



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Estudios de Postgrado

Maestría en Tecnología de la Información y la Comunicación

AUTOMATIZACIÓN DE SISTEMA DE CONTROL DE ENTREGA DE MEDICAMENTOS

Ingeniero **José Alejo Ramírez Soto**
Asesorado por Msc. Inga. María Aldana

Guatemala, junio de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**AUTOMATIZACIÓN DE SISTEMA DE CONTROL DE ENTREGA DE
MEDICAMENTOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

INGENIERO JOSÉ ALEJO RAMÍREZ SOTO
ASESORADO POR MSC. INGA. MARÍA ALDANA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

MASTER EN TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN

GUATEMALA, JUNIO DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Ángel Roberto Sic García
VOCAL I	
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADORA	Dra. Mayra Eugenia Castillo Montes
EXAMINADOR	Ma. Ing. Marlon Antonio Pérez Türk
EXAMINADOR	Ma. Ing. Everest Darwin Medinilla Rodríguez
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

AUTOMATIZACIÓN DE SISTEMA DE CONTROL DE ENTREGA DE MEDICAMENTOS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Posgrados de Ingeniería, con fecha 6 de noviembre del 2012.

Ing. José Alejo Ramírez Soto



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Teléfono 2418-9142 / Ext. 86226

APT-2015-028

Como Coordinador de la Maestría en Tecnologías de la Información y la Comunicación y revisor del Trabajo de Tesis titulado **“AUTOMATIZACIÓN DE SISTEMA DE CONTROL DE ENTREGA DE MEDICAMENTOS”**, presentado por el Ingeniero en Ciencias y Sistemas **José Alejo Ramírez Soto**, apruebo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Marlon Antonio Pérez Türk
MSc. Ing. **Marlon Antonio Pérez Türk**
Coordinador de Maestría
Escuela de Estudios de Postgrado

Guatemala, Julio de 2015.

Cc: archivo
/la



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Teléfono 2418-9142 / Ext. 86226

APT-2015-028

Como Revisor de la Maestría en Tecnologías de la Información y la Comunicación del Trabajo de Tesis titulado **"AUTOMATIZACIÓN DE SISTEMA DE CONTROL DE ENTREGA DE MEDICAMENTOS"**. Presentado por el Ingeniero en Ciencias y Sistemas **José Alejo Ramírez Soto**, apruebo el presente y recomiendo la autorización del mismo.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

MSc. Inga. María Elizabeth Aldana Díaz

Revisor(a)

Escuela de Estudios de Postgrado



Guatemala, Julio de 2015.

Cc: archivo
/la



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Teléfono 2418-9142 / Ext. 86226

APT-2015-028

El Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen y dar el visto bueno del revisor y la aprobación del área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **“AUTOMATIZACIÓN DE SISTEMA DE CONTROL DE ENTREGA DE MEDICAMENTOS”** presentado por el Ingeniero en Ciencias y Sistemas **José Alejo Ramírez Soto**, apruebo el presente y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

MSc. Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Director
Escuela de Estudios de Postgrado



Guatemala, Julio de 2015.

Cc: archivo
/la



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

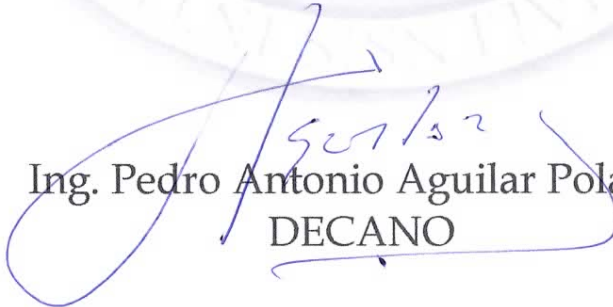
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Teléfono 2418-9142 / Ext. 86226



Ref. APT-2015-028

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Postgrado, al Trabajo de Tesis de la Maestría en Tecnologías de la Información y la Comunicación titulado: **"AUTOMATIZACIÓN DE SISTEMA DE CONTROL DE ENTREGA DE MEDICAMENTOS"**, presentado por el Ingeniero en Ciencias y Sistemas **José Alejo Ramírez Soto**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.



Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
DECANO

Guatemala, Julio de 2015.

ACTO QUE DEDICO A:

Mi persona

Por la perseverancia y el esfuerzo realizado.

AGRADECIMIENTOS A:

Mi poder superior	Porque finalmente está al principio de todo.
La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser mi alma máter.
Mis catedráticos	Por compartir su conocimiento.
Mi asesora	Msc. Inga. María Aldana, por todo su tiempo y apoyo.
Apreciado jurado evaluador	Por sus correcciones y dictamen.
CoDA	Por tener las puertas abiertas.

ÌNDICE GENERAL

ÌNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÌMBOLOS	IX
GLOSARIO.....	XV
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	XVII
OBJETIVOS.....	XXI
RESUMEN DE MARCO METODOLÒGICO	XXIII
INTRODUCCIÒN.....	XXVII
1. NECESIDADES CUBIERTAS	1
1.1. Disciplina de requerimientos.....	1
1.2. Disciplina de anàlisis y diseõo	4
1.2.1. Modelo de mapa de navegaciòn.....	5
1.2.1.1. Prototipo	5
1.2.1.2. Diagrama de estado	9
1.2.2. Modelo de anàlisis	11
1.2.2.1. Diagrama de clases	11
1.2.3. Modelo de diseõo a nivel de componentes.....	12
1.2.3.1. Diagrama de clases	13
1.3. Disciplina de modelado del negocio	14
1.3.1. Modelo de caso de uso del negocio	15
1.3.1.1. Diagrama de caso de uso.....	16
1.3.1.2. Plantillas de especificaciòn de casos de uso.....	16
1.3.2. Modelo de anàlisis-diseõo de la aplicaciòn.....	16
1.4. Diagramas de actividades	17

1.5.	Diagramas de secuencia.....	22
1.5.1.	Secuencia de estación de enfermería	22
1.5.2.	Secuencia de estación de farmacia.....	24
1.6.	Modelo conceptual	25
1.7.	Desarrollo de aplicación para el control de medicamentos	27
1.8.	Alcance del proyecto	27
1.9.	Identificación de actores.....	29
1.9.1.	Enfermeras - estación de enfermería	30
1.9.2.	Encargados de farmacia - estación de farmacia	30
1.10.	Disciplina de implementación.....	31
1.10.1.	Modelo de implementación.....	31
1.10.1.1.	Código fuente	31
2.	PROPUESTA DE CAMBIOS	33
2.1.	Ingreso de orden médica.....	33
2.2.	Cálculo de medicamentos a solicitar/dispensar	35
2.3.	Entrega y recepción de medicamentos	37
2.4.	Aplicación de medicamentos.....	39
2.5.	Registro y control de medicamentos	39
2.6.	Resumen de cambios y mejoras	40
2.7.	Puntos de revisión.....	43
3.	ARQUITECTURA GENERAL DE LA SOLUCIÓN.....	45
3.1.	Diseño de la arquitectura de la aplicación.....	45
3.2.	Diagrama del patrón de arquitectura.....	46
3.3.	Modelo para la arquitectura de los servicios	47
3.3.1.	Modelo de la arquitectura para el servicio de enfermería	47

3.3.2.	Modelo de la arquitectura para el servicio de farmacia.....	48
3.4.	Diseño de la red	48
3.4.1.	Diagrama de la red	49
3.5.	Entorno de despliegue.....	50
3.5.1.	Diagrama de despliegue.....	50
3.6.	Pruebas del sistema	51
3.6.1.	Disciplina de prueba	52
3.6.1.1.	Modelo de prueba.....	52
3.6.1.1.1.	Especificación de caso prueba.....	52
4.	PLAN DE CONTINGENCIA, INSTALACIÓN, CAPACITACIÓN Y RETROALEMENTACIÓN.....	57
4.1.	Instalación	61
4.1.1.	Disciplina de prueba	64
4.2.	Capacitación.....	64
4.3.	Retroalimentación.....	66
5.	MODELO DE NEGOCIO.....	69
5.1.	Sumario ejecutivo.....	69
5.1.1.	Objetivos.....	70
5.1.2.	Misión	71
5.1.3.	Claves para el éxito	71
5.2.	Sumario de la compañía.....	72
5.2.1.	Propietarios de la compañía	73
5.2.2.	Historia	74
5.2.3.	Ubicación e instalaciones	75
5.3.	Productos y servicios.....	75

5.3.1.	Descripción de producto y servicio.....	77
5.3.2.	Comparación competitiva	79
5.3.3.	Beneficios.....	79
5.3.4.	Tecnología.....	81
5.3.5.	Futuros productos y servicios.....	82
5.4.	Resumen de análisis de mercado	82
5.4.1.	Segmentación del mercado.....	83
5.4.2.	Análisis de la industria.....	84
5.4.2.1.	Participantes de la industria	85
5.4.2.2.	Patrones de distribución	85
5.4.2.3.	Competencia y patrones de compra....	86
5.4.2.4.	Competidores principales.....	87
5.4.3.	Análisis del mercado	88
5.5.	Estrategia y sumario de implementación.....	88
5.5.1.	Estrategia de mercadeo	89
5.5.1.1.	Estrategia de precios.....	90
5.5.1.2.	Estrategia de promoción.....	91
5.5.2.	Estrategia de ventas.....	91
5.5.2.1.	Pronóstico de ventas.....	92
5.5.2.2.	Resumen de puesta en marcha	93
6.	RESULTADOS.....	95
6.1.	Generales.....	95
6.1.1.	Procesos	95
6.1.2.	Almacenamiento.....	97
6.1.3.	Pérdidas	98
6.1.4.	Inventario.....	98
6.1.	Discusión de resultados	99
6.2.1.	Procesos	99

6.2.2.	Datos	101
6.2.3.	Pérdidas	101
6.2.4.	Inventario	104
CONCLUSIONES		105
RECOMENDACIONES		107
BIBLIOGRAFÍA		109
APÉNDICES		113

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Escenario del problema	XVII
2.	Diagrama de Ishikawa	XVIII
3.	Flujo de entrega de medicamentos.....	4
4.	Pantalla de ingreso de orden médica	7
5.	Pantalla de salida de entrega de medicamentos.....	8
6.	Pantalla de salida para validación de aplicación de medicamentos	9
7.	Diagrama de estado del dispensador de medicamentos	10
8.	Diagrama de componentes	13
9.	Diagrama de clases	14
10.	Diagrama de elaboración de orden médica	18
11.	Diagrama de ingreso de orden médica	19
12.	Diagrama de entrega de medicamentos.....	20
13.	Diagrama de recepción de medicamentos	21
14.	Diagrama de aplicación de medicamentos	22
15.	Diagrama de secuencia de estación de enfermería	23
16.	Diagrama de secuencia de estación de farmacia	24
17.	Modelo conceptual	26
18.	Integración al sistema existente	29
19.	Arquitectura general de la solución	45
20.	Componentes del proyecto	46
21.	Modelo para la arquitectura del servicio de enfermería	47
22.	Modelo para la arquitectura del servicio de farmacia	48
23.	Diagrama de red	49

24.	Entorno de despliegue	50
25.	Requerimientos mínimos	62
26.	Reporte de medicamentos	100

TABLAS

I.	Eventos del sistema.....	3
II.	Identificaciones de eventos del negocio.....	15
III.	Tiempos de procesos.....	40
IV.	Mejora en el tiempo de los ciclos.....	43
V.	PO1.....	53
VI.	PO2.....	53
VII.	PO3.....	54
VIII.	PO4.....	54
IX.	PO5.....	55
X.	PO6.....	55
XI.	Sumario de puntos de control.....	60
XII.	Tiempos de respuestas.....	60
XIII.	Tiempos y mejoras en procesos.....	96
XIV.	Resultados de mejoras en los tiempos de los ciclos.....	101

GLOSARIO

Base de datos	Conjunto de datos pertenecientes a un mismo contexto y almacenados sistemáticamente para su posterior uso.
Bitácora	Registro de actividades realizadas donde se incluye transacción, fecha, usuarios, acciones.
Dar de alta	Autorización médica para reincorporarse a un trabajo, a una actividad.
Dispensador	Aplicación automática que gestiona la entrega de medicamentos.
Dosificación	Fijar la cantidad de medicina o de otra sustancia que debe ingerirse en cada toma.
Estupefaciente	Es aquella sustancia medicinal que provoca sueño o estupor y, en la mayoría de los casos inhibe la transmisión de señales nerviosas asociadas al dolor.
Implementación	Instalación de una aplicación informática, realización o ejecución de un plan, idea,

modelo científico, diseño, especificación, estándar, algoritmo o política.

Interfaz

En informática se utiliza para nombrar a la conexión física y funcional entre dos sistemas o dispositivos de cualquier tipo, dando una comunicación entre distintos niveles. Su plural es interfaces.

Framework

En el desarrollo de software, un *framework* o marco de trabajo, es una estructura conceptual y tecnológica de soporte definido, normalmente con artefactos o módulos de software concretos, que puede servir de base para la organización y desarrollo de software. Típicamente, puede incluir soporte de programas, bibliotecas, y un lenguaje interpretado, entre otras herramientas, para así ayudar a desarrollar y unir los diferentes componentes de un proyecto.

Gestión

Asunción y ejercicio de responsabilidades sobre un proceso (es decir, sobre un conjunto de actividades) lo que incluye: la preocupación por la disposición de los recursos y estructuras necesarias para que tenga lugar, la coordinación de sus actividades (y correspondientes interacciones), la rendición de cuentas ante

el abanico de agentes interesados por los efectos que se espera que el proceso desencadene. También se entiende por gestión al conjunto de trámites a realizar para resolver un asunto.

Medicamentos controlados

Son aquellos medicamentos recetados por un médico para el tratamiento de una enfermedad o síntoma en concreto, los cuales, por sus componentes o reacción en el paciente, deben estar registrados ante el Ministerio de Salud, para ser reportado el médico que lo receta, el sitio de adquisición, la utilización y el paciente al que ha sido aplicado.

Póliza

Es la denominación que recibe aquel documento en el cual se plasma el contrato de seguro, por un lado, y por el otro, las obligaciones y derechos que corresponderán tanto a la aseguradora como al asegurado, que son las dos partes intervinientes en este tipo de contrato.

Prescripción

Es el acto profesional del médico que consiste en recetar una determinada medicación o indicar un cierto tratamiento terapéutico a un paciente; incluye la normativa legal sobre prescripción médica;

en medicina, prescripción de fármacos es el acto de indicar el o los medicamentos que debe recibir el paciente, su dosificación directa y la duración del tratamiento; incluye las actividades y condicionantes profesionales para prescribir medicamentos.

Psicotrópico

(Del griego *psyche*, 'mente', y *trophein*, 'tornar') es un agente químico que actúa sobre el sistema nervioso central, lo cual trae como consecuencia cambios temporales en la percepción, ánimo, estado de conciencia y comportamiento.

Reacción

Resultado de la mezcla o unión de uno o varios elementos; en el caso de farmacología, es el resultado de la aplicación de medicamentos a un paciente.

Software

Equipamiento o soporte lógico de un sistema informático, que comprende el conjunto de los componentes necesarios que hacen posible la realización de tareas específicas, en contraposición a los componentes físicos que son llamados hardware.

Stat

Expresión de aplicación de medicamento que indica que el mismo debe de ser aplicado en el momento.

Transacción

Proceso de intercambio generalizado, puede ser de distintos tipos de acuerdo con los artículos a intercambiar, sean estos tangibles o no.

Vale

Documento comercial, para pagar un producto, ya sea bien o servicio. Puede representar el pago total o parcial.

RESUMEN

El sector hospitalario es de importancia en todos los países, ya que es el ente encargado de resguardar la salud de los ciudadanos, ya sea en las instituciones públicas o privadas. La falta de un proceso automático de control de medicamentos recetados, entregados y aplicados, genera los siguientes problemas: aplicación incorrecta de dosis, desajustes en el inventario de medicamentos y gestión inadecuada de medicamentos controlados.

En este trabajo de graduación se presenta el análisis, diseño e implementación del sistema de control de medicamentos nombrado "Dispensador de medicamentos" para resolver los problemas de registro electrónico de entrega de medicamentos en el hospital Américas, del Grupo Hospitalario Guatemala.

Al implementar el programa dispensador de medicamentos se espera mejorar el control de la entrega de medicamentos, pudiendo tener un respaldo electrónico que agilice la búsqueda de los datos que sean requeridos. Se tiene un respaldo más efectivo sobre los medicamentos controlados que verifica las entregas y recepciones de medicamentos a través de las enfermeras y encargados de farmacia, guardando un registro único auxiliado por la revisión de huellas dactilares.

El cálculo de los medicamentos a entregar se realiza automática y periódicamente para cada cambio de turno de enfermería y según el horario de entrega de medicamentos, restringido con la ayuda de una base de datos de horarios.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la industria, en los negocios, en las ventas o en las empresas que prestan servicios al no ser auxiliados por sistemas de control suelen tener problemas de control en y de los procedimientos. Santos y Pérez (2014) indican que: “para garantizar el uso racional de los medicamentos en el hospital es necesario establecer medidas educativas y de selección, pero también medidas de control que garanticen el derecho de los pacientes a la mejor terapia, cuando las primeras alcanzan su límite”.

Los sistemas de control informático ayudan a minimizar el error humano en los procedimientos; la automatización de procesos reduce el tiempo de ejecución y revisión.

“Un patrón describe una solución que puede ser aplicada a un problema que ocurre una y otra vez, pudiendo solucionar el problema un millón de veces; sin replantear el problema nuevamente” (Gamma, Helm, Johnson y Vlissides, 1994).

Debido a la falta de un sistema de control en el procedimiento de entrega de medicamentos que registre los medicamentos entregados, no es posible tener un respaldo tecnológico sobre la aplicación de medicamentos incorrectos y aplicación incorrecta de dosis, aplicación fuera de horario adecuado, descontrol en inventario y poca información a reacción de medicamentos. Los modelos de control fisiológicos son de gran ayuda para la profesión médica (Dorf & Bishop, 2009).

Al no contar con una herramienta que recolecte los datos de las transacciones realizadas con los medicamentos, es complicado generar respaldo para un control para seguros médicos y medicamentos controlados perdidos.

Debido al preocupante clima de inseguridad en el mundo y a la creciente toma de conciencia por este aspecto, la tecnología biométrica es cada día más reconocida como un efectivo mecanismo de control de alta seguridad. (Rawson, 2014).

La representación de estos problemas se puede apreciar en la figura 1; en donde se presenta a una enfermera confundida con el horario que corresponde aplicar los medicamentos, ignorancia por parte de los encargados de seguros, información incompleta para los médicos, confusiones con medicamentos y dosis. La configuración de una aplicación es el parámetro del funcionamiento de la misma o los valores con los cuales debe ejecutarse de manera predeterminada.

La configuración de una aplicación debe de ser guardada de forma segura e inalterable, pero de fácil acceso para la aplicación. Los datos de una configuración pueden estar cifrados o ser accedidos a través de una llave de seguridad. Las configuraciones pueden ser guardadas en bases de datos que son dinámicas y tienen un nivel confiable de seguridad. Los problemas reconocidos por la falta de control de entrega de medicamentos se dividieron en:

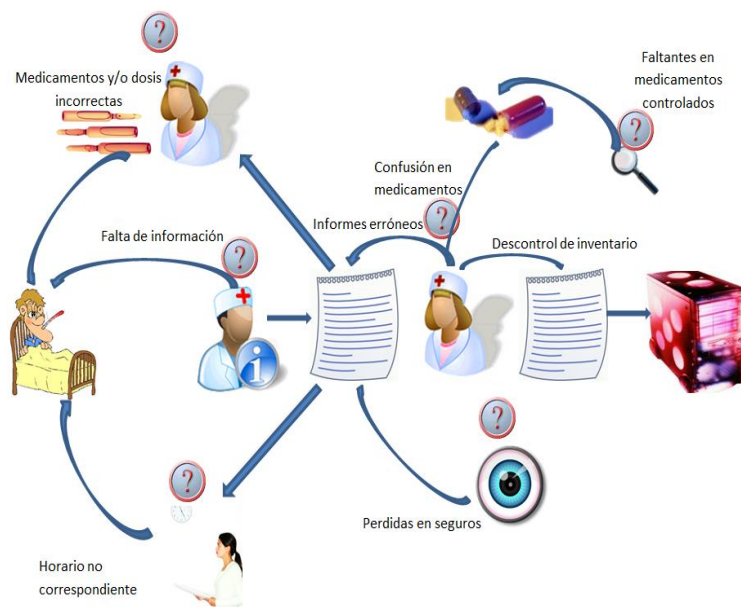
- Sociales
 - Posibilidad de pérdida de vidas humanas
 - Bajo control de efecto de medicamentos

- Tecnológicos
 - Falta de registro digital de entregas
 - Falta de historial de transacciones
 - Carencia de respaldo para aseguradoras
 - Falta de historial de consumos

Surgieron las siguientes preguntas orientadoras.

- ¿Cómo registrar adecuadamente la entrega de medicamentos?
- ¿Cómo tener un control de psicotrópicos y estupefacientes entregados?
- ¿Cómo mejorar y agilizar el control y entrega de medicamentos?

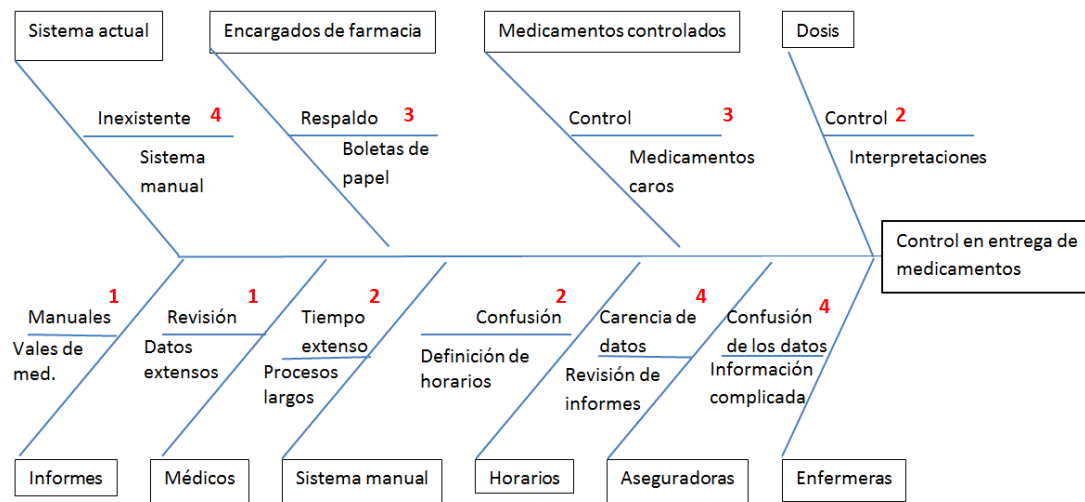
Figura 1. **Escenario del problema**



Fuente: elaboración propia.

El diagrama de Ishikawa es una herramienta muy útil que ayuda a la visualización y que describe las causas de los problemas que se han detectado; además, muestra las causas de un evento específico. La figura 2 muestra el diagrama de Ishikawa referente al control de medicamentos; incluye el análisis de impacto y la dificultad de la implementación de las diferentes causas que generan el problema principal que se desea resolver.

Figura 2. Diagrama de Ishikawa



		Impacto	
		Alto	Bajo
Implementación	Fácil	1	2
	Difícil	3	4

Fuente: elaboración propia.

OBJETIVOS

General

Mejorar el sistema de entrega de medicamentos por medio del desarrollo de una aplicación informática que realice el cálculo de la cantidad de fármacos que deben dispensarse para un paciente en un periodo determinado de tiempo, con base en una orden médica.

Específicos

1. Desarrollar aplicación informática que registre electrónicamente las entregas de medicamentos, personas involucradas y hora del evento.
2. Implementar el uso de huellas dactilares en el proceso de entrega de fármacos psicotrópicos o estupefacientes.
3. Restringir con auxilio de una base de datos de horarios, las entrega de medicamentos, según áreas de enfermería.

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

La primera etapa de desarrollo de la aplicación consistió en la toma de requerimientos. La toma de requerimientos documentó los procesos que actualmente se realizan, las personas involucradas en el proceso y su rol en el desarrollo normal y en las excepciones que se encuentra diariamente en el despacho y entrega de medicamentos.

Esta se realizó durante cuatro días, ya que los turnos de trabajo realizado por los involucrados son de 24 horas de trabajo por 48 de descanso. La toma de requerimientos se realizó por medio de las anotaciones realizadas con base en lo observado en el trabajo diario de un turno de trabajo de un encargado de farmacia y un encargado de enfermería, cómo desempeñan su trabajo individualmente y cómo interactúan entre sí.

Luego de recolectar la documentación necesaria completa del proceso, se procedió al análisis de la información obtenida por medio del estudio de casos; para este método se identificaron los puntos en los cuales se ha notado que hay fallos y se realizan anotaciones de posibles soluciones. Se identifica a los involucrados y se clasifican los posibles flujos normales y los poco comunes.

En la tercera etapa fue necesario realizar una investigación de campo sobre las posibles soluciones que se aplicarían y si serían viables en el momento de realizar un cambio y automatizar ciertos procesos o parte de los mismos.

Para la cuarta etapa se realizó una propuesta escrita en la cual se enmarcaron los detalles de los cambios que se ejecutaron y la forma tentativa en la cual se modificaron los flujos y/o tiempos de ejecución de los procesos. Se documentaron casos de uso con los escenarios ideales y las excepciones; los casos de uso fueron validados por los involucrados en cada parte del proceso, así como los coordinadores y supervisores de los mismos.

Elaborados los puntos de revisión en los cuales se podría visualizar el estado del sistema y la forma en la que se está ejecutando el proceso, se revisó si todos los flujos funcionan correctamente o existe alguna anomalía.

Según lo observado en la toma de requerimientos se desarrolló la descripción de las pruebas que se realizaron al sistema, los escenarios involucrados para las mismas y los criterios de aceptación para el funcionamiento óptimo. Se indicaron los pasos a seguir en caso de un mal funcionamiento del sistema o un fallo inesperado.

Se redactó la documentación que explica el funcionamiento y programación de la herramienta, así como las diferentes combinaciones de configuraciones que es posible realizar con la misma. Se desarrolló un manual de usuario incluido en la aplicación a manera de vídeo, para que los usuarios puedan visualizar un tutorial que los guíe en caso de necesitar refuerzo o consulta de la forma adecuada de realizar algún procedimiento específico, siguiendo un flujo normal establecido.

Se documentaron los planes de contingencia y las herramientas con las cuales se cuenta para problemas externos que pueden afectar la ejecución adecuada de la aplicación desarrollada.

Al finalizar el desarrollo de la aplicación se inició la fase de instalación y capacitación del personal, en la cual se mostró el rol que juega cada integrante en su interacción con la aplicación y los demás integrantes identificados en el proceso.

Se realizó la tarea de ejecución asistida en la cual se supervisó la forma de interactuar con el sistema y se auxilió en las dudas que surgieron sobre el mismo; junto con esta tarea se recolectaron los comentarios y sugerencias que puedan ayudar en la mejora del sistema para incluirlos en la fase de mejoras o futuras versiones, si nuevos requerimientos lo indicaran.

INTRODUCCIÓN

El objetivo general del trabajo consiste en el desarrollo de una aplicación para la sistematización y el control de medicamentos recetados, entregados y aplicados. En el medio hospitalario es necesario mantener un estricto control sobre los medicamentos que son suministrados a los pacientes, así como la dosificación que se aplica.

Existe una rigurosa revisión por parte de aseguradoras sobre los medicamentos que son suministrados a los pacientes, ya que los gastos de los mismos deben de ser cubiertos, o bien descontados de los suministros disponibles para los pacientes, según la cobertura de su póliza. Si no existe el control adecuado sobre los sellos de los doctores, estos pueden ser hurtados y utilizarse por personal de enfermería o no autorizado para obtener medicamentos controlados.

El principal aporte realizado por la aplicación al ser instalado es el registro de eventos con detalle de la fecha y la hora en la que ocurrieron, y los usuarios que formaron parte del proceso realizado, la disponibilidad de la revisión de los estados de los mismos en dos escenarios, cuando un paciente es ingresado al área de hospitalización:

- Un médico encargado realiza un análisis de los síntomas presentados por un paciente y elabora una orden médica, el sistema dispensador de medicamentos que se propone en el presente estudio permite guardar el registro de los medicamentos recetados a un paciente con base en la prescripción médica del médico a cargo. Esta prescripción médica será

ingresada al sistema por una enfermera graduada, quien seleccionará el medicamento, la dosis y frecuencia de aplicación del mismo.

- El sistema realizará el cálculo de la cantidad de medicamento que deberá despacharse en el área de entrega de los mismos, para su aplicación, en un lapso no mayor de 12 horas por comodidad operativa.

La enfermera encargada de la recepción de medicamentos quedará registrada al realizar la operación, identificándose de manera inequívoca con su huella dactilar.

Se presenta el beneficio de auxiliar el control de los medicamentos que son suministrados u omitidos a los pacientes y permitir una visualización rápida y sencilla de la evolución de un paciente al médico encargado.

Como resultado de la implementación de la aplicación se espera que mejore el tiempo de entrega de los medicamentos en un 10 %, proporcionar una herramienta para el registro de eventos de operaciones realizadas sobre los medicamentos en las instituciones hospitalarias que no posean un sistema con estas características.

Será posible restringir y configurar los horarios de entrega de medicamentos, sin que esto afecte la aplicación de los mismos a los pacientes.

1. NECESIDADES CUBIERTAS

El trabajo cubrió las necesidades laborales que se desarrollan al realizar la automatización de un proceso establecido, siendo estas la reducción en el tiempo de ejecución de las operaciones, registros de los operaciones efectuadas, validación de registros por medio de huellas dactilares y revisión histórica de las operaciones realizadas.

Se buscó cubrir las fallas en horarios de entrega de medicamentos revisadas en el Grupo Hospitalario Guatemalteco en el hospital Américas, en el proceso de entrega recepción y aplicación de medicamentos.

1.1. Disciplina de requerimientos

Un paso fundamental en la toma de requerimientos es el reconocer si estos son funcionales o no.

Para determinar si un requerimiento es funcional se debe analizar si es posible cumplir con las precondiciones que lleven al mismo; si se cumplen, ver que los resultados obtenidos sean de alto valor, y que la frecuencia de solicitud de los mismos sea alta.

Los requerimientos deben de ser específicos y no debe existir ningún tipo de ambigüedad en su solicitud, ya que estos serán revisados y aprobados por diferentes áreas; es necesario que en cada punto de control se especifique claramente bajo qué términos un requerimientos es cumplido o se da por aprobado.

El análisis de los requerimientos permite identificar si posible con la tecnología y herramientas que se cuenta cumplir con los mismos.

Se utilizaron los modelos generados en las disciplinas de modelado de negocio para elaborar los requerimientos del sistema para el negocio. El negocio establece cuáles de los casos de uso que han sido identificados y especificados fueron automatizados actualmente; a futuro se considerará y planificará la automatización de otros casos de uso del negocio.

Los casos de uso se identifican durante la disciplina de modelado del negocio y describen un proceso del mismo. Los casos de uso (de sistema) se identifican durante la disciplina de requerimientos y describen un requerimiento funcional desde la perspectiva de un actor; muestran las funcionalidades del sistema para que los actores logren sus objetivos.

Los eventos del sistema se registraron en una tabla de eventos. Para la identificación de los requerimientos funcionales del sistema se consideraron las especificaciones de los casos de uso del negocio, los diagramas de actividad y de secuencia.

Se utilizó la tabla para registrar los eventos del sistema desde la perspectiva del usuario y está conformada por siete columnas: Identificador de evento, descripción del evento del sistema, restricciones, actor, prioridad, identificador del caso de uso del negocio, con el cual se relaciona el identificador del caso de uso del sistema que se indica, una vez generado el modelo de caso de uso del sistema.

La prioridad indica el orden en que los eventos del sistema van a ser diseñados e implementados; su rango de valores va desde 1 hasta el número máximo de eventos en el sistema.

El valor 1 se asocia al evento de mayor importancia para el negocio y el valor máximo de prioridad se le asigna al evento que se considere de menor importancia. Un evento del sistema que ya se implementó no tiene prioridad y se indica con el identificador “IMP.”.

Tabla I. **Eventos del sistema**

Identificador de evento	Descripción del evento del sistema	Restricciones	Actor	Prioridad	Identificador de caso de uso del negocio
EVS01	Ingreso de orden médica	Ingreso de códigos válidos	Enfermeras	1	EV02
EVS02	Cálculo de medicamentos a entregar	Presentación de medicamento	Sistema	2	Proceso automático a implementar
EVS03	Entrega de medicamentos	Disponibilidad de medicamentos	Encargado de farmacia	3	EV03
EVS04	Recepción de medicamentos	Entrega correcta de medicamentos	Enfermeras	4	EV04
EVS05	Aplicación de medicamentos	Abastecimiento de medicamentos	Enfermeras	5	EV05

Fuente: elaboración propia.

Una vez identificados los eventos del sistema, se generó el siguiente modelado de RUP para la aplicación “dispensador de medicamentos”:

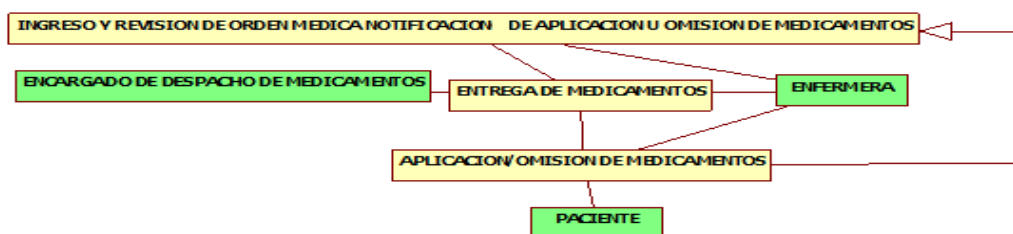
1.2. Disciplina de análisis y diseño

Luego de recolectar la documentación necesaria completa del proceso fue necesario proceder al análisis de la información obtenida por medio del estudio de casos; para este método se identificaron los puntos en los cuales se ha notado que hay fallos y se realizan anotaciones de posibles soluciones. “Los sistemas de control han sido utilizados en el campo biomédico para crear sistemas automáticos” (Dorf & Bishop, 2009). Los involucrados identificados son:

- Paciente: enfermo ubicado en el área de hospitalización.
- Enfermera: encargada del paciente aplicación y recepción de medicamentos.
- Dependiente de farmacia: encargado de la entrega y control de medicamentos.

Gracias al análisis de la información se logró ilustrar el flujo de la entrega de medicamentos que inicia con el ingreso de la orden médica o revisión de órdenes previamente ingresadas, siguiendo con la entrega de medicamentos; luego la aplicación y reiniciando nuevamente el ciclo.

Figura 3. Flujo de entrega de medicamentos



Fuente: elaboración propia.

El modelo de análisis presenta un “diseño preliminar” para un conjunto de requerimientos; el modelo de diseño muestra cómo las tecnologías seleccionadas realizan el modelo de análisis (Metzner & Niño, 2012).

1.2.1. Modelo de mapa de navegación

“Describe la secuencia de navegación que puede recorrer un actor del sistema. Una relación entre un caso de uso y un actor implica la existencia de una interfaz. Si el actor es humano, es una interfaz de usuario; si es un sistema es una interfaz de sistema” (Metzner y Niño, 2012).

Se utilizaron los artefactos de “prototipos” y “diagrama de estado”.

1.2.1.1. Prototipos

“Los prototipos son las versiones iniciales de una aplicación, utilizada para mostrar conceptos y opciones de diseño. Ayudan a mostrar más información referente al problema y su posible solución” (Sommerville, 2011). “La interfaz de sistema se especifica en el diagrama de clase de diseño donde se definen los métodos de la clase con el estereotipo <<sistema>>” (Metzner & Niño, 2012).

- Se desarrollaron tres pantallas principales: pantalla de ingreso de orden médica muestra el primer ingreso que deben hacer las enfermeras al realizar la transcripción de la orden médica al ingresarla al sistema dispensador de medicamentos. La etiqueta médico se autocompleta al identificar al paciente al cual se desea transcribir la orden médica; el paciente puede ser ubicado de una lista desplegable por admisión, habitación, nombres o apellidos.

- El cuadro de búsqueda busca el medicamento permite escribir los criterios de búsqueda para un medicamento, el cual puede ser ubicado por código o por nombre; los resultados obtenidos aparecerán en las celdas que identifican el código nombre y presentación del medicamento.
- Luego de seleccionar el medicamento es necesario hacerlo con el horario, vía de administración, presentación y cantidad de días para la aplicación del medicamento; completados y verificados los datos ingresados, es necesario presionar el botón Agregar para que estos sean registrados en el programa dispensador de medicamentos.

El ingreso puede ser verificado en las celdas que contienen el código, nombre, presentación, horario, vía de administración, días y cantidad de medicamento que se va a aplicar; es necesario tener especial cuidado con la cantidad de medicamentos, ya que en la práctica se identificó que los usuarios creen que la cantidad de medicamentos se refiere al total de unidades del medicamento que deben de ser aplicadas al paciente.

La cantidad de medicamento se refiere a las unidades que se deben aplicar a un paciente en una dosis.

Figura 4. **Pantalla de ingreso de orden médica**

Código	Nombre	Presentación

Código	Nombre	Presentación	Horario	Vía	Días	Cantidad

Fuente: elaboración propia.

Al realizar el proceso de entrega de medicamentos es necesario que la enfermera verifique los medicamentos que serán entregados; esto se puede visualizar en la figura 5, en la cual se despliega un listado de los códigos, nombres y hora de aplicación de los medicamentos; adicionalmente hay una celda para marcar la entrega de medicamento como aceptada, si los datos revisados son correctos.

Luego de revisar y verificar que los medicamentos son los necesarios, se realiza la validación de la entrega al presionar el icono “Validar entrega”, el cual activa el lector personal de huellas digitales de la firma digital persona modelo U.areU. 4500, que queda en modo de espera hasta que sea detectada una huella, la cual se busca en la base de datos de usuarios registrados, obteniendo el código del empleado que valida la entrega.

Figura 5. **Pantalla de salida de entrega de medicamentos**

Código	Nombre	Hora de Aplicación	Entregar




Fuente: elaboración propia.

La parte final del flujo de estados de los medicamentos concluye con la actualización; esta es representada en la figura 6, donde se observa el código, nombre, hora de aplicación y estado de los medicamentos.

El estado debe de ser cambiado por la enfermera de turno encargada del paciente a quien se está aplicando el medicamento y actualizando el estado de los mismos. Al finalizar la revisión y verificación es necesario actualizar los estados de los medicamentos; al finalizar la actualización se presiona el botón “Validar aplicación”.

Figura 6. **Pantalla de salida para Validación de aplicación de medicamentos**

Código	Nombre	Hora de Aplicación	Estado



Fuente: elaboración propia.

1.2.1.2. Diagrama de estado

Representa la secuencia de navegación entre las ventanas del sistema. Estas se representan con los estados en el diagrama y las transacciones representan los posibles caminos de navegación (Metzner & Niño, 2012).

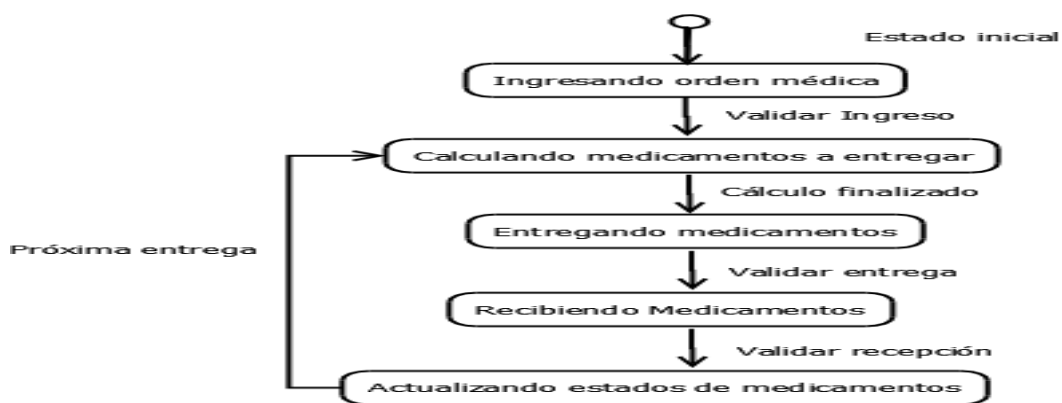
AD (2013) indica que: “este diagrama describe el comportamiento dinámico de los objetos, en un cierto plazo, modelando los ciclos de vida de los objetos de cada clase, tomando a cada objeto como una entidad aislada que se

comunica con el resto del sistema a través de eventos. A su vez los eventos representan las clases de cambios por los que un objeto puede pasar”.

El diagrama de estado describe el comportamiento de las clases y también el comportamiento dinámico de los casos de uso, de las colaboraciones y de los métodos. Se muestran los estados y las transiciones; esto ayudó a entender el mecanismo de control como las interfaces de usuario o controladores de dispositivos, definiendo los estados que un objeto puede tener y cómo los eventos afectan estos estados.

El diagrama de estados se representa en la figura 7, en la cual se ven los procesos desde el estado inicial del cual parte el Ingreso de la orden médica, proceso que continúa luego de validar el ingreso. Validado el ingreso se continúa con el cálculo de medicamentos; al finalizar se realiza la entrega de medicamentos, se valida la entrega y se realiza la recepción; se valida también la recepción y finalmente se actualizan los estados de los medicamentos, con lo cual se reinicia el ciclo de cálculo de los medicamentos para la siguiente fase.

Figura 7. **Diagrama de estado del dispensador de medicamentos**



Fuente: elaboración propia.

1.2.2. Modelo de análisis

Se analizaron y refinaron los requerimientos que han sido descritos en el modelo caso de uso para alcanzar una visión detallada de los requerimientos del sistema. El modelo de análisis se describió en un lenguaje para los desarrolladores y proporciona una visión general y conceptual del sistema, respecto de lo que se tiene que hacer y no como se hizo. Por este motivo resulta ser un modelo útil y conveniente en caso de que se incorporen nuevos desarrolladores.

El modelo de análisis se considera como una primera versión del modelo de diseño. Se utilizaron los diagramas de clase y secuencia.

1.2.2.1. Diagrama de clases

Representa la estructura estática del sistema con las clases, atributos, operaciones y relaciones que se diseñaron e implementaron. Se incorporan en las clases del modelo de análisis / diseño del negocio atributos y responsabilidades u operaciones a un nivel alto de abstracción; se etiquetaron las clases con un estereotipo para categorizar las clases como interfaz, entidad o de control (Metzner & Niño, 2012).

El diagrama de clases es representado en la figura 9, la cual muestra las clases que se vieron involucradas tales como: paciente, medicamentos, presentación, enfermera, orden, detalle y encargado.

Orden y detalle son clases creadas especialmente para el desarrollo de la aplicación; el resto de clases ya estaban establecidas y son de uso común en los procesos diarios ya establecidos.

1.2.3. Modelo de diseño a nivel de componentes

El diseño de componentes se realizó inmediatamente después de la diagramación de clases; este es el primer paso del diseño de la arquitectura. Se trató de crear un modelo del diseño con base en el análisis y los modelos pensados. “Esta aproximación permitió visualizar errores sutiles que fueron posibles de corregir tempranamente y que pudieron dificultar el desarrollo de la aplicación” (Pressman, 2014).

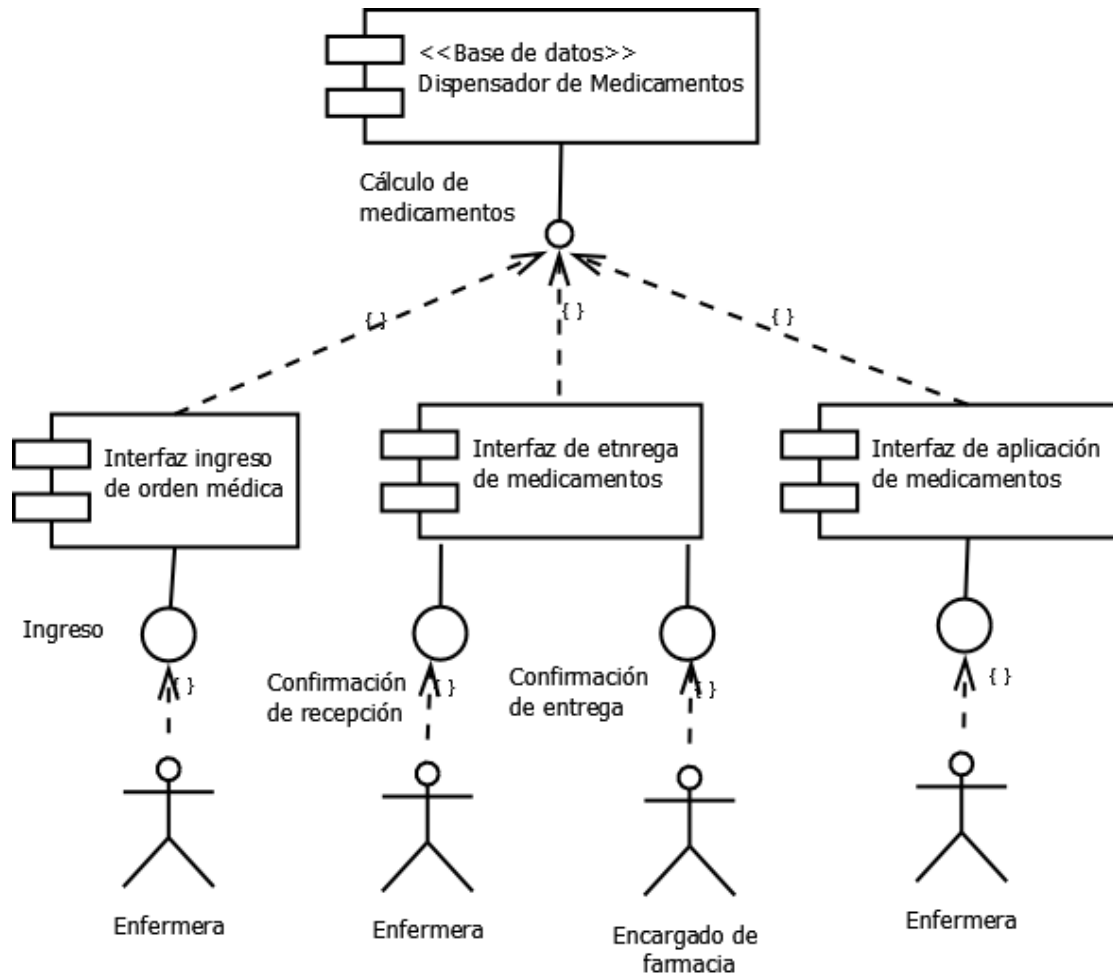
“Si se quieren programadores más eficientes, se debe comprender que no deben gastar su tiempo depurando; ellos no deben de introducir errores al iniciar” (Dijkstra, 1972).

Un componente se refiere a una clase. El lenguaje de programación utilizado fue Delphi en su versión 2010, conocido como Delphi 14 o código Weaver. El modelo de diseño especifica el diseño detallado de las clases. Se generaron los diagramas de clase y de secuencia.

El modelo del diseño a nivel de componentes es representado en la figura 8 en la cual se puede observar la base de datos para la aplicación dispensador de medicamentos, la cual está desarrollada en MS-SQL 2005.

Esta base de datos es alimentada por la interfaz de ingreso de orden médica y actualizada por las interfaces de entrega de medicamentos y la Interfaz de aplicación de medicamentos. En la interfaz de ingreso solamente interactúa la enfermera de turno; en la interfaz de entrega de medicamentos interactúan la enfermera y el encargado de farmacia en la interfaz de aplicación; interactúa la enfermera de turno.

Figura 8. Diagrama de componentes



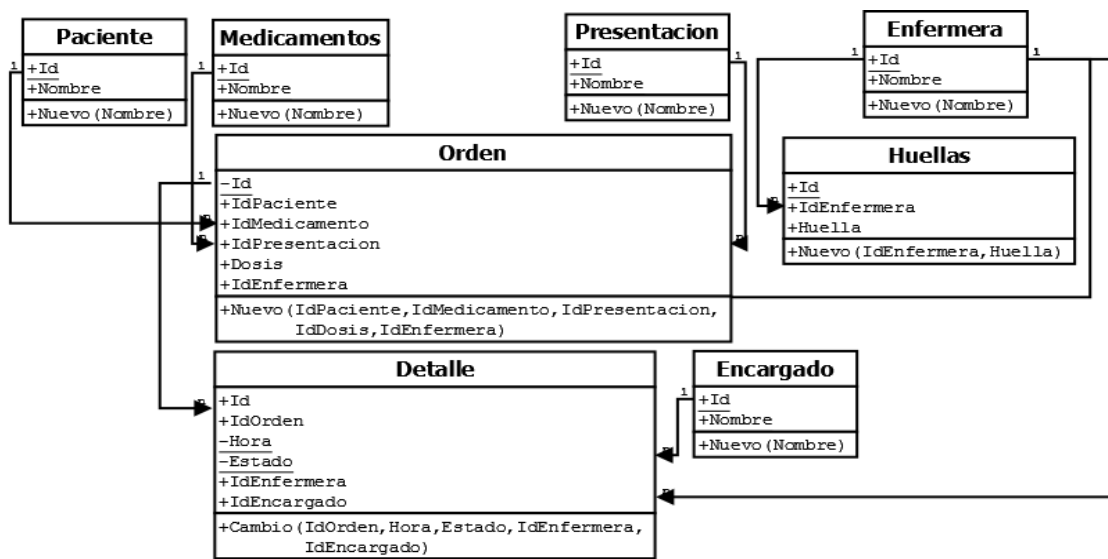
Fuente: elaboración propia.

1.2.3.1. Diagrama de clases

Se le incorporaron detalles a las clases entidad, interfaz y de control. Se incorporaron los tipos de datos y las visibilidades de los atributos y operaciones a las clases del modelo de análisis; se agregan nuevas clases no identificadas previamente. Una operación de clase del modelo de análisis se convierte en uno o más métodos de la clase en el modelo de diseño.

Los atributos se pueden convertir en clases de diseño. Las clases de diseño pueden etiquetarse con estereotipos <<Forma>>. El diagrama de clases se puede observar en la figura 9, en la cual es posible observar la visibilidad de los atributos que componen las clases.

Figura 9. Diagrama de clases



Fuente: elaboración propia.

1.3. Disciplina de modelado del negocio

RUP comprende 2 aspectos importantes por los cuales se establecen las disciplinas de proceso y soporte. La primera parte del proceso es el modelado de negocio; en esta se incorpora el artefacto denominado eventos del negocio que se definió con el fin de extraer los eventos de interés a partir de una descripción textual del funcionamiento del negocio; este artefacto facilita la tarea de identificar los requerimientos funcionales del negocio desde la perspectiva del usuario (cliente del negocio).

Los eventos identificados se registran en una tabla de eventos conformada por dos columnas: Identificador y descripción del evento del negocio. Para la aplicación dispensador de medicamentos la tabla de eventos del negocio se puede apreciar en la tabla II.

Tabla II. **Identificaciones de eventos del negocio**

Identificador del evento	Descripción del evento
EV01	Elaboración de orden médica
EV02	Ingreso de orden médica
EV03	Entrega de medicamentos
EV04	Recepción de medicamentos
EV05	Aplicación de medicamentos

Fuente: elaboración propia.

Con base en la tabla de eventos, se generaron los siguientes modelos de RUP para el negocio.

1.3.1. Modelo de caso de uso del negocio

El modelo de caso de uso del negocio ayuda a formar la idea de los eventos y las personas involucradas en los mismos.

1.3.1.1. Diagrama de caso de uso

Diseñar patrones o plantillas resuelve muchos de los problemas del día a día de los diseños orientados a objetos que los diseñadores enfrentan. (Gamma et al, 1994).

Presentan los usuarios y su relación con las etapas del caso de uso. Para especificar los casos de uso de la aplicación y establecer los pasos en el flujo de eventos se utilizó el artefacto: “plantilla para especificar casos de uso”.

1.3.1.2. Plantillas de especificación de casos de uso

Las plantillas utilizadas como auxilio para identificar y desarrollar los casos de uso se encuentran adjuntas en el Apéndice 1.

1.3.2. Modelo de análisis – diseño de la aplicación

A continuación se modeló el funcionamiento interno de la aplicación, la estructura organizacional y el flujo de la información.

Se utilizaron tres tipos de diagrama: de actividad, que se utilizaron principalmente para modelar el flujo del trabajo y es útil para analizar los casos de uso describiendo las acciones: cuándo se ejecutan y quién es el responsable; diagrama de secuencia, que representa el flujo de trabajo centrado en el intercambio de mensajes entre entidades del negocio y el diagrama de clase que identifica las clases del negocio y las relaciones entre ellas.

Se corresponden con la estructura de la organización y de la información. Los usuarios de la aplicación se representan en las particiones del diagrama y estas contienen las acciones. Los resultados registrados son denominados “entidades de la aplicación” que son las entradas y/o salidas de las acciones.

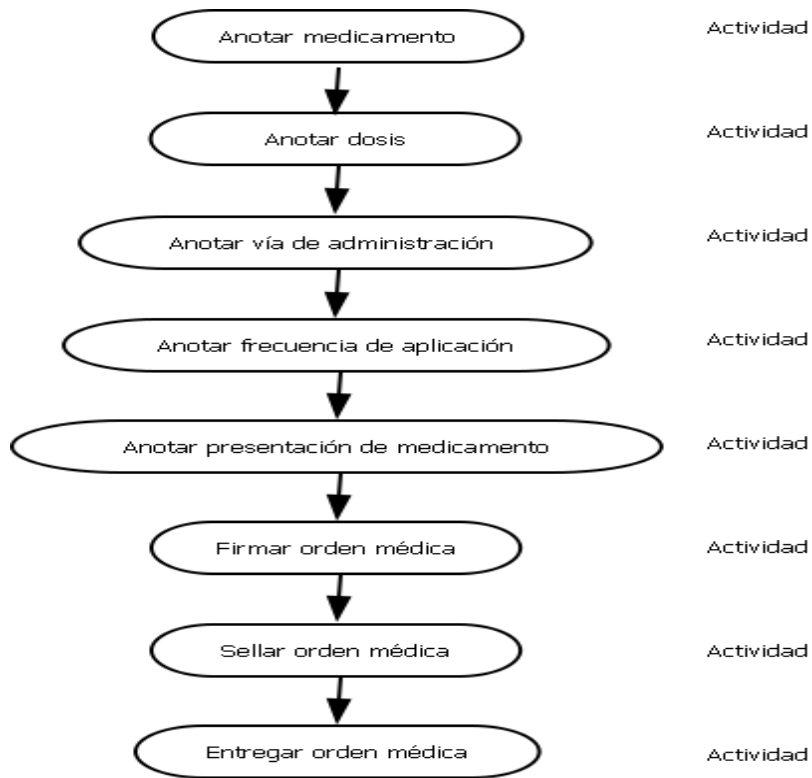
Las notas fueron utilizadas para indicar que algo se genera en una acción para un usuario de la aplicación. Se diferenciaron los objetos físicos de los objetos de información con: <<Información>> para indicar que un objeto es de información y <<Físico>> para indicar que un objeto representa un objeto físico real.

No existen transiciones entre objetos de información que representen un flujo de control.

1.4. Diagramas de actividades

El análisis de la primera actividad observada, ingreso de la orden médica es representado en la figura 10, en donde se registran las actividades observadas, el medicamento, la dosis, anotar la vía de administración, la frecuencia de la aplicación, la presentación del medicamento; firmar la orden médica, sellar y entregarla.

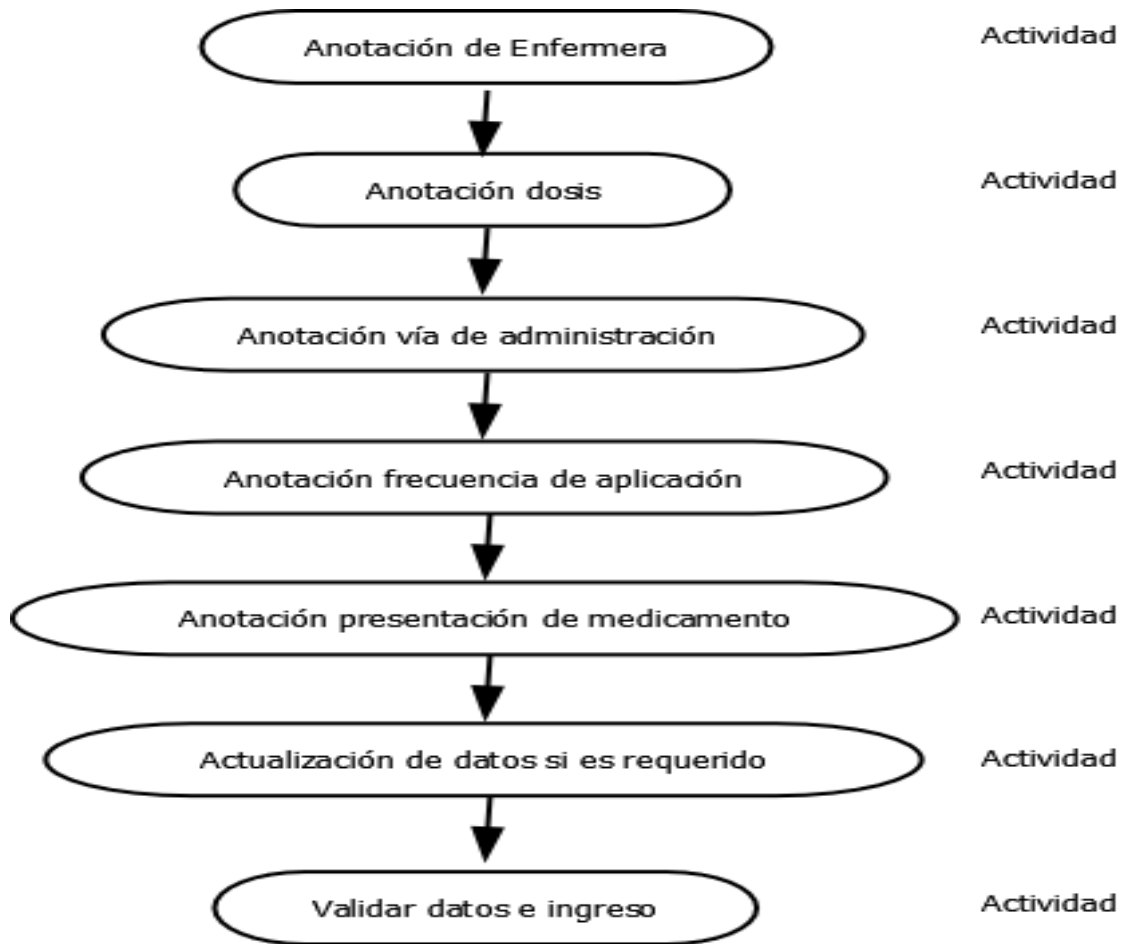
Figura 10. **Diagrama de elaboración de orden médica**



Fuente: elaboración propia.

La segunda actividad reconocida es el ingreso o transcripción de la orden médica. Esta es representada en la figura 11, en la cual se enmarcan las actividades realizadas para el ingreso de las ordenes médicas, estas son: anotación de la enfermera de turno, de dosis, de la vía de administración, de la frecuencia de administración, de la presentación del medicamento; actualizar los datos si estos fueran requeridos por algún ajuste o actualización en la orden médica; finalmente validar los datos y el ingreso realizado.

Figura 11. Diagrama de Ingreso de orden médica

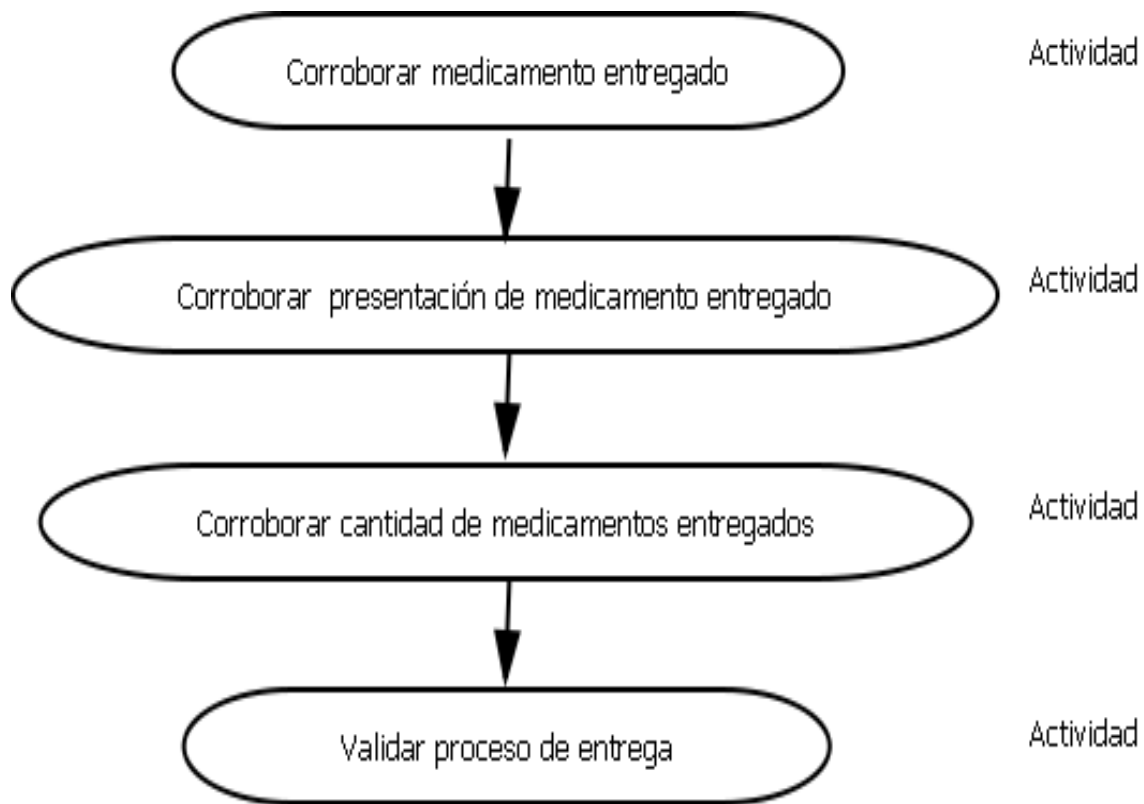


Fuente: elaboración propia.

Cuando los datos ya están cargados para el uso de la aplicación y luego de realizar el cálculos de los medicamentos, que se van a entregar con base en la hora actual y la hora de entrega de medicamentos estos ya quedan en disponibilidad de entrega; este proceso se representa en la figura 12, en la cual se muestran las actividades necesarias a realizar por un encargado de farmacia, interactuando con los medicamentos y el sistema.

Las actividades que se realizan serán: corroborar el medicamento entregado, presentación y cantidad de medicamentos entregados y finalmente validar que la entrega que se ha realizado es correcta.

Figura 12. **Diagrama de entrega de medicamentos**



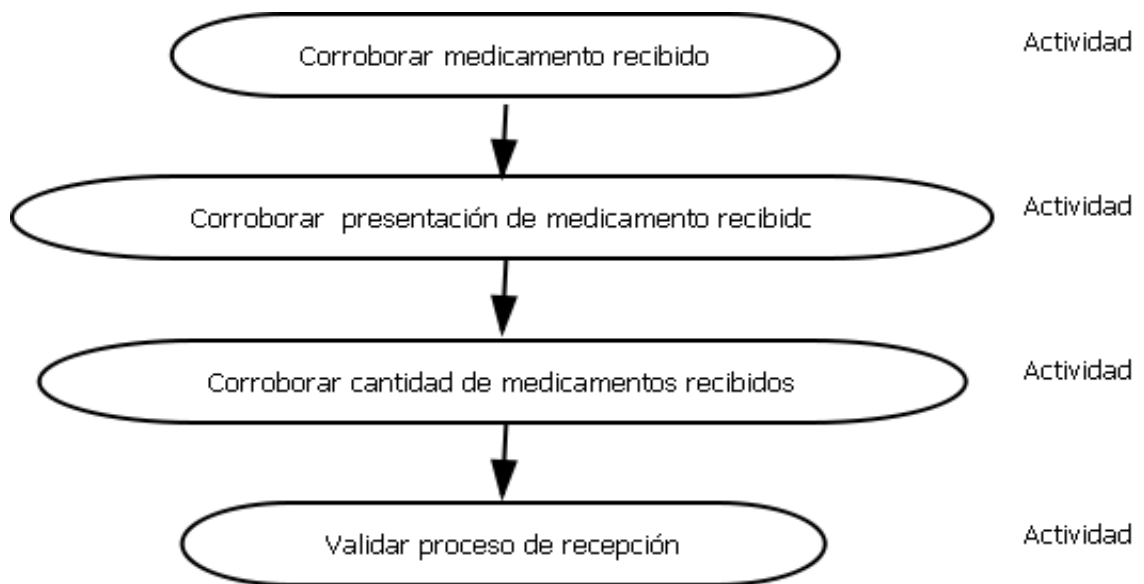
Fuente: elaboración propia.

La entrega de medicamentos por parte de los encargados de farmacia tiene una contraparte, que es la recepción de los medicamentos por parte de las enfermeras graduadas; este procedimiento se ve reflejado en la figura 13, en la cual se pueden observar las actividades que debe realizar una enfermera de turno al momento de estar en el área de farmacia o entrega de medicamentos.

Estas actividades son: corroborar los medicamentos que se recibieron, la presentación y la cantidad de los medicamentos recibidos y finalmente, si todas las actividades anteriores fueron realizadas correctamente, es necesario validar la recepción que se ha realizado.

La validación se realiza registrando el código del usuario de la aplicación, luego de verificarlo en la base de datos, obteniéndolo con auxilio de las huellas dactilares registradas.

Figura 13. **Diagrama de recepción de medicamentos**

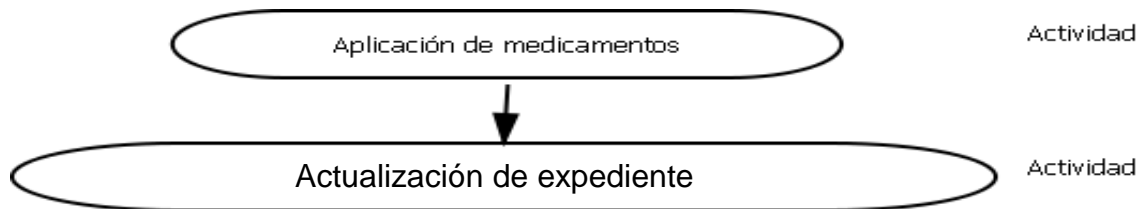


Fuente: elaboración propia.

La última actividad que debe realizar una enfermera graduada es la actualización de los estados de los medicamentos; esta se representó en la figura 14, en la cual se muestran las actividades que se realizan; la primera corresponde a la aplicación de medicamentos realizada por la enfermera de

turno y la segunda, la actualización automática del expediente, con base en la actualización realizada.

Figura 14. **Diagrama de aplicación de medicamentos**



Fuente: elaboración propia.

1.5. Diagramas de secuencia

Es un diagrama de interacción que muestra cómo los procesos operan, con quiénes operan y en qué orden. Se construyen con la secuencia de mensajes. Los usuarios de la aplicación se representan con el icono de actor y el estereotipo de <<usuario>> e intercambia mensajes con las entidades de la aplicación.

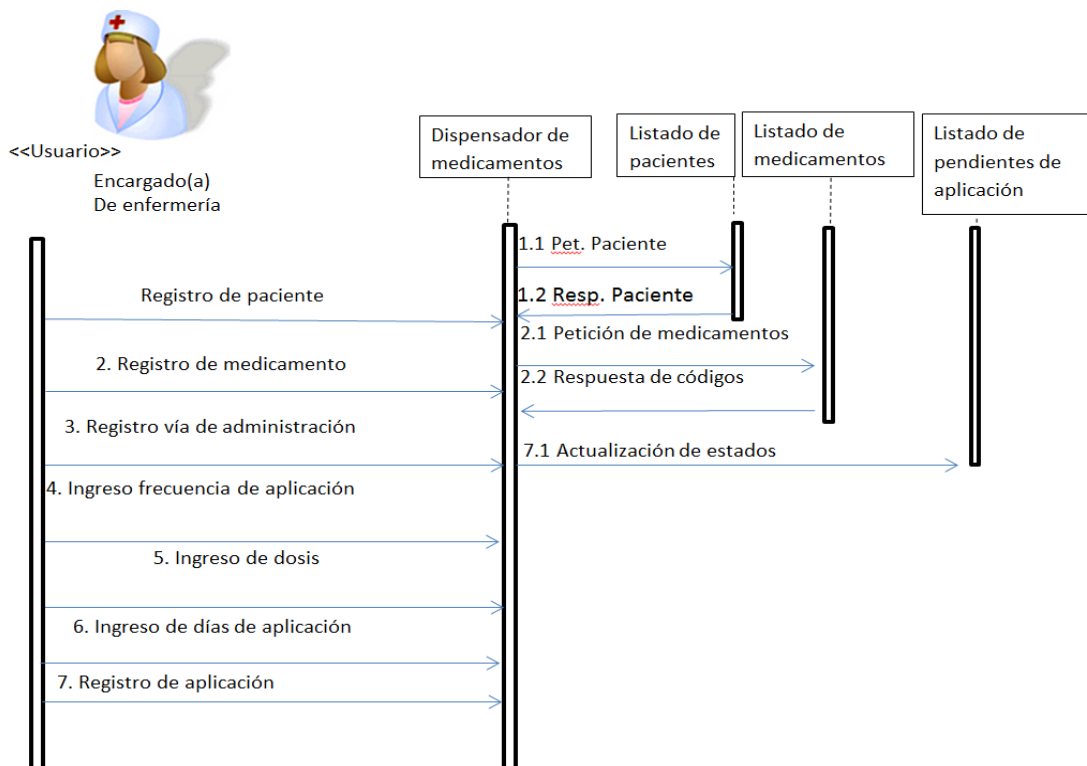
1.5.1. Secuencia de estación de enfermería

Las interacciones y mensajes intercambiados entre objetos son ordenados en secuencia en función del tiempo; para las interacciones con el encargado de enfermería representado en la figura 15. El primer paso en la interacción del servicio de la estación de enfermería es la elaboración de la orden médica para iniciar el proceso de despacho de medicamentos.

Las precondiciones son: ingreso de un paciente al área de hospitalización y redacción de una orden médica. Los supuestos son: el paciente estará ingresado en el área para observación, por lo menos un día.

Luego de la elaboración de la orden médica, la enfermera encargada lleva el vale para medicamentos que deben estar listos para la próxima aplicación de medicamentos. Aplica los medicamentos y actualiza el expediente del paciente según su reacción.

Figura 15. Diagrama de secuencia de estación de enfermería



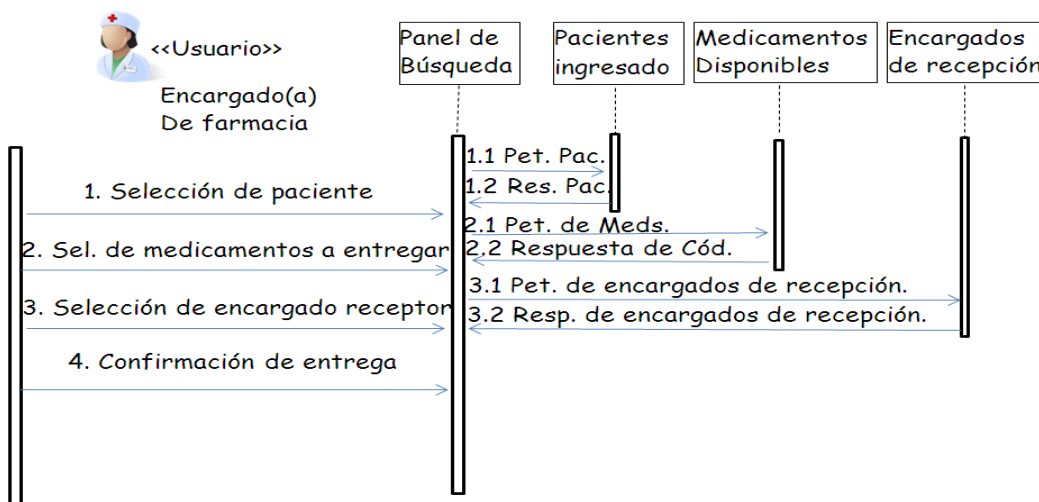
Fuente: elaboración propia.

1.5.2. Secuencia de estación farmacia

Las interacciones y mensajes intercambiados entre objetos son ordenados en secuencia en función del tiempo, para las interacciones realizadas por el encargado de farmacia representado en esta sección en la figura 16.

El primer paso en la interacción del servicio de la estación de farmacia se realiza cuando se entregan los medicamentos de un paciente en específico a la enfermera encargada de la recepción y devolución de medicamentos. Las precondiciones son: ingreso de un paciente al área de hospitalización y presentar vale de medicamentos. Los supuestos son: el paciente necesita estar provisto de los medicamentos indicados para su recuperación. Luego de la verificación del paciente solicitado por la enfermera, se entregan y registran los medicamentos provistos.

Figura 16. Diagrama de secuencia de estación de farmacia



Fuente: elaboración propia.

1.6. Modelo conceptual

Un modelo representa un trabajo altamente creativo. (Erickson et al, 1998). Identifica los conceptos de la aplicación y las relaciones entre ellas. Se corresponde con la estructura de la aplicación y de la información.

Las entidades de la aplicación que son manipuladas en un flujo de trabajo pueden representarse como conceptos de la aplicación.

El modelado del comportamiento es el modelo orientado a objetos.

Cuando se hace referencia a objetos que existen en sistemas informáticos, estos están sujetos a restricciones y acciones dentro de una aplicación.

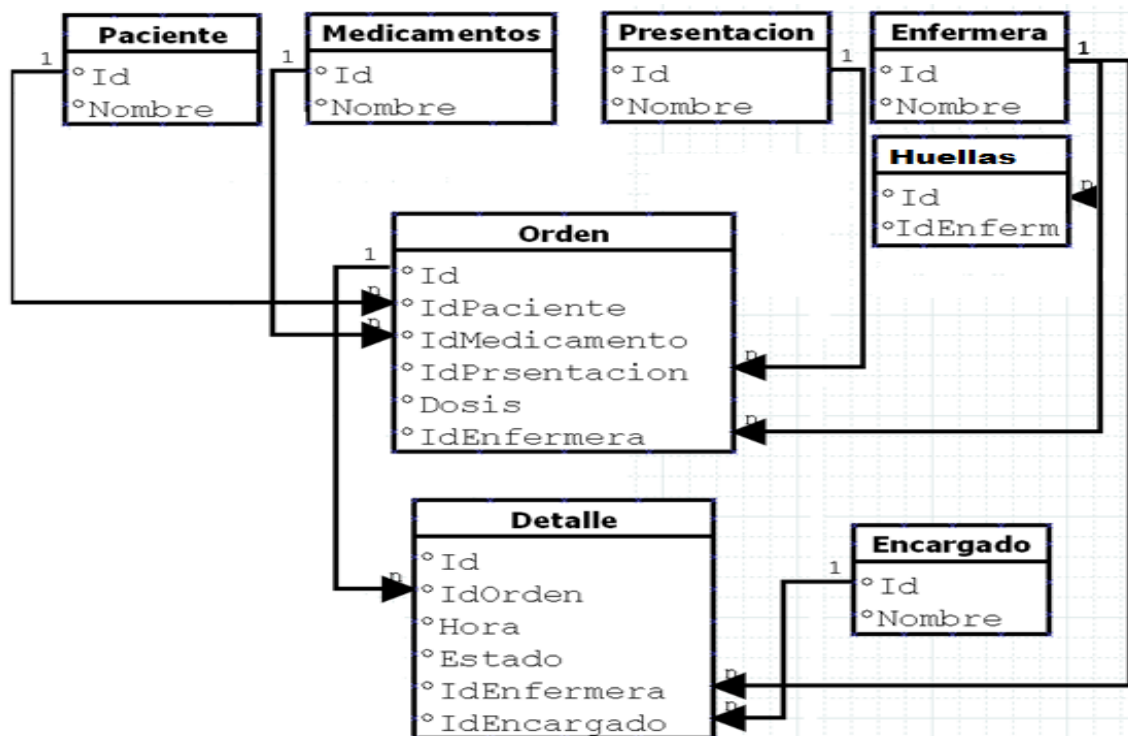
Los objetos poseen un ciclo de vida en el cual son construidos, y destruidos; es posible asignarlos a otros objetos y tienen un comportamiento definido. Al definir un objeto/clase se asegura de considerar que existirá en el sistema y que tiene comportamiento para su existencia. Los conceptos son el centro alrededor del cual se organiza el modelo conceptual; otros elementos pertenecen o se unen a las clases. En el modelo conceptual se visualizarán las relaciones entre los conceptos que involucran a la aplicación como asociativas, de herencia y/o de uso.

En la figura 17 se muestra la representación del modelo conceptual, el cual da a conocer las relaciones que existen en el negocio y que se desarrollaron en el sistema. Está compuesto por siete entidades, las cuales son: pacientes, medicamentos, presentación, enfermera, orden, detalle y encargado.

Las relaciones principales se forman en la entidad orden, la cual sirve de eje para las ocurrencias de las entidades: paciente, medicamentos, presentación y enfermera; de la entidad orden se origina la entidad detalle, la cual tiene una relación de uno a muchos con la entidad orden, ya que el detalle guarda la información registrada de los cálculos realizados, sobre los medicamentos que deben de ser entregados y el estado de los mismos.

La entidad detalle luego es derivada de una entidad orden; tiene relación con las entidades enfermera y encargado, ya que en ella se registran los valores que identifican a los involucrados en una entrega de medicamentos.

Figura 17. **Modelo conceptual**



Fuente: elaboración propia.

1.7. Desarrollo de aplicación para el control de medicamentos

Para el desarrollo de la aplicación de control de medicamentos que fue nombrada “Dispensador de medicamentos” y para casos prácticos, el “dispensador” fue desarrollado utilizando desarrollo iterativo creciente o incremental, que es un proceso de desarrollo de software, utilizando el *framework* de proceso unificado racional, RUP por sus siglas en inglés, (*Rational Unified Process*) desarrollado por la empresa Rational Software, actualmente propiedad de IBM.

RUP se utilizó en conjunto con el lenguaje unificado de modelo o U.M.L. por sus siglas en inglés (*Unified modeling Language*) que “es un lenguaje gráfico para visualizar, especificar, construir y documentar un sistema” (Booch, Rumbaugh & Jacobson, 1998).

1.8. Alcance del proyecto

El proyecto se limitó a crear la aplicación de escritorio y establecer los procesos para su funcionamiento idóneo; cuando la aplicación se instaló y salió de pruebas a producción dio inicio la fase de corrección y mejoras.

No se crearon documentos referentes a la instalación de los servidores de bases de datos o la replicación de los datos que se utilizaron en el desarrollo de la aplicación dispensador de medicamentos.

No se crearon documentos referentes a la instalación desarrollo y planificación del cableado estructurado para la red a la que pertenezcan los equipos a los cuales se les instale la aplicación dispensador de medicamentos.

Se documentó el código fuente, las variables, funciones y procesos, así como las consultas realizadas a la base de datos del desarrollo de la aplicación dispensador de medicamentos.

El proyecto no incluye la configuración e instalación de servidores para bases de datos o aplicaciones. Tampoco la contratación de personal adicional o capacitación especial sobre el manejo de computadoras personales.

No se establecieron nuevos protocolos de seguridad; no se instalaron medios de seguridad ni físicos o software adicional al que ya se posee.

El análisis de los datos obtenidos para el manejo de la información que sea requerido estuvo a cargo de cada jefatura que así lo requiera.

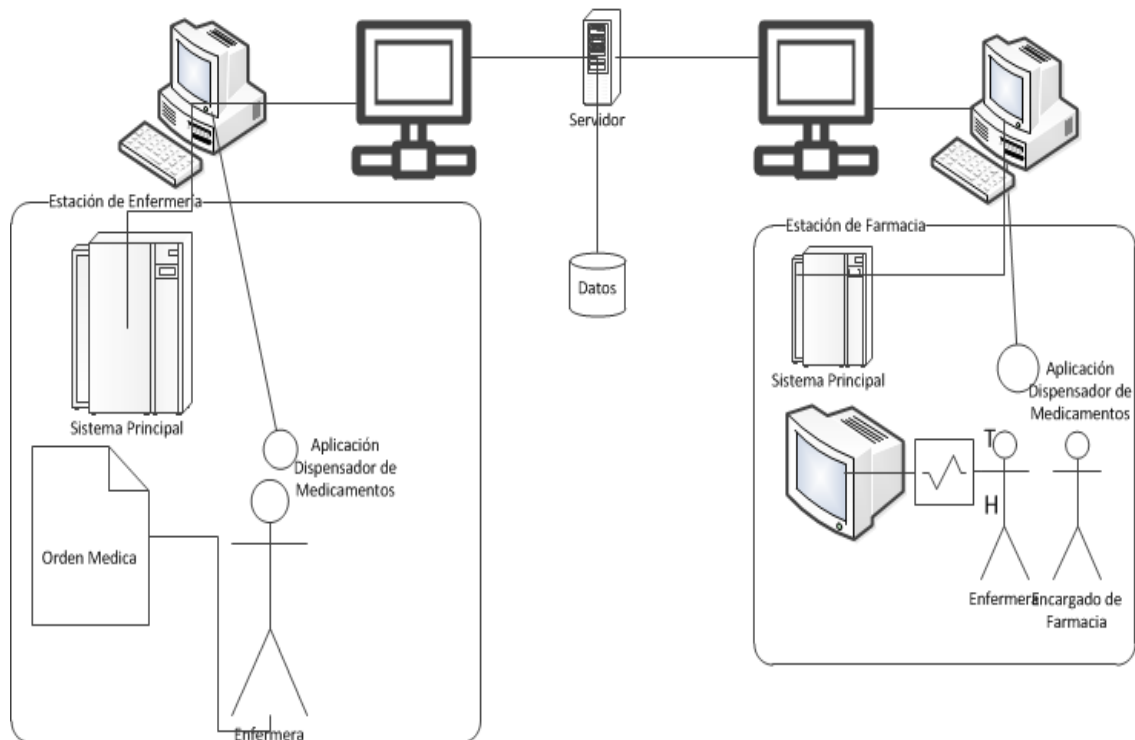
En el uso diario de la aplicación dispensador de medicamentos no existe el proceso de venta o compra de medicamentos; el manejo de compra y venta de medicamentos es realizado por el área de inventarios y farmacia.

La aplicación dispensador de medicamentos en el módulo de entrega no se encarga de realizar los cargos necesarios a los clientes, así como la descarga de los productos del inventario de la farmacia que esté entregando los medicamentos.

Al realizar una solicitud de medicamentos, los usuarios no podrán saber la cantidad disponible en la farmacia asignada o en la bodega de medicamentos. La figura 18 muestra la forma en la cual la aplicación “Dispensador de medicamentos” interactúa por medio de la interfaz diseñada con los usuarios en la estación de enfermería con la enfermera graduada y en la estación de farmacia con la enfermera de turno y el encargado de farmacia.

Las interfaces fueron instaladas junto al equipo que contiene el sistema principal, la aplicación se comunica con la base de datos a través del servidor por medio de la red instalada hacia las estaciones de farmacia y estaciones de enfermería; de la misma manera que el sistema principal, la conexión entre ambas aplicaciones se realiza a nivel de bases de datos.

Figura 18. Integración al sistema existente



Fuente: elaboración propia.

1.9. Identificación de actores

La identificación de los actores permite visualizar los roles y las acciones que ejecutarán los mismos dentro modelo desarrollado.

1.9.1. Enfermeras - estación de enfermería

Es la base operativa del área de enfermería; en esta se encuentran como principales entes: enfermeras auxiliares y graduadas. Las enfermeras auxiliares están en contacto directo con los pacientes. Se encargan de suministrar los medicamentos e informar si algún paciente presenta alguna reacción alérgica a lo que fue recetado.

Las enfermeras graduadas supervisan el área de enfermería. Su trabajo es coordinar el trabajo de las enfermeras auxiliares a su cargo. Reciben las órdenes médicas y les indican a los médicos de turno si se presentó alguna anomalía en algún paciente.

Las enfermeras graduadas ingresan las órdenes médicas en el sistema y actualizan los estados de los medicamentos si estos han sido aplicados u omitidos.

1.9.2. Encargados de farmacia - estación de farmacia

Es la base operativa del área de medicamentos. En esta área se encuentran los encargados de farmacia. Ellos son quienes tienen el conocimiento en medicamentos que supervisan e ingresan para controlar su existencia.

Los encargados de farmacia interactúan con la estación de enfermería a través de las enfermeras auxiliares encargadas de recepción y devolución de medicamentos. El proceso en el cual interactúan la estación de enfermería y la de farmacia se denomina entrega y recepción de medicamentos.

Este proceso sucede al menos dos veces al día por cada día que un paciente permanezca en el área de hospitalización. Si por orden médica es necesario agregar, suspender o cambiar un medicamento, esto será posible en cualquier horario.

1.10. Disciplina de implementación

La implementación es el paso en el cual una aplicación o programa es desplegado en el entorno de trabajo.

1.10.1. Modelo de implementación

Describe la implementación del diseño del sistema; se utilizó el artefacto de código fuente.

1.10.1.1. Código fuente

Debido a que el desarrollo de la aplicación es muy extenso, solamente se mostraron y explicaron las variables, funciones y procesos más relevantes. La aplicación a desarrollar se auxiliará de diferentes funciones que realizan procesos automáticos de ingreso, revisión o inserción de datos; la descripción de las funciones, su contenido y variables involucradas en el programa, se adjuntan en el apéndice 2.

2. PROPUESTA DE CAMBIOS

2.1. Ingreso de orden médica

En el hospital Américas del Grupo Hospitalario Guatemala, el proceso de entrega, recepción, aplicación o devolución de medicamentos inicia por la creación de la orden médica en el historial clínico del paciente; esta es realizada por el médico de turno o especialista que evalúa el cuadro de síntomas del paciente, y receta los medicamentos que deben aplicarse.

La orden médica debe firmarse y se considera un documento legal. (Instituto de la Salud del Estado de México (2007).

Luego de la creación de la orden médica esta es transcrita a un vale de medicamentos por la enfermera de turno encargada del paciente, según la cantidad que sea requerida.

Este procedimiento tiene el inconveniente de realizarse en vales de papel que no son seguros y pueden ser modificables; el procedimiento de transcripción de órdenes médicas por cada paciente puede tomar, según la cantidad de medicamentos, de cinco a quince minutos y debe repetirse cada día al menos dos veces por día. Para el mejoramiento de este proceso se propuso la transcripción de la información de la orden médica, a un sistema digital de información. Existen diferentes tipos de dispositivos para el ingreso de información a un sistema informático, como por ejemplo: monitores táctiles, *mouse*, teclado y lectores de códigos.

Cada uno de ellos cumple con una funcionalidad particular según sea el área donde estén instalados, pero interviniendo principalmente como una interfaz de ingreso. El sistema y las aplicaciones ya desarrolladas utilizan teclado y *mouse* como interfaz de ingreso de la información.

El ingreso de información propone dos variantes: que el ingreso al sistema sea realizado por el médico que elabora la orden médica o por la enfermera graduada.

Este cambio en proceso de solicitud de medicamentos, al ser ingresado en un sistema de información automático según la cantidad de medicamentos, tomó de uno a cinco minutos, mejorando según la experiencia y la práctica de la persona que realice los ingresos.

Esta propuesta mejora el tiempo de transcripción de la orden médica y genera dos variantes: que el ingreso digital se realice cíclicamente por la enfermera graduada o por el médico encargado y que el sistema realice los ingresos siguientes al permitir establecer el tiempo que tardará un tratamiento, si este no se modifica; por lo tanto no será necesario repetir el ciclo, al menos que el tratamiento cambie y sea necesario actualizar datos.

En el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social el registro de las órdenes médicas se realiza a través del formulario 701, en el cual se transcribe la prescripción del médico y al menos que él lo indique, se solicitan medicamentos desde el día en curso hasta el domingo.

Este formulario es entregado al encargado del proceso de unidosis, quien verifica y analiza que la información presentada sea la correcta.

2.2. Cálculo de medicamentos a solicitar/dispensar

Según el proceso unidosis del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, al realizar la solicitud de un medicamento a través del formulario 701 se indican los días que debe aplicarse el medicamento por siete días de lunes a domingo; si el paciente ingresa durante el transcurso de la semana, se hará la solicitud del día en que se realiza la orden médica hasta el día domingo.

Si el paciente está por segunda semana, el día lunes, se realizará la solicitud de los medicamentos desde lunes hasta el domingo, aunque el paciente pueda ser dado de alta en los días cercanos. Según las normas establecidas, el viernes se entregan los medicamentos que se le aplicarán al paciente durante los días viernes, sábado y domingo.

El encargado del proceso de unidosis verifica y analiza el formulario entregado para realizar el cálculo de cuántos medicamentos deben solicitarse a la bodega de unidosis y cuántos a la enfermera encargada de la recepción de los medicamentos.

En el hospital Américas del grupo hospitalario, en las estaciones de enfermería se realizan cambios de turno de personal en intervalos de 24 horas. Un paciente que se encuentra en el área de hospitalización tarda un tiempo mínimo de uno a dos días mientras se realiza el proceso en el cual se da de alta, y se finaliza el trámite para que pueda abandonar el hospital.

Sin importar si el paciente tiene un ingreso al área de hospitalización pre o postoperatorio o emergencia.

Por razones de seguridad no se entrega todo el medicamento que se receta a un paciente para un tratamiento completo y debido a que los intervalos en los cuales las enfermeras atienden a los pacientes no pueden hacerse cargo de demasiados medicamentos, ya que tampoco se cuenta con áreas especiales para su resguardo en las habitaciones de los pacientes o estación de enfermeras, la entrega se divide en dos intervalos: uno por la mañana y otro por la tarde. Adicionalmente, los tratamientos tardan como mínimo tres días.

El cálculo de cuántos medicamentos deben ser solicitados y aplicados a un paciente se realiza con base en la orden médica, por ejemplo, si un médico solicita la aplicación de 500 mg de un antibiótico por vía intravenosa cada 8 horas por 3 días esto implica que un paciente deberá recibir 3 dosis de 500 mg diarios cada 8 horas, según los horarios establecidos.

Con el proceso manual, la enfermera de turno verifica la hora actual para corroborar si debe solicitar el medicamento que se le aplicará al paciente durante el transcurso de la presente y la próxima entrega, y cuánto del medicamento debe de solicitar para completar la dosis diaria del paciente, requerida por el médico.

Si es el segundo día de hospitalización del paciente, la enfermera de turno, al transcribir la orden médica, revisará si en el turno anterior no sobró medicamento y repite el procedimiento que realizó anteriormente su compañera, verificando que no exista ninguna actualización de suspensión o adición de medicamentos.

Este cálculo, con base en la experiencia y práctica de la enfermera de turno, puede tomar de cinco a quince minutos.

Con el cambio propuesto en el proceso de transcripción digital de la orden médica, el cálculo de medicamentos que debe de solicitarse según la variante por la cual el ciclo debe de repetirse por la enfermera graduada o por el médico encargado, tomará de cinco a quince minutos.

Al realizar el proceso mediante el ingreso automático, el sistema por sí mismo realiza el cálculo de los medicamentos que se deben solicitar con base en los valores ingresado en el primer ciclo.

2.3. Entrega y recepción de medicamentos

En el hospital Américas del grupo hospitalario Guatemala, la entrega de medicamentos era realizada por el personal a cargo del área de farmacia, según los vales de medicamentos presentados por las enfermeras graduadas encargadas de recibirlos.

Al presentar los vales, los encargados de farmacia buscan los medicamentos con base en lo que esté escrito en los mismos y verificando en ese momento la existencia de los medicamentos.

Según sea la cantidad de medicamentos, el despacho de los mismos puede tomar de cinco a quince minutos; al finalizar la revisión del vale, las enfermeras anulan o agregan medicamentos en los vales, según sea la disponibilidad de medicamentos.

Cuando la orden se completaba, lo firmaba la enfermera de turno y por el encargado de farmacia; luego este vale era transcrito a los cargos que se realizan al paciente, el procedimiento tarda de cinco a quince minutos según la cantidad de medicamentos y la práctica y experiencia del encargado.

Trabajando con la propuesta de una aplicación dispensadora de medicamentos, se evita el procedimiento de agregar o anular medicamentos, ya que se podría verificar la existencia de los mismos; al poder visualizar el listado de los medicamentos solicitados, el encargado de farmacia podría tenerlos preparados antes de que la enfermera de turno los reciba, minimizando el tiempo de entrega de dichos medicamentos y teniéndolos clasificados por códigos.

El tiempo de entrega de medicamentos según la cantidad, será de tres a cinco minutos, teniendo la encargada de farmacia únicamente que verificar que la cantidad entregada es la indicada.

Al corroborar que la cantidad de medicamentos y que estos son los indicados, la enfermera graduada y el encargado de farmacia validan la transacción.

La validación de la transacción realizada registra la hora en la cual fue realizado el evento, el día y el código de usuario de la enfermera que se obtiene con la interacción con un lector de huellas, lo que aumenta la seguridad del registro de la transacción.

Gracias a que el listado de medicamentos fue ingresado en el sistema y ha sido corroborado y validado, este es automáticamente cargado al paciente; esto evita el proceso de transcripción del vale de medicamentos al sistema por parte del encargado de farmacia.

2.4. Aplicación de medicamentos

En el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social no existe un control sobre los medicamentos que se aplican a los pacientes para cuestiones de cobros o revisiones de seguros; por registros y constancias médicas se anotan en el historial clínico los medicamentos que fueron suministrados al paciente.

En el hospital Américas del grupo hospitalario no se guardaba un registro de los medicamentos aplicados a los pacientes, aunque este era solicitado en ocasiones por las aseguradoras o bien por los pacientes al realizar algún pago, solamente se tiene el listado de medicamentos cargados al paciente y el registro que se lleva en su historial médico, por el tiempo que estuvo en el área de hospitalización.

Para el área de enfermería, en la aplicación dispensador de medicamentos se cuenta con una pestaña de aplicación de medicamentos, la cual se utiliza como un listado para tomar en consideración los medicamentos que están pendientes y próximos a entregar; la enfermera de turno puede revisar el listado y proceder con su aplicación, ya finalizado el proceso de aplicación; actualiza el estado de los medicamentos según sea la reacción del paciente a los mismos. Este proceso registra el detalle de los medicamentos aplicados como el momento en el que se registró el evento.

2.5. Registro y control de medicamentos

El registro de los medicamentos que se aplican a los pacientes se adjunta a sus historiales clínicos, los cuales son supervisados por los doctores encargados de los pacientes que deben seguir la orden médica elaborada para el tratamiento necesario.

Las solicitudes de medicamentos realizadas por las enfermeras son registradas en vales de medicamentos que se entregan en el área de farmacia para obtener los medicamentos.

En el área de farmacia existe un sistema de registro de cobros a pacientes, el cual funciona en conjunto con el sistema de inventario del hospital, al realizar el cargo de un medicamento a un paciente, este automáticamente es descargado del inventario.

El sistema de control de medicamentos registra las solicitudes hechas por las enfermeras y alimenta el sistema ya existente de cargos a pacientes y descargas del sistema de inventario; también registra las aplicaciones de medicamentos realizadas por las enfermeras de turno.

2.6. Resumen de cambios y mejoras

Al realizar una revisión sobre los cambios que se realizaron sobre los cambios propuestos en los procesos observados, se logran remarcar las mejoras presentadas en la tabla III.

Tabla III. **Tiempos de procesos**

Evento	Encargado	Proceso	Tiempo	Ciclo
Transcripción de orden médica	Enfermera de turno	Manual a vale de papel	5-15 minutos	2 veces diarias
Transcripción de orden médica	Enfermera graduada	Digital a sistema informático	3-5 minutos	1 según cambio de orden
Transcripción de orden médica	Médico encargado	Digital a sistema informático	1-3 minutos	1 según cambio de orden

Continuación de la tabla III.

Evento	Encargado	Proceso	Tiempo	Ciclo
Transcripción de orden médica	Sistema	Automático de sistema	0.1-0.2 minutos	Automático hasta notificación
Cálculo de medicamentos a solicitar	Enfermera de Turno	Manual a Vale de papel	5-15 minutos	2 veces diarias
Cálculo de medicamentos a solicitar	Enfermera Graduada	Digital a sistema informático	5-15 minutos	1 según cambio de orden
Cálculo de medicamentos a solicitar	Médico encargado	Digital a sistema informático	5-10 minutos	1 según cambio de orden
Cálculo de medicamentos a solicitar	Sistema	Automático de sistema	0.1-0.2 minutos	Automático hasta notificación
Entrega/recepción de medicamentos	Enfermera de turno/encargado de farmacia	Manual de Vale de papel	5-15 minutos	2 veces diarias
Entrega/recepción de medicamentos	Enfermera de turno/encargado de farmacia	Automático de sistema	3-5 minutos	2 veces diarias
Registro de entrega	Sistema/enfermera de turno	Automático-Auxiliado con lector de huellas	0.1-0.2 minutos	2 veces diarias
Transcripción de cargos	Encargado de farmacia	Manual	5-15 minutos	2 veces diarias
Transcripción de cargos	Sistema	Automático de Sistema	0.1-0.2 minutos	2 veces diarias
Actualización de estados	Enfermera de turno	Manual al sistema	0.5-1 minuto	Según sea requerido

Fuente: elaboración propia.

El tiempo total en el que se realiza el procedimiento de entrega de medicamentos a través de los vales manuales de medicamentos es de 15 a 45 minutos, más el tiempo adicional que requiere el encargado de farmacia para transcribir el vale de medicamentos al sistema de cobros de pacientes, que aumenta el tiempo total, el cual fue de 20 minutos a 1 hora.

Al iniciar el proceso de transcripción de medicamentos por parte de la enfermera graduada y utilizando el sistema automático, el tiempo fue de 6,1 a 10,4 minutos. Adicionando el tiempo que el sistema realiza la carga automática de los cargos al paciente, el tiempo total es de 6,2 a 10,5 minutos.

Utilizar la aplicación dispensador de medicamentos redujo el tiempo de 60 % a 77 % al incluir los cargos a pacientes se reduce de 69 % a 82.5 %.

Al iniciar el proceso de transcripción de medicamentos por parte del médico encargado y utilizando el sistema automático el tiempo fue de 4,1 a 8,4 minutos. Adicionando el tiempo que el sistema realiza la carga automática de los cargos al paciente, el tiempo total es de 4,2 a 8,5 minutos.

Este procedimiento muestra ser el más rápido pero se descartó, ya que operativamente no es posible cargar al médico con la tarea de la transcripción de la orden médica.

Se incorporó el procedimiento de actualización de estados de medicamentos, el cual permitirá hacer revisiones cruzadas entre los consumos y cobros realizados a los pacientes y servirá de auxiliar para elaborar reportes e informes para las aseguradoras o pacientes que los requieran.

El procedimiento de entrega de medicamentos se repite dos veces por día, tantos días como el paciente esté internado en el área de hospitalización, lo cual hace que el tiempo total de los ciclos mejoren; esto se ve reflejado en la representación del resumen de los tiempos de los ciclos en la tabla IV.

Tabla IV. **Mejora en los tiempos de los ciclos**

Procedimiento	Tiempo total 1er. ciclo	Tiempo total 2do. ciclo	Tiempo total 3er. ciclo	Tiempo total 4to. ciclo
Vale manual de papel	20 - 60 minutos	20 - 60 minutos	20 - 60 minutos	20 - 60 minutos
Ingreso por enfermera graduada	6,2 – 10,5 minutos	6,2 – 10,5 minutos	6,2 – 10,5 minutos	6,2 – 10,5 minutos
Ingreso por sistema automático	6,2 – 10,5 minutos	3,3 – 5,6 minutos	3,3 – 5,6 minutos	3,3 – 5,6 minutos

Fuente: elaboración propia.

Al revisar la propuesta de tener un sistema que guarde los registros de los medicamentos solicitados contra un sistema que automáticamente calcule las dosis y repita el ingreso de los parámetros que se han configurado, se ha comprobado que el procedimiento automático mejora el tiempo de entrega.

2.7. Puntos de revisión

Los puntos de revisión de los cambios se pueden verificar en el trabajo de la aplicación y en la revisión de los cambios en los procesos.

La revisión de la transcripción en la orden médica se verifica en la coherencia entre la orden médica y los datos ingresados en el sistema.

Deben incluir la cantidad exacta de los medicamentos solicitados por el médico encargado, la dosis correcta la vía de administración y los días que el médico recomienda seguir el tratamiento. Para la revisión de los cálculos hechos por el sistema es necesario hacer una comparación con los cálculos manuales de la cantidad de medicamentos que deberían de ser solicitados; el resultado obtenido debe de ser exacto referente a la vía de administración la cantidad de medicamentos para las horas determinadas y los medicamentos específicos.

Luego de la entrega de medicamentos es posible verificar si el procedimiento se realizó de manera adecuada; al verificar los cargos realizados al paciente, estos deben de coincidir con la cantidad de productos que le fueron entregados; al salir los medicamentos del área de farmacia estos son cargados en la cuenta del paciente y no deben existir cargos adicionales ni faltantes.

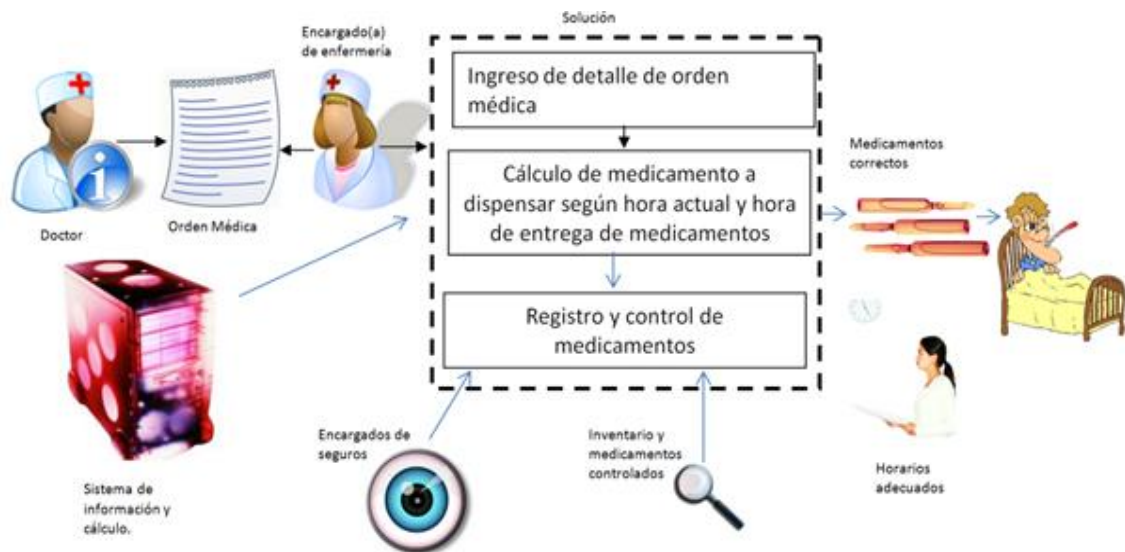
La aplicación de los medicamentos es verificable en el historial presentado por la aplicación que muestra el listado y el estado en el que estos se encuentran; este listado mostrará si los medicamentos están pendientes de aplicación o fueron aplicados y en qué momento se realizó el proceso y la persona encargada del mismo.

3. ARQUITECTURA GENERAL DE LA SOLUCIÓN

3.1. Diseño de la arquitectura de la aplicación

El diseño de la arquitectura de la aplicación permite una representación de la interacción entre los distintos objetos del sistema, para los casos de uso identificados. Las interacciones y mensajes intercambiados entre objetos son ordenados en secuencia en función del tiempo, para los casos de uso. En la figura 19 se aprecia la arquitectura general de la solución, quiénes interactúan y observan el proceso de la misma. El primer caso de uso es la introducción de la orden médica al sistema para iniciar el proceso de despacho automático de medicamentos.

Figura 19. Arquitectura general de la solución

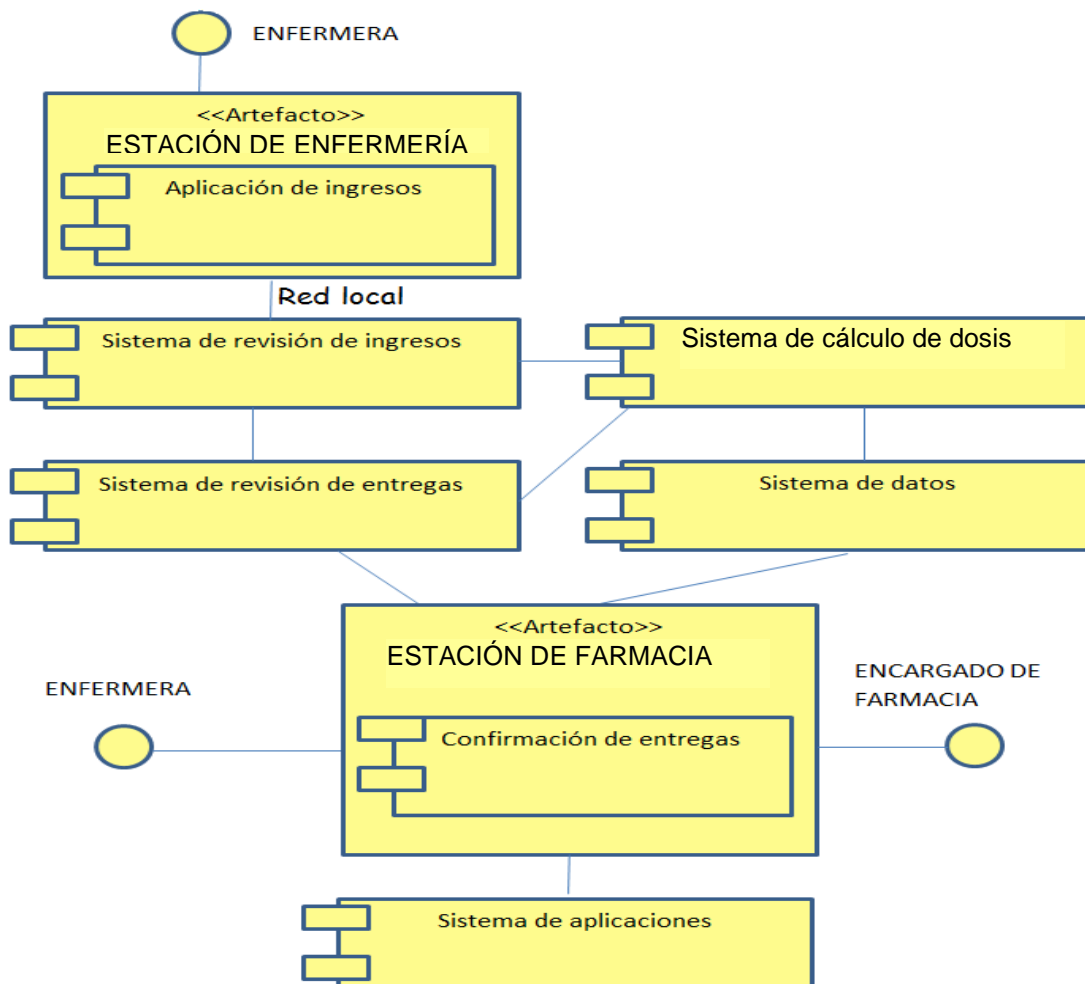


Fuente: elaboración propia.

3.2. Diagrama del patrón de arquitectura

El diagrama muestra la asignación de clases y objetos a componentes de implementación, así como a sus dependencias de compilación. Cada componente es un módulo de código. En la figura 20 se modelan estos componentes.

Figura 20. Componentes del proyecto



Fuente: elaboración propia.

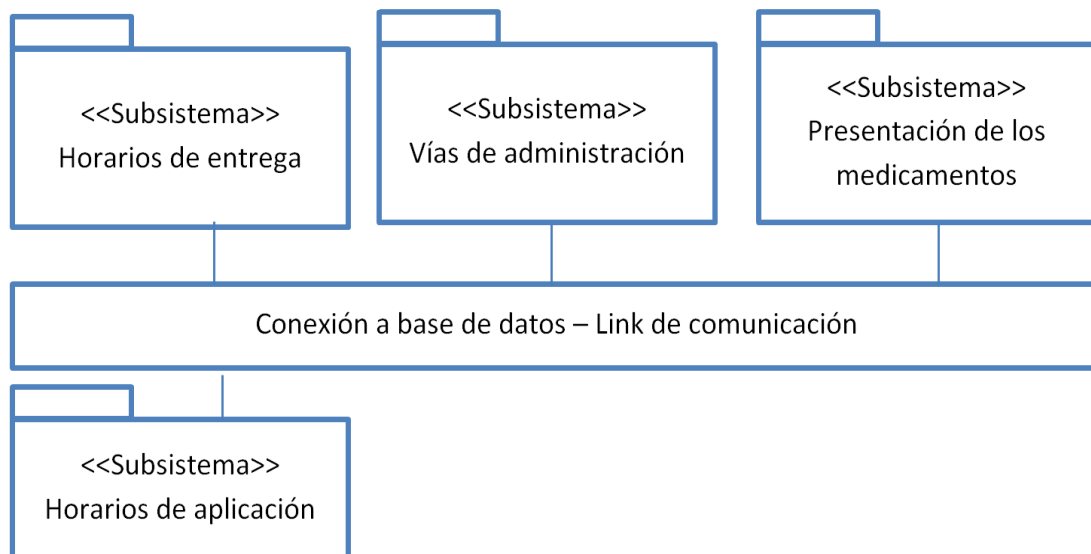
3.3. Modelo para la arquitectura de los servicios

El modelado de la arquitectura de los servicios mostrará de forma gráfica la integración de los subsistemas.

3.3.1. Modelo de la arquitectura para el servicio de enfermería

Para el desempeño y modificación de las diferentes configuraciones del sistema de control de medicamentos en el área de enfermería, es necesario identificar los subsistemas que forman el engranaje del sistema, según la figura 21. Estos subsistemas se comunican entre sí a través del acceso a la base de datos donde modifican sus valores y estos a su vez son interpretados por los sistemas que los requieren.

Figura 21. Modelo para la arquitectura del servicio de enfermería

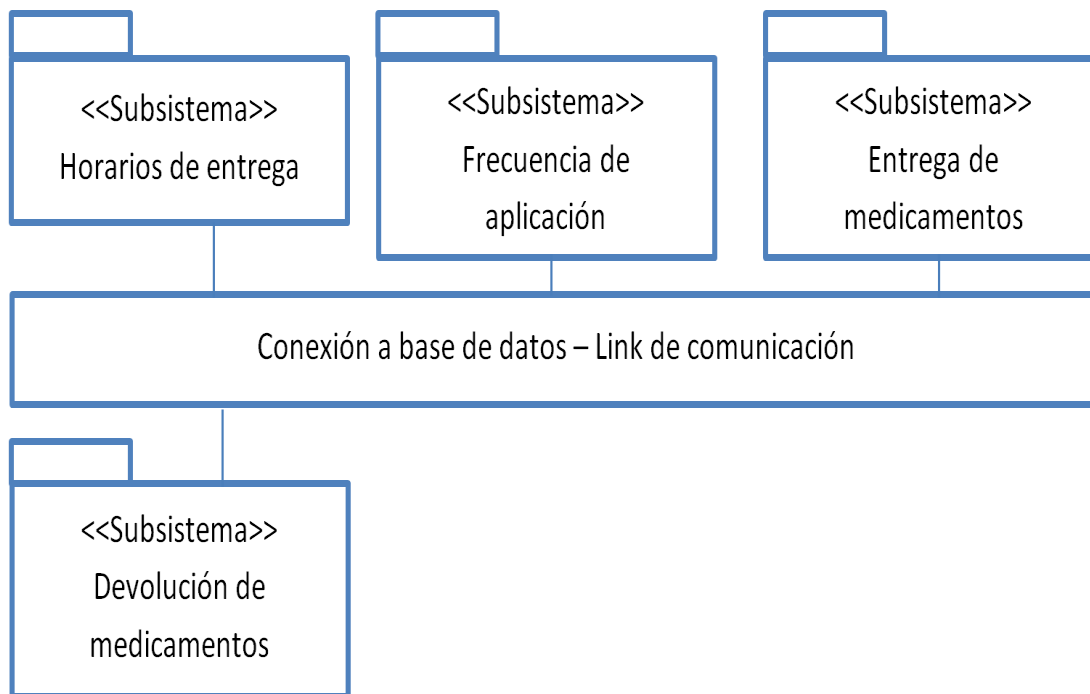


Fuente: elaboración propia.

3.3.2. Modelo de la arquitectura para el servicio de farmacia

Para el desempeño y modificación de las diferentes configuraciones del sistema de control de medicamentos en el área de farmacia. Es necesario identificar los sub sistemas que forman el engranaje del sistema, según la figura 22. Estos subsistemas se comunican entre sí a través del acceso a la base de datos.

Figura 22. Modelo para la arquitectura del servicio de farmacia.



Fuente: elaboración propia.

3.4. Diseño de la red

El diseño de la red ayuda a tener la idea general de cómo está desarrollado el entorno de trabajo.

3.4.1. Diagrama de la red

La red conectará las distintas estaciones de enfermería directamente hacia un servidor central de bases de datos en el cual se almacenarán los datos ingresados. De igual modo las estaciones de farmacia se conectarán directamente al servidor central de base de datos, donde actualizarán estados de medicamentos sin ayuda de equipos auxiliares. En la figura 23, se muestra el ejemplo general de la red que considera estaciones de farmacia y de enfermería.

Figura 23. Diagrama de red



Fuente: http://www.hi-link.com/uploads/images/Services_network.png

Consulta: marzo 30 de 2015.

3.5. Entorno de despliegue

Muestra de forma general cómo se realizará la instalación de la aplicación.

3.5.1. Diagrama de despliegue

La aplicación fue ubicada en las estaciones de enfermería y puede trabajar de forma independiente en cada una de las máquinas instaladas. La aplicación para las estaciones de farmacia será de igual forma instalada en el equipo asignado para cada estación y trabajará de forma individual con conexión directa al servidor de base de datos.

La figura 24 generaliza el despliegue de la aplicación, representando una única base de datos que almacenará los datos ingresados.

Figura 24. Entorno de despliegue



Fuente: elaboración propia.

Desarrollar una aplicación en un lenguaje de alto nivel que permita su ejecución como un módulo independiente de cualquier otro sistema instalado en la computadora residente, permite que la realización sea factible.

3.6. Pruebas del sistema

Los puntos de revisión ayudan a verificar que los cambios propuestos en los procesos propuestos y las integraciones de los sistemas cumplan con las expectativas que se tienen de los mismos y auxilian a realizar las pruebas de los nuevos sistemas instalados.

La primera prueba realizada al sistema es la comunicación con el servidor de datos, verificar que la conexión sea correcta y que los datos se hayan registrado de manera correcta y lógica según el diseño propuesto, (incluye verificar la velocidad de transacción del sistema), sirve para comprobar que el tiempo de respuesta sea el adecuado y cumpla con el mínimo de respuesta operativo para que no retrase el trabajo de los usuarios.

La prueba fue dada por aceptada, ya que al hacer un ingreso por el usuario este quedó registrado en la base de datos en las tablas específicas para esta función; el procedimiento se ejecutó en un tiempo menor al programado de un procedimiento manual.

La segunda prueba fue verificar que los datos registrados tienen coherencia y que se están registrando con los valores indicados, según la cronología de los eventos que se automatizaron. Esta prueba se dio por aprobada al verificar dentro de la base de datos en las tablas específicas para la operación que se realizó el registro y que los datos escritos coincidieron con los datos que se esperaban recibir.

Corroborados todos los funcionamientos lógicos de la operación de la aplicación es necesario verificar el funcionamiento físico y las vías alternas a seguir en caso de un mal funcionamiento del equipo.

3.6.1. Disciplina de prueba

De acuerdo con el proceso unificado racional se distinguen cuatro tipos de pruebas: unitaria, de integración, de sistema y de aceptación.

Para el proceso de desarrollo de esta aplicación solamente serán consideradas las unitarias, de integración o a nivel de sistema; se realizará con el modelo de prueba con la especificación de casos de prueba.

3.6.1.1. Modelo de prueba

Describe las pruebas del código. Se indicará el identificador de la clase o componente, el identificador del caso de prueba, su descripción y un reporte de resultado de la prueba.

3.6.1.1.1. Especificación de caso de prueba

Describe cuáles son los datos con los que se ejecuta el caso de prueba. Se presenta toda la información en la tabla siguiente.

Tabla V. **P01**

<p>Id prueba: P01 Tipo de prueba: unitaria.</p> <p>Descripción: revisión de facilidad de ingreso de datos de orden médica.</p> <p>Clase: orden</p> <p>Método: ingreso. Tipo de retorno: registro de datos ingresados.</p> <p>Precondición: orden válida para paciente ingresado.</p> <p>Postcondición: registro de datos ingresados y medicamentos pendientes de entrega.</p> <p>Casos de prueba: valores generados en la orden médica escrita.</p> <p>Valor esperado: listado de medicamentos pendientes de entrega con registro de hora para aplicación en el área de farmacia. Listado de medicamentos recetados.</p> <p>Resultado: listado de medicamentos recetados a ser aplicados, listado de medicamentos pendientes de entrega en área de farmacia.</p>

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **P02**

<p>Id prueba: P02 Tipo de prueba: unitaria.</p> <p>Descripción: revisión de facilidad de ingreso de datos de orden médica.</p> <p>Clase: medicamento</p> <p>Método: cálculo. Tipo de retorno: coherencia en datos ingresados.</p> <p>Precondición: ingreso de datos en orden médica.</p> <p>Postcondición: datos de medicamentos pendientes de entrega.</p> <p>Casos de prueba: valores ingresados de la orden médica escrita.</p> <p>Valor esperado: coherencia de los datos generados con base en los cálculos realizados sobre los valores ingresados.</p> <p>Resultado: listado de medicamentos pendientes a ser aplicados en una hora específica, pendientes de entrega en área de farmacia.</p>
--

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **P03**

<p>Id prueba: P03</p> <p>Tipo de prueba: unitaria.</p> <p>Descripción: revisión de entrega y recepción de medicamentos.</p> <p>Clase: medicamento</p> <p>Método: entrega. Tipo de retorno: cambio de estado en medicamento.</p> <p>Precondición: medicamento pendiente de entrega.</p> <p>Postcondición: medicamento pendiente de aplicación.</p> <p>Casos de prueba: listado de medicamentos pendiente de entrega.</p> <p>Valor esperado: listado de medicamentos pendientes de aplicación con registro de hora para aplicación posterior a la hora actual.</p> <p>Resultado: listado de medicamentos con estado pendiente de aplicación.</p>
--

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **P04**

<p>Id prueba: P04</p> <p>Tipo de prueba: unitaria.</p> <p>Descripción: revisión de aplicación de medicamentos.</p> <p>Clase: orden</p> <p>Método: aplicación. Tipo de retorno: cambio de estado de medicamento.</p> <p>Precondición: medicamento entregado pendiente de aplicación.</p> <p>Postcondición: medicamento registrado como aplicado.</p> <p>Casos de prueba: listado de medicamentos pendientes de aplicación.</p> <p>Valor esperado: nuevo estado en los medicamentos registrado como aplicado.</p> <p>Resultado: cambio en el estado de medicamento aplicado.</p>
--

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. P05

<p>Id prueba: P05</p> <p>Tipo de prueba: de integración o de sistema.</p> <p>Descripción: revisión de conexión de módulo de ingreso de orden médica con él entorno ya desarrollado.</p> <p>Clase: orden médica</p> <p>Método: ingreso. Tipo de retorno: conexión con servidor.</p> <p>Precondición: conexión válida con servidor de datos.</p> <p>Postcondición: aplicación en espera de ingresos.</p> <p>Casos de prueba: conexión de aplicación con servidor de datos.</p> <p>Valor esperado: conexión exitosa con servidor de datos e ingreso de nuevos datos.</p> <p>Resultado: ingreso satisfactorio de datos de prueba.</p>

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. P06

<p>Id prueba: P06</p> <p>Tipo de prueba: de integración o de sistema.</p> <p>Descripción: revisión de conexión de módulo de farmacia con el sistema ya desarrollado e instalado.</p> <p>Clase: farmacia</p> <p>Método: entrega. Tipo de retorno: revisión de datos registrados en servidor de datos.</p> <p>Precondición: conexión valida con servidor de datos.</p> <p>Postcondición: cambio en datos de prueba.</p> <p>Casos de prueba: datos de medicamentos pendientes de entregar.</p> <p>Valor esperado: listado de medicamentos pendientes de entrega con registro de hora para aplicación en el área de farmacia. Listado de medicamentos recetados.</p> <p>Resultado: listado de medicamentos recetados a ser aplicados y pendientes de entrega en área de farmacia. Interacción y conexión correcta con servidor de datos.</p>
--

Fuente: elaboración propia.

4. PLAN DE CONTINGENCIA, INSTALACIÓN, CAPACITACIÓN Y RETROALIMENTACIÓN

Un plan de contingencia, es el conjunto de ideas, programa, pasos u objetivos a seguir para sobrepasar un inconveniente presentado de un evento inusual a lo esperado, es utilizado comúnmente en el manejo de riesgos. Se utiliza indiferente cuando se espera un riesgo controlado o sobreviene una catástrofe inesperada pero que puede ser alineada dentro de los clasificaciones de emergencias ya establecidas (Swanson et al, 2010).

Los planes de contingencia son formulados por los negocios o gobiernos, tratando de prevenir el impacto que les puede ocasionar un evento imprevisto o minimizando la posibilidad de frecuencia de dicho evento, si este es posible de prevenir con buenas prácticas o mejorando las prácticas actuales.

En los negocios que cuenta con departamentos de sistemas e información; debe existir un gobierno de IT, el cual se encargue de velar por la seguridad de los sistemas, la continuidad del negocio en la prestación de servicios para el cliente externo y el cliente interno.

Los gobiernos de IT son los encargados de elaborar los planes de contingencia para los sistemas automatizados, y minimizar el tiempo que los mismos permanezcan fuera de servicio, así como garantizar el funcionamiento normal tras sobrepasar el evento que ocasione la falla.

Una organización debe tener la habilidad para mantener la continuidad del negocio sin importar el tipo de evento que pueda ocurrir; esto incluye fallos físicos del equipo generados por descuido o de manera intencional, como también cualquier tipo de desastre natural; junto con los planes de contingencia es necesario trabajar formas para mitigar y minimizar los riesgos que se puedan evitar.

El primer evento observado que puede ocasionar un fallo en la aplicación desarrollada en el momento de estar operativa, es que el equipo en el cual está instalado deje de funcionar o no pueda iniciar su función normal de trabajo.

Se propone tener un equipo de respaldo en cada estación de enfermería con la aplicación instalada, para que en caso de un fallo general del equipo sea posible utilizar otro equipo que funcione de la misma manera que el equipo principal; si esto no es posible, existen equipos en otras áreas de enfermería que también cuentan con la aplicación instalada y desde las cuales se puede proceder a realizar el ingreso de los datos sin afectar el flujo normal de trabajo.

Luego de presentado el evento es necesario verificar la causa que generó el mal funcionamiento y repararla, o bien sustituir el equipo si este no es posible recuperarse.

El segundo evento posible de fallo es la pérdida de comunicación con el servidor de datos; dado que esta falla puede ser ocasionada por varios puntos físicos que se encuentran en diferentes áreas de la red, se recomienda utilizar otro equipo del área o de un área ajena para continuar con el flujo normal de trabajo.

Luego de presentado el evento es necesario verificar la causa que generó el mal funcionamiento; esta puede ser física debido a una mala conexión o avería de un componente, o lógica debido a una configuración errónea de equipo; será necesario reparar o reconfigurar el equipo o bien sustituir el equipo si este no es posible de recuperarse.

Si el error de conexión se debe a un fallo general de comunicación o error con el servidor de red o de datos, el procedimiento que se debe seguir es esperar hasta que los servidores se restauren y se pueda continuar con el flujo normal de trabajo; dado que este fallo afecta diferentes áreas de trabajo no es posible continuar con el funcionamiento normal de las aplicaciones.

El entorno de trabajo implica que los clientes, en este caso particular los pacientes, dependen del flujo normal de trabajo continuo; en algunos casos con alta prioridad o nivel de emergencia debido a padecimientos de dolor agudo; un cuadro clínico complicado o mortal que obliga a mantener la continuidad del trabajo.

Para mantener el flujo normal de trabajo debido a un error mayor de conexión, se procederá a utilizar los vales de papel de medicamentos como solución temporal, teniendo estos que ingresarse de manera posterior al restablecimiento normal del flujo de trabajo. Este evento tiene poca frecuencia y se autoriza la vía alterna para asegurar la integridad de los pacientes.

Los planes eficaces de contingencia incluyen la incorporación del desarrollo de puntos de control de seguridad de los sistemas de información, así como el mantenimiento de estos puntos de control.

Existen nueve puntos de control de sistemas de información establecidos por las normas del instituto de seguridad informática, aunque no todos los puntos de control son posibles de ejecutar para todos los sistemas de información, es necesario determinar cuáles sí pueden ser aplicados y aplicarse.

En la siguiente tabla, se muestran los puntos que se detectaron, sus prioridades e impacto.

Tabla XI. **Sumario de puntos de control**

No. de control	Nombre del control	Nivel de impacto			Probabilidad
		Bajo	Medio	Alto	
C-1	Fallo de equipo	X			Alta
C-2	Fallo en conexión del equipo		X		Media
C-3	Fallo de conexión general			X	Baja

Fuente: elaboración propia.

Por cada fallo que se presente es necesario tener una acción para tratar de reducir al mínimo el tiempo, en el cual el proceso se mantenga suspendido. En la tabla XII se han identificado las posibles soluciones que se deben ejecutar, según sea el fallo que se tenga y los tiempos aproximados en los cuales se planea recuperar el trabajo normal de los procesos.

Tabla XII. **Tiempos de respuesta**

No. de control	Identificador de solución	Nombre de la solución	Descripción de la solución	Tiempo de respuesta
C-1	S-1	Cambio de equipo	Sustitución por diferente equipo	5-10 minutos

Continuación de la tabla XII.

No. de control	Identificador de solución	Nombre de la solución	Descripción de la solución	Tiempo de respuesta
C-1	S-2	Cambio de servicio	Utilizar un equipo de diferente área	3-5 minutos
C-2	S-1	Cambio de equipo	Sustitución por diferente equipo	5-10 minutos
C-2	S-2	Cambio de servicio	Utilizar un equipo de diferente área	3-5 minutos
C-3	S-3	Restauración de servicio	Reinicio de servidores y servicios	5-10 minutos
C-3	S-4	Vale de papel	Utilización temporal de vales de papel	3-5 minutos

Fuente: elaboración propia.

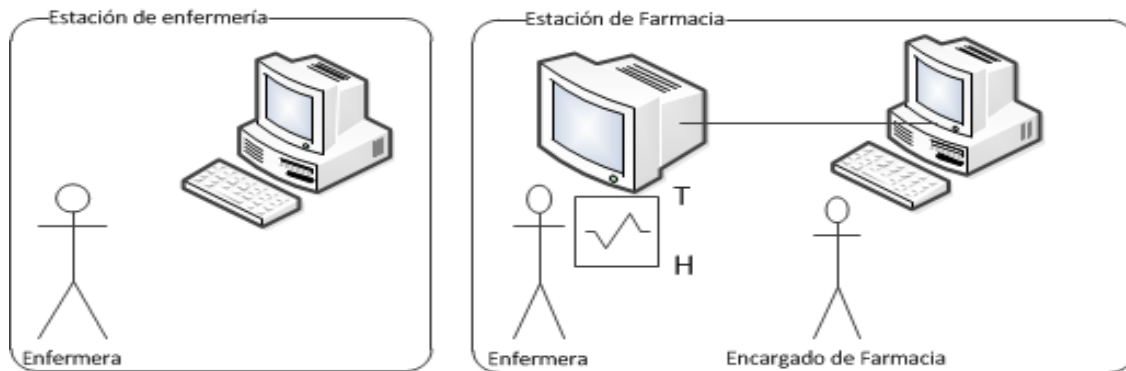
4.1. Instalación

La instalación de la aplicación se realizó sobre medios físicos no virtualizados. En cada estación de enfermería se configuró por lo menos una computadora con la aplicación dispensador de medicamentos, así como en el área de farmacia; esto se visualiza en la figura 25, que representa la idea de los usuarios y equipos a utilizar.

Las especificaciones físicas de los equipos son de gama baja con *hardware* mínimo un procesador Intel Celeron de 500 MHz. o su equivalente en AMD, 512 Mb. de memoria RAM; para la instalación de la aplicación se necesita un máximo de 25 Mb libres de espacio, monitor, teclado, *mouse* y lector de huellas digital persona U.are.U 4500.

El sistema operativo mínimo requerido para la instalación de la aplicación es Windows XP de 32 bits, con el conector para base de datos ODBC con el driver para MS-SQL 2005.

Figura 25. **Requerimientos mínimos**



Fuente: elaboración propia.

La instalación de la aplicación dispensador de medicamentos en el entorno de trabajo fue la última etapa del desarrollo de la aplicación y el equipo técnico se encargó de realizar dicha tarea.

La instalación se realizó en las áreas de hospitalización y en el área de entrega de farmacia.

Luego de capacitar al personal se mostró el manejo del programa a grupos conformados por el personal encargado del área de hospitalización, en conjunto con un encargado de farmacia. Al asistir al personal en el manejo de la aplicación dispensador de medicamentos se documentaron todos los casos en que los usuarios dudaron, con el fin de mejorar la capacitación de los próximos grupos, así como corregir el entorno visual o usabilidad del programa.

Al finalizar con la revisión de la aplicación dispensador de medicamentos en todas las estaciones de enfermería en las cuales se instaló, se procedió a revisar la forma de operación de entrega de medicamentos en el área de farmacia; esto ayudó a que el grupo comprenda el proceso completo y pudieran asistir a próximos usuarios nuevos que necesiten utilizar la aplicación.

Todos los cambios y sugerencias que se solicitaron fueron analizados para revisar si era factible realizar algún cambio que beneficie la facilidad de operación de la aplicación o alguna mejora en su entorno visual, tanto para el manejo de la aplicación como para la rapidez o estética de la misma.

Fue necesario revisar que el equipo en el cual se instaló la aplicación dispensador de medicamentos tuviera conexión con la red interna de la empresa, así como tener una conexión estable con el servidor de bases de datos.

Las estaciones de enfermería deberían contar con una línea telefónica que facilitara la comunicación con el área de farmacia para la verificación de pedidos, así como saber la disponibilidad de los medicamentos necesarios o equivalentes entre marcas o presentaciones disponibles para la aplicación.

Las estaciones de farmacia deberían de contar con una línea telefónica que facilitara la comunicación con otras estaciones de farmacia o con la bodega central de medicamentos para conocer la existencia o cantidad de medicamentos que no se encuentren disponibles en su estación, para realizar pedidos de los pendientes solicitados por el área de enfermería o mantener el stock mínimo necesario requerido por cada estación de farmacia, según el hospital en el que se encuentre.

4.1.1. Tecnología

Dispensador de medicamentos se desarrolló para el trabajo sobre sistemas operativos Microsoft Windows versiones XP y 7 Seven de 32 bits, en cualquiera de sus diferentes ediciones; la viabilidad del desarrollo de la aplicación para otros sistemas operativos no será revisada en este estudio, ya que la aplicación es desarrollada en el lenguaje de programación Delphi 2010, que aún no admite la flexibilidad de programación para diferentes sistemas operativos.

Es necesario contar con una computadora personal de gama baja en la estación de enfermería en la cual se integrará la aplicación; si el uso del equipo será exclusivamente para el trabajo con la aplicación, no son necesarios requerimientos adicionales respecto del hardware o software instalado en el equipo para el manejo de la aplicación dispensador de medicamentos.

Si la aplicación trabajara en un equipo donde ya se encuentran otras aplicaciones instaladas que trabajan de forma independiente, la aplicación “dispensador de medicamentos” puede utilizarse sin saturar el consumo ya existente de memoria en el equipo.

4.2. Capacitación

El personal fue capacitado para conocer el proceso completo de entrega de medicamentos, el personal involucrado es:

- Área de hospitalización:
 - Coordinadoras de enfermería
 - Enfermeras graduadas

- Enfermeras
- Área de farmacia:
 - Encargados de farmacia
 - Supervisores de farmacia
- Supervisión del proceso:
 - Encargadas de supervisión de entrega de medicamentos.

Todo el personal involucrado fue capacitado durante una hora sobre el proceso completo y los posibles casos que puedan presentarse, durante la capacitación se tuvo una sección de preguntas por parte de los participantes para aclarar puntos que pudieran no quedar completamente claros y considerar preguntas que pudieron no observarse durante la etapa de toma de requerimientos.

Las capacitaciones fueron divididas en tres días por hospital debido a los turnos de los encargados de farmacia y enfermería, los supervisores de farmacia, supervisoras de enfermería y supervisión de entrega de medicamentos participarán los tres días como apoyo y refuerzo para el personal encargado de capacitar y recibir la capacitación.

Al finalizar la capacitación del personal se realizó una práctica supervisada sobre el manejo del programa en las estaciones de enfermería que continuó hasta las estaciones de farmacia donde se entregaron los medicamentos solicitados y revisados en la prueba realizada en el área de enfermería.

El motivo por el cual se capacitará a todo el personal en el proceso completo de entrega de medicamentos es que todos los involucrados puedan en su momento ayudar a sus compañeros en los puntos que no quedaron claros en la capacitación y poder enseñar a nuevos compañeros el motivo por el cual se realiza el proceso de la manera establecida.

Fue necesario que todo el personal conociera las consecuencias asociadas a la incorrecta manipulación o el ingreso erróneo de datos al sistema, de esta forma fue posible corregir errores a través del sistema sin necesidad de recurrir a autorizaciones por superiores sobre la devolución de medicamentos o correcciones mayores en los ingresos.

No se realizó ningún tipo de evaluación escrita sobre los conceptos que se enseñaron durante la capacitación; todas las dudas fueron revisadas durante la práctica realizada posterior a la capacitación.

No se capacitó al personal en el manejo de la computadora, ni en el manejo de programas adicionales diferentes a la aplicación dispensador de medicamentos.

4.3. Retroalimentación

El personal fue capacitado para conocer ambos puntos del programa e identificar los problemas asociados a la incorrecta manipulación del sistema, la forma de corregir estos errores y las acciones a tomar para los casos excepcionales probables. Se logró la documentación para realizar una retroalimentación acorde a los casos que frecuenten de forma agradable para su departamento.

Luego de capacitar al personal se instaló en el ambiente de producción el sistema y se retroalimentó con los nuevos casos y mejoras propuestas por el personal que lo utilizó masivamente y mostró su eficacia. Se realizaron cambios mínimos referentes a los colores en la apariencia visual de la aplicación.

El criterio para la aceptación del programa fue la interacción voluntaria de los involucrados en el uso del programa y la retroalimentación que se recibió de los mismos para futuras mejoras.

5. MODELO DE NEGOCIO

El modelo de negocio fue creado con ayuda de la muestra de un plan de negocios para la administración de tecnología americana (Bellis, 2012).

5.1. Sumario ejecutivo

En el ámbito hospitalario la información que se recauda de cada paciente forma parte de la estadística de salubridad del país; esta información puede ayudar a observar patrones de enfermedades que se cree no están relacionadas o bien para rastrear la periodicidad de la aparición de brotes de varias infecciones en diferentes etapas del año.

La disponibilidad de los datos de los pacientes como estrategia comercial permite generar paquetes personalizados de medicamentos o tratamientos para grupos objetivos de pacientes que se han estudiado previamente, sobre el uso de fármacos que se han registrado en bitácoras médicas. Al recolectar la información de los medicamentos que se utilizan diariamente es posible observar patrones de consumo en los cuales se puede determinar la temporada en la cual dicho consumo es bajo o alto.

Al tener una referencia del consumo de determinados medicamentos es posible negociar con diferentes distribuidoras de fármacos la distribución de determinadas marcas, o bien de tipos específicos, logrando obtener mejores precios en temporadas de ventas bajas, previniendo un aumento en el consumo de los mismos en un tiempo cercano, en el cual la medicina aún se encuentra en su período de vida útil.

Para las instituciones hospitalarias se presenta la innovación de tener el registro de todos los medicamentos consumidos por diferentes áreas.

El consumo de medicamentos varía en las diferentes áreas de hospitalización, así como la presentación de los medicamentos que se suministran, por ejemplo: en el área de pediatría es más común la aplicación de medicamentos por vía oral en presentación de líquidos; para el área de cuidados intensivos se aplican en mayor cantidad medicamentos de vía intravenosa o intramuscular; para los pacientes que se encuentran en estado de recuperación pre o postoperatoria se les provee con mayor frecuencia medicamento en vía oral sólidos como tabletas, cápsulas o grageas.

5.1.1. Objetivos

- Obtener datos precisos de consumo de medicamentos para negociación de precios con casas farmacéuticas.
- Crear nuevos productos o combos de medicamentos con base en prescripción médica.
- Crear acuerdos sobre medicamentos con empresas aseguradoras.
- Reducir el porcentaje de robo de medicamentos.
- Mejorar el control sobre medicamentos psicotrópicos y estupefacientes.
- Servir de respaldo para el control de inventario.

5.1.2. Misión

La innovación de la integración del dispensador de medicamentos permite que el ingreso de los datos que serán entregados sean ingresados solamente una vez y que el mismo realice el cálculo de los medicamentos que serán entregados en cada cambio de turno de enfermeras.

En el ámbito de medicina es muy necesario tener un estricto control sobre los medicamentos que se suministran a los pacientes, así como la dosificación en la cual se aplica. Tener una aplicación que esté ligada al control de medicamentos es la puerta para desarrollar aplicaciones que se comuniquen a través de los datos ingresados.

La ventaja de integrar una aplicación nueva sobre un sistema de aplicaciones ya establecido permite realizar cambios sobre el módulo que se está integrando sin afectar a los módulos ya desarrollados.

Desarrollar módulos individuales permite ampliar la funcionalidad de las aplicaciones existentes sin perder la disponibilidad de las mismas en el entorno diario de trabajo.

5.1.3. Claves para el éxito

- Oferta de disponibilidad de información que se ofrece al capturar los datos, dichos datos; se agrupan en clases que permiten agrupar inequívocamente un medicamento en específico.
- La información procesada de los datos obtenidos por el dispensador de medicamentos podrá integrarse a nuevos módulos.

- La investigación realizada sobre los medicamentos y el proceso de entrega de los mismos es aplicable para diferentes instituciones hospitalarias públicas y privadas.
- El costo de producción de la aplicación será cubierto sobre el primer desarrollo e instalación en un entorno real.
- Al realizar el desarrollo de la aplicación en un entorno independiente a las aplicaciones existentes en una empresa, se solventa el problema de incompatibilidad y comunicación entre aplicaciones, permitiendo la facilidad de integración sobre entornos de desarrollo.

5.2. Sumario de la compañía

La puerta de entrada para el desarrollo de nuevas aplicaciones que permitan el manejo de la información, así como los controles que se deban aplicar en diferentes procesos que se desarrollen será el dispensador de medicamentos, ya que esta aplicación puede funcionar de forma independiente a su entorno para el cálculo y registro de los datos que se procesarán.

Puesto que el código desarrollado puede ser reutilizado así como la estructura del programa, este puede además ser personalizado si el cliente así lo requiriera con logotipos o información adicional.

La venta del producto final dispensador de medicamentos sentará el precedente para el desarrollo de aplicaciones orientadas al manejo de medicamentos.

Al tener la facilidad de trabajar independientemente sin tomar en cuenta al entorno de aplicaciones que lo rodean, esto permite que también puedan instalarse en otros sistemas de aplicaciones diferentes al que fue desarrollado, provocando que futuros compradores de la aplicación puedan adquirir el producto sin sufrir pérdida de datos, sobrecarga de procesos o pérdidas de disponibilidad.

5.2.1. Propietarios de la compañía

No existe un convenio de exclusividad sobre la propiedad intelectual del desarrollo de la aplicación dispensador de medicamentos, lo cual permite su libre distribución sin pago de licencias adicionales a terceros; las mejoras que se realicen sobre la aplicación serán incorporadas en versiones posteriores de la aplicación y no existe obligación de actualizar versiones anteriores del producto, salvo que sea solicitado por el cliente, como una mejora adicional que se no incluye en la versión original entregada.

La aplicación dispensador de medicamentos es independiente del hardware que se posee en el entorno de producción; se instala de manera individual en la máquina del cliente y solamente necesita tener una conexión válida con el servidor de datos para poder realizar sus funciones de manera correcta. Los datos que se obtengan de la aplicación dispensador de medicamentos son propiedad exclusiva de la empresa en la cual se implemente la aplicación.

El beneficio sobre los datos que se obtengan es el registro que se puede tener de cada entrega de medicamento realizada.

Los datos que se obtienen por cada paciente son útiles para las aseguradoras y puede compartirse esta información por medio de reportes o resúmenes de determinados pacientes, que se auditen para el pago de hospitalizaciones.

5.2.2. Historia de la compañía

En Guatemala no existe una empresa dedicada al desarrollo de software hospitalario; existen productos en otros países pero que no cuentan con representantes en el territorio nacional; el nicho hospitalario es un mercado con diferentes áreas para desarrollo de aplicaciones que manejen diferentes tipos de especialidades; el manejo de pacientes, medicamentos, tratamientos y médicos es muy similar entre las distintas instituciones, sean estas de carácter público o privado.

Una empresa emergente que conozca las diferentes necesidades de clientes parecidos, podrá unificar las soluciones y mejoras comunes que beneficien a los clientes.

La idea principal de integrar un nuevo módulo al sistema ya existente es el de no alterar el trabajo diario ya establecido, no tener pérdidas de datos en el proceso que se realiza y no detenerse durante el transcurso del desarrollo y la implementación.

Es necesario desarrollar un sistema informático que supervise el trabajo realizado y que en un futuro muestre la información de las transacciones realizadas, permitiendo una revisión para análisis de la información obtenida.

5.2.3. Ubicación e instalaciones

El desarrollo de la primera versión de la aplicación “dispensador de medicamentos” se realizará en las instalaciones del grupo hospitalario en el hospital Américas, ubicado en la zona 14 en el área de programación.

Las versiones posteriores se realizarán en las instalaciones de los clientes para revisar problemas y la efectividad de la conexión. No es necesario contar con instalaciones propias o equipo personal, ya que el desarrollo de la aplicación y las modificaciones deben realizarse directamente con el cliente para revisiones personalizadas.

El equipo a utilizar para pruebas deberá de ser proporcionado por el cliente, ya que es necesario contar con el equipo en el cual será instalada la aplicación, para conocer cualquier eventualidad que pueda presentarse, que no se hubiera mostrado o anticipado en las instalaciones previas.

Es posible utilizar otro equipo para el desarrollo y cambios que facilite el manejo de gran cantidad de información y ayude en el momento de la programación del código.

5.3. Productos y servicios

La aplicación dispensador de medicamentos se define como un producto. El análisis de la información obtenida puede servir para la creación de paquetes de medicamentos que se suelen utilizar con más frecuencia o que los médicos acostumbran recetar a los pacientes con base en el cuadro que presentan o el diagnóstico realizado.

Con la implementación del “dispensador de medicamentos” se podrá tener registro del consumo personal realizado por cada paciente y las diferentes enfermeras que suministraron el medicamento y los encargados de enfermería que lo entregaron. Es posible realizar contratos previos con empresas farmacéuticas para obtener precios preferenciales sobre productos específicos o en determinadas temporadas de ventas bajas o por regiones de la ciudad o del país.

El producto dispensador de medicamentos se distribuirá a diferentes instituciones hospitalarias como un producto terminado diseñado y desarrollado para la instalación en cualquier sistema hospitalario ya instalado que tenga manejo de diferentes áreas y bases de datos con información de pacientes, empleados y medicamentos.

Es posible para instituciones que estén interesadas en adquirir el producto dispensador de medicamentos solicitar la instalación de equipo adicional, así como el desarrollo de aplicaciones que complementen el trabajo de los sistemas instalados con los que se trabaja diariamente. La venta de la aplicación dispensador de medicamentos incluye la instalación del producto y la capacitación del personal encargado de instalarlo y darle mantenimiento según sea requerido; también se incluye la capacitación sobre el manejo de la aplicación.

Al cliente interesado en adquirir el producto para prueba se le instalará en los equipos solicitados una versión de prueba, la cual cuenta con un tiempo limitado de vida útil, así como información que indique que la aplicación es de prueba y que no se posee una licencia válida sobre la misma; dentro del código de esta versión se incluirá un contador de tiempo, el cual se encargará de invalidar las funciones de uso del programa.

El código base del producto no cambia entre las diferentes versiones personalizadas que se venderán a cada cliente nuevo; la aplicación seguirá ejecutando su función básica de control y registro de entrega de medicamentos y cálculo de cantidad de medicamentos a entregar.

Como parte de los servicios que es posible incluir, se encuentra la mejora en el control del inventario de medicamentos, el cual debe agregar la presentación de los mismos.

Es posible presentar diferentes servicios, adicionales al cliente o a los probables clientes, los cuales pueden incluir el desarrollo, instalación e implementación de módulos adicionales que pueden alimentarse de los datos recolectados por la aplicación “dispensador de medicamentos”, o bien que pueden explotar los datos que son generados por otras aplicaciones que se ejecuten en el sistema del cliente.

Presentando un paquete de opciones a los clientes, es posible realizar el desarrollo de diferentes aplicaciones, generando ingresos adicionales a la venta del producto dispensador de medicamentos, dando el beneficio al cliente de que al adquirir un contrato por desarrollo de aplicaciones adicionales, este obtendrá un descuento en los productos adicionales que solicite, así como una mejora en el precio del producto.

5.3.1. Descripción de producto y servicio

Los servicios adicionales que pueden ser prestados a un cliente, variarán según las necesidades de cada empresa, la estructura de las mismas y su departamento de informática.

Las empresas que en su departamento de informática cuentan con una fábrica de software en la cual se desarrollan las aplicaciones que utilizan, no estarán interesadas en adquirir un producto que ellos mismos pueden llegar a desarrollar, tienen o planifican implementar; sin embargo es posible brindarles servicios adicionales de soporte con base en el conocimiento adquirido por la experiencia en el trabajo con diferentes empresas que desarrollan el mismo negocio.

Al concretar un contrato por servicios y productos es posible incluir la implementación de la aplicación dispensador de medicamentos como un producto componente de un sistema más complejo, el cual al finalizar con la instalación de todo el conjunto, presentará un mayor beneficio por el capital invertido en el mismo a un costo menor, que al ser adquirido como un producto individual.

El valor de venta de la aplicación dispensador de medicamentos cambiará según sea el requerimiento de cada empresa de adquirir servicios adicionales, ya que cada una tiene diferentes estados de desarrollo en su área de informática y el presupuesto que maneja para inversión también es diferente, necesitan que los precios ofrecidos sean personalizados según sus requerimientos o posibilidades de adquisición.

Los precios personalizados pueden incluso ayudar a compañías sin fines de lucro que cuentan con un presupuesto muy ajustado para su área de investigación y desarrollo; para las empresas que demuestren que el producto les es de utilidad y que el rubro es en mejora del desarrollo de Guatemala, podrán solicitar la donación de la aplicación dispensador de medicamentos en una versión personificada, para no ser comercializada a terceros.

5.3.2. Comparación competitiva

La forma en la que se desea diferenciar el servicio y los productos ofrecidos es que estos ofrecen ser aliados de los clientes. No se busca competir de ninguna manera con productos ya desarrollados por los clientes o cambiar procesos que ya están ofreciendo mejoras óptimas para las empresas, lo que se busca realizar con los clientes es formar una verdadera alianza en pro de implementaciones positivas.

Los beneficios que se incluyen son intangibles pero pueden llegar a concretizar una mejor remuneración económica. Adicionalmente, a los clientes se les brinda confidencialidad, confianza, soporte y respaldo; al entregar un proyecto a un cliente, se puede tener la certeza de saber que encontrará respuesta a las preguntas que puedan surgir en momentos críticos.

Hay ciertos productos que pueden desarrollarse personalizados a los clientes pero que requieren de conocimiento especial y experiencia en el análisis y ejecución.

Para estos casos hay soporte y capacitación adicional para que el cliente se sienta cómodo en su ambiente de trabajo y pueda manejar plenamente la nueva herramienta adquirida y así ver el retorno de su inversión en la misma.

5.3.3. Beneficios

El costo de obtención de datos que se registran en la aplicación es mínimo, ya que no se requiere de capacitar personal adicional.

Tampoco es necesario tener un proceso adicional; el proceso actual se mejora al utilizar una herramienta amigable que permite registrar los datos y poder tener disponibilidad para revisarlos.

El beneficio principal obtenido con la implementación de la aplicación, es el control sobre los medicamentos que son entregados o los que deben devolverse; el beneficio adicional que se busca obtener es optimizar el tiempo de entrega de los medicamentos, facilitar el proceso actual y darle más seguridad para que las encargadas de enfermería se enfoquen más en el control de los pacientes y confíen el control de medicamentos al sistema.

El beneficio colateral que se obtendrá al poner la aplicación en ejecución se deriva de los datos recolectados y de la información que se procese de los mismos.

El análisis de dicha información generará patrones a considerar en relación con el consumo de los medicamentos, el tiempo de entrega, medicamentos recetados por los médicos, manejo y control. Medicamentos psicotrópicos y estupefacientes, productos de mayor y menor consumo.

El retorno de la inversión en el proyecto se verá reflejado en el porcentaje de pérdida que se ha evitado desde la instalación del programa.

El almacenamiento de datos es posible gracias a la conexión de red con el servidor de datos ya instalado en la empresa, para la recolección de datos que se utilizan en el manejo diario de los rublos del trabajo, si fuera necesario es posible según solicitud de un nuevo cliente, instalar un servidor para el manejo exclusivo de los datos obtenidos; no es un requerimiento pero puede ser implementado si es solicitado.

La meta a alcanzar es la mejora del proceso actual de entrega de medicamentos mediante el desarrollo e implementación de la aplicación dispensador de medicamentos.

5.3.4. Tecnología

La aplicación dispensador de medicamentos se desarrolla para el trabajo sobre sistemas operativos Microsoft Windows versiones XP y 7 Seven de 32 bits, en cualquiera de sus diferentes ediciones; la viabilidad del desarrollo de la aplicación para otros sistemas operativos no será revisada en este estudio ya que la aplicación es desarrollada en el lenguaje de programación Delphi 2010 que aún no admite la flexibilidad de programación para diferentes sistemas operativos.

Las nuevas versiones del lenguaje de programación Delphi XE7 permiten la interpretación de lenguajes anteriores sin componentes adicionales y crear un archivo ejecutable que puede utilizarse para distribuciones de Windows de 64 bits así como sistemas MAC, iOS y Android (Embarcadero, 2014). Es necesario contar con una computadora personal de gama baja en la estación de enfermería en la cual se integrará la aplicación; si el uso del equipo será exclusivamente para el trabajo con la aplicación.

No son necesarios requerimientos adicionales respecto del hardware o software instalado en el equipo para el manejo de la aplicación dispensador de medicamentos. Cuando la aplicación trabaja en un equipo donde ya se encuentran otras aplicaciones instaladas que trabajan de forma independiente, la aplicación “dispensador de medicamentos” puede utilizarse sin saturar el consumo ya existente de memoria en el equipo.

5.3.5. Futuros productos y servicios

El producto principal con el que se cuenta es dispensador de medicamentos; el origen del nombre deriva del vale de medicamentos, que consiste en una hoja tamaño media carta en la cual la enfermera de turno transcribe las notas que se toman en las cartillas de medicamentos, con base en las órdenes médicas que los doctores o residentes de turno prescriben sobre la medicación y tratamientos que llevará un paciente.

Los vales de medicamentos contienen adicional a los datos del paciente y los medicamentos prescritos al mismo, la firma de la enfermera y la del encargado de farmacia que entrega el medicamento; el proceso de completar un vale de medicamentos se realiza al menos una vez al día, si no hay cambios en los que deberán aplicarse al paciente durante el transcurso del día.

La interconexión del producto dispensador de medicamentos con diferentes áreas en el hospital en el que se instale puede generar la necesidad de elaborar nuevos productos como:

- Control de inventarios
- Solicitud de pedidos a distribuidores

5.4. Resumen de análisis del mercado

El mercado para el desarrollo de la aplicación y nuevas mejoras está limitado a nivel local. Se tiene como objetivo las cadenas de hospitales que forman parte de redes hospitalarias mayores que tienen interconexión entre si y buscan tener una comunicación homogénea de sus aplicaciones y los datos que las mismas comparten.

No se excluyen los pequeños hospitales o clínicas que puedan contar con áreas de hospitalización de pacientes y de entrega de medicamentos como farmacias.

El producto principal y los subproductos adicionales que se desarrollen para el manejo de datos adicionales también estarán disponibles para instituciones médicas que trabajen en beneficio de personas de bajos recursos y que no tengan presupuesto para la implementación de software. Estas instituciones podrán solicitar los productos sin costo o cubriendo parcialmente costos operativos adicionales que puedan ser requeridos.

5.4.1. Segmentación del mercado

Existen cadenas hospitalarias que incluyen una red integrada de hospitales, en la cual la administración de los mismos es homogénea. Existen algunas clínicas pequeñas y laboratorios que trabajan de manera independiente y que atienden a menor cantidad de pacientes, pero con un flujo constante, cuentan con algunas áreas de hospitalización de pacientes.

También existen algunos hospitales que son públicos y que brindan servicios médicos gratuitos o a bajos precios. Estos tres tipos de entidades hospitalarias tienen diferente cantidad de presupuesto para inversión en el desarrollo de aplicaciones y en el manejo de los datos que se pueden obtener del trabajo diario como empresa.

Los productos que se desarrollan están enfocados a redes hospitalarias, empresas grandes de negocios que pueden invertir en investigación y desarrollo de diferentes departamentos, según la capacidad de su presupuesto.

Las compañías objetivo son lo suficientemente grandes para necesitar de la alta calidad de tecnología que se le puede ofrecer a través de la gama de productos de aplicaciones para administración hospitalaria. A pesar de que las empresas son grandes, no cuentan en su mayoría con un departamento de investigación y desarrollo que se especialice en la producción de soluciones a la medida; cuentan con departamento técnico que se encarga de la revisión de los equipos en las estaciones de trabajo, que deben corresponder al mínimo instalado para la interacción con los datos de trabajo de la empresa.

No se discriminan aquellas medianas empresas que a pesar de tener instalaciones pequeñas cuentan con el suficiente presupuesto para inversión en tecnología y están dispuestas a invertirlo en miras de crecimiento de la empresa, confiando en un proveedor que les brinde calidad y garantía en la retorno de la inversión.

Las empresas que trabajan para el desarrollo del país tienen menor prioridad debido a que el producto que se les ofrece no pierde calidad pero representa inversión de tiempo y no se tendrá remuneración por los servicios prestados o solamente se realizará el cobro necesario para cubrir los costos del personal adicional que deba participar en el proceso de implementación.

5.4.2. Análisis de la industria

Ser parte de la industria de desarrollo de software permite la oportunidad de diversificar productos para diferentes áreas y aprovechar el conocimiento obtenido en proyectos anteriores para implementar mejoras en proyectos nuevos y propuestas de cambio demostradas como funcionales en los lugares en los que se han instalado.

“La automatización asegura el funcionamiento de las tareas en servicio directo para el hombre” (Kolosov et al, 1972).

Es posible vender diferentes tipos de aplicaciones que ayuden a las empresas en la administración de diferentes áreas; también se puede dar a las empresas el servicio de mantenimiento de equipo y capacitación de personal, así como el análisis de sistemas y procesos instalados actualmente.

Actualmente no existen empresas que se dediquen al desarrollo de aplicaciones hospitalarias y su administración o investigación de información obtenida de los datos producidos por los mismos.

Hay empresas que se dedican a la consultoría y auditoría de sistemas ya existentes en industrias de diferentes tipos de áreas.

5.4.2.1. Participantes de la industria

Actualmente no existen empresas en Guatemala que se dediquen al desarrollo de software para uso hospitalario; el software que se desarrolla está orientado a las áreas administrativas, financieras, contables y de recursos humanos.

Las empresas de desarrollo de software buscan clientes en áreas que están más desarrolladas, como por ejemplo la industria de los bancos, ya que el país cuenta con estabilidad en el área bancaria y debido a los nuevos estándares de seguridad de información se hace necesario contar con sistemas robustos que puedan cubrir los requerimientos de los clientes que buscan tener respaldo en las voluminosas operaciones que se realizan diariamente.

Por la falta de conocimiento en el manejo diario de los hospitales, las empresas de desarrollo de software solamente ofrecen productos que son de uso común en diferentes industrias, tales como el administrativo de recursos humanos, nómina o planilla.

5.4.2.2. Patrones de distribución

Las empresas están acostumbradas a esperar por los vendedores que visiten sus empresas. Esperan a los vendedores de accesorios, muebles, y equipos especiales, productos de oficina, servicios de limpieza, al igual que otros servicios como seguridad. Usualmente no es muy convencional el que una empresa visite cadenas de tiendas para hacer sus compras o adquirir productos que le sean de uso diario o eventual, aunque en algunas ocasiones, por emergencia, se utilice este recurso, no muestra ventajas.

La distribución del software debe realizarse directamente con los clientes y no a través de cadenas de distribución de software, ya que al tener varios productos, el cliente no prestará atención o no sabrá qué producto necesita o pueda interesarle. Hay que visitar directamente a los clientes y ofrecerles el producto que mejorará un área que se ha comprobado con anterioridad que puede provocar cambios en el negocio y en los procesos que se desarrollan.

5.4.2.3. Competencia y patrones de compra

Las empresas grandes tienen un claro concepto de servicio y atención; en el caso de los hospitales manejan muy bien la idea de servicio al cliente y el valor agregado del servicio. En relación con los servicios también desean tener un soporte sólido que esté disponible y que pueda solucionar los problemas que ocurran en el momento indicado, en el menor tiempo posible.

Aunque no se compita contra otra empresa que preste el mismo servicio o un servicio similar al que se está ofreciendo en el área de desarrollo de aplicaciones para uso hospitalario, se está compitiendo en contra de otras empresas que también brindan servicios de desarrollo, ya que ellos también tienen estándares de servicios y calidad que deben cumplir.

Los hospitales están dispuestos a pagar extra por la calidad del servicio y la disponibilidad de soporte, teniendo en consideración que la falta del mismo también puede afectar la imagen de servicio que el hospital brinda a sus clientes.

5.4.2.4. Competidores principales

No existe ninguna compañía que sea competencia directa en el desarrollo de aplicaciones para hospitales en Guatemala. Existen en la industria varios productos de software que pueden utilizarse en la administración hospitalaria, pero solamente cubren algunas áreas, sin tomar en consideración el área de medicamentos.

En Guatemala hay varias empresas que se dedican al desarrollo de aplicaciones y consultoría que son potencialmente competencia, ya que cuentan con más personal dedicado al área de desarrollo, tienen más años de experiencia y pueden ofrecer atención personalizada.

Las fortalezas de estas empresas son:

- Tienen imagen a nivel nacional, alto volumen de desarrollo de soluciones, precios competitivos y productos que pueden ser modificables y personalizables.

- Las debilidades que muestran son las siguientes: falta de productos específicos, poco conocimiento en el área de medicamentos, falta de personal que maneje términos que se utilizan en los hospitales con los doctores, enfermeras y encargados de farmacia.

5.4.3. Análisis del mercado

En Guatemala existen varias cadenas de hospitales, hospitales independientes, clínicas privadas y multiclinicas; algunas que agrupan a un solo tipo de médicos y otras en las cuales se encuentran varias clases de especialistas, para brindar a sus pacientes la comodidad de tener a su alcance diversos especialistas para atender casos particulares.

El mercado principal se centra en aquellos hospitales o clínicas que tengan servicio de venta de medicamentos y área de hospitalización, ya que el producto inicial se integró en esta línea para luego ingresar nuevos productos que se puedan conectar a las diferentes mejoras que se pueden ofrecer, según la necesidad de las empresas. Será posible incluir otros hospitales o clínicas que no tengan servicio de venta de medicamentos o área de hospitalización con otros productos, según solicitud, pero requerirán de investigación y análisis para el desarrollo de nuevos productos o servicios, según sean solicitados.

5.5. Estrategia y sumario de implementación

El registro de los medicamentos omitidos permite tener el control de los medicamentos que se han retenido en el área de enfermería y deben ser devueltos. Esta notificación también se realiza en el área de farmacia y se considera en la entrega de nuevos medicamentos, para tomar nota que el

medicamento debe ser entregado a bodega, cargado al inventario y descargado de la cuenta por pagar del paciente.

Aunque el valor de obtener los datos y generar la información es barato, no se deben subestimar los beneficios que pueden obtenerse de un correcto análisis y formulación de hipótesis sobre patrones de consumo.

La integración del manejo de la aplicación “dispensador de medicamentos” con los doctores de las diferentes áreas, permitirá que ellos puedan dar seguimiento de las aplicaciones de las dosis que deben seguir los pacientes. Los resultados obtenidos serán correctos, viéndose mejorado el tiempo de respuesta de entrega de los medicamentos.

5.5.1. Estrategia de mercadeo

Este proyecto busca ser un auxiliar en la aplicación u omisión de medicamentos. Los diferentes módulos desarrollados son: herramientas de control y mantenimientos utilizados para la optimización del tiempo de entrega de medicamentos y el análisis de consumo de productos.

Proveer la herramienta de trabajo para que cada estación de enfermería y farmacia pueda supervisar el trabajo realizado por las personas encargadas de la entrega y recepción del medicamento, así como su correcta aplicación. Crear un programa que interactúe con las enfermeras y los encargados de entregar el medicamento a manera de pedidos; esto permitirá, llevar un control más rápido del medicamento, y podrá comprobarse que se está utilizando su registro en inventario y en cuentas.

Se dará soporte y capacitación a los usuarios sobre la herramienta, su forma de trabajo, el rendimiento del mismo y los beneficios que presenta en el trabajo diario.

5.5.1.1. Estrategia de precios

Luego de implementada la aplicación la recolección de datos, se realiza de forma manual por las enfermeras que interactuarán con la aplicación y con los cálculos que la misma realiza automáticamente. La información obtenida y el aprovechamiento de la misma minimizarán el costo de producción de la aplicación. El desarrollo de la aplicación implica un costo absorbido por la primera empresa en la cual se implementa. El costo adicional que tendrán las copias del programa será orientado a la personalización de la herramienta; siendo estos costos menores por tener la base original del programa y la posibilidad de adaptarlo a otros sistemas existentes ya funcionales.

El costo actual estimado de producción del producto es de Q.72 000,00, que es el valor del costo del producto. Para la empresa en la cual se desarrolla su reproducción personalización y venta para terceras empresas en el ámbito hospitalario es de Q. 25 000,00, sin importar el número de equipos o estaciones de enfermería o de farmacia en el cual deberá integrarse; esto cubre la adaptación a módulos ya existentes para su interacción de manera transparente.

Las empresas podrán adquirir los lectores de huellas a un precio de \$100,00 por unidad, pudiendo solicitar tantos como estaciones de farmacia utilicen la aplicación. Se recomienda tener por lo menos dos unidades por estación, manteniendo una como reserva.

5.5.1.2. Estrategia de promoción

La principal forma de promoción de la aplicación y los servicios adicionales que se pueden prestar se realizará a través de la presentación directa con los representantes de las áreas de informática de las diferentes cadenas hospitalarias, hospitales individuales o clínicas.

Se realizará promoción del sistema en las diferentes aseguradoras para darles a conocer la forma como se desarrolla, los beneficios del mismo y los hospitales que cuentan con dicho sistema.

Se negociará un listado de otros posibles clientes que puedan estar interesados en el producto y que a las empresas aseguradoras les pueda interesar que cuenten con el producto para tener un mejor control de las cuentas por cobrar o pendientes de pagar, así como los detalles de las mismas.

Junto con las soluciones que se ofrecen, también se realizará la promoción del servicio de soporte que se prestará para el manejo de la aplicación, así como una rápida respuesta a los problemas que se puedan presentar durante la implementación.

5.5.2. Estrategia de ventas

Es necesario vender la compañía, no el producto; es necesario darse a conocer con los clientes y demostrarles que la empresa está comprometida con el servicio y las soluciones que se pueden desarrollar sí marcarán una diferencia en los resultados que se obtengan y la efectividad de los mismos, según las características presentadas.

No se busca vender una marca, se busca crear una conexión por medio del buen servicio y el soporte, la atención del mismo y la exacta solución de posibles problemas que puedan encontrarse. Se busca crear un vínculo con el cual el cliente se sienta cómodo y vea el soporte como un área más de sus departamentos en la que sea confiable invertir, teniendo la certeza de una remuneración marcada y en tiempo viable.

El ideal de ventas busca cubrir todas las cadenas hospitalarias posibles, así como hospitales pequeños o clínicas privadas, ser una compañía reconocida, y que pueda ser recomendada para el crecimiento en otras áreas.

5.5.2.1. Pronóstico de ventas

El desarrollo de la aplicación toma un tiempo aproximado de 6 meses; el tiempo de reproducción personalización e instalación se estima entre uno y dos meses. Esto implica que durante el primer año de desarrollo de la aplicación dispensador de medicamentos, no se podrá iniciar la oferta de venta de un nuevo producto hasta la finalización del desarrollo del primer programa piloto que se ha solicitado desarrollar; al finalizar el quinto mes es posible mostrar los prototipos para tener una expectativa de una primera venta, con la posibilidad de iniciar el desarrollo de la misma al finalizar la puesta en producción del desarrollo de la primera aplicación.

Manteniendo este ciclo de trabajo sería posible el primer año, asegurando las ventas consecutivas, y el desarrollo del programa, partiendo de cero, y tres versiones personalizadas que se adapten a las necesidades de nuevos clientes, con las características adicionales que puedan ser solicitadas por los mismos.

5.5.2.2. Resumen de puesta en marcha

Los costos de puesta en marcha del proyecto están destinados a cubrir el sueldo del ingeniero en sistemas que desarrolle la aplicación.

Se cuenta con una computadora de gama media alta para el desarrollo de la aplicación en Delphi 2010, con una conexión a Microsoft SQL Server 2005. No se cuenta con una infraestructura propia., ya que el desarrollo se realizará en las instalaciones del cliente que solicite la aplicación para tener el ambiente de desarrollo y prueba más cercano al entorno de trabajo en el cual se instalará la aplicación.

El sueldo del ingeniero en sistemas encargado del desarrollo de la aplicación será de Q. 8 000,00 mensual, obteniendo un bono adicional mensual de Q. 4 000,00 mensuales sobre los objetivos planificados alcanzados, trabajando 44 horas a la semana, según la disponibilidad del cliente.

6. RESULTADOS

6.1. Generales

Luego de la implementación de la aplicación dispensador de medicamentos se observaron resultados en las áreas de procesos, almacenamiento, mejoras en los resultados de pérdidas y en los inventarios.

6.1.1. Procesos

Los resultados que se observaron en los procesos son referentes a los tiempos, ya que al verificar los tiempos totales realizados en los mismos, se logró obtener un resultado mejor al esperado. En la tabla XIII, se enmarcan los eventos que fueron analizados, los encargados que ejecutan la acción, el tipo de proceso que se realiza o la mejora propuesta, el tiempo en el cual se ejecuta la acción, y la mejora que se observa en comparación con el proceso anterior y el ciclo que la operación se repite.

Anteriormente no se contaba con reportes sobre los medicamentos solicitados, entregados, recibidos, aplicados o los estados que los mismos tenían o el momento en el cual sucedían los eventos que los hacían cambiar de los estados. Contar con los datos permite crear reportes, que pueden ser filtrados según la conveniencia del usuario que solicite los reportes pese a que la aplicación no cuenta con ningún área específica para generar reportes; si es posible, verificar en una grilla los medicamentos aplicados al paciente que se encuentra en el área de hospitalización.

Tabla XIII. **Tiempos y mejoras en procesos**

Evento	Encargado	Proceso	Tiempo	Mejora	Ciclo
Transcripción de orden médica	Enfermera de turno	Manual a vale de papel	5-15 minutos		2 veces diarias
Transcripción de orden médica	Enfermera graduada	Digital a sistema informático	3-5 minutos	2-10 minutos	1 según cambio de orden
Transcripción de orden médica	Médico encargado	Digital a sistema informático	1-3 minutos	4-12 minutos	1 según cambio de orden
Transcripción de orden médica	Sistema	Automático de sistema	0.1-0.2 minutos	4.99-14.98 minutos	Automático hasta notificación
Cálculo de medicamentos a solicitar	Enfermera de turno	Manual a vale de papel	5-15 minutos		2 veces diarias
Cálculo de medicamentos a solicitar	Enfermera graduada	Digital a sistema informático	5-15 minutos	0 minutos	1 según cambio de orden
Cálculo de medicamentos a solicitar	Médico encargado	Digital a sistema informático	5-10 minutos	5 minutos	1 Según cambio de orden
Cálculo de medicamentos a solicitar	Sistema	Automático de sistema	0.1-0.2 minutos	4.99-14.98 minutos	Automático hasta notificación
Entrega/ recepción de medicamentos	Enfermera de turno/ Encargado de farmacia	Manual de Vale de papel	5-15 minutos		2 veces diarias
Entrega/recepción de medicamentos	Enfermera de turno/ encargado de farmacia	Automático de sistema	3-5 minutos	2-10 minutos	2 veces diarias
Registro de entrega	Sistema/enfermera de turno	Automático-auxiliado con lector de huellas	0.1-0.2 minutos	2 veces diarias	Registro de entrega
Transcripción de cargos	Encargado de farmacia	Manual	5-15 minutos		2 veces diarias
Transcripción de cargos	Sistema	Automático de sistema	0.1-0.2 minutos	4.99-14.98 minutos	2 veces diarias
Actualización de estados	Enfermera de turno	Manual al sistema	0.5-1 minuto		Según sea requerido

Fuente: elaboración propia.

Los resultados obtenidos se ven reflejados en el registro de control de medicamentos; antes de la implementación de la aplicación, los registros de los medicamentos eran adjuntados a los historiales clínicos, los cuales podrían contar con varias hojas no necesariamente ordenadas y representaban según la cantidad de días de hospitalización del paciente, de 10 a 15 minutos para la revisión del médico, sin garantizar que los datos fueran completamente entendibles, si el paciente fue atendido por diferentes especialistas.

Fue posible corregir la aplicación incorrecta de dosis gracias a que la aplicación registra todos los movimientos realizados con los medicamentos en los diferentes estados que cambian mientras siguen el flujo de solicitud, entrega, recepción y aplicación.

Los medicamentos controlados al llevar el mismo proceso que los medicamentos de prescripción libre, mejoraron su control en conjunto.

6.1.2. Almacenamiento

Ahorro en la impresión de vales de medicamentos de papel; mensualmente se gastaban Q. 1 200,00 en impresiones de vales numerados para la entrega de los medicamentos; estos no tenían ningún tipo de valor o respaldo legal.

Ahorro en espacio de almacenamiento de vales de medicamentos de papel en el área de enfermería de las diferentes áreas de hospitalización de los hospitales y del área de farmacia o entrega de medicamentos.

6.1.3. Pérdidas

No se contabilizaron los medicamentos o los tipos de los mismos que generaban el descuadre en los inventarios, ya que el valor relevante que se deseaba corregir es la valor monetario por el cual se realiza el descuadre general del inventario.

En la transcripción del vale de medicamentos de papel al sistema de cobros de pacientes, como en cualquier otro proceso en el cual se transcriben valores, es posible que un empleado cometa el error de teclear mal un código de producto o una cantidad.

Para realizar los cargos a las cuentas de los pacientes es necesario transcribir los códigos de los nombres de los medicamentos entregados según la solicitud entregada en el vale de medicamentos de papel al sistema de registro de cobros a pacientes, el cual funciona en conjunto con el sistema de inventario del hospital; al realizar el cargo de un medicamento a un paciente, este automáticamente es descargado del inventario.

6.1.4. Inventario

El sistema de cargos de medicamentos a pacientes hace los descargos de los totales de productos en el inventario, con lo cual si un valor no es correctamente ingresado puede generar la posibilidad de descuadrar el inventario. Un error identificado en el proceso de entrega de medicamentos que afecta al inventario es el equivocar el medicamento que se está entregando; esto fue contemplado al hacer la revisión del trabajo de la aplicación; como error humano no se ha tomado ninguna acción por corregirla.

6.2. Discusión de resultados

Es necesario realizar una revisión de los resultados obtenidos para verificar que estos reflejan que fue o no posible lograr los objetivos propuestos.

6.2.1. Procesos

El primer beneficio que se observa con el registro de control de medicamentos es el tiempo utilizado por los médicos para realizar una revisión sobre los que son aplicados a los pacientes y la respuesta que estos tuvieron a las dosis recibidas, el tiempo de revisión de los médicos a través de un reporte de medicamentos es de 3 a 5 minutos, dependiendo de la cantidad de días que estuviera hospitalizado el paciente, independiente de los especialistas que atendieran al mismo.

Esto da como resultado una mejora en el tiempo de revisión de 2 a 10 minutos; lo que representa que se agilizó el proceso en 67 % a 70 %. El reporte de medicamentos se ve representado en la figura 26, el cual consta de la columna medicamento, vía de administración, hora de aplicación y fecha y estado de los medicamentos que se deseen revisar.

El beneficio adicional del reporte es la posibilidad de filtrar por cualquiera de las columnas los valores que contiene para simplificar o agrupar la información que sea necesario revisar. Este reporte, al ser impreso para las aseguradoras y que los encargados de realizar los cuadros cruzados de medicamentos realicen la auditoría correspondiente para un paciente, agilizan el proceso que originalmente según la cantidad de medicamentos y los días de hospitalización de un paciente, tomaba de 30 a 60 minutos.

Utilizando el reporte, el tiempo requerido independiente de la cantidad de medicamentos y los días de hospitalización del paciente es de 15 a 20 minutos, con lo cual el tiempo mejora de 15 a 40 minutos; lo que representa una mejora en el proceso de 50 % a un 77 %.

Los tiempos mejoraron en los procesos de transcripción de orden médica, cálculo de medicamentos a solicitar, entrega/recepción de medicamentos y transcripción de cargos; estos se ven representados en la Tabla XIII.

Figura 26. Reporte de medicamentos

Medicamento	Vía	Hora de aplicación	Fecha	Estado
Cefadroxilo 500 mg.	IV	00:00	16-7-14	Aplicado
Cefadroxilo 500 mg.	IV	08:00	16-7-14	Aplicado
Cefadroxilo 500 mg.	IV	16:00	16-7-14	Omitido
Cefadroxilo 500 mg.	Oral	00:00	17-7-14	Aplicado
Cefadroxilo 500 mg.	Oral	08:00	17-7-14	Pendiente

Fuente: elaboración propia.

La tabla XIV muestra los tiempos totales que es posible ahorrar al ejecutar la aplicación durante un periodo mayor a un día, el proceso que se ejecuta y los tiempos que tarda por cada ciclo realizado, así como el total para 4 ciclos que representan dos días de solicitud, entrega, recepción, aplicación y cargos de medicamentos.

Tabla XIV. **Resultados de mejora en los tiempos de los ciclos**

Procedimiento	Tiempo total 1er ciclo	Tiempo total 2do ciclo	Tiempo total 3er ciclo	Tiempo total 4to ciclo	Tiempo total en 4 ciclos
Vale manual de papel	20-60 minutos	20-60 minutos	20-60 minutos	20-60 minutos	80-240 minutos
Ingreso por enfermera graduada	6,2-10,5 minutos	6,2-10,5 minutos	6,2-10,5 minutos	6,2-10,5 minutos	24,8-42 minutos
Ingreso por sistema automático	6,2-10,5 minutos	3,3-5,6 minutos	3,3-5,6 minutos	3,3-5,6 minutos	18,6-27,3 minutos

Fuente: elaboración propia.

6.2.2. Datos

Los datos generados por el ingreso de la transcripción de órdenes médicas no saturarán la capacidad de los servidores ni reducirán los recursos de los mismos. El ingreso, manipulación, revisión, corrección y actualización de datos no disminuye el tiempo normal de trabajo, ni ocasiona ningún tipo de sobrecarga en la red instalada. Los datos son registrados incluyendo el código de la enfermera encargada con auxilio de los lectores de huellas.

6.2.3. Pérdidas

Al cambiar el vale de medicamentos de papel y realizar la transcripción de la orden médica al sistema dispensador de medicamentos, se generó un ahorro en la impresión de vales de medicamentos de papel de Q. 1 200,00, lo que anualmente representa Q. 14 400,00; este ahorro en impresiones es de un 100 %.

Considerando que no se realizó ninguna inversión en equipo nuevo o mejorar un equipo existente, el ahorro en impresiones puede cubrir el costo de inversión de desarrollo de la aplicación en cinco años.

En el área de farmacia son cargados a las cuentas de los pacientes los medicamentos entregados a las enfermeras, según lo solicitado en los vales de medicamentos de papel; estos se transcriben del vale y es posible ingresar un valor incorrecto a la cuenta de un paciente, pudiendo estar en el código del medicamento o en la cantidad entregada del mismo.

Esto generó un cargo adicional al paciente o bien la pérdida al hospital al no cobrar un medicamento; el sistema trabaja en conjunto con el módulo de inventario de farmacia; al realizar un cobro a un paciente, el medicamento es descargado del inventario.

Al utilizar la aplicación dispensador de medicamentos se evita el proceso de transcribir incorrectamente una cantidad o código de medicamento, lo cual minimiza las pérdidas por entregar medicamentos incorrectamente y el desprestigio de la organización por cobrar medicamentos a pacientes, los cuales no le fueron aplicados.

La pérdida por la transcripción incorrecta de códigos o cantidad de medicamentos era mensualmente de Q. 50 000,00 a Q. 60 000,00; se esperaba después de la instalación y uso de la aplicación dispensador de medicamentos reducir la cantidad de pérdida a un rango de cero a cinco por ciento, lo que implicaría reducir la pérdida de 95 % a 100 %.

Luego de varios meses de trabajo y monitoreo se observó que la pérdida se encontraba entre Q. 10 000,00 y Q. 12 000,00, lo cual representa un intervalo de 20 % a 25 % de pérdida, lo que indica que el porcentaje de disminución de pérdida fue de un 75 % a un 80 %.

Al analizar las causas de este porcentaje se descubrió que existen procesos erróneos de codificación de medicamentos en el área de bodega, lo que genera que los medicamentos no sean etiquetados correctamente.

El 5 % que se esperaba de pérdida después de la implementación de la aplicación “dispensador de medicamentos” corresponde a la consideración del error humano o a la manipulación incorrecta de los medicamentos de manera intencional por el personal de farmacia, junto con el personal del área de enfermería del área de hospitalización.

El descuadre en el inventario se midió en el valor de los productos, ya que estos datos son más significativos para la inversión en el producto que se planificaba desarrollar.

La diferencia de reducción de dinero perdido es de Q. 40 000,00 a Q. 48 000,00 por mes, lo que muestra una proyección de aseguramiento de ingreso anual de Q. 480 000,00 a Q. 576 000,00, con lo cual se puede estimar que en dos meses de funcionar el proyecto se aseguraría una reducción de pérdida con valor significativo, contra la inversión de desarrollar la aplicación.

Tomando en consideración que solamente se tiene el programa piloto y los datos del hospital Américas, en uno de los cinco hospitales se puede implementar la aplicación sin representar gastos adicionales a los proyectados para un solo hospital. Se observó que se realizaba una aplicación incorrecta de

dosis con una frecuencia de incidencia de dos errores diarios; el valor esperado con la implementación de la aplicación era de eliminar la incidencia de errores en la aplicación incorrecta de medicamentos.

Los resultados obtenidos mostraron en los registros una disminución a un error cada dos días, lo cual redujo en 75 % la frecuencia de incidentes.

Los errores en la aplicación incorrecta de dosis antes de la implementación de la aplicación eran: aplicación en frecuencia de horario incorrecto por vía inadecuada, fuera de horario y de medicamento erróneo. Luego de la implementación de la aplicación, se focalizó en un solo error que es la aplicación de medicamento erróneo, limitándose a la aplicación errónea por marcas de los productos, genéricos o presentación de los mismos.

6.2.4. Inventario

Los medicamentos controlados conforman el 40 % del total de los solicitados por los médicos, al mejorar el control de los medicamentos de prescripción libre.

La cantidad de medicamentos controlados perdidos antes de la implementación de la aplicación dispensador de medicamentos del total de pérdidas de medicamentos era de un 1 %, el cual no se logró disminuir, dado que estos tienen una revisión especial por parte de los empleados y los errores detectados eran humanos, al confundir el tipo de presentación de los mismos.

CONCLUSIONES

1. La aplicación “dispensador de medicamentos” mostró ser una solución para la mejora en el flujo de la entrega al realizar los procesos de solicitud, cálculo, entrega y recepción de medicamentos en un 67 % a 70 % más rápido.
2. Luego de la implementación de la aplicación “dispensador de medicamentos” fue posible recolectar datos con los cuales no se contaba para aprovechar la información que se puede generar de los mismos; es posible obtener información precisa del consumo de medicamentos, así como el control de las personas involucradas en el proceso de entrega, recepción y aplicación u omisión de medicamentos, incluyendo la identificación de los usuarios de manera única e inequívoca, con el auxilio de huellas dactilares.
3. Restringir los horarios de entrega de medicamentos permite que la entrega se pueda agilizar por áreas sin afectar a los pacientes en la aplicación de los medicamentos.
4. Se redujo el total de pérdidas en un rango de Q. 40 000,00 a Q. 48 000,00.
5. Disminuyó el porcentaje de pérdidas en el inventario y descuadre de los mismos, en un rango de 75 % a 80 %.

RECOMENDACIONES

1. En los sistemas de control de medicamentos se debe tener la intervención mínima posible en la entrega de los productos, solicitados y una revisión periódica de inventario.
2. Es necesaria la revisión constante de la entrega y consumo de medicamentos, para poder visualizar anomalías que puedan representar pérdida de medicamento.
3. Las empresas aseguradoras deben exigir un control estricto de los medicamentos que son aplicados a los pacientes y tener acceso a los mismos, previo a hacer los cobros y ajustes de cuentas de los clientes.
4. Es recomendable realizar una revisión del consumo de los medicamentos que se suministran, así como las fechas en las cuales hay tendencias altas o bajas de consumo para negociar precios con proveedores y tener suficientes existencias de productos con base en el tiempo de vida y según demanda.

BIBLIOGRAFÍA

1. AD, Francisco. *Copy of UML 2.0*. [en línea].
<<http://prezi.com/9ahpgeajjbkj/copy-of-uml-20/>>. [Consulta: abril de 2015].
2. BELLIS, Mary. *Sample Business Plan for American Management Technology (AMT)*. Estados Unidos de Norte América: ABOUT, 2012. 10 p.
3. BOOCH, Grady; RUMBAUG James; JACOBSON, Ivar. *The Unified Modeling Language User Guide*. Estados Unidos de Norte América: Addison Wesley, 1998. 512 p.
4. DIJKSTRA, Edsger. *The humble programmer*. 10a. Estados Unidos de Norte América: Classics in Software Engineering Yourdon Press, 1979. 17 p.
5. DORF, Richard. C. & Bishop, R. H. *Sistemas de control moderno*. 10a. España: Editorial Pirámide, 2009. 882 p.
6. EMBARCADERO. *Rad Studio XE7* [en línea].
<<http://www.embarcadero.com/es/products/rad-studio>> [Consulta: abril de 2015]

7. ERICKSON, Hans-Erik, PENKER, Magnus, WILEY, John. & Sons.
“*UML Toolkit*”. 2a ed. Estados Unidos de Norte América: Wiley Publishing, Inc., 1998. 549 p.
8. GAMMA, Erich; HELM, R. JOHNSON R.; VLISIDES J. “*Design patterns. elements of reusable object-oriented software*”. Estados Unidos de Norte América: Editorial Addison-Wesley, 1994. 395 p.
9. INSTITUTO de Salud del Estado de México. *Manual de procedimientos del sistema de control de medicamentos y Material de Curación Servicio Subrogado*. México: Impreso y hecho en Toluca, México, 2007. 92 p.
10. KOLOSOV, Sergei; KALMIKOV, I.; NEFIODOVA, V. *Elementos de automática*. Unión Soviética: Editorial Mundo, 1972. 398 p.
11. METZNER, Christiane; NIÑO Norelva. *El proceso de desarrollo RUP-GDIS*. Venezuela: Centro de Ingeniería de Software y Sistemas (ISYS). Escuela de Computación, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, 2012, 14 p.
12. PRESSMAN, Roger. *Software Engineering: A Practitioner's Approach*. 8a ed. Estados Unidos de Norte América: McGraw-Hill, 2014. 976 p.
13. RAWSON, Elvira. *Soluciones de biometría NEC*. [en línea].
<http://cl.nec.com/es_CL/es/pdf/2.2/soluciones_de_Biometria.pdf>
[Consulta: enero de 2014].

14. SANTOS PÉREZ, I. *Farmacia hospitalaria: dispensación de medicamentos de especial control.* [en línea]. <<http://www.sefh.es/bibliotecavirtual/fhtomo1/cap2612.pdf> > [Consulta: enero de 2014].
15. SOMMERVILLE, Ian. “*Software engineering*”. 9a ed. Estados Unidos de Norte América: Editorial Addison-Wesley, 2011, 792 p.
16. SWANSON, Marianne; BOWEN, Pauline; PHILLIPS, Amy Wohl; GALLUP; Dean. LYNES, David. *Contingency planning guide for federal information systems.* Estados Unidos de Norte América: National Institute of Standards and Technology, 2010. 150 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Plantillas

Plantillas de especificación de casos de uso

1. EV01 – Elaboración de orden médica	
1.1 Descripción: elaboración de la orden médica por parte del médico encargado.	
1.2 Actores: médicos, enfermeras auxiliares, enfermeras graduadas.	
1.3 Flujo de eventos:	
1.3.1 Flujo básico	
Entrada del actor	Respuesta de la aplicación
1.3.1.1.- Descripción escrita por el médico de los medicamentos recetados	Sin interacción con sistema.
1.3.1.2.- Entrega de orden médica por el doctor a la enfermera	Sin interacción con sistema.
1.3.2. Flujos alternativos: no existe flujo alterno.	
1.4 Requerimientos especiales: no existen requerimientos especiales.	
1.5 Precondición: paciente ingresado en área de hospitalización.	
1.6 Postcondición: orden médica completada correctamente con todos los datos necesarios.	
1.7 Puntos de extensión	
1.7.1 Incluye: no mantiene relación de inclusión con otro caso de uso.	
1.7.2 Extiende: no mantiene relación de extensión con otro caso de uso.	

Continuación de apéndice 1.

1. EV02 – Ingreso de orden médica

1.1 **Descripción:** generación de boleta de medicamentos con la información contenida en la orden médica por parte de la enfermera auxiliar.

1.2 **Actores:** enfermeras auxiliares y enfermeras graduadas.

1.3 **Flujo de eventos:**

1.3.1 **Flujo básico**

Entrada del actor	Respuesta de la aplicación
1.3.1.1 Ingreso de información contenida en Orden médica	Sin interacción sistema.

1.3.2. **Flujos alternativos:** no existe flujo alterno.

1.4 **Requerimientos especiales:** no existen requerimientos especiales.

1.5 **Precondición:** orden médica aprobada para paciente.

1.6 **Postcondición:** existencia de los medicamentos recetados.

1.7 **Puntos de extensión**

1.7.1 **Incluye:** no mantiene relación de inclusión con otro caso de uso.

1.7.2 **Extiende:** extiende el caso de uso EV01 – elaboración de orden médica.

Continuación de apéndice 1.

1. EV03 – Entrega de medicamentos	
1.1 Descripción: entrega de los medicamentos a la enfermera auxiliar por parte del encargado de farmacia en el área de farmacia.	
1.2 Actores: enfermeras auxiliares, encargados de farmacia	
1.3 Flujo de eventos:	
1.3.1 Flujo básico	
Entrada del actor	Respuesta de la aplicación
1.3.1.1 Revisión de medicamentos a entregar	Sin interacción con sistema.
1.3.2. Flujos alternativos:	
Entrada del actor	Respuesta de la aplicación
1.3.2.1 Cambio de medicamentos incorrectos	Sin interacción con sistema.
1.4 Requerimientos Especiales: No existen requerimientos especiales.	
1.5 Precondición: existencia de los medicamentos recetados.	
1.6 Postcondición: revisión de medicamentos entregados.	
1.7 Puntos de extensión	
1.7.1 Incluye: no mantiene relación de inclusión con otro caso de uso.	
1.7.2 Extiende: extiende el caso de uso EV02 – Ingreso de orden médica.	

Continuación de apéndice 1.

1. EV04 – Recepción de medicamentos	
1.1 Descripción: revisión de los medicamentos entregados por parte de los encargados de farmacia a las enfermeras auxiliares en el área de farmacia.	
1.2 Actores: enfermeras auxiliares, encargados de farmacia	
1.3 Flujo de eventos:	
1.3.1 Flujo básico	
Entrada del actor	Respuesta de la aplicación
1.3.1.1 Revisión de medicamentos entregados	Sin interacción con sistema.
1.3.2. Flujos alternativos:	
Entrada del actor	Respuesta de la aplicación
1.3.2.1 Cambio de medicamento erróneo	Sin interacción con sistema.
1.4 Requerimientos especiales: no existen requerimientos especiales.	
1.5 Precondición: revisión de medicamentos recibidos.	
1.6 Postcondición: medicamentos entregados.	
1.7 Puntos de extensión	
1.7.1 Incluye: no mantiene relación de inclusión con otro caso de uso.	
1.7.2 Extiende: extiende el caso de uso EV03 – entrega de medicamentos.	

Continuación de apéndice 1.

1. EV05 – Aplicación de medicamentos	
1.1 Descripción: aplicación de los medicamentos a los pacientes y actualización de expediente según reacciones de paciente.	
1.2 Actores: enfermeras auxiliares, enfermeras graduadas	
1.3 Flujo de eventos:	
1.3.1 Flujo básico	
Entrada del actor	Respuesta de la aplicación
1.3.1.1. Aplicación de medicamentos	Sin interacción sistema.
1.3.2. Flujos alternativos: no existen flujos alternos.	
1.4 Requerimientos especiales: no existen requerimientos especiales.	
1.5 Precondición: abastecimiento de medicamentos necesarios.	
1.6 Postcondición: actualización de expediente médico.	
1.7 Puntos de extensión	
1.7.1 Incluye: no mantiene relación de inclusión con otro caso de uso.	
1.7.2 Extiende: extiende el caso de uso EV04 – recepción de medicamentos.	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Código fuente**

Apéndice 2.1. **Estructuras**

```
TYPE RQDATOS =record  
EMENF, //Empresa de la enfermera  
EMPRESA1, //empresa default  
NUMEROORDEN: STRING; //número de la orden  
MEDICINASTAT: CHAR; //tipo de medicina stat  
FECHACERO, //fecha en la que inicia el proceso de orden medica  
FECHAINICIO:TDATETIME; //fecha de inicio del tratamiento  
ID, //identificador de la orden  
PRODUCTO, //código del producto  
CANTIDAD, //cantidad  
HORARIO, //horarioDIAS, //días  
CODIGOENFERMERA, //código de la enfermera  
HORASTAT:INTEGER; //hora en la que se realiza el ingreso stat.
```

Apéndice 2.2. **Arreglos**

QDATOS: array of RQDATOS: Arreglo de la estructura de datos.

Apéndice 2.3. **Variables**

Apéndice 2.3.1. **Tipo string**

CODAGRMED-CodigoAgregarMedicamento: Código del medicamento a agregar.

FECHORSER-FechaHoraServidor: Formato para fecha y hora del servidor.

SERURGEXT-SerieUrgenciasExternos: serie que auxilia ubicar el tipo de admisión.

Apéndice 2.3.2. **Tipo entero**

AGRBOR-AgregarBorrar: valor de referencia para verificar las líneas agregadas o que se pueden borrar.

CODARE-CodigoArea: código de área de las habitaciones.

CODHAB-CodigoHabitacion: código de habitación.

CODMED-CodigoMedico: código del Médico.

CODPAS-CodigoPaciente: código del paciente que se está trabajando.

HORINI-HoraInicial: hora inicial para la entrega de medicamentos.

HORPRO-HoraProxima: hora próxima entrega de medicamentos.

IDORDMEDANT-IdOrdenMedicaAntigua: identificador de la última orden médica "Activa".

IDORDMEDNUE-IdOrdenMedicaNueva: identificador de la nueva orden médica ingresada.

NUMLIN-NumeroLinea: número de línea de la cual hay que ingresar los datos.

VALINIENT-ValorInicialEntrada: contiene el valor de la cantidad de medicamentos ya ingresado.

Apéndice 2.3.3. **Tipo booleano**

CAMEST-CambioEstado: confirma que se realizó un cambio de estado en la orden.

GRAORD-GrabarOrden: confirmación de si es necesario o no grabar la orden.

MEDMED-MedicamentosMedicos: selección de búsqueda entre medicamento y médico.

PRI-Primera: indica que se realiza primera grabación.

PRICON-PrimeraConexion: variable que indica si existe o no conexión al iniciar el programa.

Apéndice 2.4. **Funciones**

FUNCTION BUSCAHORA(N: STRING): STRING; //BUSCA EL HORARIO EN EL QUE ESTÁ EL MEDICAMENTO: recibe el valor del nombre del horario y retoma el valor del id del horario.

FUNCTION BUSCAPRES(N: STRING): STRING; //busca la presentación del medicamento: Toma el valor del nombre de la presentación a buscar y retorna el id de la presentación.

FUNCTION BUSCAVIA(N: STRING): STRING; //BUSCA LA VÍA DE ADMINISTRACION DEL MEDICAMENTO:

Recibe el valor del nombre de la vía de administración y retorna el valor de id en la tabla.

FUNCTION DMQ (Q: INTEGER): STRING; //DEVUELVE LOS QUERYS MÁS UTILIZADOS

Recibe el valor del número de query requerido y devuelve el *string* del query.

FUNCTION HORSER: TDATETIME

Función que retorna la hora del servidor y comprueba la conexión.

FUNCTION DMQS (OP: INTEGER; FAUX: TDATETIME): STRING;

Función que retorna un query que utilice fechas y horas para su ejecución.

Apéndice 2.5. **Procesos**

PROCEDURE CAMBIADOR (OP: INTEGER);//SE LLAMA CUANDO SE ELIGE ALGO DE ALGUN COMBOBOX

Actualiza los valores de los componentes Combo Box recibe el valor del combo que hay que cambiar.

ProcedureTMFVALE.DOClick (Sender: TObject; ItemIndex: Integer);

Realiza el proceso de mostrar una pestaña al seleccionar el valor elegido en el menú.

PROCEDURE TMFVALE.INICIALIZAR;//INICIALIZA LOS VALORES PARA TRABAJAR

Proceso que chequea conexión y asigna los valores iniciales que deben tener algunas variables.

PROCEDURE LLENARAPLI; //llena el grid para aplicar el medicamento

Proceso que llena los valores de las celdas que contiene las anotaciones de los medicamentos aplicados.

PROCEDURE LLENARGRID; //LLENA LA GRID QUE CONTIENE LAS ÓRDENES MÉDICAS

Proceso que muestra las órdenes médicas.

PROCEDURE LLENARHIST; //LLENA EL HISTORIAL;

Proceso que muestra los valores del historial de medicamentos.

PROCEDURE LLENARPACIENTE (UE: STRING); //LLENA LOS DATOS DEL PACIENTE

Completa los datos del paciente dependiendo del área seleccionada.

PROCEDURE LIMPIACOMBOS; //limpia los combo box}

Limpia el valor de los componentes ComboBox Spin y Checkbox de la pestaña medicamentos.

PROCEDURE LIMPIAGRIDS (VAR MIG: TSTRINGGRID); //LIMPIADOR DE GRIDS EN GENERAL:

Inicializa los valores de las celdas que presentan los valores.

PROCEDURE OCULTARTODO

Ocultar los componentes visuales que no se utilizarán para los procesos siguientes a la ejecución de este proceso.

PROCEDURE PROBAR (QUE: TQUERY; TIP: BOOL); //probar conexión

Recibe los datos del query y la decisión de realizar una ejecución o una apertura de consulta.

PROCEDURE PROBARB (DATBAS: TDATABASE; TIP: BOOL);

Recibe los datos de la base de datos que es necesario abrir. El valor que recibe es predeterminado de apertura.

PROCEDURE PROBART (TAB: TTABLE; TIP: BOOL);

Prueba la conexión de una table recibe el valor de la table y la decisión de realizar una ejecución o una apertura de consulta.

PROCEDURE SIN (ENT: STRING); //proceso sintonizador: recibe el valor del video que es necesario ubicar para reproducir.

ProcedureTMFVALE.TSMBITBTNAGRClick (Sender: TObject): proceso que realiza el proceso de grabar los datos.

ProcedureTMFVALE.TSMBITBTNAGRMEClick (Sender: TObject); //BOTON PARA BUSCAR EL MEDICAMENTO: proceso que inicializa los datos para una búsqueda de medicamentos.

ProcedureTMFVALE.TSMBITBTNBUSClick (Sender: TObject); //OPCION PARA LAS BUSQUEDAS: Procedimiento que realiza la selección entre las opciones de búsqueda de pacientes o medicamentos.

ProcedureTMFVALE.TSMEDIKeyUp (Sender: TObject; var Key: Word; Shift: TShiftState); //Revisa el valor de la teclapresionada.

Procedure TMFVALE.TSAMEDPLAClick (Sender: TObject; Button: TMPBtnType; var DoDefault: Boolean);

Asigna y abre el video correspondiente seleccionado.

ProcedureTMFVALE.TSMCOMBOXADMChange (Sender: TObject); //combo del área: inicializa el valor del cambio para el área.

ProcedureTMFVALE.TSMCOMBOXAPEChange (Sender: TObject); //combo de apellidos: inicializa los valores para el cambio por apellido.

ProcedureTMFVALE.TSUCOMBOXAREChange (Sender: TObject); //COMBO BOX CAMBIA SELECCIONA EL AREA: inicializa el valor del área.

ProcedureTMFVALE.TSMCOMBOXHABChange (Sender: TObject); //cambio de hospital: inicializa los valores para el cambio de hospital.

ProcedureTMFVALE.TSMCOMBOXHORChange (Sender: TObject); //selección de horario: inicializa los valores para el cambio de horario.

ProcedureTMFVALE.TSUCOMBOXHOSChange (Sender: TObject); //selección de hospital: reorganiza los valores de las áreas de hospitalización con base en el hospital seleccionado.

ProcedureTMFVALE.TSMCOMBOXNOMChange (Sender: TObject); //cambio de nombre del paciente: inicializa los valores en base al nombre del paciente.

ProcedureTMFVALE.TSMDBGCellClick (Column: TColumn); //CLICK EN LA SELECCION DE MEDICO: elige en base al valor de búsqueda los resultados para mostrar médicos o medicamentos.

ProcedureTMFVALE.TSMBITBTNELIClick (Sender: TObject); //TSMBITBTNELI MEDICAMENTOS AGREGADOS: manipula la forma visual de agregar los medicamentos.

ProcedureTMFVALE.FormCreate (Sender: TObject); inicializa los valores de pieles de visualización.

PROCEDURE GUARDADETALLE(A, N: INTEGER); //A ES EL NUMERO DE LA ORDEN ANTERIOR: guarda los valores de los detalles de las órdenes médicas en base a la orden principal.

ProcedureTMFVALE.TSHSTRGRIREFDbIClick (Sender: TObject); //REVISION DE LA APLICACION DEL MEDICAMENTO: revisa los cambios de estado en las aplicaciones u omisiones de los medicamentos.

ProcedureTMFVALE.TSMBITBTNGUAClick (Sender: TObject): guarda los cambios realizados.

PROCEDURE LLENARHOSPITAL; //LLENA LOS DATOS PARA SELECCIONAR HOSPITAL: completa los valores del hospital seleccionado.

PROCEDURE LLENAR; //LLENA LOS DATOS DEL USUARIO QUE ESTÁ TRABAJANDO: Completa los datos del usuario.

PROCEDURE RESET; //LIMPIA LOS COMBOBOX Y LES VUELVE A PONER DATA SIN SELECCIONAR: reinicia los valores de los combos.

ProcedureTMFVALE.TSUBITBTNClick (Sender: TObject): realiza el proceso de ingreso del usuario al programa.

ProcedureTMFVALE.TSMSTRGRIDbIClick (Sender: TObject); //OMITIR LOS MEDICAMENTOS: cambia el valor de los medicamentos activos a omitidos por selección.

ProcedureTMFVALE.TSMSTRGRIDDrawCell (Sender: TObject; ACol, ARow: Integer; Rect: TRect; State: TGridDrawState); proceso que vuelve a dibujar los valores de las celdas que contiene los valores de los medicamentos.

PROCEDURE EVITARUNO (ELID: STRING); //EVITAR ENTREGAR UNA PASTILLA: revisa el estado del medicamento para determinar si es necesario o no agregar uno más.

PROCEDURE APLICAR: cambia los valores de los medicamentos e indica cómo fueron aplicados.

PROCEDURE INSERTAR(S, OP, DM: INTEGER; FV: TDATETIME; INSE: STRING): proceso que prepara y realiza la ejecución de los valores a insertar.

PROCEDURE DESPACHAR (SHT, DCT: INTEGER; MIF: TDATETIME); Proceso que realiza la solicitud de los medicamentos a entregar.

PROCEDURE MULTIDOSIS; // revisa que medicamentos son del tipo multidosis para solicitar o no más medicamentos del mismo tipo.

ProcedureTMFVALE.TSHBITBTNVALClick (Sender: TObject); //VALIDACIÓN DE LA APLICACIÓN: proceso de validación de los medicamentos aplicados por el usuario encargado.

ProcedureTMFVALE.TSHCAL1SelectDate (Sender: TObject;Mode: TAdvSmoothCalendarDateMode; Date: TDateTime); //SEGUN SELECCION DE FECHA: llena el historial de medicamentos en base a la fecha seleccionada.

ProcedureTMFVALE.TSHMONCALChange (Sender: TObject);Actualiza el valor del historial en base a la fecha.

ProcedureTMFVALE.TSMBITBTNMEDClick (Sender: TObject); //CAMBIAR EL MÉDICO QUE RECETA: actualiza el valor del médico que receta.

PROCEDURE OMITIR; Realiza la revisión de órdenes para verificar que ordenes es necesario omitir por fecha de omisión.

PROCEDURE ROSE1; Proceso de cálculo de medicamentos que deben de entregarse.

