ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

"Sistema de Predicción y Clasificación en la utilización de Recursos Humanos para el área de emergencias de un hospital"

TESIS DE GRADO

Previo a la Obtención del Título de:

INGENIERO EN COMPUTACION
ESPECIALIZACION EN SISTEMAS TECNOLOGICOS

Presentada por:

Jennifer Alexis Avilés Monroy
Shirley Tatiana Navarro Ramírez
Chrystiam Vinicio Toapaxi Acosta

GUAYAQUIL – ECUADOR
AÑO - 2006

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que de uno u otro modo colaboraron en la realización de este trabajo y especialmente al Ing. Fabricio Echeverría Director del Tópico, Ing. Carlos Jordán e Ing. Verónica Uquillas vocales.

DEDICATORIA

A Dios

Nuestras Familias

y Amigos

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Holger Cevallos
SUBDECANO DE LA FIEC
PRESIDENTE

Ing. Pedro Echeverria
DIRECTOR DE TÓPICO

Ing. Verónica Uquillas
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Carlos Jordán
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, nos corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

Jennifer Avilés Monroy

Shirley Navarro Ramírez

Chrystiam Toapaxi Acosta

RESUMEN

El presente proyecto establece una solución para poder determinar las posibles emergencias que se presentan en una institución hospitalaria, en base a la información previa obtenida en el diario accionar de dicha institución, definiendo un conjunto de patrones de acuerdo a las características, con lo cual se podría establecer predicciones, como por ejemplo: predecir del número de emergencias para el día siguiente, predicciones por turnos (mañana, tarde, noche), e incluso por servicio (pediatría, traumatología, cirugía general, etc.) , con la finalidad de planificar adecuadamente la distribución de los recursos necesarios para poder abastecer a la concurrencia de pacientes y disminuir el tiempo de espera de los mismos.

Al mismo tiempo se podrá establecer los recursos médicos necesarios que deben estar disponibles en ciertos días, en horas pico.

La tesis está dividida en cinco capítulos. El primero dará una descripción del problema que se presenta en la organización hospitalaria que se desea resolver y los objetivos planteados que

serán alcanzados al término de esta tesis, además se explica la importancia de definir patrones para establecer las predicciones del número de emergencias dentro de esta institución.

En la segunda fase enfatiza el análisis y diseño del sistema, en el cual se define sus escenarios, casos de uso e interfaces para poder establecer los alcances del mismo. También se especifica las técnicas y algoritmos de Minería de Datos que nos ayudaran en el desarrollo del sistema.

El tercer capítulo abarca la implementación, implantación y aceptación de los Patrones de Predicciones de las emergencias y clasificaciones de los recursos, así como los requerimientos tecnológicos para el funcionamiento del mismo, la instalación y elaboración de la Base de Datos, la integración y pruebas de los diferentes módulos, así como el respectivo plan de pruebas que valida el cumplimiento de los requerimientos funcionales.

El capítulo cuarto enfatizará cada una de las fases por las que pasará el sistema para el proceso de minería de datos, obteniendo al final de éste, un modelo de conocimiento.

El capítulo quinto será referente a los costos implicados en esta Solución Tecnológica. Por último, se expondrá las conclusiones y recomendaciones obtenidas del análisis, diseño y elaboración de este Sistema.

INDICE GENERAL

RESUMEN VII
INDICE GENERAL X
INDICE DE GRAFICOS XII
INDICE DE TABLAS XIV
INTRODUCCIÓN XV

CAPÍTULO 1 1
1. ESPECIFICACIONES DE LAS PREDICCIONES Y CLASIFICACIONES DE LOS RECURSOS EN EL ÁREA DE EMERGENCIA 1
1.1. Descripción del problema a resolver 1
1.2. Objetivos Generales 3
1.3. Importancia de las predicciones para mejorar la distribución de recursos humanos en el área de emergencia de un hospital 5
CAPÍTULO 2 7
2. ANÁLISIS Y DISEÑO DE LAS PREDICCIONES Y CLASIFICACIONES DE LOS RECURSOS EN EL ÁREA DE EMERGENCIA 7
2.1. Análisis General del Problema 7
2.1.1. Definición de requerimientos del sistema 7
2.1.2. Definición de los alcances del sistema 10
2.2. Especificación de Casos de Uso y Escenarios 13
2.3. ANÁLISIS Y DISEÑO DEL MODELO DE DATOS 50
2.4. Análisis y diseño de la interfaz con el usuario 62
2.5. Técnicas y Algoritmos a utilizar 70
2.5.1. Definición 70
2.5.2. Justificación 73
CAPÍTULO 3 76
3. IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS DE LAS PREDICCIONES Y CLASIFICACIONES DE LOS RECURSOS EN EL ÁREA DE EMERGENCIAS 76
3.1. Preparación del entorno de desarrollo. 76
3.2. Configuración de la base de datos. 79
3.3. Desarrollo de Algoritmos e Interfaces. 81
3.4. Integración de las partes del sistema. 95
3.4.1. Pruebas Unitarias del Sistema 95
3.4.2. Pruebas de integración del sistema. 99

3.4.3. Pruebas de errores del sistema 101
3.5. Definición de requerimientos para la instalación del sistema 102
3.6. Pruebas de implantación del sistema..... 103
3.7. Pruebas de aceptación del sistema 104
CAPÍTULO 4 105
4. CIRCULO VIRTUOSO DE LA MINERÍA DE DATOS..... 105
4.1. Selección de Datos..... 108
4.2. Pre-procesamiento de Datos..... 109
4.3. Transformación de Datos 110
4.4. Uso de Algoritmos 111
4.5. Interpretación y Evaluación 112
5. ANÁLISIS ECONÓMICO 114
5.1 Análisis de Costos 114
5.2 Costos de Aplicación 117
5.3 Riesgos referentes al sistema 118
5.4. Segmento del mercado al que se dirige el producto..... 120
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES…… 121
BIBLIOGRAFÍA…… 127
ANEXO 1: MANUAL DE USUARIO..... 128
ANEXO 2: FORMULARIO DE REGISTROS EN EL ÁREA DE EMERGENCIA ELABORADOS……...151

INDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 2.1 DIAGRAMA DE CONTEXTO DE CASOS DE USO. 17
GRÁFICO 2.2 INGRESO EXITOSO DE UN EMPLEADO. 37
GRÁFICO 2.3 INGRESO FALLIDO DE UN EMPLEADO. 37
GRÁFICO 2.4 INGRESO EXITOSO DEL PERSONAL MÉDICO. 38
GRÁFICO 2.5 INGRESO FALLIDO DEL PERSONAL MÉDICO POR DATOS ERRÓNEOS. 38
GRÁFICO 2.6 INGRESO FALLIDO DEL PERSONAL MÉDICO PORQUE YA SE ENCUENTRA REGISTRADO. 39
GRÁFICO 2.7 MODIFICACIÓN EXITOSA DEL PERSONAL MÉDICO. 39
GRÁFICO 2.8 MODIFICACIÓN FALLIDA DEL PERSONAL MÉDICO. 40
GRÁFICO 2.9 INGRESO EXITOSO DEL EMPLEADO. 40
GRÁFICO 2.10 INGRESO FALLIDO DEL EMPLEADO POR DATOS ERRÓNEOS. 41
GRÁFICO 2.11 INGRESO FALLIDO DEL EMPLEADO PORQUE YA SE ENCUENTRA REGISTRADO. 41
GRÁFICO 2.12 MODIFICACIÓN EXITOSA DEL EMPLEADO. 42
GRÁFICO 2.13 MODIFICACIÓN FALLIDA DEL EMPLEADO. 42
GRÁFICO 2.14 INGRESO EXITOSO DEL PACIENTE. 43
GRÁFICO 2.15 INGRESO FALLIDO DEL PACIENTE POR DATOS ERRÓNEOS. 43
GRÁFICO 2.16 INGRESO FALLIDO DEL PACIENTE PORQUE YA SE ENCUENTRA REGISTRADO. 44
GRÁFICO 2.17 INGRESO EXITOSO DE LA OPERACIÓN. 44
GRÁFICO 2.18 INGRESO FALLIDO DE LA OPERACIÓN. 45
GRÁFICO 2.19 INGRESO EXITOSO DE LA CONSULTA. 45
GRÁFICO 2.20 INGRESO FALLIDO DE LA CONSULTA. 46
GRÁFICO 2.21 SELECCIÓN, LIMPIEZA Y CARGA EXITOSA DE DATOS MENSUALES DEL NÚMERO DE ATENCIONES. 46
GRÁFICO 2.22 SELECCIÓN, LIMPIEZA Y CARGA NO EXITOSA DE DATOS MENSUALES DEL NÚMERO DE ATENCIONES. 47
GRÁFICO 2.23 PREDICCIÓN EXITOSA DEL NÚMERO DE EMERGENCIAS DEL SIGUIENTE DÍA. 47
GRÁFICO 2.24 PREDICCIÓN FALLIDA DEL NÚMERO DE EMERGENCIAS DEL SIGUIENTE DÍA. 48
GRÁFICO 2.25 CLASIFICACIÓN EXITOSA DEL PERSONAL MÉDICO. 48
GRÁFICO 2.26 CLASIFICACIÓN NO EXITOSA DEL PERSONAL MÉDICO. 49
GRÁFICO 2.27 PLANIFICACIÓN EXITOSA DE LAS GUARDIAS MÉDICAS. 49
GRÁFICO 2.28 PLANIFICACIÓN FALLIDA DE LAS GUARDIAS MÉDICAS. 50
GRÁFICO 2.29 MODELO LÓGICO DE LA BASE DE DATOS 60
GRÁFICO 2.30 MODELO MULTIDIMENSIONAL DE LA BASE DE DATOS 61
GRÁFICO 2.31 FORMULARIO DE REGISTRO DE PACIENTE 63
GRÁFICO 2.32 FORMULARIO DE REGISTRO DEL EMPLEADO 63
GRÁFICO 2.33 FORMULARIO DE REGISTRO DEL MÉDICO 64
GRÁFICO 2.34 REPORTE "PREDICCIÓN DE PACIENTES DEL DÍA SIGUIENTE" 65

GRÁFICO 2.35 REPORTE "CLASIFICACIÓN DEL PERSONAL MÉDICO" 67
GRÁFICO 2.36 GRUPO DE DOCTORES CON EFICIENCIA DE NIVEL BAJO 67
GRÁFICO 2.37 GRUPO DE DOCTORES CON EFICIENCIA DE NIVEL MEDIO 68
GRÁFICO 2.38 GRUPO DE DOCTORES CON EFICIENCIA DE NIVEL ALTO 68
GRÁFICO 2.39 REPORTE DE PLANIFICACIÓN DE LAS GUARDIAS MÉDICAS 69
GRÁFICO 3.1 PROCESO DE CRUZAMIENTO 93
GRÁFICO 4.1 CÍRCULO VIRTUOSO DE LA MINERÍA DE DATOS 107

INDICE DE TABLAS

TABLA 2.1 TABLA SERVICIO 51
TABLA 2.2 TABLA ROL 51
TABLA 2.3 TABLA EMPLEADO 52
TABLA 2.4 TABLA DOCTOR 53
TABLA 2.5 TABLA CATÁLOGO 53
TABLA 2.6 TABLA CONSULTA 54
TABLA 2.7 TABLA OPERACIÓN 54
TABLA 2.8 TABLA PACIENTE 55
TABLA 2.9 TABLA REGRESIÓN 55
TABLA 2.10 TABLA VARIABLES_REGRESION 56
TABLA 2.11 CODIFICACIÓN BINARIA DE LOS DÍAS 57
TABLA 2.12 CODIFICACIÓN BINARIA DE LOS MESES 57
TABLA 2.13 CODIFICACIÓN BINARIA DE LAS ESPECIALIDADES 58
TABLA 2.14 TABLA GRUPOS_CONFORMADOS 58
TABLA 2.15 TABLA GUARDIAS_OPTIMAS 59
TABLA 3.1 VARIABLES CUALITATIVAS 84
TABLA 3.2 CODIFICACIÓN DE LA VARIABLE ESPECIALIDAD 86
TABLA 3.3 CODIFICACIÓN DE LA VARIABLE DÍA DE LA SEMANA 86
TABLA 3.4 CODIFICACIÓN DE LA VARIABLE MES 87
TABLA 3.5 PREPARACIÓN DE LAS PRUEBAS UNITARIAS 96
TABLA 3.6 REVISIÓN DE MÓDULOS TRANSACCIONALES 97
TABLA 3.7 REVISIÓN DE MÓDULO PREDICTIVO 98
TABLA 3.8 REVISIÓN DE MÓDULO CLASIFICATIVO 98
TABLA 3.9 REVISIÓN DE MÓDULO PLANIFICADOR 99
TABLA 3.10 INTEGRACIÓN DE MÓDULOS: TRANSACCIONAL Y PREDICTIVO 100
TABLA 3.11 INTEGRACIÓN DE MÓDULOS: CLASIFICATIVO Y PLANIFICADOR 100
TABLA 3.12 PRUEBA DE ERRORES 101
TABLA 3.13 PRUEBAS DE IMPLANTACIÓN 103
TABLA 3.14 PRUEBAS DE ACEPTACIÓN 104
TABLA 5.1 MATRIZ DE COSTOS DIRECTOS 116
TABLA 5.2 MATRIZ DE COSTOS INDIRECTOS 117
TABLA 5.3 COSTOS DE APLICACIÓN 118
TABLA 5.4 MATRIZ DE RIESGOS 120

INTRODUCCIÓN

En un país como el nuestro, donde la calidad de los servicios públicos con los que contamos son deficientes y los recursos disponibles están limitados; las técnicas de minería de datos se convierten en herramientas valiosas que permiten realizar estudios con la finalidad de mejorar los servicios de importancia social, en áreas como: la educación, la salud, entre otros.

El sector de la salud ha sido objeto de estudios, para tratar la forma en que se brinda al público los servicios hospitalarios. En estos estudios, se aprecia que la falta de recursos, tales como: medicinas, camas, médicos, enfermeras, laboratorios y quirófanos se han convertido en un problema que la administración de un hospital debe resolver para mejorar su atención.

Los hospitales están bajo una gran presión por reducir costos, y a la vez, brindar cada vez mejor calidad, a pesar de contar con un presupuesto bajo. Por esta razón, los hospitales deben buscar herramientas que puedan ser efectivas en el control de recursos, para mejorar sus servicios y disminuir los costos en los que incurren.

Los pacientes siempre exigen mejores niveles de servicio, tanto en la calidad el servicio, como en la forma en que es proporcionado.

La innovación ayudará a la gerencia hospitalaria a conseguir una ventaja. La implementación de un sistema que ayude al jefe del área de emergencia a tomar decisiones en cuanto a la previsión de la demanda hospitalaria, mejorará la utilización de los recursos existentes. El área a tomar en consideración para nuestro estudio es la de emergencia, donde no existe mayor planificación.

Esta tesis ha sido desarrollada para mejorar el servicio hospitalario, utilizando datos históricos que reflejan la concurrencia de los pacientes, haciendo uso de técnicas de minería de datos, que nos permiten predecir el número de personas que acudirán al área de emergencias al día siguiente. Así también nos permite clasificar el personal médico en tres grupos categorizados y finalmente planificar grupos óptimos de trabajo que colaboren de manera eficiente en la atención a pacientes, considerando parámetros importantes de cada doctor, por ejemplo: nivel de desempeño, años de experiencia, títulos obtenidos, número de consultas y operaciones atendidas. De esta forma, los nuevos grupos de trabajo (guardias médicas) serán más eficientes y productivos en realizar su labor.

Las herramientas o técnicas de minería de datos, nos permitirán extraer conocimiento útiles a partir de los datos históricos.

Este sistema informático es una herramienta que provee un modelo enfocado a la colaboración en la toma de decisiones para la gestión hospitalaria. Sin embargo, la decisión final la tendrá el jefe del área de emergencia que será quien decida cómo actuar ante determinada situación, sintiéndose el círculo virtuoso de la minería de datos como parte de la estrategia de organización.

CAPÍTULO 1

1. ESPECIFICACIONES DE LAS PREDICCIONES Y CLASIFICACIONES DE LOS RECURSOS EN EL ÁREA DE EMERGENCIA

1.1. Descripción del problema a resolver

La carencia de un sistema que permita a los jefes del área de emergencia, realizar una adecuada administración de los recursos médicos, es una de las principales falencias que presentan los hospitales estatales, a esto se suma el déficit del personal médico y la poca organización del área de emergencia, lo cual está reflejada en un servicio deficiente.

Tomamos como ejemplo el Hospital Guayaquil Dr. Abel Gilbert Pontón, quien colaboró con el desarrollo de nuestra tesis y proporcionó los datos que serán objeto del tratamiento de las

técnicas de minería para el desarrollo de esta tesis, en donde pudimos constatar que no se lleva un registro del área de emergencia al igual que en otros hospitales públicos locales, ya que el presupuesto destinado hacia ellos es muy bajo y no les permite contar con insumos básicos para atender las emergencias que se presentan diariamente, mucho menos para invertir en un sistema que les ayude en la toma de decisiones para mejorar el rendimiento de los servicios que proveen.

En el área de emergencia, el registro de personas que acude, la especialidad en la que son atendidas, el doctor que realiza el chequeo médico u operación es archivado en papel. Razón por la cual, el tratar de recolectar información para elaborar informes que le sean de utilidad al personal encargado de administrar esta área, les resulta una tarea tediosa que toma gran inversión de tiempo y es propenso a errores.

El sistema SISPRED generará reportes que le permitirá al director del área de emergencia, contar con datos confiables sobre el número de personas que fueron atendidas en días anteriores. Además, a través de un algoritmo de minería de datos predice la posible concurrencia de pacientes para el día siguiente, ofreciendo de esta

manera otra herramienta para la toma de decisiones (mejorando el desempeño del área de emergencia).

Otra problemática que hemos tomado en consideración es la dificultad a la cual se enfrenta el director de esta área cada mes, al tener que conformar los grupos eficientes de doctores que atenderán por guardias a los pacientes. Eficiente sería formar grupos médicos estándares con conocimiento y experiencia equilibrados, pero esta situación no siempre sucede, puesto que en la actualidad la conformación de grupos médicos se la realiza sin tomar ninguna consideración en el nivel de preparación o años de experiencia del doctor. El sistema colabora con el director de emergencia creando grupos de trabajo conformados mediante la aplicación de un algoritmo de minería de datos.

1.2. Objetivos Generales

Los objetivos que tenemos son:

1) Desarrollar una aplicación que proporcione predicciones adecuadas que contribuyan con la toma de decisiones en el área de emergencia de un hospital, tomando en cuenta sus necesidades y aprendiendo de sus eventos pasados.

1.1) Implementar un modelo de predicción que ayude en la gestión administrativa del área de emergencia.

1.2) Automatizar el registro de ingreso de pacientes, logrando de esta manera reducir la desorganización ocasionada por la acumulación de documentos.

2) Administrar el personal médico del área de emergencias de un hospital basados en un modelo de clasificación y en el desarrollo del *algoritmo genético*[1], que se detallará mas adelante.

2.1) Desarrollar un modelo de clasificación ajustado a las necesidades el área de emergencias, el algoritmo genético conforma grupos de trabajos con conocimiento y experiencia equitativa.

3) Determinar patrones de eventos que ocurren a los pacientes que acuden al área de emergencias de un hospital, a través del uso de técnicas y algoritmos de Minería de Datos.

[1] Algoritmo Genético: Algoritmo que busca las soluciones más optimas a un problema en un espacio de soluciones, simulando el comportamiento humano de genes y cromosomas.

1.3. Importancia de las predicciones para mejorar la distribución de recursos humanos en el área de emergencia de un hospital

De acuerdo al diagnóstico de situación, realizado en el Hospital Guayaquil Dr. Abel Gilbert Pontón, en los últimos meses se ha presentado un incremento en la demanda de emergencias. Este comportamiento es consecuencia de los cambios socioeconómicos que ha sufrido la población; lo que se deriva en una demanda sobrecargada de los servicios que ofrecen en el hospital. Esta situación ha saturado dicho servicio y genera problemas asistenciales, como también se ve la inconformidad de los pacientes por el tiempo de espera para ser atendidos.

Esta situación se da debido a que no existen sistemas o herramientas que proporcionen ayuda mediante reportes que indiquen el comportamiento de la cantidad de pacientes que se prevé que asistan al área de emergencia en fechas determinadas. Lo cual representa un gran problema administrativo para los responsables del área en mención.

El poder cuantificar el número de personas que podrían asistir en un determinado día a emergencia, constituye una ventaja para la administración del hospital, puesto que, se podrían tomar las

medidas necesarias para que el servicio de atención a pacientes sea eficiente.

Mejora la gestión en los registros de los pacientes brindando confidencialidad y seguridad, debido a que la información es fiable y se actualiza oportunamente sin que represente costos mayores.

CAPÍTULO 2

2. ANÁLISIS Y DISEÑO DE LAS PREDICCIONES Y CLASIFICACIONES DE LOS RECURSOS EN EL ÁREA DE EMERGENCIA

2.1. Análisis General del Problema

2.1.1. Definición de requerimientos del sistema

El área de emergencia es un sector crítico dentro de un hospital, debido a que el número de pacientes que acuden para ser atendidos es indefinido y en muchas ocasiones el personal médico con el que cuenta dicha área es insuficiente para atender la demanda durante las 24 horas del día, todos los días del año; razón por la cual es necesaria la implementación de un sistema que nos permite llevar un mejor control de los recursos humanos que se encuentran disponibles en esta área, además,

el poder predecir el número de pacientes que llegarán a esta área para ser atendidos al día siguiente, el cual muestra su respectivas predicciones por especialidad (Pediatría, Cirugía General, Ginecología y Medicina Interna).

El sistema está disponible de forma permanente para los usuarios que laboran en un hospital y está implementado en una interfaz Web, que resulta práctico en los casos de poder predecir el número de emergencias masivas y que requieren la rápida movilización de los recursos humanos adecuados para la atención médica.

El sistema consta de 4 módulos principales:

1) Módulo Transaccional, en el cual se realiza el ingreso o modificación de información de los pacientes, de los empleados y del personal médico; que será de importancia para alimentar a los módulos de: predicción, clasificación y planificación. Además del ingreso de los registros de operaciones y consultas realizadas por cada médico de cada especialidad.

2) Módulo Predictivo, en el cual se generan reportes que predicen el número de emergencias del día siguiente para

cualquier especialidad, en base a los datos históricos de los años anteriores.

3) Módulo Clasificador, el cual consiste en formar grupos que permitan distribuir de forma adecuada la destreza y eficiencia del personal médico en tres categorías: alta, normal y baja. Para poder generar estos 3 tipos de grupos o categorías, se analizan diversos factores para cada médico, como: el tiempo de experiencia, el nivel de estudio, cantidades de consultas y operaciones y el número de certificados obtenidos.

Para los internos (estudiantes de medicina que cursan el último año), se analizarán factores, tales como: cantidades de consultas y años de experiencia.

4) Módulo de Planificación, el cual consiste en crear mensualmente para cada especialidad guardias de tres doctores; uno que pertenezca al grupo alto, otro al grupo medio, y el último al grupo bajo, de manera tal que, se combinen a lo largo del mes de forma óptima los doctores de cada grupo, considerando que un médico no se puede repetir en dos días consecutivos.

2.1.2. Definición de los alcances del sistema

El sistema en general está enfocado en mejorar el funcionamiento del área de emergencia, satisfaciendo así las necesidades y expectativas de los pacientes, lo que estaría reflejado en un servicio de mejor calidad.

El modelo de predicción del sistema consiste en poder generar un reporte que pueda predecir el número de emergencias del día siguiente, realizando un gráfico estadístico que permita analizar y observar las diferencias y semejanzas que se presenta entre los resultados obtenidos.

El personal médico está conformado por doctores e internos, los primeros laboran en todas las especialidades, en cambio los internos prestan servicios en las especialidades de Pediatría y Medicina Interna realizando consultas.

El modelo de clasificación de los doctores analiza diferentes indicadores que determinan la eficiencia, entre los que tomaremos en cuenta:

- Los años de experiencia trabajando en determinada especialidad.

- El número de certificados de los seminarios y cursos realizados.
- El nivel de estudio alcanzado por el personal médico como: titulado, titulado con postgrado o titulado con masterado.
- Los registros del número de operaciones y consultas que ha realizado cada uno de ellos.

El modelo de clasificación para los internos analiza algunos de los indicadores mencionados anteriormente, los cuales son:

- Los años que han prestado servicios en una entidad hospitalaria, en caso de tenerlos.
- Los registros del número de consultas que ha realizado cada uno de ellos.

Estos indicadores son analizados para poder realizar una correcta estandarización y así elaborar el mejor modelo de clasificación que represente la necesidad del área. Después de lo que, tendríamos clasificado el personal médico en grupos de acuerdo a su eficiencia: alta, normal o baja.

Finalmente, el director del área de emergencia planifica las guardias con tres doctores o internos, donde el modelo a utilizar

distribuirá de forma óptima los grupos previamente conformados del personal médico; con la finalidad de que haya un equilibrio o balance de conocimientos en cada guardia, para lograr un mejor desempeño y atención hacia los pacientes.

Entre los reportes que el sistema SISPRED genera, tenemos:

- Reporte del número de emergencias del siguiente día en las distintas especialidades del área de emergencias.
- Reporte de los grupos que resulta de clasificar el personal médico basándose en su eficiencia: alta, normal o baja.
- Reporte de las guardias combinadas óptimamente para cada especialidad.

2.2. Especificación de Casos de Uso y Escenarios

2.2.1. Documentación de Actores

Nombre: Secretaria.

Tipo: Actor Primario.

Descripción: Es la encargada de registrar y modificar a los pacientes que ingresan en el área de emergencia. Además registra y actualiza los datos personales de los empleados y doctores.

Notas: Es la única persona que puede registrar y modificar los datos de los pacientes, empleados y doctores.

Nombre: Médico .

Tipo: Actor Primario.

Descripción: Cada doctor debe registrar la intervención quirúrgica o la consulta médica que haya atendido, para cualquier especialidad.

Notas: Este actor puede ser un doctor o un interno, pero este último solo posee la funcionalidad de registrar consultas médicas.

Nombre: Director de Emergencia.

Tipo: Actor Primario.

Descripción: Es el encargado de clasificar el personal médico en grupos, así como, planificar las guardias óptimas en base a estos grupos. Además puede generar reportes predictivos del número de emergencias del día siguiente para cada especialidad.

Notas: Es el responsable de tomar las decisiones administrativas del área de emergencia.

Nombre: Administrador de Base de Datos

Tipo: Actor Primario

Descripción: Es el encargado de administrar la base de datos e ingresa datos históricos del número de atenciones por especialidad en el área de emergencia.

Notas: Es el responsable de seleccionar, limpiar e ingresar los datos que se encontraban archivados en papel.

Nombre: Base de Datos

Tipo: Actor Secundario

Descripción: Permite el almacenamiento y recuperación de datos, correspondientes al personal que labora y las actividades que se realizan en el área de emergencia.

Notas: Este repositorio de datos debe estar en correcto funcionamiento perennemente.

Nombre: Anónimo

Tipo: Actor Primario

Descripción: Es aquel que trata de ingresar al sistema

Notas: La persona que ingresa al sistema puede ser un empleado, un doctor o alguien ajeno.

2.2.2. LISTA DE CASOS DE USO

Caso de Uso 1: Ingresar al Sistema.

Caso de Uso 2: Ingresar personal médico.

Caso de Uso 3: Modificar personal médico.

Caso de Uso 4: Ingresar empleado.

Caso de Uso 5: Modificar empleado.

Caso de Uso 6: Ingresar paciente.

Caso de Uso 7: Registrar operación.

Caso de Uso 8: Registrar consulta.

Caso de Uso 9: Selección, Limpieza y Carga de datos mensuales del número de atenciones.

Caso de Uso 10: Predecir el número de emergencias del siguiente día.

Caso de Uso 11: Clasificar el personal médico.

Caso de Uso 12: Planificar las guardias médicas.

2.2.3. DIAGRAMA DE CONTEXTO DE CASOS DE USO

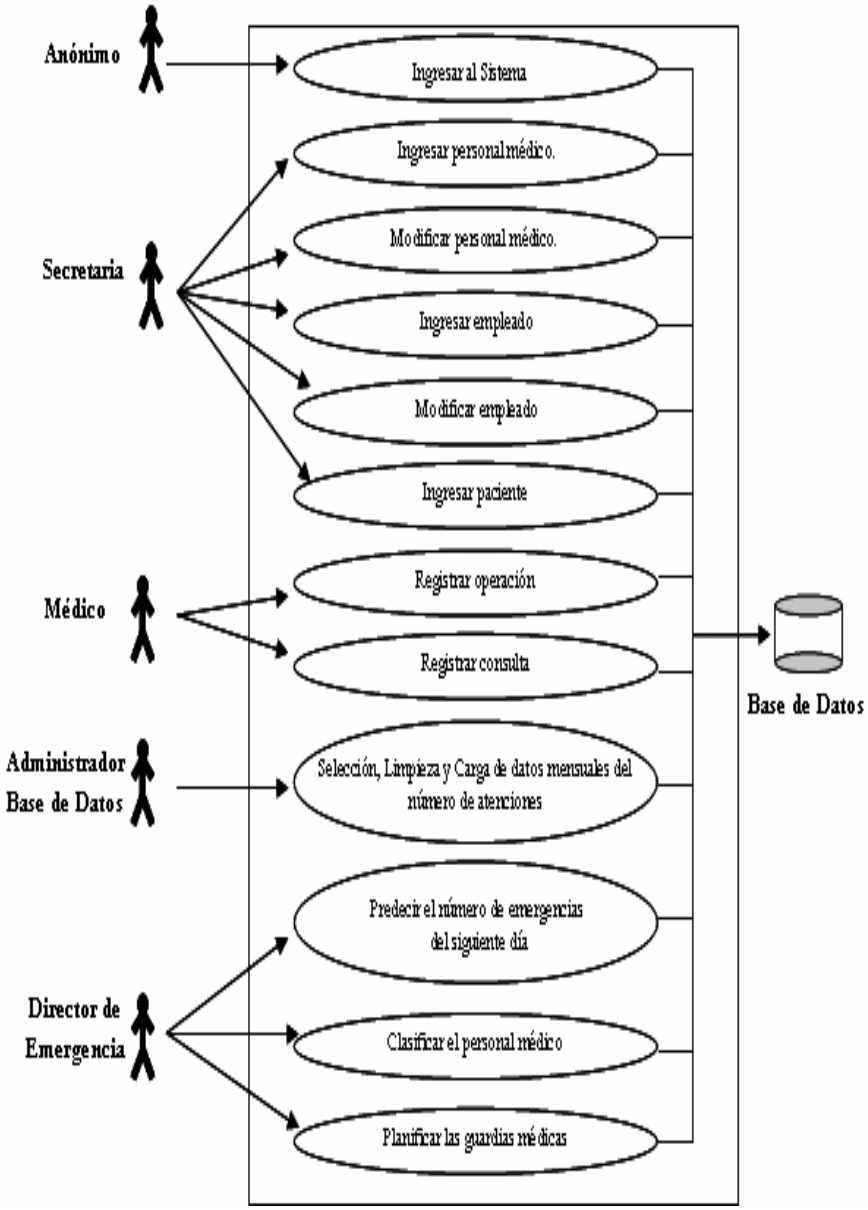


Gráfico 2.1 Diagrama de Contexto de Casos de Uso.

2.2.4. Descripción de los Casos de Uso

Caso de Uso 1:

Nombre: Ingresar al Sistema

Descripción: Permite a un anónimo ingresar al sistema, habilitándole las correspondientes opciones que puede realizar.

Notas: Cada anónimo que desea ingresar al sistema solo lo podrá lograr teniendo un usuario y contraseña.

Escenario 1.1.- Ingreso exitoso de un empleado al sistema.

Escenario 1.2.- Ingreso fallido de un empleado al sistema.

Caso de Uso 2:

Nombre: Ingresar personal médico.

Descripción: Habilita a la secretaria poder registrar los datos personales y profesionales del personal médico necesarios para el sistema.

Notas: Los datos que se registran para el doctor son: cédula, nombres, apellidos, teléfono, domicilio, estado, sexo, fecha de nacimiento, especialidad, nivel de estudio, número de certificados obtenidos, años de experiencia, usuario y contraseña.

Y para los internos no es necesario el registro de los números de certificados y nivel de estudio.

Escenario 2.1.- Ingreso exitoso del personal médico.

Escenario 2.2.- Ingreso fallido del personal médico por datos erróneos.

Escenario 2.3.- Ingreso fallido del personal médico porque ya se encuentra registrado.

Caso de Uso 3:

Nombre: Modificar personal médico.

Descripción: La secretaria puede modificar los datos personales y profesionales del personal médico cuando necesitan ser actualizados.

Notas: Se podrán modificar todos lo datos, excepto la contraseña. La modificación del número de certificados, años de experiencia y nivel de estudio cambia los grupos del personal médico y por ende la planificación de las guardias.

Escenario 3.1.- Modificación exitosa del personal médico.

Escenario 3.2.- Modificación fallida del personal médico.

Caso de Uso 4:

Nombre: Ingresar empleado.

Descripción: La secretaria registra los datos personales de los empleados que laboran en el área de emergencia.

Notas: Los datos que se registran son: cédula, nombres, apellidos, sexo, fecha de nacimiento, estado, teléfono, domicilio, tipo de rol que desempeña, usuario y contraseña.

Los empleados que se pueden registrar son: Secretaria, Médico, Director de Emergencias y Administrador de la Base de Datos.

Escenario 4.1.- Ingreso exitoso del empleado.

Escenario 4.2.- Ingreso fallido del empleado por datos erróneos.

Escenario 4.3.- Ingreso fallido del empleado porque ya se encuentra registrado.

Caso de Uso 5:

Nombre: Modificar empleado.

Descripción: La secretaria puede modificar los datos personales del empleado cuando necesitan ser actualizados.

Notas: Se podrán modificar todos lo datos, excepto la contraseña.

Escenario 5.1.- Modificación exitosa del empleado.

Escenario 5.2.- Modificación fallida del empleado.

Caso de Uso 6:

Nombre: Ingresar paciente.

Descripción: La secretaria puede registrar los datos personales de los pacientes que acuden al área de emergencia.

Notas: Los datos que se registran son: cédula, nombres, apellidos, sexo, edad, teléfono y domicilio. Esto es imprescindible para posteriormente poder registrar las consultas u operaciones que se le realicen.

Escenario 6.1.- Ingreso exitoso del paciente.

Escenario 6.2.- Ingreso fallido del paciente por datos erróneos.

Escenario 6.3.- Ingreso fallido del paciente porque ya se encuentra registrado.

Caso de Uso 7:

Nombre: Registrar operación.

Descripción: El personal médico es el encargado de registrar las operaciones en las que ha intervenido.

Notas: El registro de operaciones es exclusivo para los doctores, los cuales deben especificar el paciente y el tipo de operación que se le realiza como: Histerectomía, Apendicitis, etc.

Las especialidades donde se realizan las operaciones son: Cirugía General y Ginecología.

Escenario 7.1.- Ingreso exitoso de la operación.

Escenario 7.2.- Ingreso fallido de la operación.

Caso de Uso 8:

Nombre: Registrar consulta.

Descripción: Los doctores e internos son los encargados de registrar las consultas que realizan.

Notas: En el registro de la consulta, se debe especificar el paciente y la descripción de la consulta que se realiza como: Síndrome Gripal, Síndrome Febril, etc.

Las especialidades donde se realizan las consultas son: Medicina Interna y Pediatría.

Escenario 8.1.- Ingreso exitoso de la consulta.

Escenario 8.2.- Ingreso fallido de la consulta.

Caso de Uso 9:

Nombre: Selección, Limpieza y Carga de datos mensuales del número de atenciones.

Descripción: El administrador de la base de datos, tendrá que recolectar la información que se encuentra en papel para que pueda ser ingresada a la base de datos.

Notas: Los datos mensuales de las atenciones de emergencias correspondientes a los años anteriores se encuentran almacenados en un archivo Excel.

Escenario 9.1.- Selección, Limpieza y Carga exitosa de datos mensuales del número de atenciones.

Escenario 9.2.- Selección, Limpieza y Carga no exitosa de datos mensuales del número de atenciones.

Caso de Uso 10:

Nombre: Predecir el número de emergencias del siguiente día.

Descripción: Permite al director de emergencia estimar el número de emergencias que se presentarán al día siguiente en el área de emergencia.

Notas: Se debe especificar si el siguiente día es o no feriado. La predicción que se realiza es independiente para cada especialidad.

Se mostrará un resumen de la cantidad de pacientes atendidos correspondientes a seis días previos a la predicción.

Escenario 10.1.- Predicción exitosa del número de emergencias del siguiente día.

Escenario 10.2.- Predicción fallida del número de emergencias del siguiente día.

Caso de Uso 11:

Nombre: Clasificar el personal médico.

Descripción: El director de emergencia podrá clasificar al personal médico en grupos en base al nivel de eficiencia que estos posean.

Notas: Los doctores o internos serán clasificados en tres grupos: alto, medio o bajo. Además el nivel de eficiencia de los doctores se los mide en base a ciertos factores como el nivel de estudio, cantidades de consultas y operaciones, años de experiencia y el número de certificados obtenidos. Para los internos se considera las cantidades de consultas y años de experiencia.

Escenario 11.1.- Clasificación exitosa del personal médico.

Escenario 11.2.- Clasificación no exitosa del personal médico.

Caso de Uso 12:

Nombre: Planificar las guardias médicas.

Descripción: El director de emergencia podrá conformar las guardias médicas del mes.

Notas: Las guardias médicas están conformadas por tres doctores o internos, uno por cada nivel de eficiencia; los cuales se determinaron en la clasificación del personal médico. Cabe recalcar que un médico o interno no debe realizar guardias dos días consecutivos.

Escenario 12.1.- Planificación exitosa de las guardias médicas.

Escenario 12.2.- Planificación fallida de las guardias médicas.

2.2.5. Descripción de los Escenarios

Escenario 1.1.- Ingreso exitoso de un empleado al sistema.

Suposiciones:

- Una persona anónima ingresa un nombre de usuario.
- Una persona anónima ingresa una contraseña.
- Existe un empleado registrado con el nombre de usuario y contraseña ingresado.

Resultados:

- Se habilitarán las respectivas opciones del menú según el rol del empleado.

Escenario 1.2.- Ingreso fallido de un empleado al sistema.

Suposiciones:

- Una persona anónima ingresa un nombre de usuario.
- Una persona anónima ingresa una contraseña.
- No existe un empleado registrado con el nombre de usuario y contraseña ingresado.

Resultados:

- Se pedirá que ingrese nuevamente su usuario y contraseña.

Escenario 2.1.- Ingreso exitoso del personal médico.

Suposiciones:

- El médico o interno no está registrado.
- La secretaria ingresó en el formato correcto todos los datos.
- La secretaria no ha dejado datos imprescindibles en blanco.

Resultados:

- El médico o interno es registrado correctamente.
- El médico puede registrar las consultas y operaciones que realiza.
- El interno puede registrar las consultas que realiza.
- El médico ingresado será considerado en la clasificación de los grupos y en la planificación de las guardias.

Escenario 2.2.- Ingreso fallido del personal médico por datos erróneos.

Suposiciones:

- La secretaria no ingresó algún dato imprescindible, tales como nombres, nivel de estudio, entre otros.
- La secretaria ingresó con formato incorrecto algún dato.

Resultados:

- El médico o interno no es registrado y se presentará un mensaje indicando el motivo.

Escenario 2.3.- Ingreso fallido del personal médico porque ya se encuentra registrado.

Suposiciones:

- La secretaria ingresó en el formato correcto todos los datos.
- La secretaria no ha dejado datos imprescindibles en blanco.
- El médico ya se encuentra registrado

Resultados:

- El médico o interno no es registrado y se presentará un mensaje indicando el motivo.

Escenario 3.1.- Modificación exitosa del personal médico.

Suposiciones:

- El médico o interno esta registrado.
- La secretaria modifica los datos que desee.
- La secretaria no ha dejado datos imprescindibles en blanco.
- La secretaria ingreso los datos en el formato correcto.

Resultados:

- Los datos del médico o interno son modificados.
- La clasificación de los grupos y la planificación de las guardias pueden sufrir cambios.

Escenario 3.2.- Modificación fallida del personal médico.

Suposiciones:

- La secretaria ha dejado datos imprescindibles en blanco.
- La secretaria ingresa algún dato en formato incorrecto.
- El médico o interno no esta registrado.

Resultados:

- Los datos del médico o interno no se modifican y se presenta un mensaje indicando el motivo.

Escenario 4.1.- Ingreso exitoso del empleado.

Suposiciones:

- El empleado no está registrado.
- La secretaria ingresó en el formato correcto todos los datos.
- La secretaria no ha dejado datos imprescindibles en blanco.

Resultados:

- El empleado es registrado correctamente.
- El empleado puede ingresar al sistema para realizar sus actividades correspondientes.

Escenario 4.2.- Ingreso fallido del empleado por datos erróneos.

Suposiciones:

- La secretaria no ingresó algún dato imprescindible, tales como nombres, cedula, rol, usuario y contraseña.
- La secretaria ingresó con formato incorrecto algún dato.

Resultados:

- El empleado no es registrado y se presentará un mensaje indicando el motivo.

Escenario 4.3.- Ingreso fallido del empleado porque ya se encuentra registrado.

Suposiciones:

- La secretaria ingresó en el formato correcto todos los datos.
- La secretaria no ha dejado datos imprescindibles en blanco.
- El empleado ya se encuentra registrado

Resultados:

- El empleado no es registrado y se presentará un mensaje indicando el motivo.

Escenario 5.1.- Modificación exitosa del empleado.

Suposiciones:

- El empleado esta registrado.
- La secretaria modifica los datos que desee.
- La secretaria no ha dejado datos imprescindibles en blanco.
- La secretaria ingreso los datos en el formato correcto.

Resultados:

- Los datos del empleado son modificados.

Escenario 5.2.- Modificación fallida del empleado.

Suposiciones:

- La secretaria ha dejado datos imprescindibles en blanco.
- La secretaria ingresa algún dato en formato incorrecto.
- El empleado no esta registrado.

Resultados:

- Los datos del empleado no se modifican y se presenta un mensaje indicando el motivo.

Escenario 6.1.- Ingreso exitoso del paciente.

Suposiciones:

- El paciente no está registrado.
- La secretaria ingresó en el formato correcto todos los datos.

Resultados:

- El paciente es registrado correctamente.
- Este ingreso colabora con la predicción de la cantidad de pacientes que acudirán el siguiente día.
- Se le podrán asignar las consultas y operaciones que se le realicen.

Escenario 6.2.- Ingreso fallido del paciente por datos erróneos.

Suposiciones:

- La secretaria ingresó con formato incorrecto algún dato.
- El paciente no está registrado.

Resultados:

- El paciente no se registra y se presenta un mensaje indicando el motivo.

Escenario 6.3.- Ingreso fallido del paciente porque ya se encuentra registrado.

Suposiciones:

- La secretaria ingresó en el formato correcto todos los datos.
- El paciente ya se encuentra registrado

Resultados:

- El paciente no es registrado y se presentará un mensaje indicando el motivo.

Escenario 7.1.- Ingreso exitoso de la operación.

Suposiciones:

- El médico ingresó correctamente los datos del registro de la operación realizada.

Resultados:

- La operación es registrada.
- Este registro incrementa el número de operaciones del doctor, y por ende el nivel de eficiencia.

- La clasificación de los grupos y planificación de las guardias pueden ser alteradas.

Escenario 7.2.- Ingreso fallido de la operación

Suposiciones:

- El médico no ingresó algún dato imprescindible.

Resultados:

- No se registra la operación y se presentará un mensaje indicando el motivo correspondiente.

Escenario 8.1.- Ingreso exitoso de la consulta.

Suposiciones:

- El médico o interno ingresa correctamente los datos del registro de la consulta.

Resultados:

- La consulta es registrada.
- Este registro incrementa el número de consultas del médico o interno, y por ende el nivel de eficiencia.
- La clasificación de los grupos y planificación de las guardias pueden ser alteradas.

Escenario 8.2.- Ingreso fallido de la consulta.

Suposiciones:

- El médico o interno no ingresó algún dato imprescindible.

Resultados:

- No se registra la consulta y se presentará un mensaje indicando el motivo correspondiente.

Escenario 9.1.- Selección, Limpieza y Carga exitosa de datos mensuales del número de atenciones.

Suposiciones:

- Se ha realizado la selección de los datos que se encuentran archivados en papel.
- Los datos son organizados en un archivo de Excel, de tal forma que puedan ser interpretados.

Resultados:

- La selección, limpieza y carga de datos se realizó exitosamente.

Escenario 9.2.- Selección, Limpieza y Carga no exitosa de datos mensuales del número de atenciones.

Suposiciones:

- No se realizó la selección de datos.
- Los datos no se encuentran organizados en el archivo de Excel.

Resultados:

- La selección, limpieza y carga de datos no se pudo realizar.

Escenario 10.1.- Predicción exitosa del número de emergencias del siguiente día.

Suposiciones:

- La secretaria registra a todos los pacientes que acuden al área de emergencia.
- Se ha realizado el ingreso de los datos que se encontraban en papel.

Resultados:

- La predicción del número de emergencias del siguiente día es realizada.

Escenario 10.2.- Predicción fallida del número de emergencias del siguiente día.

Suposiciones:

- La secretaria registra a todos los pacientes que acuden al área de emergencia.
- No se ha realizado el ingreso de los datos que se encontraban en papel.

Resultados:

- La predicción del número de emergencias del siguiente día no se realiza correctamente.

Escenario 11.1.- Clasificación exitosa del personal médico.

Suposiciones:

- Existe personal médico registrado.

- El médico ha registrado las consultas u operaciones realizadas.
- El interno ha registrado las consultas realizadas.

Resultados:

- La clasificación del personal médico es realizada.
- La planificación de las guardias puede ser realizada.

Escenario 11.2.- Clasificación no exitosa del personal médico.

Suposiciones:

- No existe personal médico registrado.
- El médico no ha registrado las consultas u operaciones realizadas.
- El interno no ha registrado las consultas realizadas.

Resultados:

- La clasificación del personal médico no es realizada correctamente.
- La planificación de las guardias no será realizada correctamente.

Escenario 12.1.- Planificación exitosa de las guardias médicas.

Suposiciones:

- La clasificación del personal médico es realizada correctamente.

Resultados:

- La planificación de las guardias médicas es realizada.

Escenario 12.2.- Planificación fallida de las guardias médicas.

Suposiciones:

- La clasificación del personal médico no se realizó correctamente.

Resultados:

- La planificación de las guardias médicas no es realizada correctamente.

2.2.6. Diagramas de Interacción de Objetos

Caso de Uso 1: Ingresar al Sistema

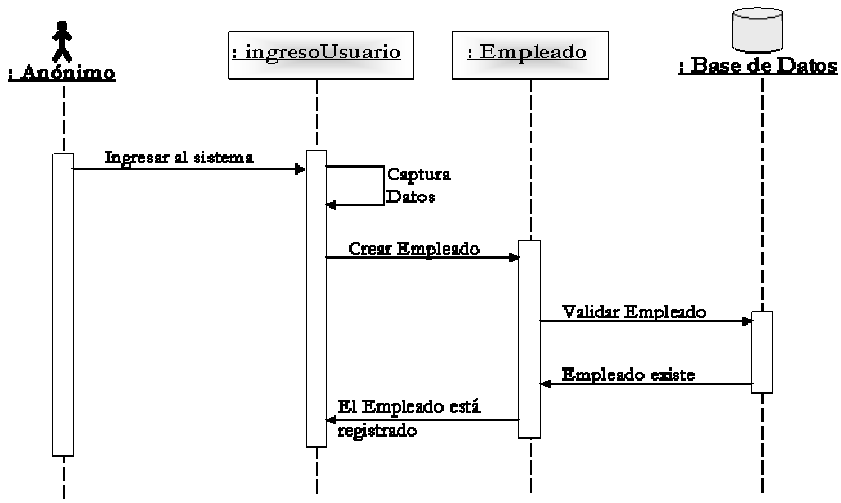


Gráfico 2.2 Ingreso exitoso de un empleado.

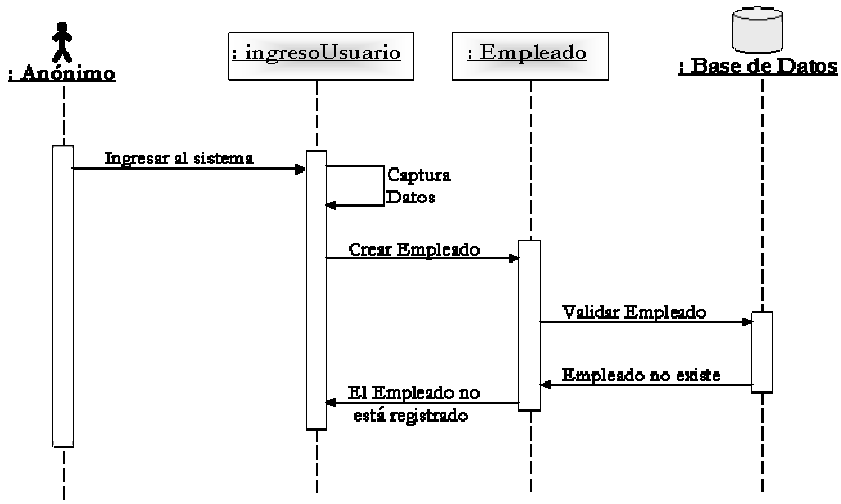


Gráfico 2.3 Ingreso fallido de un empleado.

Caso de Uso 2: Ingresar personal médico.

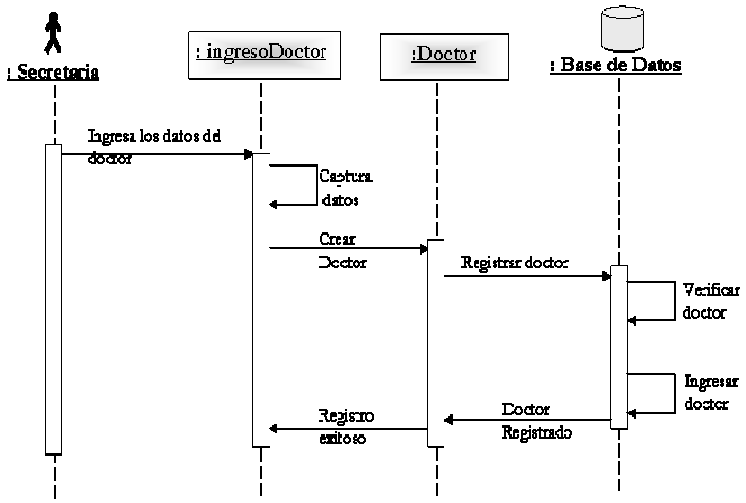


Gráfico 2.4 Ingreso exitoso del personal médico.

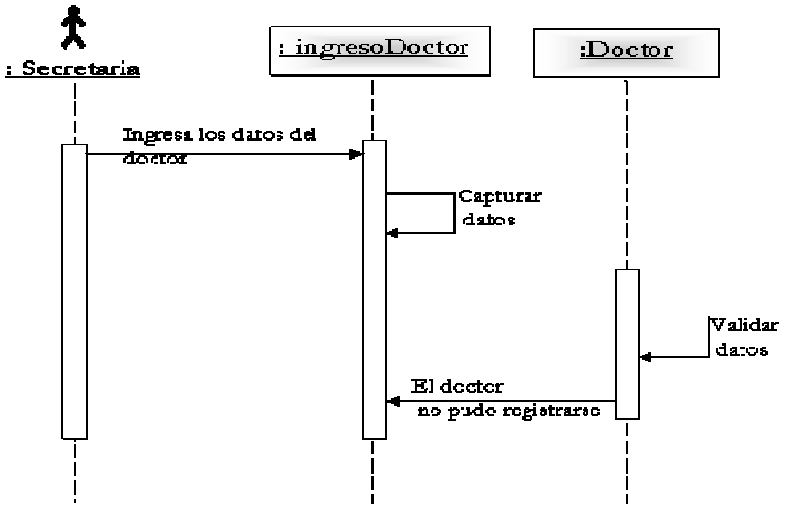


Gráfico 2.5 Ingreso fallido del personal médico por datos erróneos.

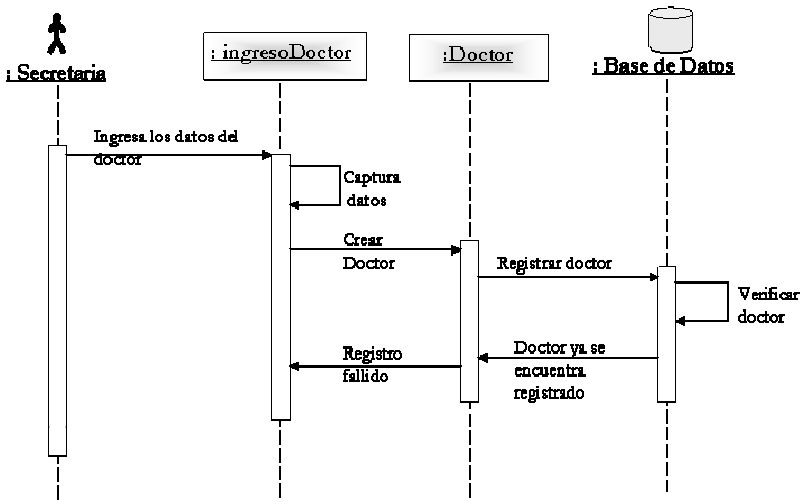


Gráfico 2.6 Ingreso fallido del personal médico porque ya se encuentra registrado.

Caso de Uso 3: Modificar personal médico.

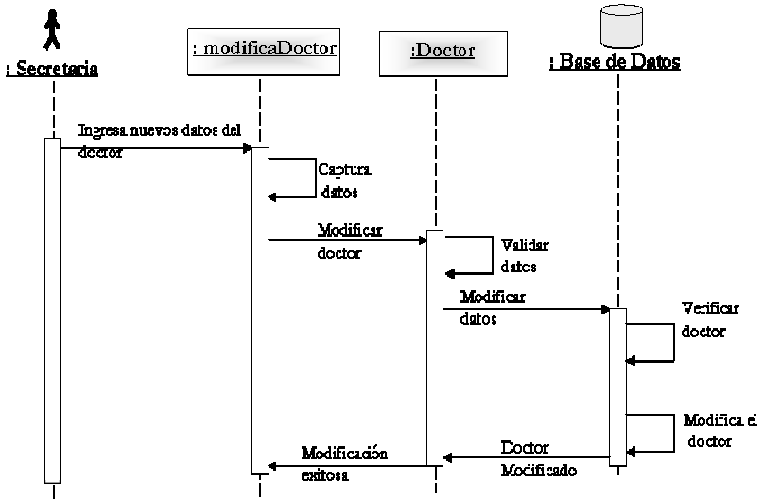


Gráfico 2.7 Modificación exitosa del personal médico.

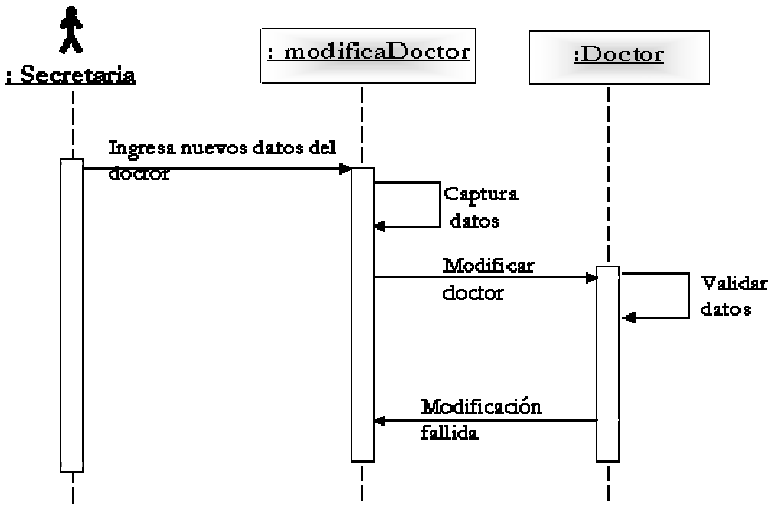


Gráfico 2.8 Modificación fallida del personal médico.

Caso de Uso 4: Ingresar empleado.

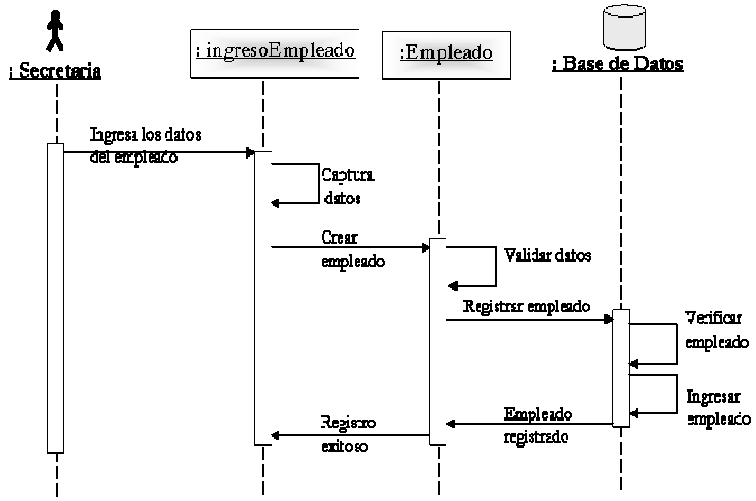


Gráfico 2.9 Ingreso exitoso del empleado.

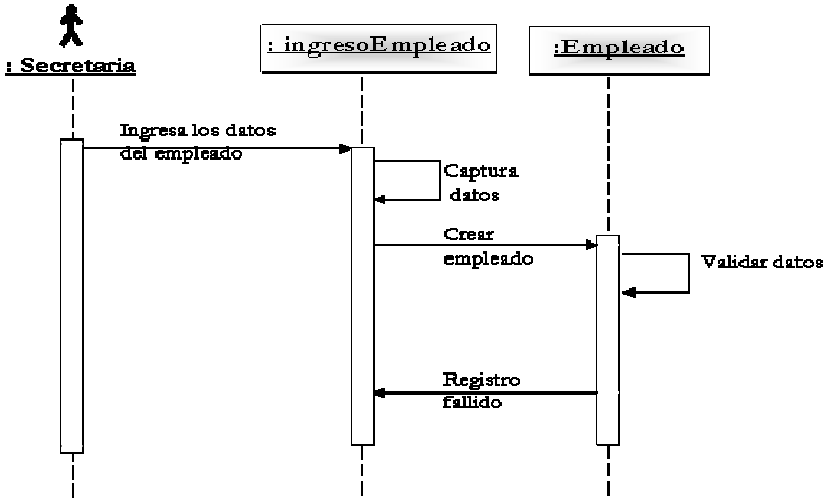


Gráfico 2.10 Ingreso fallido del empleado por datos erróneos.

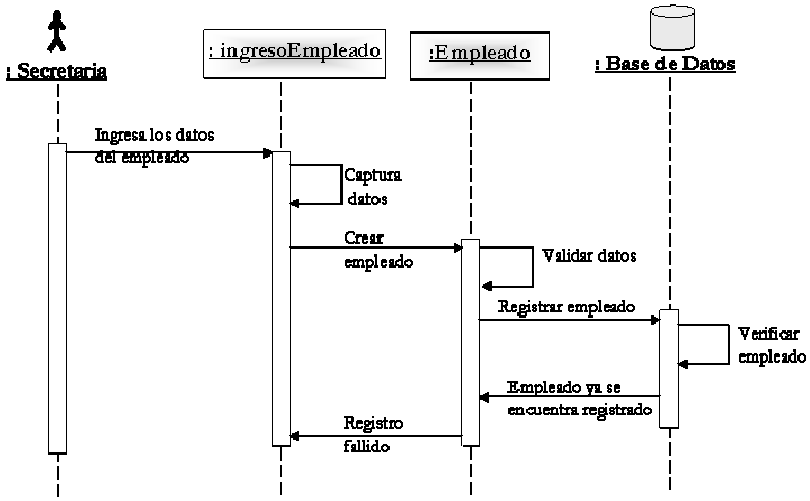


Gráfico 2.11 Ingreso fallido del empleado porque ya se encuentra registrado.

Caso de Uso 5: Modificar empleado.

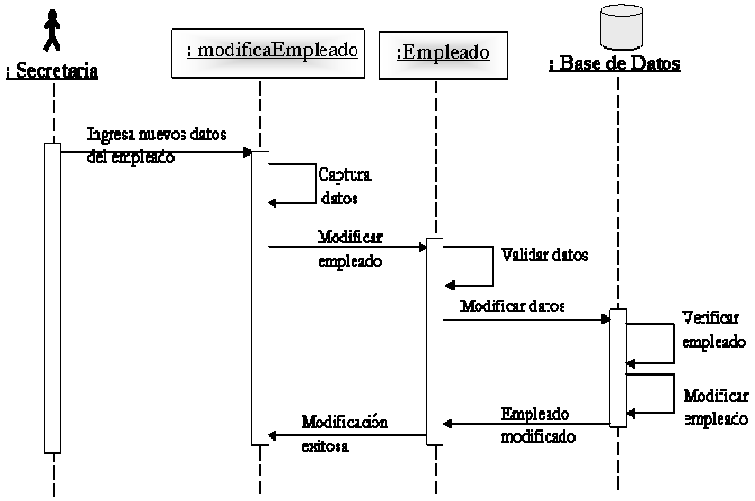


Gráfico 2.12 Modificación exitosa del empleado.

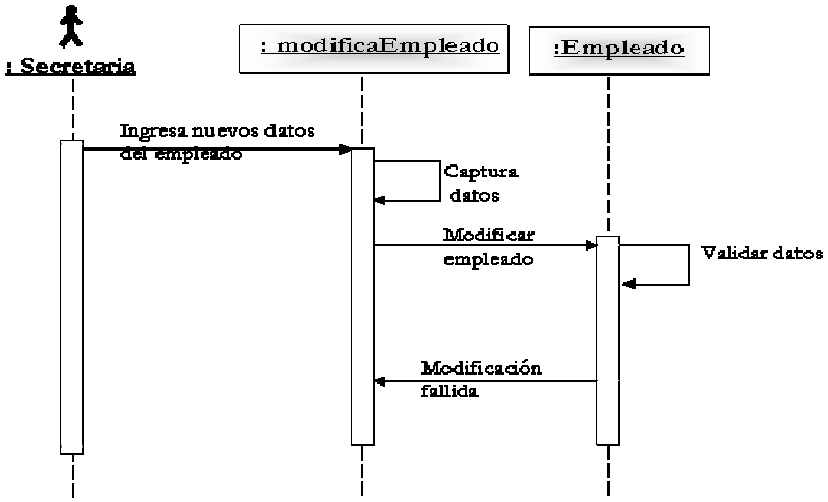


Gráfico 2.13 Modificación fallida del empleado.

Caso de Uso 6: Ingresar paciente.

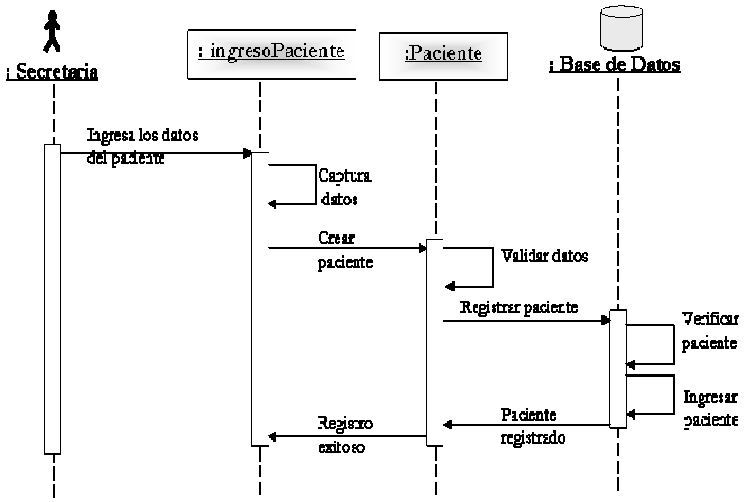


Gráfico 2.14 Ingreso exitoso del paciente.

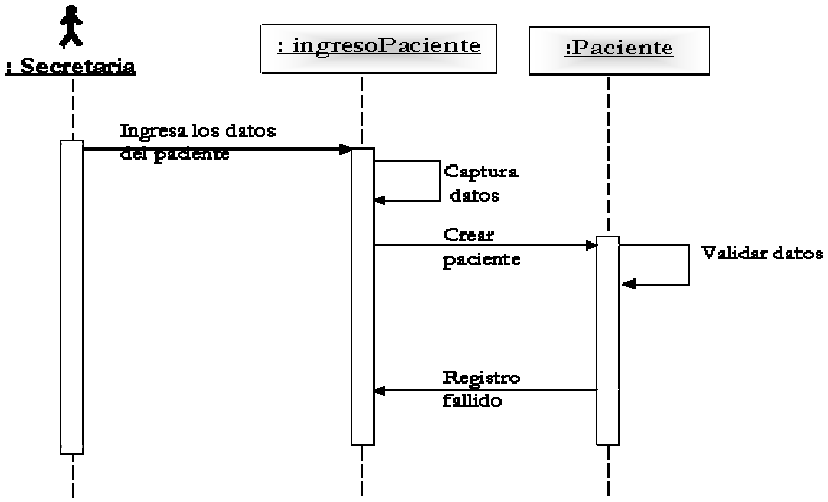


Gráfico 2.15 Ingreso fallido del paciente por datos erróneos.

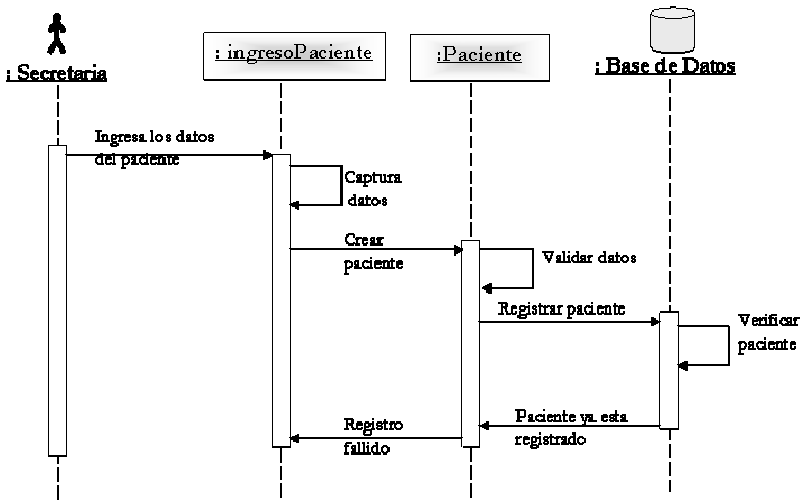


Gráfico 2.16 Ingreso fallido del paciente porque ya se encuentra registrado.

Caso de Uso 7: Registro de operación.

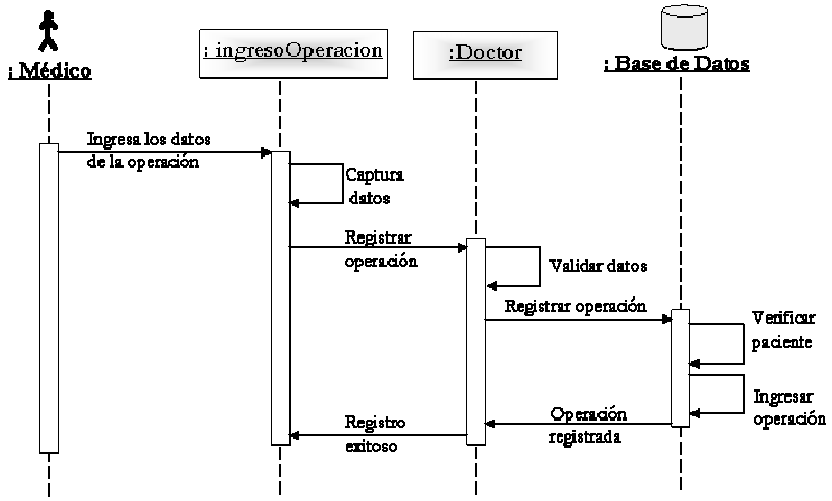


Gráfico 2.17 Ingreso exitoso de la operación.

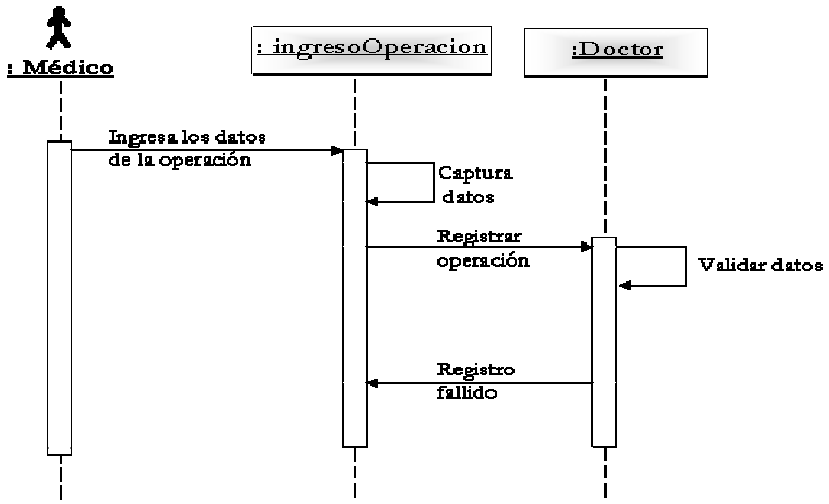


Gráfico 2.18 Ingreso fallido de la operación.

Caso de Uso 8: Registrar consulta.

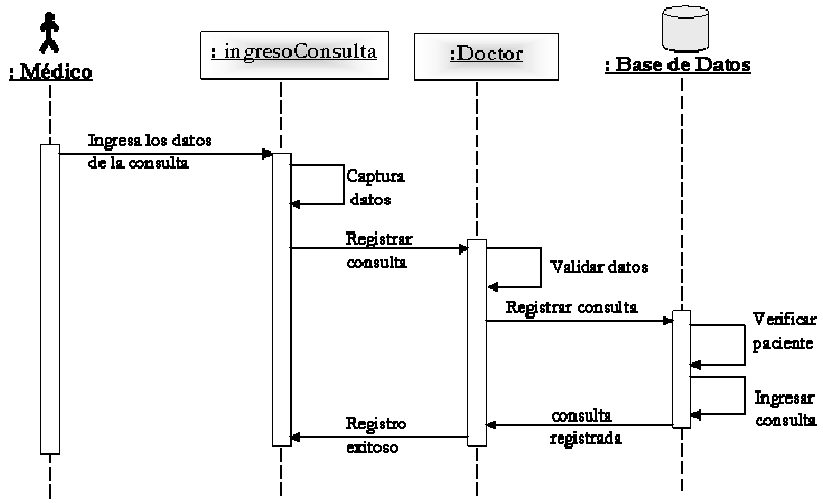


Gráfico 2.19 Ingreso exitoso de la consulta.

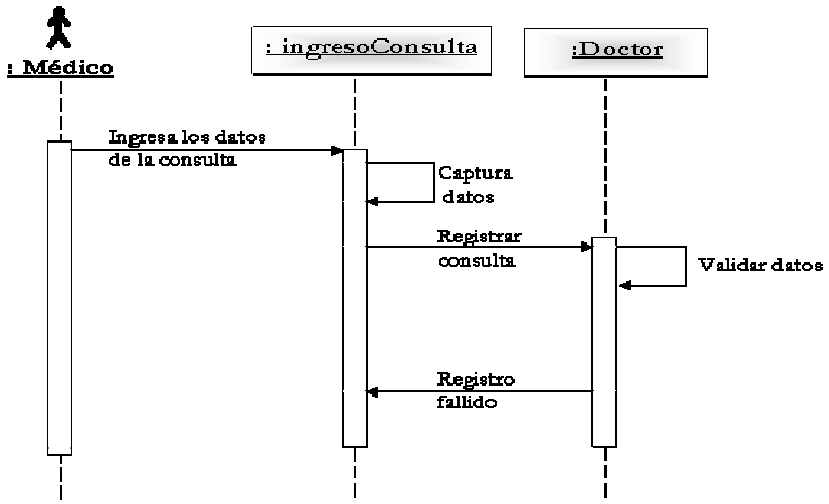


Gráfico 2.20 Ingreso fallido de la consulta.

Caso de Uso 9: Selección, Limpieza y Carga de datos mensuales del número de atenciones.

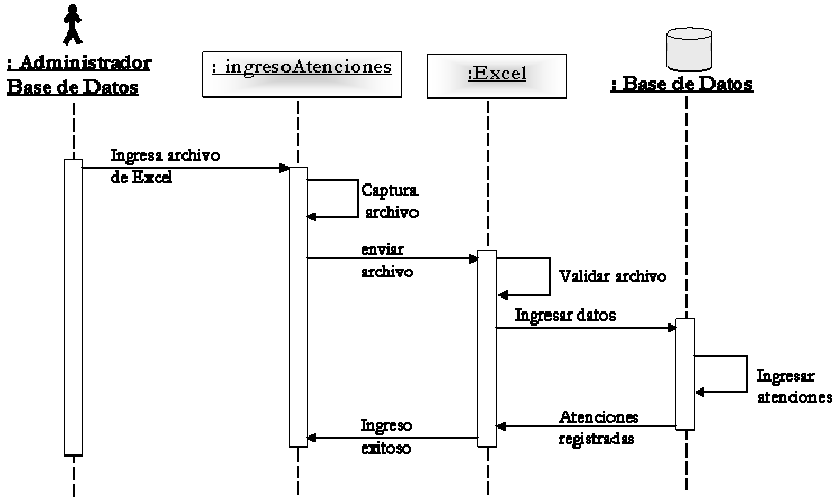


Gráfico 2.21 Selección, Limpieza y Carga exitosa de datos mensuales del número de atenciones.

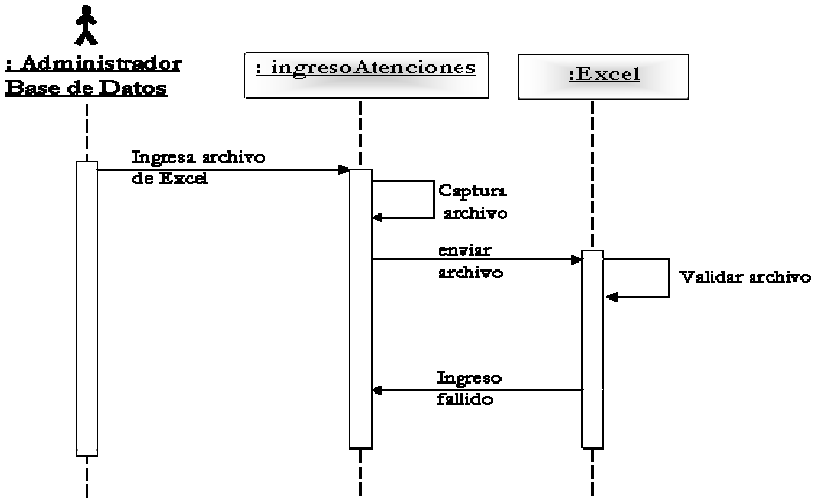


Gráfico 2.22 Selección, Limpieza y Carga no exitosa de datos mensuales del número de atenciones.

Caso de Uso 10: Predecir el número de emergencias del siguiente día.

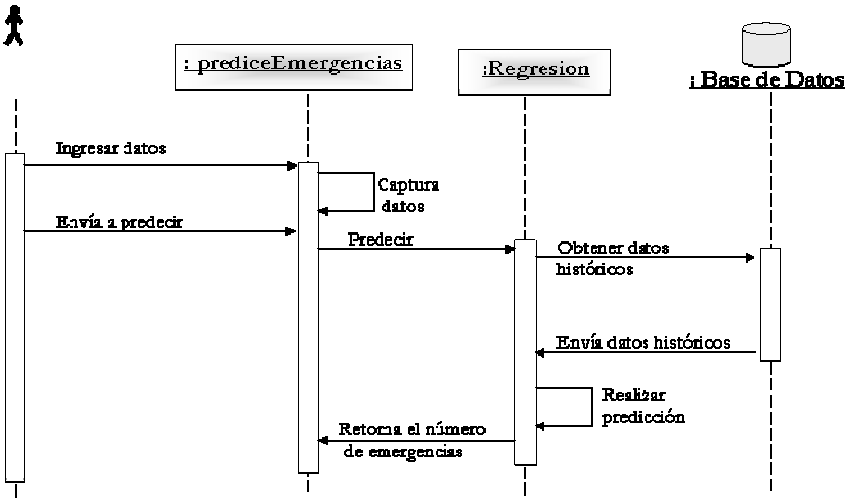


Gráfico 2.23 Predicción exitosa del número de emergencias del siguiente día.

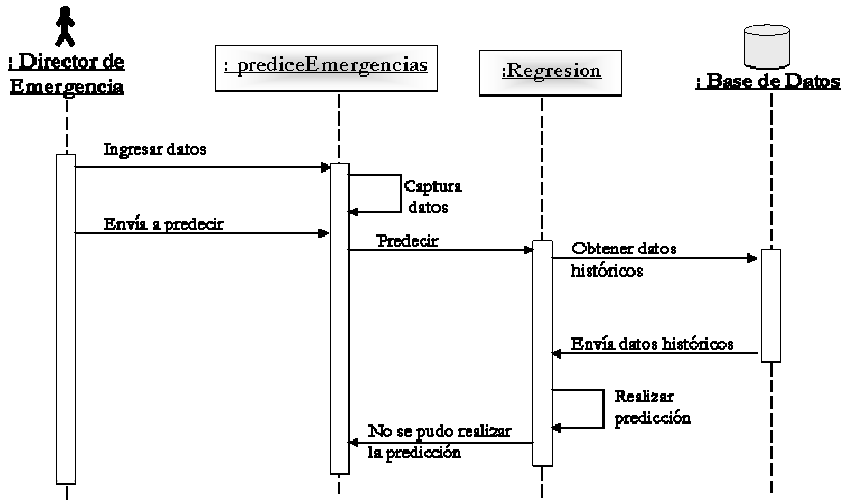


Gráfico 2.24 Predicción fallida del número de emergencias del siguiente día.

Caso de Uso 11: Clasificar el personal médico.

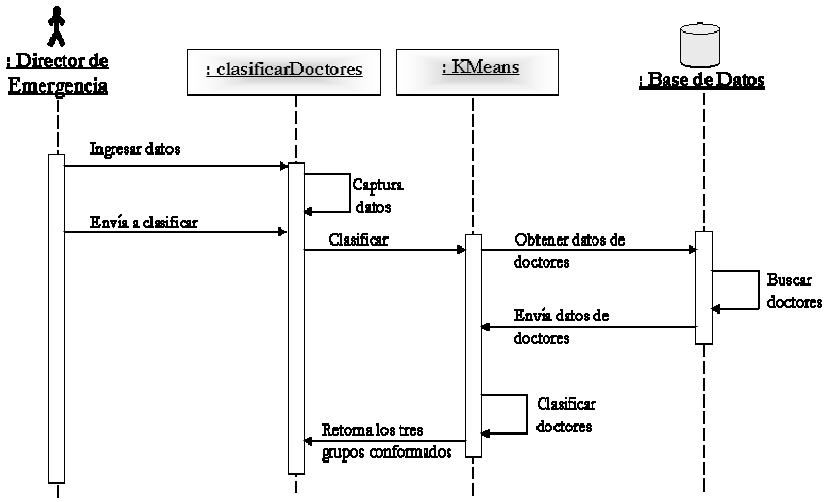


Gráfico 2.25 Clasificación exitosa del personal médico.

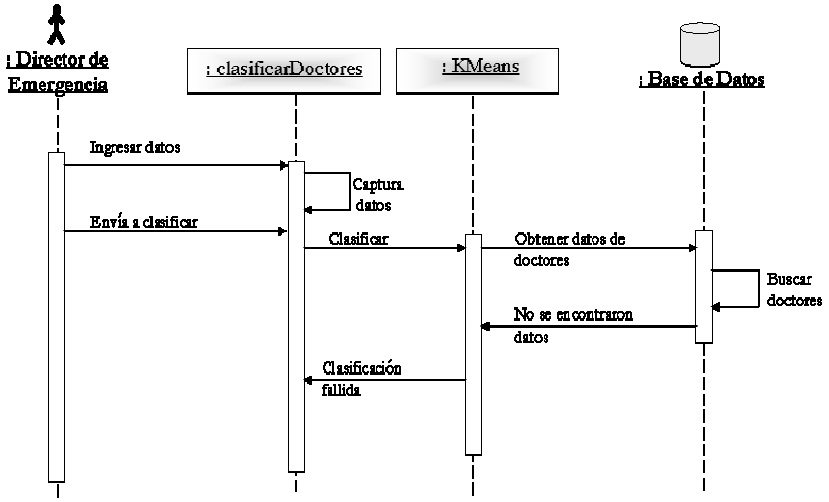


Gráfico 2.26 Clasificación no exitosa del personal médico.

Caso de Uso 12: Planificar las guardias médicas.

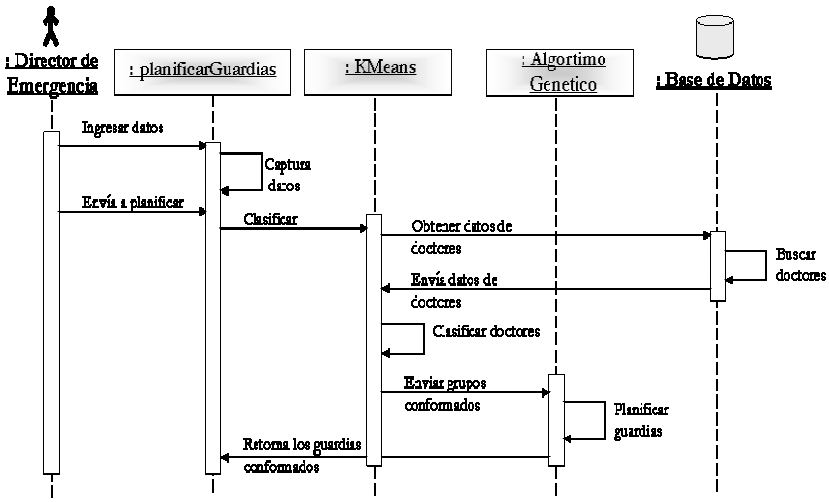


Gráfico 2.27 Planificación exitosa de las guardias médicas.

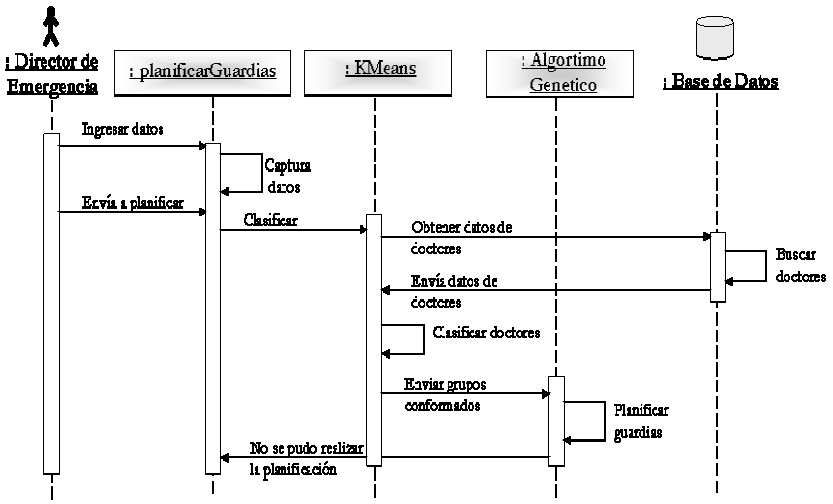


Gráfico 2.28 Planificación fallida de las guardias médicas.

2.3. ANÁLISIS Y DISEÑO DEL MODELO DE DATOS

Los datos hospitalarios que necesitamos para el sistema, deben ser almacenados de forma confiable ya que contienen información relevante, razón por la cual realizamos un modelamiento de datos que pueda garantizar la integridad de éstos; para ello, se detalla cada una de las tablas diseñadas, las relaciones entre ellas y el modelo para poder ver el comportamiento de la base de datos.

A continuación, se detalla el diccionario de datos que describe las tablas que forman parte de nuestro módulo transaccional del sistema que nos permite alimentar nuestra base de datos:

TABLA SERVICIO		
Almacena las diferentes especialidades que tiene el área de emergencia		
NOMBRE	**TIPO DE DATO**	**DESCRIPCION**
id_servicio (PK)	int	Identificador del servicio o especialidad que se genera automáticamente.
nombre	varchar(50)	Indica las diferentes especialidades: Cirugía General, Pediatría, Medicina Interna y Ginecología

Tabla 2.1 Tabla Servicio

TABLA ROL		
Almacena los tipos de roles que pueden poseer los usuarios en el sistema		
NOMBRE	**TIPO DE DATO**	**DESCRIPCION**
id_rol (PK)	int	Identificador del rol que se genera automáticamente.
nombre	varchar(30)	Este campo indica los roles: Secretaria, Director de Emergencia, Administrador de la base de datos y Médico

Tabla 2.2 Tabla Rol

TABLA EMPLEADO		
Super tipo que permite referenciar a cada uno de los empleados que interactúan con el sistema especificando el tipo de rol que desempeña		
NOMBRE	**TIPO DE DATO**	**DESCRIPCION**
id_empleado (PK)	int	Identificador del empleado registrado que se genera automáticamente.
cédula	char(10)	Cédula del empleado registrado
nombres	varchar(100)	Nombres del empleado registrado
apellidos	varchar(100)	Apellidos del empleado registrado
fecha_nac	datetime	Fecha de nacimiento del empleado
estado	char(1)	Indica el estado activo o inactivo del empleado: 'A' o 'I'
domicilio	varchar(100)	Dirección del empleado registrado
teléfono	varchar(20)	Números telefónicos del empleado
fecha_ingreso	datetime	Fecha de ingreso del empleado
id_rol (FK)	int	Identificador del rol que desempeña el empleado
sexo	char(1)	Sexo del empleado: 'M' o 'F'
usuario	varchar(25)	Cadena de texto utilizada como nombre de usuario para acceder al sistema
contraseña	varchar(25)	Clave de seguridad que permite al empleado acceder al sistema.

Tabla 2.3 Tabla Empleado

TABLA DOCTOR		
Subtipo que identifica al personal médico que puede ser un médico o interno almacenando sus datos personales y profesionales.		
NOMBRE	**TIPO DE DATO**	**DESCRIPCION**
id_empleado	int	Identificador del empleado registrado
celular	varchar(20)	Números de contacto
email	varchar(40)	Email del personal médico registrado
nivel_estudio	char(2)	Indica el nivel de estudio que puede ser: interno, titulado, postgrado o masterado
num_certif	bigint	Indica el número de certificados de asistencia a cursos o seminarios
experiencia	int	Número de años de experiencia
id_servicio (FK)	int	Identificador del servicio o especialidad al que pertenece el personal médico

Tabla 2.4 Tabla Doctor

TABLA CATALOGO		
Es una tabla que sirve de referencia para otras tablas; es decir que tiene un código y su respectiva descripción para: sexo, estado, nivel de estudio.		
NOMBRE	**TIPO DE DATO**	**DESCRIPCION**
id_catalogo (PK)	int	Identificador del código que se genera automáticamente.
código	char(2)	Código de referencia
descripción	varchar(30)	Describe el significado del código

Tabla 2.5 Tabla Catálogo

TABLA CONSULTA		
Almacena las consultas realizadas por cada uno del personal médico de las especialidades de Medicina Interna y Pediatría		
NOMBRE	**TIPO DE DATO**	**DESCRIPCION**
id_consulta (PK)	int	Identificador de la consulta realizada que se genera automáticamente.
id_doctor (FK)	int	Identificador del médico o interno que realiza la consulta
id_paciente (FK)	int	Identificador del paciente
descripción	text	Indica la descripción sobre la consulta
fecha	datetime	Fecha en la que se realiza la consulta

Tabla 2.6 Tabla Consulta

TABLA OPERACION		
Almacena las operaciones quirúrgicas realizadas por cada uno de los médicos de las especialidades de Cirugía General y Ginecología		
NOMBRE	**TIPO DE DATO**	**DESCRIPCION**
id_operacion (PK)	int	Identificador de la operación realizada que se genera automáticamente
id_doctor (FK)	int	Identificador del doctor
id_paciente (FK)	int	Identificador del paciente
nombre	text	Indica el nombre de la operación
fecha	datetime	Fecha en la que se realiza la operación

Tabla 2.7 Tabla Operación

TABLA PACIENTE		
Almacena los datos personales de los pacientes llevando un registro diario		
NOMBRE	**TIPO DE DATO**	**DESCRIPCION**
id_paciente (PK)	int	Identificador del paciente automático
nombres	varchar(50)	Nombres del paciente
apellidos	varchar(50)	Apellidos del paciente
cédula	char(10)	Cédula del paciente
edad	int	Edad del paciente
sexo	char(1)	Sexo del paciente: 'M' o 'F'
domicilio	varchar(100)	Dirección del paciente registrado
teléfono	char(10)	Números telefónicos del paciente

Tabla 2.8 Tabla Paciente

A continuación se detallan las tablas que forman parte de nuestro módulo de predicción, que nos permite predecir el número de atenciones o emergencias para el día siguiente:

TABLA REGRESION		
Es una tabla que se utiliza sólo para almacenar los coeficientes que se generan para cada una de las variables de regresión		
NOMBRE	**TIPO DE DATO**	**DESCRIPCION**
id_variable (PK)	char(10)	Identificador secuencial
valor	decimal	Valores de los coeficientes

Tabla 2.9 Tabla Regresión

TABLA VARIABLES_REGRESION		
Es una tabla donde se carga los datos históricos del número de atenciones para cada especialidad		
NOMBRE	**TIPO DE DATO**	**DESCRIPCION**
fecha	datetime	Fecha diaria
m1	bit	primer dígito binario que representa al mes
m2	bit	segundo dígito binario que representa al mes
m3	bit	tercer dígito binario que representa al mes
m4	bit	cuarto dígito binario que representa al mes
d1	bit	primer dígito binario que representa al día
d2	bit	segundo dígito binario que representa al día
d3	bit	tercer dígito binario que representa al día
feriado	bit	Indica si un día es o no feriado
cantidad	int	Indica el número de emergencias
e1	bit	primer dígito binario representa a la especialidad
e2	bit	segundo dígito binario representa a la especialidad
e3	bit	tercer dígito binario representa a la especialidad

Tabla 2.10 Tabla Variables_Regresion

Para codificar los meses al formato binario se necesitan 4 variables: m1, m2, m3 y m4; para los días se necesitan 3 variables: d1, d2 y d3;

para las especialidades se necesitan 3 variables: e1, e2 y e3; las cuales están guardadas en la tabla de la siguiente forma:

DIA	d1	d2	d3
Lunes	0	0	1
Martes	0	1	0
Miércoles	0	1	1
Jueves	1	0	0
Viernes	1	0	1
Sábado	1	1	0
Domingo	1	1	1

Tabla 2.11 Codificación binaria de los días

MES	m1	m2	m3	m4
Enero	0	0	0	1
Febrero	0	0	1	0
Marzo	0	0	1	1
Abril	0	1	0	0
Mayo	0	1	0	1
Junio	0	1	1	0
Julio	0	1	1	1
Agosto	1	0	0	0
Septiembr	1	0	0	1
Octubre	1	0	1	0
Noviembre	1	0	1	1
Diciembre	1	1	0	0

Tabla 2.12 Codificación binaria de los meses

ESPECIALIDAD	e1	e2	e3
Cirugía General	0	0	1
Pediatría	0	1	0
Medicina Interna	0	1	1
Ginecología	1	0	0

Tabla 2.13 Codificación binaria de las especialidades

A continuación, se detallan las tablas que forman parte de nuestro módulo de clasificación, que nos permite, formar los tres grupos de médicos en base a su eficiencia: alta, media y baja.

TABLA GRUPOS_CONFORMADOS	
Es una tabla de hecho que me permite hacer más eficiente la consulta de los grupos formados	
NOMBRE	**TIPO DE DATO**
id_empleado (FK)	int
id_servicio (FK)	int
fecha_clasifica	datetime
grupo	int

Tabla 2.14 Tabla Grupos_Conformados

A continuación, se detallan las tablas que forman parte de nuestro módulo de planificación, que nos permite formar las guardias de tres

doctores en base a la combinación óptima de los grupos previamente formados por el algoritmo de clasificación de minería de datos.

TABLA GUARDIAS_OPTIMAS	
Es una tabla de hecho que me permite hacer más rápida las consultas de las guardias	
NOMBRE	**TIPO DE DATO**
fecha_planificación	datetime
id_doctor1 (FK)	int
id_doctor2 (FK)	int
id_doctor3 (FK)	int
día	datetime

Tabla 2.15 Tabla Guardias_Optimas

El esquema de la base de datos se lo representa en dos modelos:

Modelo Lógico: Esta orientado a transacciones que manejan pocos registros simultáneamente. Y en aplicaciones orientadas a la toma de decisiones presenta varias carencias.

Modelo Multidimensional: Esta orientado a procesar grandes volúmenes de datos. Su mejor rendimiento se debe a que trabaja sobre datos agregados, totales, subtotales, series temporales y diversos grados de detalle de los datos.

MODELO LÓGICO

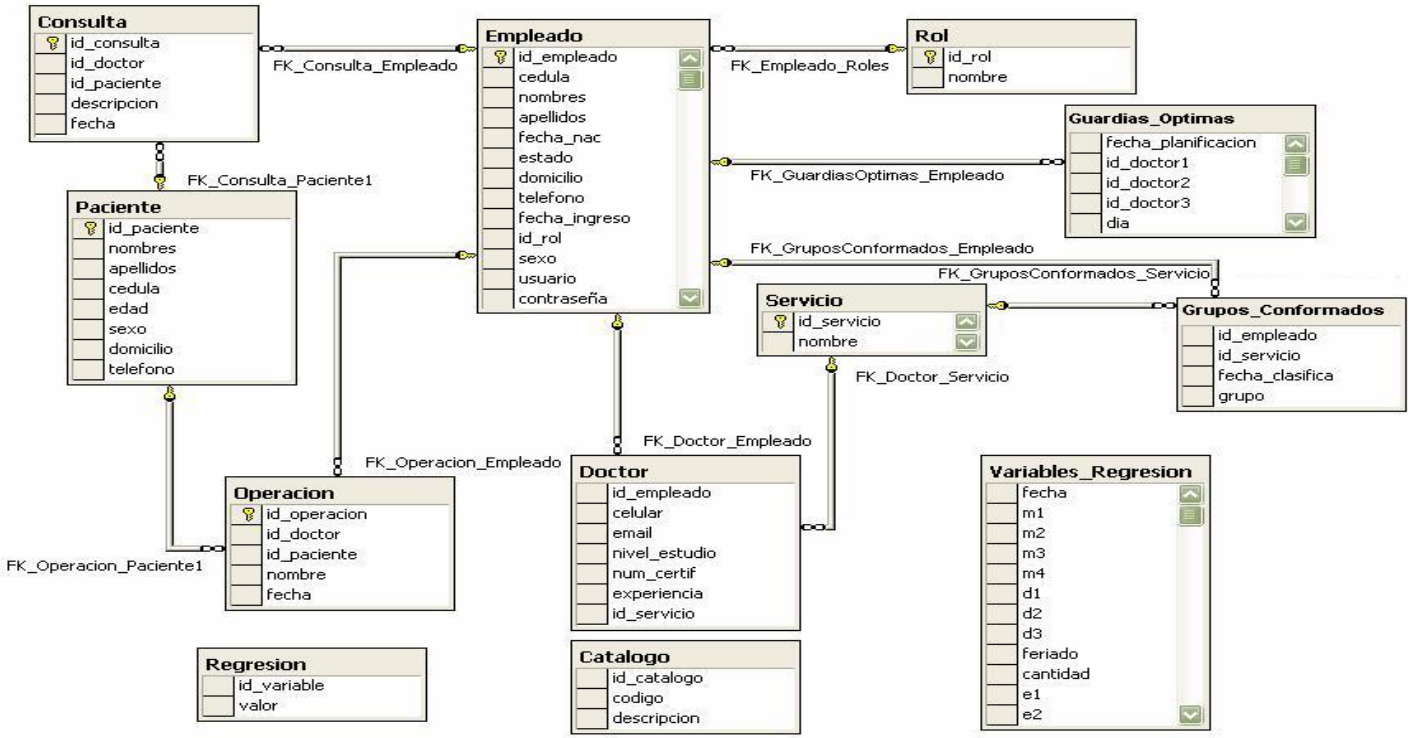


Gráfico 2.29 Modelo Lógico de la Base de Datos

MODELO MULTIDIMENSIONAL

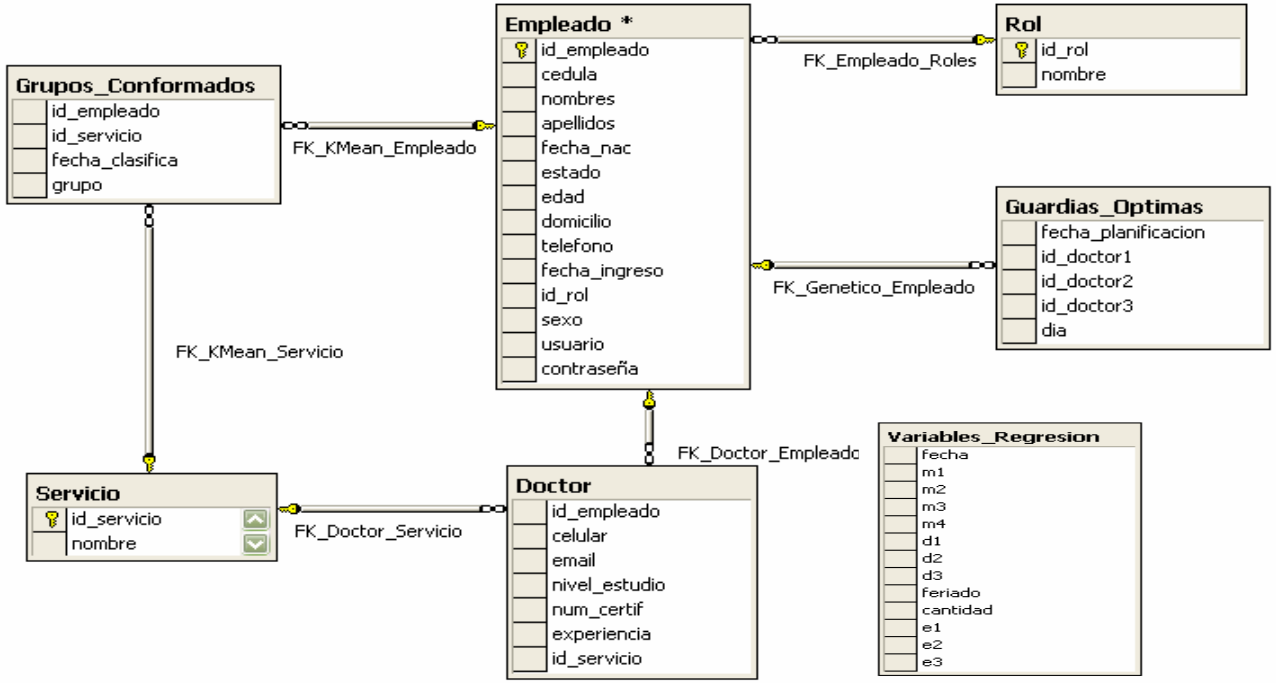


Gráfico 2.30 Modelo Multidimensional de la Base de Datos

2.4. Análisis y diseño de la interfaz con el usuario

Las interfaces del sistema han sido diseñadas para cuatro tipos de actores: Secretaria, Médico, Director de Emergencia y Administrador de la base de datos. Dichas interfaces se emplean para que la interacción del usuario con el sistema sea amigable.

La secretaria tiene accesos a registrar paciente, registrar o modificar empleado, registrar o modificar doctor. El diseño de estas interfaces para los ingresos no genera mayores problemas y no necesitan mayor detalle.

2.4.1. Diseño de Interfaz – Registros

REGISTRO DE PACIENTE

Gráfico 2.31 Formulario de Registro de Paciente

REGISTRO DE EMPLEADO

Gráfico 2.32 Formulario de Registro del Empleado

REGISTRO DEL DOCTOR

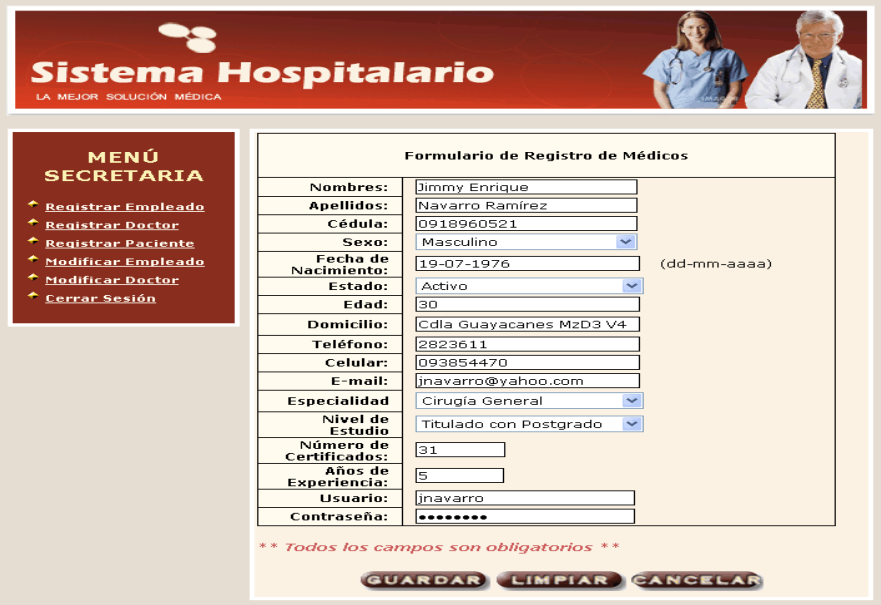


Gráfico 2.33 Formulario de Registro del Médico

Para las interfaces donde se aplica la minería, se realizó también un análisis de tal forma que no ocasionen confusión al usuario final, el Director de Emergencias; quien se encarga de realizar modelos predictivos, clasificativos y de planificación. El diseño está enfocado en orientarlo para que pueda interpretar de manera correcta los resultados que genere el sistema.

2.4.2. Diseño de Interfaz – Reporte Predictivo

El informe predictivo que se genera para el Director de Área de Emergencia está formado por campos claros y específicos para poder ser interpretado de la mejor forma; donde se presenta la

fecha actual, la fecha del día siguiente (día de la predicción) e indicar si el día siguiente para predecir es feriado o no, y además presentar el área.

A continuación mostraremos un ejemplo de predicción, para el área de: Ginecología.

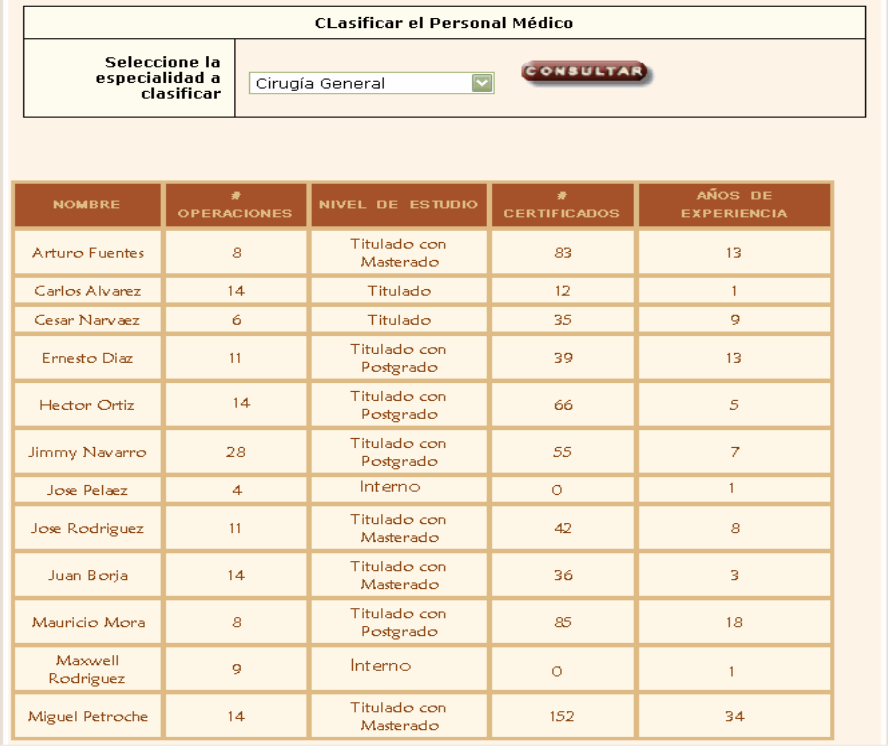
Gráfico 2.34 Reporte “Predicción de pacientes del día siguiente”

Luego de presionar el botón Consultar, obtendremos un historial de predicciones de la cantidad de pacientes atendidos durante los siete últimos días incluyendo el día siguiente que se busca predecir.

Para justificar los resultados, junto con el reporte de la tabla, también se genera un gráfico estadístico de barras que representa las cantidades que se predicen en la tabla; la cual sobresalta con otro color la última columna que es el día siguiente que se busca predecir, para que pueda distinguirse de las otras columnas.

2.4.3. Diseño de Interfaz – Reporte de Clasificación

El reporte de clasificación primeramente selecciona la especialidad que desea consultar donde presenta el personal médico que se encuentra registrado en la base de datos, con sus respectivos factores o indicadores que determinan la eficiencia de éstos.



CLasificar el Personal Médico

Seleccione la especialidad a clasificar: Cirugía General — CONSULTAR

NOMBRE	# OPERACIONES	NIVEL DE ESTUDIO	# CERTIFICADOS	AÑOS DE EXPERIENCIA
Arturo Fuentes	8	Titulado con Masterado	83	13
Carlos Alvarez	14	Titulado	12	1
Cesar Narvaez	6	Titulado	35	9
Ernesto Diaz	11	Titulado con Postgrado	39	13
Hector Ortiz	14	Titulado con Postgrado	66	5
Jimmy Navarro	28	Titulado con Postgrado	55	7
Jose Pelaez	4	Interno	0	1
Jose Rodriguez	11	Titulado con Masterado	42	8
Juan Borja	14	Titulado con Masterado	36	3
Mauricio Mora	8	Titulado con Postgrado	85	18
Maxwell Rodriguez	9	Interno	0	1
Miguel Petroche	14	Titulado con Masterado	152	34

Gráfico 2.35 Reporte “Clasificación del Personal Médico”

Luego de lo cual, se procede a clasificar el personal médico en tres grupos: alto, medio y bajo; donde finalmente se genera un reporte donde se tiene a los grupos de médicos ya clasificados.

Los grupos de doctores son: Bajo

NOMBRE	# CONSULTAS	NIVEL DE ESTUDIO	# CERTIFICADOS	AÑOS DE EXPERIENCIA
Carlos Alvarez	14	Titulado	12	1
Cesar Narvaez	6	Titulado	35	9
Jose Pelaez	4	Interno	0	1
Maxwell Rodriguez	9	Interno	0	1

Gráfico 2.36 Grupo de doctores con eficiencia de nivel bajo

Los grupos de doctores son: Medio

NOMBRE	# CONSULTAS	NIVEL DE ESTUDIO	# CERTIFICADOS	AÑOS DE EXPERIENCIA
Hector Ortiz	20	Titulado con Postgrado	66	5
Juan Borja	14	Titulado con Masterado	36	3
Jose Rodriguez	11	Titulado con Masterado	42	8
Ernesto Diaz	11	Titulado con Postgrado	39	13
Jimmy Navarro	28	Titulado con Postgrado	55	7

Gráfico 2.37 Grupo de doctores con eficiencia de nivel medio

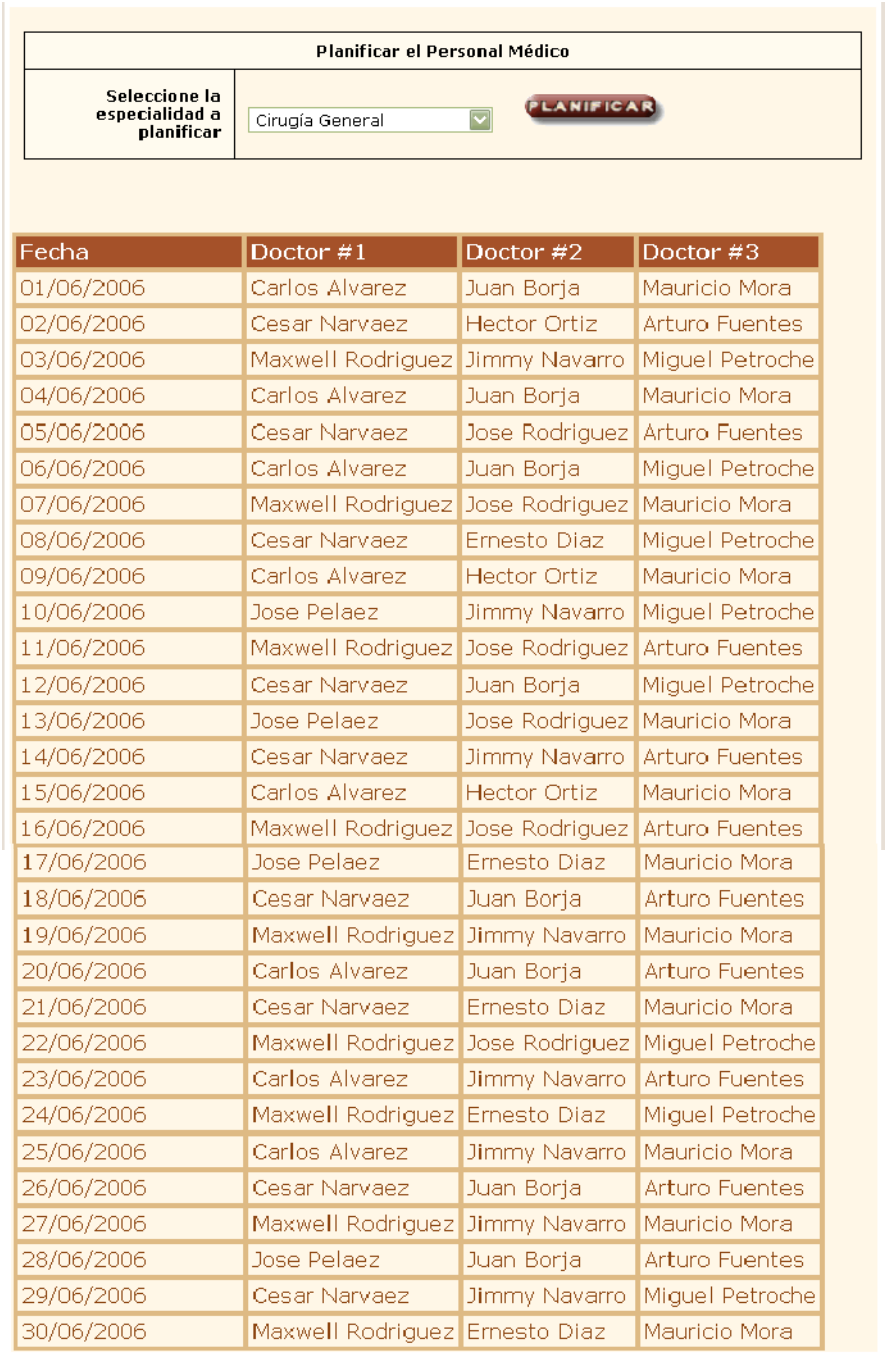
Los grupos de doctores son: Alto

NOMBRE	# CONSULTAS	NIVEL DE ESTUDIO	# CERTIFICADOS	AÑOS DE EXPERIENCIA
Arturo Fuentes	8	Titulado con Masterado	83	13
Miguel Petroche	14	Titulado con Masterado	152	34
Mauricio Mora	8	Titulado con Postgrado	85	18

Gráfico 2.38 Grupo de doctores con eficiencia de nivel alto

2.4.4. Diseño de Interfaz – Reporte de Planificación

Luego de determinar los grupos de eficiencia a los que pertenecen cada médico, se procede a seleccionar la especialidad donde se quiere formar las guardias; y en base a estos grupos generados, se combinan óptimamente generando la planificación de las guardias a lo largo del mes.



Planificar el Personal Médico

Seleccione la especialidad a planificar: Cirugía General — PLANIFICAR

Fecha	Doctor #1	Doctor #2	Doctor #3
01/06/2006	Carlos Alvarez	Juan Borja	Mauricio Mora
02/06/2006	Cesar Narvaez	Hector Ortiz	Arturo Fuentes
03/06/2006	Maxwell Rodriguez	Jimmy Navarro	Miguel Petroche
04/06/2006	Carlos Alvarez	Juan Borja	Mauricio Mora
05/06/2006	Cesar Narvaez	Jose Rodriguez	Arturo Fuentes
06/06/2006	Carlos Alvarez	Juan Borja	Miguel Petroche
07/06/2006	Maxwell Rodriguez	Jose Rodriguez	Mauricio Mora
08/06/2006	Cesar Narvaez	Ernesto Diaz	Miguel Petroche
09/06/2006	Carlos Alvarez	Hector Ortiz	Mauricio Mora
10/06/2006	Jose Pelaez	Jimmy Navarro	Miguel Petroche
11/06/2006	Maxwell Rodriguez	Jose Rodriguez	Arturo Fuentes
12/06/2006	Cesar Narvaez	Juan Borja	Miguel Petroche
13/06/2006	Jose Pelaez	Jose Rodriguez	Mauricio Mora
14/06/2006	Cesar Narvaez	Jimmy Navarro	Arturo Fuentes
15/06/2006	Carlos Alvarez	Hector Ortiz	Mauricio Mora
16/06/2006	Maxwell Rodriguez	Jose Rodriguez	Arturo Fuentes
17/06/2006	Jose Pelaez	Ernesto Diaz	Mauricio Mora
18/06/2006	Cesar Narvaez	Juan Borja	Arturo Fuentes
19/06/2006	Maxwell Rodriguez	Jimmy Navarro	Mauricio Mora
20/06/2006	Carlos Alvarez	Juan Borja	Arturo Fuentes
21/06/2006	Cesar Narvaez	Ernesto Diaz	Mauricio Mora
22/06/2006	Maxwell Rodriguez	Jose Rodriguez	Miguel Petroche
23/06/2006	Carlos Alvarez	Jimmy Navarro	Arturo Fuentes
24/06/2006	Maxwell Rodriguez	Ernesto Diaz	Miguel Petroche
25/06/2006	Carlos Alvarez	Jimmy Navarro	Mauricio Mora
26/06/2006	Cesar Narvaez	Juan Borja	Arturo Fuentes
27/06/2006	Maxwell Rodriguez	Jimmy Navarro	Mauricio Mora
28/06/2006	Jose Pelaez	Juan Borja	Arturo Fuentes
29/06/2006	Cesar Narvaez	Jimmy Navarro	Miguel Petroche
30/06/2006	Maxwell Rodriguez	Ernesto Diaz	Mauricio Mora

Gráfico 2.39 Reporte de Planificación de las Guardias Médicas

2.5. Técnicas y Algoritmos a utilizar

2.5.1. Definición

El algoritmo de minería de datos es el mecanismo para crear modelos de resolución de problemas en la búsqueda de conocimientos. Para crear un modelo, un algoritmo analiza primero un conjunto de datos, buscando patrones y tendencias específicos. Después, el algoritmo utiliza los resultados de este análisis para definir los parámetros del modelo de minería de datos.

La elección del algoritmo apropiado para una tarea específica puede ser un trabajo difícil, aunque puede utilizarse diferentes algoritmos para realizar la misma tarea, cada uno de ellos genera un resultado diferente, y algunos pueden generar más de un tipo de resultado.

Los algoritmos de minería de datos que se utiliza en nuestro sistema, realizan en general tareas de clasificación, de predicción y de planificación.

Clasificación: Consiste en examinar las características de los nuevos doctores ingresados y asignarlos en grupos ya definidos; además como estas características varían continuamente, los grupos también lo hacen.

Entre los tipos de técnicas que utiliza, tenemos:

- **Método Bayesiano:** Es un modelo gráfico que usa medios probabilísticos y cuenta con un dominio del conocimiento codificado, donde el algoritmo que emplean es el de las redes bayesianas.
- **Árboles de decisión:** estructuras en forma de árbol que representan conjuntos de decisiones, las cuales generan reglas de clasificación de un conjunto de datos.
- **K-Mean:** es una técnica que conforma grupos similares entre sí y diferentes entre los grupos mismos.

Predicción: Se utiliza para determinar el posible comportamiento futuro de los valores de una o más variables, a partir de un conjunto de datos; donde la meta principal es inducir un modelo para poder predecir.

Las técnicas desarrolladas varían dependiendo de las variables de entrada, entre las cuales tenemos:

- **Regresión Lineal:** Determina la relación de dependencia que ejerce una variable respecto a otra.
- **Regresión Múltiple:** Determina la relación de dependencia que existe entre dos o más variables independientes respecto a una independiente.

Planificación: Se utiliza para resolver problemas de búsqueda y optimización.

- **Algoritmo Genético:** Utilizan procesos tales como combinaciones genéticas, mutaciones, puntos de cruce en un diseño basado en los conceptos de evolución.
- **Recocido Simulado:** Encuentra la solución óptima con probabilidad de uno, donde selecciona aleatoriamente un candidato de entre los que componen el entorno de la solución actual; si el candidato es mejor que ella en términos del criterio de evaluación, entonces es aceptado como solución actual; en caso contrario, será aceptado con una probabilidad que decrece según crezca la diferencia entre los costos de la solución candidata y actual; cuando el candidato no sea aceptado, el algoritmo selecciona aleatoriamente otro candidato y se repite el proceso.

2.5.2. Justificación

Para la tarea de clasificación se escogió el algoritmo de K-Medias, puesto que permite dividir nuestro conjunto de datos del personal médico en un número de grupos; lo cual no podemos hacerlo con las otras técnicas existentes. Entre las otras características que tomamos en cuenta son:

- Agrupa los médicos de forma que los datos sean muy similares dentro de los grupos; y que estos grupos sean lo más heterogéneo posible entre ellos.
- Es conveniente utilizar esta técnica cuando tenemos gran cantidad de datos.
- Se debe estandarizar los datos si las unidades de medida de variables no son comparables
- La medida de similitud que se utiliza es el de las distancias euclídeas.

Para la tarea de predicción se escogió el algoritmo de Regresión Dicotómica Lineal Múltiple, debido a que se acopla al modelo que buscamos, el cual trabaja con variables cualitativas y cuantitativas; entre las características que tomamos a consideración están:

- Involucra más de una variable predictora.

- Permite que la variable respuesta sea planteada como una función lineal de un vector dimensional.
- Para encontrar los coeficientes de las variables predictoras, se plantea el modelo en términos de matrices.
- Tenemos dos tipos de variables regresoras: cualitativas (dicotómica) y cuantitativas
- Las variables cualitativas reciben el nombre de dicotómica debido a que se codifican a valores binarios (0,1)

Finalmente para la tarea de planificación se escogió el Algoritmo Genético por las siguientes razones:

- Operan de forma simultánea con variables soluciones, en vez de trabajar de forma secuencial como las técnicas tradicionales.
- Usan operadores probabilísticos, en vez de los típicos operadores determinísticos de las otras técnicas.
- Se basa en una función objetivo, que puede ser modificada con nuevos parámetros en cualquier momento.
- Sino es posible encontrar la solución, escoge la más óptima.
- Se encuentran soluciones de un mejor nivel aceptable en un tiempo razonable, a diferencia de los otros algoritmos.

- Es eficiente cuando la fase de búsqueda es larga, compleja y de difícil entendimiento.
- Constituyen realmente una poderosa herramienta de búsqueda heurística con la habilidad de explotar y aprender de sus dominios.

CAPÍTULO 3

3. IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS DE LAS PREDICCIONES Y CLASIFICACIONES DE LOS RECURSOS EN EL ÁREA DE EMERGENCIAS

3.1. Preparación del entorno de desarrollo.

Luego del entendimiento del problema, análisis y diseño del proyecto, procedemos con la preparación de las herramientas necesarias para proceder con el desarrollo del sistema predictivo y clasificativo para el área de emergencia hospitalaria. Las herramientas de programación necesarias para nuestro entorno son:

Internet Information Server (IIS): Internet Information Server (IIS) es un servidor Web de funciones completas que posibilita la creación de aplicaciones Web y servicios Web XML. La arquitectura de IIS 6.0 ha sido completamente reconstruida, con un nuevo modelo de

proceso de tolerancia a errores que mejora significativamente la confiabilidad de las aplicaciones y los sitios Web.

IIS puede aislar una aplicación Web individual o varios sitios en un proceso auto contenido (llamado un grupo de aplicaciones) que se comunica directamente con el núcleo del sistema operativo. Esta función aumenta el rendimiento y la capacidad de las aplicaciones, proporcionando a la vez más espacio libre en los servidores, con lo que se reducen de forma efectiva los requisitos de hardware. Estos grupos de aplicaciones auto contenidos impiden que una aplicación o un sitio interrumpan los servicios Web XML u otras aplicaciones Web del servidor.

También ofrece capacidades de supervisión del estado con el fin de descubrir, recuperar e impedir errores en las aplicaciones Web.

Lo encontramos en Panel de Control ➔ Herramientas Administrativas ➔ Servicios de Internet Information Server. Para su instalación debemos realizar los siguientes pasos: Desde el Panel de Control ➔ Agregar o quitar programas ➔ Agregar o quitar componentes de Windows luego aparece el cuadro de diálogo

"Asistente para componentes Windows" en donde seleccionamos Servicios de Internet Information Server (IIS).

Microsoft Visual Studio .NET 2003: Una herramienta completa para el desarrollo de aplicaciones de escritorio, aplicaciones web, aplicaciones móviles, entre otros.

Esta herramienta controla los recursos del sistema para que la aplicación se ejecute correctamente, el código puede ser escrito en cualquier lenguaje compatible con .Net ya que siempre se compila en código intermedio.

Posee un compilador que genera código binario (entendible por el computador) propio del sistema operativo, mejorando así el rendimiento de la aplicación al ser especifico por cada sistema operativo.

Se escogió esta herramienta, puesto que aparte de sus potentes características, cuenta con extensa documentación en Internet que sirvió de respaldo en la investigación para el desarrollo del proyecto. Esto se da debido a que Visual Studio .Net 2003 ha alcanzado un notable posicionamiento en el campo del desarrollo de software

convirtiéndose en una herramienta cuyo uso está ampliamente difundido por las ventajas y características del producto.

La instalación de Microsoft Visual Studio .NET 2003 se realiza por medio de cinco discos, uno de pre-requisitos para la instalación, dos que poseen la herramienta, y dos discos que corresponden a MSDN, que es la ayuda para el programador.

Microsoft SQL Server 2000: Una de las mejores bases de datos, puesto que nos da facilidades para la manipulación de los datos y su correspondiente procesamiento. Consiste de un disco de instalación.

Una vez preparados estos requerimientos, procedemos con la implementación del sistema.

3.2. Configuración de la base de datos.

Microsoft SQL Server 2000 es un potente motor de base de datos, que posee importantes características para el desarrollo del sistema SISPRED. Entre ellas podemos mencionar:

- **Integración con Internet:** El motor de base de datos de SQL Server 2000 incluye compatibilidad integrada con XML. También cuenta con las características de escalabilidad, disponibilidad y seguridad necesarias para operar el componente de almacenamiento de datos de los sitios Web de mayor tamaño.

- **Facilidad de instalación, distribución y utilización:** SQL Server 2000 incluye un conjunto de herramientas administrativas y de desarrollo que mejora el proceso de instalación, distribución, administración y uso de SQL Server en varios sitios.
- **Almacenamiento de datos:** SQL Server 2000 incluye herramientas para extraer y analizar datos de resumen para el procesamiento analítico en línea. SQL Server incluye también herramientas para diseñar gráficamente las bases de datos.

Para realizar el diseño y configuración de la base de datos para el sistema SISPRED, previamente se analizó detalladamente el modelo de negocio, en este caso un modelo aplicado al área de emergencia hospitalaria y luego de este estudio, se realizó la definición y creación de cada una de las tablas de la base de datos.

A la base de datos la hemos denominado “Emergencias”, y consta de doce tablas. Estas tablas son: Consulta, Paciente, Empleado, Doctor, Operación, Coeficientes_Regresion, Guardias_Optimas, Grupos_Conformados, Rol, Servicio, Variables_Regresion y Catálogo.

Las tablas Paciente, Empleado, Doctor, Consulta, Operación, son utilizadas mayoritariamente para la parte transaccional del sistema.

Es aquí donde se almacenan los datos de los pacientes que son atendidos, datos de empleados y de médicos. Para la parte predictiva utilizamos las tablas Coeficientes_Regresion y Variables_Regresion, para el módulo clasificativo almacenamos los resultados de la clasificación en la tabla Grupos_Conformados y finalmente para el módulo planificador se utiliza la tabla Guardias_Optimas en donde se almacena los grupos médicos para la planificación mensual, luego de la aplicación del algoritmo genético.

3.3. Desarrollo de Algoritmos e Interfaces.

La problemática de la gestión de las emergencias hospitalarias la hemos planteado en tres puntos importantes: En la predicción de la cantidad de emergencias esperadas, en la segmentación del personal médico que atiende a los pacientes en grupos de acuerdo a su nivel de desempeño y en la planificación de las guardias médicas.

Luego del análisis exploratorio de datos para el sistema SISPRED, determinamos la necesidad de implementar un modelo predictivo, un modelo clasificativo y un modelo planificador (algoritmo genético).

3.3.1. MODELO PREDICTIVO

El modelo predictivo está enfocado en estimar o predecir el valor de una variable, a partir de valores conocidos de otras

variables. Para obtener las predicciones para el área de emergencia hospitalaria hemos implementado un algoritmo de Regresión Dicotómica Lineal Múltiple.

La complejidad de este algoritmo está en el hecho de realizar la regresión utilizando tanto variables cuantitativas como variables cualitativas. Para utilizar las variables cualitativas se efectuó un proceso de estandarización o codificación que se explica más adelante.

El modelo de regresión dicotómica lineal múltiple con p variables predictoras y basado en n observaciones tomadas es de la forma:

$$y_i = \beta_0 + \beta_{1i} + \beta_2 x_{2i} + ...\beta_p x_{pi}$$

para i = 1,2,….n. Si escribimos el modelo para cada una de las observaciones, obtendremos ecuaciones lineales de la forma:

$$y_1 = \beta_0 + \beta_1 x_{11} + \beta_2 x_{21} + ...\beta_p x_{p1}$$

$$y_2 = \beta_0 + \beta_1 x_{12} + \beta_2 x_{22} + ...\beta_p x_{p2}$$

$$.....$$

$$y_n = \beta_0 + \beta_1 x_{1n} + \beta_2 x_{2n} + ...\beta_p x_{pn}$$

Estas ecuaciones lineales pueden ser escritas en forma matricial como:

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ . \\ . \\ . \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{12} & . & . & x_{1p} \\ 1 & x_{21} & x_{22} & . & . & x_{2p} \\ . & . & . & . & . & . \\ .. & . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . \\ 1 & x_{n1} & x_{n2} & . & . & x_{np} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ . \\ . \\ . \\ \beta_p \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ . \\ . \\ . \\ e_n \end{bmatrix}$$

El vector Y es un vector columna n dimensional que contiene a cada una de las observaciones tomadas para realizar la predicción, X es una matriz que corresponde a cada una de las variables que intervienen en el modelo predictivo y β es el vector de coeficientes de regresión a ser estimados.

El modelo generado intenta predecir el valor más probable para una observación. En nuestro caso en específico el algoritmo de regresión implementado se encarga de predecir el número de pacientes que asistirán a solicitar servicios médicos al área de emergencias de una institución hospitalaria. Los parámetros que utiliza la regresión son: fecha, día de la semana, mes, especialidad y si ese día es feriado.

Es importante acotar que para proceder con la implementación de la regresión múltiple previamente debimos determinar las

variables más importantes o más relevantes para realizar el correspondiente análisis de regresión.

Como se ha mencionado anteriormente la regresión dicotómica lineal múltiple utiliza variables cualitativas es decir que dichas variables no pueden ser cuantificables y hacen referencia a cualidades del objeto de estudio, por ejemplo: el sexo o día de la semana. Las variables cualitativas utilizadas para este modelo son:

Variables Cualitativas
Día de la Semana
Mes
Especialidad

Tabla 3.1 Variables Cualitativas

Cada una de estas variables cualitativas deben ser estandarizadas o codificadas para que puedan ser utilizadas en el modelo predictivo, esto se da debido a que el contenido de este tipo de variables generalmente no es el más idóneo y se presentan situaciones en las que no es posible utilizar ningún algoritmo de minería sobre los datos por no estar estandarizados.

El asignar un número a cada cualidad no resuelve el problema ya que si tenemos, por ejemplo, la variable especialidad con cuatro posibles respuestas correspondientes a las diferentes especialidades que comprende el área de emergencia del hospital, si le asignamos los valores 1, 2, 3, 4 a las especialidades de Medicina Interna, Cirugía, Pediatría y Ginecología respectivamente, significa a efectos del modelo, que la especialidad de Pediatría es tres veces mayor que la especialidad de Medicina Interna, lo cual no tienen ningún sentido. Más absurdo sería si se trata, a diferencia de ésta, de una variable nominal, sin ninguna relación de orden entre las respuestas, como puede ser el día de la semana.

La solución a este problema es crear las variables dicotómicas que permitan codificar todas las posibles respuestas, así por ejemplo si la variable en cuestión recoge datos de especialidad como Ginecología, Cirugía, Pediatría y Medicina Interna, entonces tenemos 4 posibles respuestas por lo que construiremos 3 variables internas dicotómicas (valores 0,1), existiendo diferentes posibilidades de codificación, que

conducen a diferentes interpretaciones, y siendo la más habitual la siguiente:

Especialidad	e1	e2	e3
Medicina General	0	0	1
Cirugía	0	1	0
Pediatría	0	1	1
Ginecología	1	0	0

Tabla 3.2 Codificación de la Variable Especialidad

Día de la Semana	d1	d2	d3
Lunes	0	0	1
Martes	0	1	0
Miércoles	0	1	1
Jueves	1	0	0
Viernes	1	0	1
Sábado	1	1	0
Domingo	1	1	1

Tabla 3.3 Codificación de la Variable Día de la Semana

De la misma forma que se realizó la estandarización de la variable especialidad, se realizó la codificación de las demás variables dicotómicas, lo cual lo presentamos en las siguientes tablas:

Mes	m1	m2	m3	m4
Enero	0	0	0	1
Febrero	0	0	1	0
Marzo	0	0	1	1
Abril	0	1	0	0
Mayo	0	1	0	1
Junio	0	1	1	0
Julio	0	1	1	1
Agosto	1	0	0	0
Septiembre	1	0	0	1
Octubre	1	0	1	0
Noviembre	1	0	1	1
Diciembre	1	1	0	0

Tabla 3.4 Codificación de la Variable Mes

La estandarización de los datos es muy importante puesto que nos permite reducir el número de variables a utilizar y de esta forma optimizar el modelo. Esto lo podemos apreciar claramente con el parámetro mes, donde son necesarias doce variables para la representación correspondientes a los doce meses del año; pero luego de efectuar la codificación o estandarización solamente fueron necesarias cuatro *variables dicotómicas*[2]para su representación.

[2] Variables Dicotómicas: Son aquellas que sólo pueden tomar dos valores, cero o uno, es decir verdadero o falso.

Luego de la correspondiente estandarización obtenemos el siguiente modelo predictivo para ser aplicado en el sistema SISPRED:

$$y = \beta_0 + \beta_1 d_1 + \beta_2 d_2 + \beta_3 d_3 + \beta_4 m_1 + \beta_5 m_2 + \beta_6 m_3 + \beta_7 m_4 + \beta_8 .feriado + \beta_9 e_1 + \beta_{10} e_2 + \beta_{11} e_3$$

Donde las variables que intervienen para el diseño del modelo de regresión son: d1, d2, d3; correspondientes al día de la semana, m1, m2, m3, m4, correspondientes al mes, feriado que es una variable que nos indica si un día es feriado, y e1, e2, e3, e4; correspondientes a la especialización. Cada una de estas variables: d1, d2, d3, m1, m2, m3, m4, e1, e2, e3, son variables cuyo tipo de dato es binario. Los coeficientes β del modelo serán calculados por medio de la regresión dicotómica lineal múltiple.

Los coeficientes β serán actualizados automáticamente desde el sistema al finalizar el día, de esta forma se logra una mayor precisión en la predicción, ya que toda la concurrencia de pacientes al área de emergencias registrada diariamente por el sistema para alimentar la base de datos podrá intervenir en el cálculo de la regresión.

3.3.2. MODELO CLASIFICATIVO

Los modelos clasificativos permiten detallar la manera en que los datos se distribuyen o agrupan dependiendo de sus características.

El modelo clasificativo que más se ajusta a la segmentación de los médicos del área de emergencia es el de Particionamiento de un espacio p-dimensional, caracterizado por algún tipo de algoritmo de clusterización.

El algoritmo de clusterización, identifica grupos, dentro de una gran cantidad de datos donde a simple vista sería muy difícil poder identificarlos. Este modelo encuentra tres niveles o categorías de médicos (ocultos en los datos). Dependiendo del desempeño de los doctores los niveles serán: Alto, Medio y Bajo.

El algoritmo que se implementó es el denominado K-Medias. El K-Medias es un algoritmo para clasificar o generar K número de grupos; en este caso específico K número de grupos de doctores, basándose en sus características o atributos.

Primeramente se definen el número de grupos a ser calculados por el algoritmo, por lo tanto para nuestra solución serán tres grupos correspondientes a los niveles de eficiencia del personal médico.

Inicialmente los grupos se generan de manera aleatoria y luego comienza a operar el algoritmo. Se calculan los centroides (promedio entre los elementos que conforman el grupo) y se procede a calcular las distancias euclídeas desde cada elemento a los centroides a cada uno de los grupos, asignando cada elemento al grupo que esté más próximo. Además cuando se asigna un nuevo elemento a un grupo se recalculan las coordenadas del centroide del grupo. El proceso es iterativo y termina cuando se han definido los grupos más homogéneos posibles.

En resumen, la agrupación o clusterización es hecha por minimización de la suma de cuadrados de las distancias entre los datos del personal médico.

Para seleccionar estas variables fue necesario realizar investigación y entrevistas, logrando identificar las variables que

se consideran de mayor relevancia para calificar al personal médico.

Las variables que intervienen en la aplicación del algoritmo clasificativo de este proyecto son: total de consultas atendidas, nivel de estudio, número de certificados obtenidos y años de experiencia. Para la clasificación de los doctores se utilizarán todas las variables mientras que para la clasificación de los internos se utilizan: total de consultas atendidas y años de experiencia. A continuación una descripción de cada una de estas variables:

Total de Consultas Atendidas: Consiste en el número de atenciones médicas registradas por el doctor o interno. Este valor se actualiza diariamente, a medida que el médico vaya registrando más atenciones a pacientes en la base de datos.

Nivel de Estudio: Indica el nivel académico alcanzado por el personal médico, que puede ser: Interno, Titulado, Titulado con Postgrado y Titulado con Masterado.

Número de Certificados: Muestra el número de certificados que posee un médico. Esta variable es muy importante puesto que en algunos hospitales públicos el número de seminarios o cursos a los que ha asistido un doctor son de gran relevancia al momento de hacer concursos de méritos, o grados de ascenso, o designación de cargos, entre otras distinciones.

Años de Experiencia: Indica el tiempo de experiencia que posee el doctor o el interno.

3.3.3. MODELO PLANIFICADOR

El propósito del modelo planificador es establecer los días en que el personal médico deberá realizar guardia, una tarea que era realizada por el director del área sin ayuda de ningún sistema; la regla del hospital hace énfasis en que un doctor no debería realizar 2 guardias seguidas, para resolver este problema se utiliza un algoritmo genético el cual utilizando los grupos de doctores clasificados conforma la guardia del mes colocando tres doctores (escoge uno de cada clasificación) aleatoriamente en cada guardia formando una planificación base.

Como una analogía a la codificación genética de los seres vivos, quienes almacenan sus características físicas en los genes que se disponen linealmente para formar cromosomas, los problemas de optimización que utilizan algoritmos genéticos almacenan sus unidades mínimas de información para cada elemento de la población en genes, esta cadena de longitud finita forma a su vez los cromosomas.

Durante el proceso de fecundación, el espermatozoide y el óvulo se unen y reconstruyen en el nuevo organismo la disposición por pares de los cromosomas; la mitad de estos cromosomas procede de cada padre. Este mismo hecho simulan los algoritmos genéticos con el proceso de cruzamiento donde dos cromosomas comparten información genética en pos de crear un nuevo individuo.

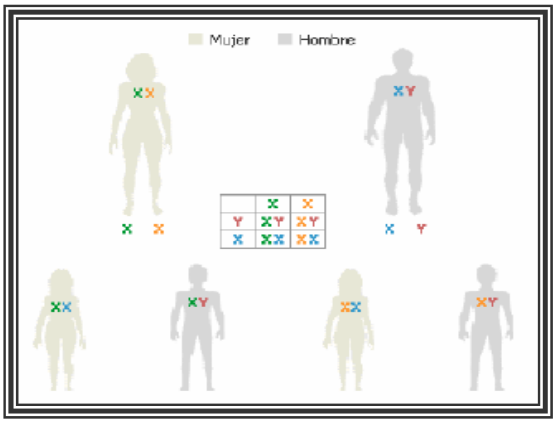


Gráfico 3.1 Proceso de Cruzamiento

En este caso los genes que conforman al cromosoma, esta constituido por el día del mes y un doctor de cada especialidad.

Luego de haber realizado el cruzamiento se produce la mutación, lo cual consiste en alterar un gen del cromosoma, las mutaciones son quienes permiten crear nuevos individuos, escapar de los mininos locales, abastecernos de nuevo material genético, y en ciertos casos mejorar los procesos de elitismo en busca de mejores soluciones.

En los algoritmos genéticos se desarrollan criterios de elitismo (función objetivo) es decir, por medio de penalizaciones para determinar su aptitud; los cromosomas con el menor número de penalizaciones serán los más aptos. Este criterio se aplica con la finalidad de mantener al mejor individuo de cada población y copiarlo a la siguiente de esta manera se asegura mantener en cada nueva población al cromosoma con mejor aptitud.

Para esta planificación en especial se combinan las planificaciones bases para conformar otras nuevas (cruzamiento) y además se reasignan los doctores para un día especifico (mutación), las planificaciones existentes son

evaluadas por la función objetivo y se selecciona las mejores para realizar nuevamente el proceso de cruzamiento y mutación hasta que el valor de esta función objetivo converja (se estabilice).

3.4. Integración de las partes del sistema.

Luego de desarrollar los módulos del sistema SISPRED, es importante realizar pruebas a cada una de sus funcionalidades, estas pruebas han sido realizadas de forma individual así como también de forma integral con el objetivo de detectar algún tipo de falla y poder resolverla en el proceso de desarrollo del sistema.

En la integración de las partes del sistema es muy importante la realización de las correspondientes pruebas para garantizar un buen funcionamiento del programa.

3.4.1. Pruebas Unitarias del Sistema

Las pruebas unitarias son una forma de verificar la funcionalidad de cada uno de los módulos que conforman el sistema. Esto sirve para asegurar que cada uno de los módulos funcione correctamente por separado, es decir individualmente.

Las pruebas unitarias se las conoce también como pruebas de unidad y forman parte del grupo de las pruebas que se realizan en tiempo de desarrollo. Estas son pruebas de menor escala y son las más comunes en las etapas de desarrollo.

Para realizar las pruebas unitarias se define un formato en el que se debe indicar la interfaz o función, el caso de uso correspondiente y el resultado obtenido.

Preparación de las Pruebas Unitarias			
Detalle	**Precondición**	**Responsable**	**Resultado**
Designación del responsable de realizar las pruebas		Srta. Tatiana Navarro	
Elaboración y Diseño del Plan de Pruebas	Elaboración de un esquema de funcionamiento del sistema	Equipo de Trabajo	
Verificación de cada interfaz del sistema	Elaboración de un flujo de ventanas (interfaces del sistema)	Srta. Jennifer Avilés	Se prueba el funcionamiento básico de las interfaces

Tabla 3.5 Preparación de las Pruebas Unitarias

Revisión de Módulos Transaccionales			
Detalle	**Precondición**	**Responsable**	**Resultado**
Pruebas de módulo transaccional de la interfaz para Secretaria	Ingresar al sistema con un usuario tipo Secretaria	Srta. Tatiana Navarro	La interfaz para Secretaria funciona correctamente
Pruebas de módulo transaccional de la interfaz para Doctor	Ingresar al sistema con un usuario tipo Doctor	Srta. Tatiana Navarro	La interfaz para Doctor funciona correctamente
Pruebas de módulo transaccional de la interfaz para Director de Área de Emergencia	Ingresar al sistema con un usuario tipo Director de Área de Emergencia	Srta. Tatiana Navarro	La interfaz para Director de Emergencia funciona correctamente

Tabla 3.6 Revisión de Módulos Transaccionales

Revisión de Módulo Predictivo			
Detalle	**Precondición**	**Responsable**	**Resultado**
Prueba de la funcionalidad del algoritmo de Regresión Lineal Múltiple	Deben existir datos cargados en la base para que el algoritmo funcione correctamente	Srta. Jennifer Avilés	El algoritmo funciona con éxito
Pruebas del algoritmo de regresión múltiple para un día feriado	Configurar en la lista desplegable Feriado = SI	Srta. Jennifer Avilés	Se obtienen resultados acorde a lo esperado

Pruebas del algoritmo de regresión múltiple para un día no feriado	Configurar en la lista desplegable Feriado = NO	Srta. Jennifer Avilés	Se obtienen resultados acorde a lo esperado
Verificación del gráfico estadístico de barras generado	Deben existir datos cargados en la base para que el algoritmo funcione correctamente	Srta. Jennifer Avilés	Se genera correctamente el gráfico de barras

Tabla 3.7 Revisión de Módulo Predictivo

Revisión de Módulo Clasificativo			
Detalle	**Precondición**	**Responsable**	**Resultado**
Prueba de la funcionalidad del algoritmo de clusterización	Deben existir datos cargados en la base	Sr. Chrystiam Toapaxi	El algoritmo funciona con éxito
Verificación de la comprobación de los tres grupos (niveles) de doctores	Deben existir datos cargados en la base para que el algoritmo funcione correctamente	Sr. Chrystiam Toapaxi	Se generan tres grupos de médicos

Tabla 3.8 Revisión de Módulo Clasificativo

Revisión de Módulo Planificador			
Detalle	**Precondición**	**Responsable**	**Resultado**
Prueba de la funcionalidad del algoritmo genético	Deben existir datos cargados en la base	Sr. Chrystiam Toapaxi	El algoritmo funciona con éxito
Verificar que un médico no sea asignado en guardias consecutivas	Deben existir datos de médicos cargados en la base	Sr. Chrystiam Toapaxi	Se generan tres grupos de médicos

Tabla 3.9 Revisión de Módulo Planificador

3.4.2. Pruebas de integración del sistema.

Las Pruebas de Integración sirven para asegurar el correcto funcionamiento del sistema que se está desarrollando. Este tipo de pruebas se llevan a cabo durante la construcción del sistema, involucran a un número creciente de módulos y terminan probando el sistema como conjunto (validando los requisitos del usuario).

Integración de Módulos: Transaccional y Predictivo			
Detalle	**Precondición**	**Responsable**	**Resultado**
Prueba de la manipulación de datos en el Módulo Transaccional	Los usuarios ingresan los datos en el formato establecido	Sr. Chrystiam Toapaxi	Las operaciones del módulo son exitosas
Prueba del Módulo Predictivo	El Módulo Transaccional procesó correctamente los datos	Sr. Chrystiam Toapaxi	Las operaciones del módulo son exitosas

Tabla 3.10 Integración de Módulos: Transaccional y Predictivo

Integración de Módulos: Clasificativo y Planificador			
Detalle	**Precondición**	**Responsable**	**Resultado**
Prueba de la conformación de grupos en el Módulo Clasificativo	Los usuarios ingresan los datos en el formato establecido	Sr. Chrystiam Toapaxi	Las operaciones del módulo son exitosas
Prueba del Módulo Planificador	El Módulo Clasificativo conformó grupos equitativos	Sr. Chrystiam Toapaxi	Las operaciones del módulo son exitosas

Tabla 3.11 Integración de Módulos: Clasificativo y Planificador

3.4.3. Pruebas de errores del sistema

Estas pruebas del sistema pretenden manejar eventos, que generan errores debido a la mala utilización de las funcionalidades del sistema. Por ejemplo: una predicción errónea de la asistencia de pacientes debido a que la secretaria no registra a todas aquellas personas que acuden al área de emergencias.

Pruebas de Errores	
Nombre	Cálculo Erróneo de la asistencia de pacientes
Descripción	Existe un error de cálculo debido a que la secretaria no registra todos los pacientes que asisten al área de emergencia
Impacto sobre las pruebas	Los resultados de la predicción no reflejan la asistencia de pacientes
Nombre	Planificación de Guardias
Descripción	No se puede realizar grupos porque existen muy pocos médicos registrados.
Impacto sobre las pruebas	No se puede realizar una planificación adecuada de las guardias.
Nombre	Conformación de grupos
Descripción	No existen registros de las actividades de los médicos. (operaciones, consultas)
Impacto sobre las pruebas	Inadecuada conformación de grupos.

Tabla 3.12 Prueba de Errores

3.5. Definición de requerimientos para la instalación del sistema

Para la instalación del Sistema Predictivo y Clasificativo SISPRED para el área de emergencia, es necesario contar con los siguientes requerimientos de hardware y software:

Requerimientos de Hardware

Los requerimientos mínimos de hardware del servidor para el funcionamiento del sistema son:

- Procesador con velocidad de 1.4 GHz o superior.
- 512 MB de Memoria RAM o superior.
- Disco Duro de 80 GB.

Requerimientos de Software

Los componentes de software que se requieren para que el Sistema funcione correctamente son:

- Windows XP Professional o Windows 2003 Server
- Visual Studio .NET 2003 o Framework .NET v1.1.4322
- Internet Information Server
- Microsoft SQL Server 2000

3.6. Pruebas de implantación del sistema.

Las pruebas de implantación del sistema consisten en la comprobación de las funcionalidades del sistema como actualización de datos, generación eficiente de los algoritmos de minería de datos y tiempos de respuesta, en un ambiente real.

Pruebas de Implantación	
Resumen de la evaluación de los elementos probados	Se procede con la verificación de los requerimientos del usuario.
Excepciones	En caso de presentarse algún error en esta prueba se reiniciara el proceso, una vez identificados y corregidos los errores presentados.
Evaluación	De la evaluación se obtiene: Los datos de médicos y pacientes son ingresados correctamente. El algoritmo de predicción trabaja correctamente. Los coeficientes de la regresión son generados satisfactoriamente. El algoritmo de clasificación conforma los grupos equitativos. El algoritmo genético planifica las guardias correctamente.
Aprobaciones	El sistema cumple con los objetivos.

Tabla 3.13 Pruebas de Implantación

3.7. Pruebas de aceptación del sistema

La finalidad de las pruebas de aceptación es brindar satisfacción a los usuarios y tienen como objetivo validar formalmente que el sistema se ajusta a sus necesidades.

Así mismo, es necesario que la persona que vaya a asumir el mantenimiento conozca el sistema, antes de su incorporación al entorno de producción.

Pruebas de Aceptación	
Aprobación	El Sistema cuenta con la aprobación de los usuarios que comprendieron la utilidad del mismo para el área de emergencia del hospital.
Facilidad de uso	El Sistema es sencillo de entender para personas que tienen un conocimiento básico de utilitarios informáticos, caso contrario se requiere una capacitación para el manejo del mismo
Comprensión del Sistema	El Sistema es proporciona ayuda visual para facilitar la interpretación de los resultados.
Seguridad	El hecho de que las consultas y actualizaciones de datos se realicen dentro de cada empresa brinda mayor seguridad a los usuarios.

Tabla 3.14 Pruebas de Aceptación

CAPÍTULO 4

4. CIRCULO VIRTUOSO DE LA MINERÍA DE DATOS

El crecimiento de la demanda de calidad en el sector hospitalario y su bajo presupuesto, obliga a minimizar los costos en que se incurren en el área de emergencias. En este sentido, la minería de datos puede contribuir con importantes beneficios ya que puede explorar la gran cantidad de datos que existe, obteniendo modelos y patrones que sirvan de soporte al personal administrativo en la toma de decisiones y optimizar el uso de recursos.

Y es que en la actualidad, la información está empezando a tener un valor mucho más importante, la información almacenada en las bases de datos nos permiten generar reportes de las diferentes actividades que se realiza pero ahora se esta incursionando en la extracción de conocimiento.

La minería de datos es una fase fundamental dentro del proceso de extracción de conocimientos, el que explota las enormes acumulaciones de datos en medios informáticos, con el objetivo de encontrar conocimiento útil, válido, relevante y nuevo sobre un fenómeno o actividad y dar soporte a la toma de decisiones del personal administrativo de compañías, organizaciones o instituciones; usualmente estos procesos son costosos.

El proceso de minería de datos se desarrolla en una serie de fases a las cuales se conoce como el Círculo Virtuoso de la Minería de Datos, que incluye varias etapas importantes las cuales son:

- Selección de Datos.
- Pre-procesamiento de Datos.
- Transformación de los Datos.
- Uso del Algoritmo.
- Interpretación y Evaluación.

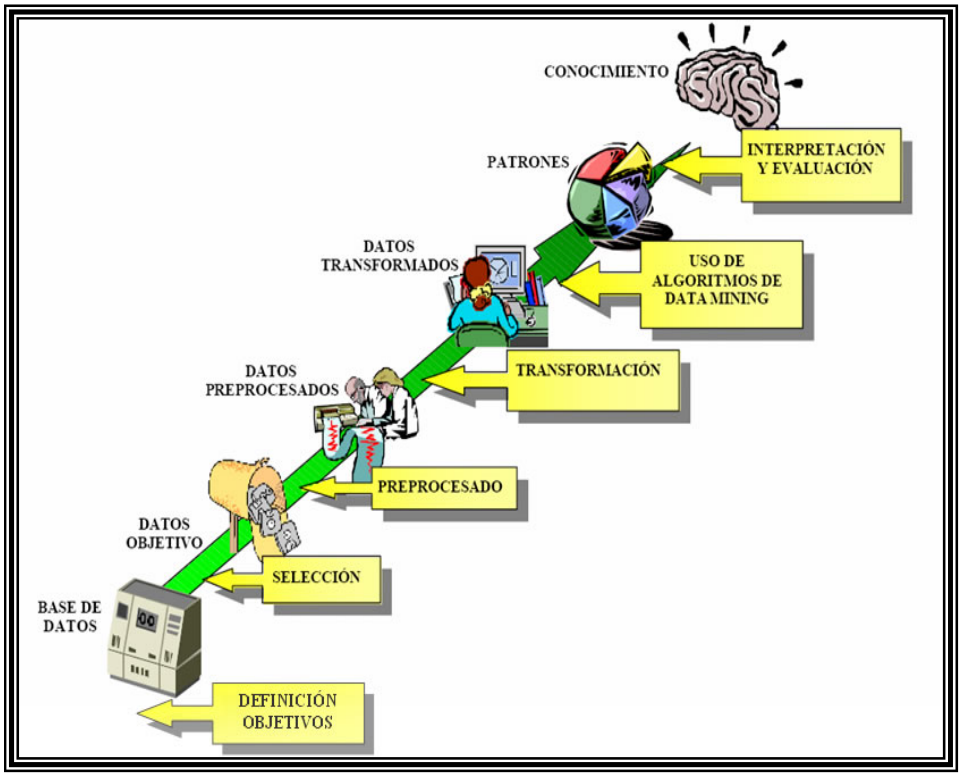


Gráfico 4.1 Círculo Virtuoso de la Minería de Datos

En este caso en específico la minería de datos es aplicada en la gestión de un hospital, para comenzar este proceso de minería fueron necesarias múltiples entrevistas con el personal del hospital, coordinadores de área de emergencia, asistentes de computación, entre otros. Todo este trabajo se realizó con la finalidad de obtener un dominio del problema, establecer objetivos, preparar datos y determinar las técnicas de minería de datos que se utilizan para resolver el problema.

4.1. Selección de Datos

Para encontrar el modelo que resuelva el problema, debemos definir los alcances del sistema y de acuerdo a los requerimientos encontrados plantear todos los datos que necesitamos para aplicar los algoritmos.

La etapa de selección de datos es una de las más complejas del proceso. Entre los principales problemas con los cuales nos encontramos podemos mencionar la falta de acceso a los datos, ya sea por razones de seguridad o por no encontrarse disponibles debido a que estos datos se encuentran almacenados en papel.

El acceso a los datos del hospital nos fue permitido luego de presentar una carta de la universidad y mantener una reunión con el Jefe del Área de Estadística para discutir la utilidad que le daríamos a los mismos. Una vez superado estos inconvenientes, estuvimos en condición de acceder a los datos almacenados, y de esta forma comenzar con el proceso de minería.

Además se procedió con la identificación de las fuentes de información internas y externas, es decir los datos específicos con los que contamos para realizar nuestra tarea de minería. Así

también, se realizó la selección de los datos más relevantes que luego serán explorados o analizados para alcanzar los objetivos que hemos planteado en un paso previo. Dependiendo de la cantidad de información que se tenga en algunos casos es importante la creación de subconjuntos de datos atendiendo a diversas características tales como homogeneidad, disponibilidad de los datos.

En la etapa de selección es donde se realizan chequeos sobre los datos para determinar la consistencia de los valores individuales en cada uno de los campos.

4.2. Pre-procesamiento de Datos

El pre-procesamiento de datos es la fase dedicada al estudio de la calidad de los datos y determinación de las operaciones de minería que se pueden realizar. En esta etapa se transforma el conjunto original de datos en uno nuevo más manejable, se produce la adaptabilidad de los datos. Es muy importante también la identificación y conversión de atributos según el tipo de algoritmos que posteriormente se empleen en la resolución del problema. Se trata de corregir los posibles datos erróneos, incompletos o

inconsistentes, la reducción del número de registros o características distinguiendo los más representativos.

La idea fundamental en este paso es que podamos estar seguros de la completitud y correctitud de los datos. Cuando mencionamos la característica “completitud”, nos referimos a la proporcionalidad y regularidad de los valores faltantes; en cuanto a “correctitud” se refiere al descubrimiento de valores erróneos en los datos y su posible solución.

Además, en esta fase se procede con la eliminación del ruido en los datos, se definen estrategias para tratar valores ausentes, se normaliza los datos, etc.

Expertos en el tema indican que en un proceso de minería de datos, la etapa de pre-procesamiento y preparación de datos toma entre el 60 y 70 por ciento del trabajo.

4.3. Transformación de Datos

Este paso consiste en transformar los datos a un formato establecido (estandarización); es decir convertir algún atributo de tipo numérico a tipo categórico, o viceversa. Por ejemplo, convertir la nota del examen en valor categórico X con dos valores: aprobado

(5<=X<=10) o suspendido (0<=X<5). La transformación es necesaria porque estos datos posteriormente se utilizarán en los diferentes algoritmos de minería de datos.

Dependiendo de las técnicas de minería a aplicarse, se determina los datos necesarios que deberán ser transformados para así cumplir el objetivo de los mismos. Una forma de transformación es la reducción del número de variables ya que sirve para disminuir el tiempo de respuesta de los algoritmos de minería a utilizar.

La transformación de los datos la efectuamos cuando realizamos una estandarización de las variables.

4.4. Uso de Algoritmos

Una vez concluidas las etapas previas de selección, pre-procesamiento y transformación de datos, procedemos a la implementación y uso del algoritmo para la resolución del problema. En esta fase se les proporciona a los datos un tratamiento automatizado por parte de los respectivos algoritmos seleccionados.

La construcción de modelos es un proceso iterativo. Es necesario explorar múltiples modelos alternativos hasta encontrar el más útil a

la organización. Lo aprendido durante la creación de modelos puede llevar a modificar nuevamente los datos incluso a cambiar el objetivo del proyecto.

Existen diferentes técnicas para resolver problemas de minería, cada una de ellas es aplicable dependiendo del tipo de problema a resolver. Entre estas técnicas tenemos: De inferencia estadística, árboles de decisión, regresión lineal, reglas de asociación, algoritmos genéticos, técnicas descriptivas o de clusterización, entre otras.

Para el desarrollo del sistema SISPRED se definieron tres algoritmos para la resolución de la problemática del área de emergencia hospitalaria, es decir se estableció la necesidad de implementar tres técnicas de minería de datos que contribuyan en la toma de decisiones. Estas técnicas son: Regresión Lineal Dicotómica Múltiple; para el modelo predictivo, Clasificación; para la selección de grupos médicos y finalmente la aplicación de un Algoritmo Genético para la planificación de las guardias médicas.

4.5. Interpretación y Evaluación

Después de construir un modelo se debe evaluar sus resultados e interpretar sus significados. Debe tenerse presente que la

confiabilidad calculada para el modelo solo aplica para los datos sobre los que se realizó el análisis.

En ocasiones nos valemos de herramientas o mecanismos para presentar los patrones. Para el caso específico del algoritmo de regresión múltiple, al mostrar el resultado esperado de pacientes, también nos valemos de un gráfico estadístico para mostrarle al usuario el comportamiento de la concurrencia de pacientes en los últimos días.

En cuanto a la evaluación, se refiere a una vez obtenido el modelo proceder con su validación, comprobando que la conclusiones obtenidas sean válidas y satisfactorias. La evaluación del modelo se la realiza con respecto a los objetivos planteados para el proyecto.

En el caso de haber obtenido varios modelos mediante el uso de distintas técnicas, se deben comparar los modelos en busca de aquel que se ajuste mejor al problema.

Es importante destacar que el proceso de la minería de datos es bastante iterativo estableciéndose retroalimentación entre cada una de sus fases.

CAPÍTULO 5

5. ANÁLISIS ECONÓMICO

5.1 Análisis de Costos

La necesidad de contar con un sistema que nos ayude en el control interno de los registros de los pacientes, la evaluación de los resultados predictivos y la planificación de guardias como soporte para toma de decisiones, son factores principales al momento de analizar costos con la finalidad de reducirlos, para el óptimo funcionamiento de las atenciones de emergencias.

Para el desarrollo del sistema hay que analizar, no sólo el costo general que demanda la elaboración del mismo, sino también los recursos que se tendría que utilizar en el software (plataforma o herramientas de desarrollo), hardware (servidor), así mismo como la

utilización de recursos humanos para el desarrollo y producción del sistema.

Al comenzar analizar la parte del software del sistema, estamos incluyendo los costos de las herramientas de desarrollo para la creación y administración de una base de datos, los perfiles de usuario para asegurar los controles de acceso a la información correspondientes, y la elaboración e integración de los diferentes módulos que intervienen en la aplicación Web.

Posteriormente, al analizar la parte del hardware, estamos utilizando una estación de trabajo y un servidor, para que se pueda modificar y compartir los cambios sin pérdidas de información.

Por último, es imprescindible contemplar el costo que conlleva al grupo de trabajo, dar un sistema esencialmente bueno, tanto del punto de vista del análisis como del diseño.

En resumen, en el análisis económico se mide la eficacia de los costos asociados al proyecto, los cuales los detallaremos en una matriz de costos directos e indirectos.

Los costos directos involucran todos aquellos gastos generados por el desarrollo del sistema.

MATRIZ DE COSTOS DIRECTOS		
COSTOS	**DESCRIPCION**	**PRECIO**
Hardware	1 servidor Source Safe PC P4, 512 MB, 1.6 GHZ	$ 720.00
	1 estación de trabajo PC P4, 384 MB, 1.4 GHZ	$ 650.00
Software	Windows XP Professional	$ 145.00
	SQLServer 2000	$ 145.50
	Visual Studio .NET 2003	$ 656.00
Suministros	Impresiones	$ 115.00
	Copias	$ 15.00
	CDS de herramientas e información	$ 10.00
Servicios	Internet	$ 125.00
	Horas de Trabajo (2400)	$ 5250.00

Tabla 5.1 Matriz de Costos Directos

Los costos indirectos no tienen un precio cuantificable, ya que su costo radica en tiempo de elaboración, aprendizaje o entrenamiento. Por ejemplo: determinar el modelo de minería de datos apropiado para la planificación de las guardias.

MATRIZ DE COSTOS INDIRECTOS	
Recolección de Datos	Depuración
Tiempo por consultas a expertos	Validaciones
Planificación de la solución	Modificaciones
Implementación	Prueba

Tabla 5.2 Matriz de Costos Indirectos

5.2 Costos de Aplicación

La mayoría de las decisiones que se toma en una institución hospitalaria se basa en la información almacenada sobre datos pasados. Tradicionalmente, estas decisiones las toman personas expertas a partir de un análisis e interpretación de los datos realizados de forma manual, lo cual resulta tedioso y con muchas desventajas como:

- Proceso lento y caro, que tiende a errores.
- Impracticable cuando el volumen de los datos es alto.

Por lo cual la aplicación Web, aporta varias técnicas de aprendizaje automático para la extracción de conocimiento desde la base de datos, que se conoce con el nombre minería de datos; entre las principales ventajas para el proyecto están:

- Minimizar el tiempo
- Minimizar los errores

- Optimizar los grupos de guardias
- Clasificar los grupos de doctores
- Predecir el número de emergencias

La aplicación Web puede ser comercializada por módulos: transaccional, predictivo, clasificativo y planificación de guardias.

COSTOS DE APLICACIÓN	
PRODUCTO	**VALOR**
Módulo Transaccional	$ 500.00
Módulo Predictivo	$ 800.00
Módulo de Clasificación	$ 600.00
Módulo de Planificación	$ 900.00

Tabla 5.3 Costos de Aplicación

5.3 Riesgos referentes al sistema

Una de las tareas principales del administrador consiste en minimizar riesgos, los cuales se miden en base a la incertidumbre que presenta el resultado las actividades.

Para el sistema se ha analizado e identificado los riesgos claves que puede causar sobre-costos en el análisis y desarrollo del sistema; para los cuales se debe aplicar una estrategia que permita reducirlos de la manera más eficiente.

En resumen, detallaremos una matriz de riesgos con sus respectivas estrategias para reducirlos:

MATRIZ DE RIESGOS		
DESCRIPCIÓN	**TIPO DE RIESGO**	**ESTRATEGIA**
Caducidad de herramientas	Tolerable	Actualizar licencias
No satisfacer todos los requerimientos del usuario	Serio	Realizar presentaciones periódicas de los avances del sistema
		Mantener entrevistas periódicas
Falla Eléctrica	Serio	Adquirir un UPS para evitar la pérdida de información
Fallo de hardware en el servidor	Serio	Mantener actualizaciones continuamente con las estaciones de trabajo
Implantación del Sistema	Serio	Utilizar computadores de respaldo
		Tener varias copias de los CDS de herramientas
Fallas en el módulo transaccional	Tolerable	Revisar periódicamente la bitácora del sistema
Fallas en el módulo predictivo	Tolerable	Revisar periódicamente la bitácora del sistema

Fallas en el módulo clasificativo	Tolerable	Revisar periódicamente la bitácora del sistema
Desintegración del grupo de trabajo	Serio	Planificar actividades de integración.
Cambios del personal operativo del hospital	Bajo	Crear manuales de usuario.
Cambios del personal administrativo del hospital	Serio	Mantener contacto periódico.

Tabla 5.4 Matriz de riesgos

5.4. Segmento del mercado al que se dirige el producto

La mayoría de los hospitales públicos no cuentan con sistemas informáticos para registros de actividades como ingresos de pacientes, operaciones realizadas, consultas realizadas, personal médico encargado; todo esto se registra en papel y en ocasiones se almacenan en hojas de calculo de Excel. En conclusión, el modulo transaccional seria de gran ayuda para todos los hospitales y demás entidades de salud publica.

Para el personal administrativo de las entidades de salud, las funcionalidades de predicción, clasificación y planificación.

El sistema esta dirigido para el sector de la salud, específicamente a los hospitales públicos y privados, clínicas, centros de salud; cabe recordar que el sistema esta enfocado al área de emergencias.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Al haber realizado un estudio del problema de gestión hospitalaria en el área de emergencia, se puede plantear algunas conclusiones que se enfocan en la incertidumbre que genera la afluencia de pacientes para los directivos responsables del correcto funcionamiento del área en cuestión. Además, de la determinación de las técnicas y algoritmos de minería de datos utilizados en el proceso de análisis, diseño e implementación del sistema SISPRED, lo cual ha sido muy enriquecedor en cuanto a los conocimientos adquiridos y al desarrollo de la habilidad para encontrar soluciones a problemas que se presenten en la minería de datos.

1. El sistema es capaz de predecir el número de pacientes que acudirán al área de emergencias colaborando con el Director encargado en la asignación de recursos humanos y la

reducción de costos, que se verá reflejado en una mejor atención.

2. El sistema es capaz de clasificar el personal médico y permite al Director encargado asignarles tareas acorde con su nivel de desempeño.

3. Una planificación óptima de guardias médicas coopera con el Director de Emergencia en mejorar las atenciones de las personas que acuden, debido a que las guardias conformadas poseen un nivel de desempeño equivalente.

4. La minería de datos colabora con la gestión hospitalaria, ayudando a los responsables de la planificación del área de emergencias a tener una visión mucho más clara y profunda para la toma de decisiones.

5. La minería de datos permite extraer información que se encuentra inmersa en grandes cantidades de datos para lograr una ventaja competitiva en el mercado.

6. Seleccionar correctamente el algoritmo de minería de datos es depende de los datos que se poseen y de problema que se desea resolver.

7. El correcto análisis de los requerimientos y objetivos del personal administrativo del área de emergencia, permite delimitar las funcionalidades y alcances del sistema.

8. El Lenguaje de Modelamiento Unificado (UML) es de vital importancia en la etapa de análisis, puesto que ayuda a reconocer los actores, objetos y el comportamiento de los mismos.

9. La etapa de diseño sirve para definir como hacer el sistema, donde se da solución a aquellos planteamientos hechos en la etapa de análisis.

10. En la etapa de desarrollo la información recopilada es de vital importancia para el correcto funcionamiento de los modelos extraídos, la cual debería centrarse sólo en codificación y pruebas.

En conclusión, las técnicas de minería de datos asociada a software especializado es un poderoso aliado cuando se usa con inteligencia competitiva aplicada a todos los niveles de toma de decisiones, incluyendo el nivel macro, puesto que puede ayudar a la consolidación, inversión y desarrollo de acciones.

Recomendaciones

1. Es recomendable que para implementaciones futuras, las técnicas de minería de datos sean aplicadas a todas las áreas del la entidad hospitalaria, permitiendo de esta forma mejorar todos los procesos que se realizan en ellas.

2. Se recomienda una investigación continua sobre las técnicas de minería de datos, puesto que están en constante desarrollo en la búsqueda de mejores algoritmos que resuelvan problemas con mejores soluciones en tiempos de respuesta mínimos.

3. Para el correcto funcionamiento de los algoritmos de minería de datos utilizados en el sistema, es necesario que los empleados registren todas las actividades realizadas; tales como: las operaciones, consultas, registros de pacientes, entre otras.

4. Para seleccionar los algoritmos implementados en el sistema se recomienda previamente reconocer las tareas de

predicción, clasificación y planificación; lo que conlleva al ajuste correcto de los requerimientos.

5. Es recomendable cumplir con todas las fases de la minería de datos, para lograr un nivel razonable en los resultados y que sean de aporte en la toma de decisiones.

6. Se recomienda investigar con mayor detalle la plataforma a utilizar, puesto que ésta nos brindará o limitará las ideas al momento de diseñar e implementar la solución.

7. La apropiada combinación de colores es una gran ayuda para mejorar el rendimiento de navegación a través del sistema, por lo que se recomienda seguir cursos online sobre las técnicas de combinación de colores, ya que una mala combinación de los mismos o el excesivo uso de estos puede causar confusiones y ser fatigante para el usuario.

BIBLIOGRAFÍA

1. Hair, J.F.; Anderson, R.E.; Tatham, R.L. and Black, Análisis Multivariante, Prentice-Hall, Madrid, 1999.
2. Hernández-Ramírez-Ferri, Introducción a la Minería de Datos, Pearson Prentice Hall, LUGAR, FECHA.
3. F. Tusell, Análisis Multivariante, EDITORIAL, 2005.
4. VARELA RODRIGO, Innovación empresarial, Prentice Hall, 2001.
5. Luis Carlos Silva Ayaguer, Ed. Díaz de Santos, Excursión a la regresión logística en ciencias de la salud, Madrid, 1995.
6. David W. Hosmer, Stanley Lemeshow, Ed.John Wiley, Applied Logistic Regression, New York, 1989.
7. Víctor Abraira Santos, Alberto Pérez de Vargas Luque, Métodos Multivariantes en bioestadística, Ed. Centro de Estudios Ramón Areces, Madrid, 1996.
8. MONTGOMERY, D. C. y RUNGER G. C., Probabilidad y Estadística Aplicadas a la Ingeniería, Mc Graw-Hill, México, 1996.
9. José Manuel Molina López y Jesús García Herrero, Técnicas de Análisis de Datos, Universidad Carlos III, Madrid, 2004.

MANUAL DE USUARIO

1. Ingreso al Sistema

Para que los usuarios puedan realizar las diversas funciones que permita interactuar con el sistema, deberán acceder al sistema a través de esta página donde debe ingresar su usuario y contraseña, el cual nos permita comprobar que sea un usuario real y asignarle los respectivos permisos que le ayuden a ejecutar sus tareas.

Los roles que podrán desempeñar los usuarios que acceden al sistema son los siguientes:

- **Secretaria:** Se encarga de realizar el registro de personal médico, pacientes, empleados (Secretaria o Director de Emergencia). Además puede realizar la modificación de los datos del personal médico y de los empleados.
- **Doctor:** Registra todas las consultas a pacientes y las cirugías que realiza en el área de emergencia hospitalaria.
- **Director de Área de Emergencia:** Se encarga de clasificar los grupos del personal médico de acuerdo a su nivel de desempeño, también puede realizar la predicción de

pacientes para el día siguiente para cada una de las especialidades del área de emergencia del hospital (medicina interna, pediatría, cirugía y ginecología), y además realiza la planificación de guardias médicas para el área de emergencia.

- **Administrador:** Se encarga de cargar los datos históricos de pacientes atendidos y registrados antes de la implantación del Sistema Sispred.

5. Cierre de Sesión

Cuando el usuario tenga que salir del sistema deberá cerrar su sesión por motivos de seguridad, esta opción se encuentra disponible para todos los usuarios como último ítem en su menú principal. Como ejemplo tomemos el menú de la Secretaria.

6. Registro de Paciente

La secretaria se encarga del registro de los datos del paciente que asiste al área de emergencia para ser atendido. Los datos que se consideran son: Nombres, apellidos, número de cédula, edad, sexo, domicilio y teléfono.

Este registro es básico, para contabilizar los pacientes atendidos en emergencia. Un paciente debe ser previamente registrado por la

secretaria para que luego el doctor pueda asignarle la consulta médica o cirugía que se le realice.

Botones del Formulario

Botón Guardar: Almacena los datos del paciente.

Botón Limpiar: Limpia los datos del formulario de registro de pacientes, es decir: Nombres, apellidos, cedula, edad, sexo, domicilio, teléfono.

Botón Cancelar: Cancela el registro de paciente.

7. Registro del Personal Médico

La secretaria registra los datos personales y profesionales de los nuevos doctores o internos que ingresan a laborar en cualquiera de las cuatro especialidades del área de emergencia (Medicina Interna, Cirugía General, Pediatría o Ginecología).

Estos datos son muy importantes para que el director de área de emergencia pueda efectuar la clasificación de médicos e internos.

Los datos que se ingresan son: Nombres, apellidos, cédula, sexo, fecha de nacimiento, estado, edad, domicilio, teléfono, celular, e-mail, especialidad, nivel de estudio, número de certificados, años de experiencia, usuario y contraseña.

Los datos nivel de estudio, número de certificados, años de experiencia intervienen en la clasificación de los doctores. A continuación se detalla su importancia.

Nivel de Estudio: Mide el nivel académico alcanzado por el médico. Los niveles de estudio que puede seleccionar son:

- **Interno:** Aquellos estudiantes de los últimos años de estudio de la carrera de medicina y que se encuentran realizando prácticas en el hospital
- **Titulado:** Aquellos médicos graduados, que poseen su título universitario.
- **Titulado con Postgrado:** Aquellos doctores que además de poseer su título universitario, han realizado un Postgrado o Especialización en determinada área médica.
- **Titulado con Masterado:** Doctores que han alcanzado un Postgrado y además un Masterado en determinada área médica.

Número de Certificados: Se ingresa el número de certificados que posee a los cuales un médico ha asistido. Este campo es muy importante puesto que en los hospitales públicos el número de seminarios o cursos a los que ha asistido un doctor son de gran

relevancia cuando se realizan concursos de méritos, o grados de ascenso, o designación de cargos, entre otras distinciones.

Años de Experiencia: Se ingresa el tiempo de experiencia en el área médica que tiene el doctor o el interno.

Botones del Formulario

Botón Guardar: Almacena los datos del doctor o del interno.

Botón Limpiar: Limpia los datos del formulario de registro de personal médico.

Botón Cancelar: Cancela el registro del personal médico.

8. Registro de Empleado

La secretaria puede registrar un nuevo empleado. Este nuevo empleado puede ser: Secretaria, Director de área de emergencia o Administrador.

Los datos que se ingresan son: Nombres, apellidos, número de cédula, sexo, fecha de nacimiento, estado, edad, domicilio, número de teléfono, el rol (Secretaria, Director de Emergencia o Administrador), usuario y contraseña.

9. Modificación de Datos del Doctor

La secretaria puede modificar los datos personales o profesionales de los médicos del área de emergencia hospitalaria. Al dar clic sobre la opción “Modificar Doctor” del menú Secretaria, se presenta la opción que me permite buscar el doctor que será modificado.

La búsqueda la podemos realizar por número de cédula, nombres o por apellido. Luego seleccionamos al doctor que deseamos modificar:

Se presentan los datos del doctor que deseamos modificar, y realizo los cambios que deseo:

Damos clic en el botón Guardar y luego se presentan los datos actuales del doctor, luego de realizada la modificación.

10. Modificación de Datos de Empleado

La secretaria puede actualizar los datos de los empleados que laboran en el área de emergencia hospitalaria. Debe dar clic en la opción "Modificar Empleado" del menú Secretaria, luego se presenta el formulario para que busque al empleado cuyos datos desea modificar.

Seleccionamos el empleado y a continuación realizamos los cambios o actualizaciones necesarias en sus datos.

A continuación visualizamos los nuevos datos almacenados con éxito.

11. Cargar Datos Para Predicción

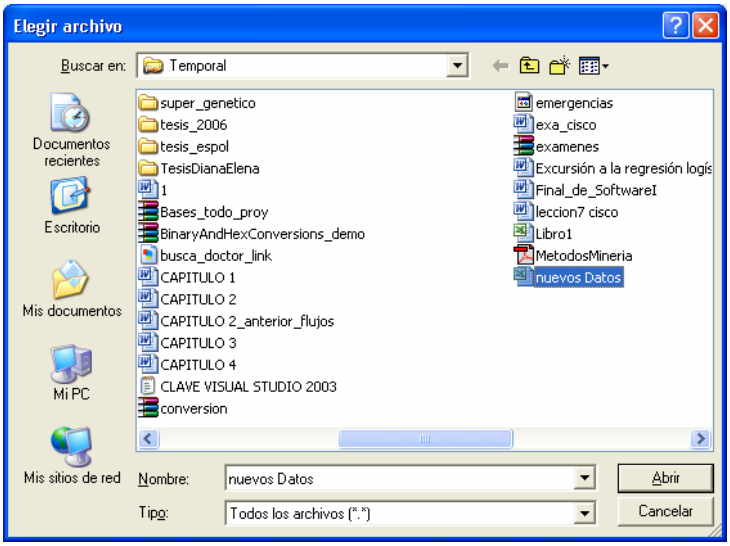
Los datos necesarios para realizar la predicción del número de personas que acudirán al área de emergencias se encuentran en papel, razón por la cual se tuvo que realizar una selección y limpieza de los datos, para posteriormente guardar estos datos en un repositorio.

Para dicha tarea, los datos seleccionados serán almacenados en un archivo de Excel con el siguiente formato:

DIA	MEDICINA INTERNA	CIRUGIA GENERAL	PEDIATRIA	GINECOLOGIA	FERIADO
01-01-05	131	44	59	43	1
01-02-05	134	54	71	40	0
01-03-05	88	42	42	36	0
01-04-05	78	48	46	33	0
01-05-05	77	51	36	33	0
01-06-05	81	44	50	28	0
01-07-05	86	42	60	32	0
01-08-05	105	70	70	38	0
01-09-05	106	42	88	43	0

Para buscar el archivo debe dar click en el botón “Examinar…”

Luego aparecerá una ventana que le permitirá realizar la búsqueda del archivo y cuando lo encuentre debe seleccionarlo y dar click en abrir.

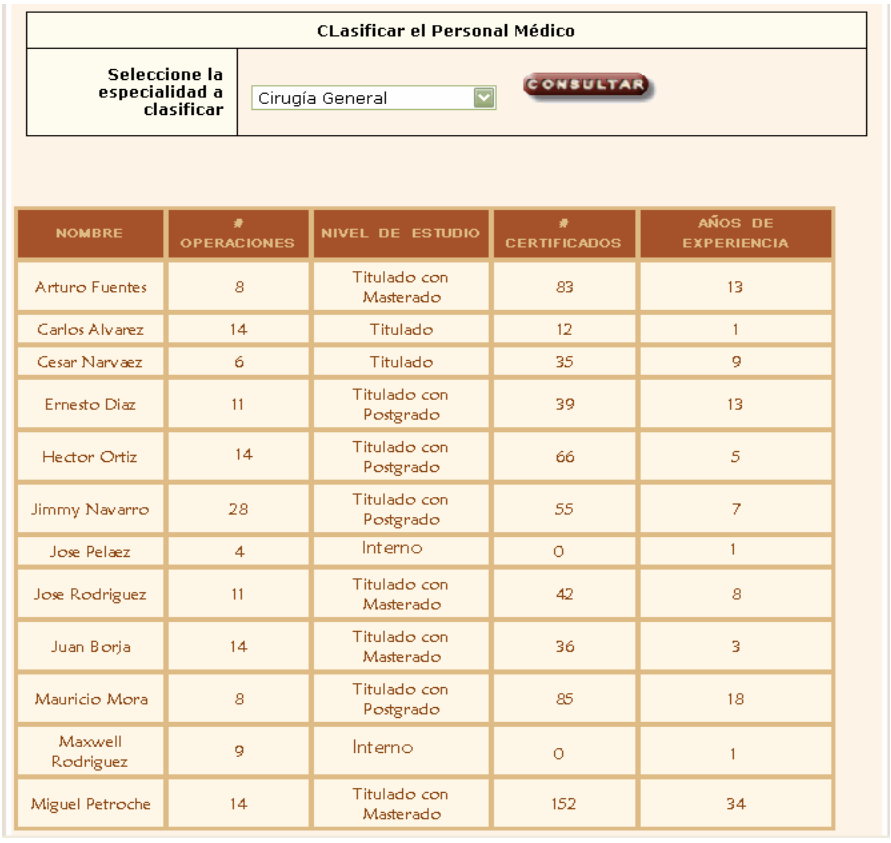


Al volver a la página principal deberá dar click en el botón “Cargar Archivo”, luego tendrá que escoger la hoja de cálculo donde se encuentran los datos que se desean guardar y por ultimo dar click en el botón “Guardar”, como se muestra en la figura:

12. CLASIFICACIÓN DEL PERSONAL MÉDICO

El Director de Emergencia necesita distinguir al personal médico existente en el área, para asignarle tareas de acuerdo a su nivel de desempeño. Para realizar la clasificación primeramente se selecciona la especialidad en consideración, luego dar click en el botón Consultar; que mostrará datos del personal médico: Nombre, número de consultas, nivel de estudio, número de certificados y años de experiencia.

Los datos se muestran de la siguiente manera:



CLasificar el Personal Médico

Seleccione la especialidad a clasificar: Cirugía General — CONSULTAR

NOMBRE	# OPERACIONES	NIVEL DE ESTUDIO	# CERTIFICADOS	AÑOS DE EXPERIENCIA
Arturo Fuentes	8	Titulado con Masterado	83	13
Carlos Alvarez	14	Titulado	12	1
Cesar Narvaez	6	Titulado	35	9
Ernesto Diaz	11	Titulado con Postgrado	39	13
Hector Ortiz	14	Titulado con Postgrado	66	5
Jimmy Navarro	28	Titulado con Postgrado	55	7
Jose Pelaez	4	Interno	0	1
Jose Rodriguez	11	Titulado con Masterado	42	8
Juan Borja	14	Titulado con Masterado	36	3
Mauricio Mora	8	Titulado con Postgrado	85	18
Maxwell Rodriguez	9	Interno	0	1
Miguel Petroche	14	Titulado con Masterado	152	34

Por último, se presiona el botón Clasificar, para generar los grupos de doctores según su nivel de desempeño: Bajo, Medio y Alto, como se muestra a continuación:

Los grupos de doctores son: Bajo

NOMBRE	# CONSULTAS	NIVEL DE ESTUDIO	# CERTIFICADOS	AÑOS DE EXPERIENCIA
Carlos Alvarez	14	Titulado	12	1
Cesar Narvaez	6	Titulado	35	9
Jose Pelaez	4	Interno	0	1
Maxwell Rodriguez	9	Interno	0	1

Los grupos de doctores son: Medio

NOMBRE	# CONSULTAS	NIVEL DE ESTUDIO	# CERTIFICADOS	AÑOS DE EXPERIENCIA
Hector Ortiz	20	Titulado con Postgrado	66	5
Juan Borja	14	Titulado con Masterado	36	3
Jose Rodriguez	11	Titulado con Masterado	42	8
Ernesto Diaz	11	Titulado con Postgrado	39	13
Jimmy Navarro	28	Titulado con Postgrado	55	7

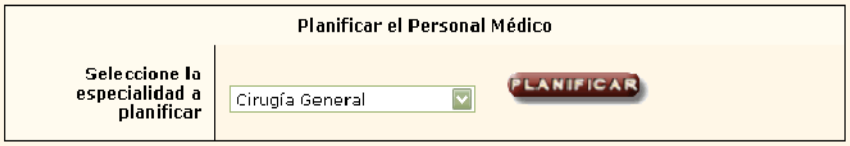
Los grupos de doctores son: Alto

NOMBRE	# CONSULTAS	NIVEL DE ESTUDIO	# CERTIFICADOS	AÑOS DE EXPERIENCIA
Arturo Fuentes	8	Titulado con Masterado	83	13
Miguel Petroche	14	Titulado con Masterado	152	34
Mauricio Mora	8	Titulado con Postgrado	85	18

13. PLANIFICACION DEL PERSONAL MÉDICO

El Director de Emergencia necesita planificar las guardias que se formarán con los grupos previamente clasificados.

Para realizar la planificación primeramente se selecciona la especialidad en consideración, luego dar click en el botón Planificar; el resultado del proceso presentará a los doctores asignados a la guardia por cada día del mes.

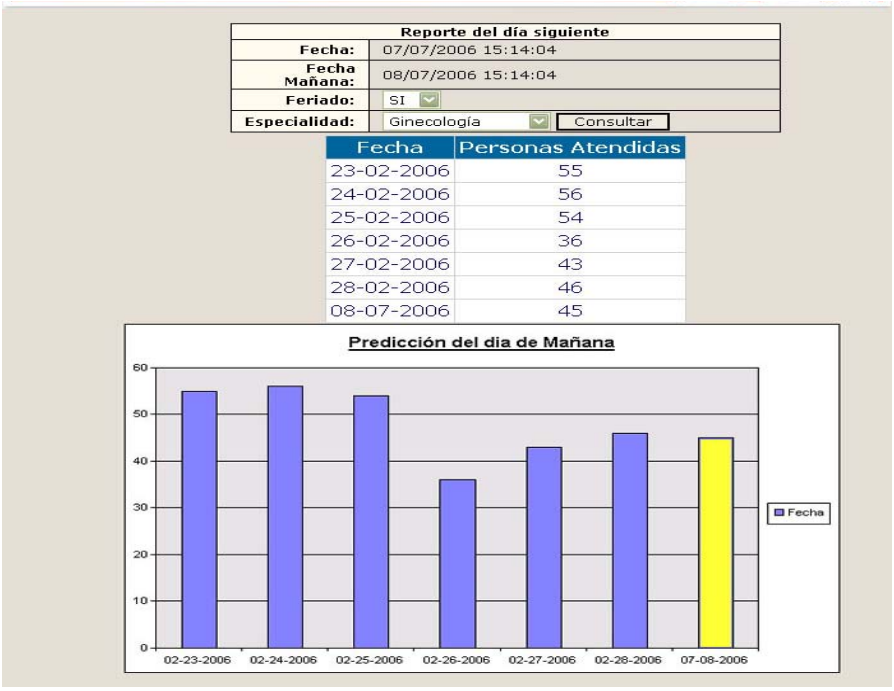


Fecha	Doctor #1	Doctor #2	Doctor #3
01/06/2006	Carlos Alvarez	Juan Borja	Mauricio Mora
02/06/2006	Cesar Narvaez	Hector Ortiz	Arturo Fuentes
03/06/2006	Maxwell Rodriguez	Jimmy Navarro	Miguel Petroche
04/06/2006	Carlos Alvarez	Juan Borja	Mauricio Mora
05/06/2006	Cesar Narvaez	Jose Rodriguez	Arturo Fuentes
06/06/2006	Carlos Alvarez	Juan Borja	Miguel Petroche
07/06/2006	Maxwell Rodriguez	Jose Rodriguez	Mauricio Mora
08/06/2006	Cesar Narvaez	Ernesto Diaz	Miguel Petroche
09/06/2006	Carlos Alvarez	Hector Ortiz	Mauricio Mora
10/06/2006	Jose Pelaez	Jimmy Navarro	Miguel Petroche
11/06/2006	Maxwell Rodriguez	Jose Rodriguez	Arturo Fuentes
12/06/2006	Cesar Narvaez	Juan Borja	Miguel Petroche
13/06/2006	Jose Pelaez	Jose Rodriguez	Mauricio Mora
14/06/2006	Cesar Narvaez	Jimmy Navarro	Arturo Fuentes
15/06/2006	Carlos Alvarez	Hector Ortiz	Mauricio Mora
16/06/2006	Maxwell Rodriguez	Jose Rodriguez	Arturo Fuentes
17/06/2006	Jose Pelaez	Ernesto Diaz	Mauricio Mora
18/06/2006	Cesar Narvaez	Juan Borja	Arturo Fuentes
19/06/2006	Maxwell Rodriguez	Jimmy Navarro	Mauricio Mora
20/06/2006	Carlos Alvarez	Juan Borja	Arturo Fuentes
21/06/2006	Cesar Narvaez	Ernesto Diaz	Mauricio Mora
22/06/2006	Maxwell Rodriguez	Jose Rodriguez	Miguel Petroche
23/06/2006	Carlos Alvarez	Jimmy Navarro	Arturo Fuentes
24/06/2006	Maxwell Rodriguez	Ernesto Diaz	Miguel Petroche
25/06/2006	Carlos Alvarez	Jimmy Navarro	Mauricio Mora
26/06/2006	Cesar Narvaez	Juan Borja	Arturo Fuentes
27/06/2006	Maxwell Rodriguez	Jimmy Navarro	Mauricio Mora
28/06/2006	Jose Pelaez	Juan Borja	Arturo Fuentes
29/06/2006	Cesar Narvaez	Jimmy Navarro	Miguel Petroche
30/06/2006	Maxwell Rodriguez	Ernesto Diaz	Mauricio Mora

14. PREDICCIÓN DEL NÚMERO DE PACIENTES

Es de gran utilidad para el director de emergencia contar con un reporte que le permita conocer una estimación del número de pacientes que acudirán el día siguiente al área de emergencia, esta predicción se la puede realizar por especialidad.

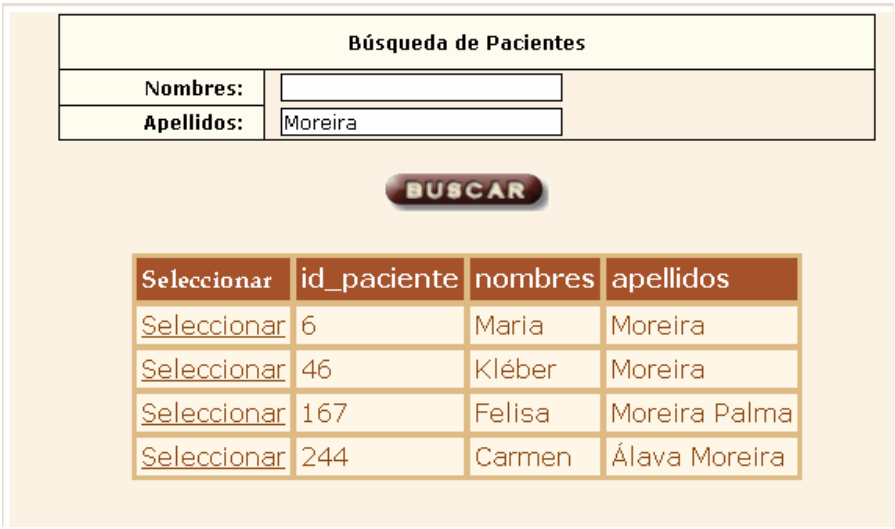
El Director deberá especificar si el día siguiente será feriado o no, y además seleccionar la especialidad requerida, por ultimo presionar el botón Consultar, donde los resultados obtenidos detallarán los últimos siete días incluyendo el día siguiente (predicción). Además, se muestra un grafico de barras, donde se representa las cantidades mostradas en la tabla, para poder apreciar fácilmente las diferencias entre los días.



Cada doctor deberá registrar las operaciones y consultas que realice, con el fin de alimentar datos que serán necesarios para evaluar el nivel de desempeño en el trabajo realizado.

15. BÚSQUEDA DE PACIENTE

Antes de registrar una operación o consulta, deberá buscar un paciente, esto lo puede realizar por nombre, apellido o ambos; dar click en el botón Buscar y finalmente dar click en el enlace "Seleccionar" del paciente buscado.

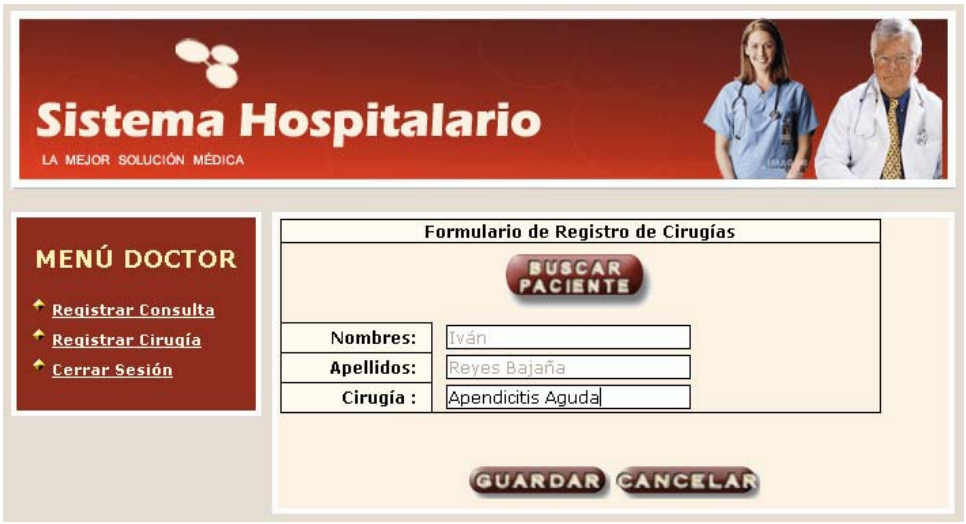


16. REGISTRO DE CONSULTA

Los doctores que pertenecen a las especialidades de Pediatría y Medicina Interna podrán registrar las consultas realizadas. Se debe buscar el paciente al cual se le realizó la consulta (este proceso se especifico anteriormente), después se debe describir el motivo de la consulta y finalmente se presiona el botón Guardar para almacenar los datos.

17. REGISTRO DE CIRUGÍA

Los doctores que pertenecen a las especialidades de Ginecología y Cirugía General podrán registrar las cirugías realizadas. Se debe buscar el paciente al cual se le realizó la cirugía (este proceso se especifico anteriormente), después se debe describir el motivo de la cirugía y finalmente se presiona el botón Guardar para almacenar los datos.



CONSULTAS MENSUALES EN EL ÁREA DE EMERGENCIA

MES: Dic-05

DIA	MEDICINA GENERAL		CIRUGIA GENERAL		PEDIATRIA		GINECO-OBSTETRICIA	
	INGRESO	NO ING	INGRESO	NO ING	INGR	NO ING	INGR	NO ING
1	8	58	1	42	5	47	10	22
2	4	46	2	66	2	53	6	45
3	1	106	3	52	6	67	1	27
4		49	3	53	4	50	9	23
5	1	39	3	71	1	35		44
6		76	1	43	11	39	9	39
7	7	45		51	5	57	7	31
8	7	69	1	65	8	55	7	41
9	3	84	1	53	6	57	7	37
10	7	54	2	58	11	43	14	29
11	1	65	2	63	7	59	6	26
12	2	65		42	5	61	1	34
13	6	66	2	51	1	55	10	30
14	14	104		51	11	52	4	33
15	6	70	1	41	11	54	10	34
16		82	4	52	5	55	14	38
17	1	105	2	62	2	43	9	19
18	5	100		52	1	42	4	18
19	10	95		44	5	26	6	33
20	1	63	3	48	12	50	5	58
21	9	68	2	41	10	56	9	20
22	4	76	3	28	4	56	12	26
23	3	53	2	53	3	59	10	73
24	7	45		54	7	44	6	24
25		61	3	78	2	66	9	20
26	7	71		74	11	46	7	37
27		62	0	33	6	61	11	32
28	7	56	4	61	7	58	3	45
29	11	31	3	66	2	53	19	21
30		83		51	4	58	9	35
31		50		88	1	47	4	15
TOTAL	132	2097	48	1687	176	1604	238	1010

T. ATENCIONES:	6992
T.INGRESOS	594
T.NOINGRESOS	6398

REGISTROS DE OPERACIONES POR MÉDICO

MINISTERIO DE SALUD PUBLICA
JEFATURA PROVINCIAL DE SALUD DEL GUAYAS
" HOSPITAL GUAYAQUIL "

INDICE DE MEDICOS

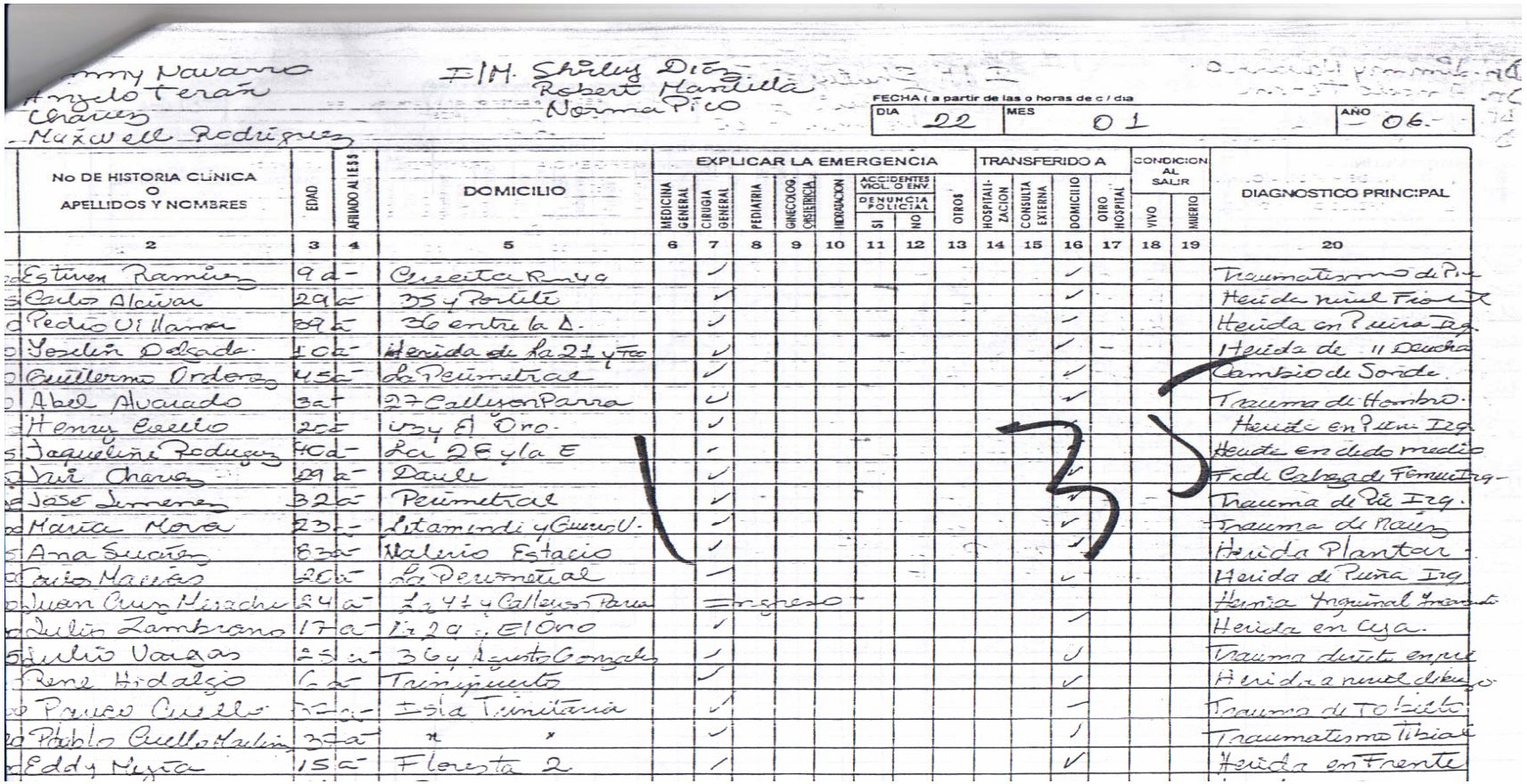
132

HISTORIA No	NOMBRE DEL PACIENTE	Servicio	Dias de Hospitalizacion	Edad	Sexo	Alta por	Tipo de Acomodo	OPERACION	OBSERVACIONES
538434	Hurtado P. Nelson	01		14		Apendicectomia			Enero / 2005
538413	F. Monge Brayon	02		17		Apendicectomia			" "
538644	Cevallos Rodriguez Johanna	05		22		Apendicectomia			" "
538419	Panchana Beltran Carlos	05		14		Limp. Q. M. Inf. Izq			" "
538967	Avila Miranda Daniel	11		54		Amputacion M. Inf. Izq			" "
534106	Valle Villena Jorge	16		42		Colecistectomia			" "
539234	Seledispa Reyes Victoria	16		30		Apendicectomia			" "
539232	Tomala Pozo Azucena	19		48		Colecistectomia			" "
539386	Jaime Moron Ileana	20		15		Apendicectomia			" "
354201	Alarcon Sanchez Carlos	20		43		Amp. de Pierna D.			" "
480143	Peñafiel Burgos Luz	20		73		Herniorrafia			" "
539171	Simistera Obregon Jhon	23		14		Extraccion			" "
415348	Castillo Hurtado Mayra	23		21		Apendicectomia			" "
506286	Piloso Bueno Diego	28		09 años		Apendicectomia			" "
539728	Pacheco Quinde Luis	28		56		Colecistectomia			" "
534868	Loor Today Jose	01		72		Lap. Exp. Abdomen A.			Febrero / 2005
379187	Pluas Garcia Jessy	03		15		Apendicectomia			" "
540133	Dominguez M. Victor	09		26		Apendicectomia			" "
540129	Chilon Victor	09		25		Apendicectomia			" "
540343	Mite M. Victoria	10		28		Biopsia de Ganglio Gorgonita			" "

Indice de Medicos	Servicio	MEDICO
Indice de Medicos	Servicio Cirugia	MEDICO Dr. Fuentes Falquez Arturo

HISTORIA No	NOMBRE DEL PACIENTE	Servicio	Dias de Hospitalizacion	Edad	Sexo	Alta por	Tipo de Acomodo	OPERACION	OBSERVACIONES
534338	Quezada Aurelio	10		64		Herniorrafia Ing. Izq			Febrero / 2005
540300	Pinargote Marcela	10		33		Apendicectomia			" "
540299	Gavilanez Raquel	12		44		Apendicectomia			" "
540322	Peñafiel Chaez David	12		15		Apendicectomia			" "
540330	Vilchez Villamar Jose	12		30		Apendicectomia			" "
483105	Yagual A. Manuel	15		41		Apendicectomia			" "
502674	Ponguillo J. Julian	18		91		Hernia Ing. D.			" "
540965	Briones M. Manuel	18		24		Apendicectomia			" "
541038	Zambrano C. Mariuxi	22		19		Apendicectomia			" "
540835	Martinez L. Manuel	22		84		Amputacion			" "
541143	Borja Franco Carlos	27		33		Toracotomia Ampliada			" "
541144	Mina Mario	28		38		Lap. Exp.			" "
540053	Jerez V. Reinaldo	03		80		Ventana Pericardia			Marzo / 2005
541205	Ocampo Alfredo	04		42		Esterointeres Hombro Izq			" "
541307	Romero A. Hector	08		32		Apendicectomia			" "
541084	Cepeda Toala Manuel	11		42		Herniorrafia Umbilical			" "
541381	Dume A. Andres	11		67		Limp. Q. Infectada			" "
340274	Cabello C. Carlos	18		15		Apendicectomia			" "

REGISTRO DE INGRESO DE PACIENTES



Tommy Navarro
Angelo Terán
Chaves
Maxwell Rodriguez
F/M. Shirley Dic
Robert Mantilla
Norma Pico

FECHA (a partir de las 0 horas de c / dia
DIA 22 MES 01 AÑO 06

No DE HISTORIA CLINICA O APELLIDOS Y NOMBRES	EDAD	AFILIADO AL I.E.S.S	DOMICILIO	EXPLICAR LA EMERGENCIA: MEDICINA GENERAL	CIRUGIA GENERAL	PEDIATRIA	GINECOLOG. OBSTETRICIA	HEMORRAGIA	ACCIDENTES VIOL. O ENV.: DENUNCIA POLICIAL SI	DENUNCIA POLICIAL NO	OTROS	TRANSFERIDO A: HOSPITALIZACION	CONSULTA EXTERNA	DOMICILIO	OTRO HOSPITAL	CONDICION AL SALIR: VIVO	MUERTO	DIAGNOSTICO PRINCIPAL
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Esteven Ramirez	9 d	-	Cisneros Rumo		✓									✓				Traumatismo de Pie
Carlos Alcivar	29	a	35 y Portete		✓									✓				Herida nivel Frente
Pedro Villamar	89	a	36 entre la A.		✓									✓				Herida en Pierna Izq.
Yesenia Delgado	20	a	Herida de la 2 y Tres		✓									✓	-			Herida de 11 Derecha
Guillermo Ordoñez	45	a	de Perimetral		✓									✓				Cambio de Soride.
Abel Alvarado	3a	t	27 Callejon Parra		✓									✓				Trauma de Hombro.
Henry Castillo	20	a	1534 El Oro.		✓									✓				Herida en Pierna Izq.
Jaquelin Rodriguez	40	d	Ca 2E y la E		-									✓				Herida en dedo medio
Yuri Chaves	29	a	Daule		✓									✓				Fx de Calcaneo de Femur Izq.
Jose Jimenez	32	a	Perimetral		✓									✓				Trauma de Pie Izq.
Maria Nova	23	-	Estamindi y Guerrero V.		✓									✓				Trauma de Manos
Ana Suarez	83	a	Valerio Estacio		✓									✓				Herida Plantar
Tania Macias	20	a	La Perimetral		✓									✓				Herida de Pierna Izq.
Juan Cruz Mizache	24	a	2 a 4 y Callejon Parra		Ingreso													Hernia Inguinal Incarc.
Julio Zambrano	17	a	1 a 20 y El Oro		✓									✓				Herida en Cara.
Julio Vargas	25	a	36 y Agusto Gonzalez		✓									✓				Trauma de Torax Izq.
Rene Hidalgo	16	a	Trinipuerto		✓									✓				Herida a nivel de Ojo
Pedro Cuello	22	a	Isla Tumitaria		✓									✓				Trauma de Torax
Pablo Cuello Molina	3	a	" "		✓									✓				Traumatismo Tibial
Eddy Mejia	15	a	Floresta 2		✓									✓				Herida en Frente