir una red victoriosa de clientes y proveedores, juntos crearon el valor mutuo y duradero.

Planeta: siendo un ciudadano responsable que hace una diferencia por la ayuda construye y apoya comunidades sostenibles.

Beneficio: maximizar a largo plazo el rendimiento de los socios mientras se está atento a las responsabilidades.

1.1.5 Valores

Sus valores sirven como una brújula para sus acciones y describen como se comportan en el mundo.

Mando: el coraje para formar un mejor futuro.

Colaboración: genio de colectivo de apalancamiento.

Responsabilidad: si debe ser, es hasta en mí.

Pasión: cometido en corazón y mente.

Diversidad: todo incluido como nuestras marcas.

Calidad: lo que hacemos, lo hacemos bien.

1.2 Experimentos

Llamaremos experimento simplemente a la observación de un suceso, u obtención de un resultado en el que se controla la influencia de ciertos factores. De esta forma, diremos que estamos repitiendo el experimento cada vez que obtenemos un resultado manteniendo constante la influencia de dichos factores. También se suele decir que hemos obtenido una realización o replicación del experimento. Para tener bien caracterizado el experimento es, por tanto, muy importante saber qué factores son los que estamos manteniendo constantes, de manera que el experimento pueda repetirse.

1.2.1 Experimento determinista

Si al realizar un experimento en unas determinadas condiciones varias veces se obtiene el mismo resultado, se dice que el experimento es determinista. Podemos decir que en los experimentos deterministas se puede predecir el resultado.

1.2.2 Experimento aleatorio

Cuando en similares condiciones experimentales se obtienen distintos resultados, no se puede predecir lo que va a ocurrir, se dice que el experimento es aleatorio. Los juegos de azar son casos de experimentos aleatorios.

Ejemplos:

Lanzamiento de una moneda.

Lanzamiento de un dado.

Extracción de una carta en una baraja.

Ejemplo: Número de artículos del modelo M defectuosos que produce la línea de producción L en una hora.

En este ejemplo, los factores que mantenemos fijos son el tipo de artículo -modelo M- y la línea de producción -línea L-. El número de artículos defectuosos que produzcan en cada hora (repetición del experimento) será, con mucha probabilidad, diferente pues hay muchos factores influyentes que cambiarán de una hora a otra y que en este experimento no estamos controlando: cambios de personal, heterogeneidad de la materia prima, desajustes de las máquinas, ritmo de la producción, etc.

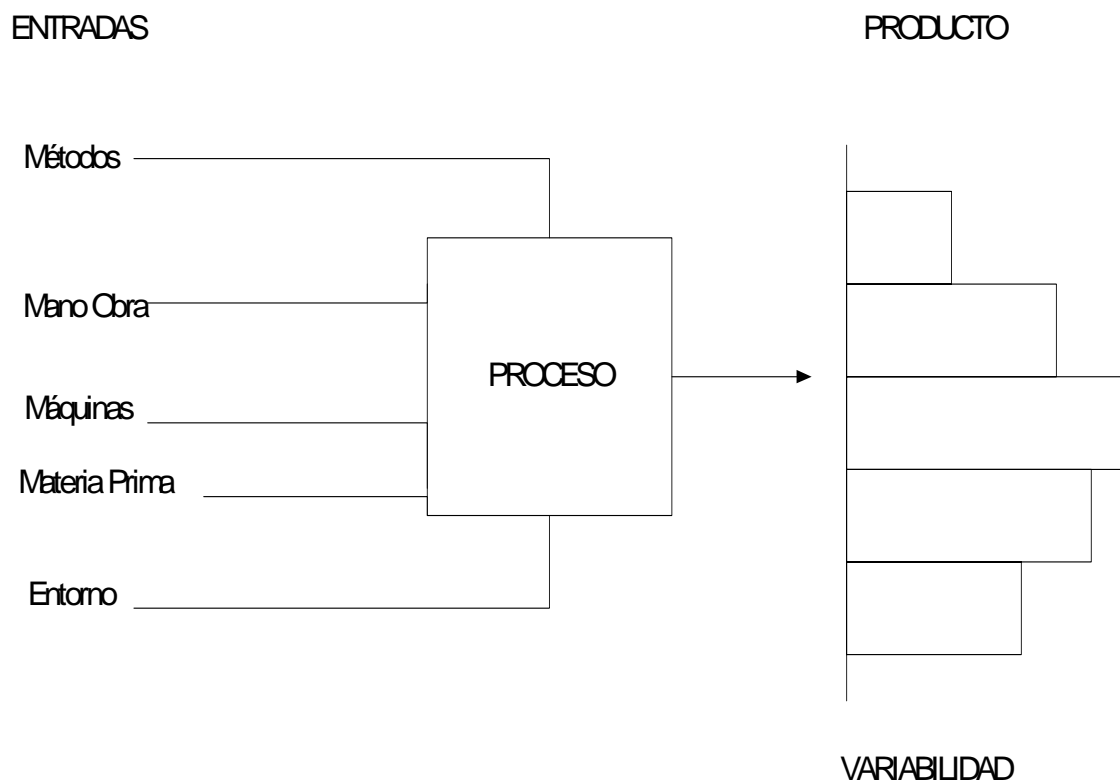
1.3 Variabilidad de un proceso

Un proceso industrial, ya sea destinado a producir un artículo o prestar un servicio, es una sucesión de operaciones, en cada una de las cuales se va añadiendo valor al producto (o servicio) intermedio hasta lograr el producto final. Estas operaciones intermedias también admiten, a su vez, la denominación de procesos. Por ejemplo, desde que marcamos un número de teléfono hasta que el destinatario recibe la llamada se produce una sucesión de procesos intermedios: la red debe detectar que queremos realizar una llamada, se ha de traducir nuestra marcación en un número de teléfono concreto, se ha de localizar el destino en la red, se ha de buscar la ruta que seguirá la señal, etc. Cada proceso intermedio está sujeto a la influencia de muchos factores no controlados, y por tanto a variabilidad en el resultado final.

Además de la variabilidad intrínseca del proceso debida a los factores no controlados (azar), la medición de las características de interés también estará sujeta a variabilidad, pues no existe el sistema de medición perfecto. La variabilidad detectada es, así, la suma de la variabilidad real más la variabilidad

de la medición. Un esquema útil para resumir los distintos factores que afectan a un proceso (ver figura 1) es el siguiente:

Figura 1. Causas de la variabilidad



Fuente: <http://www.edicionsupc.es/ftppublic/pdfmostra/ME00802M.pdf>

En la práctica siempre habrá factores que no podremos controlar, por lo que el producto final tendrá una calidad variable. Por tanto, cuando se habla de controlar la calidad nos estamos refiriendo a controlar la variabilidad de esa calidad. Aunque no se puede dar una relación exacta de las causas que provocan la variabilidad, es interesante hacer una clasificación entre causas

asignables a factores concretos (y controlables) y causas no asignables. No obstante, la frontera entre ambas no estará, en general, perfectamente definida.

1.3.1 Causa asignable

Serán aquellas producidas por factores importantes, los cuales es posible controlar para mantenerlos en un nivel aceptable y cuya eliminación es más fácil, y la responsabilidad es del operario. Si bien representan menos del 10% de los problemas de calidad de un cierto proceso. Como puede verse, la definición tiene un alto grado de imprecisión, pues la declaración de factor importante o de nivel de control aceptable dependerá forzosamente de cada caso concreto. La idea clave, sin embargo, es que sobre una causa asignable se tiene (o ha de tener) un control suficiente, de manera que cuando ésta aparece el nivel de calidad puede ser no aceptable, y se tendrá que disponer de los recursos necesarios para actuar sobre dicha causa y restablecer el control del proceso. Por ejemplo, si la temperatura afecta al rendimiento de un proceso químico, la variación de la temperatura será una causa de variabilidad asignable. Por contra, en una planta de embalaje, la temperatura ambiente no será una causa asignable, pues al variar no tiene por que alterarse el proceso.

1.3.2 Causa no asignable

Son aquellas producidas por factores secundarios cuyo efecto se considera poco significativo, cuya eliminación es responsabilidad de la dirección de la empresa y que acostumbran a ser responsables de más del 90% de los problemas de calidad. También pueden venir provocadas por factores importantes que varían de forma poco significativa. De nuevo la definición es imprecisa, pues cada caso concreto determinará cuando un efecto es o no significativo. La idea clave reside en que una causa no asignable produce una

variabilidad en la calidad que la organización está dispuesta a asumir, y por tanto no intentará actuar sobre ella.

Si las causas no asignables son las que se asumen como inevitables, ellas serán las que determinan el cambio de las variables que se analizan en el control estadístico. Estas causas no asignables serán lo que hemos denominado al azar o componente aleatorio. La variabilidad debida a causas no asignables determina, por tanto, la calidad final que la organización desearía para toda su producción. A continuación se muestra una tabla que resume las distintas características de estos dos tipos de causas de variabilidad.

Tabla I. Causas de la variabilidad

CAUSAS NO ASIGNABLES (COMUNES)	CAUSAS ASIGNABLES (ESPECÍFICAS)
<ul style="list-style-type: none"> • Suelen ser muchas e incluso desconocidas y cada una produce pequeñas variaciones. • Cada una produce poca variabilidad • Son parte permanente del proceso. Su suma (superposición) determina la capacidad del proceso. • Son difíciles de eliminar. Forman parte del sistema y es responsabilidad de la dirección disminuir sus efectos. • Afectan a todo el proceso. • La variabilidad debida a estas causas admite representación estadística (densidad de probabilidad) 	<ul style="list-style-type: none"> • Suelen ser pocas, y fáciles de identificar pero de efectos importantes. • Aparecen esporádicamente en el proceso. Este hecho facilita su identificación y eliminación (gráficos de control). • Son relativamente fáciles de eliminar por parte de operarios y/o técnicos. • Afectan específicamente a una máquina, operario, etc. • No admite representación estadística.

Un hecho de trascendental importancia, y que justifica la gran utilidad de la estadística en el estudio de la variabilidad, consiste en que, si se mantiene constante el sistema de causas que producen variabilidad en las entradas, las frecuencias con que se observan los distintos valores tienden a estabilizarse en forma de una distribución predecible. En otras palabras, cuando el sistema de

causas de variabilidad es estable, se pueden hacer predicciones estadísticas sobre grupos de piezas. Las causas de variabilidad podrán tener consecuencias muy distintas, dependiendo de que su presencia en el proceso sea estable o esporádica. Pero lo más importante es que, según cuales sean las características de una causa de variabilidad, su eliminación del proceso o, por lo menos, la reducción de sus efectos, corresponde a distintos niveles de autoridad y responsabilidad dentro de la organización.

1.4 Predicción

La predicción trata del análisis racional de lo que va a suceder, afirmación de un suceso futuro, asignando una confianza total a la afirmación. Utilizando una regla o un principio para anticipar el resultado o inferir una consecuencia.

Predictibilidad: Si un proceso funciona correctamente, la variable aleatoria que describe su calidad tendrá una varianza constante, y por tanto predecible a partir de un conjunto de datos históricos. Aunque la calidad final de una pieza concreta (o servicio) no sea predecible (longitud de un cilindro concreto, tiempo en establecer una llamada telefónica concreta), sí se pueden hacer predicciones estadísticas de la calidad del conjunto.

1.5 Control estadístico

El control estadístico es una técnica para monitorear un proceso y verificar su estabilidad.

El control del proceso se hará mediante el control de su variabilidad. Más concretamente, consistirá en controlar si la variabilidad observada es la que se espera si sólo actuaran causas no asignables. El control de un proceso es por

tanto una tarea que se resolverá utilizando la estadística. El control de un proceso, a través del control de su variabilidad es lo que se denomina control estadístico de procesos (o Statistical Process Control -SPC-). Para que este control estadístico sea eficaz ha de realizarse a lo largo de todo el proceso, y no sólo al final del mismo. Si bien la aplicación del SPC es una tarea estadística su definición es una decisión estratégica. Este carácter estratégico viene determinado precisamente por el conjunto de causas de variabilidad no asignables que se mencionaron anteriormente. Es tarea de la dirección de la organización determinar qué factores está dispuesta a controlar y cuáles no controlará. De los factores controlados, la dirección debe especificar qué niveles de variabilidad está dispuesta a aceptar. Al hacer esto, la dirección está definiendo la calidad final que tendrá su producto. La labor del SPC será, en esencia, asegurar que el producto final tenga esa calidad deseada.

El control estadístico de procesos (CEP) es una técnica estadística, de uso muy extendido, para asegurar que los procesos cumplen con los estándares. Todos los procesos están sujetos a ciertos grados de variabilidad, por tal motivo es necesario distinguir entre las variaciones por causas naturales y por causas imputables, desarrollando una herramienta simple pero eficaz para separarlas: el gráfico de control.

Se utiliza el control estadístico de proceso para medir el funcionamiento de un proceso. Se dice que un proceso está funcionando bajo control estadístico cuando las únicas causas de variación son causas comunes (naturales). El proceso, en primer lugar, debe controlarse estadísticamente, detectando y eliminando las causas especiales (imputables) de variación. Posteriormente se puede predecir su funcionamiento y determinar su capacidad para satisfacer las expectativas de los consumidores. El objetivo de un sistema de control de proceso es proporcionar una señal estadística cuando aparezcan

causas de variación imputables. Una señal de este tipo puede adelantar la toma de una medida adecuada para eliminar estas causas imputables.

Las variaciones naturales afectan a todos los procesos de producción, y siempre son de esperar. Las variaciones naturales son las diferentes fuentes de variación de un proceso que está bajo control estadístico. Se comportan como un sistema constante de causas aleatorias. Aunque sus valores individuales sean todos diferentes, como grupo forman una muestra que puede describirse a través de una distribución. Cuando estas distribuciones son normales, se caracterizan por dos parámetros estos parámetros son:

- La media de la tendencia central
- La desviación estándar

Mientras la distribución (precisión del output) se mantenga dentro de los límites especificados, se dice que el proceso está “bajo control”, y se toleran pequeñas variaciones.

Las variaciones imputables de un proceso suelen deberse a causas específicas. Factores como el desgaste de la maquinaria, equipos mal ajustados, trabajadores fatigados o insuficientemente formados, así como nuevos lotes de materias primas, son fuentes potenciales de variaciones imputables.

Las variaciones naturales y las imputables plantean dos tareas distintas al director de operaciones. La primera es asegurar que el proceso tendrá solamente variaciones naturales, con lo cual funcionará bajo control. La segunda es, evidentemente, identificar y eliminar variaciones imputables para que el proceso pueda seguir bajo control.

El control estadístico de procesos es un medio por el cual un operario o directivo puede determinar si un proceso genera outputs (producto final) que se ajustan a las especificaciones y si es probable que los siga generando. Consigue esto midiendo parámetros clave de una pequeña muestra de los outputs (producto final) generados a intervalos, mientras está en marcha el proceso.

1.6 Variabilidad

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.

Una medida razonable de la variabilidad podría ser la **amplitud** o **rango**, que se obtiene restando el valor más bajo de un conjunto de observaciones del valor más alto. Es fácil de calcular y sus unidades son las mismas que las de la variable, aunque posee varios inconvenientes:

- No utiliza todas las observaciones (sólo dos de ellas);
- Se puede ver muy afectada por alguna observación extrema;
- El rango aumenta con el número de observaciones, o bien se queda igual. En cualquier caso nunca disminuye.

La variabilidad será debida a factores marginales en los que el coste de su control, no compensa la disminución de variabilidad que se consigue. Se deduce, por tanto, un primer aspecto importante de un proceso que funciona correctamente:

Baja variabilidad: Si un proceso funciona correctamente, la variable aleatoria que describe su calidad (longitud, peso, tiempo, etcétera) tendrá una varianza pequeña.

¿Por qué es clave el concepto de variación?

La calidad de los procesos determina inevitablemente la calidad de los productos que se obtienen, de ahí que la primera gran meta de todo proceso de mejora debe ser: controlar y reducir la variabilidad, de forma que los procesos sean estables, consistentes y predecibles.

1.7 Herramientas básicas para el control estadístico

El secreto no pasa por las herramientas, sino por la manera en que éstas son utilizadas e interrelacionadas entre sí a los efectos de lograr los resultados. Además son necesarias tanto disponer de aptitud y actitud para realizar la tarea, aparte de disciplina se debe tener capacidad de observación y análisis, creatividad y voluntad de cambio.

Se muestran los procedimientos analíticos básicos para el control estadístico de la calidad. El objetivo de estas herramientas y, en general, de las técnicas estadísticas, es el uso eficiente de la información. Un problema frecuente dentro y fuera de las organizaciones es la presencia de abundantes datos pero escasa información. Un dato es simplemente un conjunto de caracteres numérico y sólo será información si aporta conocimiento útil al analista. Por tanto, el objetivo no es la recogida de datos sino de información.

La información es un valor añadido que el analista proporciona al dato. Para ello es necesario buscar representaciones de los datos que ayuden a extraer de ellos la información que contienen. Existe unanimidad en la literatura

relacionada con el control estadístico de la calidad en que las herramientas más importantes para el control estadístico de un proceso son:

1. Plantillas de recogida de información
2. Histogramas
3. Diagramas de Pareto
4. Diagramas causa-efecto
5. Diagramas de control

Cada herramienta es simple poner en ejecución. Estas herramientas se utilizan generalmente para complementarse, más bien que se emplean como técnicas independientes.

Veamos, brevemente en qué consiste cada uno de estos puntos:

1.7.1 Plantillas de recogida de información

Las plantillas de recogida de información u hoja de verificación es un formato construido especialmente para recabar datos, de tal forma que sea sencillo su registro sistemático y que sea fácil analizar la manera en que los principales factores que intervienen influyen en una situación o problema específico. Una característica que debe reunir una buena hoja de verificación o plantilla es que visualmente se pueda hacer un primer análisis que permita apreciar la magnitud y localización de los problemas principales. Algunas de las situaciones en las que resulta de utilidad obtener datos a través de las hojas de verificación son las siguientes:

- Describir los resultados de operación o de inspección.

- Examinar artículos defectuosos (identificando razones, tipos de fallas, área de donde proceden, así como máquina, material u operador que participe en su elaboración).
- Confirmar posibles causas de problemas de calidad.
- Analizar o verificar operaciones y evaluar el efecto de los planes de mejora.

Se recomienda al lector que revise estos formatos de registro de manera detallada, pues con ello quedará claro que la finalidad de especificar distintos factores como tipo de defecto, máquinas, turnos, departamentos, tipo de producto o día, es detectar cuándo estos factores son la principal fuente o pista del problema, ya que si se detecta alguna tendencia especial en la hoja, es posible actuar con mayor rapidez y precisión, ya que si tiene localizado el sector o condiciones que están generando el problema principal.

La hoja de verificación o plantilla es un paso natural dentro de un análisis de Pareto y una estratificación para recabar datos o confirmar pistas de búsqueda. Cada área de la empresa podría empezar a diseñar sus formatos de registro de tal forma que ayude a entender mejor la regularidad estadística de los problemas que se tienen. Por ejemplo, accidentes de trabajo, fallas en equipos y mantenimiento, fallas en trámites de administrativos, quejas, inspección y supervisión de operaciones son problemas sobre los que se requiere información que se puede obtener mediante un buen diseño de una hoja de verificación.

Es fácil comprender que la mejora de la calidad ha de sustentarse en datos. Sin embargo, cuando se quiere consultar datos es frecuente observar que éstos no han sido obtenidos de forma planificada ni racional, limitando su utilidad para cualquier análisis minimamente profundo. Otras veces, los datos

no son válidos porque se han tomado de forma distinta a la prevista, invalidando las conclusiones que se quieran deducir de ellos. Por tanto, la recolección de datos ha de planificarse, y para ello lo mejor es el diseño de hojas de verificación o plantillas, construidas a la medida de cada caso. Una plantilla bien diseñada asegura que se recogen los datos que se necesitan (los que verdaderamente proporcionarán información), además de sistematizar y agilizar la recogida de datos. A pesar de lo sencillo e intuitivo que pueda resultar la idea de utilizar una plantilla, muchas veces es origen de mucha pérdida de información. La principal causa es la falta de interés y cansancio que produce la rutina de su cumplimiento. Es por ello que la captura automática de información va ganando terreno frente al uso de plantillas. Su coste puede verse compensado por la rapidez y la precisión.

1.7.2 Histogramas

El histograma es una gráfica de barras que permite describir el comportamiento de un conjunto de datos en cuanto a su tendencia central, forma y dispersión. El histograma permite que de un vistazo se pueda tener una idea objetiva sobre la calidad de un producto, el desempeño de un proceso o el impacto de una acción de mejora. La correcta utilización del histograma permite tomar decisiones no solo con base en la media, sino también con base en la dispersión y formas especiales de comportamiento de los datos. Su uso cotidiano facilita el entendimiento de la variabilidad y favorece la cultura de los datos y los hechos objetivos.

El histograma es, a pesar de su sencillez, una forma muy completa de presentar la información. En un histograma puede verse a simple vista la siguiente información:

Centralización: es importante ver si los valores se concentran alrededor de uno o varios valores centrales, de forma que alejarse mucho de ellos sea poco probable; o por el contrario, los datos se distribuyen de manera uniforme en cierto rango.

Dispersión: los datos están muy concentrados en un rango estrecho, o por contra su rango es muy amplio.

Atípicos: unos cuantos valores se alejan del resto.

Asimetría: si hay asimetría en la distribución de los datos quiere decir que los valores muy altos tienen distinta probabilidad de ser obtenidos que los muy bajos.

Interpretación del Histograma

Lo que se aprecia en el histograma como tendencia central, variabilidad y comportamientos especiales, será una información valiosa. Observándolo se pueden contestar varias preguntas tales como:

- ¿Hay un comportamiento simétrico?, ¿Hay Sesgo?, ¿Hacia que lado? Para esto basta que se observe la forma del histograma; cuando es resultado de una muestra grande, hay un sesgo significativo puede ser que haya algún problema, como calentamiento de los equipos o instrumentos de medición descalibrados.
- ¿Está centrado el proceso? Con un tamaño de muestra grande es muy fácil ver mediante un histograma si un proceso está centrado o no, ya que basta observar la posición del cuerpo del histograma

respecto a la calidad óptima y a las especificaciones, si no está centrado la calidad que se produce no es adecuada.

- ¿Hay acantilados? Las posibles causas que motivan la presencia de acantilados están: un lote de artículos previamente inspeccionados al 100% donde se excluye a los artículos que no cumplen con alguna medida mínima o que exceden una medida máxima, problemas con el equipo de medición y errores en la inspección. Un acantilado es anormal y debe buscarse la causa del mismo.
- Estratificación. Cuando se obtienen datos que proceden de diferentes máquinas, proveedores u operadores, se hace un histograma por cada fuente y así se podrá encontrar la máquina o proveedor más problemático.

Construcción de un Histograma

Para decidir correctamente y detectar posibles anomalías en los datos se procede a lo siguiente para construir un histograma:

- **Paso 1.** Determinar el rango de datos. La diferencia entre el dato máximo y el dato mínimo.
- **Paso 2.** Obtener el número de clases (NC) o barras. Ninguno de ellos es exacto, esto depende de cómo sean los datos y cuantos sean. Un criterio usado es del número de clases, debe ser aproximado. Igual a la raíz cuadrada del número de datos.
- **Paso 3.** Establecer la longitud de clase (LC). Se establece de tal manera que el rango pueda ser cubierto en su totalidad por NC. Una forma directa de obtener la LC es dividiendo el rango entre el número de clases, $LC = R/NC$.

- **Paso 4.** Construir los intervalos de clase. Resultan de dividir el rango (original o ampliado) en NC e intervalos de longitud LC.
- **Paso 5.** Obtener la frecuencia de cada clase. Se cuentan los datos que caen en cada intervalo de clase.
- **Paso 6.** Graficar el histograma.

Se grafican en barras, en las que su base es el intervalo de clase y la altura sean las frecuencias de las clases.

Ejemplo:

A una fábrica de envases de vidrio, un cliente le está exigiendo que la capacidad de cierto tipo de botella sea de 13 ml., con una tolerancia de más o menos 1 ml., La fábrica establece un programa de mejora de calidad para que las botellas que se fabriquen cumplan con los requisitos del cliente.

Muestreo=

11,12,13,12,13,14,14,15,11,12,13,12,14,15,11,12,16,16,14,13,14,14,13,15,15

- Rango : $16 - 11 = 5$
- $2 \cdot \sqrt{5} = 5$
- $5/5 = 1$

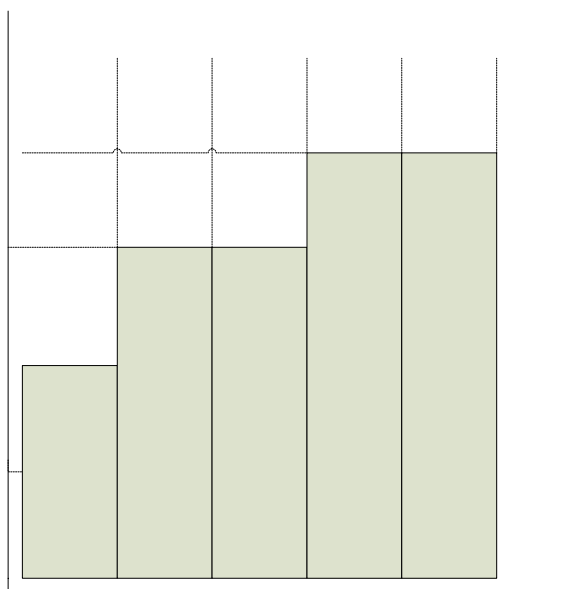
Tabla II. Tabla de frecuencias

Clase	Intervalo	Frecuencia	Frecuencia Relativa
1	11.12	3	0.12
2	12.13	5	0.25
3	13.14	5	0.25
4	14.15	6	0.24
5	15.16	6	0.24
	TOTAL	20	1.00

Fuente:

http://www.cucei.udg.mx/~luisdegu/calidad_total/Unidad_2/7herbas/ejemhist/ejemhist.htm

Figura 2. Histograma



Fuente:

http://www.cucei.udg.mx/~luisdegu/calidad_total/Unidad_2/7herbas/ejemhist/ejemhist.htm

1.7.3 Diagrama de Pareto

Cuando un proceso es complejo existen múltiples causas que pueden provocar fallos y afectar a la calidad final de forma significativa. No obstante, un análisis pormenorizado del proceso puede llevar a la conclusión de que no todos los tipos de fallos posibles ocurren con la misma frecuencia ni tienen igual repercusión. Lo más probable es que la mayoría de los fallos sean debidos a un número muy reducido de causas. Esta hipótesis de concentración de causas tiene una amplia contrastación empírica y son muchos los campos en los que se cumple. Este principio empírico de concentración fue popularizado por el italiano Vilfredo Pareto en el siglo XIX en su estudio de la distribución de la renta en Italia. Pareto encontró que el 20% de la población poseía el 80% de la riqueza total. A su vez, de la riqueza que poseía este reducido y afortunado grupo, el 80% pertenecía al 20% de ellos. Este resultado empírico ha dado lugar al denominado Análisis de Pareto, que consiste en comprobar si existe dicha concentración de efectos en el sistema que nos ocupe. A dicha concentración se le suele denominar Ley de Pareto o regla 80/20 (el 80% de los efectos están provocados por el 20% de las posibles causas). La utilidad del Análisis de Pareto en el SPC es indudable. No sólo es una herramienta potente para controlar el estado de un sistema sino que es extremadamente sencilla.

1. El diagrama de Pareto es un diagrama de barras donde cada barra corresponde a una causa de fallo y la altura es proporcional a la frecuencia de aparición de dicho fallo en el periodo considerado. El diagrama de Pareto ayuda a jerarquizar las prioridades a la hora de actuar sobre un sistema. Lógicamente habrá que actuar en primer lugar sobre las causas que originen la mayor proporción de fallos.

2. Un diagrama de Pareto es una gráfica de barras para datos de conteo. Presenta la frecuencia de cada conteo en el eje vertical y el tipo de conteo o clasificación sobre el eje horizontal. Los tipos de conteo se ordenan en forma descendente de frecuencia u ocurrencia; esto es, el tipo que ocurre con mayor frecuencia está a la izquierda. Seguido por el tipo que ocurre con la siguiente mayor frecuencia, y así sucesivamente.

El diagrama de Pareto recibe ese nombre por el economista antes citado, que especuló que ciertas economías la mayor parte de la riqueza la poseía una minoría de las personas. En datos de conteo, el “principio de Pareto” ocurre con frecuencia, y esa es la razón del nombre del diagrama.

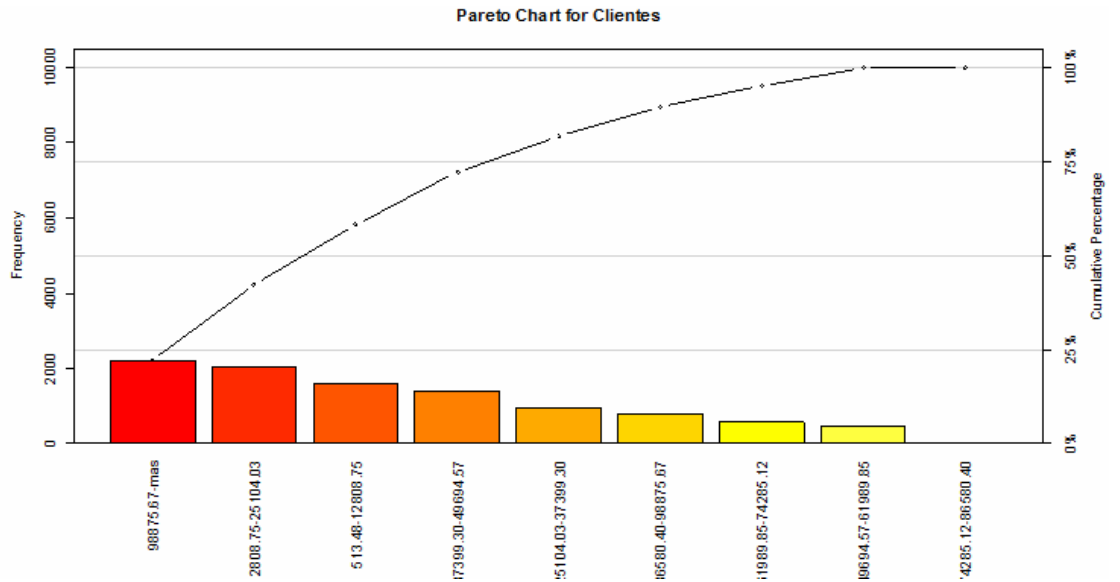
Los diagramas de Pareto son muy útiles en el análisis de datos de defectos en sistemas de manufactura.

Los pasos para elaborar un diagrama de Pareto son:

1. Selección del problema que se va a analizar y las causas que lo categorizan.
2. Decidir que datos va a necesitar y cómo clasificarlos.
3. Definir el método de recolección de los datos y el periodo de duración de la recolección.
4. Diseñar una tabla para el conteo de datos con espacio suficiente para registrarlos.
5. Elaborar una tabla de datos para el diagrama de Pareto con la lista de categorías, los totales individuales, los totales acumulados, la composición porcentual y los porcentajes acumulados.

6. Organizar las categorías por orden de magnitud decreciente, de izquierda a derecha en un eje horizontal construyendo un diagrama de barras. El concepto de “otros” debe ubicarse en el último lugar independientemente de su magnitud.
7. Dibujar dos ejes verticales y un eje horizontal.
8. Eje vertical izquierdo: Marque este eje con una escala desde 0 hasta el total general.
9. Eje vertical derecho: Marque este eje con una escala desde 0 hasta 100%.
10. Eje horizontal: Divídalo en un número de intervalos igual al número de categorías clasificadas.
11. Dibujar la curva acumulada (Curva Pareto).
12. Marcar los valores acumulados (%) en la parte superior, a lado derecho de los intervalos de cada categoría, y conecte los puntos con una línea continua.

Figura 3. Diagrama de Pareto



Fuente: www.evaluandoerp.com/up/Pareto.gif

Ejemplo: Construir el diagrama de Pareto de los defectos en elementos estructurales en puertas.

Durante una jornada laboral el equipo de control de calidad decidió hacer un conteo de los defectos que se presentaban en los elementos estructurales para puertas que se manufacturaban dentro de la empresa recabando los siguientes datos:

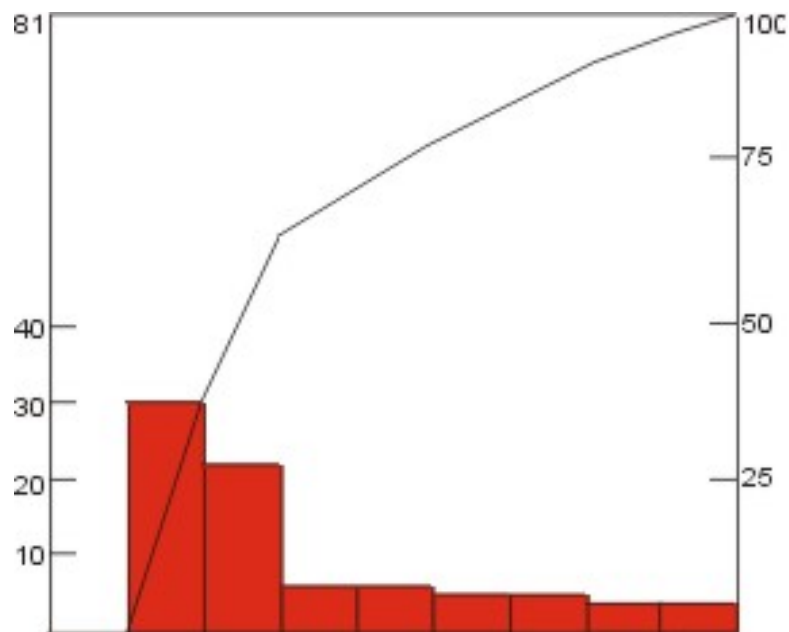
Tabla III. Tabla de defectos en elementos estructurales en puertas

Clave	Defecto	Cantidad	Porcentaje del total
A	Fuera de perfil	30	37
B	Piezas desordenadas	21	26
C	Agujeros/ranuras	6	7.4
D	Fuera de secuencia	6	7.4
E	Partes no lubricadas	5	6.1
F	Piezas con rebabas	5	6.1
G	Abolladuras/picaduras	4	5
H	Otros	4	5
	TOTAL	81	100

Fuente:

http://www.cucei.udg.mx/~luisdegu/calidad_total/Unidad_2/7herbas/ejempare/ejempare.html

Figura 4. Diagrama de Pareto de defectos en elementos estructurales



Fuente:

http://www.cucei.udg.mx/~luisdegu/calidad_total/Unidad_2/7herbas/ejempare2/ejempare2.html

Obsérvese cómo el diagrama de Pareto pone de relieve que relativamente pocos defectos, son responsables de la mayor parte de los defectos observados en la pieza. El diagrama de Pareto es una parte importante de un programa de mejoramiento de la calidad porque permite que administradores e ingenieros enfoquen su atención a los defectos críticos en un producto o proceso. Una vez que se identifican estos defectos críticos, deben desarrollarse e implantarse las acciones correctivas para reducir o estimar dichos defectos.

Lo anterior es más fácil de hacer cuando nos aseguramos de estar atacando un problema legítimo, pues es más sencillo reducir o eliminar defectos que ocurren con frecuencia que aquellos que se presentan en raras ocasiones.

1.7.4 Diagrama Causa-Efecto

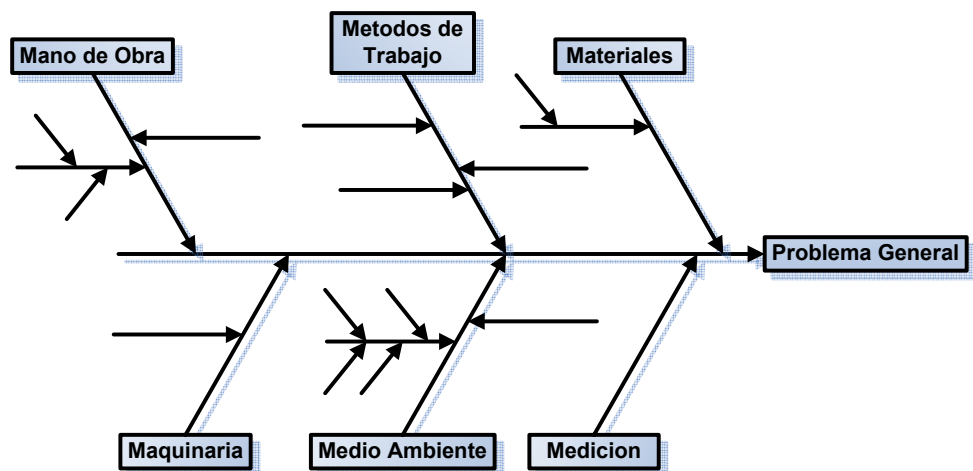
El diagrama de causa-efecto o *diagrama de Ishikawa* es un método gráfico que refleja la relación entre una característica de calidad (muchas veces un área problemática) y los factores que posiblemente contribuyen a que exista. En otras palabras, es una gráfica que relaciona el efecto (problema) con sus causas potenciales.

El diagrama de Ishikawa es una gráfica en la cual, en el lado derecho, se anota el problema, y en el lado izquierdo se especifican por escrito todas sus causas potenciales, de tal manera que se agrupan o estratifican de acuerdo con sus similitudes en ramas y sub-ramas.

El diagrama de Ishikawa es una herramienta muy útil para localizar las causas de los problemas, y será de mayor efectividad en la medida en que dichos problemas estén mejor localizados y delimitados.

El diagrama de Ishikawa es una manera de identificar las fuentes de variabilidad. Para confirmar si una posible causa es una causa real se recurre a la obtención de datos o al conocimiento que se tiene sobre el proceso.

Figura 5. Esquema básico de un diagrama de Ishikawa



Fuente: http://www.cucei.udg.mx/~luisdegu/calidad_total/Unidad_2/7herbas/ishi2/ishi2.html

A continuación se presentan algunas de las ventajas adicionales que tiene el uso del diagrama de Ishikawa:

1. Las causas del problema se buscan activamente y los resultados quedan plasmados en el diagrama.
2. Un DI muestra el nivel de conocimientos técnicos que se han logrado sobre el proceso.
3. Un DI sirve para señalar todas las posibles causas de un problema y cómo se relacionan entre sí, con lo cual la solución del problema se vuelve un reto y se motiva así el trabajo por la calidad.
4. Los pasos para elaborar un diagrama Causa-Efecto o Ishikawa son:

5. Entender el o los problemas del proceso.
6. Nombrar un líder para la discusión
7. Generar ideas para desarrollar el diagrama Causa-Efecto.
8. Agotar varios niveles de análisis
9. Agregar información al diagrama de Causa-Efecto hasta que muestre todas las causas de variación.
10. Revisión final para determinar si todos los puntos de variación están comprendidos.

La construcción del diagrama Causa-Efecto o Ishikawa es de la siguiente manera:

1. Seleccione el efecto a analizar. Hacerlo por consenso
2. Liste las causas posibles que originan el efecto. Lluvia de Ideas
3. Clasifique las causas. Principales, secundarias, terciarias: niveles de análisis
4. Dibuje el diagrama
5. Jerarquice los factores por grado de importancia y defina los de impacto relevante sobre la característica específica.
6. Elabore y ejecute un programa de acciones correctivas de las causas relevantes.

Para iniciar la búsqueda de la solución de un problema en general, y para obtener la información para construir un DI en particular, a menudo se utiliza una sesión de lluvia de ideas.

1.7.5 Diagramas de control

En las organizaciones se cuestiona ocasionalmente acerca del efecto que tiene lo que se hace sobre la calidad, la eficiencia y las ventas. El contexto de estos cuestionamientos es el hecho de que en la empresa, por lo general, reacciona de alguna manera ante los cambios y situaciones adversas. Por ejemplo, se reacciona y actúa ante:

- Disminución de ventas.
- Cancelación de pedidos.
- Deterioro de la calidad.
- Lotes rechazados.
- Reclamos y quejas de los clientes.
- Retraso en la producción.
- Aumento de los costos de producción y administración.
- Excesiva rotación de personal.
- Accidentes de trabajo.
- Nuevos productos de la competencia.
- Fallas en equipos.
- Problemas con proveedores.

Existen muchos tipos de gráficos de control. Básicamente, consisten en la representación gráfica de la evolución temporal de una característica que mida la calidad de un artículo o servicio.

Las corridas permiten evaluar el comportamiento del proceso a través del tiempo, medir la amplitud de su dispersión y observar su dirección y los cambios que experimenta. Se elaboran utilizando un sistema de coordenadas, cuyo eje horizontal indica el tiempo en que quedan enmarcados los datos, mientras que

el eje vertical sirve como escala para transcribir la medición efectuada. Los puntos de la medición se unen mediante líneas rectas.

Las gráficas de control son herramientas estadísticas más complejas que permiten obtener un conocimiento mejor del comportamiento de un proceso a través del tiempo, ya que en ellas se transcriben tanto la tendencia central del proceso como la amplitud de su variación.

Están formadas por dos corridas en paralelo; una de ellas, la que se coloca en la parte superior, se destina a graficar una medida de tendencia central, que puede ser la medida aritmética o la mediana; y la otra, colocada en la parte inferior, se destina a graficar estadísticos que miden el rango de dispersión con respecto a dicha medida central. Estos estadísticos pueden ser el rango muestral o la desviación estándar de la muestra. En ambas corridas se señalan tres límites: el superior, el medio y el inferior.

Ejemplos que representan anormalidades en el proceso mediante las gráficas son:

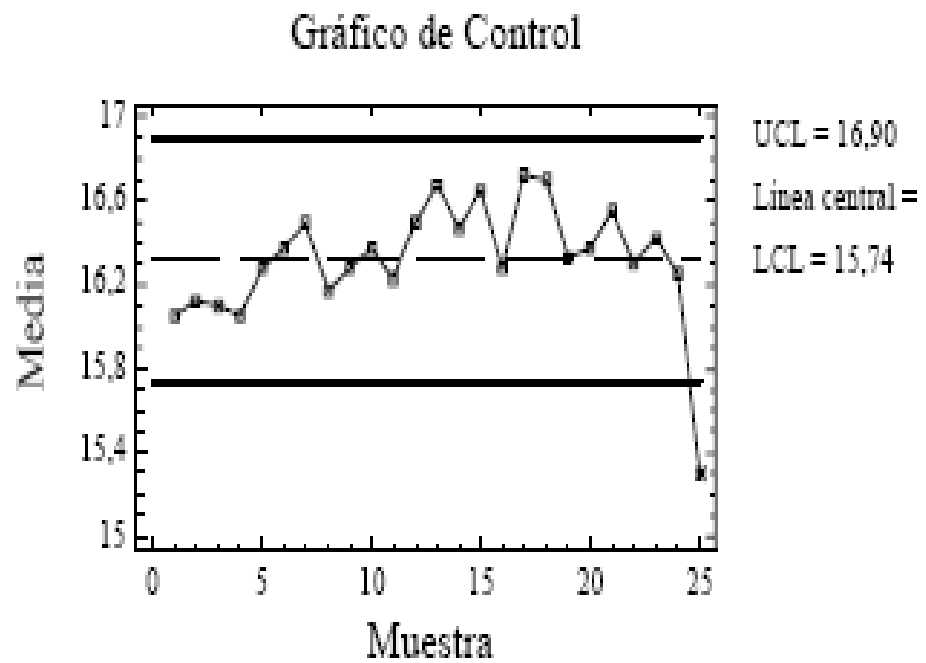
- Puntos fuera de los límites
- Siete puntos seguidos por arriba o por abajo de la línea central
La aparición de 6 ó 7 puntos consecutivos ascendentes o descendentes, que manifiestan tendencias
- La adhesión de los puntos a los límites de control

La idea básica de una carta de control es observar y analizar gráficamente el comportamiento de un proceso, con el propósito de distinguir las variaciones debidas a causas comunes de las ocasionadas por causas especiales (atribuibles). Esto permitirá detectar cambios y tendencias importantes en los procesos.

La línea central de una carta de control representa el *promedio del estadístico* que se está graficando, cuando el proceso se encuentra en control estadístico. Las otras dos líneas se llaman *límites de control*, superior e inferior, y están en una posición tal que, cuando el proceso está en control estadístico, hay una alta probabilidad de que prácticamente todos los valores del estadístico (puntos) caigan dentro de los límites. De esta manera, si todos los puntos están dentro de los límites, entonces se supone que el proceso está en control estadístico. Por el contrario, si al menos un punto está fuera de los límites de control, entonces esto es una señal de que pasó algo especial, por lo que es necesario investigar cuál es la causa de este comportamiento o cambio especial. En general, los límites de control son estimaciones de la amplitud de la variación natural del estadístico (promedio, rangos, etcétera.) que se grafica en la carta.

Ejemplo: El gráfico consta de una línea central que representa el valor medio de la variable de interés en muestras que se toman sucesivamente. El gráfico tiene, además, otras dos líneas paralelas a la central que representan los límites de control superior e inferior. Si los datos que se van obteniendo se hallan dentro de estos límites, se considera que el proceso está bajo control; es decir, sólo están actuando causas asignables sobre la variabilidad. Por el contrario, si algún valor cae fuera de dichos límites, se considera que ha actuado alguna causa no asignable. El proceso, entonces, podría estar fuera de control, por lo que se ha de actuar sobre el proceso para recuperar el control.

Figura 6. Ejemplo de gráfico de control



Fuente: <http://www.eticayempresa.com/cursostat/Capitulo2.pdf>

1.8 Indicadores de gestión

1.8.1 Significado del desempeño

Logro de resultados con base en normas establecidas. Administrar y/o establecer acciones concretas para hacer realidad las tareas y/o trabajos programados y planificados. Se define desempeño como aquellas acciones que son relevantes para lograr los objetivos de la organización, y que pueden ser medidas en términos de contribución a las metas de la empresa.

El desempeño es un concepto relativamente nuevo y, en principio, nos conduce a un concepto plural, que busca englobar diversos factores en un elemento medible y cuantificable. Se puede interpretar el desempeño como una noción estratégica, en la que se asocian las metas logradas y los recursos organizativos utilizados para este fin, enmarcados en condiciones de exigencia particular que le impone el medio ambiente a la organización. El “performance”, traducido deficientemente al castellano como desempeño, tiene como esencia conceptual, la realización de las responsabilidades gerenciales con atributos de calidad. En ese sentido se relaciona con la rentabilidad, eficiencia y productividad, productos, insumos, resultados, recursos, efectividad, medios, gastos, ingresos, oportunidad, congruencia y factibilidad en la toma de decisiones.

- ¿Qué es el desempeño?
- ¿Qué pueden hacer las organizaciones para medirlo, manejarlo, planearlo y mejorarlo?

La respuesta a la primera pregunta induce a decir que “el desempeño de una organización, grupo o persona está definido por una integración sistémica de lo que debió lograrse en el pasado, lograr en el presente y podría lograrse en el futuro. Entendiendo el logro como una función integrada entre el QUE (objetivos/resultados) y el COMO (competencias/comportamientos)”.

La respuesta a la segunda pregunta presenta un gran número de opciones, ya que son muchas las estrategias y acciones que pueden encarar las organizaciones para manejar el fenómeno del desempeño. La administración del desempeño (o performance management, como se conoce en su versión en inglés) “es un sistema complejo de elementos de la gestión organizacional que acopla la administración por objetivos con la gestión por competencias, permitiendo especificar, revisar y mejorar de manera continua los desempeños organizacionales, grupales e individuales conducentes al logro de la misión empresarial”.

Los elementos fundamentales de un sistema de administración del desempeño son tres:

- Objetivos
- Competencias
- Indicadores de gestión

Los objetivos tienen como finalidad guiar el desempeño hacia el logro de la estrategia organizacional.

Las competencias tienen tres finalidades: la primera es orientar el desempeño a través de la definición de los comportamientos requeridos por la organización, la segunda es controlar riesgos, ya que los objetivos pueden ser

logrados en el corto plazo mediante comportamientos inapropiados perjudicando de ese modo el desempeño organizacional en el futuro, y la tercera finalidad es la de explicar los desvíos en el logro de los objetivos a partir de la identificación de los comportamientos disfuncionales de una persona o grupo.

Los indicadores de gestión tienen la finalidad de guiar y controlar el desempeño objetivo y comportamiento requerido para el logro de las estrategias organizacionales.

Para medir el desempeño, se necesita evaluarlo a través de indicadores de desempeño. Estos indicadores deben ayudar a la gerencia para determinar cuan efectiva y eficiente ha sido el logro de los objetivos, y por ende, el cumplimiento de la metas.

1.8.2 Índice

Valor que da la expresión matemática (indicador) al introducirle datos y se obtienen para evaluarlos a través de diagnóstico.

$$\text{ÍNDICE} = \frac{10 \text{ (toneladas)}}{100 \text{ (HH)}} = 0,1 \text{ toneladas / HH}$$

1.8.3 Indicador

Es una expresión matemática de lo que se quiere medir, con base en factores o variables claves y tienen un objetivo y cliente predefinido. Los

indicadores de acuerdo a sus tipos (o referencias) pueden ser históricos, estándar, teóricos, por requerimiento de los usuarios, por lineamiento político, planificado, etcétera.

$$\text{INDICADOR} = \frac{\mathbf{a \text{ (unidad)}}}{\mathbf{b \text{ (unidad)}}$$

1.8.4 Indicadores de gestión

- Medios, instrumentos o mecanismos para evaluar hasta que punto o en que medida se están logrando los objetivos estratégicos.
- Representan una unidad de medida gerencial que permite evaluar el desempeño de una organización frente a sus metas, objetivos y responsabilidades con los grupos de referencia.
- Producen información para analizar el desempeño de cualquier área de la organización y verificar el cumplimiento de los objetivos en términos de resultados.
- Detectan y prevén desviaciones en el logro de los objetivos.
- EL análisis de los indicadores conlleva a generar ALERTAS SOBRE LA ACCIÓN, no perder la dirección, bajo el supuesto de que la organización está perfectamente alineada con el plan.

1.8.4.1 ¿Por qué medir?

Si no se mide lo que se hace, no se puede controlar y si no se puede controlar, no se puede dirigir y si no se puede dirigir no se puede mejorar. A partir de las últimas décadas del siglo XX, las empresas vienen experimentando un proceso de cambios revolucionarios, pasando de una situación de

protección regulada a entornos abiertos altamente competitivos. Esta situación, de transformaciones constantes del ambiente de negocio hace necesario que las empresas, para mantener e incrementar su participación de mercado en estas condiciones, deban tener claro la forma de cómo analizar y evaluar los procesos de su negocio, es decir deben tener claro su sistema de medición de desempeño.

La medición del desempeño puede ser definida generalmente, como una serie de acciones orientadas a medir, evaluar, ajustar y regular las actividades de una empresa. En la literatura existe una infinidad de definiciones al respecto; su definición no es una tarea fácil dado que este concepto envuelve elementos físicos y lógicos, depende de la visión del cuerpo gerencial, de la composición y estructura jerárquica y de los sistemas de soporte de la empresa.

Entonces, ¿Por qué medir?

- Porque la empresa debe tomar decisiones.
- Porque se necesita conocer la eficiencia de las empresas (caso contrario, se marcha “a ciegas”, tomando decisiones sobre suposiciones o intuiciones).
- Porque se requiere saber si se está en el camino correcto o no en cada área.
- Porque se necesita mejorar en cada área de la empresa, principalmente en aquellos puntos donde se está más débil.
- Porque se requiere saber, en lo posible, en tiempo real, que pasa en la empresa (eficiencia o ineficiencia)

1.8.4.2 ¿Para qué medir?

- Para interpretar lo que está ocurriendo.
- Para tomar medidas cuando las variables se salen de los límites establecidos.
- Para definir la necesidad de introducir cambios y/o mejoras y poder evaluar sus consecuencias en el menor tiempo posible.
- Para analizar la tendencia histórica y apreciar la productividad a través del tiempo.
- Para establecer la relación entre productividad y rentabilidad.
- Para direccionar o redireccionar planes financieros.
- Para relacionar la productividad con el nivel salarial.
- Para medir la situación de riesgo de la empresa.
- Para proporcionar las bases del desarrollo estratégico y de la mejora focalizada.

1.8.5 Atributos de los indicadores

Cada medidor o indicador debe satisfacer los siguientes **criterios o atributos**:

- **Medible:** El medidor o indicador debe ser medible. Esto significa que la característica descrita debe ser cuantificable en términos ya sea del grado o frecuencia de la cantidad.
- **Entendible:** El medidor o indicador debe ser reconocido fácilmente por todos aquellos que lo usan.
- **Controlable:** El indicador debe ser controlable dentro de la estructura de la organización.

1.8.6 Tipos de indicadores

En el contexto de orientación hacia los procesos, un medidor o indicador puede ser de proceso o de resultados. En el primer caso, se pretende medir que está sucediendo con las actividades, y en segundo se quiere medir las salidas del proceso. También se **pueden clasificar los indicadores** en indicadores de eficacia o de eficiencia. El indicador de eficacia mide el logro de los resultados propuestos. Indica si se hicieron las cosas que se debían hacer, los aspectos correctos del proceso. Los indicadores de eficacia se enfocan en el qué se debe hacer, por tal motivo, en el establecimiento de un indicador de eficacia es fundamental conocer y definir operacionalmente los requerimientos del cliente del proceso para comparar lo que entrega el proceso contra lo que él espera. De lo contrario, se puede estar logrando una gran eficiencia en aspectos no relevantes para el cliente. Los indicadores de eficiencia miden el nivel de ejecución del proceso, se concentran en el Cómo se hicieron las cosas y miden el rendimiento de los recursos utilizados por un proceso. Tienen que ver con la productividad.

1.8.7 Categorías de los indicadores

Se debe saber discernir entre indicadores de cumplimiento, de evaluación, de eficiencia, de eficacia e indicadores de gestión.

- **Indicadores de cumplimiento:** con base en que el cumplimiento tiene que ver con la conclusión de una tarea. Los indicadores de cumplimiento están relacionados con las razones que indican el grado de consecución de tareas y/o trabajos. Ejemplo: cumplimiento del programa de pedidos.

- **Indicadores de evaluación:** la evaluación tiene que ver con el rendimiento que se obtiene de una tarea, trabajo o proceso. Los indicadores de evaluación están relacionados con las razones y/o los métodos que ayudan a identificar nuestras fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora. Ejemplo: evaluación del proceso de gestión de pedidos.
- **Indicadores de eficiencia:** teniendo en cuenta que eficiencia tiene que ver con la actitud y la capacidad para llevar a cabo un trabajo o una tarea con el mínimo de recursos. Los indicadores de eficiencia están relacionados con las razones que indican los recursos invertidos en la consecución de tareas y/o trabajos. Ejemplo: Tiempo fabricación de un producto, razón de piezas / hora, rotación de inventarios.
- **Indicadores de eficacia:** eficaz tiene que ver con hacer efectivo un intento o propósito. Los indicadores de eficacia están relacionados con las razones que indican capacidad o acierto en la consecución de tareas y/o trabajos. Ejemplo: grado de satisfacción de los clientes con relación a los pedidos.
- **Indicadores de gestión:** teniendo en cuenta que gestión tiene que ver con administrar y/o establecer acciones concretas para hacer realidad las tareas y/o trabajos programados y planificados. Los indicadores de gestión están relacionados con las razones que permiten administrar realmente un proceso. Ejemplo: administración y/o gestión de los almacenes de productos en proceso de fabricación y de los cuellos de botella.

1.8.8 Propósito de los indicadores

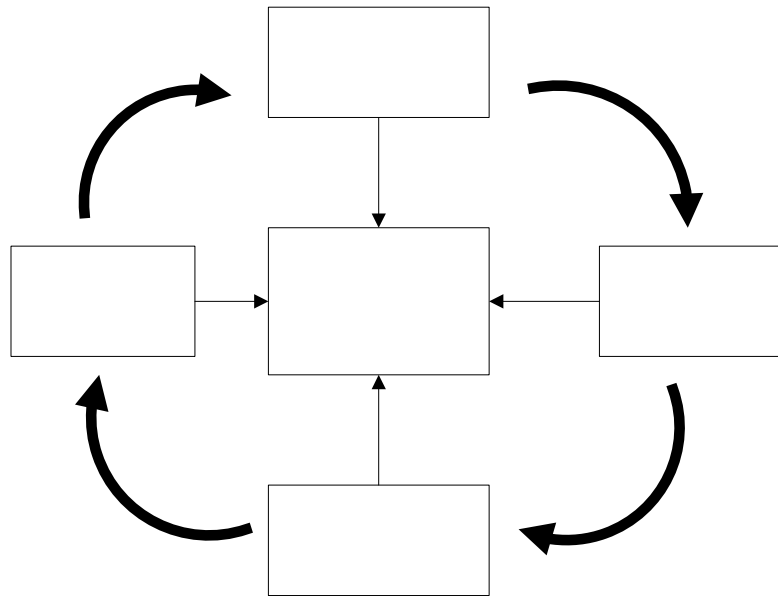
Podría decirse que el objetivo de los sistemas de medición es aportar a la empresa un camino correcto para que ésta logre cumplir con las metas establecidas.

Todo sistema de medición debe satisfacer los siguientes objetivos:

- Comunicar la estrategia.
- Comunicar las metas.
- Identificar problemas y oportunidades.
- Diagnosticar problemas.
- Entender procesos.
- Definir responsabilidades.
- Mejorar el control de la empresa.
- Identificar iniciativas y acciones necesarias.
- Medir comportamientos.
- Facilitar la delegación en las personas.
- Integrar la compensación con la actuación.

La razón de ser de un sistema de medición es entonces: comunicar, entender, orientar y compensar la ejecución de las estrategias, acciones y resultados de la empresa.

Figura 7. Razón de ser de un Sistema de Medición



Los procesos que comúnmente integran un sistema de medición son: planificación, presupuesto (asignación de recursos), información, seguimiento (control), evaluación y compensación.

Uno de los problemas más habituales es su alineación; cada uno de estos procesos es “gerenciado” por organizaciones distintas, por responsables distintos, en muchos casos ninguno de ellos se “hablan”; mientras que el proceso de planificación lo ejecuta de forma separada la organización de planificación, los procesos de asignación de recursos, información y seguimiento los ejecuta la organización de finanzas, los procesos de evaluación y compensación son administrados por la organización de Recursos Humanos.

Esta falta de alineación genera inconsistencia al momento de clarificar, jerarquizar, comunicar, ejecutar y medir la estrategia. Lo que para una

organización es importante para otra no lo es, lo que para una organización es urgente para otra no lo es, en fin no hay una integración de todos y cada uno de los componentes de la empresa en pos de un objetivo único o consistente para la empresa.

Implementar una estrategia para lograr el futuro elegido implica una combinación apropiada de estructura y control. La estructura asigna las tareas y precisa como se coordinan, sin embargo no da el suministro de motivación suficiente para que funcione la estructura y surge la necesidad del control.

Se requiere de un sistema de medición porque no todos son capaces o desean hacer lo mejor para la organización. El sistema de medición debe evitar los comportamientos indeseables y motivar las acciones deseables.

Un tipo importante de problemas que abordan los sistemas de medición pueden llamarse limitaciones personales: Las personas no siempre entienden lo que se espera de ellas, pueden carecer de algunas habilidades requeridas, de capacitación o de información. Por otro lado algunos individuos deciden no desempeñar bien lo que se les encarga porque sus objetivos individuales y los de la organización pueden no coincidir perfectamente. Hay una incongruencia de objetivos.

Un buen sistema de gestión debe estimular la acción, marcando las variaciones significativas respecto al plan original y resaltándolas a las organizaciones que pueden corregirlas.

- El seguimiento de la gestión debe estar orientado al futuro.
- Un buen sistema de medición debe considerar las dimensiones significativas de una actividad con objetivos múltiples.

- Un mayor control y seguimiento de la gestión no siempre es económicamente deseable.

1.8.9 Beneficio de los indicadores

¿Qué debo esperar de un sistema de indicadores?

- Que se convierta en un sistema de alertas tempranas “Pre-alarmas”
- Que determine las tendencias y la causa raíz del comportamiento productivo.
- Que establezca la relación entre el valor agregado y el costo laboral para definir el tamaño y el valor óptimo del equipo humano.
- Que relacione la productividad del capital humano, la del capital físico, la rentabilidad, el endeudamiento y la liquidez con el fin de garantizar equilibrio.
- Que facilite la toma de decisiones, que permita construir conocimiento, que oriente a las personas, que alimente las políticas, que permita operar procesos productivos.

1.9 Productividad

El único camino para que un negocio pueda crecer y aumentar su rentabilidad (o sus utilidades) es aumentando su productividad. Y el instrumento fundamental que origina una mayor productividad es la utilización de métodos, el estudio de tiempos y un sistema de pago de salarios.

Productividad puede definirse como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. En la

fabricación la productividad sirve para evaluar el rendimiento de los talleres, las máquinas, los equipos de trabajo y los empleados.

Productividad en términos de empleados es sinónimo de rendimiento. En un enfoque sistemático decimos que algo o alguien es productivo con una cantidad de recursos (Insumos) en un periodo de tiempo dado se obtiene el máximo de productos.

La productividad en las máquinas y equipos está dada como parte de sus características técnicas. No así con el recurso humano o los trabajadores. Deben de considerarse factores que influyen.

Además de la relación de cantidad producida por recursos utilizados, en la productividad entran en juego otros aspectos muy importantes como:

Calidad: La calidad es la velocidad a la cual los bienes y servicios se producen especialmente por unidad de labor o trabajo.

$$\text{Productividad} = \text{Salida} / \text{Entradas}$$

Entradas: Mano de Obra, Materia prima, Maquinaria, Energía, Capital.

Salidas: Productos.

- Misma entrada, salida más grande
- Entrada más pequeña misma salida
- Incrementar salida disminuir entrada
- Incrementar salida más rápido que la entrada
- Disminuir la salida en forma menor que la entrada.

En 1950, la organización para la cooperación económica europea ofreció una definición más formal de la productividad.

“Productividad es el cociente que se obtiene de dividir la producción por uno de los factores de la producción”.

De esta forma es posible hablar de la productividad de capital, de mano de obra, de materia prima, etcétera.

Es la relación entre la cantidad y calidad de bienes o servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados para producirlos. En términos cuantitativos, la producción es la cantidad de productos que se produjeron, mientras que la productividad es la razón entre la cantidad producida y los insumos utilizados.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción}}{\text{Insumos}} = \frac{\text{Resultados logrados}}{\text{Recursos empleados}}$$

La productividad implica la mejora del proceso productivo, la productividad aumenta cuando:

- Existe una reducción de los insumos mientras las salidas permanecen constante.
- Existe un incremento de las salidas, mientras los insumos permanecen constantes.

Errores comunes acerca de la productividad:

- La productividad no es solamente la eficiencia del trabajo o la productividad del trabajo, ya que en la actualidad es más que eso y se debe tener en cuenta al aumento del costo de la energía y de las materias primas, junto con una mayor preocupación por el desempleo y la calidad de vida del trabajo.
- La segunda idea falsa se relaciona con la posibilidad de medir el rendimiento simplemente por el producto; sin embargo, este último puede aumentar sin un incremento de la productividad, si los costos de los insumos se han elevado en forma desproporcionada.
- El tercer error está constituido por la confusión entre la productividad y la rentabilidad.
- Sin embargo, se pueden obtener beneficios debido a la recuperación de los precios, aún cuando la productividad haya descendido y viceversa.
- Lo anterior genera un nuevo error que consiste en confundir la productividad con la eficiencia, aunque eficiencia significa producir bienes de alta calidad en el menor tiempo posible.
- El quinto error es creer que las reducciones de los costos siempre mejoran la productividad, siendo que cuando se llevan a cabo de manera indiscriminada, en el largo plazo pueden empeorar la situación.
- Otro error comúnmente encontrado es la creencia de que la productividad sólo se puede aplicar a la producción. En realidad, se encuentra relacionada con cualquier tipo de organización o sistema, incluidos los servicios y la información.

Por lo tanto, se puede deducir que la productividad no sólo se relaciona con el trabajo, sino también con otros factores, debido a que en industrias o regiones donde los trabajadores están siendo sustituidos por robots, la productividad del capital o de otros recursos caros y escasos, como la energía o las materias primas tiene mucho mayor interés que la productividad del trabajo. Adicionalmente “el principal indicador del mejoramiento de la productividad es una relación decreciente entre el insumo y el producto, así como una calidad constante o mejorada”.

Importancia y función de la productividad:

Su importancia radica en que es un instrumento comparativo para gerentes y directores de empresas, ingenieros industriales, economistas y políticos, pues compara la producción en diferentes niveles del sistema económico (organización, sector o país) con los recursos consumidos.

Por otro lado se reconoce que los cambios de la productividad tienen una gran influencia en numerosos fenómenos sociales y económicos, tales como el rápido crecimiento económico, el aumento de los niveles de vida, las mejoras de la balanza de pagos de la nación, el control de la inflación e incluso el volumen y la calidad de las actividades recreativas.

Factores del mejoramiento de la productividad:

Debido a que intervienen demasiados factores, sólo se hará énfasis en aquellos que se consideran como el principal objeto de interés de los directores y todos aquellos ejecutivos enfocados hacia el mejoramiento de la misma.

Existen dos categorías principales de factores de productividad:

- Externos (no controlables).
- Internos (controlables).

Factores internos:

Algunos factores internos son susceptibles de modificarse más fácilmente que otros, por lo que se les clasifica en dos grupos: duros y blandos.

Los **factores duros** incluyen los productos, la tecnología, el equipo y las materias primas; mientras que los **factores blandos** incluyen la fuerza de trabajo, los sistemas y procedimiento de organización, los estilos de dirección y los métodos de trabajo.

Factores duros

Producto:

La productividad de este factor significa el grado en el que el producto satisface las exigencias del cliente; y se le puede mejorar mediante un perfeccionamiento del diseño y de las especificaciones.

Planta y equipo:

La productividad de este factor se puede mejorar prestando atención a la utilización, la antigüedad, la modernización, el costo, la inversión, el equipo producido internamente, el mantenimiento y la expansión de la capacidad, el control de los inventarios, la planificación y control de la producción, etc.

Tecnología:

La innovación tecnológica constituye una fuente importante de aumento de la productividad, ya que se puede lograr un mayor volumen de bienes y servicios, un perfeccionamiento de la calidad, la introducción de nuevos métodos de comercialización, etc., mediante una mayor automatización y una adecuada selección de la misma.

Factores externos:

En el nivel nacional, la productividad determina en gran medida los ingresos reales, la inflación, la competitividad y el bienestar de la población, razón por la cual algunas dependencias públicas se esfuerzan por descubrir las razones reales del crecimiento o de la disminución de la productividad.

Dentro de estos factores, se tienen los siguientes:

Ajustes estructurales.- los cambios estructurales de la sociedad influyen a menudo en la productividad nacional y de la empresa independientemente de la dirección adoptada por las compañías. Sin embargo a largo plazo los cambios en la productividad tienden a modificar a esta estructura.

Cambios económicos.- debido a lo amplio que resulta este apartado, se le puede resumir a los siguientes cambios más importantes observados durante mucho tiempo, como son el traslado de empleo de la agricultura a la industria manufacturera; el paso del sector manufacturero a las industrias de servicio; y por otro lado las variaciones en la composición del capital, el impacto estructural de las actividades de investigación y desarrollo y de tecnología, las economías de escala, y la competitividad industrial.

Cambios demográficos y sociales.- dentro de este aspecto destacan las tasas de natalidad y las de mortalidad, ya que en el largo plazo tienden a repercutir en el mercado de trabajo, la incorporación de las mujeres a la fuerza de trabajo y los ingresos que perciben, la edad de jubilación, y los valores y actitudes culturales.

Recursos naturales.- comprenden la mano de obra y su capacidad técnica, su educación y formación profesional, su salud, sus actitudes y motivaciones, y su perfeccionamiento profesional; la tierra y el grado de erosión que tiene, la contaminación del suelo, la disponibilidad de tierras, etc.; la energía y su oferta; y las materias primas y sus precios, así como su abundancia.

Administración pública e infraestructura.- comprende las leyes, reglamentos o prácticas institucionales que se llevan a cabo y que repercuten directamente en la productividad.

Ejemplo: Supóngase que una compañía manufacturera de calculadoras electrónicas produce 10,000 calculadoras empleando 50 personas que trabajan 8 horas diarias durante 25 días.

Producción= 10,000 calculadoras.

Recursos empleados:

Trabajadores = 50

Horas de trabajo= 8

Días= 25

$$\text{Productividad (del trabajo)} = \frac{10,000 \text{ (calculadoras)}}{50 \times 8 \times 25}$$

Productividad = 1 calculadora por hombre en horas

Supóngase que esta compañía aumenta su productividad a 12,000 calculadoras contratando 10 trabajadores más, en consecuencia:

$$\text{Productividad} = \frac{12,000 \text{ (calculadoras)}}{60 \times 8 \times 25} = 1 \text{ calculadora/hombre-hora}$$

De lo anterior se puede observar que la producción de calculadoras aumento en un 20% pero la productividad del trabajo no aumento, del ejemplo anterior se puede observar también que puede haber casos en los cuales la productividad de la mano de obra disminuya aun cuando la producción aumente; o en los que la productividad de la mano de obra aumenta junto con la producción. Es decir, un aumento en la producción no necesariamente significa un aumento en la productividad.

Con frecuencia se confunden entre si los términos productividad, eficiencia y efectividad.

1.9.1 ¿Por qué se mide la productividad?

- Porque se fortalece la cultura de la productividad dentro de un ambiente mensurable.
- Porque permite evaluar el desempeño, definir estrategias y establecer políticas visionarias.
- Porque se obtienen bases sólidas para la planeación estratégica y sus acciones tácticas, con lo cual se puede fortalecer las relaciones entre directivos y colaboradores.
- Porque es necesario establecer una política salarial acorde con la productividad laboral, la calidad empresarial y la rentabilidad organizacional.
- Porque conocer la productividad y la rentabilidad servirá para establecer políticas y con ello estimular la cooperación o construcción colectiva.
- Porque conocer la productividad permitirá visionar políticas empresariales.

El costo relacionado con la imagen de la empresa y la calidad debería estar incluido en la medida de la productividad.

Con el fin de medir el progreso de la productividad, generalmente se emplea el ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD (P) como punto de comparación:

$$P = 100 * (\text{Productividad Observada}) / (\text{Estándar de Productividad})$$

La productividad observada es la productividad medida durante un periodo definido (día, semana, mes, año) en un sistema conocido (taller,

empresa, sector económico, departamento, mano de obra, energía, país) El estándar de productividad; es la productividad base o anterior que sirve de referencia.

Con lo anterior vemos que podemos obtener diferentes medidas de productividad, evaluar diferentes sistemas, departamentos, empresas, recursos como materias primas, energía, entre otros.

Pero lo más importante es ir definiendo la tendencia por medio del uso de índices de productividad a través del tiempo en nuestras empresas, realizar las correcciones necesarias con el fin de aumentar la eficiencia y ser más rentables.

Elementos importantes a considerar para aumentar la productividad de la empresa son el capital humano como la inversión realizada por la organización para capacitar y formar a sus miembros y el instructor de la población trabajadora que son los conocimientos y habilidades que guardan relación directa con los resultados del trabajo.

1.9.2 ¿Cómo se eleva la productividad?

- Forjando cultura.
- Entrenando, preparando y exigiendo al Talento humano.
- Incorporando mayor valor agregado al producto.
- Con mejores compras – mejores procesos - mejores productos – mejores servicios - mejores ventas – mejores mercados – mejores clientes – mejores desarrollos -.
- Mejorando y aprovechando la tecnología, equipos, herramientas, infraestructura.

- Invirtiendo en capital físico y capital humano.
- Dando lectura y buena comprensión a los indicadores emitidos por los estados financieros, las razones financieras; utilidad y rentabilidad, velocidad a la que ingresa el dinero Vrs velocidad a la que sale el dinero.
- Aprendiendo a innovar hacia las preferencias del cliente y las mejores formas de producción.

1.10 Eficiencia

Es la razón entre la producción real obtenida y la producción estándar esperada. La eficiencia se logra cuando se obtiene un resultado de deseado con el mínimo de insumos; es decir, se genera cantidad y calidad y se incrementa la productividad.

En términos generales, la palabra **eficiencia** hace referencia a los recursos empleados y los resultados obtenidos. Por ello, es una capacidad o cualidad muy apreciada por empresas u organizaciones debido a que en la práctica todo lo que éstas hacen tiene como propósito alcanzar metas u objetivos, con recursos (humanos, financieros, tecnológicos, físicos, de conocimientos, etc.) limitados y (en muchos casos) en situaciones complejas y muy competitivas.

Los indicadores de la eficiencia son los tiempos muertos, desperdicio, porcentaje de utilización de la capacidad instalada.

Por ejemplo: si la producción de una máquina fue de 120 piezas/hr mientras que la tasa estándar es de 180 piezas/hr. Se dice que la eficiencia de la máquina fue de:

$$\text{Eficiencia} = \frac{120}{180} = 0.6667 = 66.67\%$$

1.11 Competitividad

Entendemos por competitividad a la capacidad de una organización pública o privada, lucrativa o no, de mantener sistemáticamente ventajas comparativas que le permitan alcanzar, sostener y mejorar una determinada posición en el entorno socioeconómico.

El término competitividad es muy utilizado en los medios empresariales, políticos y socioeconómicos en general. A ello se debe la ampliación del marco de referencia de nuestros agentes económicos que han pasado de una actitud autoprotectora a un planteamiento más abierto, expansivo y proactivo.

La competitividad tiene incidencia en la forma de plantear y desarrollar cualquier iniciativa de negocios, lo que está provocando obviamente una evolución en el modelo de empresa y empresario.

La ventaja comparativa de una empresa estaría en su habilidad, recursos, conocimientos y atributos, etc., de los que dispone dicha empresa, los mismos de los que carecen sus competidores o que estos tienen en menor medida que hace posible la obtención de unos rendimientos superiores a los de aquellos.

El uso de estos conceptos supone una continua orientación hacia el entorno y una actitud estratégica por parte de las empresas grandes como en las pequeñas, en las de reciente creación o en las maduras y en general en cualquier clase de organización. Por otra parte, el concepto de competitividad

nos hace pensar en la idea “excelencia”, o sea, con características de eficiencia y eficacia de la organización.

a) La competitividad y la estrategia empresarial

La competitividad no es producto de una casualidad ni surge espontáneamente; se crea y se logra a través de un largo proceso de aprendizaje y negociación por grupos colectivos representativos que configuran la dinámica de conducta organizativa, como los accionistas, directivos, empleados, acreedores, clientes, por la competencia y el mercado, y por último, el gobierno y la sociedad en general. Una organización, cualquiera que sea la actividad que realiza, si desea mantener un nivel adecuado de competitividad a largo plazo, debe utilizar antes o después, unos procedimientos de análisis y decisiones formales, encuadrados en el marco del proceso de “planificación estratégica”. La función de dicho proceso es sistematizar y coordinar todos los esfuerzos de las unidades que integran la organización encaminados a maximizar la eficiencia global.

Para explicar mejor dicha eficiencia, consideremos los niveles de competitividad, la competitividad interna y la competitividad externa. La competitividad interna se refiere a la capacidad de organización para lograr el máximo rendimiento de los recursos disponibles, como personal, capital, materiales, ideas, etcétera, y los procesos de transformación. Al hablar de la competitividad interna nos viene la idea de que la empresa ha de competir contra sí misma, con expresión de su continuo esfuerzo de superación. La competitividad externa está orientada a la elaboración de los logros de la organización en el contexto del mercado, o el sector a que pertenece. Como el sistema de referencia o modelo es ajeno a la empresa, ésta debe considerar variables exógenas, como el grado de innovación, el dinamismo de la industria,

la estabilidad económica, para estimar su competitividad a largo plazo. La empresa, una vez ha alcanzado un nivel de competitividad externa, deberá disponerse a mantener su competitividad futura, basado en generar nuevas ideas y productos y de buscar nuevas oportunidades de mercado.

1.11.1 ¿Cómo se eleva la competitividad?

- Productividad es en esencia competitividad y competitividad es consecuencia de productividad.
- Siendo competitivos se elevan los ingresos y el empleo sostenible.
- Las ventajas competitivas se concretan en ventas crecientes y con ello se aumenta el empleo de los recursos productivos y las remuneraciones a tales factores.

1.12 Balance de líneas

A la línea de producción se le reconoce como el principal medio para fabricar a bajo costo grandes cantidades o series de elementos normalizados.

En su concepto más perfeccionado, la producción en línea es una disposición de áreas de trabajo donde las operaciones consecutivas están colocadas inmediata y mutuamente adyacentes, donde el material se mueve continuamente y a un ritmo uniforme a través de una serie de operaciones equilibradas que permiten la actividad simultánea en todos los puntos, moviéndose el producto hacia el fin de su elaboración a lo largo de un camino razonadamente directo.

Deben de existir ciertas condiciones para que la producción en línea sea práctica:

Cantidad. El volumen o cantidad de producción debe ser suficiente para cubrir el costo de la preparación de la línea. Esto depende del ritmo de producción y de la duración que tendrá la tarea.

Equilibrio. Los tiempos necesarios para cada operación en la línea deben ser aproximadamente iguales.

Continuidad. Una vez iniciadas las líneas de producción deben continuar pues la detención en un punto corta la alimentación del resto de las operaciones. Esto significa que deben tomarse precauciones para asegurar un aprovisionamiento continuo del material, piezas, subensambles, etcétera y la previsión de falla en el equipo.

- a) Conocidos los tiempos de las operaciones, determinar el número de operadores necesarios para cada operación.
- b) Conocido el tiempo del ciclo, minimizar el número de estaciones de trabajo.
- c) Conocido el número de estaciones de trabajo, asignar elementos de trabajo a las mismas.

Cada uno de estos problemas puede tener ciertas restricciones o no, de acuerdo con el producto y al proceso.

El problema de determinar el número ideal de trabajadores que desean asignarse a una línea de producción es análogo al de determinar el número de operarios asignados a una estación de trabajo; el diagrama de proceso de grupo resuelve ambos problemas. Quizá la situación más elemental de balanceo de líneas, además de encontrarse con frecuencia es aquella en el que

varios operarios, cada uno realizando operaciones consecutivas, trabajan como unidad. En este caso, la tasa de producción depende del operario más seguido. Por ejemplo, suponga que se tiene una línea de cinco trabajadores que ensamblan monturas de hule fijadas con adhesivo antes del proceso de curado. Las asignaciones de trabajo específicas pueden ser las siguientes: operario 1, 0.52 minutos; operario 2, 0.48 minutos; operario 3, 0.65 minutos; operario 4, 0.41 minutos; operario 5, 0.55 minutos. El operario 3 establece el paso, como se observan la siguiente Tabla IV:

Tabla IV. Ejemplo de un balance de líneas

Operario	Minutos estándar para realizar la operación	Tiempo de espera según el operario más lento	Minutos estándar permitidos
1	0.52	0.13	0.65
2	0.48	0.17	0.65
3	0.65	-	0.65
4	0.41	0.24	0.65
5	0.55	0.10	0.65
Totales	2.61		3.25

Fuente: <http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r6581.DOC>

La eficiencia de esta línea se puede calcular como la razón de los minutos estándar reales totales entre los minutos estándar permitidos totales, es decir:

$$E = \frac{\sum_{i=1}^5 ME_i}{\sum_{i=1}^5 MP_i} \times 100 = \frac{2.61}{3.25} \times 100 = 80\%$$

Donde: E = eficiencia,

ME = minutos estándar por operación,

MP = minutos estándar permitidos por operación

Algunos analistas prefieren considerar el porcentaje (%) de tiempo ocioso como porcentaje (%) de inactividad:

$$\% \text{ de inactividad} = 100 - E = 20\%$$

En situaciones de la vida real similares a este ejemplo, existe la oportunidad de obtener ahorros significativos. Si un analista puede ahorrar 0.10 minutos para el operario 3, el ahorro neto por el ciclo no será 0.10, sino 0.10×5 , o sea. 0.50 minutos.

Solo una situación inusual tendrá la línea con balance perfecto; es decir, en la que los minutos estándar para realizar cada operación sean idénticos para cada miembro del equipo. Los minutos estándar para realizar una operación en realidad no constituyen un estándar. Lo es solo para el individuo que lo establece. Así como en el ejemplo anterior donde el operario 3 tiene un tiempo estándar de 0.65 minutos para realizar la primera operación, otro analista de medición del trabajo pudo haber obtenido una cifra menor de 0.61 minutos o una mayor de 0.69 minutos. El intervalo de valores de estándar establecidos por diferentes analistas de medición del trabajo para la misma operación puede ser aún mayor que el sugerido por el ejemplo. Lo importante es que ya sea el estándar 0.61, 0.65 ó 0.69, un operario conciente no debe tener dificultad para cumplirlo. De hecho el trabajador quizá lo mejore en vista del desempeño de los operarios en la línea con menos contenido de trabajo en sus asignaciones. Los que tienen un tiempo de espera debido a la producción del operario más lento no suelen observarse como en espera. Más bien, reducen el paso de sus movimientos para usar los minutos estándar establecidos por el operario.

El número de trabajadores necesarios para la tasa de producción requerida es igual a:

$$N = R \times \sum MP = R \times \frac{\sum ME}{E}$$

Donde: N = número de operaciones necesarias en la línea,
R = tasa de producción deseada.

La asignación de elementos de trabajo a los puestos de trabajo se conoce como balanceo de línea de ensamble, o simplemente balanceo de línea.

Elemento de trabajo. Es la mayor unidad de trabajo que no puede dividirse entre dos o más operarios sin crear una interferencia innecesaria entre los mismos.

Operación. Es un conjunto de elementos de trabajo asignados a un puesto de trabajo.

Puesto o estación de trabajo. Es un área adyacente a la línea de ensamble, donde se ejecuta una cantidad dada de trabajo (una operación). Usualmente suponemos que un puesto o estación de trabajo está a cargo de un operario, pero esto no es necesariamente así.

Tiempo de ciclo. Es el tiempo que permanece el producto en cada estación de trabajo.

Demora de balance. Es la cantidad total de tiempo ocioso en la línea que resulta de una división desigual de los puestos de trabajo.

1.13 Tiempo muerto

Los tiempos muertos se refieren tanto a las esperas de los trabajadores como las esperas de las máquinas. Es la necesidad de esperar causada por múltiples factores incluyendo demoras de transporte, errores de máquinas, y algunos operarios que trabajan o muy rápido o muy lento.

Las causas del Tiempo muerto son:

- Obstrucción de flujos
- Problemas con el layout del equipamiento
- Problemas en la parte ascendente del proceso
- Desequilibrio de capacidad
- Lote de producción extenso

¿Cómo eliminamos las pérdidas por Tiempo muerto?

- Nivelar la producción
- Layout específico para el producto
- Dispositivos a prueba de errores
- Automatización humana
- Rápida preparación de máquinas
- Mantenimiento autónomo
- Línea balanceada

2. DIAGNÓSTICO, EVALUACIÓN Y ESTUDIO DEL SISTEMA ACTUAL

Los cambios en la producción, productos, presentaciones nuevas, rotación de personal y demás factores de crecimiento en la planta y en la empresa en general, obligan a hacer una evaluación periódica de los métodos de producción en cada línea y para cada producto. Es de utilidad para la empresa, conocer la situación actual en todos los aspectos, las propuestas de mejoras, la generación de ideas para una correcta toma de decisiones y la solución rápida de problemas, dependen en gran medida del conocimiento de la situación actual dentro de la planta de producción. La presencia de los analistas en las líneas de producción, permite la observación de otros problemas independientes al sistema actual de tiempos no productivos o relacionados con el mismo.

En una línea de producción automatizada, balancear una línea es de gran dificultad, sin embargo, la sincronización de los ritmos de producción en las estaciones de trabajo garantiza una eficiencia teórica alta por parte de la maquinaria.

Así bien, el costo del Tiempo muerto no programado es un problema continuo en muchas industrias. Los costos del Tiempo muerto pueden ser muy elevados. El Tiempo muerto también provoca la interrupción de una cadena de abastecimiento integrada y en muchos casos detiene a su fuerza de trabajo. Es por ello que se lucha por mejorar la puntualidad de las entregas con objeto de reducir los períodos sin existencias y, al mismo tiempo, reducen el exceso de inventario en sus operaciones. La consecuencia inevitable de esto es un

incremento de presión sobre la industria de fabricación, que se defiende implantando sistemas de administración de los pedidos en la planta de producción para poder hacer un seguimiento de pedidos e inventario y utilizando planificación de capacidad finita para poder cumplir los requisitos de entrega.

2.1 Análisis del sistema actual de control de los tiempos no productivos.

El sistema actual está constituido por un conjunto de actividades interrelacionadas entre sí, las cuales permiten dar inicio a una actividad industrial, estas actividades son realizadas tomando en cuenta la forma de recabar los datos, los medios, las personas que lo efectúan, etcétera. El sistema actual muestra que tales actividades como la obtención de datos, están archivados, se han registrado demasiado tarde, se han recabado de manera inadecuada o, finalmente, no se analizan ni se utilizan de manera sistemática para tomar decisiones. Lo que lleva a hacer el siguiente análisis:

2.1.1 Características del sistema actual

El sistema actual de control de tiempos no productivos tiene como características dar inicio a la actividad de producción de bebidas. Iniciada la actividad de producción, se procede a realizar los respectivos ajustes que la línea de producción requiera para su correcto funcionamiento, estos ajustes en la línea de producción, son asignados a los encargados del área de mantenimiento mecánico y mantenimiento eléctrico, otra características que presenta el sistema actual, es la obtención de los datos de todas las actividades realizadas durante el proceso de producción de cada bebida a producir, estos datos son obtenidos a través de hojas de control previamente diseñadas, que

supervisores, operarios, mecánicos y electricistas, deben anotar para su posterior registro, este registro de datos es realizado por supervisores y jefes de área para su posterior análisis. El análisis de los datos, es la manera en que los jefes de área manejan la información que se obtiene de las hojas de control, el proceso de obtención de datos, registro y manejo de datos, es descrito más adelante.

2.1.2 Funcionamiento de una línea de producción

El funcionamiento de una línea de producción es a través de un flujo de producción continua, donde las estaciones y recursos se distribuyen linealmente y a lo largo de la ruta de producción, donde la línea puede adoptar formas ya sea de L, O, S o U.

El funcionamiento de una línea de producción de bebidas tiene como proceso básico, lo siguiente: ingreso de insumos (envase), a máquina posicionadora de envase, seguidamente se transporta hacia máquina etiquetadora, quien realiza la actividad de etiquetar el envase, una vez etiquetado, se transporta a una máquina que realiza el proceso de enjuague del envase, para luego ser transportado al área de llenado y taponado del producto.

Para el llenado del envase, el producto es extraído de un equipo proporcionador, donde se encuentra el producto mezclado con los porcentajes requeridos de jarabe (sabor) y agua, una vez realizado este proceso, es transportado para una inspección, esta actividad inspecciona que el producto esté bien sellado, que la etiqueta sea la correspondiente al tipo de producto, nivel de producto adecuado, una vez que el producto final cumpla con estas características, es transportado para su respectiva codificación.

La codificación corresponde a fecha de producción y fecha de vencimiento del producto, codificado el producto, es transportado para su respectivo empaquetado. El empaquetado del producto es realizado por paquetes, cada paquete tiene un número específico de envases, este número varía dependiendo de la presentación que se esté trabajando.

Una vez empaquetado el producto, los paquetes son transportados al área de paletizado, el paletizado es realizado por un número específico de camas, cada cama tiene un número específico de paquetes, éste número es especificado por el tipo de presentación. Una vez realizado este proceso, el producto es transportado para su respectivo embalaje, realizado el embalaje, el producto es trasladado a bodega de producto terminado.

El siguiente diagrama de flujo, muestra el proceso básico de una línea de producción, mostrando la entrada y salida de materiales a utilizar.

Figura 8. Diagrama de flujo del proceso embotellado de bebida

Método: Actual
 Hoja: 1/2
 Fecha: año 2008
 Proceso: Embotellado de bebida

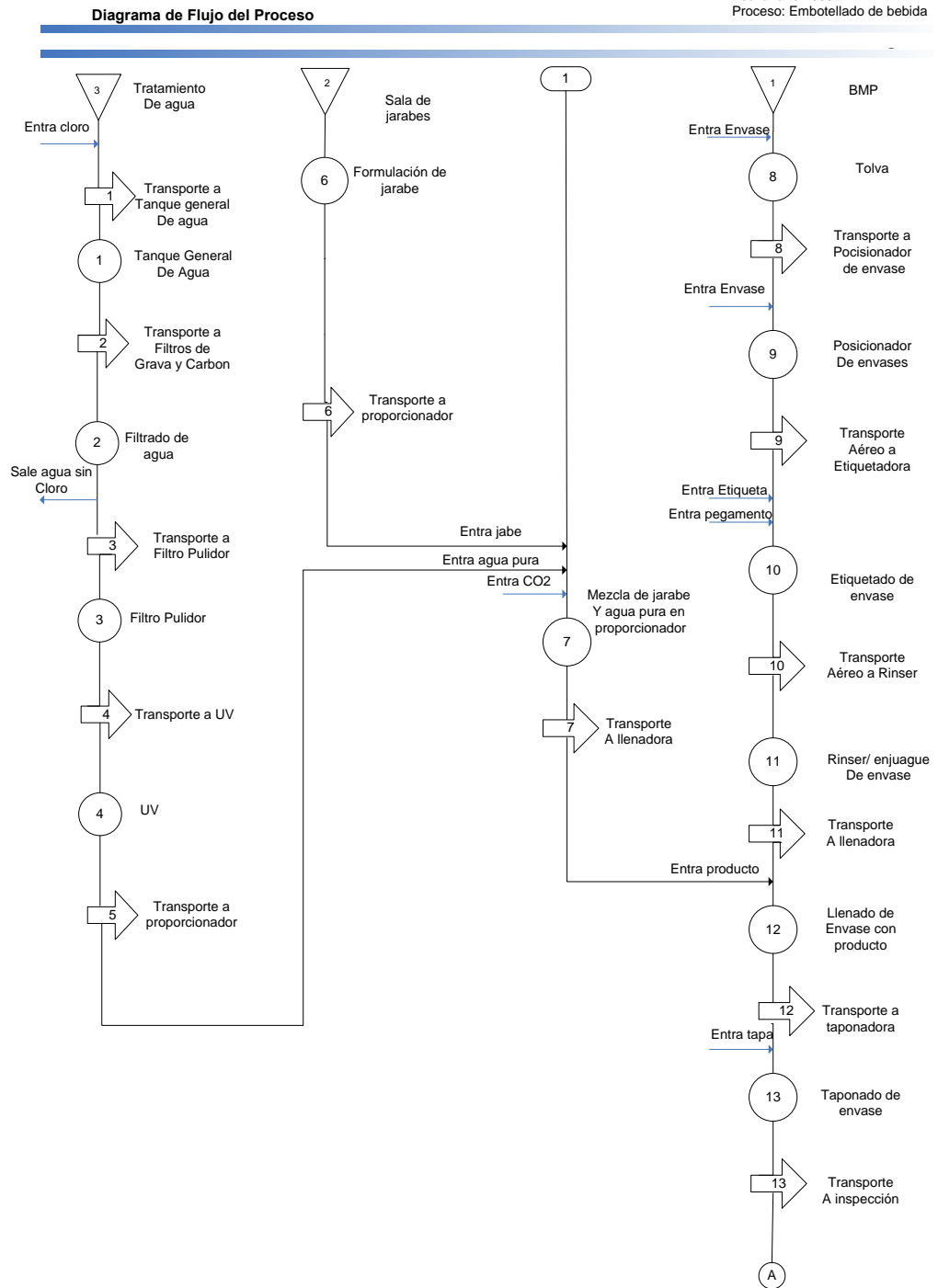
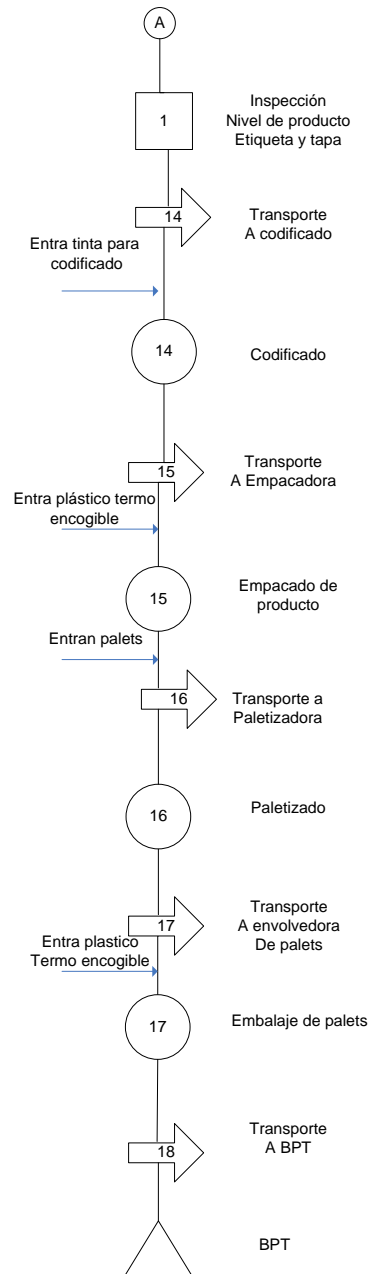








Diagrama de Flujo del Proceso



Fuente: Análisis tomado de la línea de producción de la empresa

Tabla V. Resumen de símbolos utilizados en el proceso de embotellado de bebida

RESUMEN	
SÍMBOLO	CANTIDAD
	3
	17
	1
	18
	1
	1
TOTAL	43

Fuente: Extraído del Diagrama de Flujo del Proceso de la Línea de Producción

2.1.3 Obtención de datos

La obtención de los datos, es la actividad principal que el sistema de control de tiempos no productivos tiene para el análisis y toma de decisiones con respecto a los paros de actividad durante una corrida de producción.

La obtención de datos se realiza en cada corrida de producción, y ésta es realizada por supervisores, mecánicos, electricistas y operarios que se encuentra en la línea, la obtención de datos es iniciada desde el momento en que la línea comienza su actividad de producción, la información es anotada en hojas de control que previamente han sido diseñadas y entregadas a cada

responsable de anotar los paros que vayan surgiendo durante la actividad de producción, en las hojas de control, se anota la siguiente información:

- número de línea de producción,
- presentación del producto,
- sabor,
- turno en que se trabaja,
- fecha de producción,
- hora de inicio de la producción,
- tiempo de paro,
- máquina que causó el paro,
- la causa que generó el paro y
- actividad que se realiza para solucionar la causa del paro,

Ésta información es anotada y detallada en cada hoja de control de tiempos no productivos.

Actualmente se tienen hojas de control de tiempos no productivos para los operarios de las líneas, y hojas de control para mecánicos y electricistas. Las hojas de control que los mecánicos y electricistas deben llenar, tienen como información básica:

- fecha,
- turno,
- tiempo perdido,
- presentación,
- causa y
- solución que se da para poner en marcha nuevamente la producción.

En éste formato los mecánicos y electricistas anotan detalladamente la actividad que realizan en determinada estación de la línea de producción, recalando si el paro fue ocasionado por un ajuste, cambio de piezas, falla en sensores, entre otras, cada mecánico o electricista, debe reportar todas estas actividades realizadas que corresponda a cada uno de ellos y trasladar esta información, al jefe o encargado de mantenimiento mecánico y mantenimiento eléctrico, para su posterior registro, análisis y toma de decisiones, así mismo el operador encargado de la toma de datos en la estación de llenado, debe anotar las causas que generan el paro de la actividad de producción, el tiempo que llevó en volver a producir, así como también anotar los paros por cambios de presentación que hubieron durante el turno a su cargo, no olvidando que previamente ha sido registrada la información del producto, fecha, hora de inicio, presentación y turno, la cual esta información es trasladada al encargado de producción.

Así también los supervisores también tienen sus plantillas u hojas de control para la toma de datos, en donde se registran los paros ocasionados en la línea de producción, de esta manera es obtenido los datos o información respecto a los paros en línea o tiempo no productivo.

2.1.4 Registro de datos

Una vez obtenido los datos a través de las hojas de control llenadas por supervisores, operarios, mecánicos y electricistas, se procede al registro de los datos, este registro de datos consiste en tomar la información presentada en las hojas de control y ser ingresada a un sistema de computo que para este caso es una hoja de cálculo de Excel, o bien a través de un correo electrónico que es redactado por supervisores y enviado a los jefes del área de mantenimiento

mecánico y eléctrico, indicando el comportamiento de la línea y las fallas que hubieron durante la producción.

Los datos obtenidos y anotados en las hojas de control, son abstraídos y registrados en la hoja de cálculo, este registro consiste en el ingreso del tipo de causa que ocasiona el paro en la línea de producción, tiempo que llevó identificar la causa y darle solución, la frecuencia en que ocurren los paros y la máquina que ocasionó el paro, una vez realizada esta actividad, se procede a guardar la información y correspondiente análisis.

Figura 9. Registro de datos del sistema actual

TIEMPOS PERDIDOS LINEA 3

REFRESCOS

MES DE JUNIO DE 2008

20 ONZAS

TIEMPO PROGRAMADO

1694.4

MINUTOS

AJENAS:		frecuencia (número de veces)	minutos totales	promedio por vez	% tiempo perdido	EGE PERDIDO EQUIVALENTE	EGE A GANAR
CODIGO	DESCRIPCION						
AJ01	Falta de suministro de aire			0.00	0.00	0.00	0.00
AJ02	Falta de suministro de gas carbónico			0.00	0.00	0.00	0.00
AJ03	Falta de suministro de agua tratada			0.00	0.00	0.00	0.00
AJ04	Falta de energía eléctrica			0.00	0.00	0.00	0.00
AJ05	Falta de envase			0.00	0.00	0.00	0.00
AJ06	Falta de jarabe terminado			0.00	0.00	0.00	0.00
AJ07	Falta de atención en el servicio en bodega (alimentación envase/estiba)			0.00	0.00	0.00	0.00
AJ08	Falta de palets			0.00	0.00	0.00	0.00
AJ09	Falta de material de empaque (tapa, etiqueta, adhesivo)			0.00	0.00	0.00	0.00
AJ10	Toma de muestras aseguramiento de calidad			0.00	0.00	0.00	0.00
AJ11	Cambio de tanque de jarabe			0.00	0.00	0.00	0.00
AJ12	Corte de envase y/o jarabe en cambio de sabor o presentación			0.00	0.00	0.00	0.00
AJ13	Paro por situaciones relacionadas con seguridad industrial			0.00	0.00	0.00	0.00
AJ14	Envase apachado			0.00	0.00	0.00	0.00
AJ15	Palet en mal estado			0.00	0.00	0.00	0.00
AJ16	Sistema de Enfriamiento			0.00	0.00	0.00	0.00
	transporte de paquetes			0.00	0.00	0.00	0.00
	Material de Empaque Humedo	4	74	18.50	0.25	0.01	0.05
	SUB TOTAL		74	0.00	4.37	4.37	4.37

Fuente: Hoja proporcionada por la empresa

2.1.5 Sistema de control de datos actual

El sistema de control de datos actual presenta pérdida de información, puesto que desde la obtención de los datos, anotación de las causas que generan los paros en su mayoría no son especificadas o bien no se hace una anotación puntual de la causa que generó el paro y simplemente se generaliza la causa de ésta misma, es allí donde el encargado de producción se ve obligado a hacer suposiciones de la causa que generó el paro y así poder registrarlo, provocando información errónea.

Asimismo el sistema actual presenta un problema con respecto al tiempo de paro, puesto que no hay una toma de tiempos reales de paros en la producción. El manejo de los datos comienza desde su obtención, registro, hasta la toma de decisiones, los datos registrados son trasladados a los jefes de área quienes son los encargados de tomar las decisiones precisas para la solución de los problemas presentados en las líneas de producción. Si en el caso de que las causas de los paros en la línea son por fallas mecánicas o eléctricas, la información es trasladada al área de mantenimiento; recibida la información, los encargados de mantenimiento, analizan la información de las actividades ocurridas en la línea de producción, una vez analizada ésta, proceden a realizar los planes de mantenimiento según los reportes proporcionados por los encargados de hacer las debidas anotaciones de las actividades ocurridas en las líneas de producción.

Los planes de mantenimiento se anteponen a actividades de mayor importancia, actividades que requieran mayor atención y pronta solución, dependiendo la gravedad de las causas que originan los paros, el encargado de mantenimiento, realiza planes de mantenimiento preventivos y correctivos, esta programación de actividades realizada por el encargado, es trasladada al

personal a su cargo, siendo éstos los encargados de realizar la actividad de mantenimiento.

2.1.6 Finalidad de los resultados

El sistema actual tiene como finalidad, identificar sus puntos críticos en las líneas de producción, encontrar cuál de las causas de los paros, son las más frecuentes y dar pronta solución, ayudar a los encargados de producción a la toma de decisiones con respecto a los problemas que se presentan en las líneas, que la información obtenida y procesada ayude a una generación de lluvias de ideas y así mejorar la eficiencia de cada línea de producción.

2.1.7 Ventajas del sistema actual

El sistema actual tiene como ventaja la ayuda de:

1. Conocimiento de la situación actual en todos los aspectos.
2. La proposición de mejoras.
3. Toma de decisiones.
4. Solución rápida de los problemas.
5. Encontrar la operación más crítica.
6. Identificar otros problemas relacionados con la situación actual.

2.1.8 Desventajas del sistema actual

Entre las desventajas que presenta el sistema actual, están:

1. Pérdida de información al momento de obtener los datos.
2. La información recabada no es homogénea.

3. No hay una toma de tiempo real en paros.
4. No hay generación de reportes.
5. No se tiene información para dirigir de manera objetiva.
6. Elevados costos de producción.

3. PROPUESTA DEL MODELO A IMPLEMENTAR

Los procesos industriales que requieren de control automático implican la consideración de múltiples factores, cada uno de ellos con el mismo objetivo, mantener las variables dentro de los márgenes requeridos, lo que implica el diseño de un buen controlador, sin embargo para una adecuada selección se debe tener conocimiento del comportamiento del sistema y las señales presentes en él.

Uno de los agentes derivados de la interacción entre los elementos de la planta (sensores, actuadores, etcétera) que interviene en las acciones de control es el Tiempo muerto o tiempo improductivo, debido a que los retrasos en la acción que debe desarrollar el controlador está limitada por el retardo al recibir la señal del sensor, la velocidad de maniobra del actuador u operador y su propia capacidad de respuesta, sin embargo existen condiciones donde la acción del controlador no es requerida hasta que la variable de proceso ha llegado al punto deseado.

En un sistema que presenta Tiempo muerto o tiempo improductivo, la salida es igual a la entrada pero retardada un tiempo determinado, en realidad es frecuente observar elementos que se comportan de esta forma (estos son una importante causa de inestabilidad), pero prácticamente todos tienen una respuesta en la que interviene en mayor o menor grado de retardo puro.

Puede encontrarse en la literatura de control de procesos la utilización de diversas aproximaciones del Tiempo muerto, algunas propuestas podrían llegar a solucionar dicho problema, sin embargo muchas de ellas carecen de

justificación, razón por la cual la decisión de utilizar alguna de ellas debe estar basada en la realización de pruebas comparativas de varias de estas aproximaciones y estudiar la posibilidad de implementar alguna de ellas con base en los resultados obtenidos.

Para poder realizar estudios de desempeño, de la estabilidad y el diseño del sistema de control, es necesario aproximar entonces el Tiempo muerto o tiempo improductivo por alguna función que permita la inclusión de dicho parámetro en la modelación matemática en el lazo de control, para ello se conocen algunas técnicas, como Plantillas de recogida de información, Histogramas, Diagramas de Pareto, Diagramas Causa-Efecto o Ishikawa, Diagramas de Control, entre otras.

Dadas las características del Tiempo muerto y sus efectos frente a una tarea de control automático, debe disponerse de herramientas que permitan el diseño de una adecuada acción de control sin embargo la utilización de aproximaciones de él a un modelo puede ser un acercamiento a la solución del problema, más aún si se utilizan técnicas analíticas que permitan el desarrollo de herramientas que lleven al controlador a efectuar su gestión solo cuando realmente es requerido.

3.1 Modelo estadístico a utilizar

El estudio de las herramientas básicas para el control de calidad, que utilizadas de manera adecuada permite localizar las áreas donde el impacto de las mejoras puede ser mayor y además facilitan la identificación de las causas raíz de los problemas.

En una empresa existen muchos problemas que esperan ser resueltos o cuando menos atenuados. Cada problema puede deberse a diferentes causas. Es imposible e impráctico pretender resolver todos los problemas o atacar todas las causas al mismo tiempo. En este sentido, el diagrama o análisis de Pareto facilita seleccionar al problema más importante, y al mismo tiempo, en un principio, centrarse sólo en atacar su causa más relevante. La idea es escoger un proyecto que pueda alcanzar la mejora más grande con el menor esfuerzo.

La idea anterior contiene el llamado principio de Pareto, conocido como “Ley 80-20” o “Pocos vitales, muchos triviales”, el cual reconoce que unos pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto (80%); el resto de los elementos generan muy poco del efecto total. De la totalidad de los problemas de una organización sólo unos pocos son realmente importantes.

La idea central del diagrama de Pareto es localizar los pocos defectos, problemas o fallas vitales para concentrar los esfuerzos de solución o mejora en éstos. Una vez que sean corregidos, entonces se vuelve a aplicar el principio de Pareto para localizar de entre los que quedan a los más importantes, volviéndose este ciclo una filosofía. El Diagrama de Pareto también apoya la identificación de las pocas causas fundamentales de los problemas vitales con lo que se podrá reducir de manera importante las fallas y deficiencias.

De esta manera, el diagrama de Pareto sirve para seleccionar el problema que es más conveniente atacar y, además, al expresar gráficamente la importancia del problema, se facilita la comunicación y se recuerda de manera permanente, cuál es la falla principal. El análisis de Pareto se puede aplicar a todo tipo de problemas: calidad, eficiencia, conservación de materiales, ahorro de energía, seguridad, etcétera.

Un diagrama de Pareto puede ser el primer paso para un proyecto de mejora. Además, el diagrama de Pareto es muy útil para motivar la cooperación de todos los involucrados, puesto que en una mirada cualquier persona puede ver cuáles son los problemas principales.

Una práctica cotidiana en la gestión de las empresas es atender por reacción los problemas conforme van surgiendo, lo que hace que no se ataquen de fondo y que se sacrifique calidad por cantidad de acciones de mejora. Esta situación puede ser corregida mediante el uso sistemático del diagrama de Pareto, el cual permite tener sólo un frente de “batalla” abierto, al cual se pueden dedicar mayor energía y recursos. Además, en general es más fácil reducir una barra alta a la mitad que una chica a cero. No obstante, si ocasionalmente alguna categoría de menor importancia puede mejorar con un costo y esfuerzo mínimos, entonces se debe dar alta prioridad a este rubro.

En ocasiones es sorprendente la vaguedad con que se tienen cuantificados e identificados los problemas. No se sabe qué problemas se tienen exactamente o sólo existe una idea vaga de la magnitud de algunos, pero no existe objetividad. Las organizaciones deben buscar, mediante la aplicación de la estratificación y el diagrama de Pareto, la identificación precisa de sus principales problemas. Introducir la cultura del diagrama de Pareto en cada área resulta fundamental, ya que cada área debe saber cuál o cuáles son sus problemas principales, cuál es su magnitud, dónde y bajo qué circunstancias se dan. Asimismo, ocasionando mayores problemas, con lo que las personas se verían obligadas a generar un plan que en realidad atienda tal problema, ya que de no hacerse así, ese problema seguirá siendo el talón de Aquiles. Por lo tanto, los grupos de trabajo deben buscar el lenguaje objetivo que representa el Pareto y tenerlo a la mano o de manera visible en las oficinas, las máquinas o los salones de juntas.

Es frecuente que en las empresas se vea con sorpresa la magnitud real de los problemas que proporciona un diagrama de Pareto (“Sabíamos que el problema era grande, pero no tanto”). Así, una ventaja más del diagrama de Pareto y de las herramientas estadísticas es que cuantifican con objetividad la magnitud real de los problemas, lo cual es un punto de partida para buscar su reducción.

Otra ventaja del diagrama de Pareto es que permite evaluar objetivamente, con el mismo diagrama las mejoras logradas con el proyecto, para lo cual se observa en qué cantidad disminuyó la altura de la barra correspondiente a la categoría seleccionada. Lo anterior facilita la labor de la alta dirección para evaluar tanto la trascendencia como el direccionamiento de los esfuerzos de mejora.

Como se ha insistido, un aspecto fundamental en la mejora de la calidad es contar con información objetiva que facilite las acciones y decisiones sobre materiales, artículos, lotes, procesos, máquinas y personal.

En las organizaciones, en ocasiones no hay información, no se sabe cómo ha evolucionado la calidad, la magnitud de los problemas principales, las razones de las quejas de los clientes, etcétera. Como se mencionó en el capítulo 2, el problema no es la escasez de datos, por el contrario, en ocasiones abundan (reportes, informes, registros, etcétera); el problema más bien es que tales datos están archivados, se han registrado demasiado tarde, se han recabado de manera inadecuada o, finalmente, no se analizan ni se utilizan de manera sistemática para tomar decisiones. Por lo tanto, en ambos casos el problema es el mismo: no se tiene información para dirigir de manera objetiva y adecuada los esfuerzos y actividades de la organización.

De lo anterior se desprende la necesidad de contar con métodos que faciliten la obtención y el análisis de datos, para que éstos se conviertan en información que se usen de manera cotidiana en la toma de decisiones. Precisamente uno de tales métodos es la hoja de verificación o de registro.

Utilizando hojas de verificación, se garantiza que se ha tomado ciertas medidas o acciones, como la verificación de las condiciones de arranques y parada de equipos y las formas de control de procedimientos analíticos, con el objetivo de reducir la variabilidad creada en los operadores y/o equipos.

Una vez que un problema importante, se ha localizado dónde, cuándo y bajo qué circunstancias ocurre, ya sea por medio de un análisis directo o aplicando un método como el diagrama de Pareto, entonces es el momento de localizar la causa fundamental del mismo.

Para ello, una vez que el problema ha sido delimitado y, de preferencia, cuantificada su magnitud es el momento de analizar todas las causas potenciales del problema, y para ello se puede utilizar el diagrama causa-efecto o diagrama Ishikawa.

El diagrama causa-efecto o Ishikawa, es un método gráfico que refleja la relación entre una característica de la calidad (muchas veces un área problemática) y los factores que posiblemente contribuyen a que exista. En otras palabras, es una gráfica que relaciona el efecto (problema) con sus causas potenciales.

3.2 Diseño del Sistema a utilizar

En el Diseño de Sistemas se define el proceso de aplicar ciertas técnicas y principios con el propósito de definir un dispositivo, un proceso o un sistema, con suficientes detalles como para permitir su interpretación y realización física. A esta etapa se le conoce también con el nombre de Diseño Lógico.

El primer paso en el diseño del sistema es identificar los informes y las salidas que el sistema producirá; a continuación los datos específicos de cada uno de éstos se señalan, incluyendo su localización exacta sobre el papel, la pantalla de despliegue o cualquier otro medio.

El diseño también describe los datos calculados o almacenados que se introducirán. Los datos y los procedimientos de cálculo se describen con detalle. Se seleccionan las estructuras de los archivos y los dispositivos de almacenamiento, como son discos o papel. Los procedimientos deben de mostrar cómo se van a procesar los datos y cuales van a ser las salidas.

Los documentos que contienen las especificaciones del diseño se pueden representar por medio de los diagramas, tablas y símbolos especiales.

El diseño de sistemas es un proceso altamente creativo que en gran medida puede ser facilitado por lo siguiente:

1. Definición sólida del problema.
2. Descripción del sistema existente.
3. Conjunto de requerimientos del nuevo sistema.

Por definición, diseño significa hacer un mapa, planear o arreglar las partes en un todo que satisfaga los objetivos involucrados. El diseño del sistema requiere principalmente la coordinación de actividades, los procedimientos de trabajo y la utilización de equipo para alcanzar los objetivos organizacionales.

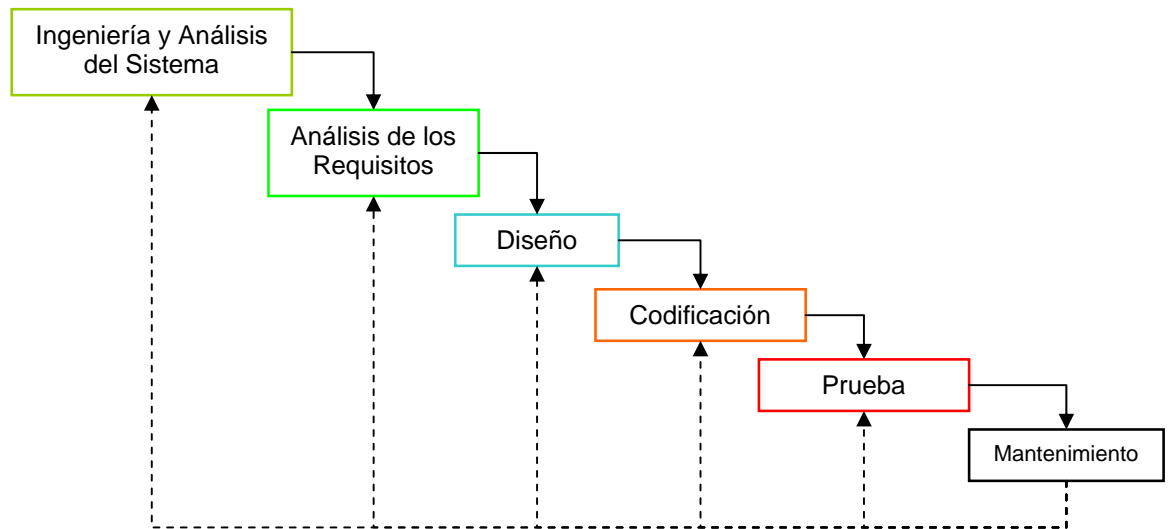
El patrón de diseño del sistema sigue una técnica iterativa. El diseño de sistema es un proceso creativo en el que el analista repite a través de varias actividades o procedimientos de trabajo, uno a la vez, investigando mentalmente a través del proceso completo. El analista debe tener en cuenta dos puntos importantes:

1. Resolver un problema a la vez. No confundirse al querer resolver muchos problemas a la vez.
2. El nuevo sistema debe concordar con los objetivos y metas generales del área bajo estudio y la empresa en sí.

Siguiendo un enfoque metodológico que ordena rigurosamente las etapas del sistema de forma tal que el inicio de cada etapa debe esperar a la finalización de la inmediatamente anterior, son:

1. Ingeniería y análisis del Sistema
2. Análisis de los requisitos
3. Diseño
4. Codificación
5. Prueba
6. Mantenimiento

Figura 10. Diseño general de un Sistema de Información



Fuente: <http://carolina.terna.net/ingsw2/Datos/Cascada-ModeloV.doc>

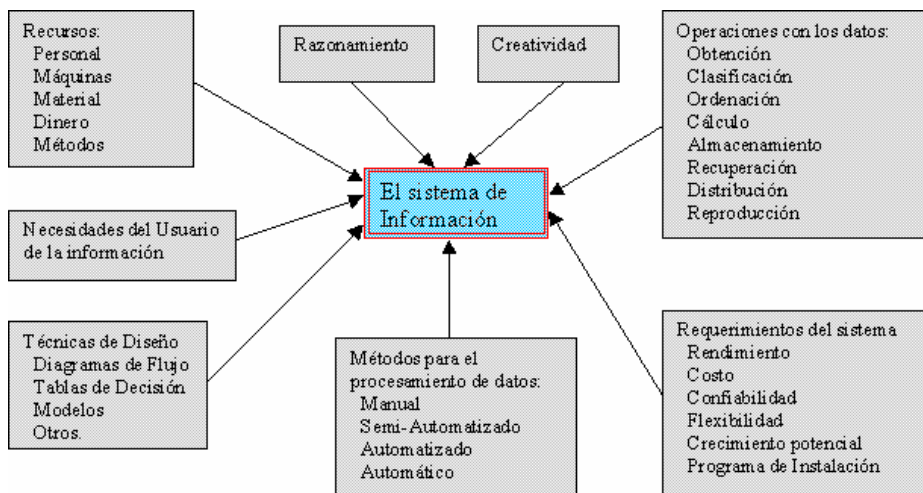
Mientras que el análisis del sistema describe lo que el sistema debe hacer para satisfacer los requerimientos de información, el diseño del sistema muestra cómo el sistema debe satisfacer este objetivo.

Para diseñar el sistema, debemos conocer ciertos elementos relacionados con los siguientes aspectos.

1. Recursos de la organización.
2. Necesidades de información de los usuarios.
3. Necesidades de otros sistemas
4. Métodos de procesamiento de datos.
5. Operaciones con los datos
6. Herramientas de diseño.

Para producir el diseño, debemos aplicar el razonamiento y la creatividad a los elementos mencionados.

Figura 11. Elementos de un Sistema



Fuente: <http://www.geocities.com/siliconvalley/pines/7894/sistemas/disen.html>

La etapa del Diseño del Sistema encierra cuatro etapas:

3.2.1 Diseño de datos

A medida que se va considerando cada uno de los elementos del proceso de diseño, el proceso se ve obligado a revisar una y otra vez a reexaminar las estructuras y relaciones establecidas hasta el momento, y a modificarlas para satisfacer la nueva condición. La repetición continúa hasta que han sido consideradas todas las dimensiones del sistema propuesto y se formula la proposición final, esto a través del diseño de los formatos de entrada y salida que mejor se adapten al diseño del sistema y establecer los métodos de procesamiento y los puntos comunes de los datos.

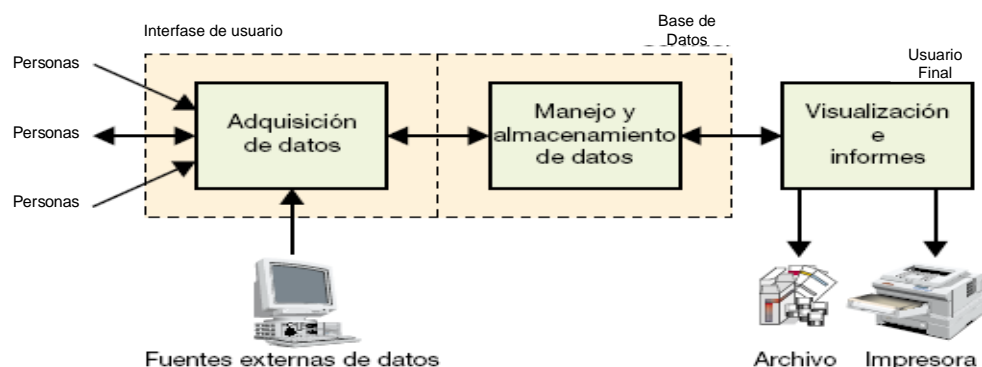
Las especificaciones de entrada describen la manera en que los datos ingresarán al sistema para su procesamiento. Las características de diseño de la entrada, utilizando una herramienta para su almacenamiento, pueden asegurar la confiabilidad del sistema y producir resultados a partir de datos exactos, o también pueden dar como resultado la producción de información errónea.

La recopilación de datos es una actividad de tomar nota de las actividades realizadas para el control de tiempos no productivos en la línea de producción, estas notas son expresadas en su mínima expresión y dejando nota del tiempo insumido, ordenamiento o secuencia, así mismo se debe tomar nota de la forma en que se efectúan dichas actividades (formas, medios, útiles, componentes, personas, etcétera).

3.2.2 Diseño arquitectónico

Éste define la relación entre cada uno de los elementos estructurales del programa.

Figura 12. Arquitectura del sistema



Fuente: <http://library.abb.com>

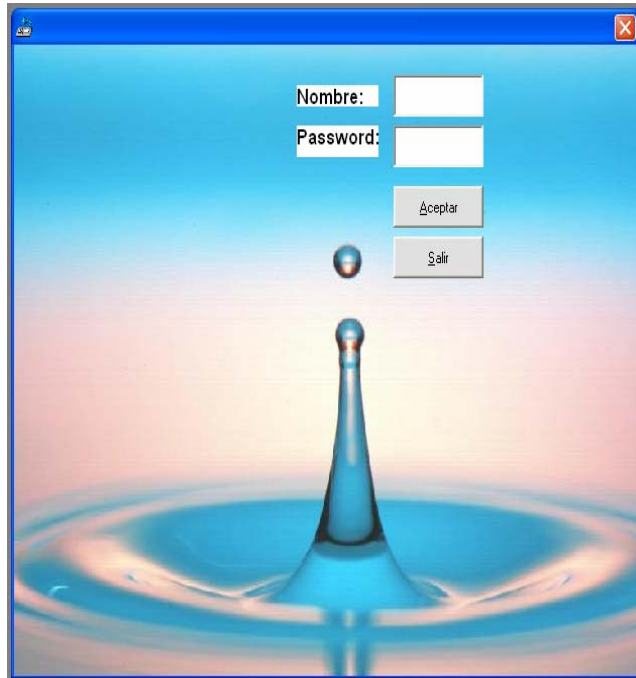
La adquisición de datos como se describe anteriormente, es la manera en que los datos ingresan al sistema. El manejo y almacenamiento de datos, se almacena junto con su contexto en una base de datos, registrando los diversos acontecimientos que se producen en la línea de producción, tales como la puesta en marcha y parada de las máquinas o la reducción de la velocidad con que funciona una máquina, la base de datos debe cumplir con las condiciones dadas al problema que se quiere resolver. El manejo de los acontecimientos, son calculados a través de los rendimientos de las diversas máquinas que forman la línea de producción, pudiendo así los usuarios definir sus propios indicadores de rendimiento mediante la programación de ecuaciones. En la visualización y realización de informes, los usuarios pueden crear acontecimientos y modificar las clasificaciones, tanto de productos y pedidos, utilizando el teclado o los botones. Pueden modificar o desarrollar en detalle la causa de una avería simplemente pulsando en el ratón. También es posible acceder al historial de averías y a los datos del indicador de rendimiento definido por el usuario.

3.2.3 Diseño de interfaz

Se describe como se comunica la herramienta que almacena los datos y con los sistemas que operan junto con el y con los operadores y usuarios que lo emplean.

El entorno gráfico que utilizará el usuario como medio para interactuar con el Sistema, está montado sobre una serie de ventanas, donde el usuario puede acceder al sistema por medio de botones que puede pulsar con el ratón o bien a través del teclado. El diseño de cada página que conforma el sistema está basado fundamentalmente en la siguiente estructura básica:

Figura 13. Ingreso a la herramienta



Fuente: Extraída de la herramienta diseñada por el analista

Figura 14. Ingreso a menú de opciones



Fuente: Extraída de la herramienta diseñada por el analista

Figura 15. Ingreso de Datos

Ingreso de Datos

Hora Inicio Producción Hora Fin Producción

Turno: Diurno Mixto Nocturno

Tiempo Programado

Línea Presentación:

Sep 2008

Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Dom
25	26	27	28	29	30	31
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	1	2	3	4	5

Causas del Paro

Tipo de Causa: Operarias Mecánicas Eléctricas Otras...

Especifique la causa del paro:

Código de Causa:

Máquina Causante del Paro:

Servicios: Servicio Vapor Servicio CENDIST Servicio CO2 Servicio Aire Servicio CERVEC

Ingreso de Datos

Hora Inicio Producción Hora Fin Producción

Turno: Diurno Mixto Nocturno

Tiempo Programado

Línea Presentación:

Sep 2008

Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Dom
25	26	27	28	29	30	31
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	1	2	3	4	5

Causas del Paro

Tipo de Causa: Operarias Mecánicas Eléctricas Otras...

Especifique la causa del paro:

Código de Causa:

Máquina Causante del Paro:

Servicios: Servicio Vapor Servicio CENDIST Servicio CO2 Servicio Aire Servicio CERVEC

Fuente: Extraída de la herramienta diseñada por el analista

3.2.4 Diseño de procedimientos

Los procedimientos especifican qué tareas deben efectuarse al utilizar en el sistema y quiénes son los responsables de llevarlas a cabo. Entre los procedimientos importantes se encuentran:

- Procedimientos para entrada de datos. Métodos para la captura de datos de las transacciones y su ingreso en el sistema de información (herramienta para su almacenamiento).
- Procedimientos durante la ejecución. Pasos y acciones emprendidos por los operadores del sistema y, en ciertos casos, por los usuarios finales (jefes de área) que interactúan con el sistema para alcanzar los resultados deseados.
- Procedimientos para el manejo de errores. Acciones a seguir cuando se presentan resultados inesperados.
- Procedimientos de seguridad y respaldo. Acciones para proteger al sistema y sus recursos contra posibles daños (pérdidas de los registros).

3.3. Diseño de salida

En este caso la salida se refiere a los resultados e informaciones generadas por el sistema, para la mayoría de los usuarios la salida es la única razón para el desarrollo de un sistema y la base de evaluación de su utilidad. Sin embargo cuando se realiza un sistema, como analistas debemos realizar lo siguiente:

- Determinar que información se va a presentar.

- Decidir si la información será presentada en forma visual, verbal o impresa y seleccionar el medio de salida.
- Disponer la presentación de la información en un formato aceptable.
- Decidir como distribuir la salida entre los posibles destinatarios.

Para llevar a cabo las actividades antes mencionadas, se requieren decisiones específicas tales como empleo de formatos ya impresos cuando se preparan reportes, cuántas líneas planear sobre una página impresa o si se debe emplear gráficas y colores.

La salida es la única razón para el desarrollo del sistema y la base sobre la que ellos evaluarán la utilidad de la aplicación.

Al diseñar las salidas:

- Se identifican las salidas específicas para satisfacer los requerimientos de la información.
- Se selecciona los métodos para presentar la información.
- Se crean los documentos, reportes u otros formatos que contienen la información producida por el sistema.

El sistema de información debe alcanzar uno o más de los siguientes objetivos:

1. Expresar información relacionada con actividades pasadas, estado actual o protecciones para el futuro.
2. Señalar eventos importantes, oportunidades, problemas o advertencias.

3. Iniciar una acción.
4. Confirmar una acción.

Ver figura 16.

3.4 Requerimientos para el diseño del sistema

Apoyan el proceso de formular las características que el sistema debe tener para satisfacer los requerimientos detectados durante las actividades del análisis:

3.4.1 Casos de uso específicos

Apoyan el proceso de formular las características que debe tener una aplicación, tales como entradas, salidas, procesamiento y especificaciones de control, entre estos:

Actores

- Cualquier cosa que se comunica (interacciona) con el sistema y que es externo a él.
- Representan ROLES que interpretan personas, periféricos u otros sistemas cuando el sistema está en uso.
- No necesariamente coincide con USUARIOS. Un usuario puede interpretar distintos roles. Cada uno de ellos será un actor.

TIPOS DE ACTORES:

- Primarios: interaccionan con el sistema para explotar su funcionalidad; trabajan directa y frecuentemente con el sistema.
- Secundarios: soporte del sistema para que los primarios puedan trabajar.

- Iniciadores (operarios): no utilizan directamente el sistema pero desencadenan el trabajo de otro actor.

Las herramientas de especificación, son un modo en que un actor interactúa con el sistema. Es una narración que describe el rol de un actor como una interacción con el sistema. Y éste debe responder a las siguientes cuestiones:

- ¿Cuáles son las principales funciones o tareas realizadas por el actor?
- ¿Qué información del sistema adquiere, produce o transforma el actor?
- ¿Deberá el actor informar al sistema de los cambios producidos en el entorno?
- ¿Qué información del sistema desea el actor?
- ¿Debe informarse al actor de los cambios inesperados?

Diagramas de flujo de datos

Representación gráfica de un sistema que ilustra cómo fluyen los datos a través de distintos procesos que se comunican entre sí a través de flujos de información.

Elementos:

- Flujo de datos: canal de circulación de información.
- Proceso: transforman la información que les llega a través de los flujos de datos de entrada en la información que sale a través de los flujos de datos de salida.
- Fichero: lugares donde se guardan los datos para su procesamiento posterior.

- Fuente/destino de información: persona y organización fuera del sistema que origina o recibe datos.

3.4.2 Herramientas para presentación

Se utilizan para describir la posición de datos, mensajes y encabezados sobre las pantallas de las terminales, reportes y otros medios de entrada y salida.

Las decisiones de diseño para el manejo de entradas, especifican la forma en que serán aceptados los datos para su procesamiento por computadora. Los analistas deciden si los datos serán proporcionados directamente, quizás a través de una estación de trabajo, o por el uso de documentos, donde los datos a su vez son transferidos hacia la computadora para su procesamiento.

Para el manejo de salidas, las herramientas de presentación para el usuario son utilizadas por el analista de datos para organizar y presentar los datos. Esta herramienta ayuda al usuario a seleccionar el formato de presentación más apropiado, como un reporte de resumen, mapa, gráfica circular, gráfica de barras o gráficas combinadas.

3.4.3 Herramientas para el desarrollo del sistema

Estas herramientas nos ayudan como analistas a trasladar diseños en aplicaciones funcionales.

Los sistemas de soporte para este tipo de herramientas son:

- Sistemas de cómputo que combinan una serie de modelos e información para resolver problemas, involucran variables y el análisis de información.
- Sistemas de soporte a la decisión o DSS.

DSS: Es un sistema creado para dar soporte a la toma de decisiones en situaciones de decisión semi-estructuradas.

Un DSS tiene la misión de apoyar y mejorar la toma de decisiones, está integrado con los siguientes elementos:

- **Modelo de decisiones**
- **Base de datos**
- **Interfaz de usuario**
- **Análisis de escenarios ¿Qué pasaría si? Y Búsqueda de metas**

Análisis de escenarios. Es proyectar a un futuro los resultados de la decisión que se tome.

Base de datos. Donde se encuentran todos los datos actuales e históricos de la compañía, debe estar organizada de manera sencilla.

Interfaz de usuario. Facilidad para el usuario de extraer información por medio de pantallas claras y reportes bien estructurados.

Características de un DSS:

- Tipo de decisión
- Interactividad

- Flexibilidad
- Comunicación interorganizacional
- Simplicidad de uso
- Frecuencia de uso
- Desarrollo de modelos de decisión

Tipos de decisiones:

- **Estructurada.** Se hace de acuerdo a procesos específicos.
- **No estructurada.** Alto grado de incertidumbre, información solo de una porción de conocimiento.
- **Semi estructurada.** Existen datos fijos o modelos, pero la decisión pertenece al humano.

3.5 Estudio de viabilidad

Muchas veces cuando se emprende el desarrollo de un proyecto de Sistemas los recursos y el tiempo no son realistas para su materialización sin tener pérdidas económicas y frustración profesional. La viabilidad y el análisis de riesgos están relacionados de muchas maneras, si el riesgo del proyecto es alto, la viabilidad de producir el sistema de calidad se reduce, sin embargo se deben tomar en cuenta cuatro áreas principales de interés:

3.5.1 Viabilidad económica

Condición que evalúa la conveniencia del sistema, atendiendo a la relación que existe entre los recursos empleados para obtenerlo y aquellos de los que se dispone.

Los recursos de los que se dispone para evaluar la **viabilidad económica** vienen determinados por los que produce el propio sistema, que se está evaluando, por lo que en realidad se lleva a cabo un análisis de rendimiento o rentabilidad interna. Para ello se enfrenta lo que se produce con lo que se gasta, en términos económicos. Para que éste nuevo sistema goze de plena viabilidad, debe cumplir con los requisitos establecidos al momento de hacer el estudio y complementarlo con la necesidad a ser cumplida. Debe cumplir con los objetivos que se establecen, que sea coste eficiente y debe sobrepasar en calidad, cantidad y otros aspectos relacionados al sistema actual.

3.5.2 Viabilidad técnica

El sistema reúne características y condiciones (técnicas y operativas) que aseguran el cumplimiento de las metas y objetivos, tales como: Detección de fuentes de pérdida de producción, averías y operaciones ineficientes. Contribuye con el análisis de los datos de producción y con alcanzar propuestas de mejoras en las mismas (impresión de informes y exportación de datos hacia otras áreas).

La transferencia de tecnología, es un componente diseñado para mejorar los sistemas de productividad dentro de las líneas de producción en las plantas manufactureras de bebidas.

El desarrollo de un programa de capacitación, complementa las acciones propuestas y refuerza los componentes descritos en el funcionamiento del sistema. La estructuración de las funciones, tiende a capacitar el conocimiento de los operarios que laboran en las líneas de producción.

Con el afán de multiplicar los beneficios y como complemento a la capacitación, se debe estructurar una comunicación que permita la asistencia técnica a los operarios que no tengan acceso directo a la misma.

3.5.3 Viabilidad legal

La viabilidad legal, por otra parte, se refiere a la necesidad de determinar la inexistencia de restricciones legales para la instalación y operación normal del sistema.

Debido a que el nuevo sistema a implementarse es la mejora de uno ya existente, el marco de restricciones legales que puede enfrentar el nuevo sistema se rige a través de las normas y políticas propias de la empresa, con el fin de acoplar el sistema al cumplimiento de los objetivos que se desean alcanzar.

3.6 Análisis económico y técnico.

Este tipo de cambios en un mercado de evolución rápida se fundamenta en la capacidad de la industria de fabricación para automatizar y controlar las líneas de producción, y para analizar la información procedente de estas líneas y actuar en consecuencia. Dada la propia naturaleza de la línea de producción, los problemas se deben contemplar globalmente porque un cambio en una de las áreas puede fácilmente crear más problemas en otros puntos de la cadena. Estos retos se ubican típicamente en las áreas de sistemas de control de proceso, administración de lotes y control de máquinas de envasado, etiquetado y empaquetado de la planta de fabricación. En la sala de juntas, la cuestión se centra en el acceso a la información en tiempo real con visualización de la

operación, recolección de datos y capacidad de generación de informes en la parte alta de la lista de prioridades.

Está claro que estos retos se van a intensificar ya que las demandas de variedad por parte de los consumidores siguen aumentando y vienen acompañadas de mayores conocimientos y exigencias respecto a los ingredientes utilizados en las bebidas.

El sistema aplica a la solución de problemas, de forma que los usuarios puedan:

- Mejorar la capacidad de los recursos para procesar pedidos incorporando todas las restricciones necesarias.
- Crear una planificación más viable.
- Identificar cuellos de botella y resolverlos como corresponde.
- Ser proactivos y tomar decisiones fundamentales en el momento preciso.
- Mejorar la calidad.
- Mejorar la productividad.
- Reducir el tiempo ocioso de la maquinaria.
- Reducir el tiempo de ciclo.
- Reducir los costos por mantenimientos.
- Reducción de mermas.

Lo anterior nos conduce a una reducción de costos a nivel general.

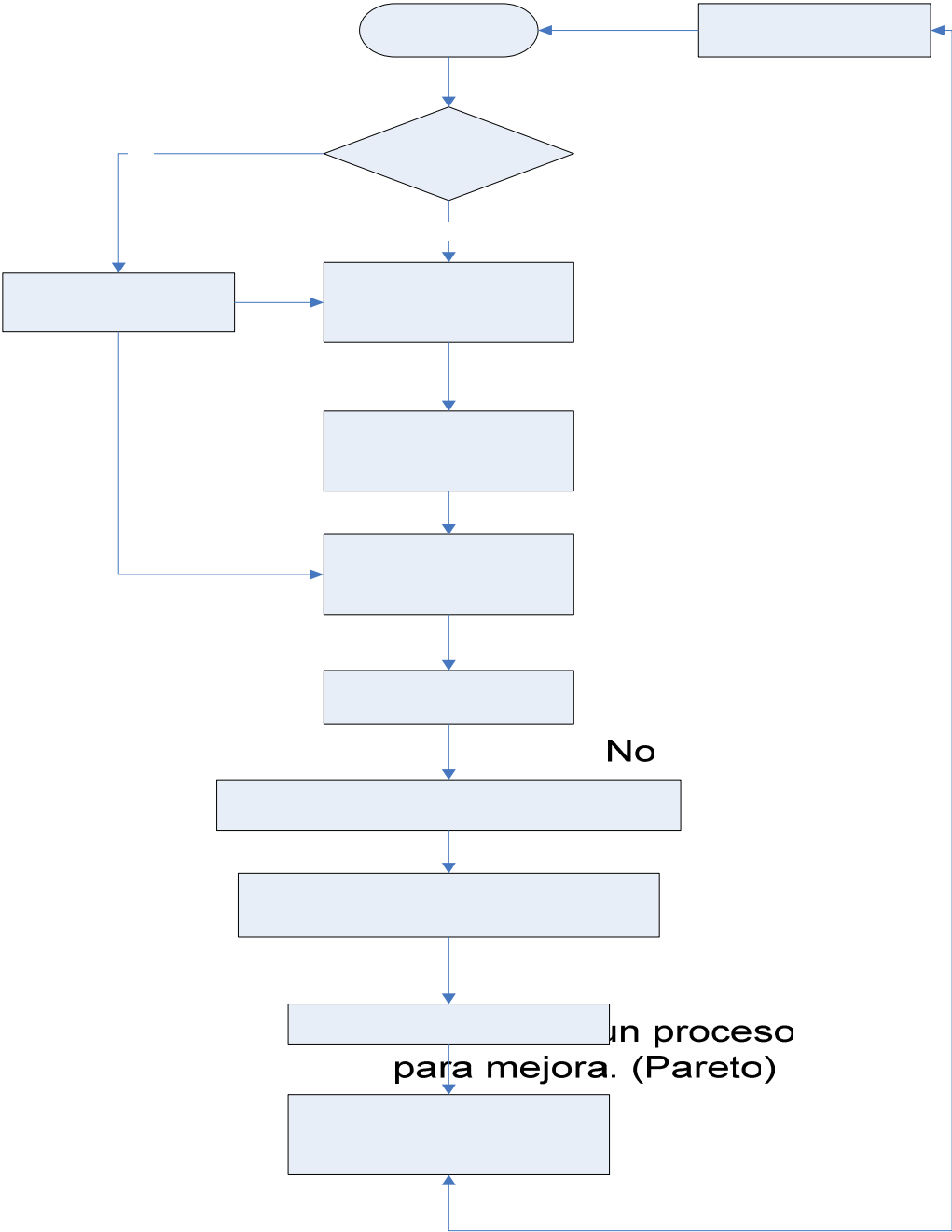
3.7 Modelo de la arquitectura del sistema

En un ambiente cada vez más competitivo, donde reaccionar a tiempo e incrementar la eficiencia es cada vez más importante, más y más empresas están desarrollando sus sistemas de información.

A través de la representación de esta información en diagramas generales o detallados, la modelación a diseñar y describir la arquitectura de los sistemas de información, facilitando las mejoras y el aumento de las capacidades.

Es por ello que se representa esta información, a través de un diagrama de flujo, donde se detallan las actividades que el sistema realiza.

Figura 20. Estrategia para la mejora del proceso



Fuente:

<http://docencia.udea.edu.co/bacteriologia/CalidadLaboratorios/capitulo2/presentaciones/303,1>

Recop
pr

Dibuj
flu

Exami
flu

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

4.1 Mejoramiento de la productividad

La productividad, también conocida como eficiencia, es genéricamente entendida como la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla. También puede ser definida como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema.

La productividad evalúa la capacidad de un sistema para elaborar los productos, que son requeridos y a la vez el grado en que aprovechan los recursos utilizados, es decir, el valor agregado.

Una mayor productividad utilizando los mismos recursos o produciendo los mismos bienes o servicios resulta en una mayor rentabilidad para la empresa. Por ello, el Sistema de Gestión de la Calidad de la empresa trata de aumentar la productividad.

La productividad va relacionada con la mejora continua del Sistema de Gestión de la Calidad y gracias a este sistema de calidad se puede prevenir los defectos de calidad del producto y así mejorar los estándares de calidad de la empresa sin que lleguen al usuario final. La productividad va en relación a los

estándares de producción. Si se mejoran estos estándares, entonces hay un ahorro de recursos que se reflejan en el aumento de la utilidad.

El término productividad global es un concepto que se utiliza en las grandes empresas y organizaciones para contribuir a la mejora de la productividad mediante el estudio y discusión de los factores determinantes de la productividad y de los elementos que intervienen en la misma. Para definirlo se entiende por productividad total:

Estudio de aplicaciones de nuevas tecnologías, organizaciones de trabajo, distribución de éste, etcétera, procurando conjugar el coste económico y social con las necesidades productivas.

- Aprovechamiento del personal a todos los niveles.
- Estudio de los ciclos y cargas de trabajo, así como su distribución.
- Conjugación productividad-calidad.
- Alternativas de los apoyos de la producción a fin de mejorar la eficiencia.
- Estudio de la falta de eficiencia tanto proveniente de los paros técnicos como de los rechazos.
- Estudio de los materiales y obra en curso.
- Estudio de sistemas de medición de tiempos e incentivos.
- Asesoramiento y participación.

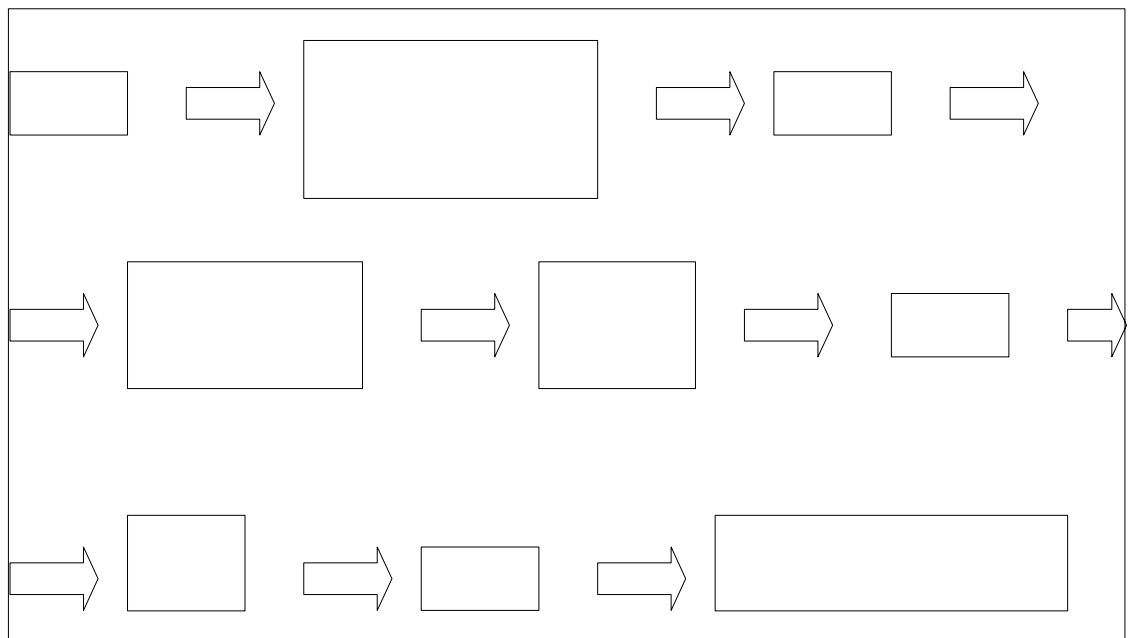
La mejora de la productividad se obtiene innovando en:

- Tecnología

- Organización
- Recursos Humanos
- Relaciones Laborales
- Condiciones de trabajo
- Calidad
- Otros.

La mejora de la productividad es importante porque ésta provoca una “reacción en cadena” en el interior de la empresa, fenómeno que se traduce en una mejor calidad de los productos, menores precios, estabilidad del empleo, permanencia de la empresa, mayores beneficios y mayor bienestar colectivo.

Figura 21. Reacción en cadena de una mayor productividad.



Fuente:

Estudio del Trabajo/Ingeniería de métodos y medición del trabajo, Roberto García Criollo.

4.1.1 Programa

El sistema procede a relevar el proceso de preparación. Dicho proceso está constituido por un conjunto de actividades interrelacionadas entre sí, las cuales permiten dar inicio a una actividad industrial. Durante el relevamiento se toma en primer lugar nota de dichas actividades expresadas en su mínima expresión dejando debida nota del tiempo insumido, cómo de su ordenamiento o secuencia. Tomar nota de la forma en que se efectúan dichas actividades. Formas, medios, útiles, componentes, personas, etcétera. Luego de varios relevamientos realizados a los efectos de verificar tanto las actividades efectuadas cómo su ordenamiento y los tiempos total insumidos, se procede a presentar las mediciones en un Control Estadístico de Procesos, determinando tanto el tiempo medio, como los límites de control superior e inferior. Analizar luego las variaciones y en consecuencia determinar la capacidad del actual proceso de preparación. Se procede a representar para cada actividad los respectivos histogramas.

Se procede a analizar cada una de las actividades mediante las siguientes preguntas fundamentales: ¿Qué? ¿Cuándo? ¿Cómo? Y ¿Por qué? De tal forma que se podrá determinar para cada actividad:

- Si realmente es necesaria, y de no serlo proceder a su eliminación.
- Quién lo hace y quién debería hacerlo, en función a conocimientos, experiencias y aptitudes necesarias.
- En que otro momento podría hacerse.
- En qué otro lugar puede efectuarse.
- De qué otra forma podría realizarse.

Todo ello a los efectos de eliminar, combinar, reordenar, efectuarlos en paralelo o simplificar las actividades de manera tal de reducir los tiempos y sus respectivos costos, además de hacerlos más seguros y convenientes.

Determinar las actividades críticas en función de los tiempos máximos que se utilizan, los cuales son aquellos en que debe ser concentrada la labor de reducción. Representar y utilizar el Diagrama de Pareto a los efectos de concentrarse en las actividades principales (en cuanto al uso de tiempo) y por último volcar los datos en planillas de análisis, para su posterior evaluación.

4.2 Identificar las causas fundamentales de los problemas (problemas recurrentes)

Antes de identificar las causas fundamentales de los problemas en líneas de producción, definiremos que es un problema recurrente.

Un problema existe cuando hay tres elementos, cada uno claramente definido:

1. Una situación inicial.
2. Una situación final u objetivo a alcanzar.
3. Restricciones o pautas respecto de métodos, actividades, tipos de operaciones, etcétera, sobre los cuales hay acuerdos previos.

Un problema recurrente es un problema que aparece con frecuencia en una actividad, proceso, método, etcétera.

¿Qué implica resolver un problema? Resolver un problema implica realizar tareas que demandan procesos de razonamientos más o menos complejos y no simplemente una actividad asociativa y rutinaria.

El control de puntos críticos o bien el control de los problemas recurrentes es un sistema bastante potente y efectivo para todo tipo de operaciones (Simples y Complejas). Se utiliza para la seguridad de los productos en todas las fases de la producción, pero no solamente sus propios productos, si no también, la cadena de suministros de la materia prima donde se debe considerar también las operaciones de distribución y ventas e incluyendo el punto de consumo.

La identificación de las causas fundamentales de los problemas, nos conduce a que todas ellas se hallan directa o indirectamente relacionadas con los equipos, y desde luego dan lugar a reducciones de eficiencia del sistema productivo, en tres aspectos fundamentales:

- Tiempos muertos o de paro del sistema productivo.
- Funcionamiento a velocidad inferior a la capacidad de los equipos.
- Productos defectuosos o malfuncionamiento de las operaciones en un equipo.

Los medios de que se vale el TPM (Mantenimiento Productivo Total) dentro de la planta, son los distintos sistemas de gestión que han permitido implantar el adecuado mantenimiento, tanto a nivel de diseño como de la operativa de los equipos, para paliar al máximo las pérdidas de los sistemas productivos que puedan estar relacionadas con los mismos. Básicamente estos son los aspectos fundamentales:

- Mantenimiento básico y de prevención de averías realizado desde el propio puesto de trabajo y por tanto por el propio operario.
- Gestión de mantenimiento preventivo y correctivo optimizada.
- Conservación completa y continua, de los equipos y aumento consiguiente de su vida.
- Más allá de la conservación, se trata de mejorar los equipos, su funcionamiento y su rendimiento.
- Formación adecuada al personal de producción y de mantenimiento, acerca de los equipos, su funcionamiento y su mantenimiento.

4.2.1 Determinar las actividades críticas

Para mejorar la eficiencia global de equipos, es necesario buscar las principales fuentes de pérdida de producción, será necesario establecer indicadores de cada una de estas seis pérdidas. Para ello debe conocerse exactamente el significado de cada una:

Disponibilidad (tiempo de inactividad no planificado).

La disponibilidad es el tiempo total durante el cual el equipo está operando satisfactoriamente, más el tiempo que estando en receso, puede trabajar sin contratiempos durante un período, estos son:

- 1. Fallos del equipo (pérdidas por averías):** entendiendo que una avería es cualquier pérdida significativa de las prestaciones de la máquina; es decir, no sólo se debe considerar como avería la parada de máquina sino también cualquier pérdida de su función.

- 2. Pérdidas por instalación y ajuste de los equipos:** estas pérdidas se relacionan con las pérdidas de rendimiento que ocurren durante la producción normal por pequeños ajustes debido a la pérdida de precisión, cambio de herramientas que se desgastan, arranques y paradas de equipos, etcétera.

Rendimiento (pérdidas de velocidad del proceso).

Es la velocidad de producción real de un equipo comparada con la ideal o de diseño. Se ve disminuida por las paradas cortas, para corregir defectos en el flujo o por marchas en vacío o para desatascar, siendo estas:

- 1. Funcionamiento a velocidad reducida:** suelen ser difíciles de medir ya que son las causadas por reducción del funcionamiento de la velocidad de la máquina debido a todo tipo de causas. En la mayor parte de los casos se pueden recoger de los sistemas de información de las máquinas.
- 2. Tiempos muertos y paradas cortas:** se trata de microparadas o atranques que ocurren con frecuencia y que son imposibles de registrar en un papel.

Calidad (productos y procesos defectuosos).

Es la relación entre la cantidad de producción de buena calidad y la producción total. Este indicador se ve afectado por los rechazos o producción defectuosa o porque no satisfacen las especificaciones de calidad, siendo estas:

1. **Defectos de calidad y repetición de trabajos:** un producto defectuoso supone en la mayor parte de los casos una pérdida de materia prima, pero, además de esto, supone un tiempo de máquina que se ha desperdiciado en procesar un producto inútil. Es imprescindible traducir las mermas en los minutos de máquina que se han perdido por este motivo.
2. **Pérdidas por puesta en marcha:** el personal de producción puede no conocer los límites operativos reales de los equipos de producción, por no disponer los mismos de especificaciones concretas, o no estar al abasto de dicho personal. El personal puede estar en posesión de los citados límites de velocidad, pero no los aplica en la creencia de que la máquina no será capaz de operar en ellos.

Todos estos aspectos no sólo son propios de empresas industriales, sino además de las prestadoras de servicios, llámense transportes, bancos, sanatorios, distribuidoras de energía, entre otras.

4.3 Desarrollo de soluciones apropiadas

Para el desarrollo de soluciones apropiadas, debe tomarse en cuenta los siguientes aspectos, tales como:

- Descripción de la necesidad,
- Definir metas y criterios,
- Identificación de restricciones,
- Generar alternativas,
- Seleccionar la mejor solución de todas y por último

- Dar seguimiento.

Sin embargo, para que haya un adecuado desarrollo de soluciones, existe una serie de condiciones fundamentales a los efectos de poder disminuir los tiempos de preparación, siendo algunas:

1. Tomar conciencia de la importancia que tiene para la empresa y sus actividades la disminución de los tiempos de preparación o bien los tiempos improductivos.
2. Hacer tomar conciencia de la problemática a los empleados, y prepararlos mediante la capacitación y el entrenamiento a los efectos de incrementar la productividad y reducir los costes mediante la reducción en los tiempos de preparación.
3. Hacer un cambio de paradigmas, terminando con las creencias acerca de la imposibilidad de disminuir radicalmente los tiempos de preparación.
4. Cambiar la manera de pensar de los directivos y profesionales acerca de las técnicas y medios para el análisis y mejora de los procedimientos. Se debe dejar de estar pendiente de métodos ya construidos, para pasar a crear sus propios métodos. Cada actividad, cada máquina, cada instrumento, tienen sus propias y especiales características que las hacen únicas y diferentes, razón por la cual sólo se puede contar con un esquema general y una capacidad de creatividad aplicada a los efectos de dar o encontrar solución a los problemas atinentes a la reducción en los tiempos de preparación.
5. Dar importancia clave a la reducción de los tiempos, tanto de preparación, cómo de proceso global de la operación productiva, dado sus notorios efectos sobre la productividad, costos,

cumplimiento de plazos y niveles de satisfacción. Por ésta razón se constituye su tratamiento en una cuestión de carácter estratégico.

Las actividades de mejoras pueden ser llevadas también exclusivamente por personal técnico interno o externo (consultores) de la empresa, pero siempre dándole participación activa al personal de planta, a los efectos de conocer los procesos, cómo de facilitar la puesta en práctica de las recomendaciones. Aún en ésta circunstancia la concientización, motivación e incentivación del personal de planta en función a los resultados finales conseguidos es fundamental para total compenetración de dicho personal con las necesidades y exigencias de la empresa.

Es fundamental el desarrollo de la creatividad aplicada y la innovación de procesos, para lo cual la implementación de conceptos tales como el ORA (Organización de Rápido Aprendizaje) resulta a todas luces crítico. Además se cuenta con nuevas metodologías tales como: pensamiento simplificado, pensamiento lateral, mapas mentales, y más tendientes todos ellos a servir de inspiración en algunos casos y, eliminación de límites o paradigmas en otros, para generar más y mejores ideas y soluciones.

Se conforma un grupo de análisis integrado por los actuales encargados de las preparaciones, aquellos que son responsables de los procesos productivos y los clientes internos. Se determina el problema a resolver en función a los tiempos que deben ser reducidos, y por tanto objeto de atención, procediéndose a continuación a analizar las causas del problema, estimar las consecuencias, generar posibles soluciones y seleccionar las más apropiadas. Para ello se debe dar aplicación a un sistema de resolución de problemas.

4.3.1 Actividades grupales

Dando comienzo a las actividades grupales y utilizando los datos recabados, proceder al análisis conjunto mediante el uso del Diagrama de Ishikawa. Si bien debe haber una persona versada en la metodología de análisis de mejora y reducción de tiempos en su carácter de facilitador, debe darse protagonismo al personal de planta por dos motivos: *Primero* porque son los que más conocen de cada tarea en concreto, y *segundo* para facilitar la puesta en práctica, evitando de tal forma la resistencia al cambio.

Se trabaja sobre la base de los análisis efectuados por el consultor o facilitador. Para cada objeción debe emplearse los sucesivos ¿Por qué? Hasta dejar en claro la razón de ser de cada ítem.

4.3.2 Generación de ideas

Proceder a la tormenta de ideas, son una forma de pensamiento creativo encaminada a que todos los miembros de un grupo participen libremente y aporten ideas sobre un determinado tema o problema. Esta técnica tiene como efectos, generar la máxima cantidad y variedad de propuestas. En la medida en que el personal sea capacitado y adquiera experiencia, además de ser motivado e incentivado, las propuestas serán cada vez mejores, más factibles y maduras.

Analizar detenidamente las ideas propuestas haciendo participar al personal técnico; el cual es conveniente que siempre esté presente en las actividades grupales. La tormenta de ideas se rige por los siguientes pasos:

1. Primero se identifica el tema o problema sobre el que se van a aportar ideas. Es importante que esta definición sea clara, y entre más precisa y delimitada esté más productiva será la sesión. Para delimitar el problema se puede recurrir a información o análisis previos. Es recomendable auxiliarse de un diagrama de flujo u otras gráficas para facilitar la ubicación del problema y la identificación de la secuencia de las operaciones relacionadas.
2. Cada participante en la sesión debe hacer una lista por escrito de ideas sobre el tema (una lista de posibles causas si se está analizando un problema). La ventaja de que esta lista se presente por escrito, y no de manera oral, es que así todos los miembros del grupo participan y se logra concentrar la atención de todos los participantes en el objetivo, lo que permite como punto de arranque una reflexión individual sobre el problema. Esta lista incluso puede solicitarse de manera previa a la sesión.
3. Los participantes se acomodan, de preferencia, en forma circular y se turnan para leer una idea de su lista cada vez. A medida que se leen las ideas, éstas se presentan visualmente a fin de que todos las vean. El proceso continúa hasta que se hayan leído todas las ideas diferentes de todas las listas. Ninguna idea debe considerarse como absurda o imposible, aun cuando unas sean causas de otras; la crítica y la anticipación de juicios tiende a limitar la creatividad del grupo, por ello sólo se permite el diálogo para hacer alguna aclaración sobre lo que ha señalado un participante. Puede ocurrir que existan ideas con cierto parecido; no obstante, inicialmente se pueden anotar como si

fueran diferentes. Debe fomentarse la informalidad y la risa instantánea pero prohibir la burla.

4. Una vez leídos todos los puntos, el moderador pregunta a cada persona, por turnos, si tiene puntos adicionales que comentar. Este proceso continúa hasta que se agotan las ideas.
5. En ese momento se tiene una lista básica de ideas sobre el problema o tema. Si el propósito era generar dichas ideas, en esa etapa termina la sesión. Pero si se trata de profundizar aún más la búsqueda y encontrar las ideas más importantes, entonces se deberá hacer un análisis de las mismas. Para ello, se pueden representar de manera gráfica en un diagrama de Ishikawa agrupando las causas por su similitud. Este proceso de agrupación permite clarificar y estratificar las ideas, así como tener una mejor visión de conjunto y generar nuevas opciones. Una vez hecho del Diagrama de Ishikawa se analiza si se ha omitido alguna idea o causa importante, para lo cual se pregunta si hay alguna otra causa adicional en cada rama principal, y de ser así se agrega.
6. A continuación se inicia una discusión abierta y respetuosa dirigida a centrar la atención en las causas principales. En esta discusión se trata de argumentar a favor de, y no de descartar opciones. Las causas que reciban más mención o atención en la discusión se pueden señalar en el diagrama de Ishikawa, resaltándolas de alguna manera.

7. Para elegir las causas o ideas más importantes, de entre las que el grupo ha destacado previamente, se puede recurrir a datos, por consenso o por votación secreta. Se recomienda esta última cuando no es posible recurrir a datos, y en la sesión participan personas de distintos niveles jerárquicos, o cuando hay alguien de opiniones dominantes. La votación se puede hacer de manera ponderada para las tres causas que cada participante crea que son las principales, por ejemplo, cinco (5) puntos para la más importante, tres (3) para la de mediana importancia y uno (1) para la importante en menor grado.

8. Se eliminan las ideas que recibieron poca consideración y la atención del grupo se concentra ahora en las ideas que recibieron más votos. Se hace una nueva discusión sobre éstas y, después de ello, una nueva votación para así obtener las causas más importantes que el grupo se encargará de atender.

9. Si la sesión está encaminada a resolver un problema, se debe buscar que en las futuras reuniones o sesiones se llegue a las acciones concretas que se deben realizar, para lo cual se puede utilizar nuevamente la lluvia de ideas y el diagrama de Ishikawa. Es necesario dar énfasis a las acciones para no caer en el error o vicio de muchas reuniones de trabajo en que sólo se debate sobre los problemas, pero no se acuerdan acciones de solución.

4.3.3 Propuestas más factibles

Al proponer las soluciones al comité, éste debe reanalizarlas con personal técnico y consultores. De ser necesario se solicitarán ajustes y reconsideraciones a la propuesta, como fue mencionado en el paso siete (7) del inciso anterior, para elegir la mejor propuesta o idea, puede recurrirse a un consenso o votaciones secretas.

4.3.3.1 Selección de propuestas

Siguiendo el procedimiento descrito en el paso ocho (8) del inciso 4.3.2, eliminando las ideas que reciben poca consideración y dando atención a las ideas que recibieron más votos, se hace una nueva discusión sobre éstas y una nueva votación para así encargarse de atender la propuesta elegida, debiendo tomar en consideración cuestiones de seguridad, recursos financieros y humanos, tiempos de puesta en marcha entre otros.

4.3.3.2 Planificar cambios

La industria de alimentos y bebidas se enfrenta a fuertes presiones de competitividad, que están forzando a los fabricantes a ofrecer una línea de productos más diversificada para satisfacer las tendencias de los consumidores.

Equilibrar distintas variables como los productos estacionales y la demanda del mercado es un proceso exigente. La gestión de las restricciones de capacidad y producción, como depósitos con niveles de llenado y tiempos de residencia máximo y mínimo, sustituciones variables y cuellos de botella móviles, para producir con eficiencia productos de calidad y suministrarlos a los

consumidores también puede suponer un reto. El hecho de que el sector sea muy sensible a las influencias del mercado estacional y de las promociones, sólo añade complejidad al problema.

Los fabricantes deben hacer coincidir los datos históricos de ventas con información de expertos internos y externos para planificar adecuadamente las ventas futuras y las oportunidades de ingresos.

Si los ambientes fueran perfectamente estáticos, si las habilidades y capacidades de los empleados siempre estuvieran actualizadas e incapaces de deteriorarse y si mañana fueran exactamente igual que hoy, el cambio (el cambio organizacional) tendría poca o ninguna relevancia para los administradores, pero como nos encontramos en un mundo real, turbulento, competitivo y en constante evolución exige que todas las organizaciones y sus miembros sufran cambios dinámicos si quieren las organizaciones desempeñarse de manera competitiva.

Planificar el cambio implica la presencia de tres elementos:

1. El sistema (en el que se llevará a cabo el cambio). Que puede ser un individuo, un grupo, una comunidad, una organización, un país e incluso toda una región del mundo.
2. El agente de cambio (responsable de apoyar técnicamente el proceso de cambio). Uno o varios agentes de cambio, cuya función básica consiste en proporcionar al sistema el apoyo técnico o profesional necesario para que el cambio se lleve a cabo con éxito.
3. Un estado deseado (las condiciones que el sistema debe alcanzar). Un estado deseado, que define las condiciones

específicas que el sistema, con la ayuda del agente de cambio, desea alcanzar.

El proceso de cambio

El proceso de cambio consta de cinco (5) grandes etapas:

1. Diagnóstico de la situación.
2. Determinación de la situación deseada.
3. Determinación de los causas de acción a seguir.
4. Ejecución de las acciones.
5. Evaluación de los resultados.

1. Diagnóstico de la situación

Como fue descrito en el capítulo 2, esto incluye todas las actividades encaminadas a lograr una visión clara de la situación, de forma que podamos determinar si realmente existe la necesidad de cambiar y, en caso de que así sea, hacia dónde deben orientarse los esfuerzos de cambio.

2. Determinación de la situación deseada

En esta etapa se compara la situación actual, a partir de los resultados del diagnóstico, con la situación ideal para, posteriormente determinar una situación deseada. En ocasiones ambas son idénticas, pero muchas veces no, la diferencia entre ésta última y la ideal consiste en lo que podríamos llamar el factor de realismo, es decir, la situación deseada es la que podemos alcanzar, aunque no represente lo óptimo.

3. Determinación de los causas de acción a seguir

En esta etapa el promotor del cambio elige y desarrolla los procedimientos apropiados para actuar sobre la situación que desea cambiar, con base en los resultados del diagnóstico y la determinación de la situación deseada.

Las actividades que habitualmente se llevan a cabo en esta fase del proceso son:

- **Desarrollo de objetivos.** Qué se espera lograr como consecuencia del cambio, en términos de resultados observables y de preferencia cuantificables.
- **Elaboración de Estrategias.** Los cambios a seguir para lograr los objetivos.
- **Elección de los Medios Concretos de Acción.**
Identificación de los elementos humanos involucrado en la acción.
Establecimiento de un plan de acción.
Desarrollo de los instrumentos de control y evaluación.

4. Ejecución de acciones

La puesta en práctica de la estrategia conducente al cambio, en la que también deben preverse los mecanismos de control que permitan verificar periódicamente si el plan es respetado o no, y si la experiencia adquirida indica que se marcha por buen camino hacia el logro de los objetivos.

5. Evaluación de los resultados

Analizar los resultados obtenidos para confrontarlos con los objetivos establecidos, a fin de medir el grado de éxito alcanzado y determinar qué factores o influencias explican esos resultados.

4.3.4 Soluciones propuestas

Al considerar las medidas remedio se debe buscar que éstas eliminen las causas, de tal manera que se esté previniendo la recurrencia del problema, y no considerar acciones que sólo eliminen el problema de manera inmediata o temporal.

Respecto a las medidas remedio es indispensable cuestionarse lo siguiente: su necesidad, cuál es el objetivo, dónde se implantarán, cuánto tiempo llevará establecerlas, cuánto costará, quien lo hará y cómo. También es necesario ver la forma en que se evaluarán las soluciones propuestas y elaborar de manera detallada el plan con el que se implantarán las medidas correctivas o de mejora (secuencia, responsabilidades, modificaciones, etcétera).

El equipo debe analizar si las medidas remedio no generan otros problemas (efectos secundarios). De ser el caso, deben adoptar medidas que contrarresten tales efectos secundarios o considerar otro tipo de acciones.

La solución se puede utilizar como sistema de planificación autónomo o puede formar parte de un sistema de ejecución de fabricación integrado.

4.4 Capacitación de usuarios al sistema

El analista de sistemas se involucran en un proceso educacional con los usuarios que es llamado capacitación. A lo largo del ciclo de vida de desarrollo del sistema los usuarios han estado involucrados, por lo que ahora el analista debe poseer una valoración adecuada de los usuarios que deben ser capacitados.

En la implementación de grandes proyectos, el analista está frecuentemente analizando la capacitación en vez de estar personalmente involucrado en él. Uno de los valores más preciados que puede dar el analista a cualquier situación de capacitación es la capacidad de ver el sistema desde el punto de vista del usuario.

Estrategias de capacitación.

Las estrategias de capacitación son determinadas por quien está siendo capacitado y quien lo capacitará. El analista se asegura de que cualquiera cuyo trabajo este afectado por el nuevo sistema de información esté capacitado adecuadamente por el instructor adecuado.

A quién capacitar. Todas las personas que tendrán uso primario o secundario del sistema deber ser capacitadas. Esto incluye a todos, desde el personal de captura de datos hasta aquellos que usaran la salida para tomar decisiones sin usar personalmente una computadora. La cantidad de capacitación que requiere el sistema depende, por lo tanto, de qué tanto cambiara el trabajo de alguien debido al nuevo sistema.

Hay que asegurarse de que estén separados usuarios de diferentes niveles de habilidades e intereses de trabajo. Es ciertamente problemático

incluir novatos en las mismas sesiones de capacitación con los expertos, debido a que los novatos se pierden rápidamente y los expertos rápidamente se aburren con los puntos básicos. Ambos grupos quedan perdidos.

Lineamientos para la capacitación.

El analista tiene cuatro lineamientos principales para ajustar una capacitación. Son:

1. Establecimiento de objetivos mensurables.
2. Uso de métodos de capacitación adecuados.
3. Selección de lugares de capacitación adecuados.
4. Empleo de materiales de capacitación comprensibles.

Objetivos de capacitación. Quien esté siendo entrenado dicta, en gran parte, los objetivos de la capacitación. Los objetivos del entrenamiento para cada grupo son indicados claramente. Los objetivos bien definidos son de una gran ayuda para permitir que los capacitados sepan lo que se espera de ellos. Además, los objetivos permiten la evaluación de la capacitación cuando ha terminado. Por ejemplo, los operadores deben saber cosas básicas, tales como el encendido de la máquina, que hacer cuando suceden los errores comunes, búsqueda de fallas básicas y como terminar una captura.

Métodos de capacitación. Cada usuario y operador necesita una capacitación ligeramente diferente. Hasta cierto punto, sus trabajos determinan lo que necesitan saber, y su personalidad, experiencia y conocimientos de fondo determinan cómo aprender mejor. Algunos usuarios aprenden mejor viendo, otros oyendo y otros haciendo. Debido a que, por lo general, no es posible personalizar la capacitación para un individuo, frecuentemente la mejor

manera de proceder es con una combinación de los métodos. De esta forma se llega a la mayoría de los usuarios por medio de un método u otro.

Los métodos para aquellos que aprenden mejor viendo incluyen demostraciones del equipo y exposiciones a los manuales de entrenamiento. Aquellos que aprenden mejor oyendo se beneficiaran de platicas acerca de los procedimientos, discusiones y sesiones de preguntas y respuestas ente los instructores y capacitados. Aquellos que aprenden mejor haciendo necesitan experiencia práctica con el nuevo equipo. Para trabajos como el del operador de computadora, la experiencia práctica es esencial y, en cambio, tal vez un gerente de aseguramiento de calidad de una línea de producción pueda solamente necesitar ver la salida, aprender como interpretarla y saber cuándo está programado que llegue.

Lugares de capacitación. La capacitación se realiza en diferentes ubicaciones, algunas de las cuales son más adecuadas para el aprendizaje que otras.

La capacitación en sitio dentro de la organización de los usuarios también es posible con varios tipos diferentes de instructores. La ventaja es que los usuarios ven el equipo puesto en donde estará cuando sea completamente operacional. Una desventaja seria es que los capacitados a veces se sienten culpables de no cumplir sus labores de trabajo normales si permanecen en el sitio para la capacitación, por lo tanto, puede ser que no sea posible la concentración completa en la capacitación.

La capacitación fuera de sitio también puede estar disponible por una cuota a través de consultores y vendedores. Estos pueden estar ubicados en lugares donde hay espacio rentado para reuniones, tal como un hotel, o incluso

pueden ser instalaciones permanentes mantenidas por los instructores. Estos arreglos permiten que los trabajadores estén libres de las demandas del trabajo normal, pero también puede ser que no proporcionen el equipo para la capacitación práctica.

Materiales de capacitación. Al planear la capacitación de los usuarios, el analista debe darse cuenta de la importancia de materiales de capacitación bien preparados. Estos incluyen manuales de capacitación, en donde a los usuarios les es asignado trabajo por medio de un caso que incorpora la mayoría de las interacciones comúnmente encontradas con el sistema, prototipos y esquemas de la salida. La mayoría del software en paquete proporciona tutoriales en línea para ilustrar las funciones básicas.

Debido a que la comprensión del sistema por parte del usuario depende de ellos, los materiales de capacitación deben estar escritos con claridad. Esto significa que los materiales de capacitación deben tener buenos índices, estar escritos para la audiencia adecuada con un mínimo de vocabulario especial y disponible para cualquiera que los necesite.

4.5 Aceptación de los miembros de la organización

En esta parte, el trabajo fuerte es técnico, basado en sesiones conjuntas y en discusión práctica de los nuevos procesos. No manejar bien esta parte, en otras palabras, no compartir con la gente, puede significar el rechazo y el consiguiente retroceso. En el pasado ha ocurrido que, pese al rechazo, el proyecto continúa, trasladando los problemas al final, cuando ya hay mayor tiempo transcurrido, dinero y prestigio invertido y la exposición es mayor.

El riesgo en estos proyectos, aumenta en la medida en que se está en estadios más avanzados. Si bien en las mediciones iniciales puede anticiparse una cierta curva de riesgo, un mismo factor evaluado en distintos puntos del proyecto, presentará más adelante un mayor riesgo.

La experiencia ha demostrado que los cambios no se producen por decreto ni por intenciones. Un cambio se logrará solo cuando agrega valor y cuando la gente percibe ese valor. El gerente del proyecto de cambio es un facilitador que manejará y distribuirá información oportuna para que los verdaderos interesados tomen las decisiones apropiadas. La gente solo se compromete con aquello en lo que cree, y una de las mejores formas para proponer, a quien corresponda decidir, el método mejorado, es hacerlo comparándolo con el método actual y así presentar poca resistencia ante la evidencia de ahorros sustanciales.

4.6 Evaluación del sistema

Este proceso no sólo garantiza que las planificaciones de empaquetado y producción se optimizan para aumentar la producción y mejorar la satisfacción del cliente, sino también que los regímenes de mantenimiento y seguridad se satisfacen consistentemente y de forma puntual.

Existen tres criterios comúnmente utilizados en la evaluación del desempeño de un sistema, los cuales están muy relacionados con la calidad y productividad del mismo. Estos criterios pueden ser aplicados de la siguiente forma:

Efectividad del sistema: medida en que el sistema cumple con los objetivos propuestos en el periodo evaluado relacionados a tiempos no productivos.

Eficiencia del sistema: medida en que el sistema de tiempos no productivos emplea los recursos asignados y estos se revierten en la reducción y eliminación de tiempos muertos.

Eficacia del sistema: medida en que el sistema logra con su desempeño satisfacer las expectativas de sus clientes (trabajadores y organización).

La evaluación de un sistema se lleva a cabo para identificar puntos débiles y fuertes. La evaluación ocurre a lo largo de cualquiera de las siguientes dimensiones:

4.6.1 Evaluación operacional

Esta evaluación, valora la forma en que funciona el sistema, incluyendo su facilidad de uso, tiempo de respuesta, lo adecuado de los formatos de información, confiabilidad global y nivel de utilización.

Ha sido concebido para operar conjuntamente con los métodos habituales para aumentar el rendimiento de las plantas industriales: Rendimiento global de equipos (RGE), análisis de causas raíz y mantenimiento productivo total (TPM).

Rendimiento Global de Equipos (RGE o OEE). El indicador muestra la disponibilidad, velocidad (rendimiento) y calidad con que funcionan las máquinas y se ejecutan los procesos. El indicador Rendimiento Global de Equipos, es seguramente la mejor medida del rendimiento a la hora de mejorar los equipamientos. Este indicador se calcula de la siguiente forma:

RGE=disponibilidad x rendimiento x calidad

Donde la disponibilidad, rendimiento y calidad se calculan de la siguiente manera:

DISPONIBILIDAD= (Tiempo de operación programado-tiempo de paradas programadas)/tiempo de operación programado.

RENDIMIENTO O DESEMPEÑO= (Tiempo teórico del ciclo* cantidad procesada)/ tiempo de operación.

CALIDAD= (Cantidad Procesada-Cantidad de Defectos o mermas o desperdicios)/Cantidad Procesada.

El rendimiento del equipo se maximiza por medio del control y posterior eliminación de las seis pérdidas importantes mencionadas anteriormente.

El indicador RGE ofrece las ventajas siguientes:

- El concepto es sencillo, fácil de usar y de entender.
- Se puede utilizar en una gran variedad de ramos industriales y entornos de producción.
- Permite comparar los datos de producción de diferentes productos, turnos de trabajo y plantas.
- Se puede realizar el seguimiento de las mejoras de producción a lo largo del tiempo.

Análisis de causa raíz. El análisis Causa Raíz se aplica siempre que las mediciones del RGE indique que la planta tiene un rendimiento deficiente. Es un

enfoque estructurado que se ocupa de los fallos y errores, ya que ambos pueden afectar significativamente a la calidad del producto, al rendimiento del proceso y a la disponibilidad de los equipos.

En términos generales, el enfoque causa raíz define un fallo como una situación en que el rendimiento de un proceso no alcanza las expectativas u objetivos. En términos más específicos la definición de fallo contiene los siguientes aspectos, que son comunes a las plantas industriales:

- Cualquier interrupción de la producción
- Pérdida de disponibilidad de activos
- Falta de disponibilidad de los equipos
- Desviaciones respecto de lo programado
- Incumpliendo de las expectativas

El análisis Causa Raíz es un procedimiento sistemático de trabajo que conduce al analista desde el caso concreto de fallo hasta la raíz de las causas del mismo. Denominamos causas raíz a las causas más básicas de fallo identificables dentro de lo razonable. Las causas pueden ser de tipo físico (averías de los componentes y de las piezas de las máquinas), de tipo humano (un operario realiza mal o no realiza una operación) o de tipo latente (¿cuál fue el motivo del error?, ¿por qué ocurrió?). El fallo no debería repetirse una vez que se han identificado las causas raíz del mismo y se han aplicado las medias correctoras.

Mantenimiento productivo total (TPM). TPM es un proceso exhaustivo de cambio que puede definirse como una forma sistemática de trabajo para crear un proceso de producción sin pérdidas, al menor costo posible y con la participación de todos los empleados. Se trata de una atención continua, a

largo plazo, y no de un mero proyecto, aunque el concepto puede ser introducido como si fuera un proyecto.

Por lo general, el proceso de cambio tiene un efecto positivo sobre los empleados de la empresa en cuestión. Los empleados que participan activamente mejoran su capacitación de modo que están mejor preparados para el futuro.

La mejora de la capacitación permite ganar competitividad, algo de gran utilidad para todos.

Al elevar su nivel propio y tener una visión más clara de lo que es importante para el futuro de la empresa, los empleados están más motivados para aceptar nuevos cambios que, además, pueden introducirse más rápidamente.

El sistema es una base de datos especial para la medición y análisis en línea del rendimiento de los equipos. Sus funciones y características principales son las siguientes:

- Detectar y registrar automáticamente todas las pérdidas de producción.
- Calcular y presentar en línea el rendimiento de los datos.
- Contribuir a analizar los datos de producción y a alcanzar propuestas para mejorar la misma.
- Imprimir informes.
- De fácil instalación en la mayoría de los procesos de producción.

A la hora de realizar estas funciones, el sistema puede aplicar los tres métodos de rendimiento de las plantas (RGE, Causa Raíz y TPM) con datos

sólidos de rendimiento y avanzadas herramientas para el análisis de los mismos. De este modo es posible identificar, realizar el seguimiento y responder a los problemas que se presentan en la producción.

El sistema consta de cuatro módulos principales:

1. Adquisición de datos, manejo y almacenamiento de datos, visualización y realización de informes.
2. El indicador RGE o cualquier otro indicador de rendimiento definido por el usuario.

Un diagrama de PARETO informa sobre las averías acumulativas de acuerdo con la categoría.

3. Presenta el reparto porcentual de las causas de parada en la línea de producción y las clasifica en orden descendente con tiempos acumulados. Para cada tipo de acontecimiento, el diagrama presenta su ponderación en el tiempo, la cantidad y el porcentaje respecto del tiempo total de producción, el tiempo real de producción, la clasificación (tipo de parada operativa) y el tipo real de producción que está en curso en ese momento.

El operador o el jefe de producción pueden constatar la situación global de la línea en una pantalla cronológica para poder centrarse en los acontecimientos más importantes.

4. La pantalla muestra cronológicamente todos los acontecimientos relacionados con una máquina, línea de producción, producto o lote concreto durante un período de tiempo dado. Eligiendo un color (cada color corresponde a una

clase de operaciones y paradas), el usuario puede ver ala vez todos los incidentes sucedidos durante un turno de trabajo, día o semana en particular.

Otras características del sistema es que puede imprimir informes utilizando otros tipos de software para configurar y formatear la disposición.

4.6.2 Impacto organizacional

Los beneficios que la organización adquiere con el nuevo sistema, se identifican en el área de mantenimiento como la mejora de las operaciones de mantenimiento y libera tiempo para otras actividades, ayuda a identificar áreas problemáticas que presentan obstáculo para la entrega continua y sin interrupciones. En la gerencia, proporciona una herramienta para monitorear y cuantificar el desempeño y los ahorros, optimiza la ingeniería y el mantenimiento de los recursos. En los empleados u operarios, proporciona un medio para minimizar el tiempo de actividad de modo que la planta de producción pueden seguir siendo competitiva y con un costo eficaz en el entorno de manufactura global de la actualidad.

La industria de bebidas carbonatadas mejora la calidad y reduce los costos utilizando este nuevo sistema para documentar y controlar los cambios en las líneas de producción.

4.6.3 Desempeño del desarrollo

La evaluación del proceso de desarrollo de acuerdo con criterios tales como tiempo y esfuerzo de desarrollo, concuerdan con presupuestos y estándares, y otros criterios de administración de proyectos.

Cuando la evaluación de sistema se conduce en forma adecuada proporciona mucha información que puede ayudar a mejorar la efectividad de los esfuerzos de desarrollo de aplicaciones subsecuentes.

La metodología está basada en un ciclo iterativo de cuatro fases. Las fases de la evaluación están representadas en la figura 22.

Las fases de la evaluación son descritas de la siguiente manera:

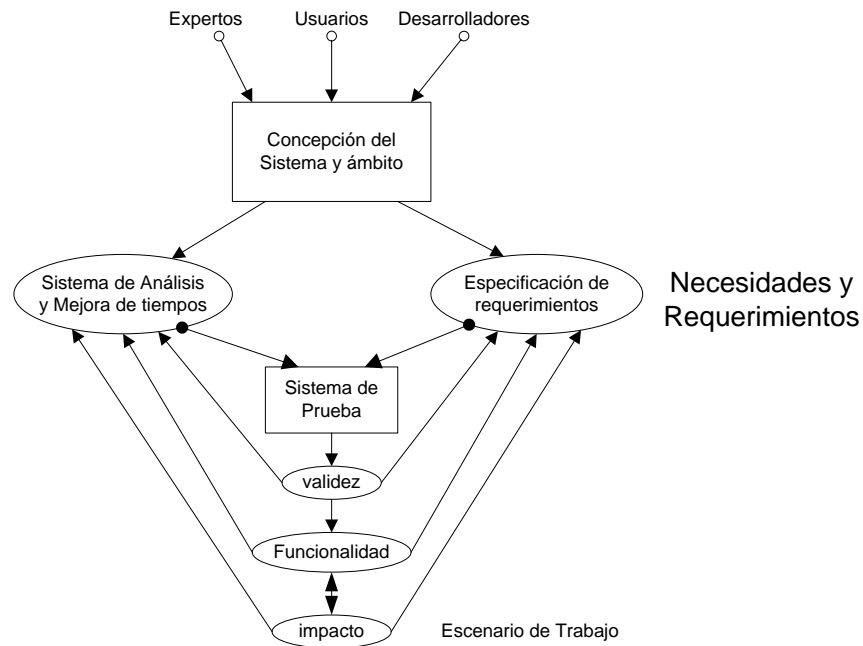
Fase I: primero desarrollo del sistema.

Fase II: evaluación de la validez de la base de conocimientos.

Fase III: evaluación de la funcionalidad en circunstancias controladas (encuestas).

Fase IV: evaluación del impacto en el escenario de trabajo (pruebas de Consecuencias de la aplicación):

Figura 22. Metodología de evaluación



Fuente: http://www.unab.edu.co/editorialunab/revistas/rcc/pdfs/r21_art5_c.pdf

Cada fase de desarrollo del sistema tiene que acabar con una sesión de evaluación, durante la cual, todas las partes responsables tienen que revisar los resultados y ponerse de acuerdo sobre los aspectos más importantes antes de pasar a la fase siguiente. Durante cada fase de evaluación, las deficiencias de todas las fases anteriores deben ser examinadas de nuevo. Cada punto débil encontrado durante una fase de la metodología, necesita una nueva iteración de la fase de desarrollo anterior o en la fase preliminar de diseño, en la cual los requerimientos de los usuarios (operadores y administradores) han sido previamente especificados. La primera fase es crucial en la planificación de la evaluación debido a que define metas y características que tendrá el sistema.

4.7 Prueba del sistema

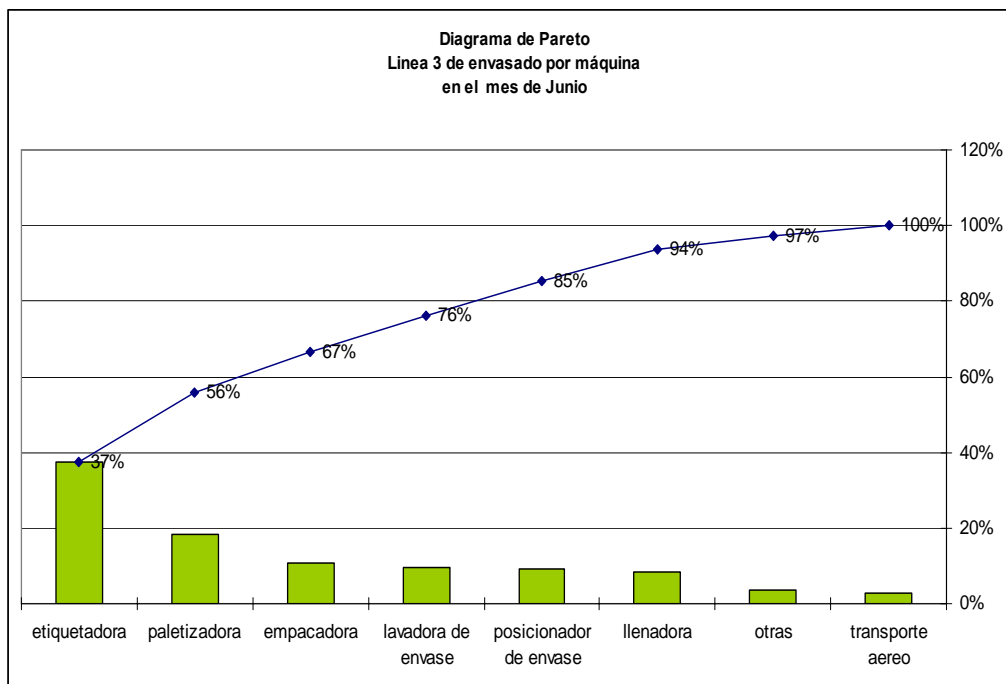
Para llevar a cabo las medidas remedio siguiendo el proceso descrito en el inciso 4.1.1 y en la figura 20 de la página 111, involucrando a los afectados y concientizando al personal sobre la importancia del problema y los objetivos que se persiguen. Se procede a hacer las pruebas del sistema de análisis de paros.

Se inicia a recopilar datos sobre el proceso a través de hojas de verificación previamente diseñadas, en la figura 23 se muestra un ejemplo de una hoja de verificación que se usó para el análisis del sistema; seguidamente se diseñó y examinó el diagrama de flujo del proceso de producción, el cual es mostrado en la figura 8 de la página 71, una vez realizadas estas actividades e ingresados los datos a una base de datos diseñada específicamente para este tipo de análisis; se procede a presentar los datos en forma efectiva a través de diagramas estadísticos generados por el software, para observar el comportamiento de los datos y hacer un análisis de ellos.

El primer paso para hacer un análisis consiste en aplicar un Pareto de primer nivel para determinar cuál es el problema más importante.

La figura 24 muestra un diagrama de Pareto de una línea de producción. A partir de ésta es posible apreciar, a simple vista, que el problema principal en para un mes tomado al azar es la máquina etiquetadora, ya que representa el 37% del total de paros en la línea durante un mes. La máquina que le sigue en importancia es la paletizadora, con el 18% del total de paros.

Figura 24. Diagrama de Pareto para paros en una línea de producción.

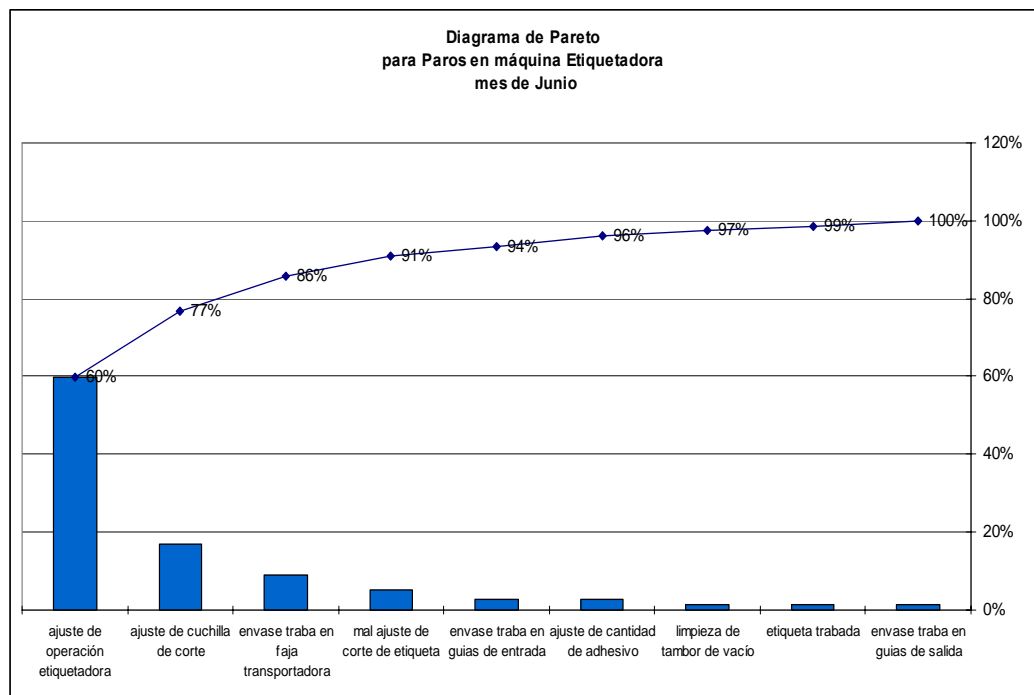


Fuente: Gráfica generada por la herramienta de cómputo del sistema a implementar.

Si analizamos la máquina etiquetadora, aplicando un Pareto de primer nivel para determinar cuál es el problema más importante que causa la mayor parte de los paros podemos apreciar lo siguiente, en la figura 25 se aprecia, que el problema principal en la etiquetadora son los ajustes de operación de la

misma, ya que representan el 60% del total de paros en un mes. El paro que sigue en importancia es el ajuste de la cuchilla de corte de etiqueta, con el 17% del total.

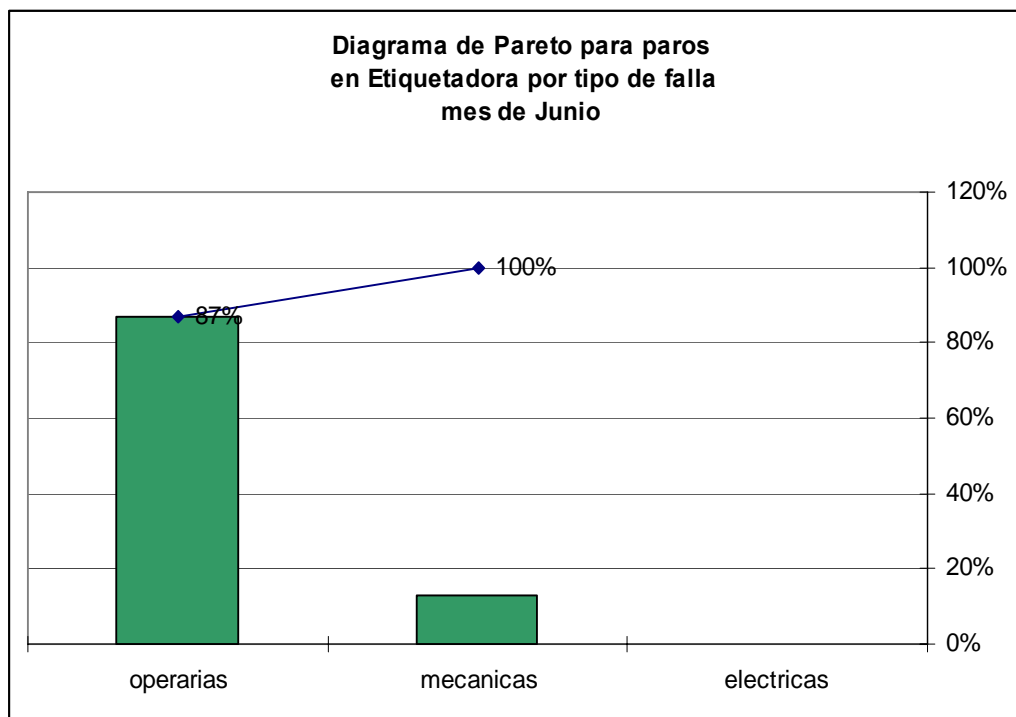
Figura 25. Diagrama de Pareto para paros en máquina etiquetadora.



Fuente: Gráfica generada por la herramienta de cómputo del sistema a implementar.

Si analizamos los tipos de fallas que tiene cada máquina, aplicando un Pareto, podemos apreciar el problema por el cual la etiquetadora para; en la figura 26, podemos apreciar que la mayor parte de los paros en la máquina se debe a fallas operativas, los cuales representan el 87% de las fallas, siguiendo en importancia las fallas mecánicas en un 13% del total.

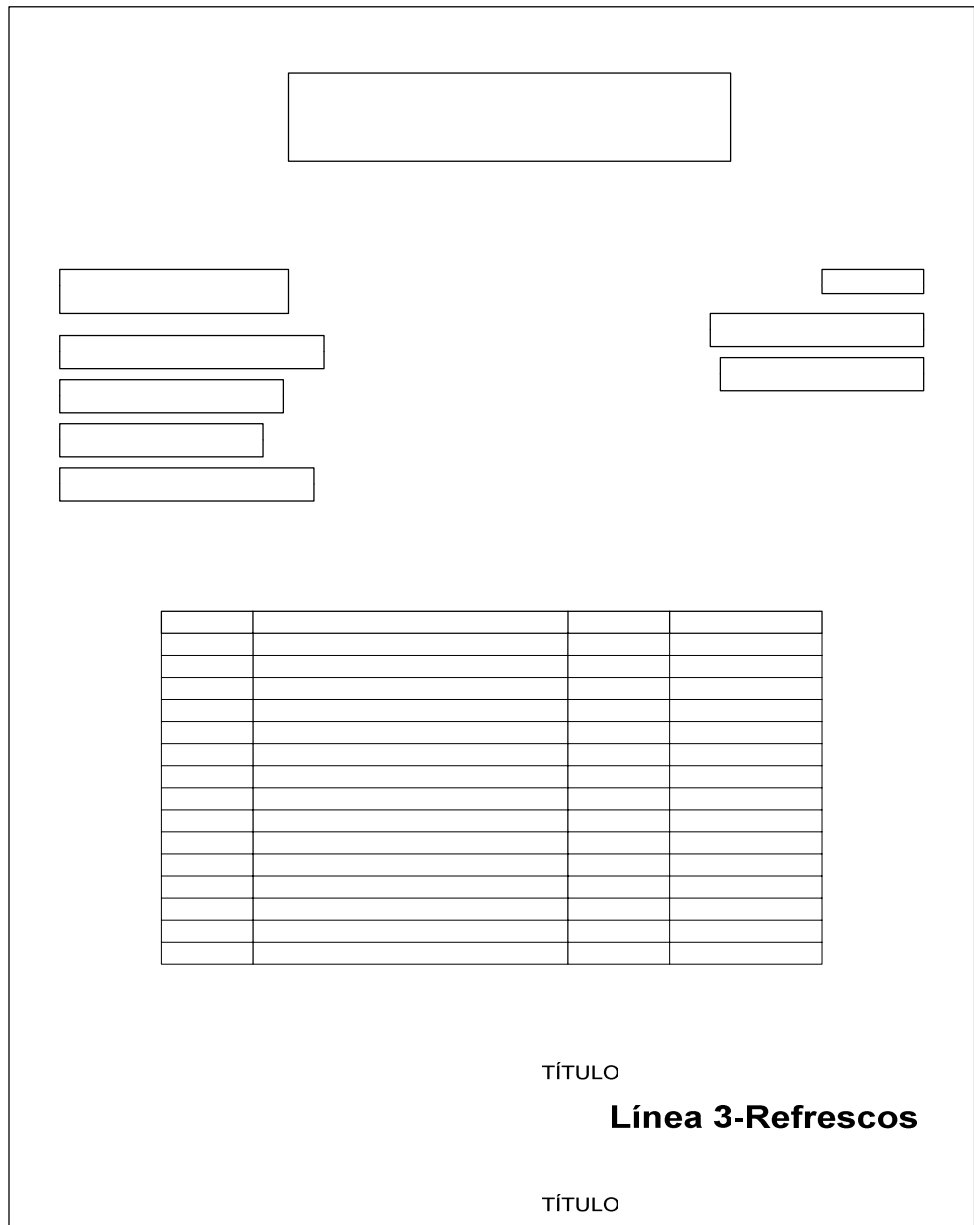
Figura 26. Diagrama de Pareto por tipo de falla en máquina etiquetadora.



Fuente: Gráfica generada por la herramienta de cómputo del sistema a implementar.

Ahora bien, si se desea observar, cómo se está comportando la línea a través de su disponibilidad, desempeño, calidad y RGE, la figura 27 muestra los datos, en base a datos obtenidos de las hojas de verificación, los cuales son ingresados a la base de datos y desplegados por el sistema por medio de cálculos realizados a través de fórmulas preestablecidas por el analista del sistema. Estos cálculos, muestran que la línea tiene una disponibilidad del 71%, un desempeño del 89%, una calidad del 88% y una eficiencia global del equipo del 56%, lo que representa para esta línea un nivel de inaceptable, produciéndose importantes pérdidas económicas y una baja competitividad para esta línea de producción.

Figura 27. Informe de Tiempo muertos por línea



Informe

Fuente: Reporte generado por la herramienta de cómputo del sistema a implementar.
 Tiempo de Operación: 460 h/mes

5. MEJORA CONTINUA

Después de diseñar un proceso asistencial, y una vez que se procede a su implantación a nivel local, es imprescindible poner en marcha mecanismos de control y mejora continua que permitan medir su calidad. Estos mecanismos deben utilizarse sistemáticamente para conocer todos los aspectos claves en el desarrollo del proceso asistencial:

- Si su variabilidad se mantiene dentro de unos márgenes aceptables.
- Si la efectividad del proceso es la deseada, es decir, si los indicadores de resultados o de valoración integral del proceso son satisfactorios.
- Si los usuarios están satisfechos: se han eliminado espacios en blanco, tiempos de espera innecesarios, se garantiza la accesibilidad a los clientes.
- Si se mantienen los niveles de eficiencia previstos, y los indicadores demuestran una mejor utilización de los recursos.
- Si se escucha la opinión de los profesionales y las personas que intervienen en el desarrollo del proceso consideran que su trabajo ha mejorado.

La mejora continua es una herramienta de incremento de la productividad que favorece un crecimiento estable y consistente en todos los segmentos de un proceso.

La mejora continua asegura la estabilización del proceso y la posibilidad de mejora. Cuando hay crecimiento y desarrollo en una organización o comunidad, es necesaria la identificación de todos los procesos y el análisis mensurable de cada paso llevado a cabo. Algunas de las herramientas utilizadas incluyen las acciones correctivas, preventivas y el análisis de la satisfacción en los miembros o clientes. Se trata de la forma más efectiva de mejora de la calidad y la eficiencia en las organizaciones.

En mercados globalizados con un altísimo grado de competitividad, debido a la caída de las barreras aduaneras, la existencia de un sistema de información en tiempo real y de bajísimo costo, una fuerte convergencia de gustos estándares a nivel planetario, la creciente y cada vez más importante economía digital y el surgimiento de fuertes bloques regionales de libre comercio, hace imperiosa a la empresa de mejorar de manera continua y sistemática.

Si bien siempre fue necesario aplicar la mejora continua, evitando quedar atrapado en los moldes que dieron origen a las pasadas victorias, hoy los cambios son más veloces y poderosos, razón por la cual continuar viendo los procesos con los paradigmas del pasado llevará a la empresa a la pérdida de competitividad y luego a su desaparición.

Es necesario reactualizar constantemente los paradigmas. Revisar y criticar éstos de manera permanente se hace una necesidad y una obligación.

La mejora continua implica alistar a todos los miembros de la empresa en una estrategia destinada a mejorar de manera sistemática los niveles de calidad y productividad, reduciendo los costos y tiempos de respuestas, mejorando los índices de satisfacción de los clientes y consumidores, para de esa forma

mejorar los rendimientos sobre la inversión y la participación de la empresa en el mercado.

Mejorar de manera continua implica reducir constantemente los niveles de desperdicios, algo que se adecua a la época actual signada en la necesidad de salvaguardar los escasos recursos del planeta, pero también significa reducir continuamente los niveles de contaminación del medio ambiente, algo que es y será cada día más vital en un planeta sujeto a profundos y graves desequilibrios.

La Mejora Continua implica tanto la implantación de un sistema, como así también el aprendizaje continuo de la organización, el seguimiento de una filosofía de gestión, y la participación activa de todo el personal. Las empresas no pueden seguir dando la ventaja de no utilizar plenamente la capacidad intelectual, creativa y la experiencia de todo su personal.

Como producto de los cambios sociales y culturales, en las empresas todos tienen el deber de poner lo mejor de sí para el éxito de la corporación. Su puesto de trabajo, su turno y sus posibilidades de crecimiento de desarrollo personal y laboral dependen plenamente de ello.

El personal debe participar de equipos de trabajo tales como los Círculos de Control de Calidad, los equipos de *Benchmarking*, los de Mejora de Procesos y Resolución de Problemas, con distintas características, objetivos especiales y forma de accionar, todos tienen una meta fundamental similar: la mejora continua de los procesos, productos y servicios de la empresa.

Si es tan evidente y necesaria la mejora continua, ¿cómo es factible pues que muchos empresarios y directores de empresas se nieguen a verla y

adoptarla, o dicho en otras palabras, porqué se niegan a tomar conciencia de dicha imperiosa necesidad?

Se puede decir que se niegan por varias razones, siendo las principales: en primer lugar la tan mencionada resistencia al cambio, en segundo lugar la necesidad de compromiso, persistencia y disciplina que la mejora continua requiere, en tercer lugar el poseer tanto una ética de trabajo, como una cultura de creer y querer la mejora continua, y en cuarto término la exigencia de un aprendizaje permanente.

Mejorar no implica tratar de hacer mejor lo que siempre se ha hecho. Mejorar de manera continua implica aplicar la creatividad e innovación con el objeto de mejorar de forma continua los tiempos de preparación de las máquinas-herramientas, mejorar la forma de organizar el trabajo pasándolo del trabajo por proceso al trabajo por producto o en células, mejorar la capacitación del personal ampliando sus conocimientos y experiencias mediante un incremento de sus polivalencias laborales. Mejorar significa cambiar la forma de ver y producir la calidad, significa dejar de controlar la calidad para empezar a diseñarla y producirla. Todo ello y más significa la mejora continua, por ello tantos huyen de ella, y por ello tan necesaria es, lo cual lleva a los que la adoptan a conciencia y como una filosofía de vida y de trabajo a mejorar no sólo la empresa, sino además la calidad de vida en el trabajo.

5.1 Control de los cambios planeados

Planificar la mejora

Es necesario establecer un plan de mejora para introducir los cambios necesarios en el proceso previamente diseñado. Este plan debe contemplar

todos los aspectos que permitan conducir el proceso hacia la excelencia y, en este sentido, debe responder a las siguientes preguntas:

¿Quién lleva a cabo la mejora?:

Aspectos relacionados con las persona, como el grado de implicación de los profesionales (objetivos individuales, incentivos, etcétera), la capacidad de introducir innovaciones y el grado de autonomía para hacerlas posible.

¿Cómo se lleva a cabo?:

Forma de organizar las estrategias de mejora, es decir, cuestiones tales como quién las lidera, con qué estructura organizativa (comisiones, grupos de trabajo, etcétera).

¿Cuándo?:

Si se planifican las actividades de mejora con carácter puntual o están integradas en el trabajo diario, etcétera.

¿Qué se necesita?

Recursos de formación, tiempo, personas, recursos materiales, etcétera.

Ejecutar

Consiste en “hacer mejorar las cosas”, asegurando que se miden los resultado en cada paso, desde la entrada hasta el final del proceso (la cantidad y la entrega de servicios, la calidad de los mismos, etcétera). Así, hay que

medir el tiempo de realización de las tareas previstas y el lugar más idóneo donde éstas se ejecutan, es decir, se debe valorar la eficiencia del proceso y su efectividad, y no sólo desde el punto de vista de la calidad científico técnica (que siempre tienen en cuenta los proveedores), sino también de la percibida por los usuarios.

Para llevar a cabo estas mediciones, es imprescindible contar con un Sistema de información Integral en el que se contemplen las diferentes dimensiones de la calidad, se utilicen diferentes métodos para obtener la información, y estén diseñados los indicadores de evaluación precisos.

Es decir, un sistema de evaluación y seguimiento de calidad de un proceso exige un sistema de información que lo sustente, y que se constituye como la base fundamental para la valoración de la mejora a largo plazo. Éste ha de tener cobertura integral, con el fin de facilitar tanto la obtención de indicadores globales y poblacionales como las fuentes de datos que permitan la gestión de casos y la trazabilidad de los mismos a lo largo del proceso.

Evaluar

Se trata de buscar continuamente las causas de los errores y desviaciones en los resultados, interrelacionando los flujos de salida del proceso con las expectativas previas de los usuarios, ya que la gestión de procesos, si bien consiste en mejorar las cosas que ya se vienen haciendo, pone especial énfasis en ele “para quién” se hacen y en el “cómo” se deben hacer.

Para la evaluación de los procesos se pueden plantear múltiples herramientas y mecanismos de actuación.

- Repetición del Ciclo de Mejora.
- Realización de Auditorías de Calidad.
- Aplicación de Técnicas de *Benchmarking*.

Actuar

Esta fase consiste en intervenir en el proceso para solucionar los problemas de calidad, analizando las intervenciones factibles dentro del ámbito concreto de aplicación, y buscando el consenso entre los profesionales que lo lleven a cabo. Para ello, es necesario apoyarse en las fuerzas a favor y gestionar adecuadamente las posibles resistencias a las soluciones previstas. Esto se puede lograr, por ejemplo, mediante la construcción de una matriz FODA, en la que se visualicen tanto los factores externos al proceso (oportunidades y amenazas) como los internos (debilidades y fortalezas), cuyo conocimiento ayudará a diseñar la estrategia de intervención.

La forma más operativa para actuar en el abordaje de la Mejora de los procesos, y uno de los puntos clave en la gestión de calidad de los mismos, es la constitución de GRUPOS DE MEJORA, implicando a las personas que los desarrollan y que, por tanto, los conocen bien.

GRUPOS DE MEJORA

Ofrecen un marco idóneo para que las personas de la organización puedan cambiar y mejorar las cosas, aprender y aplicar metodología de calidad, desarrollar la gestión participativa, se trata de formar grupos de trabajo que actúen como equipo, que lleven a cabo su labor no sólo utilizando el buen juicio sino sobre la base de una metodología, que les permita aprender y

experimental, compartiendo riesgos, conocimientos y la responsabilidad en función de unos resultados previstos.

¿Qué es un grupo de mejora?

Un grupo reducido de profesionales que trabajan en una situación mejorable concreta, por un periodo limitado de tiempo, con un objetivo general: analizar los procesos “defectuosos” y rediseñarlos orientándolos hacia el usuario. Es decir, es una potente herramienta para la redefinición de los procesos.

¿Quién lo forma?

Deben estar representados todos los profesionales implicados en cada una de las áreas que se vayan a evaluar y mejorar: personas conocedoras del problema, interesadas y motivadas por la mejora, e implicadas en los posibles cambios, con capacidad de diálogo, tolerancia, respeto y perseverancia, comprometidos con la participación y dinámica de las reuniones.

¿Qué hace el grupo de mejora?

Identifica y prioriza los problemas, analiza sus causas, plantea posibles soluciones y propone los cambios necesarios. También debe establecer un mecanismo sencillo de revisión periódica (es decir, implantar el Ciclo de Mejora Continua).

Premisas previas a la formación de los grupos de mejora:

Su misión debe estar de acuerdo con la política y objetivos de calidad de la organización.

- Deben contar con el apoyo explícito de la Dirección o Gerencia de la institución.
- Los componentes del grupo de mejora deben tener y/o recibir formación conceptual y metodológica en Mejora Continua de la Calidad.
- Sus objetivos deben estar bien definidos, ser claros y ser concisos.
- Deben definir las fuentes de información que hay que utilizar y el circuito de las mismas.
- Es preciso analizar y gestionar sus necesidades de soporte, asesoramiento, logística, etc.
- Su tamaño recomendable es de 6-10 personas.

El control de cambios planeados, que la organización puede utilizar para la mejora del sistema actual de tiempos improductivos, puede ser manejado a través de: mejorar la capacidad de la organización para adaptarse a los cambios en su ambiente, cambiar el comportamiento de los empleados; son las metas para un buen manejo o control de los cambios planeados para el desarrollo de la mejora en el sistema actual. Así bien su magnitud es medida en base a los cambios de primer nivel (lineal y continuo)¹ y de segundo nivel (multidimensional, multinivel, discontinuo y radical)² y por último tomando en cuenta a los agentes del cambio, que son los responsables del manejo de las actividades de cambio en las organizaciones siendo estos: consultores externos, consultores internos, equipos de trabajo y trabajadores.

¹ Ver Apéndice

² Ver Apéndice

5.2 Control de cambios no planeados

La gente se resiste y lucha contra el cambio siempre. Hay quienes más y quienes menos. Cambiar produce sentimientos desagradables como miedo, inseguridad y angustia, debido a que no queremos dejar lo que ya conocemos y, por otra parte, nos da miedo lo nuevo.

¿Por qué la gente se resiste al cambio?

Las personas se resisten al cambio por las siguientes razones:

- Los nuevos objetivos o metas no son aceptados.
- La gente no está bien informada sobre el cambio mismo, las razones para cambiar, o las consecuencias del cambio.
- La gente tiene miedo a lo desconocido.
- Tienen miedo de no poder adquirir las habilidades necesarias para la nueva situación.
- La gente está a gusto como está.
- Tiene miedo de perder lo que ya logró.
- Los nuevos objetivos no son importantes para ellas o no ven cómo las puede beneficiar.
- La persona que propone el cambio tiene mala relación con la gente a quien afecte el cambio.
- La gente siente que no es el momento de cambiar.
- Tiene miedo de tener que trabajar más duro.
- No se les involucró en la planeación del cambio.
- Tienen diferentes perspectivas del problema.
- Sienten que son otros los cambios que se tienen que hacer.

¿Cómo manejarlo?

Frente a las inevitables resistencias al cambio, se proponen los siguientes procesos para reducir las o eliminarlas:

- Dar información. Sobre la necesidad del cambio, sus objetivos, sus efectos, sus alcances.
- Comunicación. Intercambia opiniones con el personal, pedir retroalimentación, considerar el punto de vista de ellos.
- Expresión de sentimiento. Permitir que se expresen los sentimientos de miedo, coraje, angustia, entusiasmo, etc., relacionados con el cambio.
- Involucramiento. En la medida de lo posible, debe hacerse que el personal participe en el diagnóstico de la situación, en la planeación y ejecución del cambio.

Para concretar estos procesos, se sugiere lo siguiente:

- Comunicar claramente al personal qué se va a cambiar y qué se quiere lograr con el cambio. A veces, es bueno decirlo también por escrito.
- Dar tiempo para aclarar dudas.
- Tomar en cuenta las necesidades del personal.
- Dar espacio para negociar y ser flexible en lo que se pueda.
- Dedicar tiempo a oír los miedos y temores del personal con respecto al cambio. Sirve para saber en qué se oponen al cambio.
- Reforzar continuamente los aspectos positivos del cambio.
- No negar los aspectos negativos del cambio. Hablar lo más realista de las consecuencias del cambio.

- Explicar que todo el mundo se siente incómodo cuando pasa por un cambio.
- Dar tiempo para que el personal se familiarice con la idea del cambio.
- Dar recompensas o estímulos para favorecer la aceptación de la nueva situación.
- Si, el personal necesita algún entrenamiento para hacer frente a la nueva situación, mandarlos a tomar algún curso.
- Si aún no se está decidido a llevar a cabo el cambio, no anunciarlo.
- Cuando se eche a andar el cambio, no dar oportunidad de volver atrás.
- No agredir al personal que se opone al cambio. Se debe ser razonable.

5.3 Medida de los beneficios planeados

La medición y la evaluación de resultados son herramientas valiosas de gestión. Otorgan credibilidad a las actividades.

El hecho de tener una respuesta numérica no significa que ésta sea “verdadera” ni “mejor”.

5.3.1 Estadísticas

La recopilación, organización, análisis, interpretación y presentación de datos, son los procesos de medición que nos proporcionan datos numéricos. Una manera eficiente y eficaz de obtener información significativa a partir de los datos, permitiendo a los analistas y empleados controlar y mejorar los procesos, es a través del análisis estadístico, realizado éste por medio de las

herramientas estadísticas que fueron descritas en los capítulos anteriores, estas herramientas proporcionaron datos numéricos, los cuales es preciso entender para la toma de decisiones.

La comprensión de los procesos proporciona el contexto para determinar los efectos de la variación y el tipo apropiado de acción gerencial por emprender. Aunque la variación existe en todas partes, muchas decisiones de mejora no la toman en cuenta y, a menudo, los administradores confunden sus causas comunes y especial de variación. Debe entenderse la naturaleza de la variación antes de enfocarse en reducirla.

Las variaciones en los materiales, herramientas, máquinas, operadores y el ambiente no son fáciles de entender. La variación debido a cualquiera de estas fuentes aparece en forma aleatoria. Sin embargo, su efecto combinado es estable y, por lo regular, es posible predecirlo estadísticamente. Estos factores están presentes como parte natural del proceso y se le denominan como causas comunes de variación, estas causas comunes representan 80 a 95 por ciento de la variación observada en el resultado del proceso de producción.

5.3.2 Resultados

Los resultados se revisan, cuando es necesario, para determinar oportunidades adicionales de mejora. De esta manera, la mejora es una actividad continua. La información proveniente de los operarios y otras partes interesadas, las auditorias, y la revisión del sistema de gestión de calidad pueden, asimismo, utilizarse para identificar oportunidades de mejora.

La acción de medir y controlar la marcha del sistema, de hacer un seguimiento de las actividades del mismo mediante la aplicación de índices o indicadores son una manera de medir los resultados logrados, son los instrumentos que describen, en términos cuantitativos o cualitativos, el cambio logrado o que se quiere lograr en el tiempo. Pueden ser medidas, índices de rendimiento (aumentos, disminuciones), comparaciones entre cifras o condiciones, hechos, opiniones, etcétera. Estos deben ser fruto de un acuerdo mutuo al inicio de la mejora; deben ser mensurables, participativos, sencillos y accesibles y pertinentes. Al decir que pueden ser cuantitativos, se refiere a (número de, frecuencia de, % de, tasa de, diferencia con, etcétera.) o cualitativos en cuanto a (capacidad de, calidad de, nivel de, presencia de, percepción de, etcétera.), estos indicadores pueden ser obtenidos de la información que muestran las hojas de verificación y de las fórmulas estadísticas previamente definidas, en el capítulo 4, sección 4.6.1, podemos observar los indicadores que se desean obtener para la medida del desempeño de las líneas de producción.

5.3.3 Ventajas

5. Incrementar la ventaja competitiva a través de la mejora de las capacidades organizativas.
6. Flexibilidad para reaccionar rápidamente a las oportunidades.
7. Mejora la capacidad de los recursos para procesar pedidos incorporando todas las restricciones necesarias.
8. Planificación de la producción más viable.
9. Identificar cuellos de botella y resolverlos como corresponde.
10. Ser proactivo y tomar decisiones fundamentadas en el momento preciso.
11. Reducción de tiempos muertos en las líneas de producción.

12. Ayuda a un incremento de la productividad y de la eficiencia de las líneas de producción.
13. Estandarizar la información.
14. Información disponible para la organización, de forma rápida y fácil, mejorando la administración de la misma.
15. Eliminación de datos y operaciones innecesarias.
16. Base de datos centralizada.
17. Los datos se ingresan sólo una vez y son consistentes, completos y comunes.
18. Acceso a información histórica.
19. Incrementa la comunicación y la colaboración.
20. Los directivos conocen la situación de la planta de producción, almacén de productos terminados, almacén de materia prima, información financiera, en el tiempo.
21. Minimizar costos de suministros.

5.3.4 Desventajas

1. La duración de la implantación del sistema se prolongará más del tiempo inicialmente proyectado.
2. Cambio de cultura, hábitos, resistencia al cambio.
3. Consecuencia inevitable de esto es un incremento de presión.
4. Costos agregados al software: entrenamiento y capacitación a usuarios, actualizaciones de la base de datos.
5. Modificación de procesos de recogida de datos.
6. No existe flexibilidad en cuanto a la elaboración y personalización de algunos reportes.
7. En algunos casos, se hace lento el proceso de obtención de información.

8. Existe dificultad de para integrar la información de otros sistemas independientes o bien que están en otra ubicación geográfica dentro de la planta.

5.4 Estrategias de mejora

Es necesario dotar a los responsables del proceso de las técnicas básicas para evaluar la efectividad y eficiencia de los procesos y buscar permanentemente su mejora.

El programa de mejora es una etapa importante en la elaboración de un producto que permite obtener buena calidad.

A continuación se describen las diferentes fases del ciclo y las herramientas recomendadas en cada una de ellas:

Primera Fase: detección de problemas

Consiste en seleccionar una o más características del producto: como lo son las variables dependientes que identifican el proceso, tomar medidas necesarias y registrar los resultados del proceso en las “tareas de control”, estimando el corto y largo plazo de la capacidad del proceso de elaboración del producto.

- Identificar y listar situaciones mejorables.
- Priorizarlas
- Asignar responsabilidades y definir equipos de mejora.

Se debe especificar el problema u oportunidad de mejora detectado en términos cuantificables, que permitan distinguir entre el problema en cuestión y otros que presentan síntomas parecidos. Para ello, se debe recoger información adicional que ayude a responder a las siguientes cuestiones:

- Tipo de problema
- Situación
- Temporabilidad
- Actividades empleadas en su corrección.
- Impacto sobre la globalidad del proceso.

En función de la gravedad del impacto que el problema está teniendo sobre los usuarios y la organización, el responsable habrá de plantearse la conveniencia de poner en marcha actividades de contención. Que minimicen o anulen a corto plazo el efecto del problema sobre el entorno. Tendrán carácter provisional, ya que, con posterioridad, serán sustituidas por una solución definitiva.

Se deben especificar los objetivos a alcanzar en el proceso de resolución, procurando especialmente no incluir hipótesis causales, culpables ni sugerir soluciones predeterminadas.

Segunda Fase: análisis de las causas raíz del problema. Priorización

Implica la clave de la ejecución de las medidas del producto. Un análisis de intervalo es tomado por lo regular para identificar los factores comunes y exitosos de la ejecución: los cuales explican las mejores formas de aplicación. En algunos casos es necesario rediseñar el producto y/o el proceso, en base a los resultados del análisis.

- Analizar las causas.
- Considerar posibles soluciones.
- Escoger las soluciones factibles.
- Establecer mecanismos de control.
- Detectar y analizar las resistencias al cambio.

Se procede a identificar aquellas causas que tienen un efecto significativo sobre el problema, son controlables, y sobre las que se puede actuar para minimizar o eliminar su efecto. Para su identificación es conveniente:

1. Analizar los síntomas y el entorno del problema con la profundidad suficiente para aproximarse a las causas. Se cuantifican los síntomas y se estratifica la cuantificación sobre la base de las variables que pueden influir en el problema. Se analiza el proceso o subproceso donde aparecen los síntomas del mismo.

2. Formular las posibles causas identificadas. Es conveniente especificar la probabilidad de que sean causas reales y la facilidad de comprobación.

3. Evaluar el grado de contribución de cada causa al problema.

Tercera fase: Definir e implantar la solución al problema. Mejora

Se identifican las características del proceso que se puedan mejorar. Una vez realizado esto, las características son diagnosticadas para conocer si las mejoras en el proceso son relevantes.

- Aplicar soluciones.
- Controlar el proceso de su aplicación.

- Detectar y paliar las resistencias al cambio.
- Considerar soluciones alternativas.

Para conseguir, entre varias posibilidades, la solución óptima se procede a:

1. Listar todas las posibles soluciones a la causa raíz detectada.
2. Evaluar las diferentes alternativas en función de criterios que permitan la optimización de la solución final adoptada, sobre la base de:
 - Impacto o eficacia en la resolución del problema.
 - Coste de la solución.
 - Relación coste /beneficio.
 - Resistencia al cambio de los impactos derivados de la solución.
 - Tiempo de implantación.
3. Diseñar la solución escogida con definición de:
 - Nuevos procedimientos.
 - Modificaciones de recursos materiales y humanos.
 - Adecuación o modificación de infraestructuras.
4. Diseñar el sistema de control de la nueva situación de manera que dispongamos de mediciones periódicas del nuevo proceso y de los resultados alcanzados. Se describirán:
 - Parámetros a controlar y estándares de funcionamiento.
 - Procedimientos de actuación para el control sistemático y ante desviaciones.

- Recursos necesarios para garantizar el funcionamiento del sistema de control.

La fase de implantación de la solución se debe llevar a cabo de forma sistemática y con éxito. Ello dependerá de la participación de los profesionales implicados, de su grado de conocimiento sobre el objetivo que se pretende, y de la disponibilidad de recursos considerados necesarios. Se procederá a:

1. Tratar la resistencia al cambio. Supone un aspecto crítico en el éxito de la implantación. Para acometer esta tarea, se debe:

- Identificar las fuentes de resistencia y de apoyo más probables.
- Valorar y priorizar dichas fuentes en función de su impacto potencial.
- Identificar acciones para vencer los obstáculos mediante información, participación, y contacto con líderes.

2. Desarrollar el Plan de Implantación:

- Actividades que hay que realizar para la implantación (formación, procedimientos, cambios de personal e instalaciones, etc.)
- Nombrar responsables.
- Determinar cronograma.
- Seguimiento del Plan.

3. Cuando la implantación de la solución implique importantes cambios sobre la organización actual, se debe, previamente, verificar su eficacia mediante implantaciones controladas.

Dificultades:

- Optimizar la elección frenando el impulso de adoptar la primera solución sin tener en cuenta todas las posibilidades analizadas.
- Establecer, con carácter previo, los criterios de evaluación de las posibles alternativas con el fin de evitar los conflictos de intereses entre los miembros del equipo.
- Profundizar en el diseño de la solución para evitar demoras posteriores en la implantación.
- Contemplar las resistencias al cambio cuando los responsables de la resolución de problemas son claramente partidarios de él.

Cuarta Fase (Control / Monitorización). Nos ayuda a asegurar que las condiciones del nuevo proceso estén documentadas y monitoreadas de manera estadística con los métodos de control del proceso.

- Revisar los resultados.
- Monitorizar.
- Reiniciar el ciclo.

En la metodología Six-Sigma³ se realiza la capacitación del personal con el fin de obtener buena calidad. El entrenamiento provee a los candidatos con el conocimiento y características para guiar y dirigir la implementación de la metodología Six- Sigma en la empresa.

³ Ver Apéndice

CONCLUSIONES

1. Las principales fuentes de pérdida de producción nos condujeron a identificar y establecer los indicadores de gestión básicos que en una línea de producción se presentan, siendo estos indicadores: disponibilidad del equipo, rendimiento o desempeño del equipo, calidad y rendimiento global de equipos, siendo éste último uno de los mejores puntos del rendimiento en las líneas de producción.
2. Al evaluar el sistema actual de control de tiempos no productivos, se identificó que la toma de datos se realiza por cada corrida de producción, observando que ésta no es una información homogénea, debido a que no hay un sólo encargado de recabar la información y los formatos actuales no muestran la información deseada, produciendo pérdida de información sensible tanto al momento de obtener los mismos como al registrarlos.
3. Al diagnosticar el funcionamiento del sistema actual de tiempos no productivos, se determinó como uno de los puntos más severos a la máquina etiquetadora, donde la mayor frecuencia de los paros se debe a los ajustes de funcionamiento en la misma; cabe mencionar que estos ajustes son debido a los constantes cambios de presentación en los productos que tiene la misma.
4. Con el diagnóstico del sistema actual de tiempos no productivos, el aspecto que se le dio al nuevo sistema para mejorar el mismo, fue constituido por conjunto de actividades interrelacionadas entre sí, las

cuales permitieron tomar nota de los procedimientos realizados durante una corrida de producción.

5. Para una automatización del proceso de recolección, búsqueda de datos y emisión de reportes, se requirió del diseño un software donde el usuario pueda tanto ingresar la información de una manera adecuada como el de buscarla y generarla a través de reportes previamente diseñados por el mismo.
6. Se elaboró una herramienta para llevar el control de tiempos no productivos, constituyéndose ésta en una base de datos que lleve tanto el registro de los mismos así como una búsqueda automatizada.
7. La metodología que se desarrolló para el diseño de la herramienta de control, siguió un enfoque que ordena rigurosamente las etapas del sistema, de forma tal que el inicio de cada etapa debe esperar a la finalización de la misma.
8. Durante el desarrollo del trabajo, se observó que no existe un control de mermas y desperdicios durante la actividad de producción, lo que significa que se está perdiendo costos añadidos de producción y tiempo, además de estar bajando sensiblemente la productividad de las líneas.

RECOMENDACIONES

1. Debido a los constantes paros en la línea de producción, siendo estos en su mayoría a los ajustes de operación en las máquinas y/o equipos causada por los constantes cambios de presentación de producto, se recomienda revisar la planificación de su producción.
2. Debido a que el sistema actual presenta información no homogénea, y pérdidas de información sensible, se sugiere diseñar hojas de verificación que sean específicamente para este tipo de toma de datos donde la información que el sistema requerirá sea de operación y análisis.
3. La gente, maquinaria o actividades dentro del área de producción, deterioran el aire interior debido a la liberación de olores y calor, la formación de vapor de agua, la producción de dióxido de carbono y vapores tóxicos, nos lleva a recomendar lo siguiente: deberá proporcionarse ventilación para diluir estos contaminantes, sacar el aire viciado y dejar entrar aire fresco. Esto puede hacerse desplazando el aire caliente que gradualmente se eleva del equipo, de las luces y de los trabajadores.
4. Mucho del proceso industrial dentro del área de producción, requerirá del proceso de agua calentada o enfriada; por lo que se recomienda utilizar nuevamente el agua de proceso; haciendo que las demandas de la necesidad energética sean disminuidas y por lo tanto los ahorros puedan hacerse en sus costos de energía.

5. Se deberá evaluar y clasificar a los proveedores según su desempeño, calidad, servicio, costos y compromiso. No es recomendable seleccionarlos sólo de acuerdo a sus precios, en cuanto a materia prima se refiere.

APÉNDICE

- 1. El cambio de primer nivel es lineal y continuo.** Implica que no hay cambios fundamentales en los supuestos que tienen los miembros de la organización acerca del mundo o de la manera como la organización puede mejorar su funcionamiento.
- 2. El cambio de segundo nivel.** Es un cambio multidimensional, de multinivel, discontinuo y radical, que implica el replanteamiento de supuestos acerca de la organización y del mundo en el que opera.
- 3. Metodología Six-Sigma.** Es una metodología de calidad de clase mundial aplicada para ofrecer un mejor producto o servicio, más rápido y al costo más bajo. La metodología se basa en la curva de la distribución normal (para conocer el nivel de variación de cualquier actividad), que consiste en elaborar una serie de pasos para el control de calidad y optimización de procesos industriales.

BIBLIOGRAFÍA

1. Evans y Lindsay. "ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE LA CALIDAD". 6ta. Edición, Thomson Editores. México 2005. 686pp.
2. García Criollo, Roberto. "ESTUDIO DEL TRABAJO, INGENIERÍA DE MÉTODOS Y MEDICIÓN DEL TRABAJO". 2da. Edición. Editorial Mc Graw Hill. 459pp.
3. Gutiérrez Pulido, Humberto. "CALIDAD TOTAL Y PRODUCTIVIDAD". 2da. Edición. Editorial Mc Graw Hill. 421pp.
4. Niebel-Freivalds. "INGENIERÍA INDUSTRIAL, MÉTODOS, ESTÁNDARES Y DISEÑO DEL TRABAJO". 11ª Edición. Editorial Alfaomega. 744pp.
5. Rodas S., Iris C. "ESTADÍSTICA". 3ra Edición. Editorial Kamar. 142pp.
6. Spiegel, Murray R. "PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA". Serie Shaum. Editorial Mc Graw Hill. 372pp.
7. <http://www.eticayempresa.com/cursostat/Capitulo2.pdf>, año 2000.
8. http://www.cema.edu.ar/~pdel/GO-MADE-Sem7-_Calidad.ppt, diciembre 2008.
9. <http://es.wikipedia.org/wiki/OEE>, junio 2007
10. http://es.wikipedia.org/wiki/Desarrollo_en_cascada, junio 2009
11. <http://www.edicionsupc.es/ftppublic/pdfmostra/ME00802M.pdf>, enero 1998.
12. http://www.actiongroup.com.ar/download/identificacion_de_perdidas_2.pdf, año 2003
13. http://www.acercar.org.co/transporte/docs/modulo_2.pdf, año 2007