TESIS
II 2007
S7
v.1

**UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA**

# SISTEMA DE CONTROL DE REPARACIONES Y MANEJO DE INVENTARIADO DE REPUESTOS Y EQUIPOS (SCRMI).

**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

presentado ante la

**UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO**

como parte de los requisitos para optar por el título de

**INGENIERO EN INFORMÁTICA**

| | |
|---|---|
| REALIZADO POR | Silva Henao, Erick Joan<br>Soto Alvarez Iván Andrés |
| PROFESOR GUIA | González Sánchez, Orlando Alberto |
| FECHA | Caracas, 21 de febrero de 2007. |

**UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA**

# SISTEMA DE CONTROL DE REPARACIONES Y MANEJO DE INVENTARIADO DE REPUESTOS Y EQUIPOS (SCRMI).

**Este Jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con el resultado:** 17

**J U R A D O  E X A M I N A D O R**

| | | |
|---|---|---|
| Firma: | Firma: | Firma: |
| Nombre: Hilmar Castro | Nombre: Alfredo García | Nombre: Orlando González |

| | |
|---|---|
| REALIZADO POR | Silva Henao, Erick Joan<br>Soto Alvarez Iván Andrés |
| PROFESOR GUIA | González Sánchez, Orlando Alberto |
| FECHA | Caracas, 21 de febrero de 2007. |

# DEDICATORIA

Esta obra esta dedicada especialmente a:

*Nuestros padres y hermanos.*

*Todos los que nos brindaron su apoyo*

Erick Joan Silva Henao

Iván Andrés Soto Alvarez

# AGRADECIMIENTOS

A nuestras familias ya que sin su aporte y consejos oportunos no hubiéramos podido llevar a cabo una obra como esta.

A todas aquellas personas que de manera desinteresada colaboraron para hacer posible la realización de este trabajo especial de grado.

A todos los profesores y compañeros que mediante el aporte de su conocimiento brindaron la información necesaria para poder cumplir con los objetivos de este proyecto. Aurelio Useche, Carlos Rodríguez Regetti, Simmy Blomer, Lúcia Cardoso, Evelenir Barreto, Mariana Castillo y Yon González.

A Adriana Pompei por su colaboración y ayuda para las impresiones.

Al personal de la División Linkit de la Corporación Systar que brindaron su apoyo incondicional para la realización de este trabajo especial de grado.

Erick Joan Silva Henao

Iván Andrés Soto Alvarez

# ÍNDICE GENERAL

**DEDICATORIA** ..... *i*

**AGRADECIMIENTOS** ..... *ii*

**ÍNDICE GENERAL** ..... *iii*

**ÍNDICE DE TABLAS** ..... *vi*

**ÍNDICE DE FIGURAS** ..... *viii*

**SINOPSIS** ..... *xi*

**INTRODUCCIÓN** ..... *1*

**CAPÍTULO I. Problema** ..... *4*

**I.1. Planteamiento del Problema** ..... 4

**I.2. Objetivo General** ..... 6

**I.3. Objetivos Específicos** ..... 6

**I.4. Justificación** ..... 7

**I.5. Limitaciones y Alcances** ..... 8

I.5.1. Limitaciones ..... 8

I.5.2. Alcance ..... 8

**CAPÍTULO II. Marco Teórico** ..... *9*

**II.1. Teoría de Inventarios** ..... 9

II.1.1. Control de Inventarios ..... 9

II.1.1.1. Control por artículos ..... 10

II.1.1.2. Factores de costo en el control de inventarios ..... 12

II.1.2. Modelos de inventario ..... 13

II.1.2.1. Modelo de inventario generalizado ..... 13

II.1.2.2. Modelos determinísticos ..... 15

II.1.2.3. Modelos estocásticos ..... 18

**II.2. Códigos de Barra** ..... 20

II.2.1 Concepto ..... 21

II.2.2 Simbología ..... 21

II.2.3 Importancia y justificación de la utilización de códigos de barra ..... 21

II.2.4.Ventajas y Beneficios de los códigos de barra ..... 22

II.2.4.1. Ventajas ..... 22

II.2.4.2.Beneficios ..... 22

II.2.5. Tipos de código de barras ..... 22

II.2.6. Forma de lectura de un código de barras ..... 23

II.2.7. Escáner o lector de código de barras ..... 23

II.2.7.1. Interfaces de escáneres o lectores de códigos de barra ..... 23

II.2.7.2. Tipos de escáneres o lectores de código de barras ..... 24

**II.3. Estadística Descriptiva** ..... 24

II.3.1. Población o Universo ..... 25

II.3.2. Muestra ..... 25

II.3.3. Medidas numéricas descriptivas ..... 25

**II.4. Conceptos de Probabilidad** ..... **26**
II.4.1. Probabilidad Condicional ..... 26
II.4.2. Varianza y Desviación Estándar ..... 27
II.4.3. Distribución Normal ..... 27

***CAPÍTULO III. Marco Metodológico*** ..... ***28***

**III.1 Principales Características del Proceso Unificado de Desarrollo** ..... **28**
III.1.1 Dirigido por Casos de Uso ..... 29
III.1.2 Centrado en la Arquitectura ..... 29
III.1.3 Iterativo e Incremental ..... 29

**III.2 Ciclo de Vida** ..... **29**
III.2.1 Flujos de Trabajo ..... 30
III.2.1.1 Captura de Requisitos ..... 30
III.2.1.2 Análisis ..... 31
III.2.1.3 Diseño ..... 31
III.2.1.4 Implementación ..... 32
III.2.1.5 Prueba ..... 32
III.2.2 Fases ..... 33
III.2.2.1 Inicio o Incepción ..... 33
III.2.2.2 Elaboración ..... 34
III.2.2.3 Construcción ..... 34
III.2.2.4 Transición ..... 34

**III.3. Aplicación de la metodología en el SCRMI** ..... **35**

***CAPÍTULO IV. Desarrollo*** ..... ***37***

**IV.1. Fase de Inicio** ..... **37**

**IV.2. Fase de Elaboración** ..... **48**
IV.2.1. Análisis ..... 48
IV.2.1.1. Arquitectura del Sistema ..... 51
IV.2.1.2. Análisis del módulo de control de acceso ..... 53
IV.2.1.3. Análisis del módulo de alarmas y correo electrónico ..... 54
IV.2.1.4. Análisis del módulo de configuración general ..... 54
IV.2.1.5. Análisis del módulo de inventario ..... 54
IV.2.1.6. Análisis del módulo de ventas ..... 55
IV.2.1.7. Análisis del módulo de reparaciones y cotizaciones ..... 55
IV.2.1.8. Análisis del módulo de reportes ..... 55
IV.2.1.9. Análisis del módulo de comunicación con el lector de código de barra ..... 56
IV.2.2. Diseño ..... 56
IV.2.2.1. Diseño de módulo de control de acceso ..... 56
IV.2.2.2. Diseño de módulo de alarmas y correo electrónico ..... 57
IV.2.2.3. Diseño de módulo de configuración general ..... 57
IV.2.2.4. Diseño de módulo de inventario ..... 58
IV.2.2.5. Diseño de módulo de ventas ..... 58
IV.2.2.6. Diseño de módulo de reparaciones y cotizaciones ..... 58
IV.2.2.7. Diseño de módulo de reportes ..... 58
IV.2.2.8. Diseño de módulo de comunicación con el lector de código de barra ..... 59

**IV.3 Fase de Construcción** ..... **60**
IV.3.1 Implementación. ..... 61
IV.3.1.1. Implementación del módulo de control de acceso ..... 62
IV.3.1.2. Implementación del módulo de alarma y correo electrónico ..... 62
IV.3.1.3. Implementación del módulo de configuración general ..... 64
IV.3.1.4. Implementación del módulo de inventario ..... 64

IV.3.1.5. Implementación del módulo de ventas ____ 66
IV.3.1.6. Implementación del módulo de reparaciones y cotizaciones ____ 66
IV.3.1.7. Implementación del módulo de comunicación con el lector de código de barras ____ 67
IV.3.1.8. Implementación del módulo de reportes ____ 67
IV.3.2 Pruebas ..... 68

***CAPÍTULO V. Resultados*** ..... *72*

***CONCLUSIONES*** ..... *75*

***RECOMENDACIONES*** ..... *76*

***BIBLIOGRAFÍA*** ..... *78*

***GLOSARIO*** ..... *81*

***APÉNDICE A .Funcionalidades de los módulos*** ..... *85*

***APÉNDICE B. Casos de uso del sistema*** ..... *88*

***APÉNDICE C. Diagramas de actividades del sistema*** ..... *132*

***APÉNDICE D. Diagramas de secuencia del sistema*** ..... *162*

***APÉNDICE E. Modelo Entidad – Relación*** ..... *170*

***ANEXOS*** ..... *172*

**ANEXO 1. Registro de entrevistas realizadas** ..... **172**

**ANEXO 2. Tipos de código de barra** ..... **173**

**ANEXO 3. Tipos de lectores de código de barra** ..... **176**

# ÍNDICE DE TABLAS

*Tabla 3.1. Adaptación de la metodología para el desarrollo de SCRMI* ..... *36*
*Tabla 4.1. Iteraciones de la fase de inicio* ..... *37*
*Tabla 4.2. Lista de riesgos* ..... *38*
*Tabla 4.3. Funcionalidad del módulo de reparaciones y cotizaciones* ..... *40*
*Tabla 4.4. Lista de casos de uso.* ..... *44*
*Tabla 4.5. Caso de uso detallado "Reparar equipo"* ..... *46*
*Tabla 4.6. Iteraciones de la fase de elaboración* ..... *48*
*Tabla 4.7. Iteraciones de la fase de construcción* ..... *60*
*Tabla A.1. Funcionalidad del módulo de control de acceso.* ..... *85*
*Tabla A.2. Funcionalidad del módulo de alarmas y correo electrónico* ..... *85*
*Tabla A.3. Funcionalidad del módulo de configuración.* ..... *86*
*Tabla A.4. Funcionalidad del módulo de inventario.* ..... *86*
*Tabla A.5. Funcionalidad del módulo de ventas* ..... *87*
*Tabla A.6. Funcionalidad del módulo de reportes.* ..... *87*
*Tabla A.7. Funcionalidad del módulo de comunicación con el lector de código de barra.* ..... *87*
*Tabla B.1. Caso de uso detallado "Ingreso al sistema"* ..... *88*
*Tabla B.2. Caso de uso detallado "Consultar histórico del equipo"* ..... *89*
*Tabla B.3. Caso de uso detallado "Consultar equipos por reparar"* ..... *90*
*Tabla B.4. Caso de uso detallado "Consultar equipos por cotizar"* ..... *91*
*Tabla B.5 Caso de uso detallado "Reparar equipo"* ..... *93*
*Tabla B.6. Caso de uso detallado "Cotizar equipo"* ..... *94*
*Tabla B.7. Caso de uso detallado "Registrar equipo esperando repuesto"* ..... *95*
*Tabla B.8. Caso de uso detallado "Consultar asignaciones de equipos"* ..... *96*
*Tabla B.9. Caso de uso detallado "Modificar asignaciones de equipos"* ..... *97*
*Tabla B.10. Caso de uso detallado "Agregar lote de equipo"* ..... *98*
*Tabla B.11. Caso de uso detallado "Modificar lote de equipo"* ..... *99*
*Tabla B.12. Caso de uso detallado "Eliminar lote de equipo"* ..... *100*
*Tabla B.13. Caso de uso detallado "Eliminar lote de equipo"* ..... *101*
*Tabla B.14. Caso de uso detallado "Eliminar lote de equipo"* ..... *102*
*Tabla B.15. Caso de uso detallado "Agregar equipo"* ..... *103*

*Tabla B.16. Caso de uso detallado "Crear asociación de equipo a lote"* ..... *104*
*Tabla B.17. Caso de uso detallado "Consultar equipo de un lote"* ..... *105*
*Tabla B.18. Caso de uso detallado "Modificar equipo"* ..... *106*
*Tabla B.19. Caso de uso detallado "Eliminar asociación de equipo a lote"* ..... *107*
*Tabla B.20. Caso de uso detallado "Agregar lote de repuesto"* ..... *108*
*Tabla B.21. Caso de uso detallado "Consultar lote de repuesto"* ..... *109*
*Tabla B.22. Caso de uso detallado "Modificar lote de repuesto"* ..... *110*
*Tabla B.23. Caso de uso detallado "Eliminar lote de repuesto"* ..... *111*
*Tabla B.24. Caso de uso detallado "Agregar cotización"* ..... *112*
*Tabla B.25. Caso de uso detallado "Consultar cotización"* ..... *113*
*Tabla B.26. Caso de uso detallado "Modificar cotización"* ..... *114*
*Tabla B.27. Caso de uso detallado "Eliminar cotización"* ..... *115*
*Tabla B.28. Caso de uso detallado "Generar cotización"* ..... *116*
*Tabla B.29. Caso de uso detallado "Agregar nota de entrega"* ..... *117*
*Tabla B.30. Caso de uso detallado "Consultar nota de entrega"* ..... *118*
*Tabla B.31. Caso de uso detallado "Modificar nota de entrega"* ..... *119*
*Tabla B.32. Caso de uso detallado "Eliminar nota de entrega"* ..... *120*
*Tabla B.33. Caso de uso detallado "Generar nota de entrega"* ..... *121*
*Tabla B.34. Caso de uso detallado "Generar memorando"* ..... *122*
*Tabla B.35. Caso de uso detallado "Agregar repuesto"* ..... *123*
*Tabla B.36. Caso de uso detallado "Modificar repuesto"* ..... *124*
*Tabla B.37. Caso de uso detallado "Eliminar repuesto"* ..... *125*
*Tabla B.38. Caso de uso detallado "Consultar repuesto"* ..... *126*
*Tabla B.39. Caso de uso detallado "Consultar repuesto"* ..... *127*
*Tabla B.40. Caso de uso detallado "Agregar configuración"* ..... *128*
*Tabla B.41. Caso de uso detallado "Modificar configuración"* ..... *129*
*Tabla B.42. Caso de uso detallado "Eliminar configuración"* ..... *130*
*Tabla B.43. Caso de uso detallado "Consultar configuración"* ..... *131*
*Tabla A1.1 Lista de entrevistas realizadas* ..... *172*

# ÍNDICE DE FIGURAS

*Figura 2.1. Diagrama de modelo determinístico con faltantes* ..... 17
*Figura 2.2. Diagrama de modelo estocástico con faltantes* ..... 20
*Figura 2.3. Distribución de curvas normales* ..... 27
*Figura 3.1. Ciclo de vida del Proceso Unificado* ..... 35
*Figura 4.1. Diagrama de caso de uso del sistema. "Usuario encargado"* ..... 46
*Figura 4.2. Diagrama de caso de uso del sistema. "Usuario administrador"* ..... 47
*Figura 4.3. Diagrama de caso de uso del sistema. "Usuario técnico"* ..... 47
*Figura 4.4. Diagrama de actividades de "Reparar Equipo"* ..... 49
*Figura 4.5. Diagrama de dominio del sistema SCRMI* ..... 50
*Figura 4.6. Arquitectura del sistema* ..... 51
*Figura 4.7. Diagrama de clases de "Reparar Equipo"* ..... 59
*Figura 4.8 Registro de reparación* ..... 69
*Figura 4.9. Mensaje de seguridad de acción.* ..... 69
*Figura 4.10. Mensaje de notificación* ..... 70
*Figura 4.11. Mensaje de error* ..... 71
*Figura C.1. Diagrama de actividad de "Ingreso al sistema"* ..... 132
*Figura C.2. Diagrama de actividades de "Consultar histórico del equipo"* ..... 132
*Figura C.3. Diagrama de actividades de "Consultar equipos por reparar"* ..... 133
*Figura C.4. Diagrama de actividades de "Consultar equipos por cotizar"* ..... 133
*Figura C.5. Diagrama de actividades de "Reparar Equipo"* ..... 134
*Figura C.6. Diagrama de actividades de "Cotizar equipo"* ..... 135
*Figura C.7. Diagrama de actividades de "Registrar equipo esperando repuesto"* ..... 136
*Figura C.8. Diagrama de actividades de "Consultar asignaciones de equipos"* ..... 137
*Figura C.9. Diagrama de actividades de "Modificar asignaciones de equipos"* ..... 137
*Figura C.10. Diagrama de actividades de "Agregar lote de equipo"* ..... 138
*Figura C.11. Diagrama de actividades de "Modificar lote de equipo"* ..... 139
*Figura C.12. Diagrama de actividades de "Eliminar lote de equipo"* ..... 140
*Figura C.13. Diagrama de actividades de "Eliminar lote de equipo"* ..... 141
*Figura C.14. Diagrama de actividades de "Eliminar lote de equipo"* ..... 141
*Figura C.15. Diagrama de actividades de "Agregar equipo"* ..... 142
*Figura C.16. Diagrama de actividades de "Crear asociación de equipo a lote"* ..... 143

*Figura C.17. Diagrama de actividades de "Consultar equipo de un lote"* ..... *144*
*Figura C.18. Diagrama de actividades de "Modificar equipo"* ..... *144*
*Figura C.19. Diagrama de actividades de "Eliminar asociación de equipo a lote"* ..... *145*
*Figura C.20. Diagrama de actividades de "Agregar lote de repuesto"* ..... *145*
*Figura C.21. Diagrama de actividades de "Consultar lote de repuesto"* ..... *146*
*Figura C.22. Diagrama de actividades de "Modificar lote de repuesto"* ..... *146*
*Figura C.23. Diagrama de actividades de "Eliminar lote de repuesto"* ..... *147*
*Figura C.24. Diagrama de actividades de "Agregar cotización"* ..... *148*
*Figura C.25. Diagrama de actividades de "Consultar cotización"* ..... *149*
*Figura C.26. Diagrama de actividades de "Modificar cotización"* ..... *149*
*Figura C.27. Diagrama de actividades de "Eliminar cotización"* ..... *150*
*Figura C.28. Diagrama de actividades de "Generar cotización"* ..... *151*
*Figura C.29. Diagrama de actividades de "Agregar nota de entrega"* ..... *151*
*Figura C.30. Diagrama de actividades de "Consultar nota de entrega"* ..... *152*
*Figura C.31. Diagrama de actividades de "Modificar nota de entrega"* ..... *152*
*Figura C.32. Diagrama de actividades de "Eliminar nota de entrega"* ..... *153*
*Figura C.33. Diagrama de actividades de "Generar nota de entrega"* ..... *154*
*Figura C.34. Diagrama de actividades de "Generar memorando"* ..... *154*
*Figura C.35. Diagrama de actividades de "Agregar repuesto"* ..... *155*
*Figura C.36. Diagrama de actividades de "Modificar repuesto"* ..... *156*
*Figura C.37. Diagrama de actividades de "Eliminar repuesto"* ..... *157*
*Figura C.38. Diagrama de actividades de "Consultar repuesto"* ..... *158*
*Figura C.39. Diagrama de actividades de "Consultar repuesto"* ..... *158*
*Figura C.40. Diagrama de actividades de "Agregar configuración"* ..... *159*
*Figura C.41. Diagrama de actividades de "Modificar configuración"* ..... *160*
*Figura C.42. Diagrama de actividades de "Eliminar configuración"* ..... *161*
*Figura C.43. Diagrama de actividades de "Consultar configuración"* ..... *161*
*Figura D.1. Diagrama de secuencia. "Ingreso al sistema"* ..... *162*
*Figura D.2. Diagrama de secuencia. "Consulta Genérica"* ..... *163*
*Figura D.3. Diagrama de secuencia. "Modificación de datos genérica"* ..... *164*
*Figura D.4. Diagrama de secuencia. "Eliminación de datos genérica"* ..... *165*
*Figura D.5. Diagrama de secuencia. "Agregar registro genérica"* ..... *166*

Figura D.6. Diagrama de secuencia. "Generar documento" ..... 167
Figura D.7. Diagrama de secuencia. "Reparar equipo" ..... 168
Figura D.8. Diagrama de secuencia. "Cotizar equipo" ..... 169
Figura A2.1 Código de barras EAN-13 ..... 173
Figura A2.2. Código de barras EAN-128 ..... 173
Figura A2.3. Código de barras CODABAR ..... 173
Figura A2.4 Código de barras UPC ..... 174
Figura A2.5 Código de barras 39 ..... 174
Figura A2.6 Código de barras PDF417 ..... 175
Figura A2.7 Código de barras Datamatrix ..... 175
Figura A2.8 Código de barras QR ..... 175
Figura A3.1 Escáner de lápiz óptico ..... 176
Figura A3.2. Escáner de láser o pistola ..... 176
Figura A3.3 Escáner CCD ..... 177
Figura A3.4. Escáner láser omnidireccional ..... 177

# SINOPSIS

La División Linkit Ingeniería y Sistemas de la Corporación Systar, cuenta con un laboratorio de reparaciones encargado de dar mantenimiento a equipos y accesorios de diferentes clientes. El proceso de reparación constituye una de las principales áreas de negocios de la empresa, dicho proceso es complejo e involucra un conjunto variado de tareas a realizar.

El presente trabajo de grado tiene como finalidad el diseño e implantación de un sistema de control de reparaciones y manejo de inventariado que permita el control de la información de los equipos (SCRMI), así como proveer la información necesaria para realizar los mantenimientos preventivos y llevar un adecuado control de inventario para la recepción de repuestos y manejo de depósito.

Para llevar a cabo este proceso se utiliza la metodología Proceso Unificado de Desarrollo de Software propuesta por Booch, Rumbaugh y Jacobson, la cual se centra en una tecnología orientada a objetos para el diseño y desarrollo de la aplicación. El ciclo de vida de esta metodología permite organizar el proyecto general en unidades o subproyectos más pequeños, logrando de esa manera obtener una retroalimentación por parte del usuario, a través de iteraciones cíclicas, lo que facilita la mejora continua de la aplicación.

El desarrollo está realizado bajo la plataforma Microsoft Visual Basic .NET 2003 y como manejador de base de datos Microsoft SQLServer 2000. La aplicación integra varios módulos funcionales los cuales son: módulo de reparaciones y cotizaciones para el control y seguimiento de los equipos, cotizaciones y reparaciones, módulo de inventario, para la óptima gestión del inventario de los equipos y repuestos, módulo de conexión con los lectores de código de barra, que permite la conexión entre el escáner o lector y la aplicación, módulo de ventas para la generación de las cotizaciones, memorandos y notas de entrega, módulo de control de acceso para el manejo de los usuarios y seguridad del sistema además de un módulo de configuración general, un módulo de alarmas y correo electrónico, que maneja la parte de alarmas y avisos que genera el sistema y por último un módulo para el manejo de reportes.

Como resultado de la aplicación se obtiene el diseño e implementación de un sistema de control de reparaciones y manejo de inventariado de repuestos (SCRMI) que permite llevar a

cabo el manejo de los datos de las cotizaciones y reparaciones que se realicen sobres los equipos que ingresan al taller, además de proveer la información necesaria para la realización de mantenimientos preventivos de equipos, también provee la funcionalidad de llevar un adecuado control de inventario de repuestos en cuanto a la recepción y manejo de depósito, basado en un modelo probabilístico.

El sistema obtenido cubre las necesidades del Laboratorio ayudando de manera significativa al desarrollo de las actividades diarias y además contando con valores agregados que potencian la aplicación y hacen más fácil su uso y manipulación.

# INTRODUCCIÓN

Los inventarios constituyen una parte esencial del manejo de una empresa, ya que tienen una participación protagónica en los procesos de negocio.

El manejo del inventario se debe llevar con especial cuidado y atención debido a que tiene una gran influencia en las utilidades que obtenga una empresa al final de un ejercicio. Es por ello que las empresas que realizan la recepción y venta de artículos o suministros, o aquellas que de alguna u otra manera reciben ciertas cantidades de mercancías que utilizan en sus operaciones diarias, deben concebir, evaluar y adaptar, las políticas de inventario que estén empleando.

El dejar las labores del inventario al azar ocasionaría pérdidas significativas por costos de almacenamiento de artículos que no se necesiten o, en el otro lado de la balanza, pérdidas por no disponer de un artículo en un momento dado. Actualmente existen teorías matemáticas que se basan en la probabilidad para realizar los cálculos, que ayudan al tener un manejo preciso y correcto del inventario.

La eficiencia del control de inventarios puede afectar la flexibilidad de operación de la empresa. Dos empresas similares, con la misma cantidad de inventario, pero con grandes diferencias en los grados de flexibilidad de sus operaciones, pueden tener inventarios no balanceados, debido a controles ineficientes de éstos. Ello ocasiona que en determinado momento una de ellas se encuentre con abundancia de algún artículo o que presenten carencia de otro, mientras que la otra pueda cumplir con sus actividades sin contratiempo.

Otro aspecto importante en el manejo de una empresa es la toma de decisiones. Las personas afrontan los procesos de toma de decisiones de diferentes maneras de acuerdo al grado de experiencia y conocimientos que tengan. En un proceso de toma de decisiones a nivel de empresa donde existen muchos factores en juego que empujan a tomar la decisión más acertada en el menor tiempo posible, las elecciones al azar no son una buena opción, es por ello que contando con el apoyo de teorías de probabilidad es posible minimizar el nivel de incertidumbre y poder predecir con un nivel de certeza la ocurrencia de un evento ante lo cual, sin vacilaciones se puede encaminar nuestras decisiones por rumbos correctos.

En el agitado mundo de los negocios de hoy en día, donde las exigencias y los altos niveles de competitividad llevan a cumplir con elevados estándares de calidad y excelencia en las operaciones, es necesario y fundamental contar con la información adecuada en el menor tiempo posible. La estadística es una ciencia que se encarga de la recolección, clasificación y visualización de los datos, con el uso adecuado de la estadística es posible conocer, analizar y estudiar tendencias y comportamientos y tomar medidas correctivas en los casos que se consideren necesarios. Mediante la generación de informes o reportes y el conocimiento de ciertas eventualidades es posible adelantarse a los acontecimientos que están por venir o estar preparados de forma segura.

Un proceso a destacar dentro de las empresas que registran cantidades significativas de inventario es el de registro y almacenamiento de los datos.

Es por eso que las actividades que involucran la introducción de datos por artículos o por equipos, los cuales poseen etiquetas de códigos de barra, tienden a realizar esta recolección de datos mediante el uso de lectores o escáneres de códigos de barra que más que ser considerado una comodidad o una forma mejor de hacer las cosas pasa a ser considerado una necesidad.

El código de barras es una herramienta que permite que cualquier producto pueda ser identificado en cualquier parte del mundo, de manera rápida y con mínimas posibilidades de error. Esto es importante si se considera que el personal encargado de la captura de datos, haciendo la labor de ingreso de datos en forma manual, comete una alta tasa de errores por caracteres tecleados en cambio con los lectores de códigos de barras, las posibilidades de lectura errónea son prácticamente nulas.

La metodología utilizada es el Proceso Unificado de Desarrollo de Software propuesta por Booch, Rumbaugh y Jacobson, compuesta por fases para medir la evolución del desarrollo e implementa tareas iterativas. El proceso está centrado en los casos de uso, en la arquitectura del sistema y su carácter iterativo e incremental, ayuda a disminuir riesgos al hacer lanzamientos preliminares del producto desarrollado

En el presente documento se hace una descripción del proceso de desarrollo de los módulos que componen el sistema de control de reparaciones y manejo de inventariado de

repuestos y equipos, denotado por sus siglas SCRMI, siguiendo la estructura presentada a continuación:

- **Capítulo I:** Este capítulo contiene el planteamiento del problema expuesto de manera clara y precisa, el objetivo general y los objetivos específicos a ser alcanzados con el trabajo especial de grado, la justificación o razón de ser del mismo así como también el alcance y las limitaciones que presenta el sistema desarrollado.

- **Capítulo II:** Se expone toda la documentación y basamento teórico que avala y respalda el trabajo especial de grado y que sirven como pilares fundamentales del sistema a desarrollar.

- **Capítulo III:** Contiene una descripción a fondo de la metodología utilizada para el desarrollo del sistema y las razones para su elección.

- **Capítulo IV:** Expone de manera detallada y pormenorizada como se cumplieron los objetivos trazados y los productos resultantes en cada una de las etapas de la metodología.

- **Capítulo V:** Se presentan los productos y resultados obtenidos de las etapas del desarrollo del presente trabajo especial de grado.

Para finalizar se exponen las conclusiones finales que se alcanzan con este trabajo, las recomendaciones que se consideran oportunas brindar y se listan las referencias bibliográficas de las fuentes consultadas.

# CAPÍTULO I. Problema

En este capítulo se hace un estudio del problema y las situaciones que originan el desarrollo del proyecto o solución de software. También se justifica y se explica la razón de ser de la realización del sistema y se plantean el objetivo general y los objetivos específicos a ser alcanzados. Por otro lado se delimita la funcionalidad del sistema mediante la explicación del alcance que debe cubrir y las limitaciones encontradas.

## *I.1. Planteamiento del Problema*

La Corporación Systar es una empresa de servicios cuyo objetivo primordial es mantenerse a la vanguardia en soluciones integrales para puntos de venta, a fin de brindar excelencia y calidad en sus servicios y mantener clientes satisfechos. Son representantes exclusivos de Verifone INC (compañía pionera en puntos de venta y líder mundial en procesamiento de transacciones), para el mercado venezolano y puertorriqueño. (http://www.systar.com.ve).

La empresa tiene más de 15 años de experiencia, en soluciones integrales de puntos de venta, y en ese tiempo se han logrado posicionar con más de 70 mil puntos de venta en el mercado nacional e internacional gracias entre otras cosas a un apoyo posventa. (http://www.systar.com.ve)

La corporación cuenta con un laboratorio de reparaciones. El área de reparaciones se encarga de dar mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de los diferentes clientes.

A ésta área llegan lotes de equipos por reparar de diferentes clientes, así como los repuestos necesarios para las reparaciones que son enviados por los proveedores. Para cada uno de los equipos entrantes se registra información como serial, número de parte, accesorios con que viene, se verifica sí el equipo se encuentra en garantía de venta o de reparación, lo cual tiene que ser ubicado a través de la revisión de las notas de entrega respectivas, el estatus en que se encuentra, cliente al que pertenecen, etc., luego deben ser cotizados y/o reparados por los técnicos, lo cual incluye un proceso de registro de repuestos y servicios utilizados, y por último son devueltos a los clientes. Se necesita contar entonces con una base de datos que permita mantener el control sobre todo este proceso.

Por otra parte, las nuevas solicitudes de repuestos para reparaciones son ingresadas a un inventario al cual hay que descontar los repuestos utilizados con el fin de determinar los volúmenes de uso de cada uno de ellos y poder realizar las solicitudes de los mismos. El manejo de inventarios no sigue una teoría de inventarios que permita conocer el momento oportuno de realizar las solicitudes de repuestos, hechas por el departamento de reparaciones, lo cual puede incurrir en gastos por varias solicitudes o retrasos por falta de repuestos.

Actualmente, toda esta información es manejada a través de diversas hojas creadas en el programa Excel.

El problema radica en que el volumen de reparaciones ha aumentado, recibiendo cerca de 600 equipos mensuales, haciendo difícil la manipulación de todos estos archivos de cálculo. Se manejan hasta los momentos cerca de 50 archivos en Excel, algunos de los cuales llega a tener hasta 7 MB de tamaño lo que dificulta bastante el proceso ya que deben ser actualizados por cada uno de los 600 equipos que ingresan. (A. González, comunicación personal, noviembre 2005).

Además de esto no hay posibilidad de tener bien organizada y/o respaldada la información y no se cuenta con una estructura que permita obtener de manera sencilla estadísticas confiables derivadas de los casos de reparación como, por ejemplo, cantidad de equipos cotizados y/o esperando aprobación, repuestos más utilizados en cada uno de los equipos, modelo de equipos que más fallan, cantidad de equipos reparados por técnico o por modelo, que permitan evaluar el desempeño del departamento y ayudaría enormemente a detectar anomalías presentes en el proceso.

Adicionalmente ayudaría a detectar problemas tempranos en nuevos modelos y efectuar requisiciones de repuestos más ajustadas a la realidad. Es decir, no se cuenta con un método de mantenimiento preventivo basado en el apoyo de modelos estadísticos y probabilísticos.

Por otro lado, el hecho que no exista una interfaz entre la recepción de inventario, tanto de equipos como repuestos y la aplicación, es una clara desventaja para el rendimiento de las operaciones del departamento. Cabe destacar que esta solución no se encuentra en el mercado.

## I.2. Objetivo General

Diseñar e implementar un Sistema de Control de Reparaciones y manejo de inventariado que permita gestionar la información de los equipos que ingresen por reparación o cotización, además de proveer la información necesaria para realizar los mantenimientos preventivos y llevar un adecuado control de inventario para la recepción de mercancía y manejo de depósito.

## I.3. Objetivos Específicos

- Realizar el diseño lógico y conceptual de la base de datos, que permita conocer la información exacta de cada uno de los equipos y repuestos durante el proceso de reparaciones.
- Desarrollar módulos de conexión y gestión del inventario de mercancía.
- Diseñar el modelo y la infraestructura de comunicación de la información capturada a través de los lectores de código de barra con un servidor central.
- Establecer mecanismos efectivos para la captura y manejo de inventario que permitan optimizar los tiempos y personal empleado para las tareas
- Almacenamiento de los datos y generación de informes o reportes que faciliten la toma de decisiones relacionadas con el departamento de reparaciones
- Diseñar e implementar el modelo probabilístico para realizar el mantenimiento preventivo de los equipos.
- Desarrollar un módulo genérico que mediante la aplicación de un modelo de teoría de inventario permita el manejo de los repuestos.
- Generar reportes estadísticos configurables y alarmas de mantenimiento.
- Manejar las gestiones de las garantías derivadas de las entregas realizadas a los diferentes clientes.

## I.4. Justificación

El Sistema propuesto presenta la característica de ser una solución que permite mantener la información del inventariado de repuestos y equipos además de enlazar dicha información con los datos de las reparaciones y/o cotizaciones, lo cual aumentará la velocidad de procesamiento de la información diaria y agilizará algunos trámites administrativos.

Es importante recalcar en este sentido, que la originalidad e innovación del sistema radica en que no se encuentra en el mercado un sistema con las características de ser parametrizable para llevar a cabo el inventario de los productos y además permita la comunicación con otro módulo de reparaciones y de análisis estadístico.

El tener un control sobre el inventario de repuestos, implica una investigación y aplicación de teorías de inventario que optimicen el proceso, donde se puedan maximizar las ganancias, ya que no tener un repuesto en un momento determinado ocasionaría pérdidas significativas para la empresa.

Este módulo es perfectamente aplicable a otro ámbito que requiera tener un control sobre la recepción y manejo de inventario tal es el caso de las farmacias, establecimientos pequeños que por lo general no cuentan con un sistema automatizado para controlar el inventario.

El Sistema presentado aportará a la empresa una herramienta capaz de determinar deficiencias existentes en el proceso de reparaciones ya que permitirá el mantenimiento preventivo de los equipos, así como el conocimiento estadístico de los repuestos usados en cada reparación y del inventario de los mismos.

## *I.5. Limitaciones y Alcances*

### I.5.1. Limitaciones

- No manejará información referente a costos, desde el punto de vista contable, sólo estado de garantías, la parte de los costos se manejará a través del departamento Administrativo.
- El sistema no estará disponible para uso en la Web, sólo en la intranet local.
- El sistema podrá ser usado sólo en ambiente Windows y con el manejador de Base de Datos SQL Server.
- No se interconectará con ningún otro sistema de control, monitoreo o de ventas que esté funcionando actualmente en la compañía.
- No podrá cargarse información al sistema por lotes, es decir, la forma de introducción de los datos será uno por uno para todos los equipos que ingresen al taller.

### I.5.2. Alcance

- El sistema es una combinación de hardware y software capaz de mantener registrada la información de cada equipo la cual es capturada a través de un lector de código de barras o mediante la introducción manual de los datos, además indicará si el equipo está o no en garantía. Por otro lado permitirá registrar los constantes cambios de estatus de los equipos en el proceso de reparación y cotización, los repuestos utilizados y el nombre del técnico encargado. A través de este sistema se podrá tener información del inventario de repuestos usados y de los equipos de la empresa siendo esta información útil para generar reportes que sirvan como aporte al proceso de la toma de decisiones y al mantenimiento preventivo de los equipos.

# CAPÍTULO II. Marco Teórico

## *II.1. Teoría de Inventarios*

El problema del inventario determina la cantidad que equilibra los casos en los que existe una falta o excedente, los cuales ocasionan costosas interrupciones o equivalen a tener un capital ocioso respectivamente. Los inventarios son un puente de unión entre la producción y las ventas. Una empresa o una industria suele asegurar su funcionamiento continuo teniendo un inventario razonable de bienes. Los inventarios prevalecen en el mundo de los negocios. Mantener inventarios es necesario para las compañías que tratan con productos físicos, como fabricantes, distribuidores y comerciantes (Taha, 2004).

### II.1.1. Control de Inventarios *[Redondo, 1993]*

La eficiencia del control de inventarios puede afectar la flexibilidad de operación de la empresa. Dos empresas esencialmente idénticas, con la misma cantidad de inventario, pero con grandes diferencias en los grados de flexibilidad de sus operaciones, pueden tener inventarios no balanceados, debidos básicamente a controles ineficientes de estos. Ello ocasiona que en determinado momento se encuentren con abundancia de alguna materia y carezcan de otra.

Estas deficiencias tienen efectos negativos en la utilidad. En otras palabras, la ineficacia del control de inventarios para un nivel dado de flexibilidad afecta el monto de las inversiones que requieren, es decir, a menor eficiencia en el sistema de control de inventarios, mayor la necesidad de inversión. Consecuentemente, las altas inversiones en inventarios tendrán un impacto adverso en la utilidad de la empresa.

Expuesta la importancia de un sistema de control de inventarios cabe destacar estos objetivos generales:

- Minimizar los costos de almacenamiento.
- Minimizar las pérdidas por daños, obsolescencia o por artículos perecederos.
- Mantener un nivel adecuado de inventario para que la producción no carezca de materias primas, partes y suministros.

- Mantener un transporte eficiente de los inventarios, incluyendo las funciones de despacho y recibo.
- Mantener un sistema eficiente de información del inventario.
- Proporcionar informes sobre el valor del inventario a contabilidad.
- Realizar compras de manera que se pueden lograr adquisiciones económicas y eficientes.
- Hacer pronósticos sobre futuras necesidades de inventario.

No es posible alcanzar todos estos objetivos; en su consecución se debe hacer ciertas concesiones. Hay varias condiciones que impiden el logro de estos objetivos. Más que representar problemas que pueden ser solucionados, estas condiciones siempre están presentes y tienden a frustrar el control efectivo del inventario.

El constante cambio en la relación de oferta - demanda frustra el control efectivo del inventario.

#### II.1.1.1. Control por artículos

Cada uno de los artículos que forman el inventario, deberán ser controlados en forma independiente. A cada uno de ellos se le abrirá su correspondiente ficha, la cual contiene, las siguientes características:

- **Cantidad mínima en existencia:** Es la menor cantidad en existencia de un artículo que debe estar almacenada para poder suplir los pedidos realizados por los clientes. Un factor que influye en esta cantidad es el tiempo de entrega del artículo. De tal manera que al determinar la cantidad mínima, se tome en consideración un excedente para futuras eventualidades.
- **Cantidad máxima en existencia:** La cantidad máxima es el mayor número de artículos que se puede tener en almacén, de tal forma que no se interfiera el tamaño del almacén ni que se perjudique el capital de trabajo. Sin embargo existen oportunidades en la cuales por estrategias de negocio es deseable tener una cantidad que exceda la cantidad máxima.

❖ **Solicitudes de compras pendientes de recibir:** La solicitud de compra es un requerimiento de artículos que se lleva a cabo cuando se observa que está llegando al límite mínimo establecido de existencias. Al haber un artículo en inventario cuya cantidad esté próxima a la mínima establecida, se deberá enviar una notificación al jefe del almacén y comprobar la cantidad física real.

❖ **Entradas de mercancías:** La entrada de mercancías corresponde a la llegada al almacén de ciertos artículos solicitados. Al llegar estos artículos, se deberá verificar que la cantidad solicitada coincide con la cantidad recibida. Una vez cumplido con este proceso se procede a registrar la entrada de la mercancía.

❖ **Cantidades reservadas:** Las cantidades reservadas corresponden con ciertas clases de artículos que aunque no hayan salido al almacén se consideran no disponibles.

❖ **Salidas de mercancía del almacén:** Corresponden a las cantidades de artículos que salen del almacén de manera controlada. El aspecto más importante de la salida del almacén no sólo es llevar un control estricto, sino poder determinar el precio de salida, ya que comúnmente, el precio de entrada varía dependiendo del lote y del proveedor. Los principales métodos para valorar la salida de inventarios se describen a continuación:

**Costo Promedio:** El costo de los artículos disponibles para la venta se divide entre el total de las unidades disponibles también para la venta. El promedio resultante se emplea entonces para valorizar el inventario final.

Los costos determinados por el método de promedio ponderados son afectados por las compras, al principio del periodo; así como al final del mismo; por lo tanto, en un mercado que tiende al alza, el costo unitario será menor que el costo unitario calculado corriente, y en un mercado que tiende a la baja, dicho costo unitario excederá al costo corriente.

**Método Primero en Entrar, Primero en Salir:** Este método identificado también como "PEPS", se basa en el supuesto de que los primeros artículos y/o materias primas en entrar al almacén o a la producción son los primeros en

salir de él. Se considerada conveniente este método cuando da lugar a una valuación del inventario concordante con la tendencia de los precios; puesto que se presume que el inventario esta integrado por las compras más recientes y esta valorizado a los costos también más recientes, la valorización sigue entonces la tendencia del mercado.

**Método Último en Entrar, Primero en Salir:** Este método parte de la suposición de que las últimas entradas en el almacén o al proceso de producción, son los primeros artículos o materias primas en salir. El método "UEPS" asigna los costos a los inventarios bajo el supuesto que las mercancías que se adquieren de último son las primeras en utilizarse o venderse, por lo tanto el costo de la mercadería vendida quedará valuado a los últimos precios de compra con que fueron adquiridos los artículos; y de forma contraria, el inventario final es valorado a los precios de compra de cada articulo en el momento que se dio la misma.

Como beneficio se identifica el reconocimiento de los costos más recientes de los artículos vendidos. Estos implica que cuando se valúa el costo de la mercadería vendida se aplicarán los últimos precios de compra, y en economías como la nuestra, se ha demostrado que los precios tienden a subir, lo que provoca que el costo sea mayor que si es valuado a precios menos recientes, por tal motivo las utilidades tienden a disminuirse y por ende en el pago de impuestos sobre la renta será menor.

### II.1.1.2. Factores de costo en el control de inventarios [Taha, 2004] [Hillier y Lieberman, 2002]

El objetivo primordial del control del inventario es tener la cantidad apropiada de materia prima u otros materiales y productos terminados en el lugar adecuado, en el tiempo oportuno y con el menor costo posible. Los costos excesivos en inventarios pueden ser por malas decisiones en el establecimiento de una política. Una buena política de inventario contesta las preguntas del momento adecuado para pedir y cuánto pedir.

La respuesta a estas preguntas se basa en minimizar el siguiente modelo de costo:

(Costo total del inventario) = (Costo de compra) + (Costo de preparación) + (Costo de almacenamiento) + (Costo de faltante)

Los factores de costo en el control de inventario son:

- **Costo de compra:** Se basa en el precio por unidad de pedido. Puede ser constante, o puede ofrecerse con descuentos.
- **Costo de preparación:** Constituye el costo fijo incurrido cuando se coloca un pedido. No depende de la cantidad.
- **Costo de almacenamiento:** Representa los costos asociados con el almacenamiento del inventario hasta que se vende o se usa. Incluyen el costo del capital invertido, espacio, seguros, protección e impuestos atribuibles al almacenamiento.
- **Costo por faltantes:** Surge cuando la cantidad que se requiere de un bien (demanda) es mayor que el inventario disponible. Este costo varía de acuerdo de alguno de los siguientes casos se aplique. Si la demanda excesiva no se pierde, sino que se queda pendiente hasta que se pueda satisfacer con el siguiente (con faltantes). Si ocurre un exceso de demanda sobre el inventario disponible, el distribuidor no puede esperar a la siguiente entrega normal para reabastecer el inventario (sin faltantes).

### II.1.2. Modelos de inventario *[Taha, 2004] [Hillier y Lieberman, 2002]*

La forma efectiva de manejar los inventarios es minimizando su impacto adverso, encontrando un punto medio entre la reserva y el exceso de reserva.

Un factor importante en la formulación y la solución de un modelo de inventario es que la demanda de un artículos (por unidad de tiempo) sea determinística (que se conozca con certidumbre) o probabilística (que se pueda describir con una distribución de probabilidad).

#### II.1.2.1. Modelo de inventario generalizado

El objetivo final de cualquier modelo de inventario consiste en dar respuesta a preguntas tales como:

1) ¿Qué cantidad de artículos deben pedirse?

2) ¿Cuándo deben pedirse?

La cantidad óptima de pedido (EOQ) ofrece respuesta a la primera pregunta. Cada vez que se realice un pedido, la cantidad óptima a ordenar es representada por EOQ y puede variar con el tiempo.

La respuesta a la segunda pregunta dependerá del tipo de sistema de inventario.

Existe una serie de componentes de los modelos inventarios. Cada componente brinda una clasificación de estos modelos. Estos componentes son:

- **La demanda:** Los modelos de inventario se clasifican según la demanda en determinísticos y estocásticos. Si la demanda es conocida en un periodo de tiempo entonces es determinístico y por el contrario si la demanda se trata de una variable aleatoria con una distribución exponencial de probabilidad conocida es estocástico.

- **El tiempo de entrega:** Es el lapso comprendido desde el momento en que una orden de reabastecimiento es colocada (por compra o producción) hasta la recepción de los bienes. De esta manera si el tiempo de entrega es fijo, el reabastecimiento puede ser programado precisamente en el momento en que se desea.

- **Revisión de inventario:** Según la forma en la que es revisado el inventario se pueden clasificar:

  **Inventarios de revisión continua:** se colocan los nuevos pedidos y la cantidad de inventario baja hasta cierto nivel llamado punto de reorden.

  **Inventarios de revisión periódica:** se verifica el nivel de inventario en intervalos discretos, y en cada intervalo se toman las decisiones para ordenar, aun cuando entre los tiempos de revisión, el nivel de inventario hubiera bajado del punto de reorden.

### II.1.2.2. Modelos determinísticos

Los modelos determinísticos se usan cuando la demanda en periodos futuros se puede pronosticar con precisión. Estos modelos pueden ser clasificados según la forma en que se revisa el inventario, ya sea continua o periódicamente.

Los modelos determinísticos con revisión continua asumen que la tasa de la demanda es constante y la revisión del inventario se hace de manera continua. En un sistema de revisión continua, se hace un pedido en el momento en que el inventario baja al punto de reorden especificado.

La situación de inventarios mas común que enfrentan los fabricantes, distribuidores y comerciantes es que los niveles de inventarios se reducen con el tiempo y después se reabastecen con la llegada de nuevas unidades. Una representación de esta situación es el modelo del lote económico o modelo EOQ (*economic order quantity*).

Existen una serie de variaciones del modelo EOQ, tales como:

- Modelo EOQ con discontinuidades de precio
- Modelo EOQ de varios artículos con limitación de almacén
- Modelo EOQ de varios artículos con faltantes planeados
- Modelo EOQ con descuentos por cantidad

A continuación se presenta la descripción del modelo determinístico de revisión continua EOQ con faltantes planeados:

**Modelo EOQ con faltantes planeados:** Este modelo toma en cuenta las situaciones en las cuales permitir faltantes planeados tiene sentido desde el punto de vista administrativo. Las suposiciones de este modelo son:

1) Se conoce la tasa de demanda de unidades por unidad de tiempo

2) La cantidad ordenada (Q) para reabastecer el inventario llega toda junta cuando se desea, es decir, cuando el nivel del inventario baja a 0.

3) Permite planear faltantes

Sea

ρ = costo de faltante por unidad que falta por unidad de tiempo que falta,

S = nivel de inventario justo después de recibir un lotes de Q unidades

Q-S = faltante en inventario justo antes de recibir un lote de Q unidades

El costo total por unidad de tiempo se obtiene a partir de las siguientes componentes:

Costo de producir u ordenar por ciclo = $K + cQ$

Costo de mantener el inventario por ciclo = $\frac{hS}{2}\frac{S}{a} = \frac{hS^2}{2a}$

Costo de faltantes por ciclo = $\frac{p(Q-S)^2}{2a}$

Costo total por ciclo = $k + cQ + \frac{hS^2}{2a} + \frac{p(Q-S)^2}{2a}$

Costo total por unidad de tiempo = $T = \frac{ak}{Q} + ac + \frac{hs^2}{2Q} + \frac{p(Q-S)^2}{2Q}$

Este modelo tiene dos variables de decisión (S y Q) y los valores óptimos (S*y Q*).

Nivel de inventario óptimo después de recibir inventario = $S^* = \sqrt{\frac{2aK}{h}}\sqrt{\frac{p}{p+h}}$

Cantidad a ordenar o producir óptima para reabastecer el inventario = $Q^* = \sqrt{\frac{2aK}{h}}\sqrt{\frac{p+h}{p}}$

La longitud óptima del ciclo esta dada por $t^* = \frac{Q^*}{a}$

El faltante máximo es $$Q^* - S^* = \sqrt{\frac{2aK}{p}}\sqrt{\frac{h}{p+h}}$$

Cuando el valor de ρ o de *h* se hace mucho más grande que el otro, las cantidades anteriores se comportan de manera intuitiva.

Cuando $\rho \rightarrow \infty$ con *h* constante (los costos por faltantes dominan), $Q^* - S^* \rightarrow 0$ mientras que $Q^*$ y $t^*$ convergen a los valores del modelo EOQ básico el cual no permite faltantes. De tal manera, que aunque el modelo actual permite faltantes, $\rho \rightarrow \infty$ implica que no vale la pena tenerlos.

Por otro lado cuando $h \rightarrow \infty$ con ρ constante (de manera que dominan los costos de mantener inventario), $S^* \rightarrow 0$. Así, el tener $h \rightarrow \infty$ hace que no sea económico tener niveles de inventario positivos, con lo que cada nuevo lote de $Q^*$ unidades va no mas allá de eliminar los faltantes actuales.

A continuación se muestra un diagrama en el que es posible observar un modelo de inventario cuando se planean faltantes. *(Ver figura 2.1)*

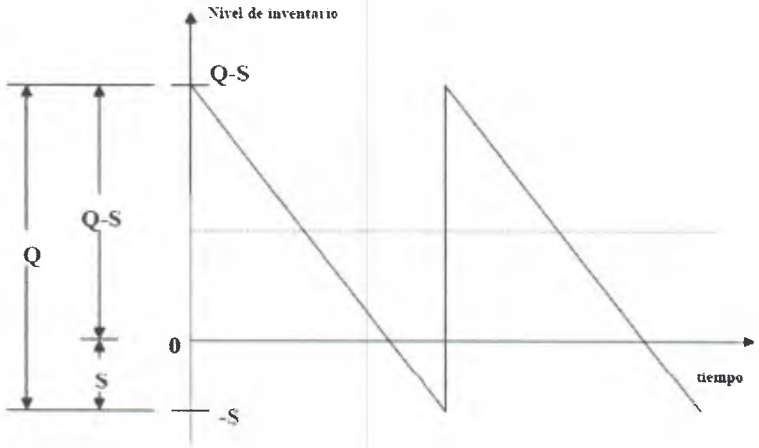


**Figura 2.1. Diagrama de modelo determinístico con faltantes**
**Fuente: Adaptado por el autor (Hillier y Lieberman, 2002)**

Los modelos determinísticos con revisión periódica asumen que la demanda es conocida pero el inventario es revisado en forma periódica durante una cantidad finita de periodos iguales. En la revisión periódica, se revisa el nivel de inventario en intervalos de tiempo discretos y sólo en estos momentos se toma la decisión para ordenar.

### II.1.2.3. Modelos estocásticos

Los modelos estocásticos están diseñados para analizar sistemas de inventarios donde existe una gran incertidumbre sobre las demandas futuras. Al igual que los modelos determinísticos, estos modelos pueden ser clasificados según la forma en que se revisa el inventario, ya sea continua o periódicamente.

Los modelos estocásticos con revisión continua asumen que la tasa de la demanda se describe mediante una distribución de probabilidades y la revisión del inventario se hace de manera continua. El nivel de inventario se supervisa en forma continua por lo que una orden se coloca en cuanto el nivel de inventario llega al punto de reorden.

Es común que un sistema de inventarios de revisión continua para un producto específico se base en dos números críticos:

R = punto de reorden

Q = cantidad a ordenar

Una política de inventario basada en estos dos números críticos es sencilla.

**Política de inventarios**: siempre que el nivel de inventario de un producto baje a R unidades, se coloca una orden de Q unidades para reabastecer el inventario.

Esta política con frecuencia se llama política de punto de reorden, cantidad a ordenar, o política (R, Q).

A continuación se presenta un modelo estocástico con revisión continua, el cual tiene relación estrecha con el modelo con faltantes planeados descrito anteriormente. De hecho todas las suposiciones son consistentes con la única excepción que la demanda para retirar unidades de del inventario y venderlas (o usarlas de otro modo) durante este tiempo de entrega es incierta.

**Selección de la cantidad a ordenar Q:**

$$Q = \sqrt{\frac{2AK}{h}}\sqrt{\frac{p+h}{p}}$$

donde A es la demanda promedio por unidad de tiempo.

**Selección del punto de reorden R:** Se basa en el nivel deseado por la administración de servicio al cliente. Así, el punto inicial es obtener una decisión administrativa para el nivel de servicio deseado.

Dentro de las medidas alternativas del nivel de servicio se encuentran:

1) La probabilidad de que ocurra un faltante entre la colocación de la orden y la recepción del pedido.

2) El número promedio de faltantes por año

3) El porcentaje promedio de la demanda anual que se satisface de inmediato (sin faltantes).

4) El retraso promedio en satisfacer las órdenes pendientes cuando ocurre un faltante.

5) El retraso promedio en satisfacer las ordenes pendientes cuando ocurre un faltante

6) El retraso promedio global para satisfacer las órdenes (donde el retraso sin faltantes es cero "0").

La primera medida, es la más conveniente en este caso para usarla como medida principal. La misma será denotada con la letra L:

L = probabilidad deseada por la gerencia de que no ocurran faltantes en el lapso entre colocar una orden y recibirla.

De esta manera, surge la distribución de probabilidad estimada de la siguiente variable aleatoria:

D = demanda durante el tiempo de entrega para satisfacer una orden.

Si la distribución de probabilidad de D es una distribución uniforme, en el intervalo de *a* a *b*, el punto de reorden se establece de la siguiente manera:

$$R = a + L(b - a)$$

Si D tiene distribución normal, con media $\mu$ y varianza $\sigma^2$, dado el valor de L, se puede usar la tabla para la distribución normal y así determinar el valor de R. De tal manera, solo se requiere encontrar el valor $K_{1-L}$ en esta tabla y después sustituirlo en la siguiente fórmula:

La cantidad de inventario de seguridad que se obtiene es: $R = \mu + K_{1-L} \quad \sigma$

Inventario de seguridad = $R - \mu = K_{1-L} \quad \sigma$

El procedimiento general para elegir R con la primera medida de nivel de servicio es

1) Seleccionar $L$

2) Despejar $R$ tal que

$$P(D \leq R) = L$$

Los modelos estocásticos con revisión periódica asumen que la demanda es dada por una distribución probabilística, pero el inventario es revisado en forma periódica durante una cantidad finita de periodos iguales.

A continuación se muestra un diagrama en el que es posible observar un modelo de inventario cuando se planean faltantes. *(Ver figura 2.2)*

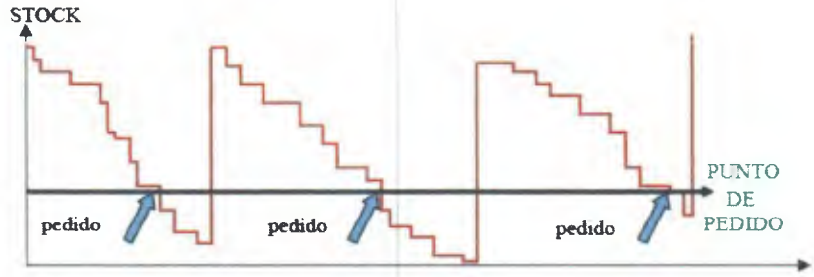


**Figura 2.2. Diagrama de modelo estocástico con faltantes**

**Fuente: Adaptado por el autor (http://www.doi.icai.upcomillas.es/simio/transpa/t_inv_ar.pdf)**

## *il.2. Códigos de Barra*

A continuación se presenta una explicación de los códigos de barra, los tipos de lectores que existen y la forma en que son capturados y enviados a una computadora o terminal.

### II.2.1 Concepto *[Wikipedia, 2007] [Sabater, 2003] [Arizpe, 2006]*

El código de barras es un arreglo en paralelo de barras y espacios, que contiene información de un símbolo, codificada en dichas barras y espacios. Esta información puede ser leída por dispositivos ópticos, los cuales envían la información capturada hacia una computadora como si la información se hubiera introducido por el teclado.

Contiene la representación de una determinada información mediante un conjunto de líneas paralelas verticales de diferente grosor y espaciado. Sirve para reconocer rápidamente un artículo en un comercio o en un punto de la cadena logística de forma única ya que cuenta con la información detallada del artículo o documento que lo contiene, a través de una asociación con una base de datos. Actualmente, el código de barras está masivamente implantado de forma internacional hasta el punto de que prácticamente la totalidad de los productos de consumo lo incorporan.

Desde el punto de vista del ingreso de los datos es posible ver un código de barra como una técnica de entrada de datos (tal como la captura manual, el reconocimiento óptico y la cinta magnética), con imágenes formadas por combinaciones de barras y espacios paralelos de anchos variables.

### II.2.2 Simbología *[Wikipedia,2007] [Arizpe, 2006]*

Un símbolo de código de barras es la impresión física de un código de barras. Una simbología es la forma en que se codifica la información en las barras y espacios del símbolo de código de barras. Existen diferentes simbologías para diferentes aplicaciones, cada una de ellas con diferentes características. Las principales características que definen una simbología de código de barras son: numéricas o alfanuméricas, de longitud fija o de longitud variable, discreta o continua, y por el número de ancho de elementos.

Existe una correspondencia entre los mensajes que se representan y el código de barras, lo cual permite brindar una primera clasificación en lineales y bidimensionales.

### II.2.3 Importancia y justificación de la utilización de códigos de barra *[Sabater, 2003]*

Actualmente, el código de barras permite que cualquier producto pueda ser identificado en cualquier parte del mundo, de manera ágil y sin posibilidad de error. Esto es importante si se

considera que el personal encargado de la captura de datos (haciendo la misma labor en forma manual), comete, en promedio, un error por cada 300 caracteres tecleados, en comparación con los códigos de barras, cuyas posibilidades de lectura errónea son de una en un trillón.

Además de lograr una mejor eficiencia en la captura, almacenamiento, recuperación y manejo de datos, también se reducen costos de operación gracias a la capacidad de los sistemas informáticos para desarrollar estas tareas en forma rápida y sin errores.

Entre las primeras justificaciones de la implantación del código de barras se encontraron la necesidad de agilizar la lectura de los artículos en las cajas y la de evitar errores de digitación.

### II.2.4.Ventajas y Beneficios de los códigos de barra *[Sabater, 2003] [Arizpe, 2006]*

El uso de códigos de barras es muy común en la producción y distribución de artículos, proporcionando información oportuna y veraz, justo en el momento en que se requiere, no sólo en la tienda o punto de venta, sino a lo largo de toda la cadena comercial.

#### II.2.4.1. Ventajas

Algunas de sus ventajas sobre otros procedimientos de recolección de datos son: Bajos costos, bajos porcentajes de error, flexibilidad y facilidad de conexión y de instalación de los equipos de lectura e impresión de código de barra, agilidad en etiquetar los precios ya que no es necesario hacerlo sobre el artículo, rápido control del stock de las mercancías y estadísticas comerciales ya que permite conocer las referencias vendidas en cada momento pudiendo extraer conclusiones de mercadeo.

#### II.2.4.2.Beneficios

Representan la mejor tecnología para implementar un sistema de recolección de datos mediante la identificación automática, mejoran la exactitud de los datos, presentan costos fijos de labor más bajos, no existen retrasos desde que se lee la información hasta que puede ser usada, brinda un mejor control de calidad y de servicio al cliente, se cuentan con nuevas categorías de información y se mejora la competitividad.

### II.2.5. Tipos de código de barras *[Sabater,2003] [Wikipedia, 2007]*

Existen varias simbologías de código de barras. Todas ellas fueron desarrolladas con propósitos distintos; a simple vista son similares, aun así, tienen sus diferencias, dependiendo

de la aplicación para la que fueron creados. En general, se pueden clasificar en dos grandes grupos, lineales (1-D) y de dos dimensiones. (Ver anexo 2)

### II.2.6. Forma de lectura de un código de barras *[Sabater, 2003]*

Los códigos de barra son leídos mediante el paso de luz sobre el símbolo del código de barras. Las barras oscuras del código de barras absorben la luz roja emitida por láser del escáner y la reflejan en espacios luminosos. El escáner posee un dispositivo que toma esa luz reflejada y la transforma en una señal eléctrica.

### II.2.7. Escáner o lector de código de barras *[Arizpe, 2006]*

Es un dispositivo que por medio de un láser lee un código de barras y emite el número que muestra el código de barras a través de cierta interfaz. Esta transmisión la hace mediante una salida eléctrica a la computadora. Un escáner de código de barras consiste en un escáner propiamente dicho, un decodificador y un cable que actúa como interfaz entre el decodificador y la computadora. El decodificador es el que reconoce el símbolo del código leído y transmite los datos a la computadora en un formato específico. El escáner puede tener el decodificador incluido o puede ser un escáner sin decodificador. Los escáneres sin decodificador suelen ser usados cuando se requiere realizar procesamiento tipo batch y un proceso de decodificación mediante un terminal.

#### II.2.7.1. Interfaces de escáneres o lectores de códigos de barra

Las interfaces de conexión entre el lector de código de barras y la computadora donde se aloja una aplicación pueden ser distintas. Existen lectores que aceptan una sola interfaz integrada mientras que hay otros que se pueden configurar para aceptar varias interfaces. Las interfaces más conocidas son:

- **Interfaz de teclado**: En este caso el decodificador es el teclado. Se conecta el lector directamente al puerto del teclado ofreciendo una salida idéntica a la de éste, pudiéndose conectar al mismo tiempo el teclado y el lector. Los datos que lee el lector de código de barras se envían a la computadora, como que hubiesen sido escritos en el teclado.

- **Interfaz USB:** Conexión más simple, rápida y sencilla que la conexión por teclado, y no necesitan alimentación añadida, se hace a través de puerto usb.

- **Interfaz RS-232:** Los escáneres que se conectan a la interfaz serial o RS-232 necesitan un programa especial para recuperar los datos recibidos. Esta interfaz es un poco más sofisticada que la de teclado.

- **Interfaz inalámbrica:** Pueden utilizar estándares de conexión que se apoyen en tecnologías como wifi, bluetooh o RFID para transmisión inalámbrica de los datos capturados a la computadora.

#### II.2.7.2. Tipos de escáneres o lectores de código de barras

Una primera clasificación según la estructura y funcionamiento del lector brinda los siguientes tipos: *(Ver anexo 3)*

- **Lápiz óptico o wand**
- **Láser de pistola**
- **CCD (CHARGE COUPLED DEVICE)**
- **Láser Omnidireccional**

Tanto los lectores láser, como los CCD y los omnidireccionales se configuran leyendo comandos de programación impresos en menús de códigos de barras.

Otra clasificación de los lectores que se puede hacer es basada en su movilidad y en ese aspecto es posible encontrar:

- **Lectores fijos**
- **Lectores portátiles**
- **Lectores portátiles inalámbricos**

## *II.3. Estadística Descriptiva [Mendehall,1987], [Lipschutz,1975]*

La estadística es el estudio de los fenómenos aleatorios. El aspecto más importante de la estadística es la obtención de conclusiones basadas en los datos experimentales. Los

procedimientos estadísticos son métodos para manejar la información cuantitativa y hacer que tenga sentido, específicamente la estadística descriptiva permite describir y resumir las observaciones.

La Estadística se ocupa de los métodos y procedimientos para recoger, clasificar, resumir, y analizar los datos cuya variabilidad e incertidumbre sea una causa intrínseca de los mismos; así como de realizar inferencias, con la finalidad de ayudar a la toma de decisiones y formular predicciones.

**II.3.1. Población o Universo:** La población es el total del conjunto de elementos u objetos de los cuales se quiere obtener información, puede referirse a casi cualquier cosa que se desea estudiar.

**II.3.2. Muestra**: La muestra es un conjunto representativo seleccionado de una población. La palabra representativo es la clave de esta idea, una buena muestra es aquella que refleja las características esenciales de la población que se obtuvo. En esta estadística, el objetivo de las técnicas de muestreo es asegurar que cada observación en la población tiene una oportunidad igual e independiente de ser incluida en la muestra.

**II.3.3. Medidas numéricas descriptivas**: Una forma útil de resumir los datos consiste en encontrar un indicador que represente al conjunto de medidas. Es posible encontrar los siguientes indicadores:

- **Moda**: Es el valor que en una distribución ocurre con mayor frecuencia. Algunas veces hay más de una moda
- **Mediana**: La mediana de un conjunto de observaciones es el valor para el cual, cuando todas las observaciones se ordenan de manera creciente, la mitad de éstas es menor que este valor y la otra mitad es mayor.
- **Media**: Es la medida que aparece más veces, conocida con el nombre de promedio o promedio aritmético. Es la suma de todos los valores de una distribución dividida entre el número de casos.

## II.4. Conceptos de Probabilidad [Lipschutz,1975], [Taha, 2004]

Un experimento aleatorio es un proceso o curso de acción cuyo resultado es incierto, y, sin embargo, existe una distribución regular de repeticiones después de un gran número de realizaciones del experimento.

Cada realización de un experimento aleatorio puede dar resultados diferentes, por lo tanto, sólo podemos referirnos a la probabilidad de ocurrencia de un cierto resultado. La probabilidad se asocia a la ejecución de un experimento cuyos resultados se presentan en forma aleatoria. El conjunto de todos los resultados de un experimento se llama espacio muestral, y un subconjunto del espacio muestral se llama evento.

Los eventos A y B son independientes si la ocurrencia de un evento no cambia la probabilidad de ocurrencia del otro evento. Si no, son dependientes.

### II.4.1. Probabilidad Condicional

Sean dos eventos A y B tales que $P(A) > 0$. Denótese $P(B/A)$, la probabilidad de B una vez que haya ocurrido el evento A. puesto que sabemos que ocurrió A, este se convierte en el nuevo espacio muestral reemplazando al original S. A partir de eso llegamos a la fórmula definida a continuación:

$P(B/A) = \dfrac{P(A \cap B)}{P(A)}$, siendo A, el evento que ya ocurrió. $\rightarrow P(A \cap B) = P(A) * P(B/A)$

- ***Eventos Independientes:*** Si $P(B/A) = P(B)$, es decir que la probabilidad de que ocurra B no esta afectada por la ocurrencia o no de A, entonces decimos que A y B son eventos independientes. Esto equivale a: $P(A \cap B) = P(A) * P(B)$

- ***Teorema de Bayes*** (Teorema de la probabilidad de las causas) Si se tiene que $A_1$, $A_2$, $A_3$,..., $A_n$ son eventos mutuamente excluyentes y exhaustivos (cuya unión es el espacio muestral S), es decir que va a ocurrir uno de los eventos. Entonces si A es un evento cualquiera que se sabe ocurre, tenemos:

$$P(A_K / A) = \frac{P(A_K)P(A/A_K)}{\sum_{j=1}^{n} P(A_j)P(A/A_j)}$$

Esto permite encontrar las probabilidades de diferentes eventos $A_1$, $A_2$, $A_3$,..., $A_n$ que pueden hacer que ocurra A.

### II.4.2. Varianza y Desviación Estándar

La media de x, E(x), es una medida de la tendencia central (o suma ponderada) de la variable aleatoria. La varianza, var (x), es una medida de dispersión o desviación de x respecto de la media E(x). Una varianza mayor indica un mayor grado de incertidumbre acerca de la variable aleatoria. En forma específica, cuando se conoce con certeza el valor de una variable, su varianza es cero.

### II.4.3. Distribución Normal

En los procesos naturales, siempre hay dispersión. En muchos casos, se da una distribución de frecuencia (ó de probabilidades) simétrica, llamada Curva Normal o Campana de Gauss.

Los dos parámetros que la definen son la media ($\mu$) y el desvío estándar ($\sigma$)

Curvas con mismo $\sigma$ pero diferente $\mu$ :

**Figura 2.3. Distribución de curvas normales**
**Fuente: Adaptado por el autor (Taha, 2004)**

# CAPÍTULO III. Marco Metodológico

En este capítulo se brinda una explicación de la metodología utilizada para realizar el desarrollo del sistema. Dicha explicación se basa en el estudio de las características principales de esta metodología y de su ciclo de vida donde se detallan las fases y los flujos de trabajo.

Un proceso de desarrollo de software es un método que permite organizar las actividades que se relacionan con la creación, presentación y mantenimiento de los sistemas de software. (Larman, 2001)

El Proceso Unificado fue escogido como metodología de desarrollo debido a que permite utilizar las características de la orientación a objetos y además desarrollar un sistema de manera iterativa e incremental, reduciendo riesgos en etapas tempranas del desarrollo. Además permite obtener una distribución y control adecuado del trabajo que se desarrolla en el proyecto, dentro de una agenda y costos estudiados anteriormente, con un enfoque en las funcionalidades más importantes que fueron recolectadas y analizadas previamente. (Jacobson et al, 2000)

El lenguaje UML establece un estándar para los artefactos entregables de cada una de las fases del desarrollo. Permite especificar, visualizar y construir los artefactos y esta destinado a sistemas de modelado que utilizan conceptos orientados a objetos. (Larman, 2001)

Algunas claves a tomar en cuenta para tener éxito en la aplicación del proceso unificado de desarrollo son adaptar el proceso, establecer un balance entre las prioridades de los interesados, lograr una colaboración entre los equipos, agregar valor al proyecto iterativamente y enfocarse continuamente en la calidad. (Kroll et al, 2006).

## *III.1 Principales Características del Proceso Unificado de Desarrollo [Jacobson et al, 2000]*

A continuación se presenta una explicación de cada una de las características que describen e identifican al proceso unificado de desarrollo.

### III.1.1 Dirigido por Casos de Uso

Los casos de uso expresan los requerimientos funcionales que tienen los usuarios. Estos casos de uso guían el diseño, la implementación y las pruebas, esto se debe a que basado en los casos de uso los desarrolladores construyen modelos de diseño e implementación que sean acordes con el modelo de casos de uso y a que las pruebas son hechas para garantizar que el sistema cumple con los casos de uso. Estos casos de uso deben ir madurando a la par que la arquitectura del sistema.

### III.1.2 Centrado en la Arquitectura

La arquitectura establece una visión común que deben tener todos los involucrados en el desarrollo de un proyecto de software. Es de vital importancia poder expresar la arquitectura en términos tanto de desarrolladores como de personas sin experiencia en el tema, es decir, se deben brindar diferentes vistas o enfoques del sistema dependiendo de la compresión que se requiera. En las fases de inicio y las primeras iteraciones de la fase de la elaboración se desarrolla la arquitectura desde su conceptualización, hasta definir una base sólida a seguir en el proyecto.

### III.1.3 Iterativo e Incremental

El desarrollo de un sistema suele dividirse en mini-proyectos o unidades más pequeñas. Con cada una de estas unidades en que se divide el sistema se realizan flujos de trabajo y se realizan iteraciones que van a contribuir al incremento del sistema. Cada iteración debe ser planificada y controlada, a fin de que represente un aporte para el sistema completo. La idea es hacer secuencial o con pocas desviaciones el proceso de iteraciones, si las iteraciones no cumplen con sus objetivos se debe revisar y atacar el problema con una nueva visión.

## *III.2 Ciclo de Vida [Jacobson et al, 2000]*

La metodología del Proceso Unificado plantea el desarrollo de un proyecto en cuatro fases, en las cuales se desarrollan una serie de trabajos de los cuales resultan algunos entregables. En cada fase se realizan una o varias iteraciones de dichos flujos de trabajo. Las cuatro fases constituyen un ciclo del cual resulta una versión del sistema.

### III.2.1 Flujos de Trabajo

Los flujos de trabajo fundamentales se llevan a cabo durante las iteraciones de cada fase del proceso de desarrollo. En cada iteración del ciclo de vida del proyecto se realizan los flujos de trabajo que se consideren necesarios, existiendo también la posibilidad de realizar una combinación de varios de ellos de manera simultánea durante el desarrollo de una fase del proyecto.

#### III.2.1.1 Captura de Requisitos

La captura de requisitos es un proceso complejo, debido a que requiere la obtención de información por parte de los futuros usuarios, los cuales en la mayoría de los casos no tienen una visión global del sistema y no saben como se realizar su trabajo de una manera más eficiente. Para realizar una captura de requisitos de manera eficaz se debe entender el contexto del sistema. Para ello se usa el modelo de dominio y el modelo del negocio.

El objetivo principal de esta fase es recolectar la mayoría de los requisitos funcionales y no funcionales del sistema. Los requisitos funcionales se estructuran a través de casos de uso. Los requisitos no funcionales, que en su mayoría provienen de casos de uso específicos, se estructuran en un documento adicional que se denomina requisitos adicionales.

Al final del proceso de captura de requisitos se obtiene un modelo inicial del sistema, que es el modelo de casos de uso. Dicho modelo también trae consigo, un acuerdo entre los desarrolladores y los clientes de las funcionalidades que debe tener el sistema.

El proceso de captura de requisitos comienza en la fase de Inicio, y se lleva a cabo casi en su totalidad en esa fase y en la de Elaboración (el objetivo es haber capturado un 80 por ciento de los requisitos al llegar a esta fase). Sin embargo debido a la naturaleza cambiante los requisitos el proceso de captura se lleva a cabo en iteraciones donde cada iteración incluye un cambio o actualización de los requisitos. A medida que se avance en el proyecto dichos cambios tienden a disminuir.

### III.2.1.2 Análisis

En el análisis se realiza un estudio detallado de los requisitos obtenidos en la fase anterior, con ello se logra una precisa compresión y especificación de los mismos mediante su refinamiento y reestructuración. Los casos de uso no se describen usando el lenguaje del cliente, como en la fase anterior, sino usando el lenguaje de los desarrolladores y se hace una vista de aspectos internos del sistema relacionados con casos de uso. En este proceso se estudian aspectos como conflictos de concurrencia, descripciones poco expresivas y redundancias.

El análisis provee una estructura centrada en el mantenimiento en aspectos como flexibilidad de cambios y reutilización y cuya estructura tratará de mantenerse durante el diseño del sistema, sin embargo hay aspectos que se posponen para etapas de diseño e implementación.

El análisis se realiza casi por completo, en las primeras iteraciones de la fase de elaboración, y dependiendo de la complejidad del proyecto y del desenvolvimiento de su desarrollo se decide si se continúa actualizando el modelo de análisis.

### III.2.1.3 Diseño

Se modela y se le da forma al sistema, incluyendo la arquitectura, de manera que soporte los requisitos funcionales, no funcionales y demás restricciones del sistema.

La entrada fundamental del diseño es el modelo de análisis provee una explicación detallada de los requerimientos e impone una estructura a seguir y conservar en el proceso de dar forma al sistema.

En el proceso de diseño se busca comprender los requisitos no funcionales y restricciones relacionadas con sistemas, lenguajes de programación, tecnologías de distribución, concurrencia y transacciones. También busca descomponer el trabajo de la implementación en partes más manejables que puedan ser llevadas a cabo por diferentes equipos de desarrollo. Se tocan aspectos como interfaces entre subsistemas y notaciones comunes.

El diseño se desarrolla al final de la fase de elaboración y en las primeras iteraciones del comienzo de la fase de construcción. Se crea un plano del modelo de implementación, cuando

los requisitos se comprenden perfectamente y se tiene una arquitectura estable se centra la atención en la implementación.

La salida es el modelo de diseño, que es un modelo físico y específico a diferencia del de análisis. Incluye subsistemas de diseño y de servicios, y sus dependencias, clases de diseño, las realizaciones de los casos de uso-diseño, la vista de la arquitectura desde el punto de vista del diseño, y un modelo de despliegue que describe las configuraciones de red sobre la cual se implementará el sistema.

#### III.2.1.4 Implementación

Se toma el resultado de las fases de diseño y se implementa el sistema en términos de componentes como ficheros, códigos fuentes y scripts ejecutables.

La arquitectura del sistema se define en la fase de diseño, y el propósito principal de la implementación es desarrollar la arquitectura y el sistema como un todo. El objetivo fundamental es desarrollar e integrar el sistema de manera incremental (por iteraciones). Esto se logra mediante la implementación de las clases y subsistemas del diseño, también se distribuye el sistema en el sistema entre los nodos del diagrama de despliegue.

Durante la fase de construcción la implementación es el flujo de trabajo principal, aunque la implementación también se desarrolla durante la elaboración para crear la línea base ejecutable de la arquitectura y en la transición para resolver problemas tardíos de las versiones beta.

Se obtiene el modelo de implementación que incluye subsistemas de implementación y sus dependencias, interfaces y contenidos, componentes probados por unidad incluyendo ejecutables, además se tendrá una vista de la arquitectura desde el punto de vista de la implementación y un refinamiento de la vista de despliegue.

#### III.2.1.5 Prueba

En la etapa de pruebas se verifican y se ajustan los resultados de la implementación tanto de construcciones internas, intermedias como de versiones finales a ser entregadas. En esta etapa se incluye la creación de los casos de prueba, si es posible de manera automatizada,

tanto de pruebas de integración como de pruebas de sistema y manejar sus resultados para corregir los errores que surjan.

Durante el ciclo de vida del software las pruebas se pueden desarrollar en todas las etapas, sin embargo las pruebas se llevan a cabo, casi en su totalidad, en las fases de elaboración y construcción, la fase de transición se centra en la corrección de errores.

Como salida de este flujo de trabajo está el modelo de pruebas, que incluye los casos de prueba, procedimientos de prueba, componentes de prueba y un plan de prueba.

### III.2.2 Fases

A continuación se explican las fases en las que se divide el desarrollo del proyecto. En cada una de estas fases participan algunos o todos los flujos de trabajos mencionados anteriormente, en al menos una iteración, dependiendo de la planificación del proyecto.

#### III.2.2.1 Inicio o Incepción

El objetivo principal de esta fase es poner en marcha el proyecto. Puede consistir en una persona recopilando objetivos, esbozando una arquitectura y realizando análisis de negocios o un proyecto investigativo complejo. Después de la fase de inicio se habrá delimitado el problema y se sabrá si es posible y si se desea realizar el sistema. El trabajo de la fase de inicio dará al cliente, a los desarrolladores y al resto de los involucrados en el sistema la confianza y seguridad de que el arquitecto y los encargados del desarrollo serán capaces de mitigar los riesgos críticos, formular una arquitectura y hacer un análisis inicial de negocio. Para ello se debe delimitar el alcance del ámbito del proyecto a fin de definir los límites dentro de los cuales se buscarán los riesgos críticos, con ello se definen las estimaciones de costo, agenda y recuperación de la inversión.

También se busca ver la existencia de una arquitectura candidata que pueda soportar el ámbito del sistema.

En cuanto a los flujos de trabajo que se desarrollan en la etapa de inicio se observa que la mayor parte del trabajo se concentra en los requisitos.

### III.2.2.2 Elaboración

La fase de elaboración tiene como objetivo fundamental la construcción de la línea base de la arquitectura lo cual implica desarrollar el 80 por ciento de los casos de uso. Al entrar en esta fase se debe tener una arquitectura inicial o candidata que contemple las partes difíciles y novedosas del proyecto, también se han identificado y estudiado los riesgos críticos y por último se han realizado un análisis inicial del negocio y se ha obtenido la aprobación de los implicados en el proyecto. En la fase de elaboración se capturan los requisitos que queden aún pendientes, se establece una base de la arquitectura sólida, para etapas posteriores del sistema. En esta etapa se tiene una visión general del sistema pero se profundiza cuando sea necesario o los riesgos técnicos lo exijan a fin de establecer una arquitectura sólida. De esta etapa se obtiene un modelo completo de negocio o de dominio, una nueva versión de todos los modelos, una línea base de la arquitectura, una lista de riesgos actualizada y el análisis del negocio completo incluyendo la propuesta económica.

### III.2.2.3 Construcción

La construcción lleva la capacidad operativa inicial. El propósito de esta fase es dejar listo el producto en su versión operativa inicial o versión beta. La construcción debe cumplir con los requisitos recolectados y refinados en etapas anteriores y debe estar dentro de los límites del plan de negocio. A la entrada de la fase de la construcción se tiene una arquitectura ejecutable y los riesgos críticos han sido reducidos. Al final de la fase, luego de varias iteraciones e incrementos se obtiene un software para el usuario. Se integran y se prueban los subsistemas y el sistema completo. Se terminan de recolectar los requisitos y se modifica la arquitectura en caso de que sea necesario. La fase de construcción es análoga al desarrollo, el esfuerzo no es investigativo ni de acumulación de conocimientos sino de construcción dentro de unos parámetros de costo, esfuerzo y agenda, en donde se dan prioridad a los casos de uso de tal manera de evitar tener que dar vuelta atrás.

### III.2.2.4 Transición

La transición completa la versión del producto. Al entrar en esta etapa el sistema ofrece la confianza necesaria para operar en el entorno del cliente aunque no sea perfecto. En esta fase se busca cumplir con todos los requisitos a fin de satisfacer a los usuarios, y gestionar todos

los aspectos relativos a la operación del entorno del usuario, lo cual incluye corregir los defectos remitidos por usuarios de la versión beta o por los encargados de las pruebas de aceptación. Se busca descubrir riesgos inesperados, problemas no resueltos, fallas, deficiencias en la documentación e información para la formación del usuario. La fase de transición finaliza con el lanzamiento del producto.

A continuación se muestra una figura donde es posible ver Los flujos de trabajo a lo largo de las fases que componen el proceso unificado de desarrollo *(Ver figura 3.1)*

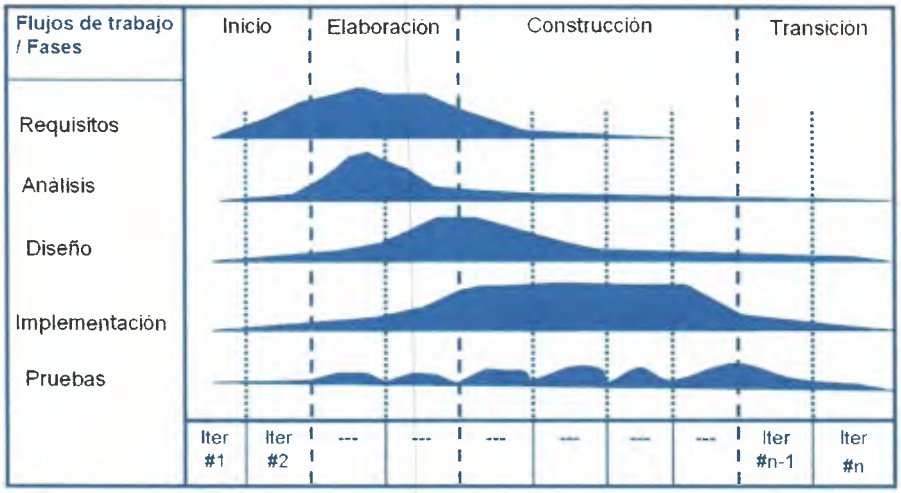


**Figura 3.1. Ciclo de vida del Proceso Unificado.**
**Fuente: Adaptado por el autor (Jacobson, 2000)**

## *III.3. Aplicación de la metodología en el SCRMI*

La metodología descrita esta dividida en fases, y en cada una de estas fases se realizan de manera iterativa los flujos de trabajo. A continuación se muestra la Tabla 3.1 donde se observa la adaptación que se realizó de la metodología para SCRMI.(Ver Tabla 3.1)

| FASES | ITERACIÓN | FLUJOS | ENTREGABLES |
|---|---|---|---|
| INICIO | 1 | Requisitos | Definición general del sistema<br>Lista de requerimientos funcionales<br>Lista de riesgos |
| | 2 | | Modelo de caso de uso<br>Casos de uso detallados |
| ELABORACIÓN | 3 | Requisitos | Lista de requerimientos no funcionales<br>Clasificación de requerimientos |
| | 4 | Análisis | Diagrama de actividades por caso de uso<br>Diagrama de dominio del sistema<br>Diagrama de la arquitectura del sistema |
| | 5 | Diseño | Diagrama de clases<br>Diagrama de secuencia<br>Modelo E-R |
| CONSTRUCCIÓN | 6 | Implementación | Módulo de control de acceso<br>Módulo de administración |
| | 7 | | Módulo de Reparaciones y cotizaciones |
| | 8 | | Módulo de ventas<br>Módulo de reportes |
| | 9 | | Módulo de conexión con el lector de código de barras |
| | 10 | | Módulo de alarmas y correos |
| | 11 | | Módulo de inventario |
| | 12 | Pruebas | Prueba de módulo de control de acceso, administración, reparaciones y cotizaciones |
| | 13 | | Prueba de módulo de ventas y reportes e integración |
| | 14 | | Prueba de módulo de conexión con el lector de código |
| | 15 | | Prueba de módulo de alarmas y correos e integración |
| | 16 | | Prueba de modulo de inventario e integración |

**Tabla 3.1. Adaptación de la metodología para el desarrollo de SCRMI**

**Fuente: Elaboración propia**

# CAPÍTULO IV. Desarrollo

En este capítulo se expone de manera detallada la concepción, análisis y el desarrollo de cada uno de los módulos y componentes que forman parte del sistema. La explicación presentada a continuación se desglosa en las actividades llevadas a cabo en cada una de las fases involucradas.

## *IV.1. Fase de Inicio*

La fase de inicio se realizó mediante dos iteraciones, dentro de cada iteración se realizaron una serie de trabajos para obtener los entregables que se muestran a continuación en la Tabla 4.1.

| ITERACIÓN | FLUJOS DE TRABAJO | ENTREGABLES |
|---|---|---|
| 1 | Requisitos | Definición general del sistema<br>Lista de requerimientos funcionales<br>Lista de riesgos |
| 2 | | Modelo de caso de uso<br>Casos de uso detallados |

**Tabla 4.1. Iteraciones de la fase de inicio**

**Fuente: Elaboración propia**

La fase de inicio del proyecto comenzó en su primera iteración con una serie de reuniones y entrevistas entre el equipo de desarrollo y los interesados en el proyecto. Debido a la naturaleza de la organización cliente, encargada del desarrollo de sistemas y aplicaciones para puntos de venta, fue posible contar con el apoyo del tutor mediante el aporte de la experiencia en labores de levantamiento de información y captura de requisitos. Dichas entrevistas fueron del tipo no estructuradas, en donde se definieron los puntos a tratar entre el líder del proyecto y el equipo de desarrollo.

Se tomaron en cuenta ciertos aspectos a la hora de seleccionar y planificar las entrevistas, a fin de obtener una visión amplia del sistema a desarrollar. Esos aspectos buscaban lograr la inclusión de todos los interesados en el desarrollo del proyecto desde los puestos gerenciales, hasta los puestos operativos. Se realizaron reuniones con la gerente general, el jefe del departamento de desarrollo, (Departamento encargado del desarrollo de aplicaciones para puntos de ventas) y el jefe del departamento de Reparaciones (Departamento cliente al que se le desarrolla el sistema). La lista detallada de todas las entrevistas se pueden observar en el Anexo 1.

En algunas de estas reuniones se incluiría a la jefa de la unidad de documentación y aseguramiento de calidad pero no a fin de plantear algún modelo inicial de pruebas, sino para lograr un conocimiento inicial del proyecto a desarrollar por parte de la autoridad principal de este departamento.

Se identificaron, evaluaron y mitigaron aquellos aspectos críticos que podrían impactar negativamente en etapas posteriores del desarrollo. A continuación se presenta un cuadro con los riesgos identificados a partir de ésta serie de reuniones:

| Riesgos | Impacto |
|---|---|
| 1. Pobre estimación de costo y tiempo. | MEDIO |
| 2. El sistema resultante tiene menos prestaciones que las estimadas | MEDIO |
| 3. Rechazo o abandono por parte del cliente | ALTO |
| 4. Resistencia al cambio por parte del personal | ALTO |
| 5. Falta de colaboración de parte del personal técnico y encargado. | ALTO |
| 6. Disponibilidad de lector o escáner de código de barras | ALTO |

**Tabla 4.2. Lista de riesgos**

**Fuente: Elaboración propia**

Entre las actividades llevadas a cabo se tienen la planificación de investigaciones preliminares sobre las tecnologías, los costos y la disponibilidad en el mercado de los lectores de códigos de barra.

A partir de las reuniones fue posible plantear las investigaciones en cuanto a características, costos y disponibilidad de los lectores de código de barra, se definieron a grandes rasgos la mayoría de los requisitos funcionales que el sistema debería poseer con lo cual se logró delimitar el alcance del proyecto.

El sistema globalmente se divide en una serie de módulos que se explican a continuación.

Se pretende gestionar y llevar un control de los equipos que ingresen por reparación o cotización, además de poder hacer un seguimiento de los mismos desde que ingresen al laboratorio, para esto se plantea la creación de un *módulo de reparaciones y cotizaciones.*

El manejo de la logística de la gestión de inventario de repuestos constituye un proceso de gran importancia ya que permite conocer las cantidades mínimas y máximas a tener en inventario, los flujos de entrada y salida, y la gestión de todos los procesos de recepción y distribución de repuestos; para llevar a cabos estas tareas se propuso el *módulo de inventario.*

Para hacer más dinámico y sencillo la captura de la información de los equipos y repuestos ingresados, se planteó la incorporación de lectoras de código de barra para ésta actividad, lo cual estará concebido en el *módulo de conexión con los lectores de código de barra.*

Por otro lado es importante la generación de ciertos documentos que reflejen las actividades llevadas a cabo en el departamento, y que involucren relaciones con entes internos (otros departamentos) y externos (clientes). Entre estos documentos se pueden destacar las cotizaciones, notas de entrega y memorandos; esta es la razón de la creación del *módulo de ventas*

Se identifico cierta información que es importante a la hora de la toma de decisiones en el departamento, ya que ofrece una visión más amplia acerca del desenvolvimiento de las operaciones, esta información se verá reflejada en una serie de reportes que se generan en el *módulo de reportes.*

La información de configuración que maneja el sistema como la gestión de empleados, países, alarmas, garantías entre otros, será gestionada en el *módulo de administración.*

Otro aspecto relevante es la generación de notificaciones o alarmas a fin de informar sobre alguna situación anómala o de interés que ocurra en el departamento. Estas alarmas se generan mediante correo electrónico o por mensajes de notificación. Para llevar a cabo esta tarea surge el módulo de alarmas y correos.

Se requiere llevar un control de los niveles de acceso y los privilegios que tendrán cada uno de los usuarios y grupos de usuarios, para tal efecto surge el *módulo de control de acceso.*

Para la captura de los requisitos funcionales se utilizó el modelo de los casos de uso.

Para cada uno de los módulos del sistema se presenta una tabla con la información de las funcionalidades asociadas que contiene los requerimientos funcionales y la categoría en la que se encuentran. A continuación se presenta un modelo de dichas tablas. El resto de las tablas se encuentran en el apéndice A.

| Referencia # | Funcionalidad | Categoria |
|---|---|---|
| R.1.1 | Registro de reparaciones | **Evidente** |
| R.1.2 | Registro de cotizaciones | Evidente |
| R.1.3 | Gestionar lotes de equipos. | Evidente |
| R.1.4 | Gestionar asignaciones de equipos a técnicos | Evidente |
| R.1.5 | Proveer información histórica del equipo | Evidente |
| R.1.6 | Proveer información actual del equipo en el laboratorio | Evidente |
| R.1.7 | Gestionar equipos de un lote | Evidente |

**Tabla 4.3. Funcionalidad del módulo de reparaciones y cotizaciones**

**Fuente: Elaboración propia**

A continuación se muestra una lista con los casos de uso que cumplen con los requerimientos del sistema, y se hace una descripción de cada uno de ellos.

Es importante recalcar que el sistema básicamente posee tres grupos de usuarios definidos, los cuales son:

- Grupo Administrador
- Grupo Encargado
- Grupo Técnico

Dentro de cada uno de estos grupos existen usuarios que pueden realizar ciertas acciones dentro del sistema, es por ello, que los casos de uso se definen dependiendo del actor que este involucrado en el proceso.

El sistema provee un manejo flexible de los grupos y los usuarios, pudiendo asignar o denegar privilegios a ciertos grupos y también crear grupos con privilegios específicos dentro del sistema.

| # | Nombre del caso de uso | Descripción |
|---|---|---|
| 1 | Ingreso al sistema | Describe el proceso de ingreso de un usuario al sistema a través de la autenticación de sus datos |
| 2 | Consultar histórico del equipo | Es el proceso de obtener los datos de reparaciones o cotizaciones anteriores en los que ha estado inmerso el equipo. |
| 3 | Consultar equipos por reparar | Es el proceso de obtención de los datos de los equipos por reparar por parte de un técnico. |
| 4 | Consultar equipos por cotizar | Es el proceso de obtención de los datos de los equipos por cotizar por parte de un técnico. |
| 5 | Reparar equipo | Describe el proceso en que el usuario con privilegios de registrar reparaciones ingresa los repuestos y servicios utilizados en una reparación y las posibles eventualidades |
| 6 | Cotizar equipo | Describe el proceso en que el usuario con privilegios de registrar cotizaciones ingresa los repuestos y servicios requeridos por el equipo y las posible eventualidades |

| | | |
|---|---|---|
| 7 | Registrar equipo esperando repuesto | Describe el proceso en que el usuario con privilegios de registrar reparaciones ingresa los repuestos requeridos en una reparación y las posibles eventualidades |
| 8 | Consultar asignaciones de equipos | Describe el proceso de ver los equipos que se encuentran asignados a los técnicos en determinado momento. |
| 9 | Modificar asignaciones de equipos | Describe el proceso de crear y eliminar asignación de un equipo a un técnico |
| 10 | Agregar lote de equipo | Describe el proceso de registro de los datos de un lote de equipo en el sistema |
| 11 | Modificar lote de equipo | Describe el proceso de actualización de la información de un lote de equipo |
| 12 | Eliminar lote de equipo | Describe el proceso de eliminación o exclusión de un lote de equipo en el sistema |
| 13 | Consultar lote de equipo | Describe el proceso a través del cual los usuarios obtienen información de un lote de equipo específico registrado en el sistema |
| 14 | Seguimiento de equipos | Es el proceso de obtener la información del estado actual del equipo |
| 15 | Agregar equipo | Al asociar un equipo a un lote, si el mismo no se encuentra en el sistema se procede agregar el mismo. |
| 16 | Crear asociación de equipo a lote | Es el proceso de crear un vínculo o asociación entre el lote y el equipo |
| 17 | Consultar equipo de un lote | Describe el proceso de ver la información de un equipo que se encuentra asociado a un lote. |
| 18 | Modificar equipo | Es el proceso de actualización de la información del equipo |
| 19 | Eliminar asociación de equipo a lote | Es el proceso de eliminar un vínculo o asociación entre el lote y el equipo |
| 20 | Agregar lote de repuestos | Describe el proceso de registro de los datos de un lote de repuestos en el sistema |
| 21 | Consultar lote de repuestos | Describe el proceso a través del cual los usuarios obtienen información de un lote de repuestos específico registrado. |

| | | |
|---|---|---|
| 22 | Modificar lote de repuestos | Describe el proceso de actualización de la información de un lote de repuestos |
| 23 | Eliminar lote de repuestos | Describe el proceso de eliminación o exclusión de un lote de repuestos en el sistema |
| 24 | Agregar cotización | Describe el proceso de registro de los datos de un cotización en el sistema |
| 25 | Consultar cotización | Describe el proceso a través del cual los usuarios obtienen información de un cotización específico registrado en el sistema |
| 26 | Modificar cotización | Describe el proceso de actualización de la información de un cotización |
| 27 | Eliminar cotización | Describe el proceso de eliminación o exclusión de un cotización en el sistema |
| 28 | Generar cotización | Describe el proceso de la emisión del reporte con los datos generales y detallados de la cotización |
| 29 | Agregar nota de entrega | Describe el proceso de registro de los datos de un nota de entrega en el sistema |
| 30 | Consultar nota de entrega | Describe el proceso a través del cual los usuarios obtienen información de un nota de entrega específica registrada en el sistema |
| 31 | Modificar nota de entrega | Describe el proceso de actualización de la información de un nota de entrega |
| 32 | Eliminar nota de entrega | Describe el proceso de eliminación o exclusión de un nota de entrega en el sistema |
| 33 | Generar nota de entrega | Describe el proceso de la emisión del reporte con los datos generales y detallados de la nota de entrega |
| 34 | Generar memorando | Describe el proceso de la emisión del reporte con los datos generales y detallados del memorando |
| 35 | Agregar repuesto | Describe el proceso de registro de los datos de un repuesto en el sistema |

| | | |
|---|---|---|
| 36 | Modificar repuesto | Describe el proceso de actualización de la información de un repuesto |
| 37 | Eliminar repuesto | Describe el proceso de eliminación o exclusión de un repuesto del sistema |
| 38 | Consultar repuesto | Describe el proceso de obtención información de un repuesto específico registrado en el sistema |
| 39 | Consultar inventario de repuestos | En este proceso se realiza una consulta acerca de los datos del repuesto que provienen de la aplicación de una teoría de inventario. |
| 40 | Agregar configuración | Describe el proceso de registro de las configuraciones del sistema |
| 41 | Modificar configuración | Describe el proceso de actualización de la configuración del sistema |
| 42 | Eliminar configuración | Describe el proceso de eliminación o exclusión de una configuración del sistema |
| 43 | Consultar configuración | Describe el proceso de obtención información de una configuración del sistema |

**Tabla 4.4. Lista de casos de uso.**

**Fuente: Elaborado por el autor.**

Seguidamente se muestra en detalle el caso de uso del sistema, que corresponde al proceso de registro de una reparación por parte de un técnico. El resto de los casos de uso del sistema se encuentran en el apéndice B.

| **Caso de Uso # 5** | | |
|---|---|---|
| Nombre de caso de uso | Reparar equipo | |
| Actor | Técnico | |
| Descripción | Describe el proceso de registro de una reparación y las eventualidades presentadas en la misma. | |
| Requerimientos funcionales asociados | R.1.1. | |
| Eventos | Eventos del Usuario | Eventos del Sistema |

| | | |
|---|---|---|
| | Paso 1: Ingresar los datos generales de la reparación.<br>Paso 2: Seleccionar el evento<br>Paso 3: Agregar los repuestos y servicios empleados en la reparación.<br>Paso 4: Hacer clic en "Guardar" | Paso 5: Validar la información.<br>Paso 6: Verificar disponibilidad de cantidad de repuesto.<br>Paso 7: Descontar la cantidad de repuesto según teoría de valuación de inventario (FIFO, LIFO o COSTO PROMEDIO).<br>Paso 8: Enviar correo de notificación para hacer solicitud de repuestos.<br>Paso 9: Guardar datos de la reparación.<br>Paso 10: Desplegar mensaje "Datos Guardados". |
| Cursos alternos | 1. Paso 2: Si el equipo es Irreparable, ir a paso 4.<br>2. Paso 5: Si el equipo es Irreparable ir a paso 9.<br>3. Paso 6: Si no hay disponibilidad de alguno de los repuestos, desplegar mensaje de error e ir al paso 1.<br>4. Paso 7: Si ninguno de los repuestos usados en la reparación llega a su punto de reorden ir a paso 9. | |
| Precondiciones | 1. Haber realizado el caso de uso "Consultar equipos por reparar".<br>2. Debe tener el privilegio de reparar equipos | |
| Post-condiciones | 1. Se elimina la asignación de este equipo al técnico. | |

| | |
|---|---|
| | 2. Se actualiza el estatus del equipo. |
| Asunciones | El técnico debe tener al menos un equipo por reparar asignado. |

**Tabla 4.5. Caso de uso detallado "Reparar equipo"**

**Fuente: Elaborado por el autor**

Las especificaciones detalladas de otros casos de uso pueden ser encontradas en el apéndice B. El diagrama de caso de uso general para el sistema es mostrado en la figura a continuación. El modelo se plantea dependiendo del rol del usuario.

**Figura 4.1. Diagrama de caso de uso del sistema. "Usuario encargado"**

**Fuente: Elaborado por el autor**

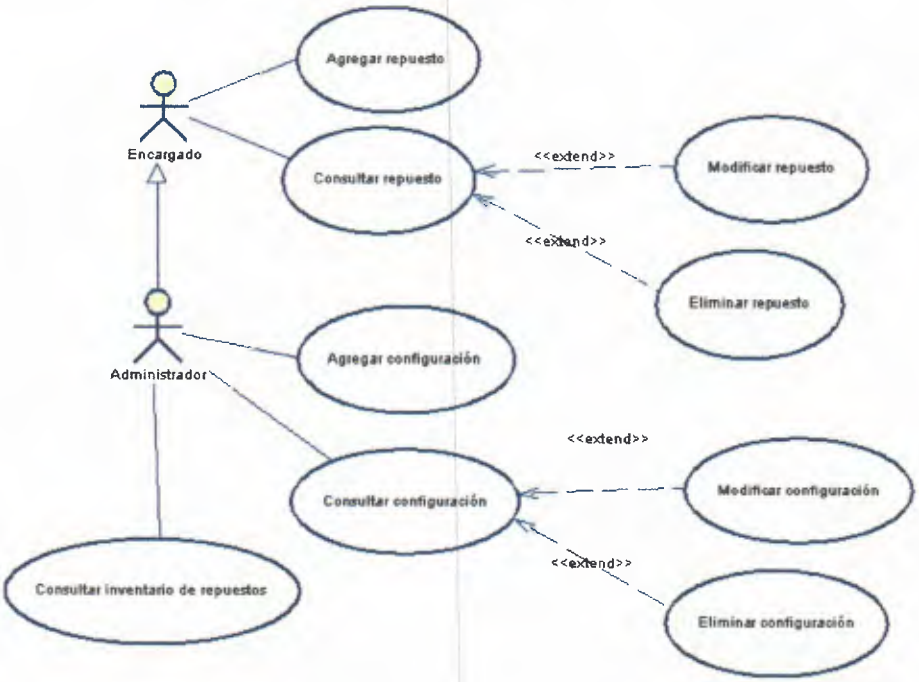


**Figura 4.2. Diagrama de caso de uso del sistema. "Usuario administrador"**

**Fuente: Elaborado por el autor.**

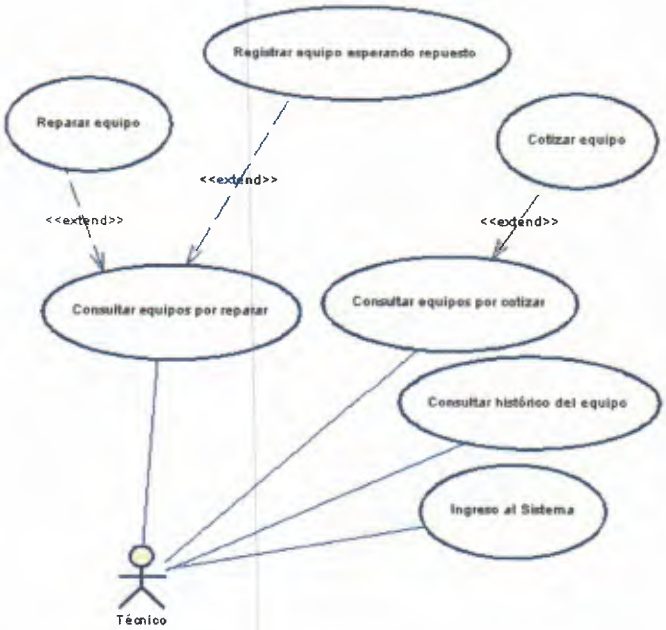


**Figura 4.3. Diagrama de caso de uso del sistema. "Usuario técnico"**

Fuente: Elaborado por el autor.

## IV.2. Fase de Elaboración

En la etapa de elaboración, se comienza a dar forma a la solución del problema planteado, mediante un estudio profundo de los requerimientos recolectados.

En la fase de elaboración se realizaron dos iteraciones de las cuales resultaron los entregables que se muestran a continuación.

| ITERACIÓN | FLUJOS DE TRABAJO | ENTREGABLES |
|---|---|---|
| 1 | Análisis | Diagrama de actividades por caso de uso<br>Diagrama de dominio del sistema<br>Diagrama de la arquitectura del sistema |
| 2 | Diseño | Diagrama de clases<br>Modelo E-R |

**Tabla 4.6. Iteraciones de la fase de elaboración**

**Fuente: Elaborado por el autor.**

### IV.2.1. Análisis

En esta fase se realiza el análisis de los requerimientos recolectados en la etapa previa. También se siguieron observando los riesgos críticos ya con los resultados de ciertas investigaciones pendientes en la fase anterior. Estos riesgos se enfocaron hacia la comunicación con el personal técnico y encargado, de tal forma de lograr su inclusión y participación activa en el proyecto. Por otro lado, no se llevo a cabo la realización de análisis de propuestas económicas para la adquisición de un lector o escáner de código de barra, ya que la empresa disponía de este recurso. El lector proporcionado específicamente fue de la marca Symbol, modelo LS9100PRG, el cual posee las características de ser fijo, láser omnidireccional y presentar una interfaz RS232.

A continuación se procede a presentar el diagrama de actividades como resultado del análisis para el caso de uso Reparar Repuesto. Este diagrama representa de manera gráfica la secuencia de pasos necesaria para realizar este caso de uso y los componentes del sistema

que intervienen en esta tarea. Esto proviene de un proceso de análisis de los requisitos obtenidos en la etapa anterior.

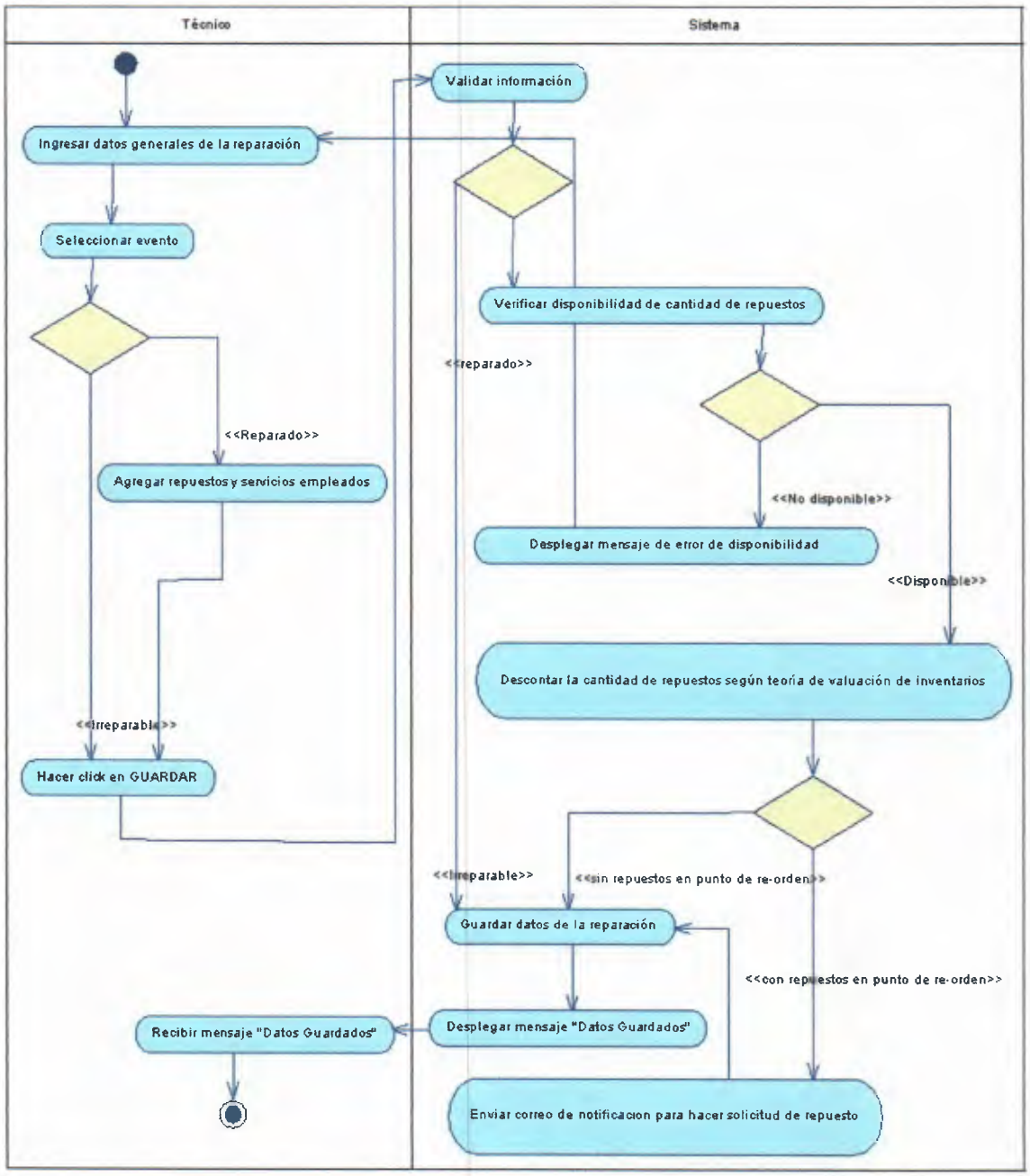


**Figura 4.4. Diagrama de actividades de "Reparar Equipo"**

**Fuente: Elaborado por el autor.**

El resto de los diagramas de actividades correspondiente a cada caso de uso del sistema, puede ser observado en el apéndice C.

Para lograr tener una visión general y gráfica del sistema, se realizó el modelo de dominio que se presenta a continuación.

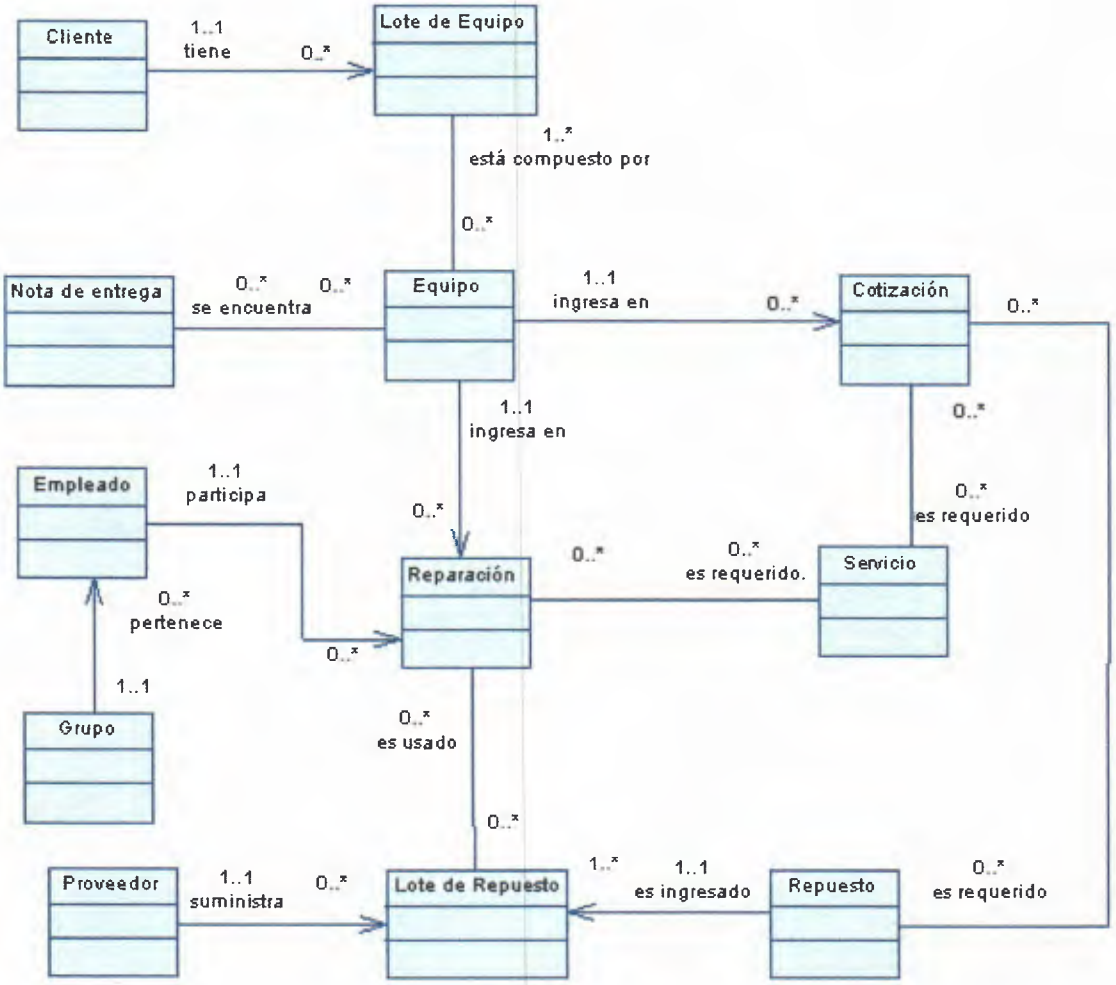


Figura 4.5. Diagrama de dominio del sistema SCRMI

Fuente: Elaborado por el autor.

### IV.2.1.1. Arquitectura del Sistema

Para comprender la arquitectura y funcionalidad del sistema, se explica a continuación cada uno de los componentes que conforman la arquitectura, el modo como se relacionan, interactúan y el rol asignado.

La Arquitectura del Sistema es una arquitectura cliente/servidor y está formada por los componentes que se muestran a continuación. El sistema está integrado básicamente por un componente cliente que realiza la interacción con los servidores de base de datos, de correo y lectores de código de barras.

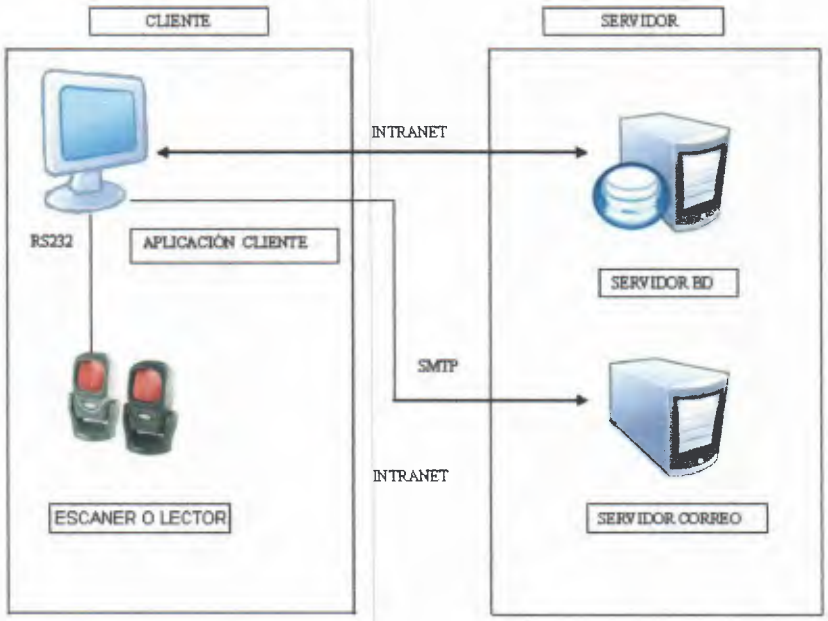


**Figura 4.6. Arquitectura del sistema**

**Fuente: Elaborado por el autor.**

### Componente Cliente

Es el componente encargado de realizar la mayoría de las operaciones sobre el sistema. La implementación de este componente se realizó siguiendo la arquitectura de tres capas de la metodología RMP (Recommended Process and Models).

Esta metodología presupone una estructura de tres capas que es típica de los sistemas de información. En el sistema SCRMI la capa de presentación y dominio se encuentran del lado

del componente cliente, mientras que la capa de repositorio está ubicada del lado del servidor de base de datos.

Es necesario recalcar que en esta arquitectura la capa de dominio y presentación se encuentran del lado del cliente, mientras que la capa de repositorio se encuentra del lado del servidor de base de datos. La interacción que realiza el componente cliente es mediante el intercambio de información con el servidor de base de datos y de correo.

Este componente lleva a cabo las operaciones de configuración de los datos del sistema, así como el manejo de las reparaciones, cotizaciones, notas de entrega, memorandos, inventario, reportes. La función del cliente esta supeditada a los privilegios que tenga asociados sobre el sistema, permitiendo o no la realización de ciertas actividades por parte de dicho usuario.

A continuación se expone de manera detallada cada uno de los módulos en los que se divide este componente:

**Módulo de control de acceso:** Se encarga del manejo de los niveles de acceso al sistema y los privilegios que se tendrán, por usuario y por nivel. Este módulo se encarga de establecer un control de los usuarios con acceso al sistema, las condiciones en que lo hacen y las acciones tienen permitidas. Dependiendo del rol del usuario es deseable que pueda tener denegado o permitido el acceso a ciertos módulos del sistema, existiendo alguna información que sólo debe ser del dominio de los niveles administrativos.

**Módulo de alarmas y correo electrónico**: Se encarga del manejo de los avisos y alarmas que se deben generar de acuerdo con la ocurrencia de un evento específico en el sistema. Existen diversas situaciones en las que se hace necesario la comunicación de cierta información a un personal de más alto rango, a fin de tomar decisiones apropiadas y no interferir con el normal desenvolvimiento de las actividades del laboratorio. En otras ocasiones es el personal de alto rango el que necesita comunicar información de algunos cambios suscitados a ciertos elementos del personal.

**Módulo configuración general**: Este módulo permite realizar un manejo y control de la información de ciertos elementos del sistema. Maneja datos de configuración base del sistema

que son de especial importancia y utilidad para el desenvolvimiento de las operaciones y actividades que se pueden realizar.

**Módulo inventario:** El módulo de inventario, se encarga de proveer la información necesaria a fin de gestionar e indicar la forma óptima de realizar las requisiciones de repuestos basándose en un modelo de inventario. Provee la funcionalidad de realizar una adecuada gestión del inventario de repuestos que son usados diariamente siguiendo un método de valuación de inventario.

**Módulo de ventas**: Maneja toda la información referente a las cotizaciones, notas de entrega y memorandos de facturación. Esta información generada es de vital importancia en la comunicación interna o externa que conllevan estos procesos.

**Módulo de reparaciones y cotizaciones:** Este módulo lleva a cabo el manejo completo del proceso de cotización y reparación de un equipo, además de poder hacer un seguimiento sobre los mismos. Permite conocer la información histórica de reparaciones y cotizaciones en los que ha estado inmerso el equipo además de gestionar las asignaciones, recepción de lotes de equipos y repuestos.

**Módulo de reportes:** se encarga de la emisión de reportes o informes estadísticos y probabilísticos. Estos reportes permiten conocer información valiosa del desempeño de los diversos elementos que componen el proceso de reparaciones, como lo son los técnicos, los equipos y los repuestos. En algunos de estos reportes son utilizadas teorías probabilísticas a fin de poder anticipar ciertos acontecimientos y apoyar el proceso de toma de decisiones.

**Módulo de comunicación con el lector de código de barra:** Este módulo permite establecer la comunicación entre el lector de código de barras y el sistema. Plantea la captura de los códigos de barras de equipos y de repuestos a fin de hacer más sencillo el proceso de captura de los datos al sistema, optimizando así los tiempos empleados.

**IV.2.1.2. Análisis del módulo de control de acceso**: Los sistemas actuales que necesitan mantener un acceso restringido a ciertas funcionalidades o datos del sistema a algunos usuarios, utilizan la petición de claves de acceso al sistema o contraseña, mediante el cual se garantiza la autenticación de los usuarios registrados. El sistema verifica en todo momento los privilegios, y acciones que los usuarios pueden realizar. Otro aspecto importante para manejar

el control de acceso consiste en el cifrado de la clave del usuario de tal manera mantener la confidencialidad de dicha información. La petición de la clave y el cifrado de la misma garantiza la autenticación y confidencialidad como servicios básicos de seguridad.

**IV.2.1.3. Análisis del módulo de alarmas y correo electrónico**: Un aspecto de gran importancia en un sistema de software es tener la información disponible, en el momento exacto que se necesite. En algunos sistemas es importante conocer cierta información antes de que ocurra un evento a fin de tomar medidas correctivas. Esto se logra mediante un aviso que genera el sistema para cada usuario o para un grupo determinado de ellos, también lo puede realizar a través del envío de mensajes de correos electrónicos.

Existen dos protocolos básicos para el envío y recepción de mensajes de correo electrónico los cuales son SMTP y POP3/IMAP. En la actualidad SMTP se utiliza como protocolo para el envío de correos electrónico, mientras que POP3 e IMAP son protocolos para la recepción de correos. El sistema SCRMI utiliza el protocolo SMTP para realizar el envío de los correos electrónicos.

**SMTP**: es un protocolo de red que se basa en texto y se utiliza para el envío y recepción de mensajes de correo electrónico entre distintos dispositivos, los cuales pueden ser computadoras. Se basa en un modelo cliente-servidor donde el cliente envía un mensaje a uno o varios receptores. En el modelo de la OSI de la familia de protocolos de Internet, el protocolo SMTP se encuentra en la capa de aplicación, unos niveles por encima del TCP.

**IV.2.1.4. Análisis del módulo de configuración general**: Maneja los elementos o información de configuración base del sistema que son utilizados para la realización de otras actividades dentro del laboratorio. Este manejo debe proveer las opciones de agregar consultar, eliminar y modificar cada uno de estos elementos, así como crear y eliminar asociaciones entre ellos, en los casos que sean necesarios.

**IV.2.1.5. Análisis del módulo de inventario**: el módulo de inventario brinda la información necesaria para realizar requisiciones de repuestos de forma óptima. Para ello es necesaria la aplicación de un modelo de inventarios que se adecue al modelo que se presenta en el laboratorio.

Debido al aumento continuo de los equipos por reparar que ingresan al taller, existe una gran incertidumbre en cuanto a la cantidad de repuestos a pedir. No obstante, en el proceso de reparación de un equipo, se usan frecuentemente distintos repuestos, los cuales se descuentan inmediatamente del inventario.

Según estas premisas y los modelos estudiados en el capítulo II se puede afirmar que el modelo de inventario a utilizar es un modelo estocástico de revisión continua presentado en el capítulo II. Para el descuento de repuestos del inventario, el sistema SCRMI se basa en el método de valuación de inventario PEPS (primero que entra, primero que sale), donde se extraen del inventario los artículos con fecha más antigua. La escogencia de éste método se realizó por requerimientos del cliente. Existen otros métodos de valuación de inventario que fueron explicados en el capítulo II. Lo importante en este sentido, es que una vez escogido el método, se mantenga una consistencia en la aplicación, es decir, no sea cambiado de manera repentina antes de culminar un ciclo.

**IV.2.1.6. Análisis del módulo de ventas**: Se requiere un manejo de las cotizaciones, notas de entregas y memos de facturación realizadas por el departamento, de manera que el sistema sea capaz de generar reportes que permitan disponer de la información veraz y oportuna de dichos procesos para una mejor comunicación con los clientes y con los departamentos encargados de las ventas dentro de la organización. Estos reportes deben recibir como entrada parámetros, deben poder ser impresos y deben estar disponibles en cualquier momento.

**IV.2.1.7. Análisis del módulo de reparaciones y cotizaciones**: este módulo permite el manejo de los procesos de cotización, reparación, asignaciones y seguimiento de equipos. El manejo de las actividades dentro de este módulo se realiza mediante el cambio de estatus de los equipos, motivado a las distintas etapas que pasa el equipo dentro del laboratorio. Es posible llevar un manejo y control de los equipos dentro de un lote y también conocer información histórica de otros procesos de cotización o reparación por los que haya pasado el equipo.

**IV.2.1.8. Análisis del módulo de reportes**: Es necesario contar con la información de reportes o informes estadísticos configurables. Estos reportes brindan información de vital

importancia en el proceso de toma de decisiones. En este ámbito de ideas, fueron seleccionados los reportes que brinden la información más importante del desempeño del laboratorio y de sus empleados. Para la generación de ciertos reportes, el sistema SCRMI se basa en el aporte de la probabilidad que brinda la posibilidad de predecir eventos antes de que ocurran, y en la estadística que permite tener un registro clasificado de eventos ocurridos para un eventual proceso de toma de decisiones. Fue necesaria la utilización del teorema de Bayes o teorema de las causas, que permite a través de la probabilidad condicionada, conocer la probabilidad de ocurrencia de un evento dado la ocurrencia de otro previamente. Los conceptos probabilísticos y estadísticos expuestos en el capítulo II fueron de utilidad a la hora de generación de reportes

**IV.2.1.9. Análisis del módulo de comunicación con el lector de código de barra**: La comunicación se basa en la captura de la información del código de barras del repuesto o del equipo a través de la utilización de un lector fijo láser omnidireccional y conseguir mediante una interfaz adecuada el uso de dicha información en el sistema. Este código de barras es útil a la hora de registrar la información de repuestos y equipos entrantes al laboratorio. El sistema establece la comunicación con los lectores de código de barra haciendo uso del protocolo RS232.

**RS232:** es una interfaz que designa una norma para el intercambio serie de datos binarios entre un DTE (Equipo terminal de datos) y un DCE (Data Communication Equipment, Equipo de terminación del circuito de datos), aunque existen otras situaciones en las que también se utiliza la interfaz RS-232. El RS-232 consiste en un conector tipo DB-25 (de 25 pines), aunque es posible encontrar la versión de 9 pines (DB-9), más económico e incluso más extendido para cierto tipo de periféricos (como el ratón serie del PC).

### IV.2.2. Diseño

Con la información recaudada hasta los momentos en la captura de requisitos y el análisis es posible realizar un diseño completo de los componentes del sistema

**IV.2.2.1. Diseño de módulo de control de acceso**: el control de acceso se encarga de permitir o denegar el acceso a la información de acuerdo con el privilegio que el usuario posea. Cuenta con un método de autenticación del usuario que cifra la clave para compararla con la

almacenada para verificar que el usuario que intenta ingresar al sistema es un usuario válido. Además cuenta con el método de verificación de los privilegios del usuario, que le otorga el acceso sólo a aquellas partes del sistema a las que el usuario tiene acceso.

**IV.2.2.2. Diseño de módulo de alarmas y correo electrónico**: el proceso de aviso por medio de alarmas y correo electrónico está dividido en varios subprocesos que garantizan la comunicación de la información que se desea transmitir. Uno de los métodos se encarga de informar a un usuario de su condición con respecto a las responsabilidades que tiene asignadas en el laboratorio; esta información se brinda en un resumen que está visible desde que el usuario entra al sistema hasta que salga del mismo. La información presentada varía dependiendo del nivel del usuario que entre al sistema, ya que, por ejemplo, si el usuario es de nivel administrador conocerá información de los lotes de equipos por entregar o de repuestos cuya cantidad esté por debajo de la cantidad óptima a tener, en cambio si el usuario es de nivel técnico se le brindará información acerca de los equipos que tenga asignados por reparación o por cotización.

También es posible observar la información de alarmas en subprocesos que se llevan a cabo en algunas partes del sistema que sea necesario realizar la comunicación de dicha información, como lo son en consultas particulares de equipos o lotes, si estos presentan algún retraso, o cantidades por debajo de la mínima.

Por otro lado existe un método que va a permitir la construcción de un mensaje de correo electrónico, haciendo transparente la configuración de esos parámetros para el usuario. Al tener un método de construcción de un correo electrónico se crea la necesidad de tener un método de envío del mensaje, el cual utiliza el protocolo SMTP para la construcción del mismo y luego ser enviado al servidor de correo especificado en la intranet.

**IV.2.2.3. Diseño de módulo de configuración general**: el proceso de configuración general, provee todos los métodos necesarios para gestionar la información de los elementos principales del sistema y poder crear asociaciones importantes entre ellos, se tienen los métodos que permiten agregar, modificar, eliminar y consultar datos de configuración generales, así como eliminar asociaciones entre algunos datos del sistema.

**IV.2.2.4. Diseño de módulo de inventario**: el proceso de inventario contiene los métodos que permiten gestionar el inventario de manera óptima. Está compuesto por un subproceso que realiza el descuento de los repuestos utilizados siguiendo el métodos de valuación PEPS (primero en entrar, primero en salir), el cual fue seleccionado por la empresa.

Por otro lado existe un subproceso encargado de proveer por cada repuesto la información generada según el método de inventarios estocástico con revisión continua, a fin de contar de manera exacta con los datos de la cantidad de repuesto a pedir, el tiempo entre cada pedido, la cantidad mínima aceptable y el punto de reorden. La demanda es tomada de acuerdo al promedio de los datos históricos obtenidos del sistema. Esta información es de gran utilidad para la toma de decisiones y para minimizar las pérdidas y maximizar las ganancias. También hay un método que permite manejar el ajuste de la información de los lotes de repuestos, en casos que sea necesario realizar un aumento o disminución de la cantidad de repuestos de un lote por errores de conteo o pérdidas de repuestos.

**IV.2.2.5. Diseño de módulo de ventas**: este proceso permite la generación de ciertos reportes o informes útiles para la comunicación con los departamentos internos encargados de tratar con los clientes o con entes externos directamente. Incluye los métodos de generar memos de facturación, notas de entregas y cotizaciones, estos reportes o informes también cuentan con ciertos métodos que seleccionan, clasifican y ordenan la información dependiendo de la selección que se realice. Es posible realizar la impresión de estos reportes.

**IV.2.2.6. Diseño de módulo de reparaciones y cotizaciones**: se cuenta con los métodos de manejo de la información de reparaciones, cotizaciones y equipos de un lote, permitiendo hacer la asignación de equipos a técnicos, la modificación de dichas asignaciones, el registro de reparaciones y registro de cotizaciones. Por otro lado se cuenta con métodos de consulta de la información del estatus de los equipos, los cuales permiten realizar un seguimiento del mismo bien sea en la reparación actual o en cualquiera que haya participado.

**IV.2.2.7. Diseño de módulo de reportes**: el proceso de diseño de reportes cuenta con el método de generar los reportes con los parámetros que se seleccionen, también cuenta con opciones de imprimir ese reporte. La generación de ciertos reportes comprende algunos subprocesos que realizan cálculos basados en la probabilidad y la estadística, que son

importantes a la hora de conocer el desenvolvimiento del laboratorio, de sus empleados, y anticipar eventualidades basado en cálculos realizados con la información previa que se tiene en el sistema.

**IV.2.2.8. Diseño de módulo de comunicación con el lector de código de barra**: permite el manejo de la información del código de barra que identifica al equipo o al repuesto para su almacenamiento o consulta en el sistema. Este proceso de comunicación entre el lector y la aplicación cliente consta de varios subprocesos o partes, como lo son un método que permite establecer la conexión con el lector de código de barras, a través de la apertura del puerto serial. Por otro lado es necesario contar con un proceso de captura de la información que es colocada en ese puerto, que la transforme al formato adecuado. Al contar con un proceso de conexión que permite la captura de la información desde el puerto serial, es necesario también contar con un método de desconexión. Por otro lado se tienen un método de configuración de parámetros del lector de código de barras para colocar valores apropiados en el lector, de tal manera que quede configurado para leer los valores de los códigos de barra.

A continuación se muestra el diagrama de clases para la reparación de un equipo en el laboratorio.

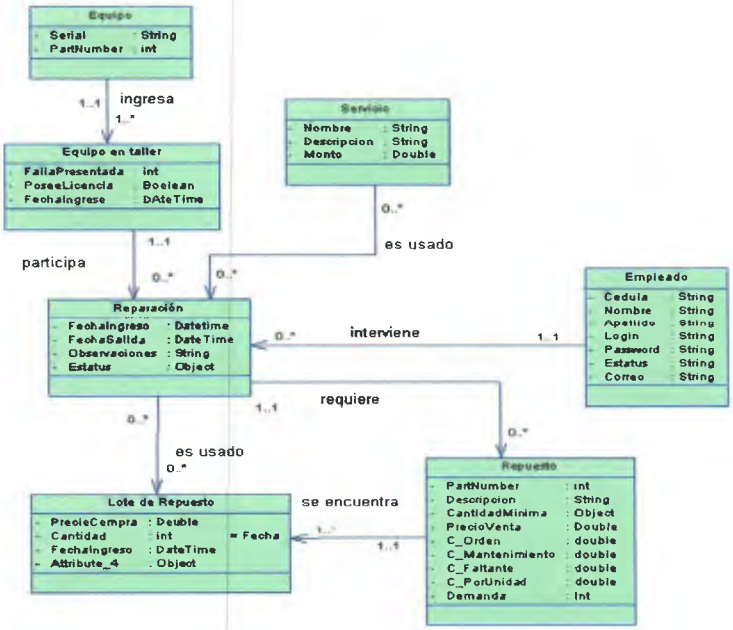


**Figura 4.7. Diagrama de clases de "Reparar Equipo"**

**Fuente: Elaborado por el autor.**

## IV.3 Fase de Construcción

En la fase de construcción se realizaron las iteraciones para el desarrollo y la prueba del sistema. A continuación se muestran dichas iteraciones y los entregables presentados.

| ITERACIÓN | FLUJOS DE TRABAJO | ENTREGABLES |
|---|---|---|
| 1 | Implementación | Módulo de control de acceso |
| | | Módulo de administración |
| 2 | | Módulo de Reparaciones y cotizaciones |
| 3 | | Módulo de ventas |
| | | Módulo de reportes |
| 4 | | Módulo de conexión con el lector de código de barras |
| 5 | | Módulo de alarmas y correos |
| 6 | | Módulo de inventario |
| 7 | Pruebas | Prueba de módulo de control de acceso, administración, reparaciones y cotizaciones |
| 8 | | Prueba de módulo de ventas y reportes e integración |
| 9 | | Prueba de módulo de conexión con el lector de código |
| 10 | | Prueba de módulo de alarmas y correos e integración |
| 11 | | Prueba de modulo de inventario e integración |

**Tabla 4.7. Iteraciones de la fase de construcción**

**Fuente: Elaborado por el autor.**

La fase de construcción encierra todo proceso destinado a la construcción del sistema que conlleva a la traducción a código fuente de todas las ideas que fueron obtenidas como requerimientos, analizadas y diseñadas en etapas posteriores.

### IV.3.1 Implementación.

En la implementación se toma el modelo de diseño y se traduce a código fuente. Haciendo posible la realización de cada uno de los módulos y subsistemas que componen el proyecto.

En el proceso de construcción se utilizan diferentes herramientas de desarrollo del software cada una de ellas seleccionadas específicamente por ser la adecuada para realizar el desarrollo del sistema. A continuación se presenta una explicación de las herramientas utilizadas y una breve descripción de cada una de ellas.

**Visual Basic.NET 2003:** Es un entorno de desarrollo de la familia Microsoft que brinda la posibilidad de realizar sistemas y aplicaciones basadas en ventanas de manera flexible, simplificada, intuitiva y rápida a fin de obtener un sistema con una interfaz de usuario adecuada a los requerimientos y los estándares de la organización. Por otro lado facilita la programación por estar orientado a objetos ya que las características del lenguaje incluyen herencia, encapsulamiento y polimorfismo.

**Sql Server 2000:** Es un potente manejador de base de datos, que soporta el manejo de gran cantidad de información y transacciones con un excelente desempeño. Facilita la creación de la base de datos y la realización de consultas y transacciones.

**Crystal Reports 9:** Brinda un conjunto completo de herramientas para realizar el manejo de los reportes y demás informes generados en el sistema. Esta herramienta hace posible la construcción de reportes a través del paso de parámetros a los mismos, pudiendo incluir información de cualquier tipo, incluso de realizar cálculos matemáticos complejos, antes de mostrar dicha información y agruparla de manera de tener una interfaz adecuada para mostrar la información al usuario.

El objetivo de ésta fase es traducir los resultados del diseño en código fuente. Llevando a la realidad todos los supuestos tomados a la hora de diseñar cada uno de los subsistemas que conforman el proyecto. Para la construcción de cada parte del sistema se utilizan diferentes herramientas, cada una especializada en su área, a continuación se muestra una lista de cada una de ellas con su respectiva descripción.

**IV.3.1.1. Implementación del módulo de control de acceso**: en el módulo de control de acceso se encuentran las funciones que garantizan la autenticación de un usuario de tal manera de comprobar su identidad. El módulo de control de acceso está representado en el sistema por la clase clsControlAcceso() la cual contiene todas las funciones y métodos del módulo.

Al registrar un usuario en el sistema su clave es cifrada usando el algoritmo SHA-1 para garantizar la confidencialidad de la contraseña. Cuando este usuario ingresa al sistema se despliega la ventana de inicio de sesión, la cual, hace una llamada al método del, módulo de control de acceso, fnIniciarConexion(). Este método de encarga de recibir los datos de inicio de sesión y realizar la validación. Para ello llama a la función fnEncriptar() que devuelve el SHA-1 de la contraseña ingresada por el usuario y luego la compara con la almacenada en la base de datos, correspondiente al nombre de usuario ingresado. En caso de coincidir el usuario tendrá acceso al sistema, de lo contrario se mostrará un mensaje de error a fin de que el usuario coloque la contraseña nuevamente o cierre la ventana de inicio de sesión.

En caso que el usuario sea válido se procede a obtener los privilegios del mismo con la función fnObtenerPrivilegios(). Estos privilegios se almacenan en una variable global de tipo cadena de caracteres denominada strPrivilegios que servirá, a lo largo de la sesión del usuario, para dar o denegar el acceso a las funcionalidades del sistema. Esta variable representa el valor binario de todos los privilegios de acciones posibles que tiene el usuario y mediante la función vdInicializarArbol() se realiza la comparación lógica matemática a fin de cargar en el árbol solo aquellas opciones a las que el usuario debe tener acceso.

**IV.3.1.2. Implementación del módulo de alarma y correo electrónico**: este módulo se encarga de la gestión de las alarmas o avisos que se proporcionan a los usuarios y del envío de correos electrónicos. Para ello se realizaron dos clases una clase para la gestión de las alarmas clsGestionAlarma(), y otra clase para gestionar la comunicación con correos electrónicos clsGestionEmail().

Al haber cumplido exitosamente con el proceso de inicio de sesión, el sistema le muestra al usuario las responsabilidades que tiene por cumplir con el taller. Para ello se hace un llamado a la función fnVisualizarAlarma() la cual carga la información de las actividades por realizar en

el taller, de acuerdo con el nivel del usuario, como por ejemplo para un técnico conocer la cantidad de equipos por reparar o por cotizar, para un administrador saber que lotes de equipos tiene por entregar, la cantidad de equipos por asignar o los repuestos cuya cantidad está por debajo del nivel mínimo y debe solicitar, o para un encargado tener conocimiento de las cotizaciones que pueden ser generadas. También es posible informar a los empleados dentro de partes específicas del sistema de cierta información que se desea resaltar como por ejemplo la garantía de un equipo, los días de plazo para entregas de equipos y de lotes de equipos o repuestos con cantidad por debajo de la cantidad mínima requerida, para ello se realiza un llamado al método vdVerificarAlarma() que en caso de considerar válido el hecho de generar la alarma resaltará la información a fin de lograr que la misma no pase desapercibida, y pueda ser vista por el usuario.

Por otro lado se tiene que existen ciertas tareas dentro del sistema que conllevan al envío de mensajes a través de correos electrónicos o e-mails, a fin de notificar ciertas eventualidades suscitadas en las actividades desarrolladas en el taller, tales como agregar un empleado, repuestos por debajo de la cantidad mínima, asignaciones de equipos, entre otros. Para realizar este envío se usa el método vdMandarEmail() que se encarga de la construcción y envío de un mensaje de correo electrónico utilizando el protocolo SMTP , el cual es el protocolo de envío de mensajes de correos electrónicos. Este correo es enviado al servidor de correos, en este caso, se llama BACKSERVER, el cual se encarga de replicar el mensaje enviado a los destinatarios dentro de la intranet. En caso de que el envío no pueda ser realizado se notifica al usuario sobre el percance.

Es necesario recalcar que la librería **de** Visual Basic .NET System.Web.Mail es la que permite realizar la construcción y el envío **de** los mensajes de correo electrónicos a través de sus clases MailMessage para configurar el cuerpo del mensaje (destinatario, asuntos, copias, copias ocultas, archivos adjuntos) y SMTPMail (configura el servidor de correo y realiza el envío con el método SEND)

```
Public Sub Mandar_email(ByVal envia As String, ByVal recibe As String, ByVal asunto As String, ByVal usuario As
String, ByVal contrasena As String)
    Dim Mensaje As New MailMessage
    Dim Servidor As SmtpMail
    Try

        'Se indica el formato del mensaje y la prioridad
        Mensaje.BodyFormat = MailFormat.Html
        Mensaje.Priority = MailPriority.High

        'Se establece el destinatario y el remitente
        Mensaje.From = envia
        Mensaje.To = recibe

        'Indica el asunto
        Mensaje.Subject = asunto

        'Creación del cuerpo del mensaje
        Mensaje.Body = "Saludos: <BR>" & vbCrLf
        Mensaje.Body &= "Sus datos son los siguientes<BR><BR><BR>" & vbCrLf
        Mensaje.Body &= "USUARIO: " + usuario + "<BR>" & vbCrLf
        Mensaje.Body &= "CONTRASEÑA: " + contrasena + "<BR> <BR> <BR> " & vbCrLf
        Mensaje.Body &= "Atentamente<BR>" & vbCrLf
        Mensaje.Body &= "Departamento de Operaciones<BR>" & vbCrLf

        'Se establece el servidor de correo, el cual se encuentra en la variable de configuracion servidor_Linkit
        Servidor.SmtpServer = servidor_Linkit

        'Se procede al envio del correo
        Servidor.Send(Mensaje)

        Mensaje = Nothing

        MsgBox("Se ha mandado un correo con los datos al nuevo usuario", MsgBoxStyle.Information, "INFORMACIÓN
DEL SISTEMA")

    Catch ex As Exception
        MsgBox("No fue posible enviar el correo al usuario", MsgBoxStyle.Information, "INFORMACIÓN DEL
SISTEMA")
    End Try
End Sub
```

**IV.3.1.3. Implementación del módulo de configuración general**: el módulo de configuración general posee todos aquellos métodos y funciones que permiten gestionar la información del sistema. Posee las funciones para agregar, consultar, modificar y eliminar la información de los elementos indicados. Dichas funciones son fnAgregar(), fnModificar(), fnConsultar() y fnEliminar(). Por otro lado este módulo cuenta con las funciones que permiten crear y eliminar las asociaciones de ciertos elementos del sistema, como son fnCrearAsociacion() y fnEliminarAsociacion(). Todas las funciones mencionadas anteriormente están contenidas en la clase clsConfiguracionGeneral().

**IV.3.1.4. Implementación del módulo de inventario**: el módulo de inventario está representado en la clase clsInventario, la cual recibe parámetros en el constructor para

inicializar los miembros que son requeridos para la realización de los cálculos del modelo estocástico con revisión continua. Los parámetros que recibe ésta clase son la demanda promedio mensual, el costo de preparación, el costo de almacenaje mensual, el costo de faltante por unidad y el nivel de servicio.

```
    Public Sub New(ByVal _dDemandaMensual As Double, ByVal
_dCostoPreparacionMensual As Double, ByVal _dCostoAlmacenMensual As Double, ByVal
_dCostoPorFaltanteMensual As Double, _dNivelServicio As Double )

        dDemandaMensual = _dDemandaMensual
        dCostoPreparacionMensual = _dCostoPreparacionMensual
        dCostoAlmacenMensual = _dCostoAlmacenMensual
        dCostoPorFaltanteMensual = _dCostoPorFaltanteMensual
        dNivelServicio = _dNivelServicio

    End Sub
```

A su vez, ésta clase provee una serie de propiedades las cuales realizan los cálculos basados en el modelo. Entre estas propiedades se tienen el NivelMaximoDeInventario() la cual retorna el valor máximo de inventario según los valores establecidos a los miembros en el constructor de la clase para el repuesto dado, tal como se muestra en la siguiente figura:

```
Public Property NivelMaximoDeInventario() As Double

    Set(ByVal Value As Double)

      dNivelMaxInventario = Value

    End Set

    Get
      Return Round(Sqrt((2 * dDemandaMensual * dCostoPreparacionMensual * dCostoPorFaltanteMensual) /
(dCostoAlmacenMensual * (dCostoPorFaltanteMensual + dCostoAlmacenMensual))), 2)
    End Get

  End Property
```

Para la aplicación del método de valuación PEPS, utiliza la función fnRegistrarRepuestosUsados(), la cual hace referencia a la función fnObtenerLoteMasViejo(), ésta función devuelve el lote con fecha más antigua que tiene repuestos disponibles, a fin de realizar el descuento de la cantidad solicitada de manera recursiva en los lotes que sean necesarios.

**IV.3.1.5. Implementación del módulo de ventas**: En el módulo de ventas están las funciones y métodos asociadas a la generación de reportes o informes de cotización, nota de entrega y memorando de facturación. Para la generación de estos reportes se utiliza el generador de reportes Crystal Report 9. Para ello se crea un objeto de tipo Crystal Report Viewer, que representa el contenedor para los reportes, y se le coloca como fuente de datos el reporte que se mostrará, Estos reportes reciben ciertos parámetros al momento de ser realizar una instancia como lo son los identificadores de la cotización, nota de entrega y del memorando. Con estos identificadores se pueden obtener los datos solicitados dentro de los reportes

**IV.3.1.6. Implementación del módulo de reparaciones y cotizaciones**: Este módulo cuenta con una serie de funciones que hacen posible la gestión del mismo. Entre las funciones más destacadas se encuentran:

- vdGuardarEventosReparacion() : procedimiento encargado de guardar los eventos ocurridos en la reparación. Inicia una transacción en la cual se registran todos los eventos ocurridos en la reparación. Este método crea una instancia a la clase de inventario clsInventario para realizar el descuento del inventario de los repuestos usados. Por otro lado, se registran los repuestos por los cuales se espera, haciendo llamada al método vdRegistrarEqEnEspera(). Por último, elimina la asignación al técnico y cambia el estatus al equipo con la llamada al método vdLiberarEquipoReparado().

- vdRegistrarEqCotizados(): procedimiento encargado de registrar los equipos cotizados. Inicia una transacción en la cual se registran los repuestos y servicios requeridos por un equipo, al igual que realiza los cambios de estatus de los mismos y elimina la asignación al técnico, mediante la llamada al método vdLiberarEquipoCotizado().

- vdAsignarEqRepTecnico(): se encarga de realizar las asignaciones de equipos por reparar a los técnicos. Verifica que el equipo no haya sido asignado a otro técnico, comienza la transacción en la cual se procede a crear la asignación y cambiar el estatus al equipo con la llamada al metido vdAsignarReparacion().

- vdAsociarEqALote(): asocia un equipo a un lote específico. Esta función comienza una transacción en la cual verifica que el equipo no pertenezca a otro lote que aún no ha salido del taller mediante la función fnVerificarEqEnLotes(), luego de ésta verificación procede asignar el equipo al lote.

**IV.3.1.7. Implementación del módulo de comunicación con el lector de código de barras**: en este módulo se usa la librería CRS232 que permite la captura y el envío de información desde y hacia el puerto serial de la computadora. Esta librería tiene un método de apertura del puerto serial vdOpen(), un método de configuración de parámetros del puerto serial como lo son el puerto serial de la computadora que se usa, la tasa de baudio, el bit de data, bit de parada y la paridad vdConfiguracion().

La apertura del puerto se realiza de manera asíncrona, para lograr que el lector de código de barras envíe la información al momento de la captura de la información.

Al momento de la captura de la información se genera el evento MORS232_CommEvent, el cual trasforma en cadena de caracteres la información capturada a través del lector.

También se tiene el método vdClose() que cierra la conexión con el puerto serial.

**IV.3.1.8. Implementación del módulo de reportes**: el módulo de reportes está representado en la clase clsReportes la cual cuenta con una serie de métodos estadisticos y probabilisticos que sirven como base y establecen los lineamientos de los reportes generados. Entre los métodos estadísticos se cuenta con la función fnGetMuestraEquiposConFalla() la cual recibe una serie de parámetros indicados por el usuario tales como marca, modelo de equipo, rango de fechas, cliente. A partir de esta muestra se hace referencia a las funciones fnCalcularMedia(), fnCalcularMediana, fnCalcularModa() que serán datos mostrados en el reporte al llamar al procedimiento vdGenerarReporteEstadisticoFallasDeEquipo.

Por otro lado, es usado el teorema de bayes para los reportes probabilisticos, tales como la probabilidad de que un equipo de cierto modelo presente una falla específica. Para el soporte de estos reportes es usada la funcion fnGetProbabilidadBayes() que recibe como parametros la probabilidad independiente de los eventos. Para el caso de los equipos de cierto modelo que presenta una falla específica, se obtiene la probabilidad de que un equipo sea del modelo indicado a partir de la funcion fnGetProbabilidad() que recibe como parametro el evento

MODELO_POR_EQUIPO, al igual esta función es llamada para hallar la probabilidad de la falla indicada, pero esta vez colocando como parámetro el evento FALLA_POR_EQUIPO.

### IV.3.2 Pruebas

Después de concluida la implementación del sistema se prueban las interacciones de los usuarios con los distintos componentes, en este sentido las pruebas se enfocan en dos sentidos pruebas por módulos y pruebas de funcionamiento del sistema general.

Estas pruebas están enfocadas a asegurar que el sistema cumpla con los requerimientos planteados anteriormente. Las pruebas se realizan de dos maneras:

- **Pruebas Caja Blanca**: Llevadas a cabo por los desarrolladores y enfocadas a detectar errores, o problemas en módulos específicos o en la integración entre los módulos del sistema.
- **Pruebas Caja Negra**: Las pruebas caja negra son realizadas con el soporte y apoyo del personal del departamento de Documentación Técnica y Aseguramiento de Calidad. Los cuales probaron el sistema sólo tomando en cuenta el resultado de las pruebas sin importar el código que esté por detrás. El diseño de casos de prueba es un proceso importante de esta fase.

## Caso de prueba # 1: Reparar Equipo.

### Prueba de curso típico

- **Descripción:** Verifica que el registro de la reparación de un equipo, se lleve a cabo correctamente.
- **Entrada:** Se presiona el link "Mis Reparaciones" del menú principal, se llenan los campos de registro de reparación mostrados en el formulario y se indican los repuestos usados, se presiona el botón "Guardar".
- **Salida:** El sistema presenta un mensaje de seguridad de acción, se presiona botón "Aceptar" de dicho diálogo y por último, se registra exitosamente la reparación.

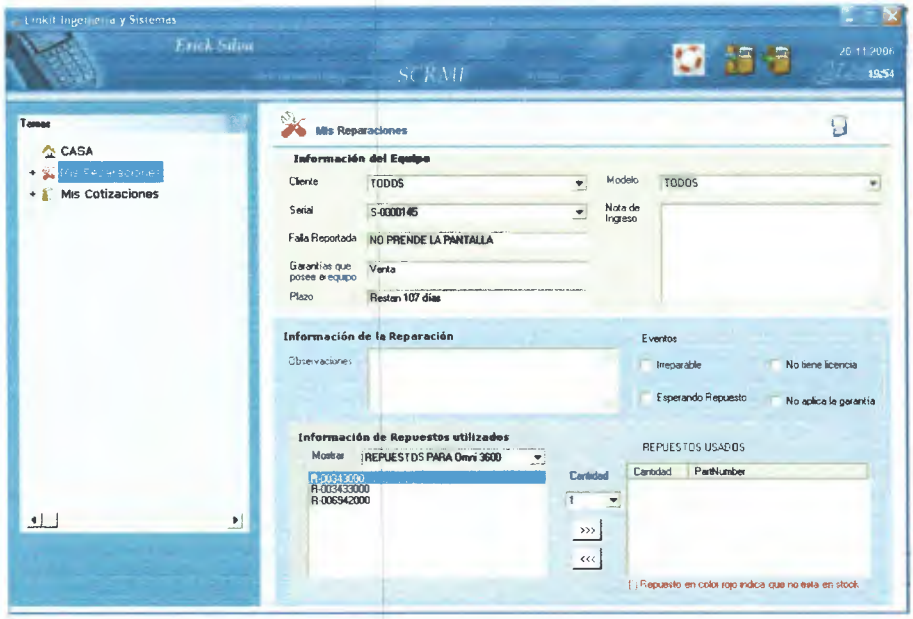


Figura 4.8 Registro de reparación

Fuente: Elaborado por el autor

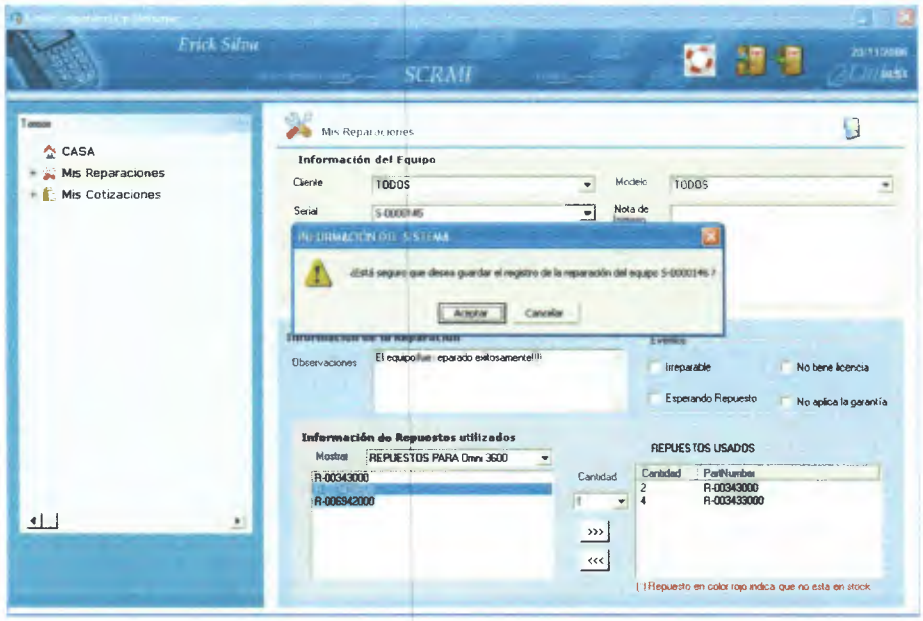


Figura 4.9. Mensaje de seguridad de acción.

Fuente: Elaborado por el autor

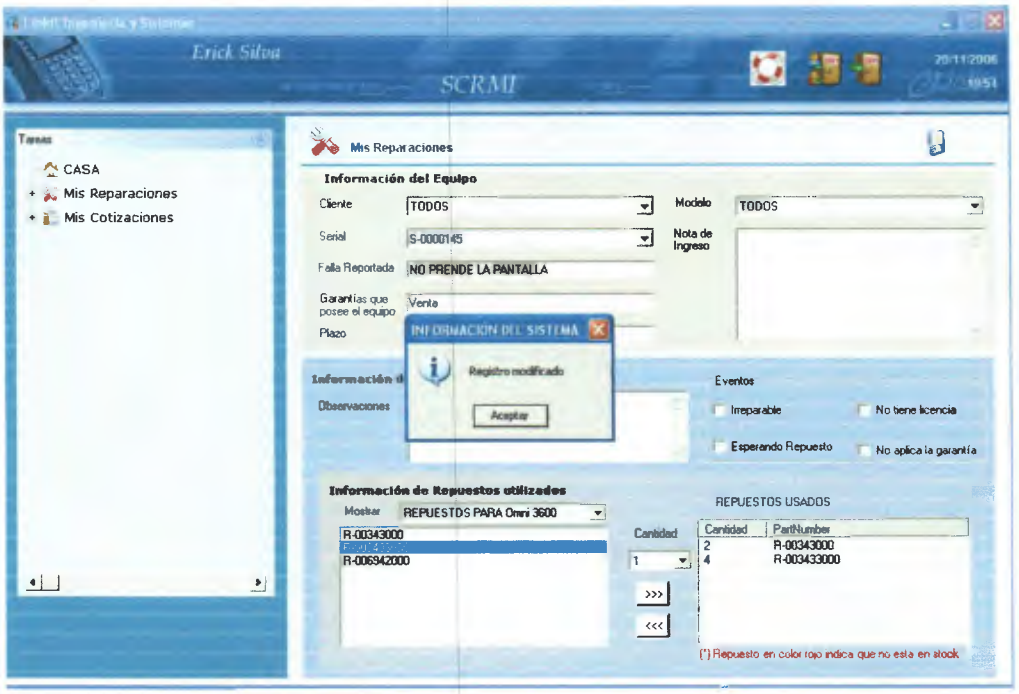


**Figura 4.10. Mensaje de notificación**

**Fuente:** Elaborado por el autor

**Prueba de curso alterno: La cantidad seleccionada de un repuesto no está en existencia**

**Descripción:** Verifica que no se registre una reparación, si existe un repuesto que no se encuentra en existencia.

- **Entrada:** Se presiona el link "Mis Reparaciones" del menú principal, se llenan los campos de registro de reparación mostrados en el formulario, se indican los repuestos usados entre los cuales uno excede la cantidad en existencia, se presiona el botón "Guardar".

- **Salida:** El sistema no la información de la reparación y presenta un mensaje de error que indica el problema, permitiendo éste que se pueda retornar al formulario de información.

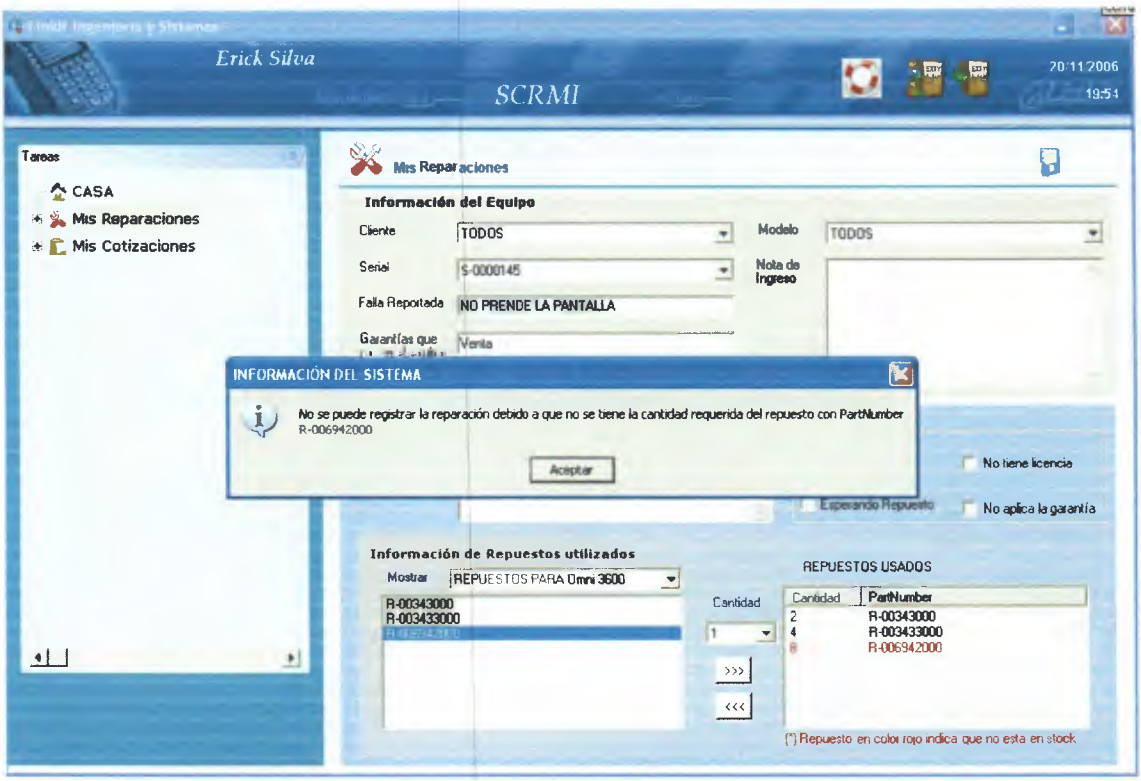


**Figura 4.11. Mensaje de error**

**Fuente: Elaborado por el autor**

**Prueba de curso alterno: Pulsar botón "Cancelar" en el mensaje de seguridad de acción**

- **Descripción:** Prueba que no se registre la reparación y el equipo esté aun asignado al técnico, si el usuario presiona el botón "Cancelar", en el mensaje de seguridad de acción presentado por el sistema antes de almacenar los datos.
- **Entrada:** Se presiona el link "Mis Reparaciones" del menú principal, se llenan los campos de registro de reparación mostrados en el formulario y se indican los repuestos usados, se presiona el botón "Guardar", el sistema presenta el mensaje de seguridad de acción, se presiona el botón "Cancelar".
- **Salida:** No se almacena ningún dato de cuenta. El sistema presenta el formulario de información de cuenta.

# CAPÍTULO V. Resultados

Con la utilización de la metodología del proceso unificado de desarrollo del software se cumplieron de manera satisfactoria los objetivos trazados al inicio de la realización del proyecto.

Se logró el diseño e implementación de un sistema de control de reparaciones y manejo de inventariado de repuestos SCRMI, que permite llevar a cabo el manejo de los datos de las cotizaciones y reparaciones que se realicen sobres los equipos que ingresan al taller, además de proveer la información necesaria para la realización de mantenimientos preventivos de equipos, también provee la funcionalidad de llevar un adecuado control de inventario de repuestos en cuanto a la recepción y manejo de depósito, basado en un modelo probabilístico.

Por otro lado permite la generación de informes y reportes tanto para la comunicación con entes internos y externos en la organización, así como otros reportes basados en conceptos de estadística, que se encargan de brindar información acerca de las operaciones llevadas a cabo en la empresa y que son de utilidad para la toma de decisiones. Por último el sistema permite el registro y mantenimiento de datos de configuración general que forman la base de otros elementos del sistema y permiten la generación de alarmas para el aviso de eventualidades.

Los resultados del presente trabajo especial de grado, son presentados de acuerdo a los objetivos que se alcanzaron con la obtención de los mismos.

- Realizar el diseño lógico y conceptual de la base de datos, que permita conocer la información exacta de cada uno de los equipos y repuestos durante el proceso de reparaciones.

- Manejar las gestiones de las garantías derivadas de las entregas realizadas a los diferentes clientes

1. Como resultado de la consecución de este objetivo se tiene el diseño, e implementación de un módulo de configuración general que permite llevar a cabo la configuración de los datos que son base del sistema, como es la información de clientes, marcas y modelos de equipos, proveedores, repuestos y garantías. Por otro lado se realizó el diseño y la implementación de

un módulo de reparaciones y cotizaciones que se interconecta con el primero y que permite gestionar toda la información de los equipos, es decir, asignación a técnicos, introducción de los mismos en lotes, reparar y cotizar equipos y hacer seguimiento de los equipos.

- Desarrollar un módulo genérico que mediante la aplicación de un modelo de teoría de inventario permita el manejo de los repuestos.
- Establecer mecanismos efectivos para la captura y manejo de inventario que permitan optimizar los tiempos y personal empleado para las tareas
- Desarrollar módulos de conexión y gestión del inventario de mercancía.

2. A fin de cumplir con los objetivos descritos anteriormente se diseño e implementó un módulo de inventario, que permite la aplicación de un modelo de inventario estocástico de revisión continua, para poder llevar a cabo un adecuado control de inventario y brindar la información necesaria sobre las requisiciones de repuestos adecuadas a las realidades del negocio. También se realizó la aplicación de una método de valuación de inventario para realizar el descuento de los repuestos utilizados que se obtienen de los lotes. Este módulo se interconectó con el resto del sistema.

- Establecer mecanismos efectivos para la captura y manejo de inventario
- Diseñar el modelo y la infraestructura de comunicación de la información capturada a través de los lectores de código de barra con un servidor central.

3. Con respecto a estos objetivos se obtuvo como resultado el diseño e implementación de un módulo de comunicación con el lector de código de barras que se encarga de hacer posible la comunicación, captura de la información del lector y la transformación para su uso en el sistema.

- Diseñar e implementar el modelo probabilístico para realizar el mantenimiento preventivo de los equipos.
- Almacenamiento de los datos y generación de informes o reportes que faciliten la toma de decisiones relacionadas con el departamento de reparaciones
- Generar reportes estadísticos configurables y alarmas de mantenimiento.

4. Para la realización de estos objetivos se obtuvo un módulo de reportes que se basa en el apoyo de funciones probabilísticas y estadísticas para generar resultados que apoyen los procesos de toma de decisiones y un módulo de ventas que permite la generación de ciertos reportes importantes, como lo son, memorandos de facturación, cotizaciones y notas de entregas, que sirven de comunicación con departamentos internos y externos a la organización. Por otro lado se realizó el diseño e implementación de un módulo de alarmas y correos electrónicos que se encarga de hacer llegar a un usuario o a un grupo especifico de ellos información referente a responsabilidades que tienen adquiridas con el sistema.

# CONCLUSIONES

Observando los resultados obtenidos en el desarrollo del presente trabajo especial de grado se puede obtener las siguientes conclusiones:

1. El sistema desarrollado SCRMI en este trabajo especial de grado permite gestionar el inventario de repuestos y equipos de manera óptima, a través de la aplicación de un modelo de inventario basado en probabilidades. En este sentido se acertó en la escogencia de la teoría estocástica con revisión continua ya que se corresponde con la forma de llevar los inventarios por parte de la empresa (ya que se corresponde con la situación actual de la demanda en el sistema).

2. El sistema SCRMI permite llevar a cabo un manejo y control de los equipos, reparaciones y cotizaciones que se llevan a cabo en el laboratorio y la generación de informes y reportes que ayudan en el proceso de comunicación interna y la toma de decisiones.

3. La aplicación correcta de modelos de inventario permiten lograr una optimización del proceso de requisiciones de repuestos y manejos de inventario, minimizando las situaciones donde exista exceso o faltante de inventario.

4. La utilización de los lectores de códigos de barra disminuyen la probabilidad de cometer errores en el proceso de introducción de los datos al sistema, además de que representa un ahorro de tiempo y una herramienta fácil de usar y configurar para el personal que se emplea en estás labores.

5. La estadística y la probabilidad son ciencias que mediante la aplicación de modelos matemáticos permiten obtener y clasificar información y hacer pronósticos minimizando el riesgo e incertidumbre en procesos de análisis y toma de decisiones.

6. El paquete de Visual Basic .NET, el manejador de base de datos SQL Server 2000, y el generador de reportes Crystal Report 9 son herramientas poderosas que brindan un entomo de desarrollo adecuado para acometer aplicaciones con interfaces de usuario intuitivas con excelente diseño y gran capacidad para almacenar, manejar, extraer y mostrar datos a los usuarios.

7. La metodología escogida, da lugar a un proceso incremental, por medio del cual se permite la construcción progresiva o por versiones y refinamiento de las características del sistema a lo largo del desarrollo del mismo. La utilización de la misma, junto con herramientas de implementación ágiles, en la realización de este proyecto, permitió gerenciar su elaboración de manera organizada, tener una mejor visión del sistema y cumplir con todos los requerimientos planteados para el mismo.

# RECOMENDACIONES

A continuación se presentan una serie de posibles mejoras y recomendaciones a tomar en cuenta en este trabajo especial de grado:

1. Desarrollo de un módulo de integración del sistema con otros sistemas de la compañía como el sistema de ventas, y el de administración lo cual permitiría integración y optimización de ciertos procesos y de la comunicación en la organización. En este caso se plantea una interfaz de comunicación con los sistemas administrativos para la integración de los procesos de ventas y contables con los de reparación y cotización, así como con el departamento de ventas, de tal manera de agilizar el flujo de información entre ambos departamentos.

2. Mejorar el módulo de inventarios en cuanto a la inclusión de otras teorías de inventario para que pueda brindar utilidad en caso de que el modelo de ventas varíe de acuerdo con el modelo planteado. En los modelos planteados se observan diversos criterios por los cuales deben ser adoptados, dependiendo de la demanda y revisión de los productos, al igual que la naturaleza de los mismos, los cuales no fueron incluidos en el caso de estudio.

3. Añadir al módulo de inventario la funcionalidad de tener una mayor autonomía en cuanto al proceso de solicitud de repuestos a los proveedores. Es decir, que además de brindar la información de los repuestos cuyas cantidades están por debajo del nivel mínimo pueda clasificar y mostrar posibles órdenes de compras a fin de agilizar el proceso de análisis de la información.

4. Desarrollar mecanismos de conexión con escáneres o lectores de códigos que utilicen diferentes interfaces, en ese sentido se sugiere incluir para el sistema un escáner que cargue la información de los equipos ingresados al sistema por lotes a fin de agilizar el proceso.

5. Obtener la información de la garantía de un equipo a través del sistema que posee el módulo de ventas de la compañía ya que la primera vez que un equipo ingresa al laboratorio, el registro de la garantía debe ser hecho de forma manual, una vez ingresado, ya la información esta disponible.

6. Permitir que el sistema realice la elección o sugerencia del técnico, al cual se le va a asignar el equipo dependiendo de parámetros de selección como la cantidad de equipos asociados a ese técnico o la cantidad de equipos de dicho modelo reparados en un determinado espacio de tiempo.

# BIBLIOGRAFÍA

A continuación se muestra una lista de los diversos libros, publicaciones y referencias electrónicas que se utilizaron durante el desarrollo del trabajo especial de grado.

***Libros***


- Taha, H. (2004). *Investigación de operaciones.* (Trad. V. González) México: Pearson Educación. (Original en inglés 2003).
- Hillier, F. y Lieberman, G. (2002). *Investigación de operaciones.* (Trad M. González) México: Mc Graw Hill. (Original en inglés, 2001).
- Kroll, P. y McIsaac B: (2006). *Agility and Discipline Made Easy: Practices from OpenUP and RUP.* Boston: Addison Wesley Professional.
- Larman, C. (2001). *UML y patrones. Introducción al análisis y diseño orientado a objetos.* (Trad. Hernández. L). México: Pearson Educación. (Original en inglés, 2000).
- Jacobson, I., Booch, G. y Rumbaugh J. (2000). *El proceso unificado de desarrollo de software.* (Trad. S. Sánchez) Madrid: Pearson Educación. (Original en inglés, 1999).
- Jacobson, I., Booch, G. y Rumbaugh J. (2000). *El lenguaje unificado de modelado. Manual de Referencia.* (Trad. S. Sánchez) Madrid: Pearson Educación. (Original en inglés, 1999).
- Redondo, A. (1993). *Curso práctico de contabilidad general y superior.* (3a. .ed.) Caracas: Corporación Marca, S.A.
- Mendenhall, W (1987). *Introducción a la probabilidad y estadística.* (Trad. C. Segami). México Grupo Editorial Iberoamericana. (Original en inglés, 1979).
- Tanenbaum, A. (2003). *Sistemas Operativos Modernos.* (Trad. R. Escalona). Madrid: Prentice Hall (Original en inglés, 2002).
- Stalling, W. (2004) *Fundamentos de seguridad en redes.* Madrid: Pearson Education.

❖ Lipschutz, S.(1975) Teoría *y problemas de probabilidad*. (Trad. A. Ferro) México: Mc Graw Hill. (Original en inglés, 1974)

❖ Symbol Technologies, INC. (1999). *Symbol LS9100 Product Reference Guide*. Hotschville, New York: Symbol Technologies, INC, Technical Publications.

**Documentos electrónicos**

❖ Arizpe, G. (2006). *El ABC de los códigos de barra*, [en línea] México. Area Estrategias de Internet. Disponible en: http://www.arzp.com/bar_code/ [2006, 15 de octubre].

❖ Sabater, J. (2003). *Códigos de barra*, [en línea] México. CiberHábitat Ciudad de la Informática. Disponible en: http://www.ciberhabitat.gob.mx/comercio/cbarras/index.html [2006, 15 de octubre].

❖ Marín, A. (2006). *Ampliación de Modelos de Investigación Operativa*. [en línea] España: Licenciatura de Matemáticas Universidad de Murcia Disponible en: http://www.um.es/or/ampliacion/ 2006, 10 de noviembre].

❖ Cohen, R. (2006). Gestión de recursos. [en línea]. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ingeniería Disponible en: http://www.fi.uba.ar/materias/7628/ [2006, 10 de noviembre].

❖ Briceño, G. (2007). Modelo del lote económico (EOQ) con faltantes planeados [en línea]. Mérida; Universidad de los Andes. Disponible en http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/gbriceno/IO-B2004/Modelo%20EOQ%20con%20faltantes%20planeados.pdf [2007, 10 de febrero].

❖ Rosas, P. (2006). Propuesta *de un programa de inventarios para la empresa Serviacero Planos S.A de CV*. [en línea] Puebla: Universidad de las Américas Puebla. Disponible en: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lii/rosas_m_jp/capitulo4.pdf [2006, 20 diciembre]

- Sánchez, J. (2006). *Logísticas en distribución*. [en línea]. Valparaíso: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Ingeniería. Disponible en: http://www.material_logistica.ucv.cl/en%20PDF/Introd_MODELOS%20DE%20INVENTARIO_2004.pdf [2006, 18 marzo]

- Aranguren, M. et al (2005). *Control de Inventarios*.[en línea] Disponible en : http://www.monografias.com/trabajos11/conin/conin2.shtml [2006, 18 de marzo]

- Adams, R. (2007). *BarCode 1*. [en línea]. Estados Unidos: Adams Comunnications Disponible en: http://www.adams1.com/pub/russadam/new.html [2007, 12 febrero]

- Ramos, A.(2006) *Optimización de gestión de inventarios(Stocks)*. [en línea]. Madrid Universidad Pontificia de Comillas: Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Disponible en: http://www.doi.icai.upcomillas.es/simio/transpa/t_inv_ar.pdf

**Páginas Web**

- Corporación Systar. Disponible en: http://www.systar.com.ve
- Barcode Software, Disponible en: http://www.tec-it.com
- Nacional Barcode, Disponible en: http://www.nationalbarcode.com/
- Wikipedia, la enciclopedia libre. Disponible en: http://www.wikipedia.com
- BarCode 1. A Web information about bar code. Disponible en: http://www.adams1.com/

# GLOSARIO

## B

**Base de Datos:** conjunto de datos relacionados que se almacenan se forma que se pueda acceder a ellos de manera sencilla, con la posibilidad de relacionarlos, ordenarlos en base a diferentes criterios, etc.

## C

**Caso de uso:** es una técnica para la captura de requisitos potenciales de un nuevo sistema o una actualización software. Cada caso de uso proporciona uno o más escenarios que indican cómo debería interactuar el sistema con el usuario o con otro sistema para conseguir un objetivo específico.

**CCD:** (del inglés Charge-Coupled Device, "dispositivo de cargas (eléctricas) interconectadas) es un circuito integrado que contiene un número determinado de condensadores enlazados o acoplados.

**Cliente:** cualquier elemento de un sistema de información que requiere de un servicio mediante el envío de solicitudes al servidor.

**Cliente/Servidor:** concepto que sirve para clasificar las computadoras: los servidores almacenan información y la entregan a los clientes que la solicitan.

**Código:** instrucciones contenidas en un programa y entendibles por el computador. Las aplicaciones normales pueden tener miles de líneas de código que es necesario mantener

**Código de barras:** es la representación de una determinada información mediante un conjunto de líneas paralelas verticales de diferente grosor y espaciado. El código de barras sirve para reconocer rápidamente un artículo en un comercio o en un punto de la cadena logística. Actualmente, el código de barras está masivamente implantado de forma internacional hasta el punto de que prácticamente la totalidad de los productos de consumo lo incorporan.

**Cotización:** Es un documento en el cual se le solicita a un proveedor la necesidad de adquirir un bien o bienes para la empresa u organización

E

**EOQ (Economic Order Quantity):** constituye actualmente uno de los sistemas de administración de inventarios. Creado a principios del siglo XX, el EOQ es un método que, tomando en cuenta la demanda, el costo por mantener (en inventario), y por ordenar, así como el costo del artículo, produce como salida la cantidad óptima a ordenar, para minimizar costos por mantenimiento de los artículos.

**Estadística:** es una ciencia matemática que se utiliza para describir, analizar e interpretar ciertas características de un conjunto de individuos llamado población.

**Estocástico**: sistema que funciona, sobre todo, por el azar. Las leyes de causa-efecto no explican cómo actúa el sistema (y de modo reducido el fenómeno) de manera determinista, sino en función de probabilidades

H

**Hardware:** cada una de las partes físicas que forman un computador.

**HHLC:** acrónimo en inglés de (hand held laser compatible) es una señal de transmisión cuando el lector de código de barras captura información.

I

**Interfaz:** conexión e interacción entre hardware, software y el usuario. Desde el punto de vista del usuario la interfaz engloba la forma en la que el operador interactúa con el computador, los mensajes que éste recibe en pantalla, etc.

**Interoperabilidad:** característica de los computadores que les permite su interconexión y funcionamiento conjunto de manera compatible. Esto no siempre es posible, debido a los diferentes sistemas operativos y arquitecturas de cada sistema, pero los esfuerzos de estandarización están permitiendo que cada vez sean más los computadores capaces de interoperar entre sí.

**Intranet:** red propia de una organización, diseñada y desarrollada siguiendo los protocolos propios de Internet, en particular el protocolo *TCP/IP*. Puede tratarse de una red aislada, es decir, no conectada a Internet.

**Inventario:** están constituidos por los bienes de una entidad que se destinan a la venta o a la producción para su posterior venta, tales como son la materia prima, la producción en proceso, los artículos terminados y otros materiales que se utilicen en el empaque, envase de mercancía o las refacciones para el mantenimiento que se consuman en el ciclo de operaciones. Si se vende hay un ingreso. Son los bienes o servicios en espera de ser utilizados los cuales se registran en el nivel de inventario.

**O**

**Objeto:** un programa orientado a objetos se compone de objetos, que es un encapsulamiento general de datos y de los procedimientos para manipularlos.

**Orientación a Objetos (*OO*):** en la programación tradicional, se distingue entre los datos y los procedimientos. En la técnica de programación orientada a objeto no es así, puesto que no existen los procedimientos como tales. Los elementos de los programas se denominan objetos y son considerados como entidades independientes que se relacionan e interactúan entre sí.

**P**

**PEPS:** es el acrónimo de (primero en entrar, primero en salir). Es un método utilizado en estructuras de datos, contabilidad de costes y teoría de colas.

**Plataforma:** es un término de carácter genérico que designa normalmente una arquitectura de hardware, aunque también se usa a veces para sistemas operativos o para el conjunto de ambos.

**Probabilidad:** es la característica de un suceso del que existen razones para creer que se realizará. Los sucesos tienden a ser una frecuencia relativa del número de veces que se realiza el experimento.

**Protocolo:** conjunto de normas y/o procedimientos para la transmisión de datos entre computadoras y las telecomunicaciones en general.

**R**

**Reparación:** es la acción de arreglar dispositivos mecánico o eléctrico que se necesita reparar, así como las acciones y rutinas necesarias para mantener el dispositivo en buen estado de funcionamiento y así prevenir posibles fallas.