



SEP

DGEST

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PUEBLA

**“IMPLEMENTACIÓN DE TABLEROS DE CONTROL
(INDICADORES) EN EL ÁREA DE MEJORA
CONTINUA EN UNA EMPRESA DE
MANUFACTURA”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN INGENIERÍA

PRESENTA

LIC. ALEJANDRO PÉREZ CORTÉS

DIRECTOR

DR. JOSÉ BERNARDO PARRA VICTORINO

CODIRECTOR

DRA. GEORGINA FLORES BECERRA

PUEBLA, PUE.

JUNIO 2010

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por su ejemplo de trabajo, dedicación y sacrificio. Por enseñarme a luchar por lo que quiero y nunca rendirse en el intento. Por ser mi ejemplo a seguir y por el amor infinito que todos los días he recibido de forma incondicional.

A mi hermana por su amor y por ser la persona tan especial que es en mi vida.

A el amor de mi vida: Carmen, que sin sus consejos, paciencia y amor infinito, no habría sido posible la realización de ésta tesis. Gracias por creer en mi, por apoyarme en todo lo que emprendo y por haber llenado mi vida de amor por tu comprensión y total entrega en nuestro matrimonio.

A la luz de mi vida, mi Bebé Carmen Paola, a quien he sacrificado tiempo en sus primeros meses de vida, pero a quien dedico el esfuerzo diario y quien es la razón de mi vida.

A mis maestros por su disposición y ayuda brindadas.

Agradezco a mis amigos Joaquin, Toño y Charito quien forman parte de mi familia y a quienes admiro su entrega y compromiso con la vida.

Finalmente a dios, quien me dio la oportunidad de conocer la gente valiosa que está a mi alrededor como parte de mi familia, por tener a mis padres, por haberme permitido conocer a mi esposa y por el maravilloso regalo que es mi hermosa hijita.



ÍNDICE

Contenido.	Pág.
Introducción	i
Resumen	ii
Abstract	iii
Importancia de la Investigación	iv
Planteamiento del Problema	iv
Justificación	v
Alcances y Limitaciones	vii
Objetivos	viii
Objetivo General	viii
Objetivos Específicos	viii
Hipótesis	ix
Capítulo 1. Marco de Referencia	1
1.1 Antecedentes.....	2
1.1.1 Datos Generales de la Empresa.....	4
1.1.2. Perfil Corporativo.....	5
1.1.3. Antecedentes de la Empresa.....	8
1.1.4. Evolución de Johnson Controls.....	9
1.1.5 Objetivos de la Empresa.....	10
1.1.6. Valores.....	10
1.1.7 Perfil de la Empresa.....	11
1.1.8 Clientes y Productos.....	12
1.1.9. Política Ambiental ISO 14001:2004.....	14
1.1.10. Áreas de Producción.....	14
1.1.10.1 Unidad de producción Metalmecánica.....	14
1.1.10.2 Unidad de producción Pintura.....	15
1.1.10.3. Unidad de producción Uretanos.....	17



1.1.11 Departamento de Mejora Continua.....	18
1.1.12 Lean Manufacturing (Manufactura Esbelta).....	18
1.1.13 JCMS (Johnson Controls Management System).....	18
1.1.14 Beneficios clave de JCMS.....	19
1.1.15 Herramientas de Lean Manufacturing.....	19
1.1.15.1 A prueba de error.....	19
1.1.15.2 Administración visual.....	20
1.1.15.3 CINCO S's.....	20
1.1.15.4 Control de Materiales.....	21
1.1.15.5 Cultura y conciencia.....	21
1.1.15.6 Kaizen.....	22
1.1.15.7 Mantenimiento Total Productivo.....	22
1.1.15.8 Mantenimiento Total Productivo Solución de Problemas en Producción de Asientos.....	23
1.1.15.9 Mantenimiento Total Productivo Trabajo Estandarizado	23
1.2 Trabajos Relacionados (Estado del Arte).....	24
Capítulo 2. Marco Teórico.....	31
2.1 Taleros de Control.....	32
2.1.1 Antecedentes del Tablero de control.....	32
2.1.2 El Tablero de Control.....	33
2.1.3 Tipos genéricos de tableros.....	33
2.1.3.1 Tablero de control operativo.....	33
2.1.3.2 Tablero de control directivo.....	34
2.1.3.3 Tablero de control estratégico.....	35
2.1.3.4 Tablero de control integral.....	36
2.2 Herramientas para la toma de decisiones.....	40
2.2.1 Seis Sigma.....	40
2.2.2 Diagramas de Pareto.....	41
2.3 Dispositivos Móviles y Servidores.....	47



2.4 Teoría de Agentes.....	49
2.5 Modelos de Desarrollo de Software.....	51
2.5.1 Modelo de Espiral.....	52
2.6 Base de Datos.....	55
2.7 ASP.....	56
2.8 UML.....	57
2.8.1 Casos de Uso.....	58
2.8.2 Diagramas de Clases.....	60
2.8.2.1 Atributos y Métodos.....	61
2.8.2.2 Relaciones entre Clases.....	61
Capítulo 3. Marco Metodológico.....	63
3.1. Teoría de Calidad.....	64
3.1.1 Retrabajos Internos (IPPM's).....	64
3.1.2 Retrabajos en Planta Cliente (RWPPM's).....	65
3.1.3 Rechazos de Planta del Cliente del mismo grupo (IRPPM's).....	65
3.1.4 Rechazos de Planta del Cliente que no es del grupo (RPPM's).....	66
3.2. Variables.....	67
3.2.1. Definición Conceptual	67
3.3. Tipo de Investigación.....	68
3.3.1. Diseño de investigación.....	69
3.4. Población y Muestra.....	69
3.5. Método de investigación.....	69
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	70
3.7. Análisis de la Información.....	70
3.8. Modelo de Desarrollo de Software.....	71
3.8.1. Modelos Prescriptivos.....	71
Capítulo 4. Tableros de Control Aplicado a Modelos de	72



Producción.....	
4.1. Análisis Textual.....	73
4.2 Casos de Uso.....	77
4.3 Diseño del Sistema.....	85
4.4 Diseño de la Base de Datos.....	86
4.4.1 Diagrama Entidad/Relación.....	90
4.5 Propuesta de Desarrollo.....	94
4.5.1 Diseño de Algoritmos.....	94
4.5.2 Jerarquía de Formularios.....	98
4.6 Implementación del Sistema de Cómputo.....	100
4.6.1 Presentación del Sistema.....	101
4.6.1.1 Pantallas de Acceso.....	101
4.6.1.2 Catálogos del Sistema.....	104
4.6.1.3 Registro y Reportes del Sistema.....	109
Capítulo 5. Resultados.....	115
5.1. Descripción de Resultados.....	116
5.2 Conclusiones.....	120
Referencias Bibliográficas.....	122



ÍNDICE DE FIGURAS

Capítulo 1. Marco de Referencia.

Figura 1.1. Johnson Controls, Planta Tlaxcala.....	5
Figura 1.2. Plantas de Johnson Controls en México.....	7
Figura 1.3. Hoover comenzó a fabricar componentes para asientos en los 60's.....	8
Figura 1.4. Bienvenido el ingenio 2007.....	9
Figura 1.5. Área de Metalmecánica y parte de la línea de pintura.....	15
Figura 1.6. Carrusel con ganchos para la línea de pintura.....	16
Figura 1.7. Área de Uretanos.....	17
Figura 1.8: Tablero de Control basado en tecnología Hyperion.....	27
Figura 1.9: Tablero de Control basado en la plataforma MicroStrategy.....	28
Figura 1.10: Tablero de Control basado en la plataforma Corda.....	30

Capítulo 2. Marco Teórico.

Figura 2.1: Las Cuatro perspectivas de los Factores Críticos de Éxito.....	32
Figura 2.2. Ejemplo de un Tablero de Control Operativo donde se visualizan operaciones diarias.....	34
Figura 2.3. Ejemplo de un Tablero de Control Directivo.....	35
Figura 2.4. Ejemplo de un Tablero de Control Estratégico.....	36
Figura 2.5. Ejemplo de un Tablero de Control Integral.....	37



Figura 2.6. Pareto para problemas en botas.....	43
Figura 2.7. Pareto para causas: defecto principal por modelo de bota.....	45
Figura 2.8. Estructura del modelo en espiral.....	54
Figura 2.9. Clase en UML.....	60
Figura 2.10. Ejemplo de Asociación.....	62
Figura 2.11. Ejemplo de dependencia instancia.....	62

Capítulo 4. Modelo de Tableros de Control Aplicado a Modelos de Producción.

Figura 4.1. Caso de uso de registro de retrabajo.....	78
Figura 4.2. Caso de uso de consulta de retrabajo.....	80
Figura 4.3. Caso de Uso para emitir alerta de retrabajo.....	82
Figura 4.4. Caso de uso de registro de acciones correctivas.....	84
Figura 4.5. Diagrama de Clases del Sistema Propuesto.....	85
Figura 4.6. Diagrama Entidad Relación.....	93
Figura 4.7. Diagrama de Actividades para Graficar Pareto.....	94
Figura 4.8. Diagrama de Actividades para Emitir Alerta.....	96
Figura 4.9. Diagrama de Trabajo.....	101
Figura 4.10. Página de Acceso del Sistema de Johnson Controls.....	102
Figura 4.11. Pantalla Principal del Sistema.....	103



Figura 4.12: Catálogos Generales.....	104
Figura 4.13: Consulta de Objetos.....	105
Figura 4.14: Pantalla de Captura de un nuevo Objeto.....	105
Figura 4.15. Captura de un nuevo Objeto/Defecto.....	106
Figura 4.16: Captura de las unidades producidas.....	106
Figura 4.17: Captura de un Objetivo.....	107
Figura 4.18: Captura de una nueva relación Cliente/Equipo.....	108
Figura 4.19: Catálogo de Área/Modelo.....	108
Figura 4.20: Catálogo de Parte/Cavidad.....	109
Figura 4.21: Consulta de Retrabajos.....	110
Figura 4.22: Agregar Nuevo Retrabajo.....	111
Figura 4.23: Pantalla de Selección de Detalles de Consulta.....	112
Figura 4.24: Reporte de Tipo Pareto.....	112
Figura 4.25: Reporte de Retrabajos en el formato de velocímetro.....	113
Figura 4.26: Alerta de Retrabajos enviados al celular.....	114
Figura 4.27: Detalle de Alerta de Retrabajos.....	114
Capítulo 5. Resultados.	
Figura 5.1: Gráficas generadas por el Sistema.....	116
Figura 5.2: Reporte de Alerta de Retrabajo consultado por celular.....	118



ÍNDICE DE TABLAS

Capítulo 1. Marco de Referencia.

Tabla 1.1. Cliente Chrysler.....	12
Tabla 1.2. Cliente Volkswagen.....	12
Tabla 1.3. Cliente Ford.....	13
Tabla 1.4. Cliente Nissan.....	13

Capítulo 4. Modelo de Tableros de Control Aplicado a Modelos de Producción.

Tabla 4.1. Sustantivos para Determinar clases.....	75
Tabla 4.2. Descripción de un Registro de Retrabajo.....	77
Tabla 4.3. Flujo básico de éxito Registro de Retrabajo.....	77
Tabla 4.4. Descripción de Consulta de Retrabajo.....	79
Tabla 4.5. Flujo básico de éxito Consulta de retrabajo.....	79
Tabla 4.6. Descripción para emitir alerta.....	81
Tabla 4.7. Flujo básico de éxito para emitir alerta.....	81
Tabla 4.8. Descripción para Registro de Acciones Correctivas.....	83



ÍNDICE DE ALGORITMOS

Capítulo 4. Modelo de Tableros de Control Aplicado a Modelos de Producción.

Algoritmo 4.1. Graficar Pareto.....	95
Algoritmo 4.1. Alerta de Retrabajo.....	97



INTRODUCCIÓN:

A continuación se describe el proyecto realizado en la empresa del ramo automotriz: “Johnson Controls” la cual ha adoptado diversas estrategias para incrementar la calidad en sus procesos. Hoy en día no se es competitivo si no se cumple con los conceptos de: calidad, producción adecuada, bajos costos, tiempos estándares, eficiencia, innovación, nuevos métodos de trabajo, tecnología y muchos otros conceptos que hacen que la productividad sea un punto de cuidado en los planes a largo y corto plazo. También se muestra los resultados de utilizar los tableros de control en el manejo de indicadores. El uso de los tableros de control en Johnson Controls, dan la oportunidad de tener en tiempo real la descripción del comportamiento de los indicadores a evaluar. Esta estrategia implementada mejoró la forma de tomar decisiones respecto a fracasos en el logro de objetivos mostrados por los indicadores, esta información permite fijar los objetivos de la siguiente semana. El trabajo se desarrolló en JavaScript, ASP y HTML.



RESUMEN:

Las empresas requieren obtener pronósticos o resultados que determinen el rumbo de una decisión en el ámbito laboral. El presente trabajo usa los tableros de control que permiten una forma eficiente de administrar la toma de decisiones. En esta investigación se muestran las necesidades actuales que existen en el mercado por resumir grandes cantidades de información que se generan en los sistemas transaccionales presentada en un reporte sencillo y objetivo que permita la toma de decisiones, en particular en nuestra región las empresas automotrices deben estar al día en este tipo de toma de decisiones. Es posible analizar las necesidades de este tipo en una empresa que realiza asientos para el ramo automotriz. En dicha empresa se realizan auditorías semanales en donde se comparan los resultados con los objetivos. Si se disparan las diferencias entre objetivos y resultados, las medidas correctivas implican una junta para determinar acciones. En este modelo se evitan los problemas de acceso y comparación con evaluaciones anteriores. El sistema diseñado ayudará a tener un amplio rango de comparación con la característica de que se obtiene en tiempo real, evitando posibles errores en recaptura y sin tener que esperar el reporte al final de una semana laboral tal y como se venía haciendo hasta ahora.



ABSTRACT:

Companies need to get results and forecasts to determine the course of a decision in the workplace. This work uses the control panels that allow a very efficient way to control and decision making. Shows the current needs that exist in the market to summarize large amounts of information generated in transactional systems presented in a report that allows simple and objective decision making, particularly in our region, the automotive companies should be a day in this type of decision making. Is Possible to shows the need for such a company that makes seats for the automotive industry. In that company audits are conducted weekly in which the results are compared with objectives. If you shoot the gap between goals and results, remedial action involving a board to determine action. In this model avoids the problems of access and comparison with previous assessments. The system designed to help a wide range of comparison with the characteristic that is obtained in real time, avoiding potential errors in recapture and without having to wait for the final report of a working week.



IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.

La mayoría de las empresas, para mantener la competitividad requieren lograr la calidad y la producción optimizada, el presente proyecto aporta una metodología que mantiene un monitoreo y supervisión eficiente que genera oportunidad en la toma de decisiones, por ello los errores pueden ser solucionados de manera inmediata.

El mayor desafío que deben afrontar los directivos del nuevo milenio no es cómo triunfar, sino cómo mantener el éxito. Compañías grandes como Ford, IBM, Apple, por mencionar algunas, atraviesan ciclos dramáticos de casi muerte y renacimiento, pues los gustos de consumidores, las estrategias de mercado cambian en un ritmo cada vez mayor, es por ello que el grado de competitividad en las empresas actuales debe ser cada vez mayor, en este tipo de empresas se ha demostrado que no adoptar proceso o medidas que contribuyan al ahorro de tiempo, de reducir los desperdicios o retrabajos en la producción, llevaría a un fracaso en un mundo tan competitivo como el actual.

Sistematizar procesos, involucra necesariamente reducir costos de empleados que ahora podrían dedicarse a operaciones relacionadas con su propia área en vez de realizar procesos tediosos y rutinarios, adicionalmente, al tener un sistema robusto de información, es posible tener una mayor certidumbre en la veracidad de la información, y con ello reducir el tiempo en la toma de decisiones cuando se presenten situaciones de riesgo que comprometan la productividad de las empresas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Johnson Controls, como parte de la filosofía de mejora continua, registra semanalmente los indicadores de desperdicio (SCRAP) y de retrabajos (expresado en Partes de Millón) en las diferentes áreas donde se puede presentar la



identificación del problema, como puede ser en el área de producción de la empresa (IPPM), antes de ser embarcada (RPPM) o cuando ya se entregó con el cliente (RWPPM). Estos diversos indicadores, son registrados de forma semanal y con base en los registros de retrabajos que son analizados por los supervisores de cada turno durante cada semana, al finalizar la semana, el día lunes, se empieza a registrar la información en Excel, y es hasta el día martes cuando los reportes son presentados en las juntas que se tienen con los diferentes equipos y niveles. La propuesta del presente trabajo consiste en analizar la mejor metodología de trabajo para reducir el tiempo en el proceso de registro de información, y presentación de reporte, asimismo evitar que la información sea manipulada en varias ocasiones, permitiendo que la veracidad de la información mostrada en los reportes sea oportuna.

JUSTIFICACIÓN.

Johnson Controls ha decidido realizar un sistema computacional (electrónico) que le permita cubrir las necesidades de información mencionadas en el punto anterior por lo que se desarrolló el sistema e-Quality Management. Con este sistema se pretende:

- Controlar y estandarizar todas las herramientas del JCMS.
- Evitar que el personal de la empresa pierda tiempo en la generación de reportes que utiliza para su administración.
- Evitar la redundancia de entradas en los sistemas, es decir, evitar que los resultados de una misma auditoría se capturen más de una vez.
- Permitir que la información se obtenga en tiempo real.

El e-Quality Management se desarrolla en un ambiente para Internet, por lo que se utilizan los siguientes lenguajes para su programación: JavaScript, ASP y HTML,



entre algunas características que se obtienen con el sistema, se consideran las siguientes:

Menos operaciones. El sistema cubre esa parte, porque evita hacer todo tipo de reportes de manera manual. Además, al integrar la exportación de datos a Excel, se tiene la posibilidad de realizar cualquier otro informe que en ese momento no haya sido contemplado.

Procesos más cortos y simples. Este es otro punto importante, ya que al hacer de manera automática la generación de reportes, esto vuelve más fácil el trabajo de los involucrados.

Ahorro de tiempo. Al ser menos las operaciones que se tienen que realizar se disminuye considerablemente el tiempo, puesto que no se tienen que estar actualizando las gráficas, atendiendo de esta manera otros asuntos y solucionando los problemas mediante acciones correctivas.

Ahorro de papel y de tinta. Al tener los informes actualizados en el sistema no es necesario imprimirlos constantemente, ya que se pueden visualizar en pantalla, así sólo se imprimirán los documentos necesarios.

Disponibilidad de información. La Información de variables podrá ser analizada en tiempo real, por lo que permitirá la toma de acciones antes de que alcancen valores críticos.

Mayor velocidad de respuesta. Si se presentara una situación no esperada, se tiene la capacidad de ofrecer una respuesta más eficiente, esto debido a que se puede hacer un análisis previo con base al comportamiento de cada uno de los indicadores.



ALCANCES Y LIMITACIONES.

El alcance es desarrollar un sistema de cómputo enfocado a empresas del ramo industrial automotriz que utilice técnicas de mejora continua para sus procesos productivos, y que utilicen este sistema como apoyo para el control de diversos tipos de desperdicios y retrabajos en los diversos turnos con los que cuente la empresa.

Los usuarios del sistema serán, por un lado, los supervisores de cada turno, como aquellos que proporcionen la captura de la información en las áreas de producción de la empresa (Metal-Mecánica, Uretanos y Pintura) y por el otro lado el gerente de planta, el gerente de calidad y el gerente de producción como usuarios que verifican los resultados ingresados por los supervisores.

Como limitaciones se puede considerar la resistencia al uso de nuevos sistemas. Inevitablemente este es un problema al que se enfrentan los sistemas computacionales. La forma en que se combate esta limitación es haciendo sistemas óptimos y funcionales que faciliten en verdad, el trabajo de las personas.

El presente proyecto puede tener una mejora para la toma de decisiones, a través del modelo de “Meta planeador” basado en Memoria Organizacional (Parra Bernardo, Raúl Morales y Efrén Osorio, 2008), de tal manera que el sistema pueda proporcionar alternativas de solución desde antes que ocurran situaciones de riesgo. Sin embargo, el alcance actual del presente proyecto, únicamente llega hasta el Tablero de Control con reportes.



OBJETIVO.

OBJETIVO GENERAL.

Mejorar mediante un proceso sistematizado que involucra el uso de tableros de control y tecnologías móviles, las decisiones de retrabajos y mejora continua en la empresa “Johnson Controls” para reducir el tiempo en la toma de acciones correctivas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Integrar los diferentes sistemas con los que actualmente cuentan las empresas del ramo automotriz, en uno solo, que cubra todas las necesidades de información.
- Estandarizar la forma en la que se manejan las herramientas del JCMS mediante el uso de tecnologías informáticas e inalámbricas.
- Facilitar el proceso de registro de retrabajos y producción diaria.
- Evitar problemas de recaptura al momento de crear gráficas.
- Reducir los tiempos de respuesta para la toma de acciones correctivas y/o preventivas.



HIPÓTESIS.

Si se mejora la toma de decisiones en el área de Calidad de una empresa de Manufactura, permitiendo obtener un monitoreo eficiente a través de reportes confiables y estadísticos de Control de Retrabajos y Desperdicio, entonces se atenderán con oportunidad los problemas que se presenten en un entorno industrial de producción, utilizando tecnologías móviles y de agentes.



CAPÍTULO 1. MARCO DE REFERENCIA.



1.1 ANTECEDENTES.

La empresa **Johnson Controls** ha adoptado diversas estrategias para consolidarse en el mercado mundial del sector automotriz. Entre dichas estrategias están:

- Certificación en la norma ISO 9000 (Conjunto de normas de calidad y gestión continua de calidad).
- Certificación en la norma ISO 14001 (Política ambiental)
- Creación de sus propios sistemas: **JCMS** (Johnson Controls Manufacturing System) y **BOS** (Business Operating System).
- Adopción de algunas filosofías como **Kaizen** (Mejora continua) y actualmente **EAD's** (Equipos de Alto Desempeño).
- Poka-Yoke (a prueba de errores) procesos destinados a evitar errores, (Nikkan Kogyo Shimbun, 1987).
- Trabajo Estandarizado en las diferentes áreas de la planta.
- TPM (Mantenimiento Total Productivo)
- Cinco S's, técnica de gestión japonesa basada en cinco principios simples:
 - Seiri: Organización. Separar innecesarios
 - Seiton: Orden. Situar necesarios
 - Seisō: Limpieza. Suprimir suciedad
 - Seiketsu: Estandarizar. Señalizar anomalías
 - Shitsuke: Disciplina. Seguir mejorando (Zamidio Biskaia, 2003).
- Kaizen (Kaizen significa mejoramiento. Por otra parte, significa mejoramiento continuo en la vida personal, familiar, social y de trabajo, KAISEN significa un mejoramiento continuo que involucra a todos – gerentes y trabajadores por igual) (Imai, Masaaki, 1996).
- Solución de problemas en la producción y retrabajos.



-
- QCO (SMED o Cambios Rápidos)
 - Kankan (término que es utilizado en el mundo de la fabricación para identificar unas tarjetas que van unidas a los productos intermedios o finales de una línea de producción. Las tarjetas actúan de testigo del proceso de producción)

Una importante área de la empresa es Mejora Continua, ya que se encuentra dentro de BOS en el Sistema Operativo de Manufactura (**MOS**).

Mejora Continua es el área encargada de liderar la consolidación de la cultura de mejora continua en la planta, generando sinergia entre todos los departamentos. Impulsa el uso y la implementación de las herramientas tales como: **BBP** (Best Business Practices), **Six Sigma** y **Lean Manufacturing**. Esta última maneja la administración de las herramientas del JCMS. Dichas herramientas son:

- Cultura y conciencia
- Administración visual

El JCMS maneja un conjunto de herramientas. Para cada una de ellas se realizan reportes semanales basadas en registros de diferentes Indicadores de desperdicio, que son registrados semanalmente. Dicha información es procesada a través de archivos de Excel y se realizan determinadas gráficas que son presentadas y evaluadas semanalmente.

La empresa necesita un sistema que le permita un fácil y mejor manejo de los indicadores de desperdicio evaluados semanalmente. Los reportes se realizan semanalmente por medio de tres niveles de equipos, los cuales pueden ser: **EAD** (Equipo de Alto Desempeño), **EMC** (Equipo de Mejora Continua) y **EARP** (Equipo de Alto Rendimiento Productivo).



El jefe de Mejora continua necesita una serie de reportes como son el Programa de Auditorias Cruzadas, “Trend-pareto”, “Action Plan” y gráfica de radar de toda la planta, por equipo, por herramienta, por plataforma, por área, etc., así como concentrados de resultados de las gráficas anteriores. También se requieren los módulos para asignar turnos y semanas laborables a los equipos; crear y deshabilitar equipos; crear y deshabilitar plataformas y áreas; modificar las herramientas que se aplican a los equipos; modificar los objetivos sin que estos se pierdan, es decir, asignar nuevos objetivos; hacer cambios a las auditorias, cambiando las preguntas. Una vez que se llevan a cabo semanalmente las auditorias, se procede a su evaluación, y en los casos donde se obtenga un valor por debajo de lo esperado o mínimo se realizan juntas en donde se determina el camino o acción que se tomará para solucionar este problema.

1.1.1 DATOS GENERALES DE LA EMPRESA.

Johnson Controls Automotriz México S. de R.L. de C.V. Planta Tlaxcala

Ubicación: Km. 20.5 Vía Corta Puebla-Santa Ana, San Luís Teolochoico, Tlaxcala (*Figura 1.1*).

Fundada el 11 de Noviembre 1980, con el nombre de KEIPER de México, se inaugura la planta en San Luís Teolochoico Tlaxcala. Contando con oficinas y nave principal; iniciándose el proceso productivo con el área de costura y tapizado, captando experiencia, calidad y la más alta tecnología Alemana. En 1996 JOHNSON CONTROLS adquiere el mayor número de acciones, decidiéndose adoptar ese nombre, junto con su filosofía y gran desarrollo.





Figura 1.1. Johnson Controls, Planta Tlaxcala

1.1.2. PERFIL CORPORATIVO.

Johnson Controls, nombre que se deriva de la unión de los apellidos de Warren Johnson y Penn Controls se dio en los años de 1960 y en 1978 fusionándose con la Compañía Globe Union, dedicada a la elaboración de baterías para los automóviles. Posteriormente en 1985 se une con la Hoover Universal, la cual llevó a la fabricación de asientos para automóviles.

Johnson Controls se encuentra integrado por los siguientes grupos:

a) Líder en el diseño, instalación y servicio de sistemas de control de temperatura para edificios.



-
-
- b) Mayor productor de baterías para automóviles en Estados Unidos.
 - c) Es el más grande proveedor de asientos y componentes en el mundo.

Johnson Controls se ha expandido considerablemente desde que el profesor Warren Johnson fundara la compañía para fabricar su invento: el termostato eléctrico. Desde su comienzo en 1885, *Johnson Controls* ha crecido hasta convertirse en una empresa de millones de dólares con liderazgo mundial en dos industrias: sistemas para automóviles y sistemas de control (*Figura 1.2*)



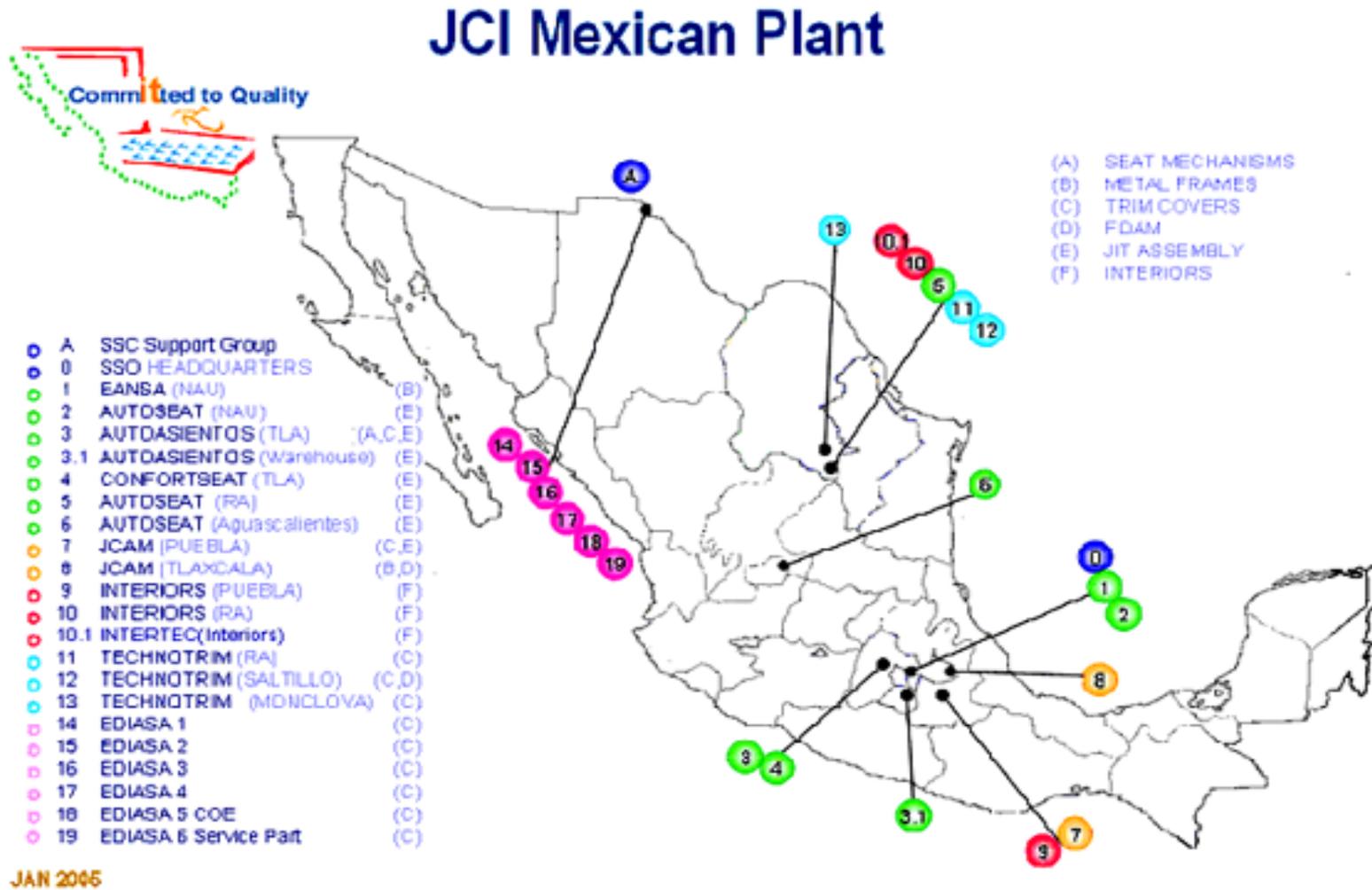


Figura 1.2. Plantas de Johnson Controls en México.



1.1.3. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA.

Johnson Controls entró en la industria de asientos y moldeo de plásticos para automóviles en 1985 con la adquisición de la compañía Hoover Universal, Inc. (*Figura 1.3*), con sede en Michigan. En aquellos años, los fabricantes de asientos producían sobre todo componentes individuales, como marcos, rieles o cojines, siguiendo las especificaciones del fabricante de automóviles.

Hoy en día, la compañía se ha convertido en el mayor fabricante mundial de sistemas de asientos completos, con instalaciones en los cinco continentes. Sus fábricas se encuentran cerca de las plantas de montaje de vehículos de sus clientes. Los asientos se montan y se cargan en un camión, en la secuencia correspondiente a la de los automóviles que van saliendo de la línea de producción, y pueden ser entregados al cliente en 90 minutos.

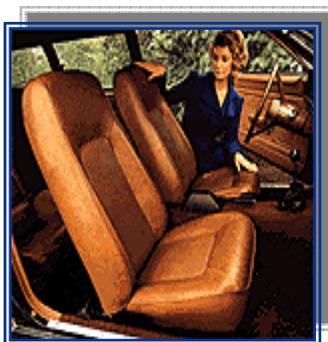


Figura 1.3. Hoover comenzó a fabricar componentes para asientos en los 60's.

A petición de sus clientes, Johnson Controls expandió su presencia en la industria de interiores de automóviles y camiones ligeros al introducir componentes tales como forros de techo y adornos de puertas. Su posición como líder mundial en sistemas de interiores se consolidó enormemente gracias a la adquisición de Prince Automotive en 1996.



1.1.4. EVOLUCIÓN DE JOHNSON CONTROLS.

- 1974** Cambio de nombre a Johnson Controls, Inc.
- 1996** Fabrica asientos para más de ocho millones de automóviles nuevos.
- 2006** Implementación de “EAD’s” (equipos de alto desempeño).
- 2007** Cambio de imagen y definición de una nueva visión que ayudara a los clientes a tener éxito (*Figura 1.4*).



Figura 1.4. Bienvenido el ingenio 2007.

MISIÓN

Exceder continuamente las crecientes expectativas de nuestros clientes.

VISIÓN

Un mundo más seguro, cómodo y sustentable.

DOCTRINA

Creemos en el sistema de libre empresa. Siempre trataremos a nuestros clientes, empleados, accionistas, proveedores y a la comunidad con honestidad, dignidad, equidad y respeto. Conduciremos nuestro negocio con los más altos estándares éticos.



1.1.5 OBJETIVOS DE LA EMPRESA.

Satisfacción de los Clientes. Excederemos las expectativas de los clientes a través de mejoras continuas de calidad, servicio, productividad y reducción de tiempo.

Tecnología. Aplicaremos la tecnología más avanzada a nivel mundial a nuestros productos, procesos y servicios.

Crecimiento. Aspiramos a crecer basándonos en el desarrollo de nuestros negocios existentes.

Liderazgo en el Mercado. Solo operaremos en mercados donde seamos o tengamos la oportunidad de convertirnos en el líder reconocido.

Valor a los Accionistas. Excederemos la mediana de retorno sobre inversiones de “S&P Industriales” después de impuestos.

1.1.6. VALORES.

✓ *INTEGRIDAD:*

La honestidad y la rectitud son esenciales en la forma en que conducimos nuestros negocios e interactuamos con la gente. Somos una compañía que cumple con sus promesas. Hacemos lo que decimos que vamos a hacer, y nos conducimos de acuerdo a nuestro código ético.

✓ *SATISFACCIÓN A LOS CLIENTES:*

La satisfacción a nuestros clientes es la fuente de beneficios para nuestros empleados, accionistas, proveedores y la comunidad. Excederemos las expectativas de nuestros clientes a través de las mejoras continuas en cuanto a calidad, servicio, productividad y reducción del tiempo.



✓ *LOS EMPLEADOS:*

La diversidad y experiencia de nuestros empleados son la base fundamental de nuestra solidez. Tenemos un compromiso con ellos para su selección justa y efectiva, desarrollo, motivación y reconocimiento. Proporcionaremos a todo nuestro personal todas las herramientas, el entrenamiento y el apoyo necesarios para que alcancen la excelencia en cuanto a la satisfacción de los clientes.

✓ *MEJORAMIENTO E INNOVACIÓN:*

Buscamos mejoras continuas e innovación en todos los elementos de nuestro negocio.

✓ *LA SEGURIDAD Y EL MEDIO AMBIENTE:*

Nuestros productos, servicios y lugares de trabajo reflejan nuestra creencia de lo que es apropiado para el medio ambiente, la seguridad y salud de la población en general también es apropiado para Johnson Controls.

1.1.7 PERFIL DE LA EMPRESA.

Johnson Controls Planta Tlaxcala es una empresa dedicada a la manufactura de autoasientos; cuenta con tres procesos productivos a saber: Metalmecánica, Uretanos y Pintura. Debemos destacar que los productos que ofrecemos no son para consumo final del último cliente, por lo que nuestros productos terminados son enviados a otras plantas y ahí se trabajan (en caso de material sin pintar) y, posteriormente, se hace el ensamble final para entregar un autoasiento a la armadora correspondiente como lo conocemos en los autos.



1.1.8 CLIENTES Y PRODUCTOS.

En las tablas 1.1 – 1.4 se muestran los clientes de Johnson Controls.

Tabla 1.1. Cliente Chrysler

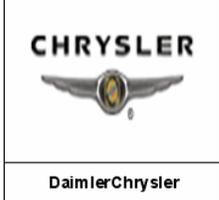
Cliente	Programa	Productos	Planta
 DaimlerChrysler TOLUCA	PT44 Crusier	Juego Asientos	JCI-Confort Seat
	PT44 Crusier	Cabina / Partes Plásticas	JCI Ramos Interiors
		Cubierta Puertas	JCI Ramos Interiors
		Cubierta Puertas	JCAM Puebla
		Toldos	Ipasa Qro

Tabla 1.2. Cliente Volkswagen

Cliente	Programa	Productos	Planta
 VOLKSWAGEN PUEBLA	Jetta A4	Juego Asientos	JCAM Puebla
	New Beetle	Juego Asientos	JCAM Puebla
	Bora	Juego Asientos	JCAM Puebla
	Jetta Variant	Juego Asientos	JCAM Puebla



Tabla 1.3. Cliente Ford

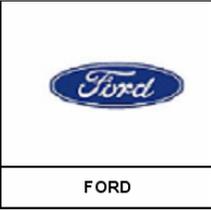
Cliente	Programa	Productos	Planta
 CUATITLAN	PN96 F-150	Juego Asientos	JCI-AUTOSEAT
	P131 F-350	Juego Asientos	JCI-AUTOSEAT
	H215 F-600	Juego Asientos	JCI-AUTOSEAT
	C195 IKON	Juego Asientos	JCI-AUTOSEAT

Tabla 1.4. Cliente Nissan

Cliente	Programa	Productos	Planta
 CUERNAVACA	D21 Pick Up Chasis	Juego Asientos	JCI-Autoasientos
	CV Tsubame	Juego Asientos	JCI-Autoasientos

Los fabricantes automotrices contratan a Johnson Controls para la elaboración de sus sistemas de interiores de vehículos a fin de mejorar la calidad y reducir los costos.



1.1.9. POLÍTICA AMBIENTAL ISO 14001:2004.

Johnson Controls se compromete a demostrar liderazgo a nivel mundial en la administración ambiental. A través de nuestros sistemas de administración ambiental (SSA), excederemos las regulaciones y otros requisitos, promoviendo de la misma manera: La mejora continua del desempeño y la prevención de la contaminación.

1.1.10. ÁREAS DE PRODUCCIÓN.

1.1.10.1 UNIDAD DE PRODUCCIÓN METALMECÁNICA.

Esta unidad de producción abarca la mayor parte del espacio físico de la planta y se encuentra dividida en dos áreas importantes que son Volkswagen y Foot Print; ésta última, a su vez, está subdividida en varias líneas que se encuentran ubicadas por armadora, entre las cuales figuran:

- Chrysler
- Ford
- Nissan
- Kodiak

Estas líneas se dedican al subensamble de componentes de materia prima y ensamblaje de éstos últimos por medio de varias estaciones de trabajo para sacar productos terminados de metal-mecánica, de los cuales algunos se van al proceso siguiente que es pintura, o directamente al almacén de embarques para ser llevados al cliente (*Figura 1.5*).





Figura 1.5. Área de Metalmecánica y parte de la línea de pintura.

1.1.10.2 UNIDAD DE PRODUCCIÓN PINTURA.

Esta unidad de producción recibe algunos componentes de producto terminado del área de metal-mecánica y alguna materia prima para la línea de producción de uretanos. El proceso consiste en subir el material recibido al carrusel de pintura por medio de unos “ganchos” donde se cuelga el material. El carrusel avanza a una velocidad muy lenta, pues tarda entre gancho y gancho 19 segundos y es pintado dentro del conveyor desde que entra hasta que termina el circuito.

Dentro del circuito, hay personal encargado específicamente para tomar el material proveniente de soldadura y subirlo a los ganchos del carrusel, además de separar el medio de empaque (generalmente rawpacks) para ser llevado al área de desmonte del mismo carrusel por medio de las bases de pintura que se encuentran en el área.



Así mismo, hay personal encargado de desmontar el material que llega del carrusel y acomodarlo en el medio de empaque de acuerdo a la norma. De aquí, se libera el material y es llevado al almacén de embarques para, posteriormente, ser entregado al cliente.

Por otra parte, hay otra área de ensamble dentro de pintura, en la cual se terminan de armar algunos asientos agregándoles las correderas, material que llega como materia prima listo para el ensamble final. Posteriormente es empacado y llevado al almacén de embarques (*Figura 1.6*).



Figura 1.6. Carrusel con ganchos para la línea de pintura.

1.1.10.3. UNIDAD DE PRODUCCIÓN URETANOS.

Esta unidad de producción es independiente de las otras dos (excepto que recibe un marco como materia prima del área de pintura para ser ensamblado con el uretano).

En esta área se trabaja únicamente para VW y se encarga de producir los acojinamientos de los asientos y respaldos de A4, A5 y NB en distintas versiones como confort, básico, deportivo, cabrio, etc., además de algunas otras variedades como lujo (*Figura 1.7*).



Figura 1.7. Área de Uretanos

Después de ser inyectado, el molde recorre un circuito a través de un horno donde se esponja y toma la forma de acojinamiento como un respaldo o asiento



1.1.11 DEPARTAMENTO DE MEJORA CONTINUA.

Las empresas tienen la imperiosa necesidad de obtener una producción cada vez mayor y con una eficiencia relevante como vía de solución a su situación actual y a la inserción en el mercado internacional, para lo cual se requiere de un alto grado de competitividad, lo que exige la implantación de un Proceso de Mejora Continua.

El objetivo de este departamento es medir todos los indicadores posibles de la empresa, esto para monitorear lo que sucede en cada área, una vez hecho lo anterior se podrán controlar los distintos procesos con los que se cuentan y así mejorar todos ellos.

El pensamiento "Lean" (Imai Masaaki, 1996) proporciona una manera de hacer más y más con menos y menos, mientras se aproxima cada vez más a lo que desea el cliente.

1.1.12 LEAN MANUFACTURING (MANUFACTURA ESBELTA).

Lean manufacturing es una filosofía de gestión enfocada a la reducción de los 7 tipos de "desperdicios" en productos manufacturados. Eliminando el despilfarro, la calidad mejora, y el tiempo de producción y el costo se reducen. Las herramientas "lean" (en inglés, "sin grasa") incluyen procesos continuos de análisis (kaizen) (Imai Masaaki, 1996), producción "pull" (en el sentido de kanban) (Gutierrez Pulido Humberto, 2004), y elementos y procesos "a prueba de fallos" (poka yoke) (Nikkan Kogyo Shimbun, 1987).

1.1.13 JCMS (JOHNSON CONTROLS MANAGEMENT SYSTEM).

JCMS es la forma en que la planta es manejada



-
- ✓ Tolerancia cero al desperdicio
 - ✓ Un ambiente de producción estable
 - ✓ “Pull” del Cliente / Just-in-Time

1.1.14 BENEFICIOS CLAVE DE JCMS.

- ✓ Control/propiedad de su proceso/función de trabajo
- ✓ Involucramiento en solución de problemas, tomando decisiones y mejorando la calidad del producto
- ✓ Éxito de la compañía – mejor seguridad personal del puesto
- ✓ Calidad de vida mejorada en el lugar de trabajo

1.1.15 HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING.

1.1.15.1 A PRUEBA DE ERROR.

Un ***poka-yoke*** (literalmente *a prueba de errores*) (Nikkan Kogyo Shimbun, 1987) es un dispositivo (generalmente) destinado a evitar errores; algunos autores manejan el poka-yoke como un *sistema anti-tonto* el cual garantiza la seguridad de los usuarios de cualquier maquinaria, proceso o procedimiento, en el cual se encuentren relacionados, de esta manera, no provocando accidentes de cualquier tipo; evita que piezas mal fabricadas siguieran en proceso de producción con el consiguiente costo.

Actualmente los *poka-yokes* suelen consistir en:

- Un *sistema de detección*, cuyo tipo dependerá de la característica a controlar y en función del cual se suelen clasificar, y
- Un *sistema de alarma* (visual y sonora comúnmente) que avisa al trabajador de producirse el error para que lo subsane.



1.1.15.2 ADMINISTRACIÓN VISUAL.

Administración Visual (Fundación Vasca para la excelencia, 2009) es un método en el cual herramientas visuales – signos, etiquetas, colores, marcas – son usadas para controlar y simplificar los procesos laborales. Administración Visual es la clave para unas 5S exitosas.

Ejemplos de administración visual:

- Etiquetas Rojas
- Pizarrones
- Líneas de demarcación en el piso
- Marcadores de límites de color rojo

1.1.15.3 CINCO S's.

La meta de las 5S es la organización y limpieza del lugar de trabajo. Cada 'S' representa un progreso en la implementación (Reichheld F. and Passer W, 1990).

Los beneficios de usar las 5S:

- Las 5S permiten la fácil identificación de los 7 tipos de desperdicios.
- Las 5S proveen un lugar de trabajo seguro y un ambiente estable.
- Los defectos son más fáciles de identificar en un lugar de trabajo ordenado y limpio.

Las 5s son la primera letra de las palabras en japonés:

- | | | | | |
|---------|---|----------|---|-------------------------|
| ➤ 1ra s | → | Seiri | → | Separar y Desechar |
| ➤ 2da s | → | Seiton | → | Ordenar |
| ➤ 3ra s | → | Seiso | → | Limpiar |
| ➤ 4ta s | → | Seiketsu | → | Estandarizar y extender |
| ➤ 5ta s | → | Shitsuke | → | Sistematizar |



1.1.15.4 CONTROL DE MATERIALES.

Kankan (Reichheld F. and Passer W, 1990) es una palabra japonesa que significa señal. Este término es utilizado en el mundo de la fabricación para identificar unas tarjetas que van unidas a los productos intermedios o finales de una línea de producción.

Cuando un cliente retira dichos productos de su lugar de almacenamiento, el kanban o la señal viaja hasta el principio de la línea de fabricación o de montaje para que produzca un nuevo producto. Se dice entonces que la producción está guiada por la demanda y que el kanban es la señal del cliente que indica que un nuevo producto debe ser fabricado o montado para rellenar el punto de stock.

Kanban es un sistema de señales. Como su nombre sugiere, Kanban históricamente usa tarjetas para señalar la necesidad de un artículo. Sin embargo, otros dispositivos como marcadores plásticos, pelotas, o un carro vacío de transporte también pueden ser usados para provocar el movimiento, la producción, o el suministro de una unidad en una fábrica.

El sistema Kanban fue inventado debido a la necesidad de mantener el nivel de mejoras por la Toyota. Kanban se hizo un instrumento eficaz para apoyar al sistema de producción en total. Además, demostró ser una forma excelente para promover mejoras, porque restringe el número de Kanban en la circulación de problemas destacado.

1.1.15.5 CULTURA Y CONCIENCIA.

Esta herramienta permite perneer la cultura de mejora continua al interior de la empresa, así como los valores, políticas, misión, visión y objetivos de la planta; a todos los niveles de la misma.



También ayuda a concienciar sobre los 3 aspectos básicos en la empresa:

- ✓ Cero tolerancia al desperdicio
- ✓ El cliente dirige la producción
- ✓ Un ambiente de producción estable.

1.1.15.6 KAIZEN.

Kai = Cambio

Zen = Bueno (para mejorar)

Kaizen (Imai Masaaki, 1996) es mejora continua, reflejada por cambios continuos, incrementales y en pequeña escala que tiene un impacto positivo. El mensaje de la estrategia de Kaizen es que no debe pasar un día sin que se haya hecho alguna clase de mejoramiento en algún lugar de la compañía.

Mejorar los estándares (llámense niveles de calidad, costos, productividad, tiempos de espera) significa establecer estándares más altos. Una vez hecho esto, el trabajo de mantenimiento por la administración consiste en procurar que se observen los nuevos estándares. El mejoramiento duradero sólo se logra cuando la gente trabaja para estándares más altos.

1.1.15.7 MANTENIMIENTO TOTAL PRODUCTIVO.

Mantenimiento Total Productivo (TPM) se aplica a mantenimiento de maquinaria y está basado en las siguientes creencias fundamentales:

- CERO DEFECTOS – el equipo puede mantenerse en un óptimo estado donde nunca introduzca defectos al producto.



-
- CERO DESCOMPOSTURAS – el equipo puede mantenerse en un óptimo estado donde siempre esté disponible y corriendo sin fallas cuando se requiera.

1.1.15.8 MANTENIMIENTO TOTAL PRODUCTIVO

SOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN PRODUCCIÓN DE ASIENTOS.

Es un proceso de resolución de problemas estructurado. Trabajando en equipos para resolver problemas es un elemento clave de JCMS.

Los beneficios de usar la solución rápida de Problemas / Equipos son:

- Hace salir a la superficie los problemas para que éstos puedan solucionarse
- Muestra el camino hacia un ambiente más estable de producción y a un producto de mayor calidad

1.1.15.9 MANTENIMIENTO TOTAL PRODUCTIVO

TRABAJO ESTANDARIZADO.

- ▶ La mejor, más segura y más fácil manera de trabajar según las condiciones actuales
- ▶ Haciendo; A, B, C...cada vez
- ▶ Requiere la eliminación de inestabilidades
- ▶ Expone las inestabilidades en el momento que suceden
- ▶ Y demanda inmediatamente una acción correctiva

3 Elementos de trabajo estandarizado

- ▶ Takt Time:
 - Determinar el ritmo de producción (calculado)



-
- Ritmo de Producción = Ritmo del cliente (idealmente)
 - Base para establecer la cantidad de trabajo que debe ser colocada a cada estación.
 - Base para establecer el número de operadores.
- ▶ *Trabajo en Secuencia:*
- Los pasos que los Operadores hacen sin relación para el total de la celda
 - Fluctuaciones de Tiempo de Ciclo
 - Pasos perdidos en el proceso
 - Defectos
 - Uso inapropiado de máquinas y equipo
- ▶ *Stock Standard en proceso:* Stock mínimo que debe ser mantenido en proceso para que el trabajo puede ser desempeñado de la misma manera para seguir la secuencia estándar.

Características:

- ✓ Provee un ambiente seguro
- ✓ Incrementa la calidad
- ✓ El trabajador se puede concentrar en mejoras
- ✓ Fácil de entrenar
- ✓ Da una control visual
- ✓ Previene SOBREPRODUCCIÓN
- ✓ Mantiene una operación consistente
- ✓ Actúa como una herramienta para el balaceo de línea

1.2 TRABAJOS RELACIONADOS (ESTADO DEL ARTE).

Actualmente la gran mayoría de las empresas utilizan modelos de teorías de calidad en la mejora continua de los procesos para permanecer entre los más competitivos,



algo importante en el presente trabajo es definir las estrategias y tácticas para llevarlo a cabo en la empresa “Johnson Controls” como así también definir los mecanismos para la medición y de esa manera asegurar el control de calidad requerido.

En cuanto a la estrategia a utilizar para permitir una mejora continua se tiene el sistema Kaizen basado en los desarrollos de Toyoda, Ohno, Ishikawa, Taguchi, Singo y Mizuno, entre otros, y compilado por Masaaki Imai, entre los cuales tuvieron fenomenal alcance las enseñanzas que sobre ellos impartieron consultores americanos del renombre de Deming y Juran.

Cabe preguntarse por qué se elige el kaizen como sistema a aplicar, a lo cual cabe responder, por dos motivos fundamentales. El primero consiste en que fue el primer sistema desarrollado y aplicado ampliamente y en diversas empresas, luego de lo cual y a raíz de los efectos que ello causó, fueron imitados por los consultores y empresas occidentales. El segundo motivo radica en la naturaleza armónica de sus contenidos y filosofía, permitiendo ésta última, la incorporación de diversas técnicas que permitan enriquecer la faz práctica de sus contenidos y puestas en acción. Su filosofía basada fundamentalmente en el sentido común, es eso, sentido común en contraposición a muchas teorías voluptuosamente artificiosas y faltas de practicidad ideadas en occidente más como una moda comercial, que como un auténtico aporte a la cultura de la producción.

A pesar de que estas metodologías existen desde hace ya mucho tiempo, no existen desarrollos comerciales de software, por lo que se sugiere el desarrollo de un sistema que permita atender esta necesidad del mercado.

A pesar de no existir un sistema específico de Control de Calidad, sí existen herramientas en el mercado que pueden ser útiles en la toma de decisiones, tales herramientas son conocidas como: Tableros de Control. A continuación se muestran algunos sistemas de Tableros de Control que no integran la metodología de control de Calidad específica que se analiza en la presente investigación.



Referencia de Software que ofrece automatización de Tableros de Control.

Hyperion®

Hyperion (Dashboard by Example, 2009) es una sólida empresa de reportes y tableros de Control. Adquirió SQR y otros componentes de Inteligencia a través de la adquisición de Brio en 2003. Estos productos son OEM (Original Equipment Manufacturer, en español sería Fabricante de Equipos Originales) por muchos otros proveedores de software. Es considerado como uno de los mejores en el área de entorno de desarrollo de Tableros de Control, es una empresa con soporte en México, aunque los costos de desarrollo pueden llegar a ser algo elevados.

Ventajas.

- Ofrece el Mejor soporte en datos parametrizables.
- Desempeño por encima de la media en conectividad, escalabilidad y rendimiento.
- Capacidad de Integración con completa seguridad.

Desventajas.

- Soporte limitado en formatos y fórmulas en la integración con Excel.
- No se tiene formato de diseño de informes basados en WYSIWYG¹.

En la Figura 1.8 se presenta una pantalla que incluye el Dashboard o Tablero de Control implementado en Hyperion.

¹ (WYSIWYG es el acrónimo de What You See Is What You Get (en inglés, "lo que ves es lo que obtienes"). Se aplica a los procesadores de texto y otros editores de texto con formato (como los editores de HTML) que permiten escribir un documento viendo directamente el resultado final, frecuentemente el resultado impreso). Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/WYSIWYG>





Figura 1.8: Tablero de Control basado en tecnología Hyperion.

Microstrategy®.

La Plataforma MicroStrategy (Scorecards y Tableros de Control, 2009) brinda una gama completa de funcionalidades de Scorecards y Tableros de Control. MicroStrategy ofrece una solución de reportes empresariales única que combina el poder de las técnicas de diseño basadas en zonas críticas que se emplean para generar Scorecards y Tableros de Control con las funcionalidades tradicionales de formato de reportes extensos, para generar reportes ricos en información y visualmente atractivos. Con la plataforma MicroStrategy, las compañías ahora pueden controlar el desempeño de manera integral, aumentando el poder de la información y llegando a todas las personas de la empresa con formatos amigables.



Microstrategy ofrece tecnología basada en ScoreCards, los cuales muestran una representación visual de los indicadores clave de desempeño, que son métricas cuidadosamente seleccionadas utilizadas por las empresas para medir y controlar el desempeño, como se puede observar en la Figura 1.9.

Ventajas:

- Ofrece paquetes predefinidos basados en estándares de Tableros de Control.
- Rápida implementación una vez que se definen los objetivos y valores críticos en la empresa.
- Menor costo que la competencia.

Desventajas:

- No ofrece personalización de reportes específicos.
- Los reportes emitidos están predeterminados sin la opción de editarlos.
- Características particulares adicionales no son posibles es este sistema.



Figura 1.9: Tablero de Control basado en la plataforma MicroStrategy.



Corda ®.

Corda y CenterView™ Corda Technologies Inc. (Dashboard Software, 2009) es un proveedor líder de productos de software que transforma los datos brutos en tablas, gráficos y mapas utilizables. Corda es una solución de software de escritorio, su aplicación más importante es CenterView™ la cual ha sido diseñada para mantener a directivos de empresas informados acerca de la evolución diaria del negocio.

Corda CenterView™ funciona en cualquier sistema operativo, los datos almacenados pueden ser consultados desde prácticamente cualquier formato de archivo y sistema de software empresarial. En cuestión de minutos, es posible modificar el propio entorno de trabajo (Figura 1.10), poniendo énfasis en los Indicadores Clave de Desempeño de cada empresa. CenterView es un software que puede también informar a la PDA inalámbrica y un teléfono celular para proporcionar información en todo momento.

Acerca del Software de Escritorio: El Software de Tablero de control está diseñado específicamente para mantener el nivel de ejecutivos, gerentes de empresas y trabajadores del conocimiento en la parte superior de las estadísticas vitales de la empresa. Manteniendo siempre informadas a las personas. CenterView es un software de escritorio que se basa en la seguridad y características de administración para garantizar que la información de la empresa se mantenga a salvo.

CenterView™ es único entre los productos de software de escritorio porque ofrece una infinidad de opciones, consultas a completo detalle y acceso a cada fuente de datos. CenterView™ muestra la configuración requerida para cada tipo de cliente. Al hacer clic en una barra o en la línea de un gráfico, el tablero de instrumentos de software revela más detalles y gráficos asociados. Ahora, con el software de escritorio, todos los detalles de la información de la empresa están al alcance convenientemente en gráficos y mapas.



Además de la presentación de datos de forma intuitiva y fácil de entender los formatos, CenterView TM también exportan sus paneles en PDF, Excel, PowerPoint, correo electrónico y otros formatos populares para el intercambio dentro de la empresa.

Ventajas:

- Completo detalle de datos.
- Gran capacidad de Personalización del entorno de datos.
- Fácil distribución y exportación de la información en múltiples formatos.

Desventajas:

- Costos de desarrollo elevados.
- Requiere mayor tiempo de implementación.

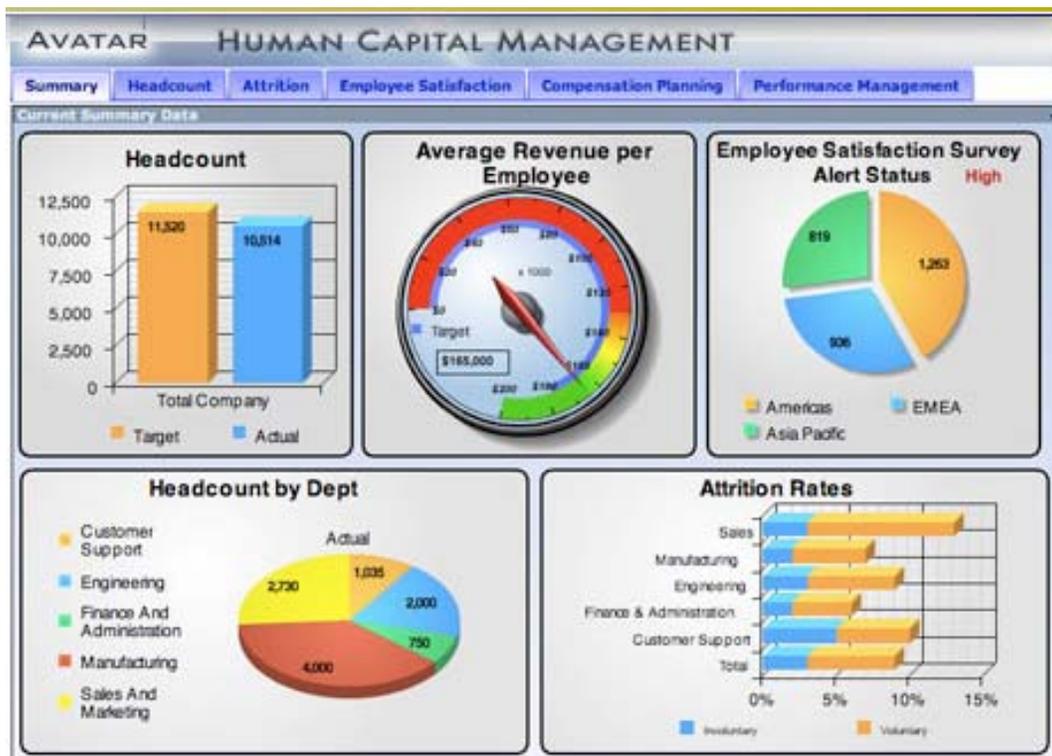


Figura 1.10: Tablero de Control basado en la plataforma Corda.



CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.



2.1 TABLEROS DE CONTROL.

2.1.1 ANTECEDENTES DEL TABLERO DE CONTROL.

De acuerdo con (Brend Afal, 2009), el tablero de control nació como una herramienta gerencial con el objetivo básico de poder diagnosticar una situación y de efectuar un monitoreo permanente. Es una metodología para organizar la información y acrecentar el valor. Tiene la gran ventaja de no requerir grandes planes estratégicos formales para poder diseñarla.

Las mediciones de desempeño son de buena ayuda para los directivos a efectos de:

- Conocer o diagnosticar un estado de situación para no llevarse sorpresas.
- Comunicar y alinear a la organización a los objetivos globales.

Por esto es que el Tablero de Control es un sistema muy útil para definir la estructura de negocio en mediciones de desempeño, con una visión amplia de la organización y para lograr comunicar e implementar la estrategia reflejada en dicho modelo.

La metodología de dicho sistema parte de definir unos veinte o veinticinco Factores Críticos de Éxito (FCE) clasificados en cuatro perspectivas que se muestran en la Figura 2.1:

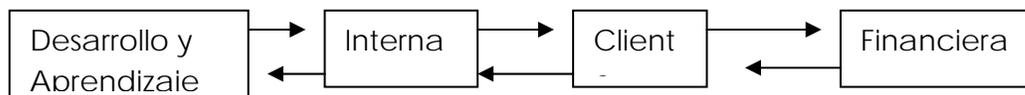


Figura 2.1: Las Cuatro perspectivas de los Factores Críticos de Éxito.



Se determinan entonces uno o dos indicadores críticos para monitorear cada FCE y las relaciones causa-efecto entre ellos para entender el modelo de negocio.

A partir de la definición de FCE e indicadores, en muchas de estas compañías el Tablero de Control o Balance Score Card (BSC) como se le conoce en inglés, ha ido evolucionando a un sistema central de gestión, más complejo, formal e integral, convirtiéndose en un sistema de mediciones completo para cada uno de los niveles de la organización integrado con los sistemas de planeamiento e incentivos.

2.1.2 EL TABLERO DE CONTROL.

El concepto de tablero de control parte de la idea de configurar un tablero de información cuyo objetivo y utilidad básica es diagnosticar adecuadamente una situación. Se lo define como el conjunto de indicadores cuyo seguimiento periódico permitirá contar con un mayor conocimiento sobre la situación de su empresa o sector.

La metodología comienza identificando como áreas clave a aquellos “temas relevantes a monitorear y cuyo fracaso permanente impediría la continuidad y el progreso de su empresa o sector dentro de un entorno competitivo, aun cuando el resultado de todas las demás áreas fuera bueno” (Alberto Ballvé, 2000).

2.1.3 TIPOS GENÉRICOS DE TABLEROS.

2.1.3.1 TABLERO DE CONTROL OPERATIVO.

De acuerdo con (Mario Héctor Vogel,1992) es aquel que permite hacer un seguimiento, al menos diario, del estado de situación de un sector o proceso de la empresa, para poder tomar a tiempo las medidas correctivas necesarias. Un ejemplo de este tipo de tablero se observa en la Figura 2.2. El tablero debe proveer la información que se necesita para entrar en acción y tomar decisiones operativas en áreas como: finanzas, compras, ventas, precios, producción, logística, etc.



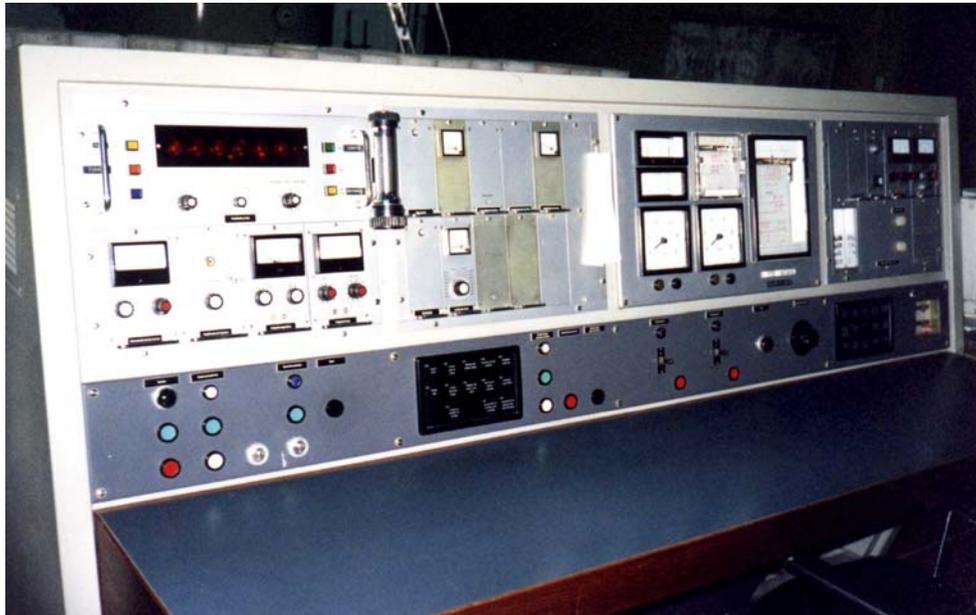


Figura 2.2. Ejemplo de un Tablero de Control Operativo donde se visualizan operaciones diarias.

2.1.3.2 TABLERO DE CONTROL DIRECTIVO.

Es el que posibilita monitorear los resultados de la empresa en su conjunto y de las diferentes áreas clave en que se puede segmentarla (Mario Héctor Vogel, 1992). Está más orientado al seguimiento de indicadores de los resultados internos de la empresa en su conjunto y en el corto plazo. El tablero de control directivo puede ser observado en la Figura 2.3.





Figura 2.3. Ejemplo de un Tablero de Control Directivo.

2.1.3.3 TABLERO DE CONTROL ESTRATÉGICO.

Brinda la información interna y externa necesaria para conocer la situación y evitar llevarse sorpresas desagradables importantes con respecto al posicionamiento estratégico y a largo plazo de la empresa (Mario Héctor Vogel,1992), tal como se puede apreciar en la Figura 2.4.

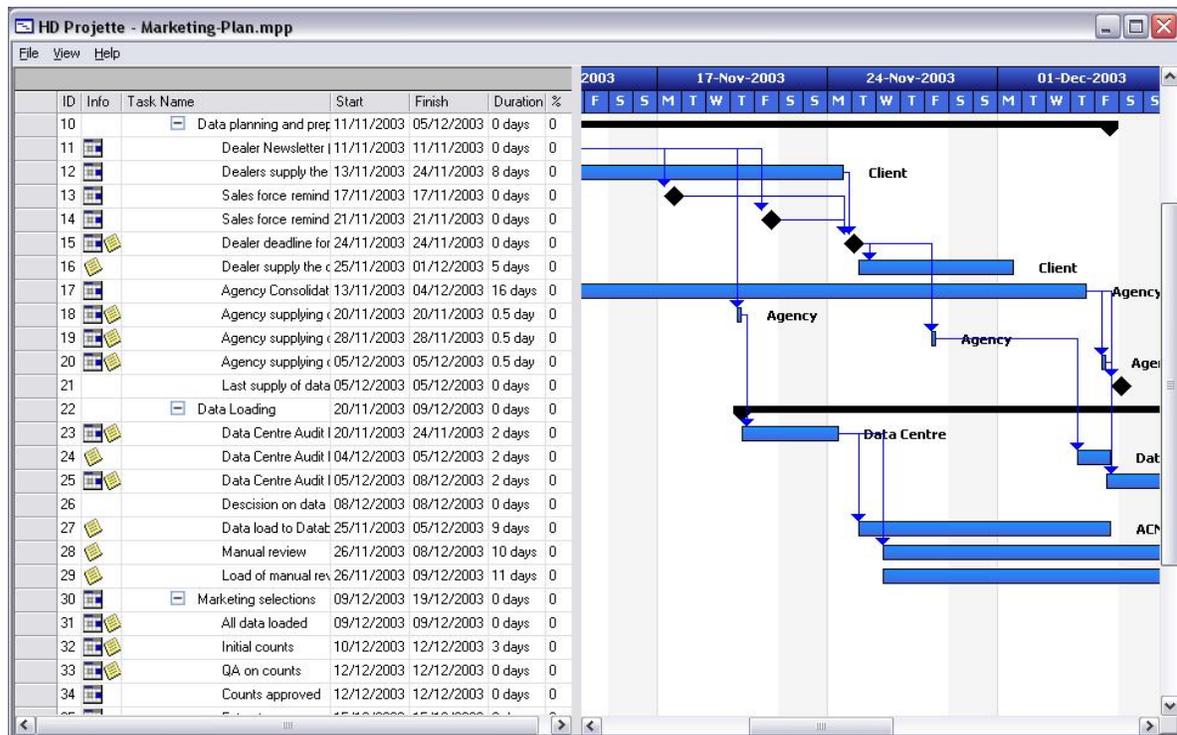


Figura 2.4. Ejemplo de un Tablero de Control Estratégico.

2.1.3.4 TABLERO DE CONTROL INTEGRAL.

Integra la información más relevante de las tres perspectivas anteriores para que el equipo directivo de la alta dirección de una empresa pueda acceder a aquella que sea necesaria para conocer la situación integral de la empresa (Mario Héctor Vogel,1992). El tablero de control integral puede ser observado en la Figura 2.5.





Figura 2.5. Ejemplo de un Tablero de Control Integral.

Después de la definición de las áreas y de los indicadores, se deben mencionar los siguientes conceptos:

Período del indicador: día, mes, acumulado del ejercicio, proyectado a fin del período fiscal o para los próximos meses, etc.

Apertura: forma en la cual se podrá abrir y clasificar la información para acceder a sucesivos niveles de desagregación, en matrices multidivisionales por producto, sector geográfico, concepto de análisis, etc.

Frecuencia de actualización: tiempo que transcurre entre distintas actualizaciones de los datos. On line, diaria, semanal, mensual.

Referencia: base sobre la cual se desean calcular las desviaciones. Puede ser un estándar, la historia, el mes anterior, el promedio de los últimos doce meses, el presupuesto inicial o revisado, un objetivo o una meta, etc.



Parámetro de alarma: niveles por encima o por debajo de los cuales el indicador es preocupante, por ejemplo, más o menos del 5% sobre una base de referencia.

Gráfico: la mejor forma de representar gráficamente la realidad que muestra la información: pastel, barras, líneas, etc.

Responsable de monitoreo: es quien debe informar al nivel superior cuando haya en el indicador alguna sorpresa desagradable. Es necesario liberar tiempo directivo para el monitoreo permanente.

Como todo sistema de mediciones, puede ser muy útil para acortar diferencias entre lo abstracto y lo concreto, entre el análisis y la síntesis, entre la intuición y la racionalidad, entre lo intangible y lo tangible, entre lo cualitativo y lo cuantitativo.

Una Herramienta de Diagnóstico

(Bacal, 2000) en su libro “Medición del desempeño” menciona algunas características que se deben considerar en la implementación de tableros de control:

Refleja sólo información cuantificable: como herramienta formal de concreción el tablero tiene un alcance limitado como para poder recoger toda la información informal y cualitativa. Si bien es útil para intentar cuantificar lo que antes se consideraba no cuantificable a través de encuestas, calificaciones subjetivas en números, etc., hay límites claros que indican que el tablero debe ser complementado con otras herramientas de controles formales e informales.

Evalúa situaciones no responsables: permite saber cómo está la empresa o un sector, pero no identifica directamente quién es el responsable de que esto ocurra. Para evaluar responsables hay otras herramientas más útiles en cuyo diseño se deben aplicar criterios de control, asignándole cada partida a quien la controla significativamente, y de equidad, reconociendo el resultado a quien le corresponda.

No focaliza totalmente la acción directiva: en principio, establece qué mirar para diagnosticar y generar un buen ambiente de análisis, puede ser un gran avance, pero



para focalizar la acción directiva hay que definir aquellos indicadores que reflejen en objetivos prioritarios los impulsos estratégicos de la empresa.

No reemplaza el juicio directivo: Siempre habrá que aplicar el sentido común para emitir un juicio a partir de la información. En general, la información, para alguien que está actuando en el negocio, no hace más que confirmar algo que ya conoce, con lo cual hasta puede darse cuenta de si la misma es veraz o errónea de acuerdo con sus vivencias y conocimientos de la realidad.

No identifica relaciones de causalidad entre objetivos y acciones, ni entre diferentes objetivos: el tablero funciona como bloques de información, estando las relaciones entre los indicadores y entre acciones en la cabeza de los directivos. La organización de la información y la capacidad de hacer un buen diseño de aquel pueden ser de mucha utilidad para poder pasar a identificar éstas y a desarrollar a la organización.

El secreto de una implementación estratégica exitosa está en establecer sistemas de controles interactivos apoyados con tableros de control. El tablero permite tanto el monitoreo, control y alineación a la estrategia, como la corrección de actitudes o actividades que no estaban identificadas como clave de acuerdo con los lineamientos señalados desde la dirección.

(Sixtina Consulting Group, 2005) en su artículo: “Estrategia y Dirección Estratégica”, propone algunas ideas para la Implementación de los Tableros de Control:

1. Identifique los cinco a diez medidores e indicadores de desempeño clave más importantes y esenciales para el negocio.
2. Defina un sistema activo para medir y realizar el seguimiento de estos indicadores. Esto podría consistir en unos simples informes impresos de apenas un par de páginas, o bien, en una sofisticada pantalla interactiva, basada en la web con datos en tiempo real.



Lo importante es que se obtenga esta información a diario. Sólo deberá mostrar los indicadores de desempeño clave (con la posibilidad de consultar los detalles en otro lugar). Lo ideal sería que los datos estuvieran codificados mediante colores para mostrar qué indicadores están en la "zona roja" (necesitan atención inmediata), cuáles en la amarilla (precaución) y cuáles en la "zona verde" (OK y dentro de lo presupuestado).

2.2 HERRAMIENTAS PARA LA TOMA DE DECISIONES.

2.2.1 SEIS SIGMA.

En los años ochenta la TQM (Gestión de Calidad Total) fue muy popular, pero sufrió un proceso de desgaste y en muchas empresas de agonía. Era menester generar un método que motivara un liderazgo por la calidad. Esto se dió con Seis Sigma en función de tres características (Gutiérrez Pulido, 2005):

1. Seis Sigma está enfocado en el cliente.
2. Los proyectos Seis Sigma producen grandes retornos sobre la inversión. En un artículo de la Harvard Business Review, (Reichheld, F. y Sasser, W.,1990) señalan que las compañías pueden ampliar sus ganancias en casi un 100% si retienen sólo un 5% más de sus clientes gracias al logro de un alto grado de calidad.
3. Seis Sigma cambia el modo en que opera la dirección. Es mucho más que proyectos de mejora. La dirección y los supervisores aprenden nuevos enfoques en la forma de resolver problemas y adoptar decisiones.

Así como en el Japón empresas como Toyota, Honda, Mazda, Fujitsu, Cannon y NEC entre otras fueron base del desarrollo del Just in Time (justo a tiempo) y del Kaizen, en el caso de Seis Sigma empresas como Motorola, General Electric, Honeywell, Sears Roebuck, American Express, Johnson & Johnson, Federal Express y Ford Motor le han servido como plataforma de investigación y desarrollo (Czarnecki, 1999).



La nueva piedra filosofal de la calidad total permite a la empresa satisfacer siempre mejor al cliente con un menor costo. Se demuestra que la calidad no cuesta más caro; al contrario, rinde porque permite vender. Lo que cuesta caro es la no-calidad, es decir, el fracaso, los costos inútiles, los retrasos; todo esto es producto de una mala organización que se le factura como multa al cliente y que le sorprende, le disgusta y finalmente le desvía hacia otros proveedores, porque tienen de ahora en adelante el dilema de elegir.

En este proceso destinado a lograr el cero defecto (Seis Sigma implica 3.4 defectos por millón de oportunidades) las empresas se enfocan en siete cambios o metamorfosis.

La primera metamorfosis implica que la empresa se interesa más en su mercado que en sí misma, en sus clientes que en sus máquinas, en sus fines que en sus medios, y que sus dirigentes sustituyen la lógica del ingeniero o del contable, centrada en una confianza desmedida en la capacidad de su técnica, por la lógica del empresario comercial, que reconoce la inutilidad de un producto soberbio que no se ha podido vender.

La segunda metamorfosis es el establecimiento de las relaciones clientes-proveedores en el interior mismo de la empresa; cada departamento, cada servicio, cada función, cada trabajador debe esforzarse en especificar mejor lo que desea de su fuente y en responder mejor a las demandas de su consumidor. La organización atomizada cede su lugar a una organización por flujos. Se caen los muros que defendían los territorios funcionales para dar lugar a un desarrollo de procesos integrales en los cuales todos toman parte de forma armónica.

2.2.2 Diagramas de Pareto.

Más de 80% de la problemática en una organización es común, es decir, se debe a problemas, causas o situaciones que actúan de manera permanente sobre el proceso. Sin embargo, en todo proceso existen unos cuantos problemas o



situaciones vitales que contribuyen en gran medida a la problemática global de un proceso o una empresa. Lo anterior es la premisa del *diagrama de Pareto* (Alberto Núñez, 2010) que es un gráfico especial de barras cuyo campo de análisis o aplicación son los datos categóricos, y tiene como objetivo ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus causas más importantes. La idea es que cuando se quiere mejorar un proceso o atender sus problemas, no se den “palos de ciego” y se trabaje en todos los problemas al mismo tiempo y se ataquen todas sus causas a la vez, sino que, con base en los datos e información aportados por un análisis de Pareto, se establezcan prioridades y se enfoquen los esfuerzos donde puedan tener mayor impacto. En este sentido, el diagrama de Pareto encarna mucho de la idea del pensamiento estadístico.

La viabilidad y utilidad general del diagrama está respaldada por 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%), y el resto de los elementos generan muy poco del efecto total. El nombre del principio es honor del economista italiano Wilfredo Pareto (1834-1923), quien reconoció que pocas personas (20%) poseían gran parte de los bienes (80%), y afirmaba: pocos tienen mucho, y muchos tienen poco. Fue Joseph Juran, uno de los clásicos de la calidad de la primera generación que desempeñó un papel crucial en el movimiento mundial por la calidad, quien reconoció que el principio de Pareto también se aplicaba a la mejora de la calidad; como ejemplo mostraba la clasificación del tipo de defectos de los diferentes productos, donde había unos cuantos que predominaban. A la representación gráfica de la frecuencia de esos defectos le llamó diagrama de Pareto, que siendo justos debería llamarse diagrama de Juran. En los últimos años se ha evidenciado que el diagrama de Pareto puede aplicarse en casi toda actividad.

A continuación se analizará un ejemplo de implementación de Diagramas de Pareto utilizado en una zapatería que tiene problemas en la producción de cierto tipo de botas, para ello se analizará el problema, desde varios niveles:



Pareto para problemas de primer nivel. Al representar datos de los problemas que se presentan en una zapatería por medio de una gráfica, en la que las barras se ubiquen de izquierda a derecha en forma decreciente, de acuerdo con la frecuencia, se obtiene el diagrama de Pareto de la Figura 2.6, donde la escala vertical izquierda está en términos del número de botas rechazadas y la vertical derecha en porcentaje. La línea arriba de las barras representa la magnitud acumulada de los defectos hasta completar el total. En la gráfica se aprecia que el defecto de piel es el más importante. En este defecto se debería centrar un verdadero proyecto de mejora que trate de encontrar las causas de fondo.

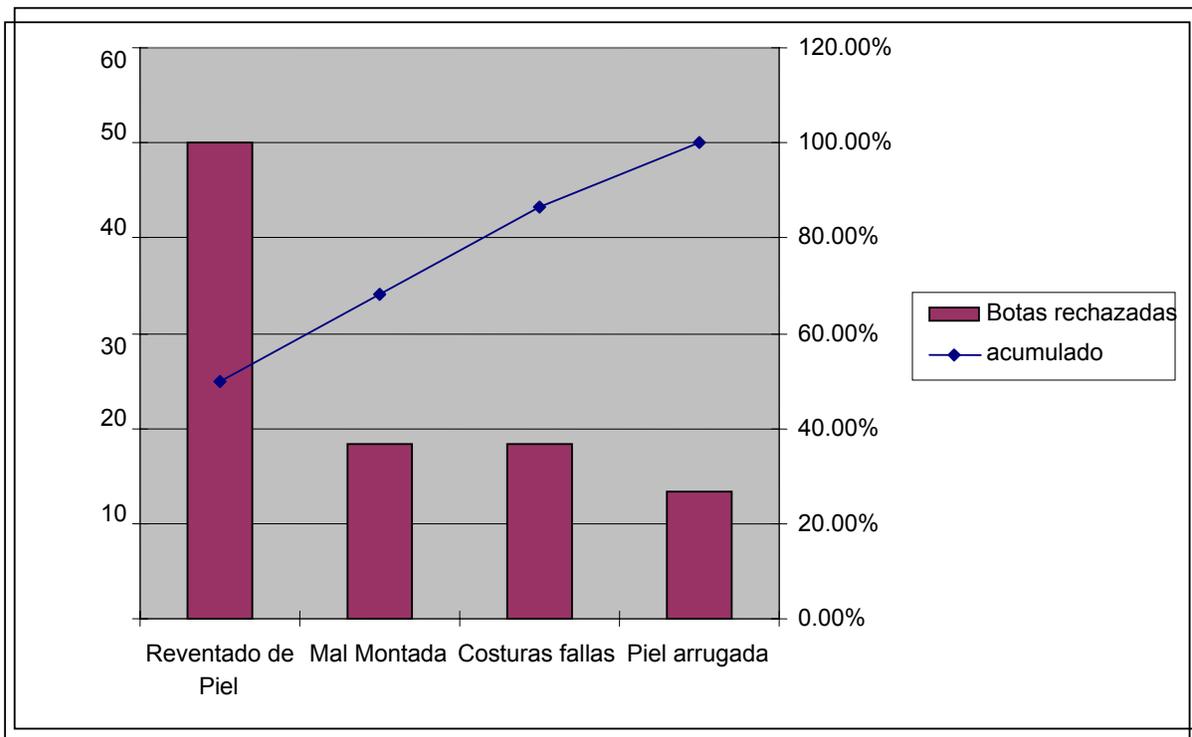


Figura 2.6. Pareto para problemas en botas

Pareto para causas o de segundo nivel. Lo que sigue es no precipitarse en sacar conclusiones del primer Pareto, ya que al actuar precipitadamente podrían obtenerse conclusiones erróneas; por ejemplo, una posible conclusión sería la siguiente: el problema principal se debe en su mayor parte a la calidad de la piel, por lo que se debe comunicar al proveedor actual y buscar mejores proveedores. Sin embargo, es frecuente que las conclusiones reactivas y “lógicas” sean erróneas. Por esto, después del Pareto para problemas el análisis debe orientarse exclusivamente hacia la búsqueda de las causas del problema principal. Para ello hay que preguntarse si este problema se presenta con la misma intensidad en todos los modelos, materiales, turnos, máquinas, operadores, etc., ya que si en alguno de ellos se encuentran diferencias, se estarán localizando pistas específicas sobre las causas más importantes del problema vital.

En el caso de las botas, lo que se hizo fue clasificar o estratificar el defecto de reventado de piel de acuerdo con el modelo de bota, y se encontraron los siguientes datos:

Modelo de Bota	Defecto de Reventado de Piel	Porcentaje
512	225	60.98%
507	80	21.68%
501	64	17.34%
Total	369	100.00%

Si se representa esto en un diagrama de Pareto de segundo nivel se obtiene la gráfica de la Figura 2.7 en la que se observa que el problema de reventado de piel se presenta en el modelo de bota 512, y que en los otros modelos es un defecto de la misma importancia que las otras fallas. Aquí más que pensar en que los defectos de



reventado de piel se deban en su mayor parte a la calidad de la piel, es mejor buscar la causa del problema exclusivamente en el proceso de fabricación del modelo 512.

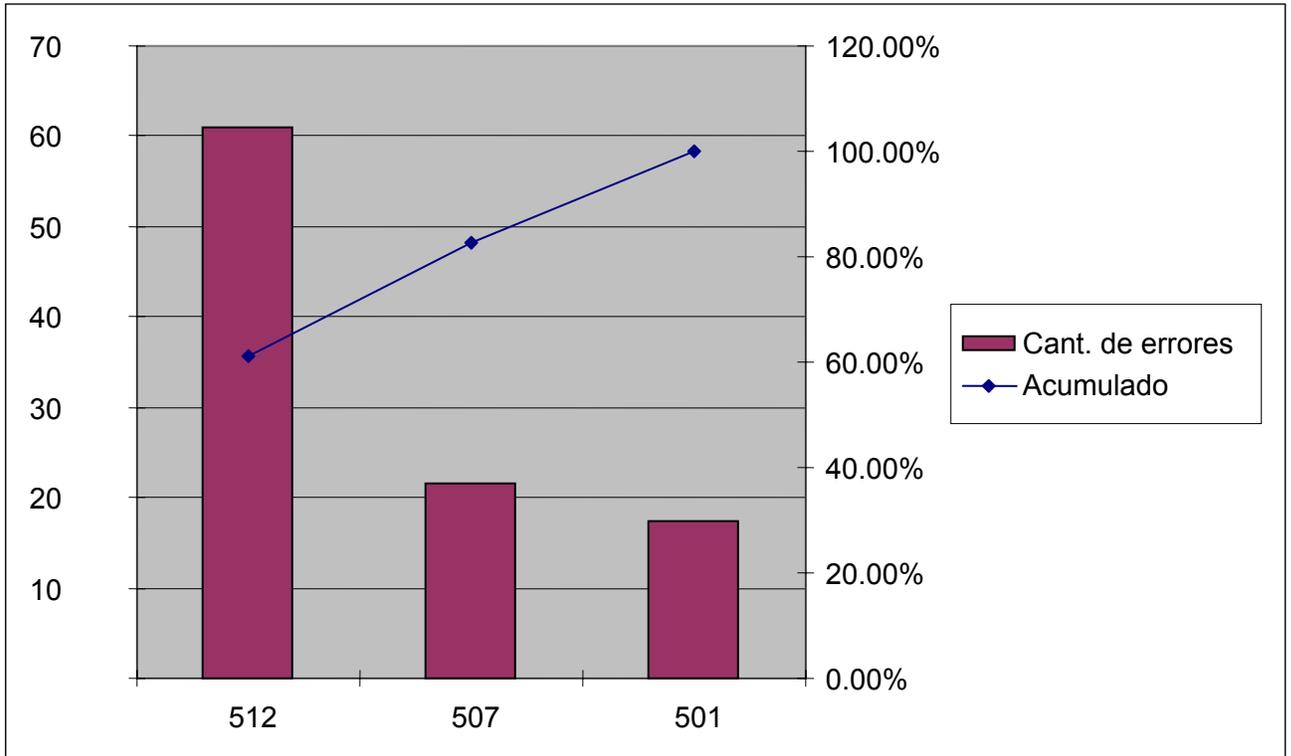


Figura 2.7. Pareto para causas: defecto principal por modelo de bota.

Cabe aclarar que para que el análisis por modelo que se hizo sea útil es necesario que la frecuencia con la que se produce cada uno de los modelos sea similar, como fue el caso de las botas. Si un modelo se produce mucho más, será lógico esperar que en él haya más defectos. Cuando este último sea el caso, entonces de la producción total de cada modelo se deberá calcular el porcentaje de artículos defectuosos debido al problema principal, y con base en esto hacer el Pareto de segundo nivel.



En general se debe buscar hacer análisis de Pareto de causas o de segundo nivel, de acuerdo con aquellos factores que pueden dar una pista de por dónde está la causa principal y dónde centrar los esfuerzos de mejora. De hecho, después de un Pareto de segundo nivel exitoso, se debe analizar la posibilidad de aplicar un Pareto de tercer nivel. Por ejemplo, en el caso de las botas se buscaría ver si los defectos de reventado de piel en el modelo 512 se dan más en alguna máquina, talla, turno, etcétera.

El ejemplo evidencia que en la solución de problemas una pista o una nueva información debe llevar a descartar opciones y a profundizar la búsqueda y el análisis en una dirección más específica, para de esa forma no caer en conclusiones precipitadas y erróneas. El análisis de Pareto encarna esta idea, ya que la técnica sugiere que después de hacer un primer diagrama de Pareto en el que se detecte el problema principal, se debe hacer un análisis de Pareto para causas o de segundo nivel o más niveles, en el que se estratifica el defecto más importante por turno, modelo, materia prima o alguna otra fuente de variación que dé indicios de dónde, cuándo o bajo qué circunstancias se manifiesta más el defecto principal.

Algunas bondades adicionales del diagrama de Pareto (DP) son las siguientes:

El DP, al expresar gráficamente la importancia del problema, facilita la comunicación y recuerda de manera permanente cuál es la falla principal, por lo que es útil para motivar la cooperación de todos los involucrados, puesto que con un vistazo cualquier persona puede ver cuáles son los problemas principales.

Es más adecuado concentrar las energías en el problema vital e ir al fondo de sus causas que dispersar los esfuerzos en todos los problemas.

Elimina la vaguedad en la magnitud de los problemas y proporciona una medición objetiva expresable en términos gráficos, por lo que sirve para evaluar objetivamente con el mismo diagrama las mejoras logradas con un proyecto de mejora Seis Sigma, comparando la situación antes y después del proyecto.



2.3 DISPOSITIVOS MÓVILES Y SERVIDORES.

Hablar de dispositivos móviles en la actualidad es hablar de un elemento que forma parte integral de nuestras vidas. El mundo del celular está de moda, no hay más que echar un vistazo alrededor para darnos cuenta. Los usuarios de telefonía móvil se han multiplicado hasta límites que no entraban en las mejores previsiones, incluyendo los entornos rurales, pero no solo se da en los celulares, también están los iPhones, los reproductores de mp3's por mencionar sólo algunos, todos estos dispositivos cada vez están más cercanos a la mayoría de las personas (o por lo menos en los contextos urbanos de nuestro país).

A ese mundo en miniatura hay que añadir, de un tiempo a ahora, un nuevo integrante que promete experimentar en los próximos años un crecimiento considerable. Hablamos de los sistemas informáticos móviles, conocidos con términos como palm-size pc, handheld, pocket y similares. Sus características técnicas limitan hasta cierto punto las posibilidades de estos sistemas respecto a una computadora corriente, pero hay que tener en cuenta que muchas de ellas tienen una potencia de proceso y capacidad similares a los equipos de escritorio de hace pocos años.

Aunque la mayoría de los entendidos mencionan al Newton de Apple como el primer PDA (Personal Digital Assistant, en español Asistente Personal Digital), lo cierto es que casi una década antes, a mediados de los ochenta, la empresa Psion ya había sentado un precedente con su Psion Organiser. El término PDA, o asistente digital personal, se ajusta más a las características del dispositivo presentado por Psion hace quince años que a los actuales sistemas móviles. Es un término, no obstante, utilizado habitualmente para referirse a este tipo de dispositivos.

Pocos años más tarde, a mediados de los noventa, la empresa US Robotics, tras adquirir Palm Computing, presentó la serie de dispositivos Palm Pilot. Al igual que el Newton de Apple, este dispositivo carecía de teclado y contaba con una pantalla



táctil. En lugar de intentar reconocer la escritura natural del usuario, los Palm Pilot reconocían un conjunto de caracteres simple y bien definido que había que aprender. El éxito de este PDA fue importante y dio lugar al actual puesto preferente de Palm en el mundo de los dispositivos móviles. Tras ser adquirida por 3Com, finalmente Palm Computing vuelve a ser, actualmente, una división independiente.

El último concursante en entrar en el campo de los dispositivos móviles fue Microsoft, con su ya conocido sistema operativo Windows CE. En 1996, con la presentación de la primera versión de este sistema, varias decenas de fabricantes de hardware adquirieron el compromiso de diseñar dispositivos que utilizaran dicho sistema operativo. A diferencia de Apple, Psion o Palm, Microsoft no es una empresa que fabrica un dispositivo con un sistema operativo en su interior, sino que pone ese sistema a disposición de terceros fabricantes que, como Compaq y HP, fabrican el hardware.

Tras conocer algunos datos sobre qué es y cómo funciona un PDA, lo cual sirve para tener una idea general acerca de estos dispositivos, la pregunta lógica que asaltará es para qué pueden ser utilizarlos. ¿Qué aplicación tiene un PDA? ¿Pueden ser útil en el trabajo y/o la vida diaria? Todo depende, lógicamente, del software que se utilice en ellos.

Hasta hace poco, las funciones de la mayoría de los PDA eran, como su propio nombre indica, las de un asistente personal o agenda clásica: un calendario, una agenda para mantener teléfonos, una lista de citas y tareas, una calculadora y poco más. Después llegaron las aplicaciones típicas de ofimática, aunque a pequeña escala. De esta forma se hizo posible la edición de un texto o una hoja de cálculo sin necesidad de recurrir al sistema de escritorio.

La llegada de Internet como medio de comunicación omnipresente dio lugar a la necesidad de estar permanentemente conectado, y qué mejor dispositivo para conseguir esto que un PDA. Rápidamente aparecieron los primeros navegadores



para la Web y clientes de correo, de tal forma que conectando el PDA a un móvil GSM es posible, actualmente, recibir y enviar mensajes y acceder a la información que necesite.

En los próximos meses/años la integración entre PDA y telefonía móvil irá avanzando, dando lugar a una nueva categoría de dispositivos que permitirán estar conectados a Internet de forma permanente. Symbian, una organización formada por Psion, Ericsson, Motorola, Nokia y Panasonic, ofrece actualmente un sistema operativo, el conocido EPOC, para todo tipo de dispositivos móviles, incluidos los teléfonos móviles.

A medida que la capacidad de los PDA y las dimensiones de sus pantallas han ido creciendo, han sido posibles otras aplicaciones como la lectura de libros y la reproducción de vídeo o música. Estos elementos, los libros, música y vídeos, pueden ser obtenidos directamente de la Red y almacenados localmente en el PDA.

La tecnología de agentes móviles cobra especial importancia en entornos inalámbricos, donde la computación y los recursos en general pueden llevarse allá donde sean necesarios. Sin embargo, actualmente existe un salto tecnológico entre los requerimientos de software de una plataforma de agentes móviles y las prestaciones de los dispositivos móviles actuales, incluso los PDAs (Personal Data Assistant) más avanzados. Entre los problemas a resolver se puede citar los protocolos de comunicación inalámbrica, las limitaciones de los sistemas operativos preinstalados, la capacidad de almacenamiento, etc. En estos sistemas los agentes móviles son capaces de viajar a un PDA, a través del enlace inalámbrico, desde un PC de escritorio o incluso desde otro PDA. (Charte, 2006).

2.4 TEORÍA DE AGENTES.

Un agente inteligente es una entidad con una sofisticada estructura interna y una conducta flexible e independiente que se puede calificar como inteligente.



Inicialmente, los agentes perciben su ambiente mediante “sensores”; cuentan con un particular “estado interno” que le permite recordar y relacionar lo percibido con ideas preconcebidas o conocimientos adquiridos; y finalmente, toman una decisión y “actúan” sobre el ambiente, por medio de “efectores” (Acevedo, 2003). Sus actuaciones están basadas en sus “metas” u objetivos, en función de los cuales tomará la “decisión” más adecuada dependiendo del conjunto de percepciones provenientes del ambiente.

El término "agente" describe una abstracción de software, una idea o concepto, similar a los métodos, funciones y objetos en la programación orientada a objetos. El concepto de un agente provee una forma conveniente y poderosa de describir una compleja entidad de software, que es capaz de actuar con cierto grado de autonomía, para cumplir tareas en representación de personas. Pero a diferencia de los objetos (que son definidos por métodos y atributos), un agente es definido por su propio comportamiento (Diccionario de Informática, 2010).

Todo agente tiene una función u objetivo. Por ejemplo, un agente humano de bolsa tiene el objetivo de comprar y vender acciones respondiendo a los estímulos iniciados por su cliente y captados por sus sentidos. Una aspiradora tiene la función de aspirar cuando capta que ha sido encendida y no aspirar cuando es apagada.

Un agente inteligente ó racional trata de maximizar el valor de una medida de rendimiento, dada la secuencia de percepciones que ha observado hasta el momento.

Ejemplificándolo. Un agente inteligente tiene un objetivo abstracto (ejemplo: "ofrecer a un usuario información interesante"), tiene una forma de evaluar si esa información es interesante (ejemplo: "el usuario lee la información sugerida"), tiene unos actores (ejemplo: "una página html donde presenta enlaces interesantes") y tiene unos sensores (ejemplo: "un conjunto de sitios Web para recoger información y filtrar la



que sea interesante y el conjunto de clicks que puede hacer ó no el usuario de todos esos sitios Web"). La pregunta ahora es ¿cómo mejorar ese rendimiento?

Para (Peter Norvig, 1997) la programación estructurada tiene asociadas las aplicaciones basadas en entrada/salida, la programación orientada a objetos las aplicaciones basadas en eventos y la programación adaptativa (aplicaciones basadas en agentes inteligentes).

No obstante, el deseo de desarrollar software adaptativo no es la única razón para utilizar una metodología de programación orientada a agentes. Los agentes tienen su campo de cultivo en la Inteligencia Artificial Distribuida (IAD) que, como su nombre indica, es la rama de la Inteligencia Artificial que trata de resolver de manera distribuida sus problemas, aprovechando así las ventajas propias de la programación distribuida: robustez, paralelismo y escalabilidad.

Desde un punto de vista de ingeniería de software este paradigma también supone una evolución a las necesidades de reutilización y encapsulamiento del código. Partiendo de la programación orientada a objetos, el mundo está compuesto por elementos llamados objetos que tienen atributos a los que es posible aplicarles métodos y éstos pueden abstraerse a clases y estas clases pueden abstraerse en otras clases de las que heredan métodos y/o atributos ó de las que se componen. Sin embargo, este modelo del mundo es incompleto, pues en el mundo también existen agentes con capacidades de aprendizaje y autonomía.

También es posible usar agentes inteligentes para entender mejor el conocimiento o para poder hacer simulación.

2.5 MODELOS DE DESARROLLO DE SOFTWARE.

Para el desarrollo de cualquier producto de software se realizan una serie de tareas entre la idea inicial y el producto final, un modelo de desarrollo establece el orden en



el que se harán las cosas en el proyecto, provee de requisitos de entrada y de salida para cada una de las actividades, por ello es necesario el modelo de desarrollo.

Dado que cada proyecto es único, no existe un modelo que se aplique al 100% a todos los proyectos de una organización. Una organización puede contar con uno o más modelos de desarrollo para ser utilizados dependiendo del tipo de proyecto.

A continuación se muestran los modelos de desarrollo de software que fueron utilizados en el análisis, desarrollo e implementación del sistema.

2.5.1 MODELO DE ESPIRAL.

El creador del modelo en espiral fue Barry Boehm. Entre los años de 1989 y 1992, sirvió dentro del departamento de Estados Unidos de la defensa como director de la oficina de las ciencias y de la tecnología de la información de DARPA, y como director del software de DDR&E y de la oficina de la informática, trabajó en TRW a partir de 1973 a 1989, culminando como principal científico del grupo de los sistemas de la defensa, y en el Rand Corporation a partir de 1959 a 1973, culminando como jefe del departamento de las ciencias de la información.

El **Modelo en Espiral** (Ian Sommerville, 2000), es un modelo de proceso de software evolutivo donde se conjuga la naturaleza de construcción de prototipos con los aspectos controlados y sistemáticos del modelo lineal y secuencial (ver Figura 2.8).

Proporciona el potencial para el desarrollo rápido de versiones incrementales del software que no se basa en fases claramente definidas y separadas para crear un sistema.

Durante las primeras iteraciones la versión incremental podría ser un modelo en papel o un prototipo, durante las últimas iteraciones se producen versiones cada vez más completas del sistema diseñado.



El modelo en espiral se divide en un número de actividades de marco de trabajo, también llamadas **Regiones de Tareas**, cada una de las regiones están compuestas por un conjunto de tareas del trabajo llamado **Conjunto de Tareas** que se adaptan a las características del proyecto que va a emprenderse. Cada vuelta en la espiral se divide en sectores:

Comunicación con el Cliente: Las tareas requeridas para establecer comunicación entre el desarrollador y el cliente.

Planificación o Planeación: Las tareas requeridas para definir recursos, el tiempo, determinación de los objetivos, alternativas y restricciones, y otra información relacionada con el proyecto.

Análisis de Riesgos: Las tareas requeridas para evaluar riesgos técnicos y de gestión, análisis de alternativas e identificación/resolución de riesgos.

Ingeniería: Las tareas requeridas para construir una o más representaciones de la aplicación, desarrollo del producto hasta "el siguiente nivel".

Construcción y Acción: Las tareas requeridas para construir, probar, instalar y proporcionar soporte al usuario (por ejemplo, documentación y práctica).

Evaluación del cliente: Tareas requeridas para obtener la reacción del cliente según la evaluación de las representaciones del software creadas durante la etapa de ingeniería e implementada durante la etapa de instalación. Valoración por parte del cliente de los resultados obtenidos.



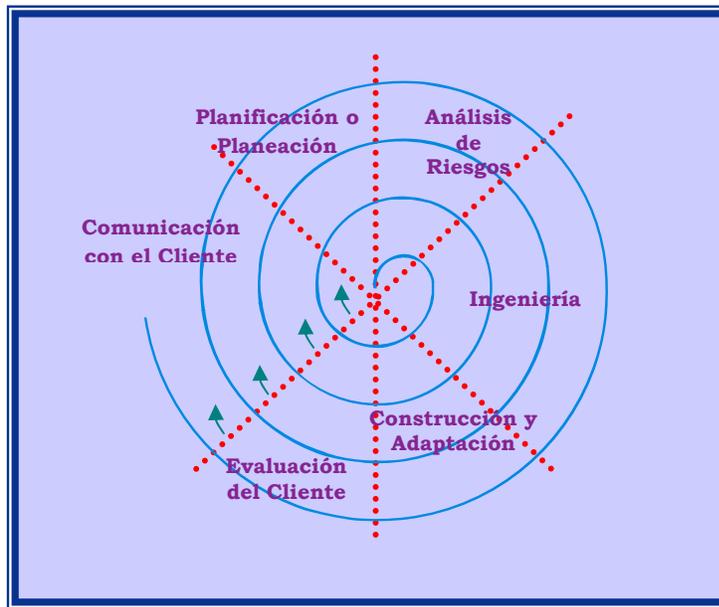


Figura 2.8. Estructura del modelo en espiral.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS.

Ventajas.

- A diferencia del modelo de proceso clásico que termina cuando se entrega el software el modelo en espiral puede adaptarse y aplicarse a lo largo de la vida del software de computadora.
- Como el software evoluciona a medida que progresa el proceso, el desarrollador y el cliente comprenden y reaccionan mejor ante riesgos en cada uno de los niveles evolutivos.
- El modelo en espiral permite a quien lo desarrolla aplicar el enfoque de construcción de prototipos en cualquier etapa de evolución del producto.
- El modelo en espiral demanda una consideración directa de los riesgos técnicos en todas las etapas del proyecto y si se aplica adecuadamente debe reducir los riesgos antes de que se conviertan en problemas.



-
-
- En la utilización de grandes sistemas ha doblado la productividad.
 - Es un enfoque realista para el desarrollo de software y de sistemas a gran escala.

Desventajas.

- Resulta difícil convencer a grandes clientes de que el enfoque evolutivo es controlable.
- No se ha utilizado tanto como otros modelos de ciclo de vida.

2.6 BASE DE DATOS.

Una base de datos es un sistema formado por un conjunto de datos almacenados en discos que permiten el acceso directo a ellos y un conjunto de programas que manipulen ese conjunto de datos.

Se define una base de datos como una serie de datos organizados y relacionados entre sí los cuales son recolectados y explotados por los sistemas de información de una empresa o negocio particular (Cohen Daniel, 2005).

Características:

- Independencia lógica y física de los datos.
- Redundancia mínima.
- Acceso concurrente por parte de múltiples usuarios.
- Integridad de los datos.
- Consultas complejas optimizadas.
- Seguridad de acceso y auditoría.
- Respaldo y recuperación.
- Acceso a través de los lenguajes de programación estándar.



Ventajas de las Bases de Datos:

- Control sobre la redundancia de datos.
- Consistencia de datos.
- Compartición de datos.
- Mantenimiento de estándares.
- Mejora de la integridad de datos.
- Mejora en la seguridad.
- Mejora en la accesibilidad a los datos.
- Mejora en la productividad.
- Mejora en el mantenimiento.
- Aumento de la concurrencia.
- Mejora en los servicios de copias de seguridad.

Desventajas de las Bases de Datos:

- Complejidad.
- Coste del equipamiento adicional.
- Vulnerable a los fallos.

2.7 ASP.

Active Server Pages (ASP) (Guthrie Scout, 2007), es un lenguaje orientado a las aplicaciones en red creado por Microsoft que funciona del lado del servidor. Es, en efecto, el servidor quien se ocupa de ejecutarlo, interpretarlo y enviarlo al cliente en forma de código HTML.

ASP es principalmente utilizado sirviéndose del lenguaje Visual Basic Script que no es más que una versión light del Visual Basic. Sin embargo, es posible programar páginas ASP en Java Script. Lo único que hay que hacer es especificar en la propia página qué tipo de lenguaje se está utilizando.



Dado que el lenguaje ASP está muy frecuentemente relacionado dentro del código HTML, es importante poder marcar al servidor qué partes están escritas en un lenguaje y cuáles en otro. Es por ello que todas las partes del archivo que están escritas en ASP estarán siempre delimitadas por los símbolos “<%” y “%>”.

Con ASP se pueden realizar fácilmente páginas de consulta de bases de datos, funciones sencillas y demás; de ahí la importancia de incluir HTML, dinamismo e interactividad a páginas web.

Se utiliza principalmente en servidores web de Microsoft, por lo que requiere de Internet Information Services (IIS), su conexión nativa con Bases de Datos es con SQL Server, el cual es también un desarrollo de Microsoft.

Es ampliamente recomendado para usuarios que han programado en Visual Basic, pues las instrucciones y comandos son exactamente iguales.

Active Server Pages (ASP), es una tecnología propietaria de Microsoft. Se trata básicamente de un lenguaje de tratamiento de textos (scripts), basado en Basic, y que se denomina VBScript (Visual Basic Script). Se utiliza casi exclusivamente en los servidores web de Microsoft (Internet Information Server y Personal Web Server). Los scripts ASP se ejecutan, por lo tanto, en el servidor y pueden utilizarse conjuntamente con HTML y Javascript para realizar tareas interactivas y en tiempo real con el cliente.

2.8 UML.

Lenguaje Unificado de Modelado (UML, por sus siglas en inglés) (Guthrie, Scout, 2007) es el lenguaje de modelado de sistemas de software más conocido y utilizado en la actualidad. Es un lenguaje gráfico para visualizar, especificar, construir y documentar un sistema. UML ofrece un estándar para describir un “plano” del sistema.



UML es un “lenguaje de modelado” para especificar o para describir métodos o procesos. Se utiliza para definir un sistema, para detallar los artefactos en el sistema y para documentar y construir.

UML no puede compararse con la programación estructurada, puesto que no es programación, solo se diagrama la realidad de una utilización en un requerimiento.

UML cuenta con varios tipos de diagramas, los cuales muestran diferentes aspectos de las entidades representadas.

2.8.1 CASOS DE USO.

Los casos de uso no son parte del diseño (cómo), sino parte del análisis (qué) (Grady Booch, 1998), de forma que al ser parte del análisis ayudan a describir qué es lo que el sistema debe hacer. Los casos de uso son qué hace el sistema desde el punto de vista del usuario. Es decir, describen un uso del sistema y cómo éste interactúa con el usuario.

Los diagramas de casos de uso y actores, con sus relaciones, dan solo una visión estática de los casos de uso del sistema. Un caso de uso es una situación/acción posible dentro del sistema y los actores son los elementos que la protagonizan.

Estos diagramas constituyen un inicio para modelar un sistema, es una representación inicial, sin tener en cuenta la implementación de qué acciones se realizarán en dicho sistema y de quién o quiénes interactuarán con él.

Un caso de uso describe un conjunto de secuencias de acciones, incluyendo variantes, que ejecuta un sistema para producir un resultado observable y significativo para un actor. Habitualmente se emplea para capturar el comportamiento deseable de un sistema sin especificar cómo se implementa.



Actores: Un actor representa un (conjunto) rol que los usuarios del sistema juegan al interactuar con él, pueden ser: persona, dispositivo u otro del sistema. Los actores no forman parte del sistema.

Especificación de casos de uso: La especificación se puede realizar de diversas formas. Es posible empezar por una descripción en formato de texto, más o menos formal.

Cada secuencia de acciones contenida en un caso de uso representa un escenario. Los escenarios son a los casos de uso lo que los objetos a las clases. Un sistema puede tener unos pocos casos de uso que especifican su funcionamiento y cada uno de ellos se expande en diversos escenarios.

Organización de Casos de Uso: Los casos de uso también están organizados en paquetes. Se pueden especificar relaciones entre casos de uso.

Generalización: El caso de uso hijo hereda el comportamiento y significado del padre. Puede sustituir al padre en cualquier lugar.

Inclusión: Un caso de uso incorpora explícitamente el comportamiento de otro caso de uso en un lugar concreto (subrutina).

Extensión: Bajo determinadas condiciones un caso de uso se puede extender en ciertos puntos. Permite separar el comportamiento opcional del obligatorio.

Los diagramas de casos de uso se emplean para modelar la vista estática de casos de uso de un sistema:

- Modelar el contexto del sistema: identificar actores y sus roles.
- Modelar los requisitos del sistema: identificar qué debe hacer.



Un Diagrama de Casos de Uso muestra la relación entre los actores y los casos de uso del sistema. Representa la funcionalidad que ofrece el sistema en lo que se refiere a su interacción externa. En el diagrama de casos de uso se representa también el sistema como una caja rectangular con el nombre en su interior. Los casos de uso están en el interior de la caja del sistema, y los actores fuera, y cada actor está unido a los casos de uso en los que participa mediante una línea.

2.8.2 DIAGRAMAS DE CLASES.

Un diagrama de clases sirve para visualizar las relaciones entre las clases que involucran el sistema, las cuales pueden ser asociativas, de herencia, y de uso, es una visión estática del sistema. Un diagrama de clases está compuesto por los siguientes elementos:

- Clase: atributos, métodos y visibilidad
- Relaciones: herencia, composición, agregación, asociación y uso

Clase: Es la unidad básica que encapsula toda la información de un objeto, a través de ella es posible modelar el entorno en estudio (Figura 2.9).

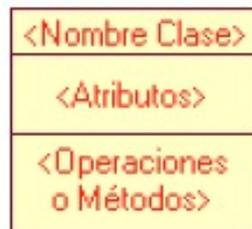


Figura 2.9. Clase en UML.



2.8.2.1 ATRIBUTOS Y MÉTODOS.

Atributos: Los atributos o características de una clase pueden ser de tres tipos, los que definen el grado de comunicación y visibilidad de ellos con el entorno, éstos son:

- Public (Público)
- Private (Privado)
- Protected (Protegido)

Métodos: Los métodos u operaciones de una clase son la forma en como ésta interactúa con su entorno, éstos pueden tener las características:

- Public (Público)
- Private (Privado)
- Protected (Protegido)

2.8.2.2 RELACIONES ENTRE CLASES.

La cardinalidad de las relaciones indica el grado y nivel de dependencia.

- Uno o muchos: 1.. * (1..n)
- 0 o muchos: 0.. * (0..n)
- Número fijo: m (m denota el número)

Herencia: Indica que una subclase hereda los métodos y atributos especificados por una súper clase, por ende la subclase además de poseer sus propios métodos y atributos, poseerá las características y atributos visibles de la súper clase.

Agregación: Es utilizada cuando se requiere componer objetos que son instancias de clases definidas por el desarrollador de la aplicación, existen dos posibilidades:



1. Por valor
2. Por referencia

Asociación: Permite asociar objetos que colaboran entre sí (Figura 2.10).



Figura 2.10. Ejemplo de Asociación.

Dependencia o Instancia: Representa un tipo de relación, en la que una clase es instanciada, se utiliza para denotar la dependencia que tiene una clase de otra (Figura 2.11).



Figura 2.11. Ejemplo de dependencia instancia.



CAPÍTULO 3.

MARCO METODOLÓGICO.



El marco metodológico descrito a continuación, muestra las técnicas de investigación en las cuales se basa el trabajo desarrollado, que son la base para resolver la problemática descrita en el problema de la investigación.

3.1 TEORÍA DE CALIDAD.

La Metodología usada para el control de indicadores está basada en la Teoría de Calidad de Retrabajos y Desperdicios, para ello se analizará cada uno de los indicadores a evaluar. Estos Indicadores forman parte de la filosofía Kaisen analizada en el capítulo I (ver Kaisen en 1.1.15.6) y son vistos más específicamente en la certificación Black Belt en la que la empresa Johnson Controls está certificada.

3.1.1 RETRABAJOS INTERNOS (IPPM'S).

Es la cantidad total de piezas rechazadas antes de ser embarcadas que se encuentran en la línea de producción (es decir, antes de ser enviadas al cliente, y pueden ser detectadas por el supervisor de línea) por millón, entre el Total de Unidades producidas por turno. La fórmula de los IPPM's es la siguiente:

$$\text{IPPM's} = \frac{\text{Cantidad Total de Piezas Rechazadas (antes de embarque)} * 1,000,000}{\text{Unidades Producidas en el Turno}}$$

Tomando en cuenta que el tiempo de respuesta era de una semana y que ahora es de un turno, el factor actual de reducción de tiempo es de 0.1

$$\text{IPPM's} = \left[\frac{\text{Cantidad Total de Piezas Rechazadas (antes de embarque)} * 1,000,000}{\text{Unidades Producidas en el Turno}} \right] * \text{FCR}$$

FRC= Factor de Respuesta de Calidad (el cual no estaba considerado antes de la presente investigación).



3.1.2 RETRABAJOS EN PLANTA CLIENTE (RWPPM'S).

Es la cantidad total de piezas rechazadas antes de ser embarcadas y cuando se encuentran en el almacén (es decir, antes de ser enviadas al cliente, y pueden ser detectadas por el jefe de calidad) por millón, entre el Total de Unidades producidas. La fórmula de los RWPPM's es la siguiente:

$$\text{RWPPM's} = \frac{\text{Cantidad Total de Piezas Rechazadas (en Almacén)} * 1,000,000}{\text{Unidades Producidas}}$$

Tomando en cuenta que el tiempo de respuesta era de una semana y que ahora es de un turno, el factor actual de reducción de tiempo es de 0.1

$$\text{RWPPM's} = \left[\frac{\text{Cantidad Total de Piezas Rechazadas (en Almacén)} * 1,000,000}{\text{Unidades Producidas}} \right] * \text{FCR}$$

FRC= Factor de Respuesta de Calidad (el cual no estaba considerado antes de la presente investigación)

3.1.3 RECHAZOS DE PLANTA DEL CLIENTE DEL MISMO GRUPO (IRPPM'S).

Es la cantidad total de piezas rechazadas en el corporativo (es decir, en plantas de la propia Compañía) por millón, entre la cantidad total embarcada (el total de unidades enviadas a la planta miembro del mismo grupo). La fórmula de los IRPPM's es la siguiente:

$$\text{IRPPM's} = \frac{\text{Cantidad Total Rechazadas (en Plantas del Corporativo)} * 1,000,000}{\text{Cantidad Total Embarcada}}$$



Tomando en cuenta que el tiempo de respuesta era de una semana y que ahora es de un turno, el factor actual de reducción de tiempo es de 0.1

$$\text{IRPPM's} = \left[\frac{\text{Cantidad Total Rechazadas (en Plantas del Corporativo)} * 1,000,000}{\text{Cantidad Total Embarcada}} \right] * \text{FCR}$$

FRC= Factor de Respuesta de Calidad (el cual no estaba considerado antes de la presente investigación)

3.1.4 RECHAZOS DE PLANTA DEL CLIENTE QUE NO ES DEL GRUPO (RPPM'S).

Es la cantidad total de piezas rechazadas por parte del cliente por millón, entre el total de unidades totales embarcadas (es decir, el total de unidades enviadas al cliente). La fórmula de los RPPM's es la siguiente:

$$\text{RPPM's} = \frac{\text{Cantidad Total Rechazadas por parte del cliente} * 1,000,000}{\text{Cantidad Total Embarcada}}$$

Tomando en cuenta que el tiempo de respuesta era de una semana y que ahora es de un turno, el factor actual de reducción de tiempo es de 0.1

$$\text{RPPM's} = \left[\frac{\text{Cantidad Total Rechazadas por parte del cliente} * 1,000,000}{\text{Cantidad Total Embarcada}} \right] * \text{FCR}$$

FRC= Factor de Respuesta de Calidad (el cual no estaba considerado antes de la presente investigación)



3.2 VARIABLES.

De acuerdo con Roberto Hernández Sampieri, en su libro “Metodología de la Investigación” (Hernández Sampieri, 1997) una variable puede ser definida como: “una propiedad que puede variar y cuya variación es susceptible de medirse”.

En el presente proyecto existen diversas variables que deben ser tomadas en cuenta como parte de la investigación propuesta.

Se considera como **variable independiente**, el valor de los diferentes indicadores de retrabajos, y la **variable dependiente** los costos de producción que son impactados al tener una menor cantidad de retrabajos (y por consiguiente una reducción en los costos de operación).

Se debe considerar también el tiempo de asignación de retrabajos en cuyo caso, la reducción del tiempo puede ser considerada también como una variable dependiente del proyecto.

Las ordenes de retrabajo (es decir las reparaciones), son consideradas como otra variable a tomar en cuenta, y dichas variables consideradas también como variables dependientes.

Adicional a las variables que se han analizado, el sistema hace uso de tecnologías móviles y agentes, las cuales son consideradas como variables independientes las cuales reducen el tiempo para la toma de decisiones.

3.2.1 DEFINICIÓN CONCEPTUAL.

Las variables en la investigación, representan un concepto de vital importancia dentro de un proyecto. Las variables, son los conceptos que forman enunciados de un tipo particular denominado hipótesis. Las variables se refieren a propiedades de la



realidad que varían, es decir, su idea contraria son las propiedades constantes de cierto fenómeno.

Concepto: Indicadores de Retrabajo.

Permiten determinar el costo de operación de la empresa, a partir de ello se determinará el costo Total de producción (en coordinación con la producción diaria)

Concepto: Total de Unidades Producidas.

A través de éstos indicadores es posible registrar el total de producción por turno, por área y modelo que la empresa produce.

Concepto: Reducción de Órdenes de Retrabajo.

Se deben considerar el total de órdenes de retrabajos para determinar en cuanto se esta influyendo en la reducción de errores de producción.

3.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN.

En este apartado se presenta la descripción de la estrategia a seguir expresada a través del tipo y modalidad de la investigación, la caracterización de las unidades de análisis, las técnicas, procesos e instrumentos de medición a ser utilizados.

El tipo de Investigación del presente proyecto es considerado no experimental, de acuerdo a lo que menciona Hernández Sampieri (Hernández Sampieri, 1997): *Por su dimensión temporal o el número de momentos o puntos en el tiempo en los cuales se recolectan datos.*



3.3.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

El tipo de investigación que se está desarrollando en el presente trabajo es del tipo transaccional o transversal, de acuerdo a Hernández Sampieri, en su libro “Metodología de la Investigación” menciona (Hernández Sampieri, 1997): *“Los diseños de investigación transaccional, o transversal, recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es como tomar una fotografía de algo que sucede”*

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA.

La Población y muestra del presente proyecto, como se mencionó en el capítulo I, será en la Planta de Tlaxcala de Johnson Controls, en un principio se cargará la información del área de Uretanos de Volkswagen, pero casi en paralelo se realizarán las pruebas en los demás departamentos, las muestras serán recolectadas en el período comprendido de enero a mayo de 2010.

3.5 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.

La Metodología de Investigación a través del Método Científico contiene las siguientes etapas (Tamayo, 1981).

- Percepción de una dificultad.
- Identificación y definición de la dificultad.
- Soluciones propuestas para el problema: hipótesis.
- Deducción de las consecuencias de las soluciones propuestas.
- Verificación de las hipótesis mediante la acción.

La Percepción de una dificultad: No existe un sistema de control que integre la metodología de Mejora Continua en el ramo automotriz, con la integración y facilidad



que ofrecen los sistemas de Tableros de Control, ello generaba que la oportunidad de la información en muchos momentos se retrasara, o no estuviera disponible en el momento que se requería.

Soluciones propuestas para el problema: La Hipótesis propuesta en el presente trabajo es la solución al problema detectado, mediante la implementación de un sistema de control de registros de indicadores clave en el área de mejora continua de Johnson Controls.

Deducción de las consecuencias de las soluciones propuestas: Será posible deducir algunas de las variables más importantes propuestas en esta sección de acuerdo a las primeras pruebas realizadas en el área de Mejora Continua.

Verificación de las Hipótesis mediante la acción: A través de la implementación del sistema de cómputo y su uso en las diferentes áreas de Johnson Controls será posible verificar la comprobación de la Hipótesis planteada.

3.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.

La técnica de recolección utilizada en esta investigación es:

Entrevista: Durante los primeros meses del desarrollo del proyecto de investigación, la herramienta utilizada fue la entrevista, se realizaron entrevistas con el personal de la planta, involucrando a operadores, supervisores y jefes de área.

3.7 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.

Con la información recopilada a través de entrevistas, que forman parte del análisis, y de archivos de Excel donde se describen las actividades realizadas en forma



manual, así como los archivos origen donde se creaban los reportes requeridos, esta recopilación fue realizada durante las primeras fases de investigación. Del análisis de la información se puede asegurar que al tener un sistema que automatice el registro de indicadores de forma diaria, se puede reducir dramáticamente el tiempo de captura y de generación de reportes, adicional a lo anterior se reduce el número de errores a prácticamente cero, al no haber recaptura de la información.

3.8. MODELO DE DESARROLLO DE SOFTWARE.

3.8.1. MODELOS PRESCRIPTIVOS.

Un modelo prescriptivo del proceso llena las actividades del marco de trabajo con conjuntos de tareas explícitas para las acciones de la ingeniería del software, las cuales son las siguientes:

- Comunicación.
- Planeación.
- Modelado.
- Construcción.
- Desarrollo.

Se les llama modelos “*prescriptivos*” porque prescriben un conjunto de elementos del proceso: actividades del marco de trabajo, acciones de ingeniería del software, tareas, productos del trabajo, aseguramiento de la calidad y mecanismos de control del cambio para cada proyecto. Cada modelo de proceso prescribe también un flujo de trabajo; este es, la forma en la cual los elementos del proceso se interrelacionan entre sí.



***CAPÍTULO 4.
TABLEROS DE CONTROL
APLICADO A MODELOS DE
PRODUCCIÓN.***



4.1 ANÁLISIS TEXTUAL.

Como parte del análisis de requerimientos de sistemas, se estructuró una metodología de trabajo para determinar las necesidades reales del cliente, es por ello, que una vez que concluyó el proceso de entrevistas con el personal de Johnson Controls, se realizó un análisis textual que resume estas necesidades:

Una **empresa** para consolidarse en el **ramo** automotriz ha adoptado diversas **estrategias** y requiere de un **sistema** de control para sus **auditorías** internas que realiza semanalmente. **Mejora Continua** es el **área** encargada de liderar la consolidación de la **cultura de mejora** en la **planta**, generando **sinergia** entre todos los **departamentos**. Se pretende proporcionar un fácil **manejo** sobre la **administración** de las **herramientas** del **JCMS (Johnson Controls Managent System)** para optimizar el **tiempo** que en ellas se invierte y ofrecer la **posibilidad** de ver claramente los **puntos débiles** de las **herramientas** actuales.

La **empresa** necesita un **sistema** que le permita un fácil y mejor **manejo** de las **auditorías** que aplican para las **herramientas** de **JCMS**. Las **auditorías** se realizan semanalmente y en tres niveles de equipos de trabajo, éstos pueden ser: **EAD (Equipos de Alto Desempeño)**, **EMC (Equipos de Mediano Desempeño)** o **EARP (Equipos de Bajo Desempeño)**. Para cada equipo se aplican diferentes **herramientas** y en cada **herramienta** hay un **experto**, que será la **persona** que maneje a **detalle** la **información** de ésta.

Se tiene como **objetivo** la **automatización** de los siguientes **Indicadores**: **RPPM's (Cantidad rechazada de producto terminado)**, **IRPPM's (Cantidad Total Rechazada Internada Antes de ser embarcada)**, **IPPM's (Cantidad Total Rechazada Internada Antes de ser embarcada cuando aún está en almacén)**, y **Scrap por turno**. La **Cantidad rechazada de producto terminado** es aquella **cantidad** Producto terminado que ha sido rechazada por no cumplir con los requerimientos mínimos requeridos



para su venta. La **Cantidad Total Rechazada Internada Antes de ser embarcada** es aquella cantidad de **producto** que fue detectado con **defectos** cuando pasa del **almacén** al **embarque** (que se refiere a su traslado con el proveedor). La **Cantidad Total Rechazada Internada Antes de ser embarcada cuando aún está en almacén** que es aquella que pudo haber sufrido **daños** durante su traslado del área de **producción** al **Almacén**. Finalmente, el **Scrap por turno**, es aquella cantidad de **producto terminado** que no cumple los requerimientos mínimos de **calidad** para su venta, **por turno**, que en el caso de estudio se tienen hasta 3 **turnos**.

El **sistema** que se desarrolle deberá ser capaz de importar la **información** del **JCMS**, evitando la recaptura de la **información** por parte de los **equipos de trabajo**, y tener de manera histórica un **registro** del **comportamiento** de estos **indicadores** de **forma** mucho más eficiente. Asimismo el **sistema** deberá ser **administrado** por el personal **asignado** para tal tarea (**Administrador del Sistema**) y podrá ser **consultado** para verificar **reportes**, estado actual de **indicadores** por los **directivos** o **jefes de área**.

Se deberá definir por parte de la **administración** los **valores de riesgo** que determinen las acciones preventivas y/o correctivas, con el fin de corregir el **problema** presentado.

Hasta este punto, se han marcado en gris, aquellos sustantivos que son considerados como parte importante de las necesidades requeridas por el cliente para la correcta implementación del sistema, para ello se toma como referencia la técnica de análisis textual, que identifica sustantivos y que permitirá identificar las clases del sistema a diseñar. Para ello se realiza un cuadro comparativo (ver Tabla 4.1) en el cual se escribe cada sustantivo marcado, indicando el número de ocurrencias que se han encontrado en el texto y, en función de este número y de su pertinencia, determinar si se rechaza o no para considerarla en el siguiente paso del desarrollo del sistema.



Sustantivo	Aceptado/Rechazado
Administración (Personas)	Aceptado (Importancia en el sistema)
Administrador de Sistema (Opciones)	Aceptado (Importancia en el sistema)
Almacén (Repetido 2 veces)	Rechazado por ser único
Área (Repetido 2 veces)	Aceptado
Auditorías (Repetido 3 veces)	Rechazado
Automatización	Rechazado por ser único
Calidad	Rechazado por ser único
Cantidad rechazada de producto terminado (Repetido 2 veces)	Rechazado por ser sinónimo de Registro de Retrabajo
Cantidad Total Rechazada Internada Antes de ser embarcada (Repetido 2 veces)	Rechazado por ser sinónimo de Registro de Retrabajo
Cantidad Total Rechazada Internada Antes de ser embarcada cuando aún está en almacén	Rechazado por ser sinónimo de Registro de Retrabajo
Comportamiento	Rechazado por ser sinónimo de Registro de Retrabajo
Consultado	Rechazado por ser único
Cultura	Rechazado por ser único
Daños	Rechazado por ser único
Defecto	Rechazado por ser único
Departamentos	Rechazado por ser único
Detalle	Rechazado por ser único
Directivos	Rechazado por ser único
Embarque	Rechazado por ser único
Empresa (Repetido 2 veces)	Rechazado por ser único
Equipos (Repetido 3 veces)	Aceptado

Tabla 4.1 Sustantivos para Determinar clases.



Experto	Rechazado por ser único
Forma	Rechazado por ser único
Herramientas (Repetido 3 veces) (Objeto)	Aceptado
Indicadores (Repetido 3 veces)	Rechazado
Información (Repetido 2 veces)	Rechazado
JCMS	Rechazado por ser único
Manejo (Repetido 2 veces)	Rechazado
Mejora continua	Rechazado por ser único
Objetivo	Aceptado
Persona	Rechazado por ser único
Planta	Rechazado por ser único
Posibilidad	Rechazado
Problema (Provocado)	Aceptado
Producción	Aceptado
Producto o (números parte, Repetido 2 veces)	Aceptado
Puntos	Rechazado
Ramo	Rechazado
Registro (de Retrabajos)	Aceptado
Reportes	Rechazado
Scrap por turno (Repetido 2 veces)	Rechazado
Sinergia	Rechazado
Sistema (Repetido 3 veces)	Rechazado
Tiempo	Rechazado
Turno (Repetido 2 veces)	Aceptado
Valores de riego	Rechazado por ser único

Tabla 4.1 Sustantivos para Determinar clases (Continuación).



4.2 CASOS DE USO.

Con base en el análisis anterior, se muestra el comportamiento básico del sistema a desarrollar. A continuación se muestran cuatro operaciones básicas del sistema: Registro de Retrabajo, Consulta de Retrabajo, Emitir Alerta y Registro de Acciones Correctivas, mismas que son descritas enseguida.

CLAVE: RE-01	NOMBRE: Registro de Retrabajo
OBJETIVO: Permitir al personal de mejora continua agregar un nuevo registro de retrabajo en el área, y turno seleccionado.	ACTORES: Supervisor de Línea
ENTRADAS: Insertar Registro (área del equipo, número de parte, fecha, turno, EMC, EAD, provocado, cavidad, Objeto, Defecto, Piezas)	SALIDAS: Registro del retrabajo detectado.
PRE-CONDICIONES: - Registro del Usuario en el catálogo de usuarios y privilegios - Registrar las áreas de la Empresa - Registrar los números de parte producidos en la empresa. - Registrar catálogos de turnos - Registrar catálogos de equipos - Registrar catálogos de defectos	POST-CONDICIONES: <i>Condición final de éxito:</i> Ingresar al sistema con privilegios de administrador. (Manipular el catálogo de forma correcta) <i>Condición final de fallo:</i> No introducir todos los campos requeridos

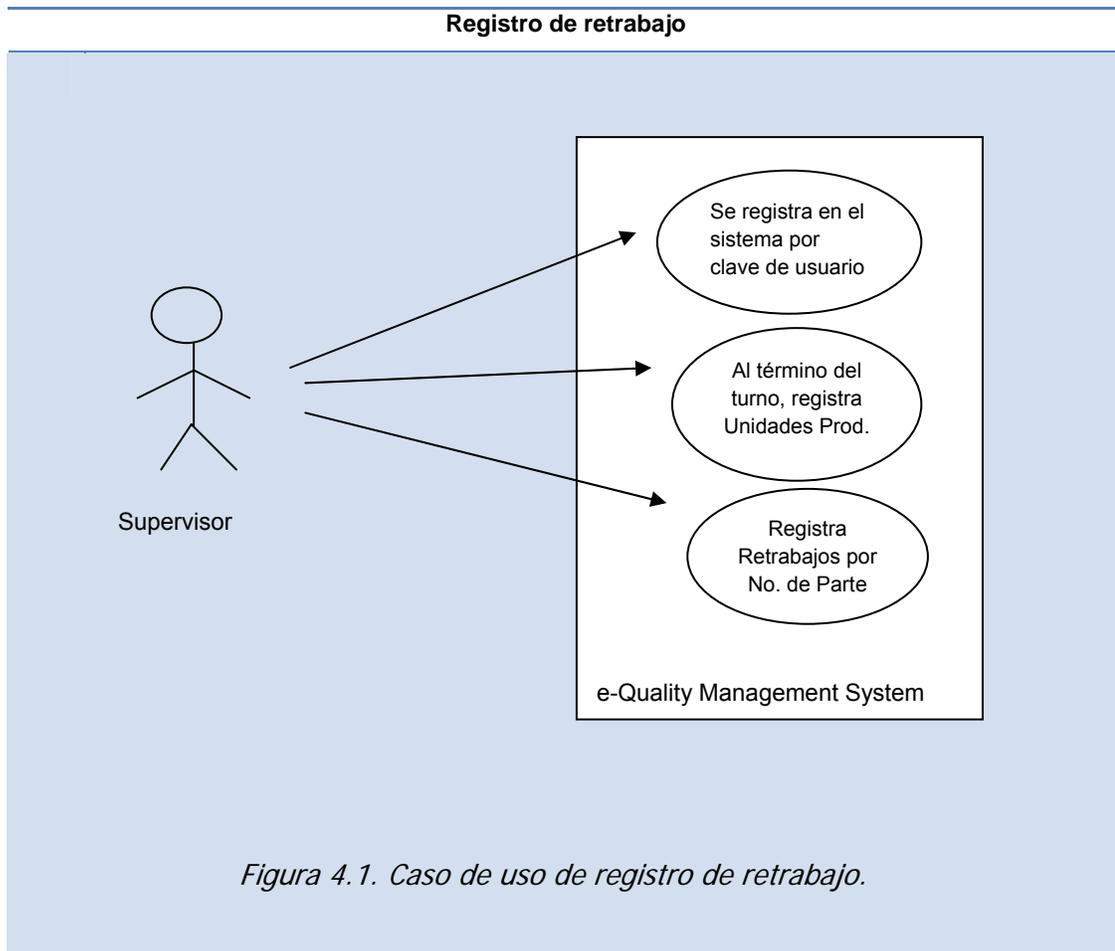
Tabla 4.2. Descripción de un Registro de Retrabajo.

FLUJO BÁSICO DE ÉXITO	
ACTOR:	SISTEMA:
1 Acceder a la dirección del sistema	3 Muestra la pantalla principal
2 Introducir nombre de usuario y contraseña	
4 Elegir la opción de “e-Quality Management System”.	6 Muestra la pantalla de Registro de Retrabajo
5 Elegir la opción de Registro de Retrabajo	
7 Elegir la opción de alta de retrabajo.	8 Muestra la pantalla de alta de retrabajo
9 Registrar los datos requeridos	

Tabla 4.3. Flujo básico de éxito Registro de Retrabajo.



Para acceder al sistema, será necesario tener una cuenta de usuario y contraseña, mismos que deberán registrarse. De acuerdo a los perfiles de cada usuario, podrá registrar, consultar o ambos para registro de retrabajos. Al término de cada turno, el supervisor deberá registrar el total de producción, así como la cantidad de retrabajos por número de parte obtenidas al término del turno. La Figura 4.1 ilustra el caso de uso para un registro de retrabajo, y en las Tablas 4.2 y 4.3 se ve su correspondiente descripción y flujo básico de éxito.



CLAVE: RE-02	NOMBRE: Consulta de Retrabajos
OBJETIVO: Obtener Reportes estandarizados de la producción, así como indicadores que determinan el Control de Calidad de la Producción	ACTORES: Jefe de Mejora Continua
ENTRADAS: Opciones de Consulta, como puede ser: por área de trabajo, por fecha, por número de parte, por modelo, etc.	SALIDAS: Reporte de Pareto. Alerta de Calidad en casos extremos
PRE-CONDICIONES: - Registro de Retrabajos por área, modelos o números de parte consultados. - Registro del Total de Unidades Producidas por turno - Registro de los números de parte producidos en la empresa.	POST-CONDICIONES: <i>Condición final de éxito:</i> Ingresar al sistema el total de datos requeridos para la creación del Reporte <i>Condición final de fallo:</i> No introducir todos los campos requeridos

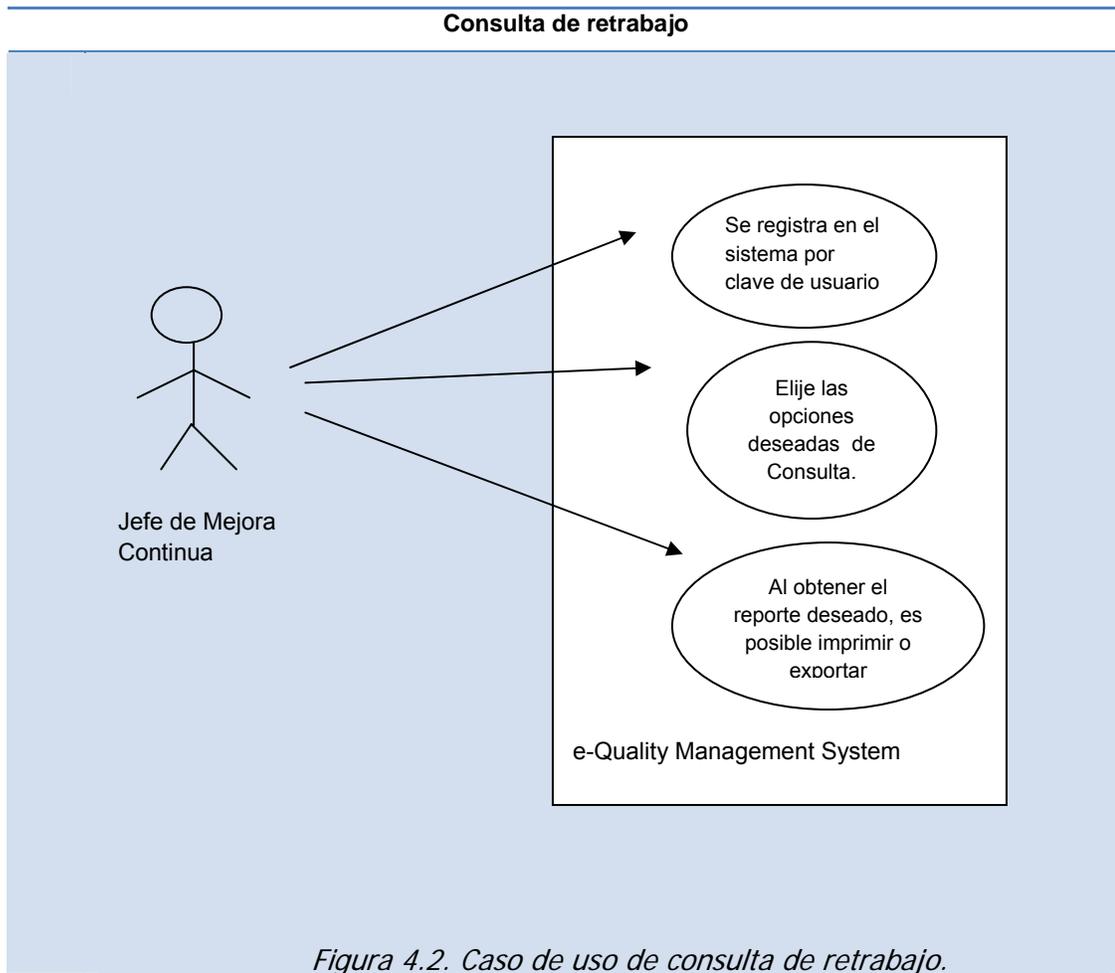
Tabla 4.4. Descripción de Consulta de Retrabajo.

FLUJO BÁSICO DE ÉXITO	
ACTOR: Jefe de Mejora Continua	SISTEMA: e-Quality Management System
1	Acceder a la dirección del sistema
2	Introducir nombre de usuario y contraseña
3	Muestra la pantalla principal
4	Elegir la opción de “e-Quality Management System”.
5	Elegir la opción de Reportes
6	Muestra la pantalla de Reportes
7	Elegir las opciones deseadas de consulta.
8	Muestra el Reporte en pantalla.
9	Se puede imprimir o exportar a MS Excel®

Tabla 4.5. Flujo básico de éxito Consulta de retrabajo.



Un jefe que se identifique en el sistema, puede realizar consultas personalizadas de información histórica relativa a su departamento, es posible su impresión o la exportación a Excel, tal como se observa en la Figura 4.2, y en las Tablas 4.2 y 4.3 se ve su correspondiente descripción y flujo básico de éxito.



CLAVE: RE-03	NOMBRE: Emitir Alerta
OBJETIVO: Mantener informado al Jefe de Mejora Continua sobre incidencias en la Producción, aún en horarios en que no está en planta, alertando de situaciones críticas.	ACTORES: Agente del Sistema
ENTRADAS: Registro de Producción	SALIDAS: Emitir alerta de Producción a Dispositivo Móvil.
PRE-CONDICIONES: - Registro de Retrabajos por área, modelos o números de parte consultados. - Registro del Total de Unidades Producidas por turno - Registrar los números de parte producidos en la empresa.	POST-CONDICIONES: <i>Condición final de éxito:</i> Reporte que indique número de parte y valor de unidades re-trabajadas. <i>Condición final de fallo:</i> Que no exista cobertura del Servicio de telefonía

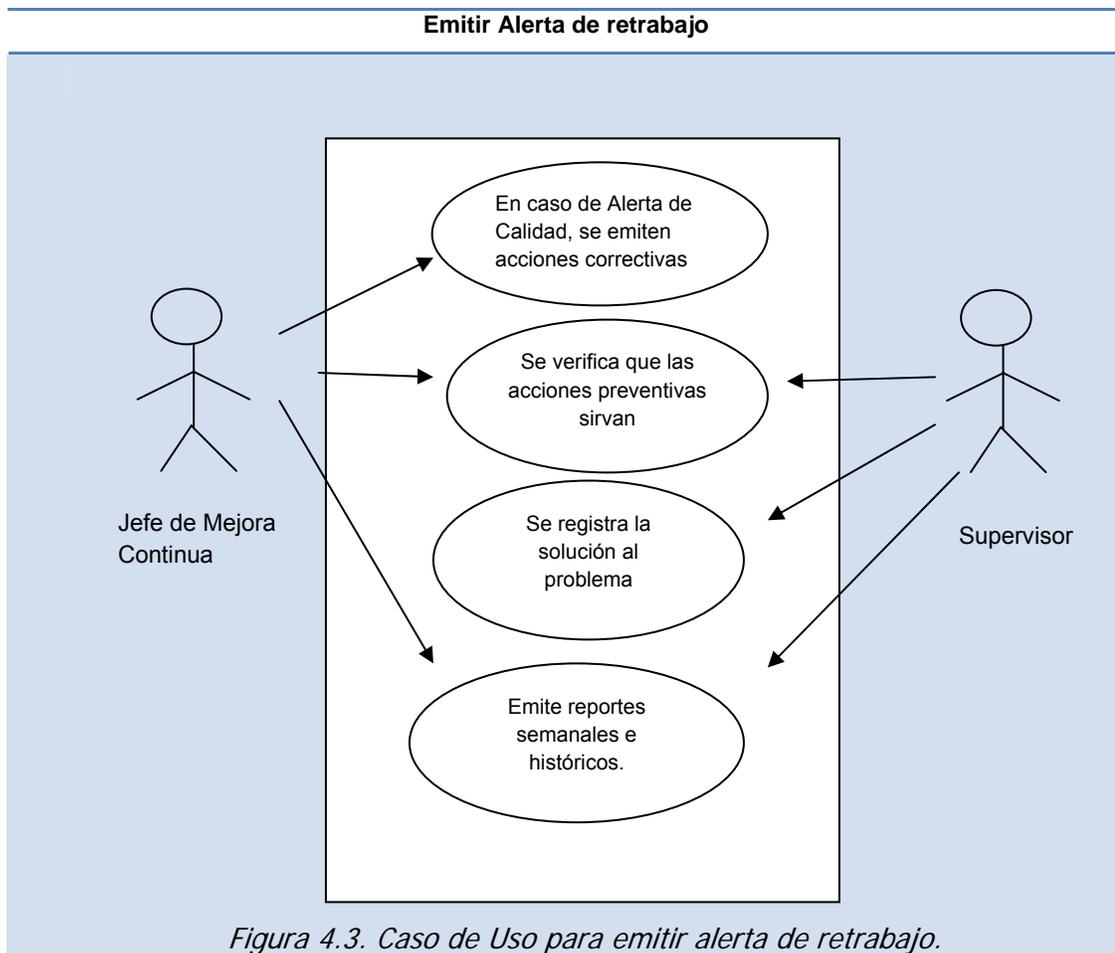
Tabla 4.6. Descripción para emitir alerta.

FLUJO BÁSICO DE ÉXITO	
ACTOR: Supervisor / Jefe de Mejora Continua	SISTEMA: e-Quality Management System
1 Acceder a la dirección del sistema	
2 Introducir nombre de usuario y contraseña	
	3 Muestra la pantalla principal
4 Elegir la opción de “e-Quality Management System”.	
5 Elegir la opción de Alerta de Calidad	
	6 Muestra la pantalla de Alerta de Calidad
7 Elegir el área, modelo y número de parte en que ocurrió la alerta.	
8 Registrar la solución al problema presentado	
	9 El sistema registra la solución que en un futuro podrá servir de referencia.

Tabla 4.7. Flujo básico de éxito para emitir alerta.



Por medio del Sistema, es posible mantener informado al jefe de mejora continua sobre el estado que guarda la producción de la planta, los supervisores de cada área registran la producción diaria y en caso de presentar problemas con algún material, se registra también la solución encontrada. La Figura 4.3 describe un caso de uso para emitir la alerta de retrabajo, y en las Tablas 4.6 y 4.7 se ve su correspondiente descripción y flujo básico de éxito.

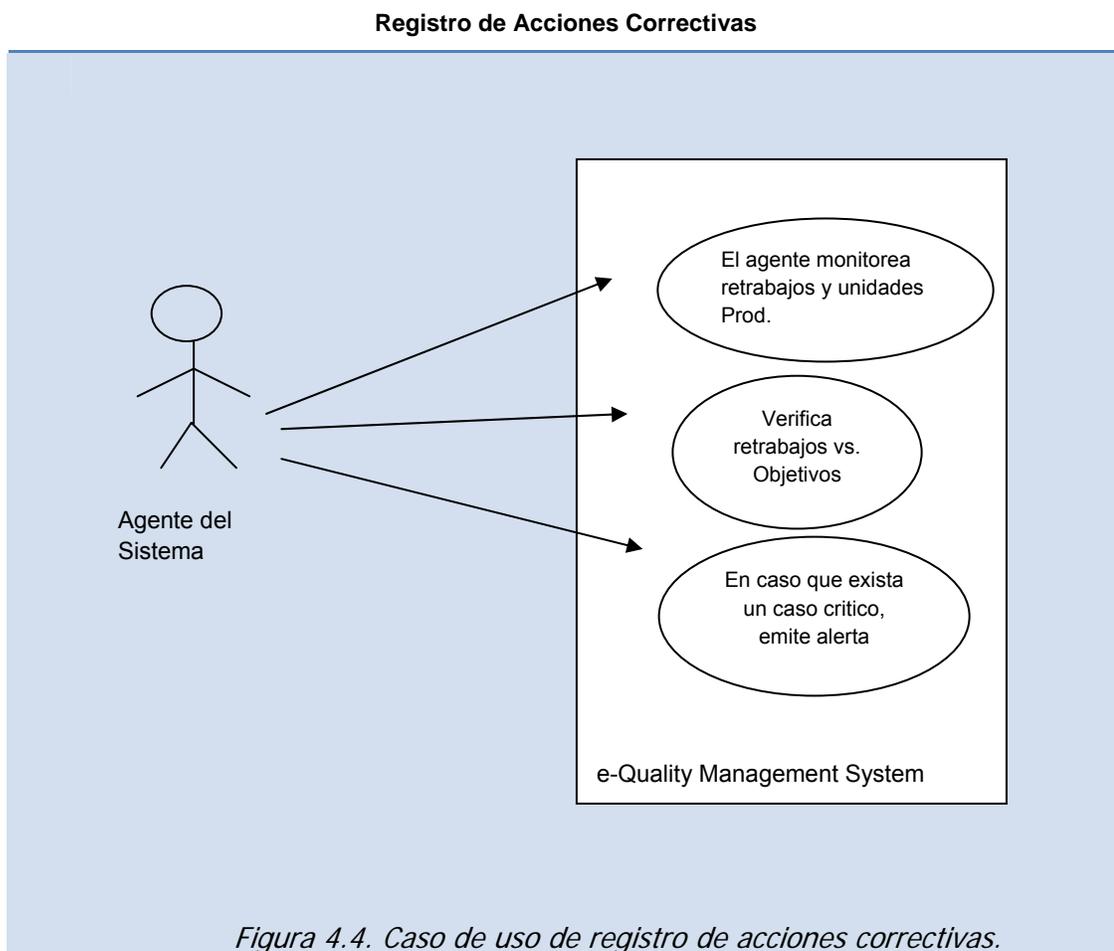


CLAVE: RE-04	NOMBRE: Registro de Acciones Correctivas
OBJETIVO: Cuando se ha presentado una crisis, el Jefe de Mejora Continua emite órdenes para solucionar los problemas, una vez que se ha solucionado, se registra la acción correctiva.	ACTORES: Jefe de Mejora Continua, Supervisor
ENTRADAS: Registro de acciones correctivas.	SALIDAS: Reporte de acciones correctivas que permitirán tener mas opciones cuando se vuelva a presentar otra situación similar.
PRE-CONDICIONES: - Registro de Retrabajos por área, modelos o números de parte consultados. - Registro del Total de Unidades Producidas por turno - Registrar los números de parte producidos en la empresa. - Registro de Objetivos esperados	POST-CONDICIONES: <i>Condición final de éxito:</i> Reporte de acciones correctivas por Tipo de Problema. <i>Condición final de fallo:</i> Que no exista cobertura del Servicio de telefonía

Tabla 4.8. Descripción para Registro de Acciones Correctivas.



Una de las características más importantes del sistema es el uso de agentes que monitoreen constantemente los indicadores de producción y de retrabajos. Cuando se exceden los objetivos esperados, el sistema emite una alerta de calidad, una vez que se controla es registrada la solución al problema. La Figura 4.4 ilustra el caso de uso para emitir una alerta, y en la Tabla 4.8 se ve su correspondiente descripción.



4.3 DISEÑO DEL SISTEMA.

De acuerdo a los requerimientos obtenidos en el análisis textual y los casos de uso presentados en las secciones previas, se diseñan las clases del sistema y sus relaciones, las que se muestran en la Figura 4.5.

El diagrama de clases de la Figura 4.5 es resultado del análisis de las necesidades para la implementación del sistema que se requiere en el área de Mejora Continua de la empresa Johnson Controls, a través de este diagrama es posible modificar o agregar requerimientos, funcionalidades, comportamientos y características del sistema.

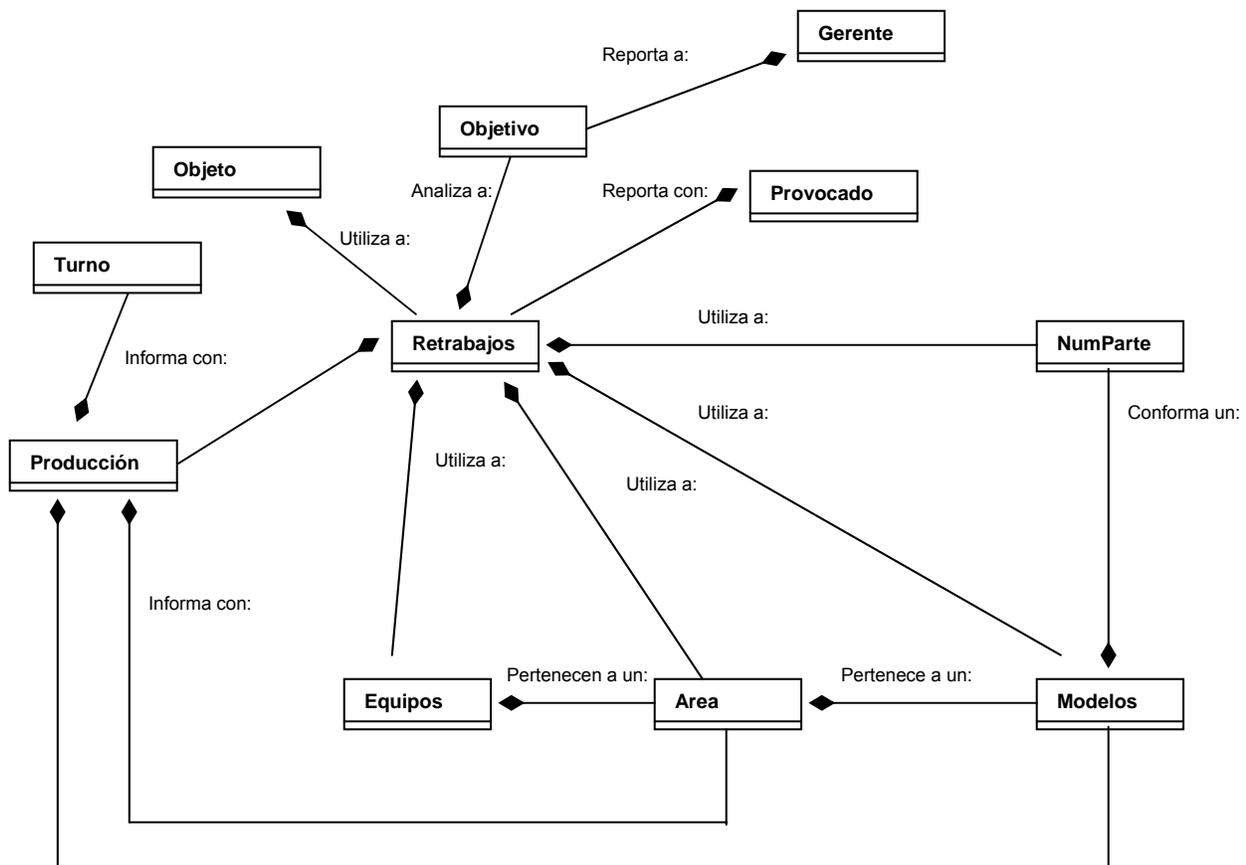


Figura 4.5 Diagrama de Clases del Sistema Propuesto.



Cabe mencionar que las clases se volverán objetos si no tienen herencia (ver Figura 4.6) los atributos se obtienen del análisis textual de los casos de uso.

4.4 DISEÑO DE LA BASE DE DATOS.

En el punto 4.1 (análisis Textual) se realizó un análisis de aquellos sustantivos que son considerados de mayor importancia en el desarrollo del presente proyecto, los sustantivos mostrados en negritas en la Tabla 4.1 representan las clases candidatas para formar parte de la Base de Datos, así como clases con cuyos métodos se implementará la funcionalidad del sistema. Estos sustantivos son seleccionados con base en los requerimientos y las entrevistas realizadas al personal de Johnson Controls.

Adicionalmente a los sustantivos seleccionados para el diseño de la base de datos, durante la fase de desarrollo del sistema, se pudo observar la necesidad de otras cinco tablas que relacionaran los catálogos más importantes, estas tablas son: Modelo, Objeto/Defecto, Área/Equipo, Área/Modelo y Parte/Cavidad. A continuación se describen las tablas utilizadas en el desarrollo del sistema.

- 1. Área:** Registra el total de clientes (o áreas) que existen en el Sistema (Volkswagen, Ford, GM, etc.)
 - Clave (Numérico):** Clave del área de clientes
 - Nombre (texto 80):** Descripción del nombre del cliente
 - Tipo (texto 1):** Tipo de cliente
 - Habilit (texto 1):** Determina si está o no habilitado
- 2. Turno:** Determina el horario y la cantidad de turnos que existen en la empresa.
 - Clave (Numérico):** Clave del tipo de turno
 - Descripción (texto 20):** Descripción del tipo de turno (matutino, vespertino, nocturno, etcétera)



-
- 3. NumParte:** Registra los números de parte que se tienen el sistema, su descripción, y el modelo de asiento con el que está relacionado.
- IdNoParte (Numérico):** Clave del número de parte
- NoParte (texto 50):** Clave numérica del número de parte.
- Descripción (texto 150):** Nombre del número de parte.
- IdModelo (Numérico):** Clave del modelo al que pertenece el número de parte.
- 4. Modelos:** Registra los modelos de asiento que la empresa fabrica y el área o cliente en el que son producidos.
- IdModelo (Numérico):** Clave del Modelo de asiento que se produce.
- NombreModelo(texto 100):** Nombre del modelo de asiento.
- 5. Objeto:** Puede ser un número de parte o componente (ensambles o subensambles) que presenten una avería.
- Clave(Numérico):** Clave del número de parte o componente.
- NoParte(texto 50):** Clave del número de parte con que se relaciona.
- Nombre(150):** Nombre del ensamble o subensamble.
- 6. Objeto/Defecto:** Relación existente entre los objetos y los defectos que suele presentar esa pieza.
- Clave (Numérico):** Clave de referencia entre objeto y defecto
- ClaveObjeto(Numérico):** Clave de objeto o número de parte
- Nombre (texto 40):** Descripción del defecto asociado al objeto o número de parte.
- 7. Retrabajo:** Registra el Total de Unidades que sufrieron retrabajo adicional al de la línea de producción.
- Clave(Numérico):** Clave del Retrabajo
- idÁrea(Numérico):** Clave del área en que se produce el retrabajo.
- IdParte(Numérico):** Clave del número de parte en que se produce el retrabajo.
- Fecha (Hora/fecha):** Fecha de registro del retrabajo en el sistema.
- idTurno(Numérico):** Clave del turno en que ocurre el retrabajo.



idEqEMC(Numérico): Clave del equipo EMC que supervisa.

idEqEAD(Numérico) : Clave del equipo EAD que supervisa.

idprov(Numérico): Clave de la opción por la que pudo ser provocado el retrabajo.

cavidad(Numérico): Cavidad o molde en el que se presenta el retrabajo

IdObj(Numérico): Clave de objeto, número de parte o subensamble.

pzas(Doble): Cantidad de piezas reportadas.

8. Equipo: Registra los equipos que colaboran en la empresa como supervisores de calidad.

Clave(Numérico): Clave del equipo.

Nombre(texto 30): Nombre del equipo.

Tipo_eq(texto 4): Tipo de Equipo (EAD, EMC)

Habilit (texto 1): Determina si un equipo está o no activo.

9. Área/Equipo: Determina qué equipos están trabajando en las diferentes áreas de la empresa.

ClaveC(Numérico): Clave de referencia entre área y equipo.

ClaveArea(Numérico): Clave del área con la que está relacionada.

ClaveEquipo(Numérico): Clave del equipo con que se relaciona.

10. Unidades Producidas: Registra el total de unidades producidas diarias por números de parte.

Clave(Numérico): Clave de regencia de Unidades Producidas.

idArea(Numérico): Clave del área en la que se registra la producción.

idParte(Numérico): Clave de los números de parte producidos.

fecha(Hora/fecha): Fecha de registro.

turno(Numérico): Turno de registro.

UnProd(Doble): Cantidad de unidades producidas.

11. Provocado: Registra las condiciones que provocaron el retrabajo.

Clave(Numérico): Clave de registro de Provocado.



Nombre(texto 30): Nombre del tipo de registro por el que fue provocado un retrabajo.

12. Opciones (Privilegios del Sistema): Determina qué usuarios tienen acceso a los diferentes menús del sistema.

Clave(Numérico): Clave de Opciones de Sistema.

Nombre(texto 50): Nombre de la aplicación del sistema.

Sucesor(Numérico): Registra el módulo sucesor dentro del sistema.

Imagen(texto 50): Imagen asociada al módulo del sistema.

Archivo(texto 100): Contiene el módulo al que se tiene acceso.

13. Objetivo: Permite conocer el valor esperado de retrabajos, por lo que se debe registrar de forma mensual el valor promedio.

Clave(Numérico): Clave del Objetivo

idArea(Numérico): Clave del área en que se registra el objetivo.

IdParte(Numérico): Clave del número de parte en el que se registra el objetivo.

Fecha(hora/fecha): Fecha de registro de objetivo.

Objetivo(Numérico): Cantidad máxima de retrabajos mensual

14. Persona: Registra los usuarios que pueden acceder al sistema, sus datos personales así como su clave y contraseña.

Clave(texto 7): Clave de acceso del usuario del sistema.

Nombre(texto 150): Nombre del usuario del sistema.

Pass(texto 16): Registra la contraseña para acceder al sistema.

15. Parte/Cavidad: Determina si una pieza de asiento es producida en serie en una máquina. Esto permite saber si un error se puede producir únicamente en una sola cavidad.

Clave(Numérico): Clave que determina la relación entre número de parte y cavidades de la máquina que lo produce.

IdParte(Numérico): Clave del número de parte.

Cavidad(texto 3): Determina la cantidad de piezas que una máquina puede producir de una pieza.



16. Área/Modelo: Registra los modelos de asientos que son producidos para cada área o cliente.

Clave(Numérico): Clave o índice para registro de la relación entre el área y los diferentes modelos de asientos que se producen.

IdArea(Numérico): Clave de área.

IdModelo(Numérico): Clave del modelo de asiento producido.

17. Parte/Mod: Agrupa las partes de asientos con los diversos modelos que son producidos para cada área o cliente.

Clave(Numérico): Clave o índice para registro de la relación entre el número de parte y los modelos de asientos que se producen.

idParte(Numérico): Clave de los números de parte producidos.

IdModelo(Numérico): Clave del modelo de asiento producido.

18. Ret/Parte: Relaciona los números de partes con los retrabajos.

Clave(Numérico): Clave o índice para registro de la relación entre el número de parte y los retrabajos

idParte(Numérico): Clave de los números de parte producidos.

idRetrabajo(Numérico): Clave del Retrabajo.

19. Desperdicio: Registra las unidades producidas con los retrabajos obtenidos al término de cada turno.

Clave(Numérico): Clave o índice para registro de Desperdicio.

idRetrabajo(Numérico): Clave del Retrabajo.

IdUnProd (Numérico): Clave de las Unidades Producidad en relación al día y turno de la producción.

4.4.1 DIAGRAMA DE ENTIDAD / RELACIÓN.

En un modelo de entidad/relación, se pretende visualizar los objetos que pertenecen a la Base de Datos como entidades (se corresponde al concepto de clase, cada tupla representaría un objeto, de la Programación Orientada a Objetos) las cuales tienen



unos atributos y se vinculan mediante relaciones (que pueden ser uno a uno, uno a muchos y finalmente, muchos a muchos).

Las entidades y sus relaciones son mostradas en la Figura 4.6, que muestra el Diagrama de entidad/relación para la base de datos del sistema. A continuación se describe dicho diagrama.

Ret-Parte es una relación 1:n (uno a muchos) entre las entidades **Retrabajos** y **NumParte**, ya que un número de parte puede tener muchos retrabajos.

Parte-Mod es una relación 1:n, entre las entidades **NumParte** y **Modelos**, debido a que un modelo de asiento contiene muchos número de parte.

Área/Modelo es una relación 1:n entre las entidades **Área** y **Modelo**, ya que un área contiene muchos tipos de modelos de asientos.

Área/Equipo es una relación 1:n entre las entidades **Área** y **Equipo**, debido a que un área tiene muchos equipos.

Desperdicio es una relación 1:n entre las entidades **Retrabajos** y **UnidadesProd**, ya que las unidades producidas pueden tener muchos desperdicios.

La entidad **Turno** tiene una relación 1:n con la entidad **Retrabajo**, ya que un turno puede tener muchos retrabajos.

La entidad **Provocado** tiene una relación 1:n con la entidad **Retrabajo**, debido a que un retrabajo puede tener más una razón por la que fue provocado.

La entidad **Objetivo** tiene una Relación 1:1 entre la entidad **NúmParte**, ya que un numero de parte va a tener solo un objetivo mensual.

La entidad **Persona** tiene una relación 1:n con la entidad **Opciones**, ya que un usuario del sistema puede tener muchas opciones de acceso.



La entidad **Objeto** tiene una relación 1:1 entre la entidad **Retrabajo**, debido a que un Retrabajo sólo puede tener un objeto.

Las entidades **Persona** y **Opciones** son utilizadas para el control de acceso al sistema, por esta razón no están relacionadas con ninguna otra tabla de la Base de Datos.

Las entidades y sus relaciones son mostradas en la Figura 4.6, que muestra el Diagrama de entidad/relación para la base de datos.



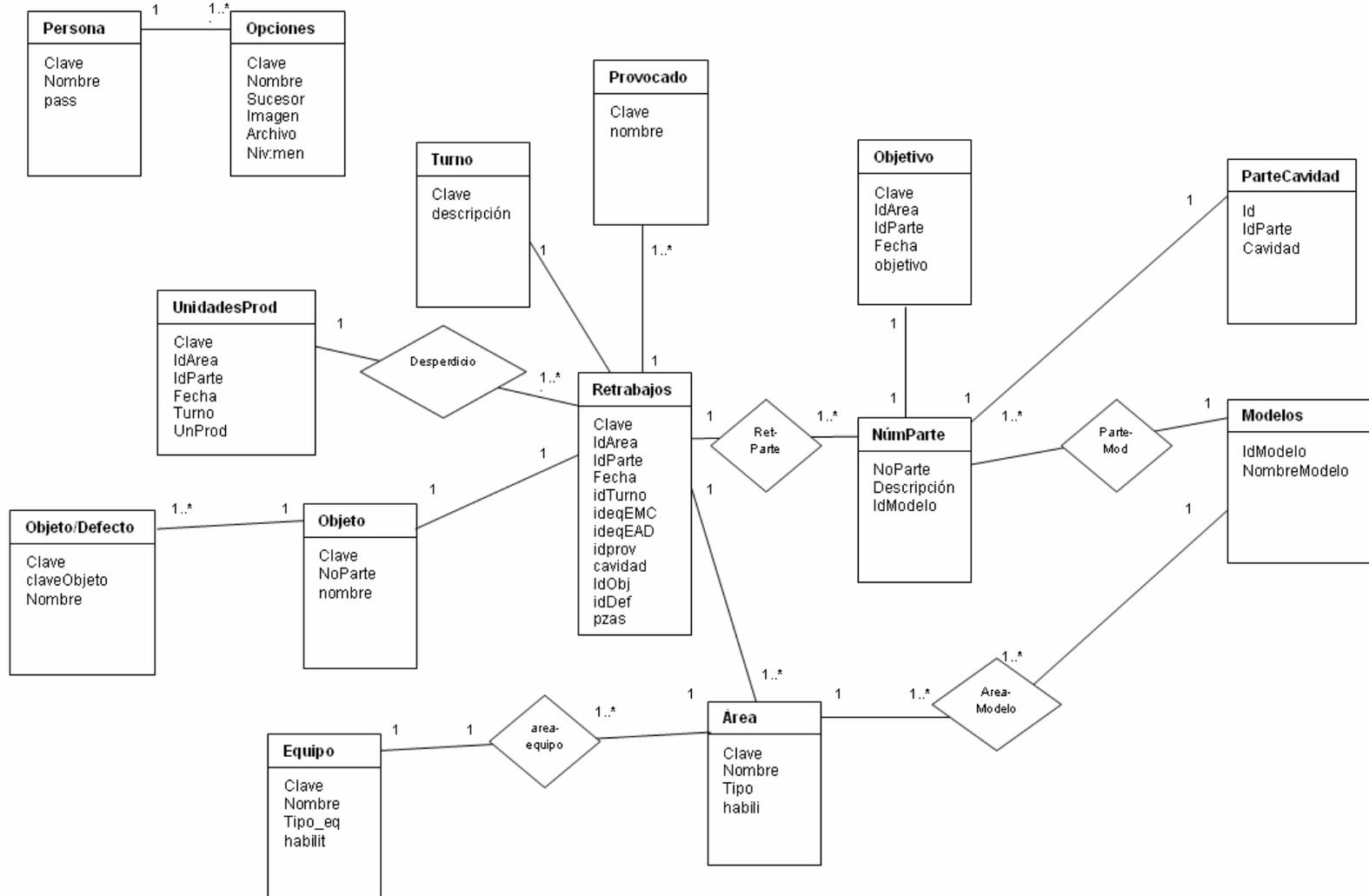


Figura 4.6. Diagrama Entidad Relación.



4.5 PROPUESTA DE DESARROLLO.

4.5.1 DISEÑO DE ALGORITMOS.

A continuación se presentan los algoritmos más importantes que se proponen como parte de la solución informática. El modelo de desarrollo de software para esta fase fue el modelo de espiral, esto es debido a que se realizaron ajustes en las primeras etapas del sistema, teniendo que modificar en algunas ocasiones las gráficas o el orden de los datos mostrados.

Algoritmo: Graficar Pareto

El algoritmo para Graficar Pareto requiere adicionalmente de las funciones Objetivo y GenerarGráfico que buscan el objetivo esperado por número de parte, **GenerarGráfico** utiliza un complemento desarrollado en java para generación de gráficas, llamado **FusionCharts**. La Figura 4.7 muestra el Diagrama de Actividad de GraficarPareto y en el algoritmo 4.1 está su correspondiente pseudocódigo.

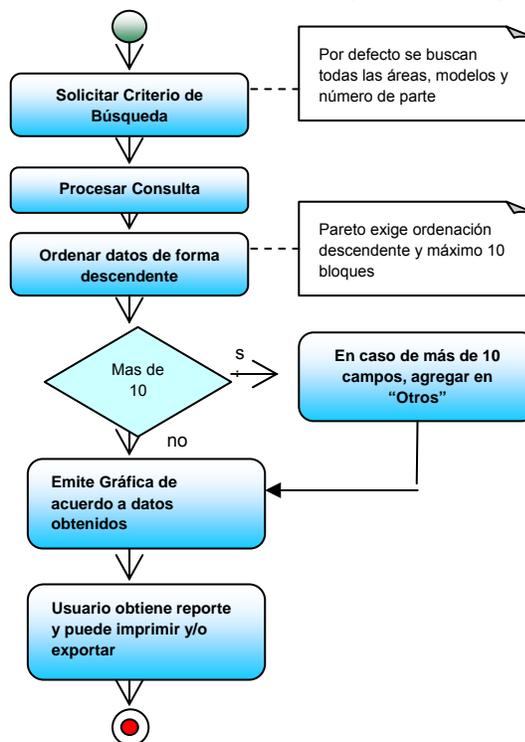


Figura 4.7 Diagrama de Actividades para Graficar Pareto.



```
Función GraficarPareto (área tipo entero, modelo tipo entero , parte tipo entero)  
arrData tipo arreglo (10,3)  
i tipo número  
    /*Se determinan criterios de búsqueda para consulta:*/  
    Asignar cadenaSQL en base a criterio de búsqueda  
    conectar Tabla (cadenaSQL)  
    si tabla.registros > 0 entonces  
        i= 0  
        mientras i < tamaño (arrData) hacer  
            Asigna los datos al vector /* arrData (que contendrá de forma ordena el total  
de retrabajos y que servirá para graficar*/  
            si no es tabla.findearchivo entonces  
                Si i >= 9 entonces /*Si son más de 10 datos solo se grafican los                    arrData(10,1) = "Otros"  
                si no entonces  
                    arrData(i, 2) = rtemp("conteo") /*Obtiene el total para ese                fin si  
            fin si  
        fin mientras  
        GenerarGrafico(arrData)  
    fin si  
fin función
```

Algoritmo 4.1 Algoritmo GraficarPareto.



Algoritmo: Alerta de Retrabajo

A continuación se muestra el algoritmo que verifica en cada cambio de turno el total de retrabajos registrados, el algoritmo presentado fue utilizado para su implementación en dos diferentes plataformas: ASP para su visualización desde sitios web y en JAVA para su uso en dispositivos móviles. La Figura 4.8 muestra el diagrama de alerta de retrabajo y en el algoritmo 4.2 esta su correspondiente pseudocódigo.

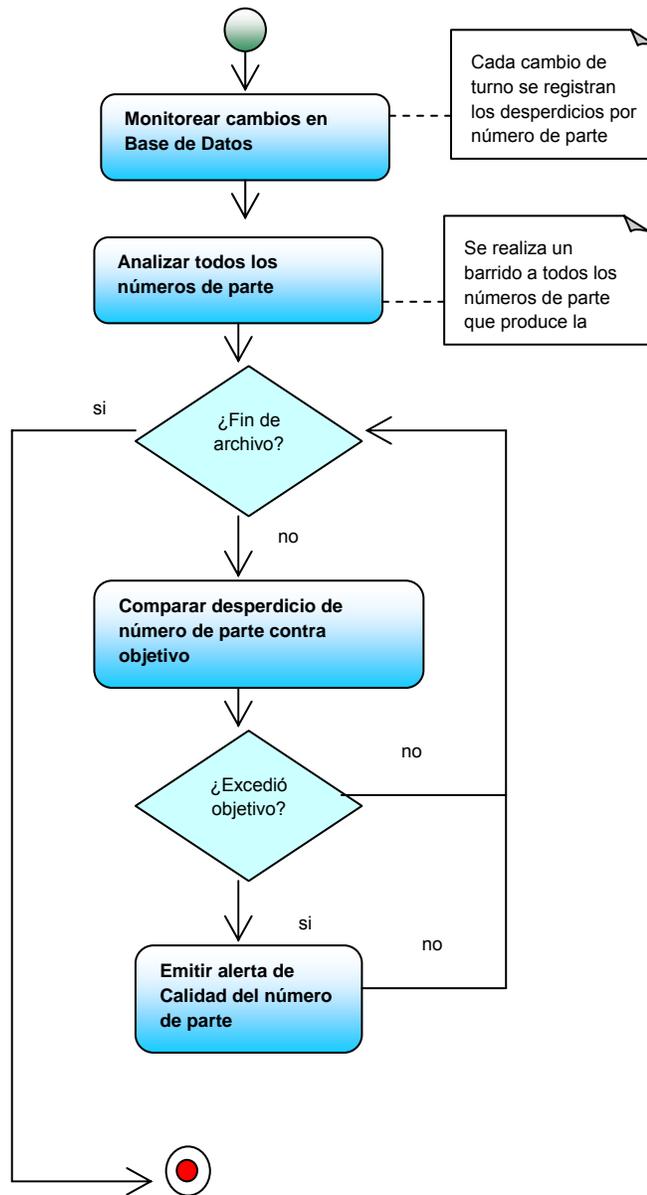


Figura 4.8 Diagrama de Actividades para emitir Alerta.

Función AlertaRetrabajo ()**asigna** cadenaSQL a números de parte de la planta**conecta** Tabla (cadenaSQL)**mientras no-fin (Tabla) hacer****asigna** cadenaSQL2 a retrabajos registrados en el día**conecta** Tabla2(cadenaSQL2)**mientras NoFin (Tabla2) hacer****asigna** cadenaSQL3 a Objetivos de cada número de parte**conecta** Tabla3(cadenaSQL3)**mientras NoFin (Tabla3) hacer****si** Conteo > Objetivo **entonces****escribir** ¡ALERTA DE RETRABAJO!**escribir** Número de pieza**escribir** Total de retrabajo**fin si****MoverRegistro**(tabla3)**fin mientras****MoverRegistro**(tabla2)**fin mientras****MoverRegistro**(tabla)**fin mientras****fin si****fin función**

Algoritmo 4.2. Algoritmo de Alerta de Retrabajo



4.5.2 JERARQUÍA DE FORMULARIOS.

Se propone la siguiente estructura para los formularios que contiene cada uno de los módulos con los que cuenta el sistema. La primera parte describe los catálogos generales y módulos de configuración para el uso del sistema. La segunda parte muestra los módulos para el uso del sistema.

1. Administración de Sistema (Contiene Catálogos Generales y procesos de carga automática de datos).

1.1 Catálogos Generales

1.1.1 Información de Personal

1.1.2 Catálogo de Modelos de Asiento

1.1.3 Catálogo de Números de Parte

1.1.4 Catálogo de Defectos

1.1.5 Catálogo de Unidades Producidas

1.1.6 Catálogo de Objetivos

1.1.7 Catálogo de Cliente / Equipo

1.1.8 Catálogo de Área / Modelo

1.1.9 Catálogo de Parte / Cavidad

1.1.10 Catálogo de Equipos

1.1.11 Catálogo de Turnos

1.1.12 Catálogo de Áreas

1.2 Configuración del Sistema

1.2.1 Privilegios

1.2.2 Datos del Personal



1.2.3 Dudas y sugerencias

2. e-Quality Management System

2.1 Boletín QN

2.1.1 Emisión de Boletín QN

2.1.2 Reemisión de QN Existente

2.1.3 Consulta QN

2.1.4 Formato del Boletín QN

2.1.5 Instrucciones de Trabajo

2.1.6 Diagrama de Flujo

2.2 Alerta de Calidad

2.2.1 Emisión Alerta de Calidad

2.2.2 Reemisión de Alerta Existente

2.2.3 Consulta de Alerta de Calidad

2.2.4 Formato de la Alerta de Calidad

2.2.5 Instrucciones de Trabajo

2.2.6 Diagrama de Flujo

2.3 Registro de Retrabajo

2.3.1 Alta de Retrabajo

2.3.2 Consulta y Edición de Retrabajo

2.3.3 Reportes



4.6 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CÓMPUTO.

Como se mencionó en el capítulo 1 la empresa tiene diferentes áreas de producción (Metal Mecánica, Pintura y Poliuretanos), en cada una de ellas se tiene un supervisor por turno que, durante el tiempo de trabajo, va registrando todas las incidencias que se reportan en la producción, estos tipos de incidencias pueden ser de dos tipos: Retrabajos (cuando se detecta un defecto en una pieza, pero puede ser reparado para conseguir la calidad esperada) o Desperdicio (que ocurre cuando definitivamente no es posible volver a reparar la pieza), el sistema desarrollado deberá ser usado al final de cada turno, donde el supervisor de cada área, debe registrar todas las incidencias por medio de un equipo de cómputo instalado al final del área de producción, que es donde físicamente se encuentran los supervisores.

Cada vez que se registran incidencias el sistema monitorea cada número de parte (piezas de un asiento) y verifica que los retrabajos o desperdicios no excedan el límite máximo permitido por día. El jefe de mejora continua revisa al final del turno indicadores por medio de tableros de control, en caso de ocurrir una situación que lo amerite, el sistema emitirá una alerta de retrabajo, para lo cual existen dos opciones para su consulta, mediante su consulta en una página web o por medio del uso del celular.

Muchas veces el jefe de mejora continua tiene la necesidad de salir de la planta (que está ubicada en Tlaxcala) al tener que presentarse en otras plantas hermanas en la ciudad de Puebla, que también surten a su principal cliente: Volkswagen. Con el sistema desarrollado, mediante su celular el jefe puede estar constantemente monitoreando la producción y tomando acciones preventivas en casos extremos, incluso si se presenta un problema en un horario fuera de trabajo, en la Figura 4.9 se observa este proceso.



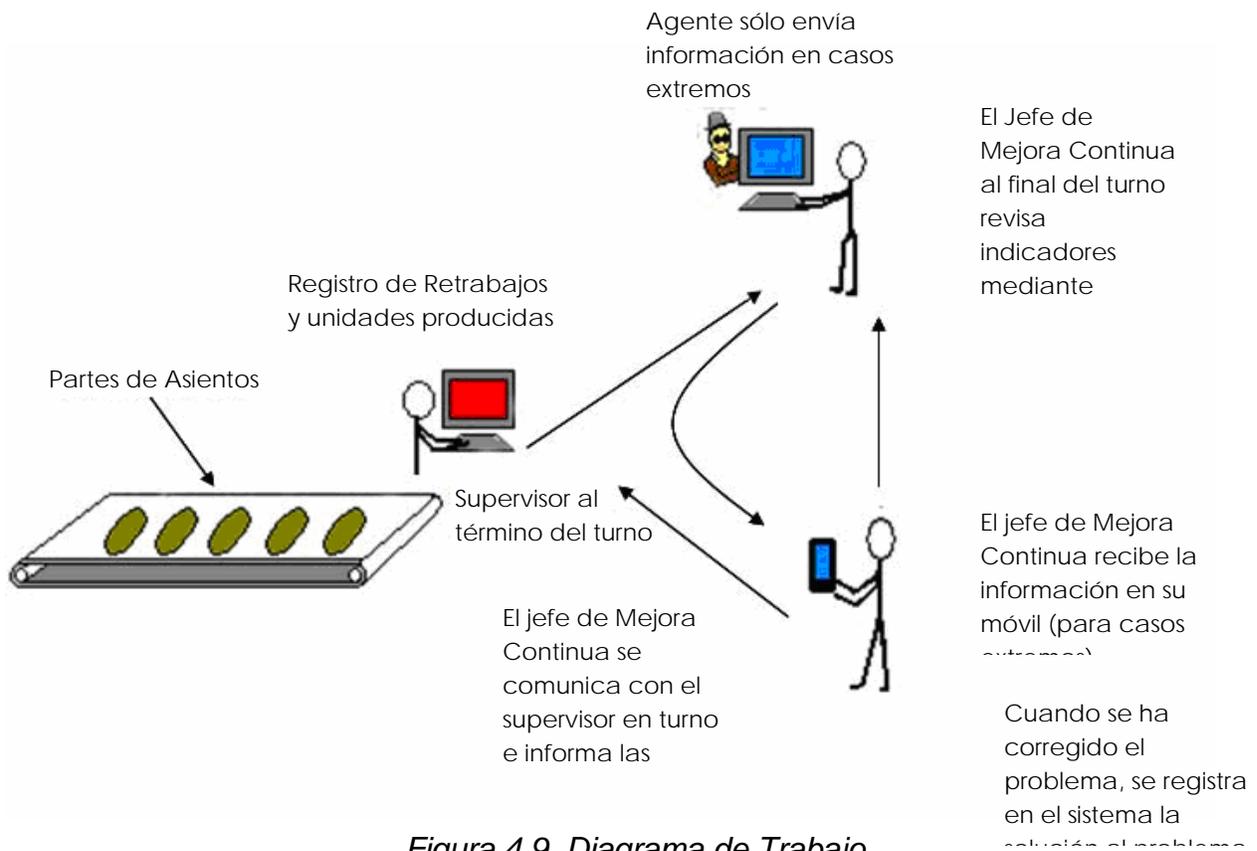


Figura 4.9. Diagrama de Trabajo

4.6.1 PRESENTACIÓN DEL SISTEMA.

A continuación se presentan las pantallas principales del sistema. En cada uno de los casos se mostrará la descripción con la funcionalidad, así como una figura que sirve de referencia.

4.6.1.1 PANTALLAS DE ACCESO.

Acceso al Sistema: Es a través de este módulo que se puede acceder al total del contenido del sistema. Se pide un nombre de usuario y una contraseña para poder acceder al sistema, asimismo, por medio de esta pantalla, es posible cambiar la contraseña u obtener ayuda. La Figura 4.10 muestra la pantalla de Acceso.



Figura 4.10.: Página de Acceso del Sistema de Johnson Controls.

Entorno del Sistema: En el entorno principal se puede observar que se tienen diferentes áreas de trabajo las cuales sirven para tener un panorama general de todos los menús con los que cuenta el sistema, además de permitir un fácil acceso a todos y cada uno de los módulos con los que cuenta, tal como se puede apreciar en la Figura 4.11.

Menú de Módulos del Sistema: En este menú es posible acceder a los diferentes módulos y aplicaciones con las que cuenta el sistema, desde los Catálogos principales (ver Figura 4.11).

Área de Formularios: Esta área está designada para los diferentes módulos del sistema, permite que los usuarios del sistema no se pierdan en las diversas opciones con las que cuenta el sistema (ver Figura 4.11).



Botón Salir: Permite cerrar sesión de un usuario dentro del sistema (ver Figura 4.11).

En esta opción se puede consultar la Fecha y el botón

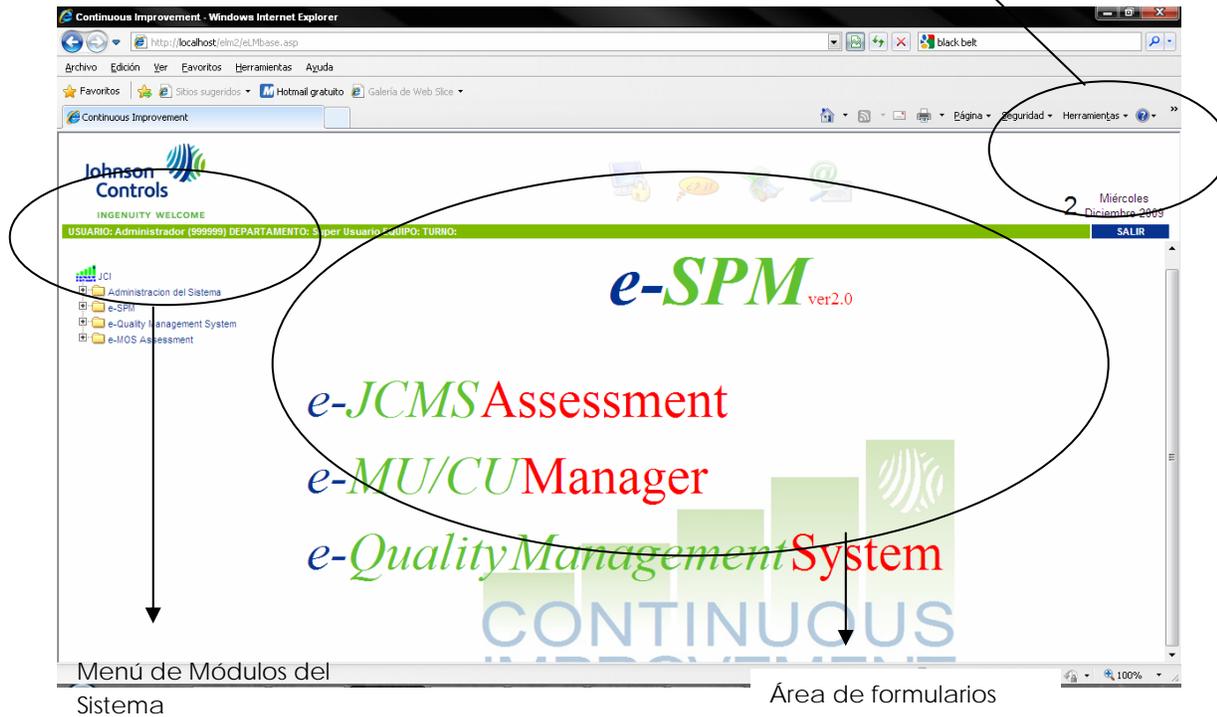


Figura 4.11. Pantalla Principal del Sistema

Módulo de Catálogos Generales: En este módulo se tienen los principales catálogos que determinan la estructura del sistema, como puede ser: el catálogo de Defectos registrados, de Unidades Producidas Diarias, de Turnos, de áreas de la empresa, asimismo relaciones que permiten una interacción mas eficiente del uso del sistema como son: Clientes / Equipos, Área / Modelos, No. De Parte / Cavidad, etc. La Figura 4.12 muestra los catálogos usados en el sistema.

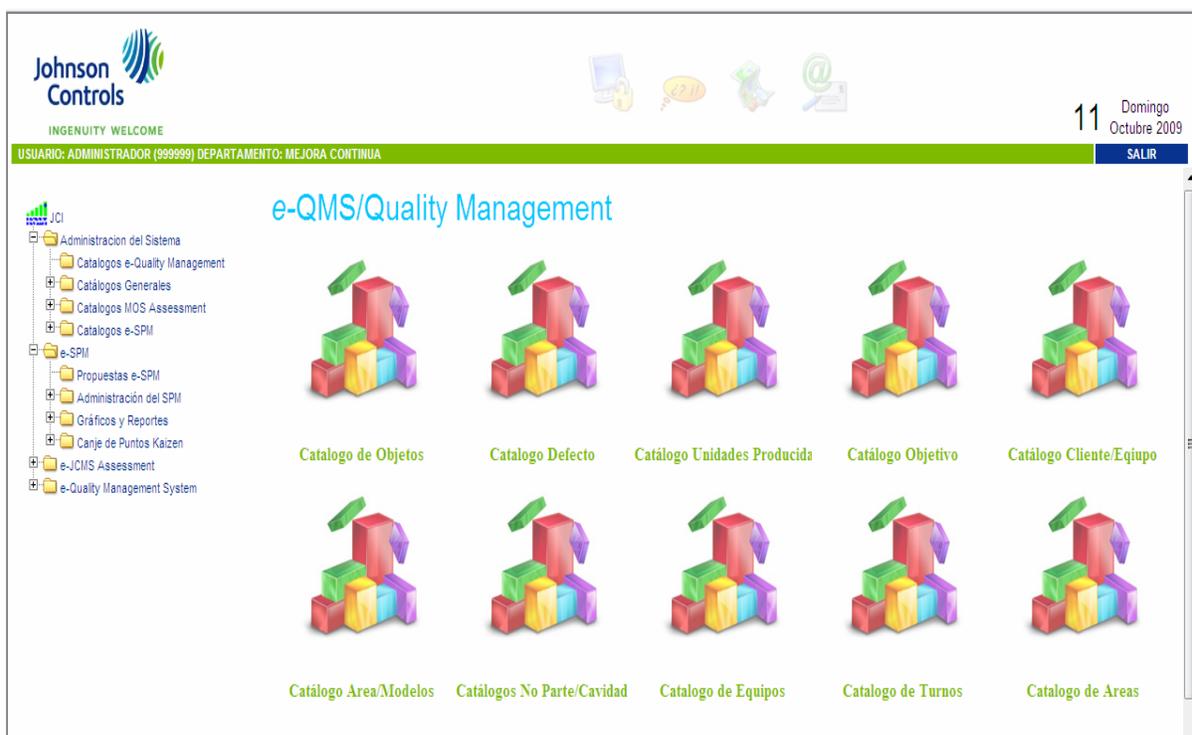


Figura 4.12: Catálogos Generales.

4.6.1.2 CATÁLOGOS DEL SISTEMA.

A continuación se describirán los catálogos usados para el funcionamiento del sistema.

Catálogo de Objetos: Describe el número de parte (que se conoce como Objeto) que puede formar parte del asiento o de un sub-ensamble. Por medio de este catálogo será posible registrar qué piezas reportan un retrabajo, este número de parte u objeto estará relacionado con un tipo de Defecto al momento de registrar el retrabajo. En la Figura 4.13 se muestra la consulta de los objetos, el registro de un nuevo objeto se muestra en la Figura 4.14.

Consulta de Objetos

CLAVE	NOMBRE
1 <input type="checkbox"/>	PATA CON REF. LP IZQ. (PATA LARGA)
2 <input type="checkbox"/>	PATA CON REF. LP DER. (PATA LARGA)
3 <input type="checkbox"/>	PATA CON REF. LT IZQ. (PATA CORTA)
4 <input type="checkbox"/>	PATA CON REF. LT DER. (PATA CORTA)
5 <input type="checkbox"/>	LAGERBOCK CON REF.
6 <input type="checkbox"/>	RIEL CENTRAL CON REF.
7 <input type="checkbox"/>	ENS. DE RIEL CON REF. ADD FIJO
8 <input type="checkbox"/>	ENS. DE RIEL CENTRAL CON TUBO TRAVESAÑO.

Figura 4.13: Consulta de Objetos

Agregar nuevo Objeto

Clave	<input type="text" value="8798"/>
Nombre	<input type="text" value="Cabecera derecha"/>

Figura 4.14: Pantalla de Captura de un nuevo Objeto

Catálogo de Objeto/Defecto: En dicho Catálogo se registran los Defectos que pueden presentar los diferentes números de Parte que componen un asiento, es a través del reporte que los tipos de defectos que se podrán reportar los casos que presenten mayor incidencia, la pantalla para capturar los defectos se muestran en la Figura 4.15.



Figura 4.15. Captura de un nuevo Objeto/Defecto

Catálogo de Unidades Producidas: Registra el total de unidades producidas en un día. Esto servirá de base para obtener el porcentaje de Scrap (desperdicio producido), el cual se obtiene con base en el total de unidades producidas entre el desperdicio, por un millón. La pantalla de captura de las unidades producidas se muestra en la Figura 4.16 (se puede cargar la información por medio de esta pantalla o también por el módulo de carga de Unidades Producidas por exportación de Excel).

Figura 4.16: Captura de las unidades producidas.

Catálogo de Objetivo: En esta pantalla se registrará el objetivo esperado para minimizar el desperdicio, ello permitirá conocer cuando los errores en la producción alcancen niveles críticos. En la Figura 4.17 se observa el alta de un Objetivo.

The screenshot shows a web form titled "Agregar Objetivo". The form is enclosed in a light blue border. At the top, there is a green header bar with the text "Agregar Objetivo" in white. Below the header, there are five rows of input fields, each with a green label on the left and a white input area on the right. The fields are: "Clave" with the value "3"; "Area" with a dropdown menu showing "Chrysler"; "No. de Parte" with a dropdown menu showing "MODELO/ASIENTO DELANT"; "Fecha" with the value "21/06/2009" and a small green calendar icon; and "Objetivo" with the value "10". At the bottom right of the form, there are two buttons: "Registrar" and "Limpiar", both with blue text and black borders. Below the form, there is a dark green button with a white left-pointing arrow and the text "Consultar" in white.

Figura 4.17: Captura de un Objetivo.

Catálogo de Cliente/ Equipo: En este Catálogo se agrega una relación entre los EAD (Equipos de Alto Desempeño, que sirven de auditores en la producción) con los Clientes del sector automotriz a los que se les desarrollan los asientos, como puede ser: Volkswagen, Ford, GM, etc. En la Figura 4.18 se observa una captura de Cliente/Equipo.



Agregar nueva relación Cliente / Equipo

ClaveC	<input style="width: 80%;" type="text" value="13"/>
Area	<input style="width: 80%;" type="text" value="Chrysler"/>
Equipo	<input style="width: 80%;" type="text" value="Aguilas de Acero - EAD"/>

<<
Consultar

Figura 4.18: Captura de una nueva relación Cliente/Equipo.

Catálogo de Área/Modelo: Se debe contar con un catálogo que relacione los diferentes Clientes a los que se les confecciona asientos, con los diferentes tipos de modelos de asientos que se producen, y es en este catálogo donde se realiza esta relación. En la Figura 4.19 se muestra un ejemplo de una relación Área/Modelo.

Agregar nueva relación Cliente / Modelo

Clave	<input style="width: 80%;" type="text" value="15"/>
Area	<input style="width: 80%;" type="text" value="Chrysler"/>
Modelo	<input style="width: 80%;" type="text" value="MODELO/ASIENTO DELANTERO A4"/>

<<
Consultar

Figura 4.19: Catálogo de Área/Modelo.

Catálogo de Parte/Cavidad: El último de los Catálogos es la relación entre los Números de Parte y la Cavidad (también conocidos como el número de Molde) en el que se elaboró la pieza. Los moldes de las piezas pueden tener más de una cavidad, para que en un solo proceso se elaboren dos o más piezas idénticas. Es importante conocer la cavidad, para determinar si una sola cavidad es la causante de un defecto en la producción de piezas de los asientos. En la Figura 4.20 se observa el alta de una relación parte/cavidad.

Agregar nueva relación No Parte/ Cavidad

id	12
No. de Parte	1 - PATA CON REF. LP IZQ. (F)
Cavidad	3

Registrar Limpiar

<< Consultar

Figura 4.20: Catálogo de Parte/Cavidad.

4.6.1.3 REGISTRO Y REPORTES DEL SISTEMA.

Reporte de Captura de Retrabajos: En esta pantalla es posible visualizar los retrabajos que se tienen registrados en el sistema, ya sea por fecha, por modelo o área de trabajo, como se puede observar en la Figura 4.21. La información que se muestra contiene la clave, el área en que se detecta el retrabajo, el número de parte, la fecha, el turno, el equipo de trabajo que reporte el retrabajo (de Alto Desempeño o EAD, así como el equipo de Mediano Desempeño o EMC), las razones por las que fueron provocados, sus cavidades, el objeto (que puede ser un componente del asiento) o el defecto reportado, así como la cantidad.



Para registrar un nuevo retrajo, se debe seleccionar primero el tipo (IPPM's, RWPPM's, etc.), así como el área, cabe mencionar que el sistema determina automáticamente, de acuerdo a lo que se seleccione, los números de partes asociados al área de trabajo así como los equipos, sus defectos y objetos. La Figura 4.22 muestra la pantalla de registro de un retrabajo.

Consulta de Retrabajos

Elija una opción		Consulta : TODOS									
CLAVE	AREA	NO. PARTE	FECHA	TURNO	EMC	EAD	PROVOCADO POR	CAVIDAD	OBJETO	DEFECTO	PIEZAS
1	Volkswagen (Uretanos)	PATA CON REF. LP IZQ. (PATA LARGA)	01/01/2009	PRIMER TURNO	Delfines	Delfines	Proceso	1	PATA CON REF. LP IZQ. (PATA LARGA)	Cordón desplazado	1
2	Volkswagen y Pintura	ENS. CACHA LP IZQ. N.B.	01/01/2009	SEGUNDO TURNO	Delfines	Didas	Otro	2	PATA CON REF. LP DER. (PATA LARGA)	Cordón abultado	2
3	Chrysler	PATA CON REF. LP DER. (PATA LARGA)	01/01/1900	PRIMER TURNO	Bambú	Agullas de Acero	Error Humano	3	PATA CON REF. LP DER. (PATA LARGA)	Cordón desplazado	3
4	Chrysler	PATA CON REF. LP DER. (PATA LARGA)	01/01/1900	PRIMER TURNO	Bambú	Agullas de Acero	Error Humano	4	PATA CON REF. LP DER. (PATA LARGA)	Cordón desplazado	4
5	Chrysler	PATA CON REF. LT IZQ. (PATA CORTA)	01/01/1900	PRIMER TURNO	Bambú	Agullas de Acero	Error Humano	5	PATA CON REF. LP DER. (PATA LARGA)	Cordón desplazado	5
6	Chrysler	PATA CON REF. LP IZQ. (PATA LARGA)	01/01/1900	PRIMER TURNO	Bambú	Agullas de Acero	Error Humano	10	PATA CON REF. LP DER. (PATA LARGA)	Cordón desplazado	10

Figura 4.21: Consulta de Retrabajos.



de Retrabajo:	Retrabajos Internos (IPPM'S) ▼
Clave	9
Area	Volkswagen (Uretanos) ▼
Numero de Parte	370609 - Acoj. Asiento Delantero Basico Tela ▼
Fecha	02/12/2009 ...
Turno	PRIMER TURNO ▼
EMC en Turno	1 - Delfines ▼
EAD en Turno	4 - Nuevos Delfines ▼
Provocado	Error Humano ▼
Cavidad	1 ▼
Objeto	1 PATA CON REF. LP IZQ. (P) ▼
Defecto	1 Cordón desplazado ▼
piezas	78

Figura 4.22: Agregar Nuevo Retrabajo.

Consultas: El sistema permite filtros avanzados para obtener los reportes por cualquiera de los siguientes criterios de búsqueda: por una o todas las áreas, por uno o todos los modelos de asientos, por uno o todos los número de parte de asientos, por rangos de fecha, y además, si el reporte que se consulta será mostrado en gráfica de Pareto o como consulta en pantalla. La Figura 4.23 muestra la pantalla de Detalles de Consulta.



Detalles de Consulta:

Gráfica Reporte

Area	Volkswagen (Uretanos) ▼
Modelo	VW A5 ▼
Numero de Parte	370609 - Acoj. Asiento Dela ▼
Rangos de Fecha:	Día ▼
Fecha	

? Diciembre, 2009 x							
Hoy							
Sm	Dom	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Sab
48			1	2	3	4	5
49	6	7	8	9	10	11	12
50	13	14	15	16	17	18	19
51	20	21	22	23	24	25	26
52	27	28	29	30	31		

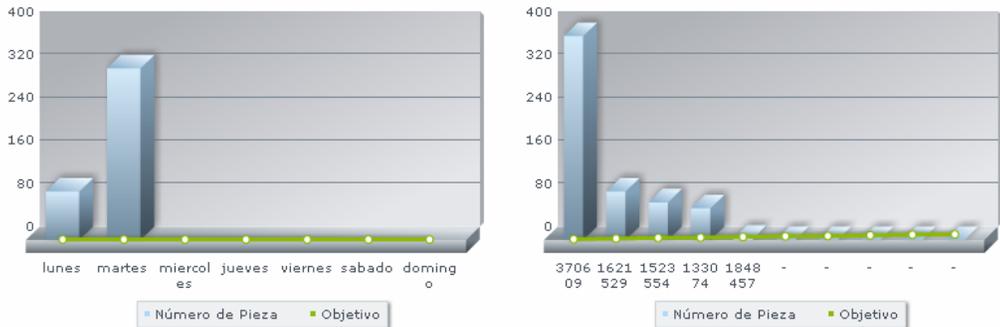
Miercoles, 2 de Diciembre de 2009 (Hoy)

Retrabajos y Rechazos Indicadores PPM

PROCESAR

Figura 4.23: Pantalla de Selección de Detalles de Consulta.

Una vez que se han seleccionado los detalles de consulta, el sistema emite en el formato de Pareto una gráfica que integra las opciones seleccionadas, la Figura 4.24 muestra un ejemplo de este reporte.



PAYNTER

Actions Implemented	Oct-09	Nov-09	Dic-09	Ene-10	Feb-10	Mar-10	Abr-10	May-10	Jun-10	Jul-10	Ago-10	Sep-10
370609 Acoj. Asiento Delantero Basico Tela	379	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1621529 Acoj. Asiento Delantero Basico Golf	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1523554 Acoj. Respaldo Delantero Deportivo Piel Iza	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 4.24: Reporte de Tipo Pareto.



Otro indicador que se emite es el Reporte de Retrabajo en formato de velocímetro, el cual es útil para conocer el estado actual de la producción, en un solo vistazo es posible conocer la situación en la que se encuentra la cantidad de retrabajo. La Figura 4.25 muestra este reporte.

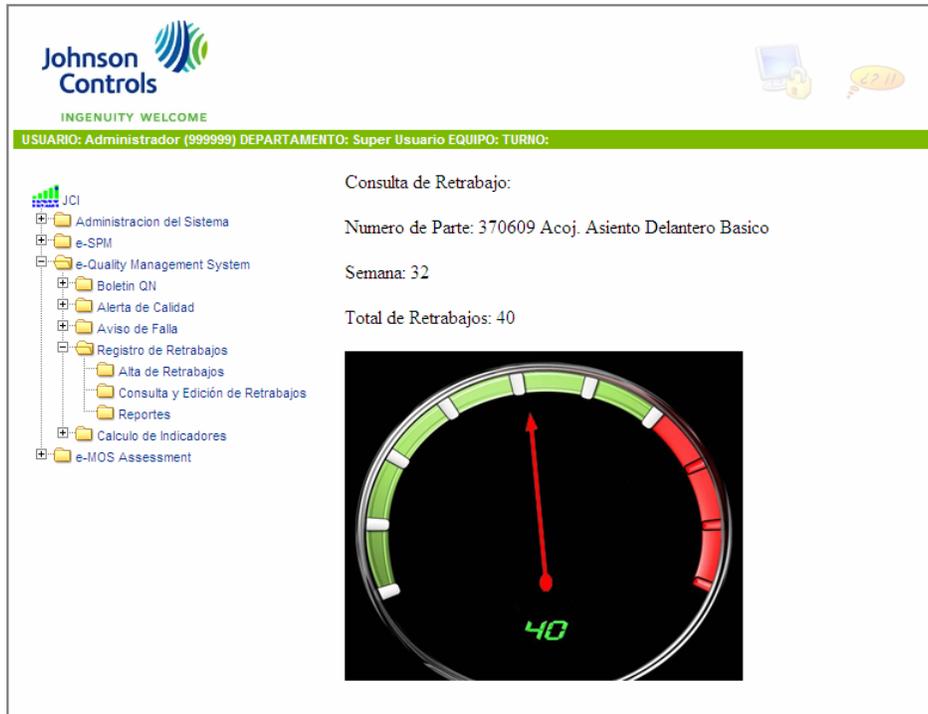


Figura 4.25: Reporte de Retrabajos en el formato de velocímetro

Finalmente, en las Figuras 4.26 y 4.27 se muestra la Alerta de Calidad por medio del uso de un dispositivo móvil. Por medio de un agente (que está monitoreando constantemente en el lado del servidor) se verifica el total de retrabajos que se tienen y se compara con un registro cargado previamente de acuerdo a lo estimado en el mes, en caso que se tenga una situación crítica el jefe de mejora continua puede consultar por web o por su celular el caso crítico.



Figura 4.26: Alerta de Retrabajos enviados al celular.

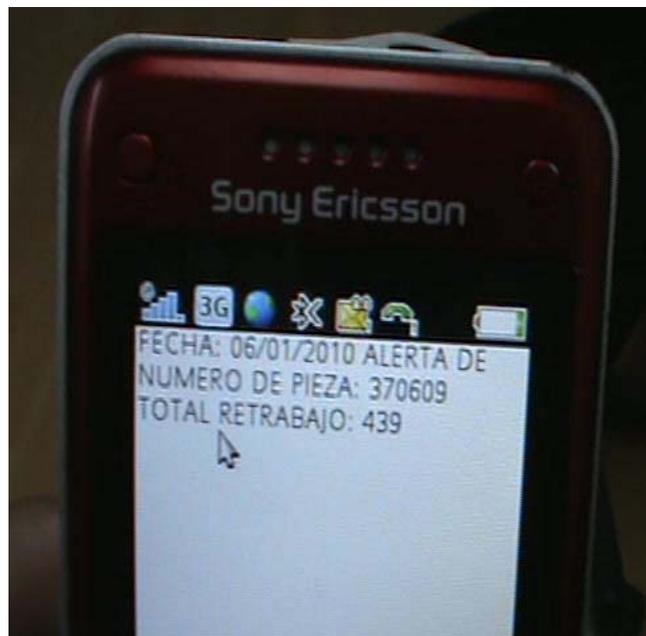


Figura 4.27: Detalle de Alerta de Retrabajos.

CAPÍTULO 5. RESULTADOS.



5.1 DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS.

Se desarrolló el sistema de cómputo como herramienta de soporte al Nuevo Modelo de Tableros de Control Aplicado a Indicadores de Producción, el cual permite realizar consultas a la información de indicadores de productividad, verificar sus registros históricos y asimismo, genera reportes en forma de gráficos requeridos para su presentación ejecutiva (Figura 5.1).

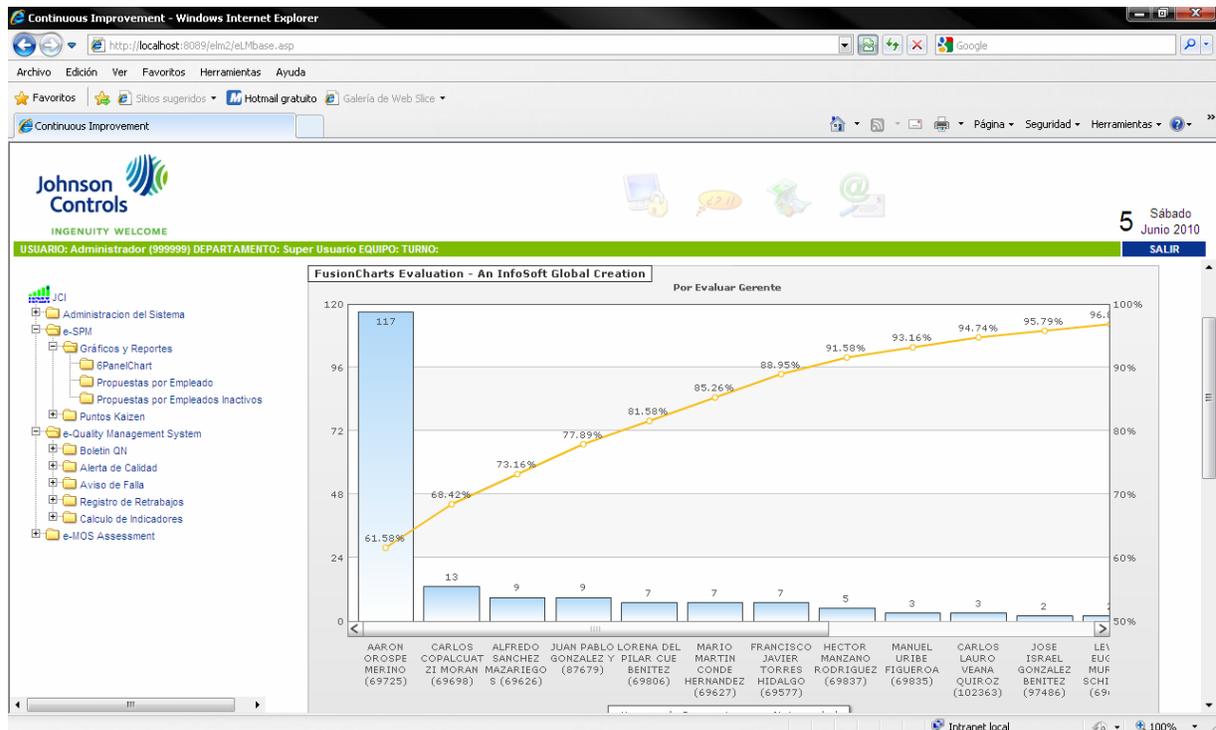


Figura 5.1: Gráficas generadas por el Sistema.

Esto permitirá tener un mejor manejo sobre la administración de los indicadores utilizando el sistema desarrollado. Los beneficios más importantes que se obtienen con el uso del Sistema son los siguientes:



- El impacto real que se alcanza es el ahorro de tiempo debido al trabajo de 15 empleados, ya que no se tendrá que realizar de manera manual ningún tipo de actualización de gráficas y reportes.
- La disponibilidad de la información es mucho más ágil, ya que antes de la implementación del sistema, si se requería consultar un reporte histórico se debía buscar en archivo y si por alguna razón ya no se encontraba, era necesario volver a crear la gráfica en Excel.
- Al tener un mismo tipo de reporte en los diferentes niveles de operación de la empresa, la información que se presenta tiene un porcentaje de confiabilidad mayor, pues con anterioridad ese reporte pasaba por muchas manos antes de ser presentado a la gerencia.
- Los tiempos de entrega de reportes también presentan un aumento dramático, pues del tiempo original de una semana se redujo a un tiempo inmediato, que representa en términos estadísticos al menos un 500% esto se debe a que los reportes se obtenían después de un plazo no menor a 5 días, en comparación con 1 turno con el actual esquema. Esto se puede observar en la fórmula presentada en la sección 3.2.1 Factor de Respuesta de Calidad (FCD).
- El costo con base en el tiempo que el personal de Johnson Controls invertía en el proceso de realizar las estadísticas, auditorías y ajustes debe ser también considerado.
 - Un mando medio invertía aproximadamente de 48 horas a la semana, si este proceso se repite por mes, se tienen $48 \times 4 = 192$ hrs. al mes, al multiplica por año se obtiene: $192 \times 12 = 2,304$ horas dedicadas al año en la generación de estadísticos.
 - El Salario promedio de un trabajador es de 7,000 pesos mensuales, si se divide por los días efectivos al mes: $7000 / 22 = 318$ pesos diarios. Al vivir entre 8 horas se obtienen: 40 pesos por hora.
 - El ahorro del sistema representa: $40 \text{ pesos} * 2,304 \text{ horas} = \$91,636.00$ anuales.



- La presente investigación ofrece un modelo que puede aplicarse a todas las empresas de manufactura que utilicen la Teoría de Control de Calidad mediante el uso de indicadores.
- Otra ventaja que se ofrece es que el tiempo de respuesta a decisiones críticas son en tiempo real, por lo que la calidad de las decisiones es más efectiva al hacer uso de tecnologías móviles (ver Figura 5.2).



Figura 5.2: Reporte de Alerta de Retrabajo consultado por celular.

Como parte de los resultados finales del sistema, se debe considerar que, antes de la implementación del sistema del Nuevo Modelo de Tableros de Control Aplicado a Indicadores de Producción, tenía la siguiente fórmula:

$$\begin{array}{rclcl}
 \text{Tiempo de obtención de} & = & \text{Reporte de fallos en la} & + & \text{Tiempo de captura de} & + & \text{Comparación con} \\
 \text{información para la toma de} & & \text{semana de trabajo} & & \text{información} & & \text{indicadores de calidad} \\
 \text{decisiones} & & & & & & \\
 8 \text{ días} & = & \text{todos los días (1 hr.)} & & 1 \text{ día (8 hrs.)} & & 1 \text{ día (1 hr.)}
 \end{array}$$

Donde, el **tiempo de Obtención de información para la toma de decisiones**, se refiere al total de tiempo requerido para poder tomar una decisión relacionada

con la producción y así corregir una situación problemática. **El Reporte de fallos** durante la semana de trabajo tiene una duración de al menos 1 día. Por otro lado el tiempo de captura de la información registrada en la semana es de por lo menos 8 horas, que representa básicamente una jornada completa de trabajo. **El Reporte de comparación con indicadores de Calidad** es generado un día después del Reporte de Fallos Semanal.

Una vez que fue realizada la implementación del Sistema, el tiempo es reducido de forma considerable, pues para obtener el reporte que antes tardaba por lo menos 5 días, ahora es posible su consulta al término de cada turno (8hrs.) + 1 hora máximo de captura de retrabajos, tal como se observa en la siguiente fórmula:

$$\begin{array}{rcl} \text{Tiempo de obtención de} & = & \text{Reporte de fallos en} \\ \text{información para la toma de} & & \text{turno y día de trabajo} \\ \text{decisiones} & & \\ & & \text{8 hrs. + 1 hr. captura} \\ 9 \text{ hrs. (8 hrs. Trab. + 1 hr.)} & & \text{Comparación con} \\ & & \text{indicadores de calidad} \\ & & \text{1 día (1 hr.)} \end{array}$$



5.2 CONCLUSIONES.

La empresa Johnson Controls registraba semanalmente los indicadores de desperdicio y de retrabajos en las diferentes áreas de producción. Esta información se registraba de forma manual por una serie de supervisores haciendo uso de Microsoft Excel. Uno de los problemas que se tenían, era justamente pasar la información de reportes escritos a Excel. En dicho proceso, muchas veces se tenían errores relacionados con el cansancio, por distracción o simplemente con la capacidad de cada usuario (nivel escolar de secundaria) en el uso de los equipos de cómputo. Por ello, el sistema hace uso de combos de selección múltiple para evitar errores ortográficos. Adicionalmente a esta problemática, los reportes emitidos para su consulta, requerían de una semana para su elaboración, esto se debía principalmente a que la persona que realizaba estas gráficas en Excel, atendía otras labores además de la captura de información.

El desarrollo de un sistema de cómputo que permita, por un lado, reducir el tiempo de captura, evitando errores de captura, y por otro recortar los tiempos de desarrollo en la creación de gráficas en los formatos requeridos logra solventar las situaciones planteadas.

Cuando se planteó la propuesta de trabajo, hubo algunas restricciones que se consideraron por parte del usuario y que debían estar presentes en el desarrollo del Sistema: en la parte de requerimientos de software se determinó el uso de las plataformas que ya existían en la propia planta y que son estándares para desarrollo de nuevos sistemas. Por esto se determinó utilizar SQL Server como manejador de Bases de Datos, y ASP y Java como lenguajes de programación.

La implementación del sistema se realizó por medio de la intranet de la empresa, la cual tiene su base de operaciones en Ciudad Juárez, donde se encuentra ubicado físicamente el servidor de la empresa y en el cual fue instalado el sistema



y su base de datos. Una vez que se realizaron pruebas beta con el personal de Juárez, se cargaron catálogos generales que se tenían en Excel, tales como: Catálogo de Clientes, Catálogo de Asientos, Catálogo de Modelos y Catálogo de números de parte.

La siguiente fase de la implementación fue la capacitación (de aproximadamente dos meses) de supervisores y jefes de área, en el uso del sistema, periodo en el cual se hicieron ajustes al sistema en funciones de las necesidades de los usuarios finales.

Finalmente, la última fase del desarrollo del proyecto consistió en la implementación de tecnologías de agentes y dispositivos móviles. Esta fase fue completada con personal de mayor nivel jerárquico en la empresa, el Gerente de Calidad de la planta Johnson Controls, Tlaxcala, quien realiza viajes a la ciudad de Puebla con una frecuencia de 2 ó 3 veces a la semana. El modelo propuesto ofrece consultas a reportes por medio Internet y celulares, lo que facilita la consulta de información sin importar dónde se encuentre.

Por todo lo anterior, se puede asegurar que se han cumplido con los objetivos planteados de manera sobrada, en vista de que no sólo se tiene la respuesta de inmediato en el manejo de indicadores, sino que además se tiene en el lugar en que se encuentre el jefe de Mejora Continua dando la posibilidad de la toma de decisiones sin demora.



VII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Acevedo, Cesimo. Bidesus. (2003) Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Facultad de Ingeniería, Universidad de Los Andes, Caracas, Venezuela.
- Administración de Empresas, “Tableros de Control” <http://admindeempresas.blogspot.com/2007/12/tablero-de-control-operativo.html> obtenido el día: 22 de Marzo de 2009
- Afal, Brend (2009), Auditoría en el tablero de control, obtenido el día 10,12,2009 desde <http://www.monografias.com/trabajos25/auditoria-tablero-control/auditoria-tablero-control.shtml>
- Bacal R, (2002) "Medición del Desempeño", Mc Graw-Hill, Buenos Aires, Argentina
- Ballvé, Alberto M. (2000) “Tablero de control, organizando información para crear valor”. Buenos Aires: Macchi,.
- Charte, Francisco, De Palms, Pockets y Otros, (2006) Artículo de PCWorld Digital
- Cohen Daniel, (2005) “Sistemas de Información para la toma de decisiones” Mac Graw Hill, Mexico, Distrito Federal
- Czarnecki, M.(1999) "Managing by Measuring", AMACOM
- Dashboard By Example, Volume I, Obtenido el día 11,11,2009 desde <http://www.enterprise-dashboard.com/2006/12/12/hyperion-enterprise-dashboard-screenshots/>
- Dashboard Software, Obtenido el día 9,11,2009 desde <http://www.corda.com/dashboard-software.php>
- Diccionario de Informática, Obtenido el día 4,6,2010 desde <http://www.alegsa.com.ar/Dic/agente%20de%20software.php>
- Fundación Vasca para la Excelencia, Club de Facilitadores 5's



-
- Grady Booch (1998), The Unified Modeling Language User Guide, Addison-Wesley.
 - Guthrie, Scout, (2007) "Microsoft Architecture Journal Profile", Consultado el 6,6,2010 desde <http://es.wikipedia.org/wiki/ASP.NET>
 - Gutierrez Pulido, Humberto (2004) Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma, Mac Grawn Hill.
 - Hernández Sampieri, Roberto (1997) Metodología de la Investigación, Mc Graw Hill, México
 - Ian Sommerville (2000), Ingeniería de Software (sexta edición). Addison Wesley.
 - Imai, Masaaki, (1996) KAIZEN, La clave de la Ventaja Competitiva Japonesa, Compañía Editorial Internacional, S.A. de C.V. Novena Impresión, México, Distrito Federal.
 - Nikkan Kogyo Shimbun, (1987) "Poka-Yoke: Improving Product Quality By Preventing Defects", Productivity Press
 - Nils-Goran Olve (1998) "A Practical Guide to Using the Balanced Scorecard", John Wiley & Sons, 1999 George M. Marakas, "Decision Support Systems in the 21 st Century", Prentice-Hall.
 - Norving Peter, (1997) Multiagent Systems: A Survey from a Machine Learning Perspective, Carnegie Mellon University, Estados Unidos.
 - Nuñez Mendoza, Alberto (2010) El principio de Pareto (regla 80-20) para elevar tus ventas,
 - Parra Bernardo, Morales Raúl, Osorio Efrén, (2008). "*Solution Plans Based in Experiences*. Proceedings of the 2008 International conference on information & Knowledge engineering IKE". CSREA Press. Las Vegas, Nevada, USA
 - Reichheld, F. and Sasser, W. (1990) "Zero defects: quality comes to services", Harvard Business Review, Sept-Oct, 1990, pp 105-111.
 - Scorecards y Tableros de Control, Obtenido el día 9,11,2009 desde http://www.microstrategy.com.mx/Solutions/5Styles/scorecards_dashboards.asp



-
- Sixtina Consulting Group, (2005), “Estrategia y Dirección Estratégica”, www.sixtina.com.ar
 - Tamayo Tamayo, M. (1981). El Proceso de Investigación Científica. México. Editorial Limusa.
 - Vogel, Mario Héctor (1992), Consejo Profesional de Ciencias Económicas de la Capital Federal, Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur. Informe N° 19. "Auditoria de Informes de Gestión".

