



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**MEJORA DEL PROCESO DE GESTIÓN DE CAMAS DEL HOSPITAL
CLÍNICO DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE**

*PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN
INGENIERÍA DE NEGOCIOS CON TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN*

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

PABLO IGNACIO CHAPA BERIESTAIN

PROFESOR GUÍA:
ÓSCAR BARROS VERA

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
MARCELO OLIVARES ACUÑA
RICHARD WEBER HAAS
ANA MARÍA GUERRERO DÍAZ

SANTIAGO DE CHILE
2016

Resumen Ejecutivo

La Gestión de Camas se refiere a la preocupación por manejar el recurso cama de la mejor manera posible, coordinando ingresos y altas, urgencia y cirugías programadas.

Dentro del modelo de negocios destaca la propuesta de valor, “**Otorgar mejoras en los tiempos de espera de pacientes, mejorando así los costos**”,

Se utilizó una versión de Arquitectura de Procesos desarrollada por Barros y Julio, especial para hospitales, utilizando las arquitecturas pero especializándolas. El proyecto se enmarca en la Macro 1 **Servicios Comunes Propios**, luego en **Servicio de Camas**, después por un lado **Gestión de Camas** siguiendo con **Análisis de Desempeño de Camas**, y por el otro, en **Tratamiento de pacientes en cama** y finalmente **Monitoreo y Análisis de Ejecución**. Siendo los dos en cursiva, BPMN's. Por otro lado, se incluyen arquitecturas explorando la Gestión de Capacidad.

El modelo se apoya en el uso de Mapas Semánticos, utilizando una serie de factores, genera automáticamente acciones correctivas sugeridas a las gestoras de camas, para corregir situaciones irregulares, se detalla la lógica de negocios que respalda el modelo, que se estructura en base a árboles de decisión, para mejorar su comprensión y su flujo.

Se incluye la Arquitectura de Sistema, que sirvió para desarrollar un prototipo del sistema. Dicho prototipo ya fue presentado con la autoridad de Gestión de Camas, quien se mostró conforme, lo que es un excelente antecedente en cuanto al desarrollo del sistema.

Para validar el proyecto, se realiza una simulación que emula el hospital en el año 2014, considerando incluso el 50% de la efectividad pronosticada de las acciones para hacer más robusta la validación. Se logran mejoras de hasta un 38% y promediando por fase una mejora de un 22%, lo cual confirma lo esperado del diseño del sistema.

Los beneficios de disminuir el tiempo de estada del paciente; más pacientes tratados, clientes más satisfechos, mayor utilización del recurso cama como del recurso humano, etc. Al contrastarse estos beneficios con los costos del proyecto, genera un VAN de más de 150 millones de pesos, lo que además apoyaría la validez económica del proyecto.

Se realizan consideraciones y recomendaciones para la eventual implementación del proyecto, además de validar el apoyo del equipo de gestión de camas con la realización de una encuesta de percepción del sistema.

A toda mi maravillosa familia

Agradecimientos

Que satisfacción escribir por fin los agradecimientos.

A mi mamá, por todo el sacrificio, por motivarme, consolarme, aconsejarme, retarme, por todo su amor y en general por ayudarme a ser una mejor persona. A mi papá por todo lo que nos ha dado, por nunca dejar de hacerse presente, por toda su preocupación y por todas las risas. A mi hermano por la alegría, por su permanente compañía y por todas las enseñanzas. Este logro es de todos nosotros.

A la gran familia que me tocó, todas mis tías, tíos, primos, primas, gracias por las risas, por la cerveza ocasional y por todos los buenos ratos. Gracias Tata y Ema por todos los domingos, por alegrarse conmigo, por indignarse conmigo, incluso cuando no entendían del todo lo que les estaba contando. Gracias Cami por tu lealtad, tu disposición y apoyo, me diste tranquilidad cuando más lo necesitaba.

Gracias Shalito porque a pesar de los altos y bajos siempre estuviste ahí durante tantos años, entregándome alegría, y apoyo. Rodrigo, lo más grande de la universidad, tanto que aprendimos juntos, tantas conversaciones, tantas risas, infinitos agradecimientos para ti. Loretito, gracias por tantos abrazos en miniatura, por tantos consejos y tanta ayuda, gracias por tener el corazón que tienes. Seba, muchas gracias por estar ahí, siempre con las palabras precisas. Gracias Pollito por todas las conversaciones y toda tu ayuda. Gracias Nono, Carlitos, Omar. Marito, Cahco Veliz, Pancho, Checho por tantas y tantas cervezas, tropicales y risas que compartimos.

A todos los de la gran JU.NA.EB. por todo el cariño y las alegrías. A Los TRL por acogerme y por todo lo que me entregaron. Son sin duda lo mejor que me dejó el colegio e hicieron que todo eso fuera más llevadero, en parte por eso estoy aquí.

Muchas gracias a todos con los que compartí en el espectacular equipo de Difusión, en especial Mane y Pili por su inmenso apoyo y amor. Gracias CMS por todo lo que me enseñaron y entregaron, en particular Pao, Sven y Kata. A todos los que hicieron posible Handball Beauchef, en especial a ese gran equipo que creyó en mí y me apoyó en los primeros JOE y a este gran equipo con el que ganamos los TIF.

A toda la gente del HCUCH que me apoyó en la realización de esta tesis, a todo el equipo de Gestión de Camas, Francisco y Ana María Guerrero. En particular a Jenny Garrido, fuiste un apoyo indispensable en este proceso, tanto profesional como personalmente, no hubiera resultado sin ti.

A mis compañeros del MBE, al Profesor Oscar Barros por todos los aprendizajes, a Ana María y Laura por toda su ayuda y su dedicación.

A Javiera, por todo su amor, apoyo y paciencia cuando más lo necesitaba.

En fin, a todos los que se hicieron parte, muchas gracias por hacerlo posible y por todo el camino recorrido.

Tabla de Contenido

1.	Introducción	1
1.1	Contexto del Sistema de Salud.....	1
1.1.1	Sub Sector Público	2
1.1.2	Sub Sector Privado.....	3
1.2	Contexto del Hospital Clínico de la Universidad de Chile (HCUCH)	4
1.2.1	Antecedentes Generales	4
1.2.2	Tipo de Diferenciación del HCUCH	6
1.2.3	Historia.....	8
1.2.4	Mercado.....	8
1.3	Gestión de Camas	9
1.4	Análisis de Brechas y problemáticas	10
1.5	Objetivos de Proyecto	10
1.6	Propuesta de Valor	11
2.	Marco Teórico.....	11
2.1	Metodología del Proyecto	11
2.2	Arquitectura de Procesos de Negocios	13
2.3	Notación de Procesos BPMN.....	16
2.4	Mapas Conceptuales para traspaso de conocimientos	19
2.5	Arboles de Decisión para reglas.....	20
2.6	Minería de Datos.....	20
2.6.1	Modelos de Minería de Datos.....	22
2.6.2	Minería de textos	23
2.7	Revisión de la Literatura	23
2.7.1	Gestión de Camas.....	23
2.7.2	Impacto de la Gestión de Camas en el funcionamiento y eficiencia del hospital	24
2.7.3	Estrategias y funciones de la gestión de camas.....	25
3.	Gestión de Capacidad	25
3.1	Análisis de la Demanda	26
3.2	Caracterización de la Demanda	27
3.2.1	Cirugía	27
3.2.2	Urgencia más cirugía	31

3.2.3	Traumatología	34
3.3	Asignación de camas	37
3.3.1	Proyección de lógica de asignación	38
4.	Arquitectura de procesos y procesos rediseñados	40
5.	Lógicas de Negocios.....	49
5.1	Lógica de Acciones Correctivas	49
5.1.1	Factores relevantes para las Acciones Correctivas Recomendadas	50
5.1.2	Acciones Correctivas Recomendadas	51
5.2	Lógica de Cambios en Acciones	55
6.	Diseño de las aplicaciones computacionales de apoyo a los procesos.....	56
6.1	Diagrama de paquetes.....	56
6.2	Casos de Uso	56
6.3	Diagramas de Sistema y de Clases.....	57
6.3.1	Revisar Situación Actual de Camas	58
6.3.2	Generar y Evaluar Acciones Definidas.....	61
6.3.3	Evaluar y Mejorar Acciones	64
6.3.4	Analizar Desempeño de Camas.....	66
6.3.5	Definir Nuevo Indicador	68
6.3.6	Registrar Realización de Acciones Recomendadas	70
6.4	Diagrama de Clases	72
6.5	Base de Datos	73
6.6	Estructura de Datos	73
6.7	Diagrama de Despliegue	74
6.8	Prototipo	75
7.	Simulación	78
8.	Evaluación Económica del Proyecto.....	82
8.1	Inversión Desarrollo.....	82
8.2	Mantenimiento Inicial	82
8.3	Costos	83
8.4	Beneficios	83
8.5	Flujo de Caja.....	84
8.6	Análisis de Sensibilidad	85

9. Implementación.....	87
9.1 Apoyo de Usuarios.....	87
9.2 Condiciones necesarias.....	90
9.2.1 Apoyo de Dirección.....	90
9.2.2 Apoyo de Equipo de Gestión de Camas.....	91
9.2.3 Disponibilidad y Capacidad Técnica.....	91
9.2.4 Infraestructura.....	92
9.3 Recomendaciones de Implementación.....	92
9.3.1 Actores Relevantes.....	92
9.3.2 Hitos Relevantes.....	93
Conclusión.....	94
Bibliografía.....	96
Anexos.....	98
Anexo A: Script Simulación.....	98
Anexo 2: Encuesta “Percepción Sistema Gestión de Camas”.....	101
Anexo B: Documento para el desarrollo del prototipo del sistema.....	102
Anexo C: Encuesta de Percepción de Sistema.....	116
Índice de Tablas.....	120
Índice de Ilustraciones y Cuadros.....	121

Índice de Tablas

Tabla 1 Tipos de Eventos.....	17
Tabla 2 Tipos de Gateways	17
Tabla 3 Tabla de Tareas.....	18
Tabla 4 Centroides de clusterización de Cirugía.....	29
Tabla 5 Errores en modelos de predicción de Cirugía	29
Tabla 6 Errores dentro de cada Clúster de Cirugía	30
Tabla 7 Coeficientes Regresión Cirugía	31
Tabla 8 Centroides de clusterización de Urgencia+Cirugía.....	32
Tabla 9 Errores Modelos de Predicción Urgencia+Cirugía.....	33
Tabla 10 Errores dentro de cada clúster de urgencia+cirugía	33
Tabla 11 Coeficientes Regresión Urgencia+Cirugía.....	34
Tabla 12 Centroides de Clusterización de Traumatología.....	35
Tabla 13 Errores Modelos de Predicción Traumatología.....	35
Tabla 14 Errores dentro de Cada clúster de Traumatología	36
Tabla 15 Coeficientes Regresión Traumatología	37
Tabla 16 Tiempos de Estados de Camas con Datos reales. Año 2014.	78
Tabla 17 Distribuciones de probabilidad y su error. Año 2014.	79
Tabla 18 Tiempos de Estados de Camas con Datos Simulados.....	79
Tabla 19 Acciones por estado con su efectividad y urgencia.	80
Tabla 20 Tiempos de Estado de Camas con Acciones simuladas.....	81
Tabla 21 Tiempos de Estado de Camas con Acciones Simuladas y media efectividad.	81
Tabla 22 Inversión en desarrollo de proyecto.....	82
Tabla 23 Costos de Mantenimiento Inicial	83
Tabla 24 Costos de Operación.....	83
Tabla 25 Potencial de Ganancia por Fase	84
Tabla 26 Flujo de Caja.....	85
Tabla 27 Análisis de Sustentabilidad.....	86

Índice de Ilustraciones y Cuadros

Ilustración 1 Distribución de la Población según Sector de Salud.....	2
Ilustración 2 Organigrama General HCUCH	6
Ilustración 3 Modelo Delta, Mejor Producto.....	7
Ilustración 4 Ontología de Diseño de Negocios.....	12
Ilustración 5 Esquema de Funcionamiento Ingeniería de Negocios	13
Ilustración 6 Arquitectura de Macroprocesos	15
Ilustración 7 Tipos de Configuración de Arquitectura	16
Ilustración 8 Esquema de Pools	18
Ilustración 9 Esquema de Lanes	19
Ilustración 10 Ejemplo de Mapa Conceptual.....	19
Ilustración 11 Ejemplo de Árbol de Decisión (Utgoff, 1998)	20
Ilustración 12 Diagrama de relación de las Fases de CRISP DM	21
Ilustración 13 Relación de información en el proceso hospitalario con la gestión de camas	24
Ilustración 14 Árbol de decisión Modelo de Asignación	39
Ilustración 15 Arquitectura de Macroprocesos Hospitalarios	40
Ilustración 16 Macro Servicios Comunes Propios	41
Ilustración 17 Servicio de Camas.....	42
Ilustración 18 Análisis Demanda	42
Ilustración 19 Tratamiento de Pacientes en Cama	43
Ilustración 20 Realización de Acciones.....	44
Ilustración 21 Monitoreo y Análisis de Ejecución	45
Ilustración 22 Gestión de Camas	46
Ilustración 23 Gestión Programada	46
Ilustración 24 Análisis de Desempeño	47
Ilustración 25 Evaluación y Mejora de Acciones Correctivas	48
Ilustración 26 Análisis de Desempeño de Camas.....	49
Ilustración 27 Mapa Conceptual HCUCH (Gestión de Camas)	50
Ilustración 28 Factores relevantes para las acciones correctivas	50
Ilustración 29 Árbol de Decisión reglas estado "Acostándose".....	52
Ilustración 30 Árbol de decisión de reglas estado "PostIntervención"	52
Ilustración 31 Árbol de decisión de reglas estado "PostAlta"	53
Ilustración 32 Árbol de decisión de reglas estado "EnPreparación"	54
Ilustración 33 Árbol de decisión de reglas estado "Traslado"	54
Ilustración 34 Diagrama de paquetes.....	56
Ilustración 35 Diagrama de Casos de Uso	57
Ilustración 36 Diagrama de Sistema "Revisar Situación Actual de Camas"	58
Ilustración 37 Diagrama de Sistema Extendido "Revisar Situación Actual de Camas" ..	59
Ilustración 38 Diagrama de Clases "Revisar Situación Actual de Camas"	60
Ilustración 39 Diagrama de Sistema "Generar y Evaluar Acciones Definidas"	61

Ilustración 40 Diagrama de Sistema Extendido "Generar y Evaluar Acciones Definidas"	62
Ilustración 41 Diagrama de Clases "Generar y Evaluar Acciones Definidas"	63
Ilustración 42 Diagrama de Sistema "Evaluar y Mejorar Acciones"	64
Ilustración 43 Diagrama de Sistema Extendido "Evaluar y Mejorar Acciones"	65
Ilustración 44 Diagrama de Clases "Evaluar y Mejorar Acciones"	66
Ilustración 45 Diagrama de Sistema "Analizar Desempeño de Camas"	66
Ilustración 46 Diagrama de Sistema Extendido "Analizar Desempeño de Camas"	67
Ilustración 47 Diagrama de Clases "Analizar Desempeño de Camas"	68
Ilustración 48 Diagrama de Sistema "Definir Nuevo Indicador"	68
Ilustración 49 Diagrama de Sistema Extendido "Definir Nuevo Indicador"	69
Ilustración 50 Diagrama de Clases "Definir Nuevo Indicador"	69
Ilustración 51 Diagrama de Sistema "Registrar Realización de Acciones Recomendadas"	70
Ilustración 52 Diagrama de Sistema Extendido "Registrar Realización de Acciones Recomendadas"	71
Ilustración 53 Diagrama de Clases "Registrar Realización de Acciones Recomendadas"	71
Ilustración 54 Diagrama de Clases General	72
Ilustración 55 Diagrama de Base de Datos	73
Ilustración 56 Estructura de Datos	74
Ilustración 57 Diagrama de Despliegue	75
Ilustración 58 Pantalla de Inicio Prototipo	76
Ilustración 59 Pantalla "Mapa de Camas"	76
Ilustración 60 Pantalla "Mapa de Camas" con info de Paciente desplegada	77
Ilustración 61 Resultados "¿Cree usted que este sistema facilitará su trabajo?"	88
Ilustración 62 Resultados "Este sistema le parece:..."	89
Ilustración 63 Resultados "En términos generales, ¿Apoyaría la implementación del sistema?"	90

1. Introducción

Primero que todo, se analizará el contexto de la industria de la salud en Chile, pasando por el contexto del Hospital Clínico de la Universidad de Chile, para llegar a la situación de la Gestión de Camas en el HCUCH lo que dará espacio para objetivo del proyecto

1.1 Contexto del Sistema de Salud

El sistema de salud en Chile es mixto, lo que significa que está conformado por organizaciones públicas y privadas. A pesar de esta conformación, cuando se mira desde lo normativo, tiene un carácter unitario, ya que es solo el sector público el encargado de crear e implementar las políticas de las acciones de salud en todo el país.

En cuanto al financiamiento, instituciones, entidades y organismos tanto públicos como privados participan en el sistema de salud. En ambos casos, privado y público, funcionan en base a la cotización obligatoria del 7% de la renta imponible de los trabajadores activos y pasivos, la cual es decisión de cada cotizante si hacerla a una institución pública o privada, según lo que más se acomode a su situación económico.

En cuanto a los servicios que se ofrecen, en Chile el sistema de salud está constituido principalmente por una industria previsional-financiera o de seguros, otra industria prestadora de servicios asistenciales, y en menor medida, por una industria de productos sanitarios.

La línea previsional-financiera, recauda, administra y distribuye los recursos de los cotizantes y demás beneficiarios de acuerdo a los servicios de salud estipulados en cada institución previsional (pública o privada). Aunque las FONASA e ISAPRES constituyen el “núcleo” de esta cadena de negocios, también participan de ella las mutualidades de empleadores, las compañías de seguros y cajas de compensación, etc.

La entrega misma del servicio asistencial se lleva a cabo a través de una gama de prestadores, tanto públicos como privados, institucionales como individuales. Según esta última distinción se encuentran los siguientes tipos de prestadores:

- **Prestadores Institucionales;** personas jurídicas que otorgan prestaciones consistentes en acciones de salud, pueden ser:
 - a) *Prestadores Institucionales de Atención Cerrada* (u atención hospitalaria); aquellos establecimientos asistenciales de atención general y/o especializada que están habilitados para la internación de pacientes con ocupación de una cama.
 - b) *Prestadores Institucionales de Atención Abierta* (u ambulatoria); aquellos centros asistenciales que otorgan atención sin pernoctación de pacientes.
- **Prestadores de Salud Individuales;** personas naturales que de manera independiente, dependiendo de un prestador institucional o a través de un convenio con éste, otorgan, al igual que los prestadores institucionales, prestaciones consistentes en acciones de salud.

En el sector público de salud encontramos solo prestadores del primer tipo, mientras que en el sector privado encontramos tanto prestadores institucionales como individuales.

En cuanto a la distribución de la población en los sistemas públicos y privados, se muestra en la siguiente ilustración:

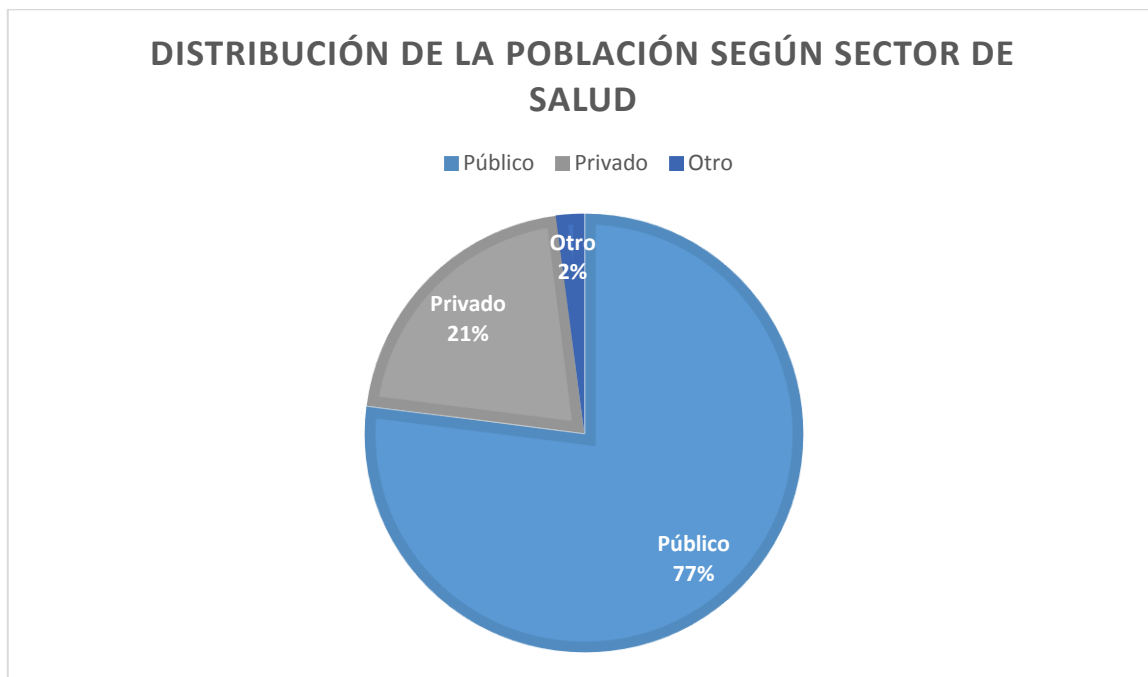


ILUSTRACIÓN 1 DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN SEGÚN SECTOR DE SALUD

Ahora, se analiza los sub sectores de salud público y privado.

1.1.1 Sub Sector Público

La base operativa del sub sector público es el Sistema Nacional de Servicios de Salud (SNSS). Además, otras instituciones de Salud Pública actúan en este sector con un rango más limitado.

1.1.1.1 Sistema Nacional de Servicios de Salud (SNSS)

Al SNSS lo componen un conjunto de organismos interdependientes, con variados grados de jerarquía, los que pueden ser ordenados de acuerdo a los siguientes ámbitos de acción:

- a) *Línea Normativa-Fiscalizadora*: a cargo del Ministerio de Salud, la Superintendencia de Salud y del Instituto de Salud Pública.
- b) *Línea Industria de Seguros*: a cargo del Fondo Nacional de Salud (FONASA).
- c) *Línea Industria de Prestaciones Asistenciales*: donde se encuentran Servicios de Salud y todas aquellas instituciones que realizan convenios con el sistema de salud público, tales como los Municipios y los servicios delegados.
- d) *Línea de suministros para la industria asistencial*: donde actúa la Central de Abastecimiento (CENABAST).

Dentro de los componentes del Sector Público de Salud, destaca el Fondo Nacional de Salud, por lo que se detalla a continuación:

1.1.1.2 Fondo Nacional de Salud (FONASA)

Esta institución cumple la función previsional financiera de administrar la cotización del 7% de la renta imponible mensual de quienes se aseguran en esta modalidad junto a los fondos que entrega el estado a través de un aporte fiscal directo.

El encargado de gestionar las prestaciones de salud es FONASA y lo hace principalmente a través de la compra de bonos, por costos totales o parciales. Dichas prestaciones pueden ser efectuadas en los establecimientos privados en convenio o en los establecimientos públicos.

1.1.2 Sub Sector Privado

El sub sector privado está formado por tres componentes principales:

- a) *Línea Industria de Seguros*: en donde operan las ISAPRES y en menor medida, otras instituciones aseguradoras
- b) *Línea Industria de Prestaciones Asistenciales*: en donde operan prestadores de salud particulares, que pueden ser institucionales o individuales.
- c) *Línea Industria de Productos Sanitarios*: en donde operan distintos establecimientos farmacéuticos, como así también Laboratorios que se encargan de la generación y parte de la comercialización de los productos.

Ahora se analizará en más detalle cada una de las líneas presentadas:

1.1.2.1 Línea Industria de Seguros

Las instituciones de la Industria de Seguros del sub sector privado de salud pueden ser con o sin fines de lucro. Entre las primeras se encuentran las ISAPRES y las Compañías de Seguro, mientras que entre las segundas están las Mutuales de Empleadores, las empresas privadas de Administración Delegada (EAD), Las Cajas de Compensación (CCAF) y las Mutuales de las FF.AA

Las instituciones más importantes dentro de esta línea de industria son las ISAPRES, ya que cubren a la mayoría de los afiliados al sub sector privado, por lo que se detalla a continuación

1.1.2.2 Instituciones de Salud Previsional (ISAPRES)

Tienen como objetivo la administración y, en algunos casos, el otorgamiento mismo de las prestaciones de salud contratadas por sus beneficiarios, siendo aquellas personas que cotizan y sus cargas familiares.

Su sistema de afiliación es voluntario y a diferencia de FONASA, estas instituciones pueden ajustar el precio de un seguro o plan de salud considerando factores como la edad, el sexo y el tamaño de la familia.

El financiamiento del plan de salud de una ISAPRE se da a través del pago de una cuota mínima, que corresponde al 7% de las remuneraciones del trabajador, y opcionalmente a través de un aporte adicional (de máximo 40 UF) orientado a obtener mayores beneficios.

Las rentabilidades de las ISAPRES los últimos años han sido altísimas, alcanzando un record de \$50 mil millones durante el primer semestre de 2014. La estrategia que han seguido las ISAPRES para alcanzar estos resultados, es ir integrándose verticalmente y horizontalmente a través de los eslabones de la cadena productiva, extendiendo su labor aseguradora, a una función de prestador de servicios, gracias a la adquisición de centros médicos de salud y clínicas.

1.2 Contexto del Hospital Clínico de la Universidad de Chile (HCUCH)

1.2.1 Antecedentes Generales

Fundado el año 1952, el Hospital Clínico Universidad de Chile (HCUCH), es el principal campo clínico-docente de la Universidad de Chile y presta atención clínica ambulatoria, hospitalaria y de urgencia pediátrica, adulta y maternidad, siendo las intervenciones de alta complejidad las que lo hacen destacar en el país. Al ser parte de la Universidad de Chile, el hospital está enmarcado en los mismos principios y desafíos de esta institución de educación superior, los que se ven reflejados en la siguiente afirmación:

“Somos un organismo de excelencia en lo académico, en la gestión administrativa y financiera, y en la ética biomédica”.

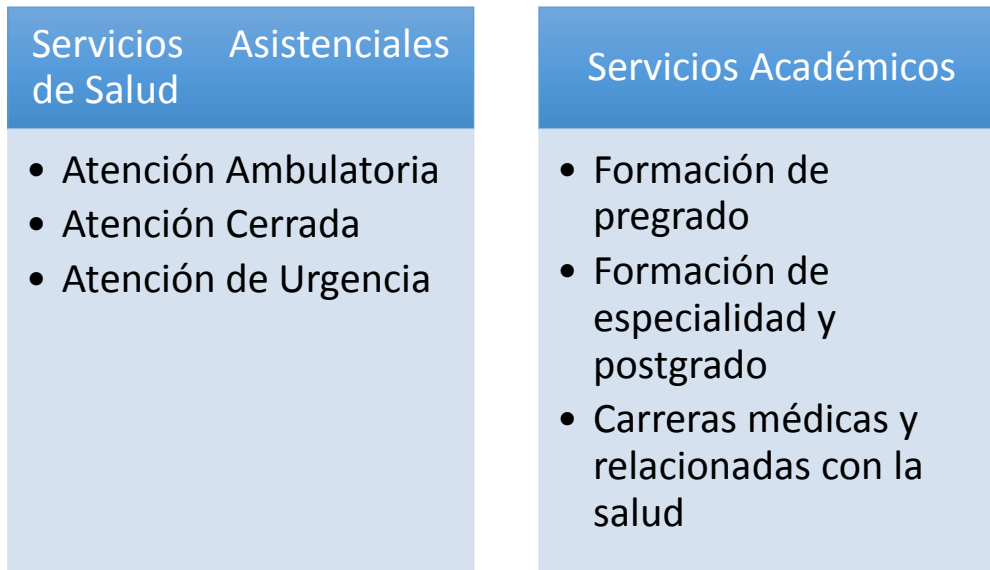
No solo es el principal centro docente y formador de especialistas y sub-especialistas médicos y de carreras de salud en el país, además es un centro de vanguardia en la incorporación de plataformas tecnológicas de punta y avances médicos de primer orden.

Al ser parte de la Universidad, el HCUCH es una institución pública, pero a la vez ofrece prestaciones privadas. Esta característica genera una condición muy complicada para el hospital, porque por un lado tiene que cumplir con el marco exigente y restrictivo impuesto por las normas propias de un Servicio Público, y a la vez, ser competitivo en una industria altamente concentrada como es la de prestadores de salud. Esto sumado a la labor de centro docente, hace que la gestión interna del hospital sea extremadamente compleja.

A pesar de ser una institución pública, el HCUCH no es parte de la red pública de salud desde el año 1994, y desde entonces, ha tenido que autofinanciarse y competir en el mercado de salud, que es altamente concentrado y que maneja costos de operación menores a los de un hospital que realiza docencia e investigación. Actualmente, el hospital se autofinancia en un 95,5% y el resto lo aporta la Universidad de Chile.

El hospital conforma una Red Clínica junto a la Clínica Quilín, con una superficie total de 65.000 m², 3.307 funcionarios y 592 camas.

Los servicios que ofrece el HCUCH pueden ser agrupados en dos grandes grupos:



En cuanto a los servicios asistenciales de salud, estos son tres principalmente: Atención Ambulatoria, Atención Cerrada y Atención de Urgencia. Respecto de la primera, el hospital ofrece consultas de especialidad, destacando que existe la gran mayoría de las especialidades de la medicina, además de procedimientos y cirugías ambulatorias. Sobre la Atención Cerrada u Hospitalaria, el HCUCH ofrece este servicio para adultos, infantil y maternidad, con un total de 541 camas, de las cuales 55 son de cuidados intensivos y de intermedios, 60 camas de obstetricia y ginecología, 67 para pensionados y 456 camas básicas. Por último, la Atención de Urgencia es brindada para adultos y niños, con un staff de profesionales médicos y de enfermeras altamente calificados. Destaca en este punto, que la atención de urgencia está basada en un modelo de Urgenciólogos, es decir, que médicos especialistas en medicina de urgencia son la base del equipo médico que atiende el servicio.

Y respecto a los servicios académicos, el hospital es el principal campo clínico de la Universidad de Chile, brindando formación de pregrado y postgrado de carreras médicas y relacionadas a la salud, como enfermería, kinesiología, terapia ocupacional, entre otras.

En el siguiente esquema se muestra el organigrama general del HCUCH, donde se ve claramente la participación de las tres componentes principales del hospital: la docente; a través de la Dirección Académica, la pública; a través del Director Médico, y la privada; a través de la Dirección de Administración y Finanzas.

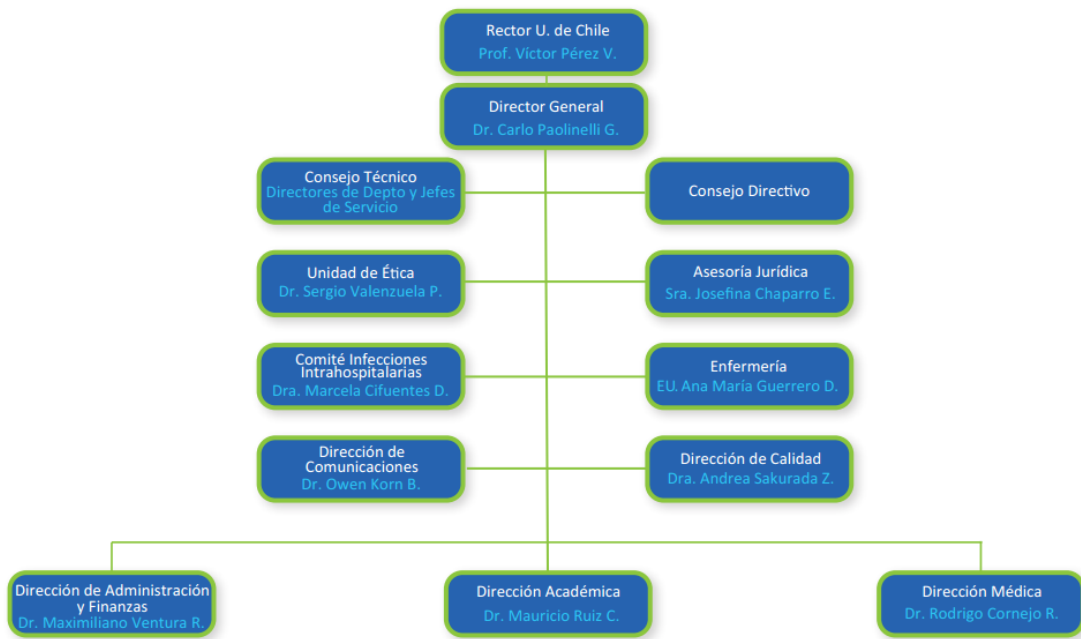


ILUSTRACIÓN 2 ORGANIGRAMA GENERAL HCUCH

1.2.2 Tipo de Diferenciación del HCUCH

El tipo de diferenciación que se espera producir en el hospital, es del tipo *Mejor Producto*. Esta estrategia busca la ventaja competitiva a través de una constante innovación tecnológica y de procesos que generen una característica única que les cree valor a los clientes.

En el caso del hospital, el desarrollo de esta estrategia ha sido más por el lado de las innovaciones tecnológicas que por la mejora de procesos, a pesar de que esa tendencia se ha ido revirtiendo de cierta manera en el último tiempo.

En particular en el caso del Área de Gestión de Camas, hay una constante preocupación por evaluar ciertos procesos, y la forma en que se hacen las diferentes actividades que afectan la disponibilidad de las camas, precisamente para mejorar esta última.

La diferenciación por *Mejor Producto*, también aprovecha las características inherentes al producto mismo, en este caso, el servicio que ofrece el hospital.

En el esquema 2, se presenta el Modelo Delta, donde se muestran las principales componentes del *Mejor Producto*.

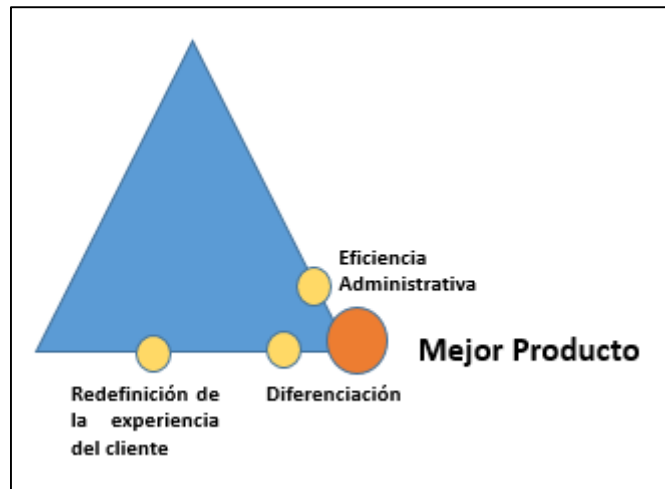


ILUSTRACIÓN 3 MODELO DELTA, MEJOR PRODUCTO

1.2.2.1 Eficiencia administrativa.

Este aspecto está relacionado principalmente con la estructura de costos, y con el fin de generar los servicios y productos al costo más bajo posible, lo que finalmente se vea reflejada en los precios.

Para el hospital llevar a cabo esta tarea no es para nada fácil, considerando que sus costos son mayores que los de la competencia debido a las tareas académicas y de investigación que realiza al ser un hospital universitario. Sin embargo, la institución ha realizado grandes esfuerzos en este ámbito, especialmente en la última administración, tratando de reducir los costos que sean necesarios lo que le ha permitido brindar servicios de una excelente calidad a precios competitivos.

1.2.2.2 Diferenciación.

La diferenciación consiste en la originalidad y la singularidad de los servicios y/o productos que se ofrecen.

Es en este aspecto donde el HCUCH presenta mayores ventajas, ya que tiene un prestigio al ser parte de la Universidad de Chile y contar con un cuerpo médico de excelencia, referente a nivel nacional, formado en su gran mayoría en la misma institución producto de la labor docente. Conforme con esto, el hospital es conocido como un especialista en casos de alta complejidad, en gran parte por el nivel de profesionales mencionados, lo que contribuye a la diferenciación mencionada.

1.2.2.3 Redefinición de la experiencia del cliente.

Es en este sentido en que el hospital quiere avanzar, brindando cada vez una mejor experiencia al cliente en los servicios que se ofrecen. Agilizando el proceso de atención, disminuyendo los tiempos de espera y eliminando los trámites innecesarios, han ayudado a mejorar en este ámbito.

Esto puede resultar particularmente complejo por la estructura del hospital y por su cualidad de hospital universitario, pero sin duda para la dirección es un tema a considerar, buscar dar el mejor trato a sus pacientes, rompiendo de a poco el paradigma de los hospitales públicos.

1.2.3 Historia

En 1952 se decide demoler el antiguo hospital San Vicente de Paul, para erigir el Hospital Clínico Universidad de Chile, el que entró en funcionamiento bajo el nombre de su más ferviente propulsor, el Dr. José Joaquín Aguirre. En el transcurso de su carrera, el Dr. Aguirre fue director del Hospital San Vicente, Rector de la Universidad de Chile e impulsor del concepto de un Hospital Universitario.

En las décadas de los 50 y 60 se crearon las Unidades de Cuidados Intensivos y Tratamientos Intensivos, el Centro de Medicina Nuclear, la Clínica Psiquiátrica, el Centro de Gastroenterología y la primera Central de Hemodiálisis.

Durante las décadas siguientes el hospital fue incorporando nuevas tecnologías y desarrollando procedimientos y técnicas complejas e innovadoras en medicina. Por ejemplo, en 1971 se realizó en forma pionera la primera operación a un paciente con reflujo gastroesofágico en el país o en 1992 se realizó la primera colecistectomía laparoscópica en el Departamento de Cirugía.

Ya en el año 1995 concluyó un convenio entre el Hospital y el Ministerio de Salud, en el cual este último pagaba por las prestaciones médicas realizadas a pacientes derivados de los servicios médicos estatales. El monto estatal financiaba de manera insuficiente al Hospital, aumentando su deuda año a año.

El término del convenio obligó al HCUCH a asumir el desafío de un cambio en su modelo de gestión financiera y entrar al mercado de la salud privada, lo que le ha permitido en la actualidad generar prácticamente el 100% de su presupuesto y realizar una serie de inversiones en tecnología de punta, planta física y recursos humanos, que lo ubican entre los mejores establecimientos de salud del país.

1.2.4 Mercado

Los pacientes que se atienden en el HCUCH provienen principalmente de las comunas Recoleta, Santiago, Conchalí, Quilicura e Independencia, la mayoría comunas cercanas geográficamente.

De acuerdo a los datos de atención del año 2013, el hospital realizó un total de 453.704 atenciones, distribuidas entre atención programada (que representa un 83%) y atenciones de urgencia (con un 17%).

Respecto a la cobertura de salud de los pacientes, un 61% pertenece a alguna ISAPRE, un 31% a FONASA y un 8% a otros convenios

Sobre la competencia que experimenta el hospital, esta proviene tanto de los prestadores privados de salud como lo públicos. Esto se debe a que el hospital ofrece

una alternativa intermedia en términos de calidad de atención, entre las clínicas privadas y los hospitales públicos. Además, el hospital tienen convenio con FONSA para atender a afiliados del sector público de salud con modalidad de libre elección (MLE). Por lo tanto, sus competidores son las clínicas y hospitales cercanos geográficamente, es decir, aquellos ubicados cerca del sector norte de la capital. Dentro de estos, los más importantes son los siguientes:

Privados	Públicos
<ul style="list-style-type: none">• Clínica Dávila• Clínica Santa María• Red de Salud UC (Hospital Clínico Universidad Católica)	<ul style="list-style-type: none">• Hospital Clínico San José• Hospital de Niños Roberto del Río• Hospital El Carmen de Maipú

1.3 Gestión de Camas

La Gestión de Camas se refiere a la constante preocupación de los equipos del área de la salud, por gestionar ingresos y altas, conciliar la actividad programada y urgente, elaborar indicadores para la toma de decisiones, entre otras. Lo que en ocasiones, requiere emplear mucho tiempo y puede convertirse en motivo de fricción. Es un factor ampliamente utilizado en la gestión hospitalaria, tanto a nivel estratégico como operativo.

Antes de la centralización de las Camas, los unidades funcionales de los hospitales en general funcionaban de manera “independiente”, es decir, aunque un servicio estuviese colapsado y otro con camas libres, no se solía mandar pacientes de una unidad a otra.

En el HCUCH se ha creado el cargo de Enfermera Gestora de Camas el año 2013, antes de eso un médico se encargaba solo de las situaciones conflictivas. El equipo de Gestión de camas, constituido por la Enfermera Gestora de Camas que trabaja en horario hábil y enfermeras que trabajan en base de turnos, se dedica a la gestión centralizada del recurso cama, ya sea de pacientes que ingresan desde el servicio de urgencia, como los pacientes que van mejorando o empeorando su condición y necesitan otro tipo de asistencia.

Actualmente, el equipo de Gestión de Camas, en su labor de centralizar el uso de las camas, actúa como coordinador de las necesidades de cama de las distintas unidades,

moviendo pacientes, creando salas de hombres o mujeres según sea necesario y le ofrecen una respuesta a las distintas unidades en necesidad de una cama donde dejar un paciente.

1.4 Análisis de Brechas y problemáticas

Especialmente en los Hospitales públicos, una de las restricciones más importantes a la hora de tratar más pacientes o ser capaces de responder a distintas temporalidades es el número y uso de las camas. Por lo que su correcta coordinación es vital para el correcto funcionamiento de cualquier hospital.

El HCUCH también depende fuertemente de este recurso, por lo que no es extraño en situaciones de alta demanda ver pacientes “hospitalizados” en el Servicio de Urgencia por falta de una cama, lo que ha llevado incluso a la necesidad de cerrar dicho servicio. En muchos casos esta situación está directamente relacionada con la disponibilidad de las camas.

Es importantísimo tener un método para visualizar el estado de las camas del hospital de manera centralizada, poder saber en qué está cada cama en pos de poder gestionarlas correctamente. El sistema del HCUCH, TICares, en el cual funciona la Ficha Clínica Electrónica, permite hasta cierto punto esta visualización, pero al no estar diseñado para las necesidades del equipo de Gestión de Camas, no permite una visualización y análisis efectivo de la situación de las camas, lo que lleva a altos tiempos en evaluar el estado de las camas, revisar en terreno para asegurarse que la información es correcta, etc.

Este problema de visualización también tiene como consecuencia que en general requiere mucho esfuerzo saber cuánto tiempo lleva un paciente en cada una de las fases del proceso de hospitalización, lo que cobra mayor importancia cuando hay pacientes esperando por una cama y se quiere agilizar el movimiento de pacientes, especialmente en fases cuya duración no es influenciada por la salud del paciente, como el periodo entre que el paciente es dado de alta y se retira, o en la limpieza de la cama. En parte debido a esta incorrecta visualización y sumado a la complejidad de saber cuánto tiempo lleva un paciente en cada fase del proceso, se dificulta para las enfermeras la realización de acciones que busquen agilizar el proceso por el que pasan los pacientes.

Además, hay conocimiento tácito en la Enfermera Gestora de Camas generado por su experiencia en el cargo, que debe traspasar cada vez a las nuevas enfermeras que se integran al equipo, además de ser constantemente consultada respecto a medidas que tomar en ciertas situaciones, por lo que se hace necesario la explicitación de este conocimiento tanto para estandarizar las practicas del equipo como para facilitar la llegada de nuevas enfermeras al equipo de Gestión de Camas.

1.5 Objetivos de Proyecto

El objetivo general del proyecto es disminuir los tiempos que esperan por camas los pacientes del HCUCH, a través del monitoreo en línea del estado de las camas y de la aplicación de acciones correctivas de demoras en el proceso de hospitalización.

Mientras que los objetivos específicos son:

- Mejorar la conciencia que existe respecto a la situación del recurso cama.
- Diseñar un sistema que permita el monitoreo en línea.
- Explicitar el accionar o las “reglas” de las gestoras de camas.
- Implementar el sistema de monitoreo.
- Capacitar el personal en el uso del sistema.

1.6 Propuesta de Valor

Los objetivos antes mencionados se traducen en una propuesta de valor para el cliente:

“Otorgar mejoras en los tiempos de espera de pacientes, mejorando así los costos”

2. Marco Teórico

En este capítulo se presenta la metodología que usan los diversos proyectos que surgen desde el Magister de Ingeniería de Negocios con Tecnologías de la Información (MBE) del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile.

Por otro lado, se presenta la revisión realizada de la literatura de los principales conceptos que toca este trabajo, con una descripción de los mismos, su relevancia para el proyecto y lo que más destaca de ellos.

2.1 Metodología del Proyecto

La metodología que se siguió para realizar el presente proyecto, y que se estudia e imparte en el MBE, es la que se denomina Ingeniería de Negocios. Esta metodología se desarrolla en detalle en los libros “Ingeniería de Negocios” (Barros, 2009), “Ingeniería de Negocios, Diseño Integrado de Servicios sus Procesos y Aplicaciones TI” (Barros, 2010) además de la última publicación, en donde se describen aplicaciones de la metodología antes mencionada en diversas instituciones de salud, justificando aún más su validez, incluso para proyectos como este que se desarrollan en salud, donde podría imaginarse que no son tan aplicables. Esta publicación es “Business Engineering and Service Design with Applications for Health Care Institutions” (Barros, 2013).

El principal objetivo de la Ingeniería de Negocios es otorgar herramientas que permitan el diseño formal de negocios. Dado cómo son desarrollados los negocios, es necesario que el diseño sea desde muchas perspectivas, y esta necesidad es cubierta por este diseño ya que es multidisciplinario, incluyendo modelos de negocios, estrategia, procesos, arquitectura empresarial, diversas analíticas, sistemas de información, además de tecnologías de hardware y software, lo que permite generar propuestas de diseño de negocios que no solo son detallados e integrados, si no que están alineadas con los intereses de la organización (Barros, 2013). Esto genera proyectos con una visión panorámica de la organización, que considera tanto las partes como un todo, lo que facilita y mejora tanto los diagnósticos como las propuestas de mejora.

A continuación se presenta un modelo conceptual que propone la Ingeniería de Negocios para el diseño de empresas:

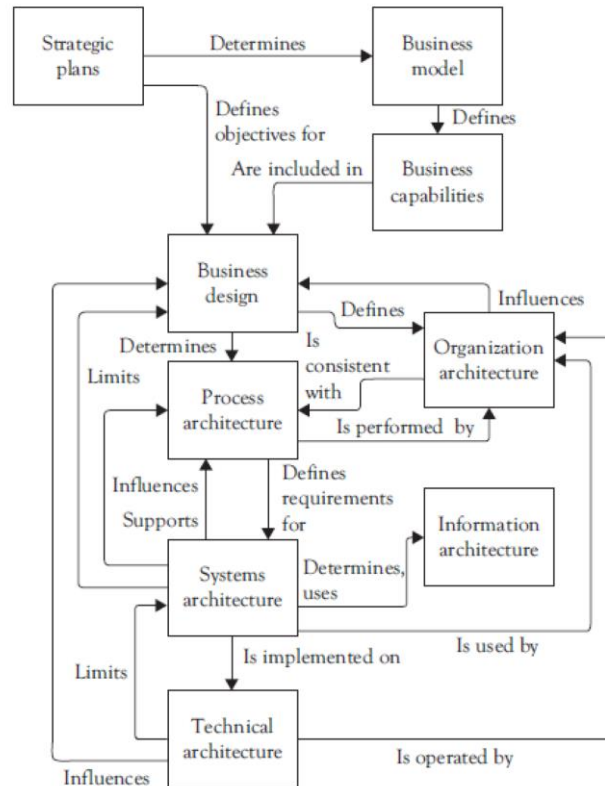


ILUSTRACIÓN 4 ONTOLOGÍA DE DISEÑO DE NEGOCIOS

Desde esta ontología, se define una metodología de diseño secuencial y jerárquica que facilita el manejo de la complejidad del diseño completo de una empresa, desde diseños agregados globales, que luego son detallados por descomposición jerárquica.

Los pasos de la metodología de Ingeniería de Negocios y su descripción son los siguientes:

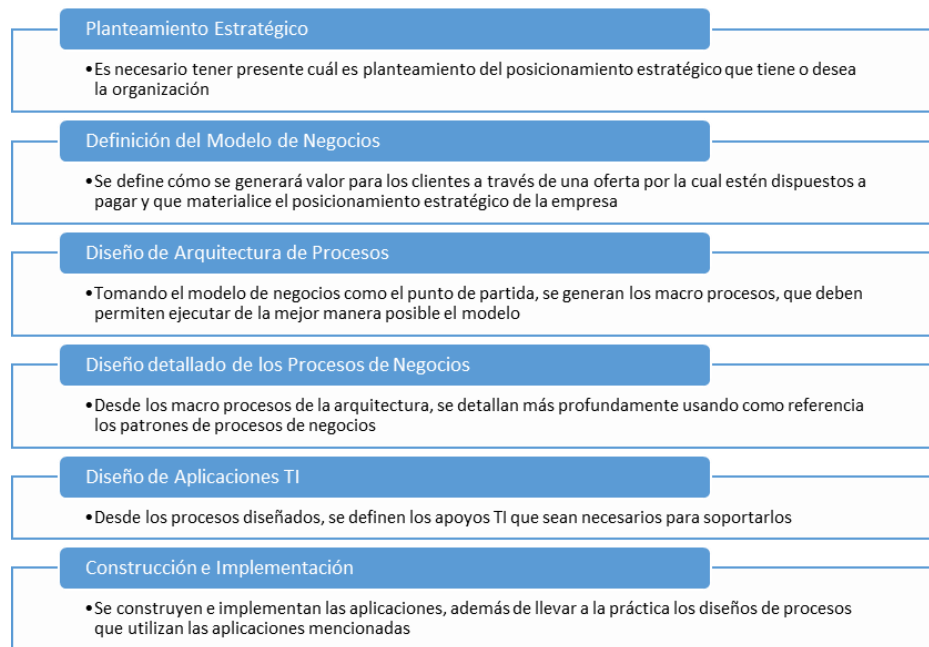


ILUSTRACIÓN 5 ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO INGENIERÍA DE NEGOCIOS

El diseño que se genera del negocio, siguiendo por supuesto la metodología descrita, se basa en patrones generales, que surgieron de muchas aplicaciones de esta metodología y que proveen modelos de referencia para el diseño, lo que sirve como punto de partida al diseñar procesos para cada caso particular, logrando llegar a resultados más pronto, además de dando una validación a dicho diseño. Estos modelos son definidos como Patrones de Negocio y Patrones de Procesos de Negocios, los cuales como se mencionaba, formalizan el conocimiento y aprendizajes de diseños exitosos, incorporando en ellos las mejores prácticas. Los Patrones de Negocios destacan las diversas estructuras, componentes y relaciones que una organización puede adoptar en la presentación de servicios para sus clientes, mientras que los Patrones de Procesos de Negocios, se preocupan de detallar cómo se pueden implementar de manera operativo los diseños generados.

Además, el diseño también puede ser complementado con herramientas analíticas, como Data Mining o Machine Learning, y por tecnologías de apoyo que hacen posible la optimización de los recursos (Barros, 2013).

En síntesis, la Metodología de Ingeniería de Negocios es una perspectiva para abordar el diseño de negocios que es sistémica, innovador e integrada, que permite lograr que una organización sea más competitiva y eficiente.

2.2 Arquitectura de Procesos de Negocios

Según la arquitectura de procesos, existen procesos que son necesarios para implementar capacidades y el diseño que un negocio requiere. Estos procesos tienen relaciones que los coordinan, las cuales son explicitadas en la mencionada arquitectura, explicitando además las lógicas de negocios, que son modelos de minería de datos, modelos de optimización, algoritmos heurísticos, o en general, procedimientos y reglas,

los cuales automatizan o guían algunos de los procesos y/o su conexión con el soporte TI.

En pos de facilitar y agilizar el diseño de esta arquitectura, se usan patrones que están basados en extensiva experiencia de diseño de procesos, realizada en cientos de casos reales. Estos patrones tienen agrupaciones que los dividen, llamados Macroprocesos, que existen en cualquier organización, estos son:

Macroproceso 1: En este macroproceso se encuentran todos los procesos que ejecutan la producción de bienes y/o servicios, lo cual va desde que los clientes envían requerimientos hasta que estos quedan satisfechos. Este Macroproceso se denomina cadena de valor.

Macroproceso 2: Aquí se encuentran todos los procesos que desarrollan nuevas capacidades en la empresa. Esto es necesario para que una empresa se mantenga competitiva. Pueden ser nuevos productos o nuevos servicios, e incluso nuevos Modelos de Negocios. Este Macroproceso se enfoca en la capacidad innovadora de la organización.

Macroproceso 3: Este macroproceso agrupa los procesos que se centran en la planificación del negocio, o sea que definen el futuro estratégico de la organización, lo cual se concretiza en planes y programación.

Macroproceso 4: En este macroproceso se encuentran los procesos de apoyo que manejan los recursos para que los Macroprocesos anteriores funcionen. Se pueden subdividir en: recursos financieros, materiales, humanos e infraestructura.

Según este enfoque, cualquier organización es modelable de acuerdo a estos cuatro Macroprocesos, que además entregan una estructura integrada y coherente para el correcto funcionamiento de la organización Además, presenta un marco conceptual que permite identificar los flujos de información, relaciones y los requerimientos entre ellos, lo que permite una mejor gestión de la empresa en su conjunto.

A continuación, se muestran las interacciones genéricas entre los Macroprocesos mencionados previamente:

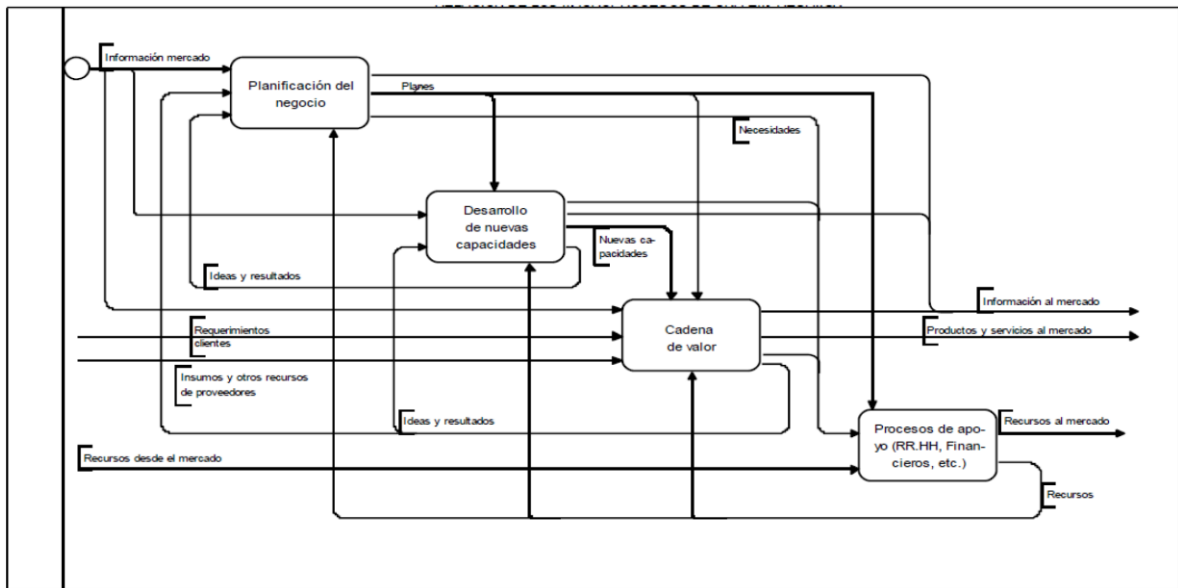


ILUSTRACIÓN 6 ARQUITECTURA DE MACROPROCESOS

Normalmente las empresas se enfrentan al dilema de cómo configurar la arquitectura de Macroprocesos de su empresa de la mejor manera. Se presentan a continuación las cuatro principales alternativas según se define en (Barros & Julio, Enterprise and Process Architecture Patterns, 2010):

- Empresas que tienen sólo una cadena de valor del tipo macroproceso 1.
- Empresas que tienen varias cadenas de valor, cada una de las cuales opera independientemente. Esta configuración se denomina Diversificación.
- Empresas que tienen varias cadenas de valor que operan de manera independiente, pero que comparten ciertos servicios centrales. Esta configuración se denomina Coordinación y Replicación.
- Empresas que tienen varias cadenas de valor, que comparten varios de sus servicios internos y que también comparten servicios centrales. Esta configuración se denomina Unificación.

A continuación se muestran esquemas de las configuraciones que se mencionaron anteriormente:

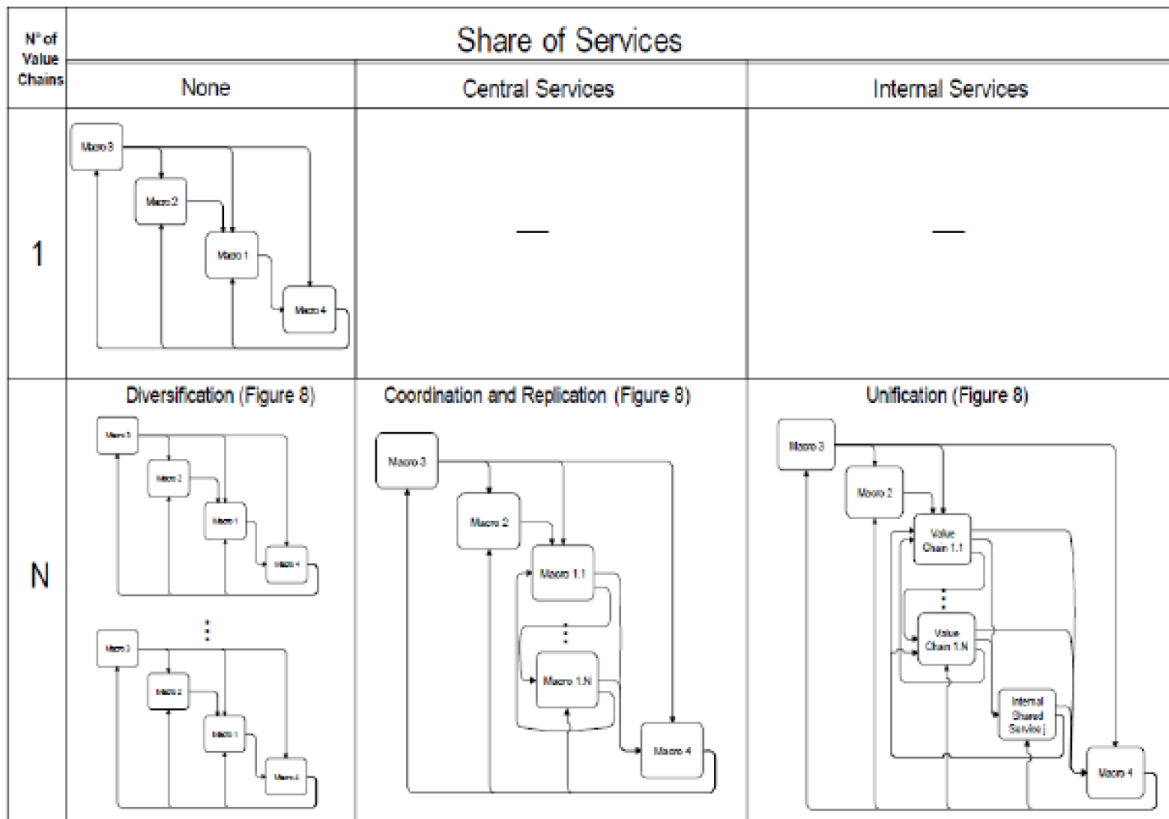


ILUSTRACIÓN 7 TIPOS DE CONFIGURACIÓN DE ARQUITECTURA

2.3 Notación de Procesos BPMN

Se denomina Business Process Model and Notation (BPMN) a la notación validada a nivel mundial para el modelado de proceso de negocio. Esta notación otorga herramientas gráficas que permiten representar modelos de negocios según una especificación técnica de diagramas de flujo.

Un proceso es un conjunto de actividades desarrolladas en una organización. En un BPM un proceso está formado por una serie de elementos básicos:

- Objetos de flujo.
- Objetos de conexión.
- Swimlanes (o pistas)

Los objetos de flujo son lo principal de un diagrama BPMN, ya que permiten describir la semántica del modelo. Ahora se definirán algunos de esos elementos:

Eventos: Un evento es algo que sucede durante el proceso. Tienen una causa y un efecto y hay de tres tipos:

Nombre	Representación
Evento Inicial	
Evento Intermedio	


Evento Final	
---------------------	---

TABLA 1 TIPOS DE EVENTOS

Gateways: Los gateways son utilizados para convergencias o divergencias en los flujos de secuencia. El tipo de gateways determinará cómo continúa el flujo en el proceso. Hay de cuatro tipos:

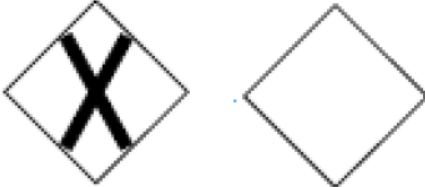





Nombre de Gateway	Descripción	Representación
Exclusivo	Permite el paso al único flujo que cumple la restricción	
Inclusivo	Permite el paso a uno o más flujos que cumplan con la restricción	
Paralelo	Permite el paso a flujos de manera paralela	
Basado en evento	Permite el paso al flujo incidente por el camino donde ocurre el primer evento inmediatamente siguiente	

TABLA 2 TIPOS DE GATEWAYS

Actividades: Es una unidad de trabajo a ser ejecutada. Toda tarea está asociada a un actor, quien puede ser una persona o un sistema. Hay tres tipos de tarea principales:

Nombre	Descripción	Representación
Abstracta	Esta tarea no tiene un ícono asociada. Se trata de una actividad general, realizada normalmente por un usuario	
De Usuario	Esta tarea es realizada por una persona, ya sea manual o con ayuda de un sistema	


De Servicio	Tarea que se ejecuta automáticamente por un sistema	
--------------------	---	---

TABLA 3 TABLA DE TAREAS

Además existen objetos de conexión entre los elementos descritos previamente, que explican cómo interactúan los flujos. A continuación se muestran estos objetos:

Flujo de Secuencia: Describe el orden o secuencia de las actividades que conforman un proceso.



Flujo de mensaje: describe cómo interactúan los procesos entre organizaciones, por medio de mensajes.



Finalmente se tienen los objetos swimlanes que agrupan los objetos descritos anteriormente. Estos son:

Pool: representa el alcance del proceso. Cuando intervienen clientes o proveedores (entes externos a la empresa) se incluyen pools separados.

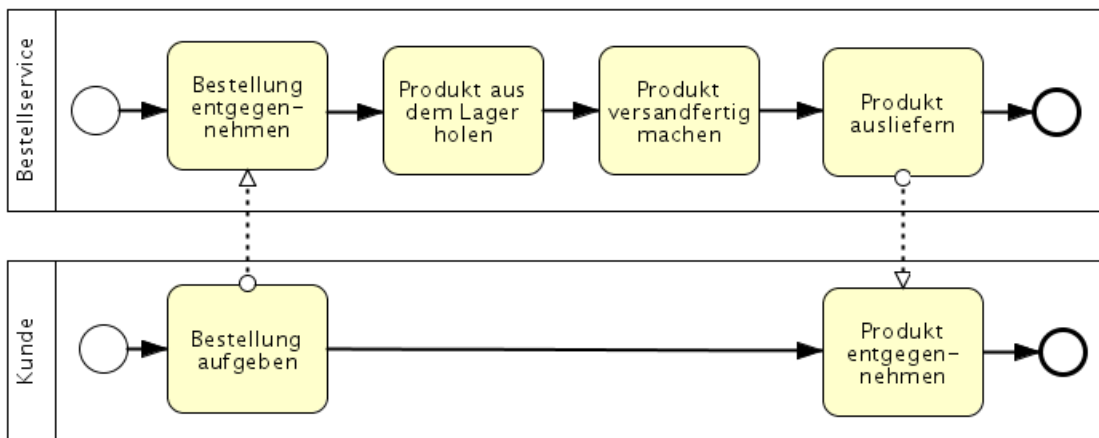


ILUSTRACIÓN 8 ESQUEMA DE POOLS

Lane: Es una partición del pool. Cada line representa un rol o una unidad funcional dentro de la misma organización.

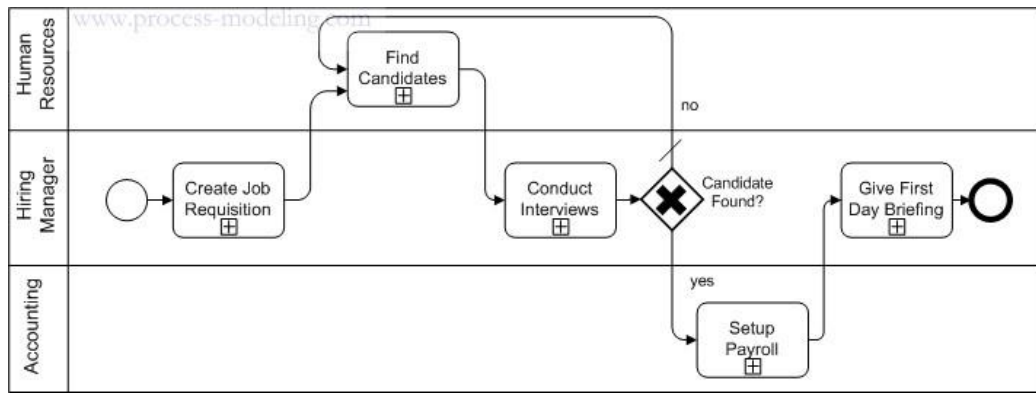


ILUSTRACIÓN 9 ESQUEMA DE LANES

2.4 Mapas Conceptuales para traspaso de conocimientos

Los mapas conceptuales (Moreira, 2008) son representaciones gráficas de cuerpos de conocimiento, normalmente utilizan figuras geométricas para representar ciertos conceptos y líneas representando las relaciones entre dichos conceptos. Los mapas conceptuales pueden mostrar una jerarquía de conceptos pero no es necesario para ser definidos como tales. Estos mapas pueden tener asociadas una explicación externo, que ayude a clarificar de mejor forma, ya sea los conceptos o las relaciones entre ellos.

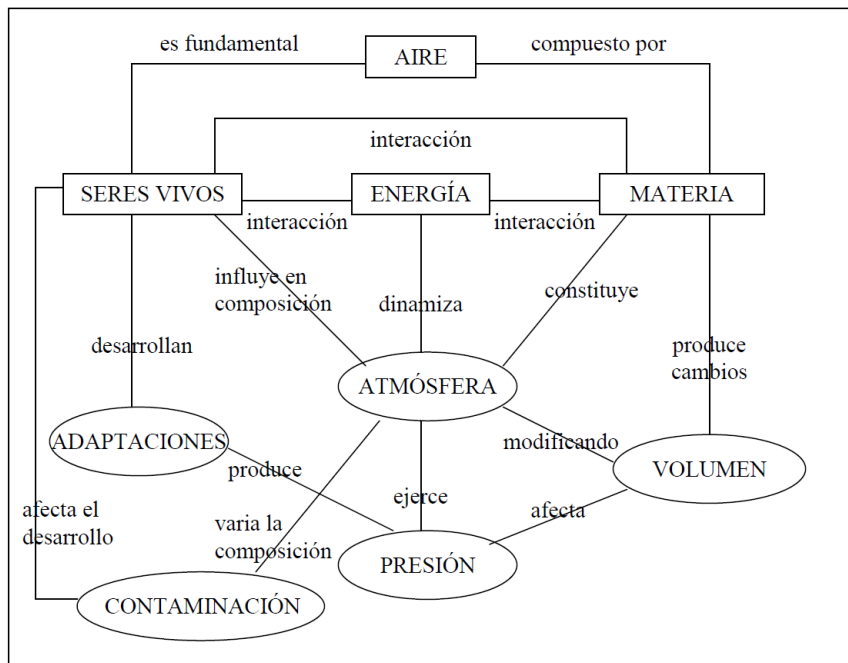


ILUSTRACIÓN 10 EJEMPLO DE MAPA CONCEPTUAL

Uno de los objetivos principales de los mapas conceptuales el traspaso de conocimiento, es decir, el aprendizaje. En ese sentido, un mapa conceptual facilita el **aprendizaje significativo**, que en el análisis de (Moreira, 1993) de Ausubel, “es el proceso a través del cual una nueva información (un nuevo conocimiento) se relaciona de manera no arbitraria y sustantiva con la estructura cognitiva de la persona que aprende”, en esta definición son relevantes los términos “no arbitraria” y “sustantiva”,

donde el primero significa que la nueva información se relaciona con conocimientos específicos del aprendiz, y el segundo se refiere a que el nuevo conocimiento está en las nuevas ideas, no necesariamente en las palabras precisas usadas.

Así, los mapas conceptuales se vuelven herramientas útiles en el aprendizaje significativo de conocimientos nuevos, así mismo, de construcciones de conocimiento usando tecnologías de información para el aprendizaje en las aulas (Cañas et al, 1997).

2.5 Árboles de Decisión para reglas

Los árboles de decisión son elementos gráficos de evaluación de un ítem de interés (Utgoff, 1998), además pueden representar clasificaciones. Su simpleza los convierten en una excelente forma de representar heurísticas y además de representar y condensar reglas de decisión. Una de sus principales características es que son entendibles para personas incluso sin conocimientos o formación de estadísticas o de computación.

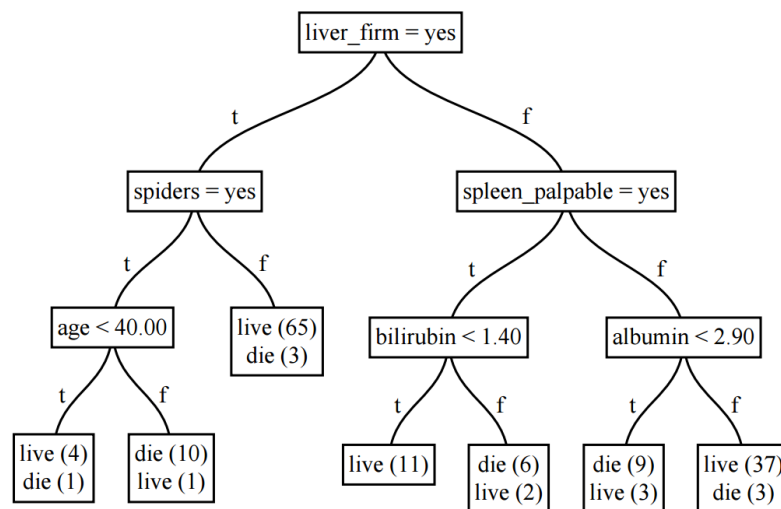


ILUSTRACIÓN 11 EJEMPLO DE ÁRBOL DE DECISIÓN (UTGOFF, 1998)

Otra de las cosas que hace a los árboles de decisión atractivo para casos como este, es que se ve claramente cómo se llega a una decisión (Utgoff, 1998), lo que facilita enormemente poder llevarlo a un sistema.

2.6 Minería de Datos

La minería de datos es una disciplina que busca descubrir información valiosa y no obvia de grandes cantidades de información

Esta disciplina busca predecir el futuro o explorar el pasado encontrando patrones en la analizando los datos. La minera de datos combina otras disciplinas como la estadística, la computación y la tecnología y manejo de base de datos.

Esta disciplina está siendo cada vez más utilizada en diversas industrias por el aumento de la información generada y registrada, por la constante mejora en la capacidad de procesamiento de los computadores y por el aumento en la capacidad de las bases

de datos. Sus usos más comunes incluyen predicción de demanda, clasificación de clientes, detección de fraude, venta asociada, entre otros.

Se han generado muchas metodologías para que los resultados obtenidos en la minería de datos sean consistentes y para que esa disciplina sea realmente efectiva. Metodologías como SEMMA (Sample, Explore, Modify, Model, Assess), KDD (Knowledge Discovery in Databases) o CRISP-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining). Este último es el más utilizado por expertos en la materia y es el estándar para proyectos de desarrollo de minería de datos y de descubrimiento de conocimiento según encuestas internacionales y cuyos pasos son los siguientes:

Comprensión del negocio: En esta etapa se busca comprender el objetivo y requerimientos del proyecto desde una perspectiva empresarial, para luego pasarlo a objetivos del proyecto de minería de datos.

Comprensión de Datos: En esta etapa se realizan las actividades para familiarizarse con los datos, identificar problemas en los mismos, descubrir las primeras señales de patrones y detectar cosas que permitan formular hipótesis.

Preparación de Datos: En esta etapa se construye la selección de datos a utilizar. Viene al caso decir que esta actividad no se realiza (necesariamente) una sola vez.

Modelamiento: En esta etapa se aplican modelos y algoritmos donde se calibran los parámetros para obtener los mejores resultados posibles. El modelo a utilizar dependerá del objetivo del proyecto.

Evaluación: En esta etapa se evalúan los resultados del modelo utilizado, dependiendo del resultado de la evaluación se podría volver al entendimiento del negocio.

Despliegue: En esta etapa se aplican los modelos o conocimientos generados al objetivo de negocio. Podría ser un reporte o un proceso o lo que la organización necesite.

Todo lo anterior no necesariamente se da de una manera lineal, de hecho habitualmente no lo es, si no que es un proceso recursivo hasta que se logran ciertos resultados. La relación entre estas etapas se puede visualizar de mejor manera en la Ilustración 12.

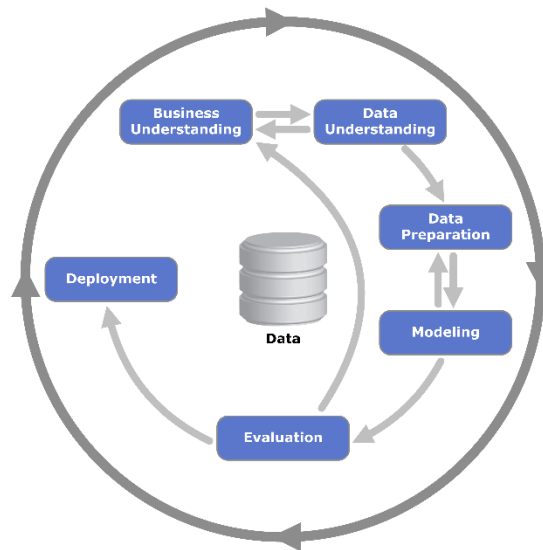


ILUSTRACIÓN 12 DIAGRAMA DE RELACIÓN DE LAS FASES DE CRISP DM

2.6.1 Modelos de Minería de Datos

Dependiendo de su objetivo, los modelos de minería de datos pueden ser agrupados en dos grandes grupos, los modelos supervisados y los no supervisados:

Modelos Supervisados: Este tipo de modelos buscan determinar una variable específica (objetivo) y conocida, como por ejemplo determinar el número de días que se atrasará un pedido.

Modelos No Supervisados: Este tipo de modelos no buscan una variable objetivo. Pueden ser para segmentar o para encontrar reglas de asociación.

Dentro de los Modelos no Supervisados, se utilizará la técnica de clustering (agrupamiento) por lo que se describe con más detalle.

2.6.1.1 Clustering (K-Means)

Esta técnica agrupa en K conjuntos los elementos de una muestra según un criterio, que normalmente es la distancia o similitud. La distancia se determina con una función, que puede ser euclidiana u otra.

Se busca que los elementos sean lo más parecidos posibles dentro de un grupo y lo más distintos posibles con otros fuera del grupo. Esto genera que los elementos de un grupo (o clúster) compartan una serie de elementos comunes, además permite que la información de un grupo sea sintetizada en un elemento representativo, que normalmente es el “centro” del grupo, normalmente denominado centroide.

La formulación matemática del problema es el siguiente: sea un conjunto de observaciones (x_1, x_2, \dots, x_n) , donde cada observación es un vector real de d dimensiones, K-Means busca segmentar las n observaciones en k ($k \leq n$) conjuntos.

Sea $S = \{S_1, S_2, \dots, S_k\}$ los conjuntos, de tal manera que se busca minimizar la suma de cuadrados dentro de cada grupo:

$$\underset{S}{\operatorname{argmin}} \sum_{i=1}^k \sum_{x_j \in S_i} \|x_j - \mu_i\|^2$$

Donde μ_i es el promedio de puntos en S_i^n .

Luego, tomando esa formulación, el algoritmo para el agrupamiento es el siguiente:

- Primero: Elegir k objetos iniciales de modo aleatorio, asignando cada uno a uno de los k grupos. Para cada grupo, el valor inicial del centroide es el único elemento en él.
- Segundo: Reasignar los objetos a un grupo. Para cada objeto, asignarlo al grupo que esté más cercano a ese objeto, según alguna medida de distancia.
- Tercero: Cuando estén todos los objetos asignados a un grupo, calcular los centroides de los grupos.
- Cuarto: Repetir el segundo y tercer paso hasta que no se puedan hacer reasignaciones.

Hay que tener presente que a pesar de que este algoritmo siempre termina, no hay garantía de que sea la solución óptima. De hecho este algoritmo es bastante sensible a los k elementos elegidos aleatoriamente al principio.

2.6.1.2 Árboles de Decisión

Los árboles de decisión son modelos supervisados de clasificación. Son una herramienta que apoya la toma de decisiones y puede ser visto como un modelo de grafo, con los nodos y arcos correspondientes.

Una de sus principales ventajas es su fácil comprensión, lo que permite que incluso profesionales que no son de las áreas de tecnologías puedan entender de manera rápida y sencilla qué es lo que se está mostrando.

Un árbol de decisión es una estructura similar a un diagrama de flujo en donde cada nodo representa una prueba, y cada rama (o arco) representa el resultado de esa prueba, luego cada nodo hoja representa una etiqueta que clasifica el resultado.

Estos modelos son del tipo “embedded feature selection”, lo que significa que el modelo para elegir qué pruebas habrá en los nodos, selecciona las variables que entregan mayor información.

El algoritmo principal para la construcción de árboles de decisión es llamado, que utiliza una búsqueda en el espacio de las posibles ramas. ID3 utiliza Entropía y Ganancia de Información para construir un árbol de decisión.

Entropía hace referencia a cuán parecidas (u homólogas) son las instancias a clasificar, mientras que la Ganancia de información (o disminución de entropía) permite determinar cuál de atributos será un nodo de decisión.

2.6.2 Minería de textos

La minería de textos, o *Text Mining*, es un tipo especial de minería de datos que se dedica, como su nombre lo indica, a obtener información de alta calidad de textos. Normalmente se logra a través de la identificación de patrones, repetición de términos, detección de palabras demasiado comunes, análisis léxico, etc.

2.7 Revisión de la Literatura

2.7.1 Gestión de Camas

El manejo efectivo del recurso cama siempre ha sido una preocupación para las instituciones de salud, esa preocupación ha aumentado a medida que la demanda por camas de emergencia o de mayores cuidados se ha visto exigida (Boaden et al, 1999), a pesar de eso, no existe mucha investigación en el tema, pero aun así, se han hecho esfuerzos para entender la importancia de la gestión de camas y también para entender mejor como se procesa.

El proceso comienza con requerimientos que puede venir de dos direcciones: la admisión de urgencia o la admisión electiva, después de eso existe un constante flujo de información respecto a la disponibilidad de las camas a medida que se avanza en el paso por el hospital. Esto se puede ver reflejado en la siguiente ilustración de (Boaden et al, 1999):

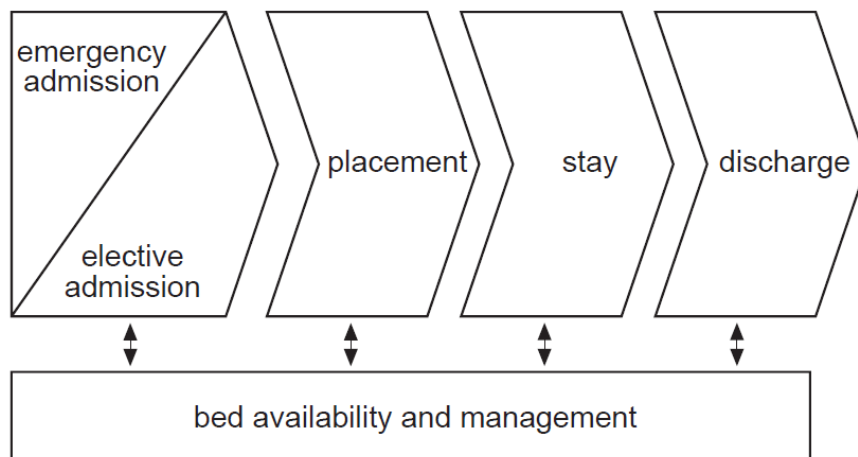


ILUSTRACIÓN 13 RELACIÓN DE INFORMACIÓN EN EL PROCESO HOSPITALARIO CON LA GESTIÓN DE CAMAS

Luego, la gestión de camas es el balanceo entre la disponibilidad de las camas con los requerimientos constantes desde distintos lugares del hospital y fases hospitalarias.

2.7.2 Impacto de la Gestión de Camas en el funcionamiento y eficiencia del hospital

Debido a la centralidad e importancia del recurso cama para un hospital, su buena (o mala) gestión tiene un impacto más bien directo sobre el mismo. Destaca, dada su relevancia para la salud de la población, el Departamento de Urgencias, ya que es el encargado de recibir a los pacientes que necesitan atención inmediata, y si hay problemas con la gestión de camas eso se traduce en congestión importante en Urgencias, que finalmente podría significar tener que cerrar la urgencia debido a que no son capaces de manejar a más pacientes. Esto ya que si no hay camas a donde llevar a

los pacientes de la urgencia deben quedarse hospitalizados en la misma unidad de urgencia, lo que además de ser un riesgo para el paciente, disminuye los box disponibles, lo que a su vez disminuye la capacidad de urgencia y aumenta considerablemente los tiempos de espera.

De hecho, se ha demostrado que un mejor manejo de las camas, llevando a un alta administrativa (cuando los pacientes dejan el recinto) más ágil o más uniforme, podría evitar la congestión que se produce en el departamento de urgencia (Powell et al, 2012). Esto no solo significa una importante mejora en el hospital, que es capaz de admitir a más pacientes aumentando así sus ingresos, sino que también es sumamente relevante para la comunidad, pues tiene la posibilidad de utilizar la urgencia en caso de ser necesario.

Por otro lado, el impacto de medidas de gestión hospitalaria aumenta la eficiencia del hospital. Para eso se pueden identificar tres puntos clave para la implementación de estas medidas, primero identificar los puntos de eficiencia en el proceso hospitalario, segundo, comunicar y dar a conocer a todos los actores las medidas a tomar, y tercero, centralizar de buena manera la gestión de las camas (Juan et al, 2010).

Finalmente, el resto del hospital siempre se encuentra en la necesidad de camas, ya sea porque los pacientes mejoran su condición o la empeoran, o porque un paciente necesita un traslado dentro del hospital, o porque otra institución necesita trasladar un paciente al hospital dada sus necesidades, en todos esos casos, la gestión de camas es vital para poder coordinar todos esos requerimientos.

2.7.3 Estrategias y funciones de la gestión de camas

Es necesario notar, que en ninguno de los puntos anteriores se ha explicitado la necesidad de que una persona tenga el rol de “Gestor de Camas”, esto debido a que no es estrictamente necesario que así sea. Sin embargo, la existencia de una persona que se encargue específicamente de la gestión de camas ha demostrado tener muy positivos resultados tanto económicamente para el establecimiento, como también mejorar los resultados de los pacientes (Barret et al, 2012).

Así, el rol del Gestor de Camas cobra mayor importancia, quien normalmente es una enfermera y que además tiene experiencia en el establecimiento y cuenta con el apoyo de un equipo. Esta persona será la encargada de asignar las camas vacías, y responder a todos los requerimientos de las distintas unidades del hospital. Así mismo, debe velar por el mantenimiento y buen uso de las camas, preocupándose que se ocupen al máximo y evitar dentro de lo posible que se generen tiempos muertos.

Las estrategias que se recomiendan para mejorar la gestión de camas son: Un gestor de camas, con las funciones descritas anteriormente. Comunicación, que los canales y tiempos de comunicación estén establecidos, y finalmente, Entrenamiento, que los actores del proceso de hospitalización estén entrenados en cuanto a la importancia de la gestión correcta de las camas, y que además conozcan las reglas y políticas del establecimiento (Barret et al, 2012).

3. Gestión de Capacidad

En toda industria, un conocimiento de la demanda permite gestionar de mejor manera los requerimientos de los clientes, y la industria de la salud no es la excepción. En ese sentido, viene al caso decir que la Gestión de Camas debiese ser posterior a la Gestión de Capacidad, que tiene que ver con poder asignar las camas de buena forma, dadas las características de la demanda.

En ese sentido, un Hospital tiene principalmente dos tipos de ingresos: los de urgencia y los programados. Los primeros, a pesar de que pueden determinarse de manera aproximada en cuanto a su temporalidad, las características de esa demanda serán variables y dependerán de muchos factores que no serán estudiados en profundidad en este trabajo, sin embargo son de alguna manera clasificables, como se verá más adelante en este capítulo. Por otro lado, los pacientes programados, es decir, los que tienen una intervención agendada (lo que significa que no son urgentes y que se saben de antemano), pueden ser de una u otra manera determinados de mejor forma, especialmente considerando que son mucho más controlables en su programación.

Tiene sentido pensar que si se tiene un recurso limitado (como lo son las camas) se debe gestionar su capacidad y asignación dependiendo de las necesidades de los distintos clientes internos (que en este caso serían los distintos servicios). Esto permite poder utilizar de mejor manera los recursos y disminuir los tiempos perdidos, evitando que por ejemplo un servicio esté colapsado mientras otro servicio tiene camas libres. Esto es particularmente importante cuando la organización tiene un recurso que está fijo y que es difícil que crezca, como es el caso del HCUCH, dadas sus restricciones presupuestarias y lo complejo administrativamente que es realizar nuevas compras.

Actualmente, esa asignación se hace de manera manual, entre el Encargado de Admisión y la Enfermera Gestora de Camas, y solo para los pacientes programados. Una vez que está determinada la tabla operatoria (la que a su vez es definida por los doctores de cada servicio quienes distribuyen los distintos pabellones, de manera manual también), lo que normalmente sucede al final del horario hábil, se dedican a asignar las camas para los primeros pacientes del día siguiente, reservándolas y dejándolas de alguna manera bloqueadas, especialmente considerando que los pacientes que son intervenidos a primera hora deben hacer ingreso en la noche del día anterior. Esta asignación funciona bien para esos pacientes pues son la primera prioridad, con lo que tienen camas aseguradas. El problema existe para los pacientes que llegan desde la urgencia, los pacientes que vienen desde otros centros asistenciales e incluso en ciertas condiciones para pacientes programados que llegan a otra hora del día.

A pesar de que este trabajo se enfoca en la Gestión de Camas, se dedicará este capítulo a la evaluación de la gestión de capacidad, aunque sea de manera poco exhaustiva, dada la relevancia de este tema. Es por esto que se describe el trabajo realizado con información de los ingresos del año 2014, tanto de programados como de urgencias. Este análisis es una primera versión de lo que debiese hacerse de manera relativamente habitual para gestionar la capacidad de buena forma.

3.1 Análisis de la Demanda

Lo primero consiste en dimensionar la demanda, en ese sentido hubo 45.512 ingresos, de los cuales se cuenta con su edad, género, fechas de ingreso y de salida, servicio en el que estaban, previsión, entre otros.

Uno de los primeros factores a considerar fue el servicio del paciente, ya que de alguna forma es el criterio para la asignación, y así se pudo ver que un porcentaje importante de los pacientes pasa solo por la Urgencia Adultos, un 38%, mientras que la Urgencia pediátrica comprende un 13% de los ingresos, con lo que en conjunto son casi la mitad de los ingresos, lo cual dice mucho de cómo la gente percibe la atención médica. Pero como estos pacientes no utilizaron una cama del Hospital, no serán estudiados más allá.

Por otro lado, dentro de los servicios con más pacientes destacan Cirugía (8%), Traumatología (4%), Neonatología, Medicina Interna y los pacientes que pasaron por la Urgencia y fueron luego a cirugía (todos los últimos con un 3%). Viene al caso decir que lo anteriormente descrito corresponde a pacientes que pasaron exclusivamente por ese servicio.

Se puede apreciar la gran dispersión que hay entre los distintos servicios del Hospital, esto puede deberse a que es una institución que destaca por sus especialidades y cirugías de alta complejidad, por lo que probablemente abarca muchas intervenciones que son muy específicas. En ese sentido el servicio de cirugía abarca una gran cantidad de tipos de intervenciones que quizás no son tan específicas como para necesitar hacer la recuperación en una sala de algún servicio en particular.

Por supuesto para hacer un análisis más profundo se necesita cierta regularidad en las características de los pacientes, al menos en su servicio, ya que de otra manera la gran varianza entre las distintas intervenciones y procedimientos que se aplican a los pacientes anulan cualquier intento por encontrar algún patrón que permita analizar de buena forma la demanda.

Es por esta razón que para analizar más profundamente se ha elegido los servicios de Cirugía, Traumatología y los pacientes que pasaron por la Urgencia y fueron derivados a Cirugía, puesto que se espera que estos pacientes tengan más en común que los pacientes de Medicina Interna y de Neonatología, debido que estos servicios se hacen cargo de un gran abanico de dolencias que tienen tratamientos muy dispares, especialmente en su duración. Luego tiene sentido analizar los servicios anteriormente mencionados puesto que, a pesar de haber diversos diagnóstico puede verse cierta homogeneidad en los tratamientos e intervenciones.

3.2 Caracterización de la Demanda

A continuación, se muestra una caracterización de algunas de los servicios que más destacan y que cumplen con los criterios descritos anteriormente. Esto tiene como objetivo poder entender mejor las características de la demanda y de esta forma tener mejor información para asignar de mejor forma los recursos del Hospital.

Uno de los focos importantes de esta caracterización es el tiempo que está el paciente en una cama, puesto que poder predecir ese tiempo sería muy útil a la hora de asignar las camas, por lo que es una de las preocupaciones que tiene esta caracterización.

Idealmente se contará con una caracterización similar para todos los servicios del Hospital, de esta manera la asignación podría ser efectiva y sin duda tendría un efecto positivo en la Gestión de Camas, ya que solo con asignar de mejor manera las camas desde un principio, se disminuiría la necesidad de hacer ajustes improvisados, es decir, se pasaría de tratar la problemática de una perspectiva reactiva a una perspectiva preventiva.

Para caracterizar de mejor manera se realiza una segmentación, esto se hace para generar una mejor predicción de los tiempos de estadía de los pacientes. Se evalúan dos escenarios desde esta perspectiva, primero es predecir dentro de cada uno de los clúster, lo cual dado que los pacientes son más parecidos podría generar mejores predicciones. El otro escenario es utilizar el segmento del paciente como una variable más para generar la predicción.

3.2.1 Cirugía

Los pacientes que pasaron solo por Cirugía fueron casi 3700, tuvieron un promedio de edad de 49 años y un 36% fueron de género masculino. Tuvieron cerca de 11 movimientos u observaciones en promedio y un 19% estuvo físicamente en otro servicio (aun dependiendo de cirugía).

En cuanto a su previsión, un 56% cuenta con ISAPRE mientras que el 41% con FONASA, lo cual es bastante representativo del Hospital dados sus atributos comentados en capítulos anteriores.

En cuanto a la duración de la estadía de los pacientes que estuvieron exclusivamente en el servicio de Cirugía, este es de 79 horas en promedio, es decir un poco más de tres días, con una desviación de 82.7, la cual es alta en comparación con el promedio.

Para mejorar el potencial del análisis a realizar, se estructuraron dos nuevas variables; Duración Promedio Anterior y Dolencia. Para generar la primera variable se ordenaron las observaciones desde la observación más antigua a la más nueva y luego se tomó el promedio del tiempo total de las observaciones anteriores con el mismo diagnóstico. Vale decir que en el primer caso de cada diagnóstico no se tiene el promedio porque no hay observaciones previas. Esto resultó en un promedio de 76 horas (versus las 79 que son en realidad) y una desviación de 59. Por otro lado, para la segunda variable se evaluó la cantidad de veces que cada palabra aparecía en todos los diagnósticos usando técnicas de Text Mining, con lo cual se identificaron las palabras que más se repetían. A pesar de que había ciertas dolencias que destacaban, además de ellas la frecuencia era más bien baja. A continuación se muestran las dolencias identificadas con frecuencia de cada una de las variables entre paréntesis:

Dolencia
• Cáncer (769)
• Colecistitis (729)
• Hernia (429)
• Várices(231)
• Nódulos (178)
• Obesidad (125)
• Otro (1085)

Luego se procede a realizar un clustering de los pacientes, para determinar el número de clusters se utilizó el método del codo (Boire, 2014) con lo que se obtuvo que 4 era una buena alternativa. A continuación se muestran los resultados de esta clusterización:

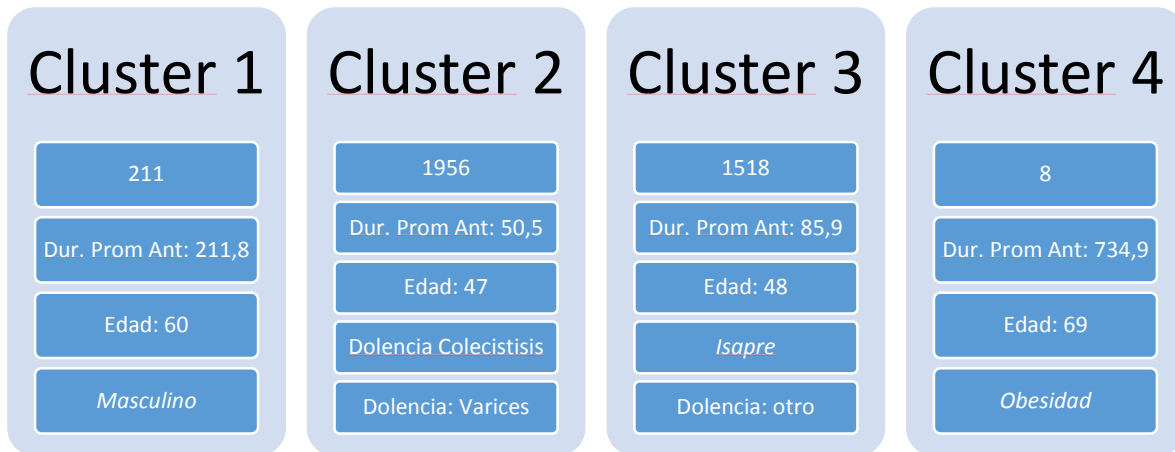


TABLA 4 CENTROIDES DE CLUSTERIZACIÓN DE CIRUGÍA

El primer valor que se ve en la tabla es el número de ingresos que contiene cada uno de los clusters. En cursiva se muestran ciertas tendencias del clúster, que sin ser lo más representativo, sí estaba más presente en ese clúster en particular. Se aprecia que el último clúster tiene solo 8 individuos, esto sucede porque estos pacientes tenían duraciones mucho más extensas que el promedio, por lo que se salían de la norma en ese sentido.

Lo siguiente que se realizó fue un Análisis de Componentes Principales, donde la primera componente explica un 88.8% de la información y la segunda un 8.1%, siendo el resto bastante menor en su calidad explicativa. La primera componente estaba casi por completo explicada por la Duración Promedio Anterior y la segunda componente por la edad del paciente.

Finalmente, se usan los análisis generados para acercarse a la predicción de los tiempos de estadía de los pacientes, que permitiría asignar de mejor manera las camas. Para eso se probaron algunos modelos de minería de datos para determinar los tiempos

a predecir, a continuación se presentan dichos modelos junto a sus errores, utilizando los clusters como un atributo:

Modelo	Error Medio Cuadrado
Regresión Lineal	68,58
Support Vector Machine	71,53
Regresión Polinomial	120,73
Red Neuronal	91,43

TABLA 5 ERRORES EN MODELOS DE PREDICCIÓN DE CIRUGÍA

Es posible ver que el modelo con el menor error es la Regresión Lineal, por lo que usando ese modelo se evaluaron los tiempos dentro de cada clúster, obteniendo los siguientes resultados:

Clúster	Error Medio Cuadrado
Clúster 1	90,65
Clúster 2	72,41
Clúster 3	72,25
Clúster 4	208,92

TABLA 6 ERRORES DENTRO DE CADA CLÚSTER DE CIRUGÍA

Al comparar los resultados al usar la Regresión Lineal en toda la muestra con los resultados obtenidos usándola dentro de cada clúster, es posible ver que se obtuvieron mejores resultados usando el clúster de cada individuo como un atributo más para efectos de la regresión. Ahora se muestran los resultados de la Regresión:

Atributo	Coficiente
Clúster 3	7,938
Clúster 2	-21,303
Clúster 1	31,585
Clúster 4	-18,136
PREVISION = ISAPRES	2,211
PREVISION = MINISTERIO DE SALUD	24,506

PREVISION = SIN PREVISION	-4,570
PREVISION = EMPRESAS	-16,819
DOLENCIA = OTRO	5,527
DOLENCIA = HERNIA	-10,002
DOLENCIA = COLECISTISIS	-4,357
DOLENCIA = CANCER	12,591
DOLENCIA = OBESIDAD	11,646
DOLENCIA = NODULOS	-1,200
DOLENCIA = VARICES	-11,293
DOLENCIA = PTOSIS	-2,839
DUR_PROM_ANT	0,197
EDAD_AL_INICIO_ADM	0,613
MES_INICIO	0,184
DIA_INICIO	-0,914
HORA_INICIO	-1,436
MASCULINO	8,915
Intercepto	55,493

TABLA 7 COEFICIENTES REGRESIÓN CIRUGÍA

3.2.2 Urgencia más cirugía

Los pacientes que pasaron solo por Urgencia y luego por Cirugía fueron cerca de 1400, tuvieron un promedio de edad de 47 años y un 49.6% fueron de género masculino. Tuvieron cerca de 14 movimientos u observaciones en promedio y un 15% estuvo físicamente en otro servicio (aun dependiendo de cirugía luego de pasar por Urgencias).

En cuanto a su previsión, un 50% cuenta con ISAPRE mientras que el 47% con FONASA, mucho más equilibrado que lo que se vio en Cirugía solo. Hay que tener en mente que dado lo difícil que es conseguir una hora en el hospital, muchos pacientes optan por ir a la atención de urgencia para no tener que esperar a tener una hora con un especialista.

En cuanto a la duración de la estadía de los pacientes, primero se analizará por separado y luego en su conjunto. En su estadía en Urgencias los pacientes estuvieron

un promedio de 5.4 horas con una desviación de 4.1, mientras que en su estadía en cirugía estuvieron un promedio de 98.8 horas, es decir, cerca de 4 días, y con una desviación de 110.2. Se ve que los pacientes que pasaron por urgencias primero, estuvieron más tiempo en Cirugía, lo que puede entenderse por la gravedad de los pacientes que pasaron primero por la urgencia. Luego al mirarlo en conjunto, estuvieron un promedio de 104.1 horas (4.3 días) con una desviación de 120.

Al igual que para Cirugía, se usaron las mismas dos nuevas variables. En el caso de la Duración Promedio Anterior, se obtuvo 98 horas versus las 104 horas de la realidad y una desviación de 78. De la misma forma que en cirugía se ve una leve baja al compararlo con el tiempo promedio real. Mientras que en la variable Dolencia, se utilizaron las mismas técnicas y se obtuvo lo siguiente:

Dolencia
• Apendicitis (316)
• Colecistitis (284)
• Absceso (104)
• Trombosis (76)
• Hernia (62)
• Otro (551)

Luego, también se procede a realizar un clustering de los pacientes. De la misma forma, para determinar el número de clusters se utilizó el método del codo (Boire, 2014) con lo que se obtuvo que 4 o 6 eran buenas alternativas, se utilizaron 6 clusters por tener un índice Davies Bouldin¹ más bajo. A continuación se muestran los resultados de esta clusterización:

¹ El índice Davies Bouldin es una métrica para evaluar algoritmos de clusterización. Se valida cuán bien hecho está la clusterización utilizando cantidades y atributos del set de datos.

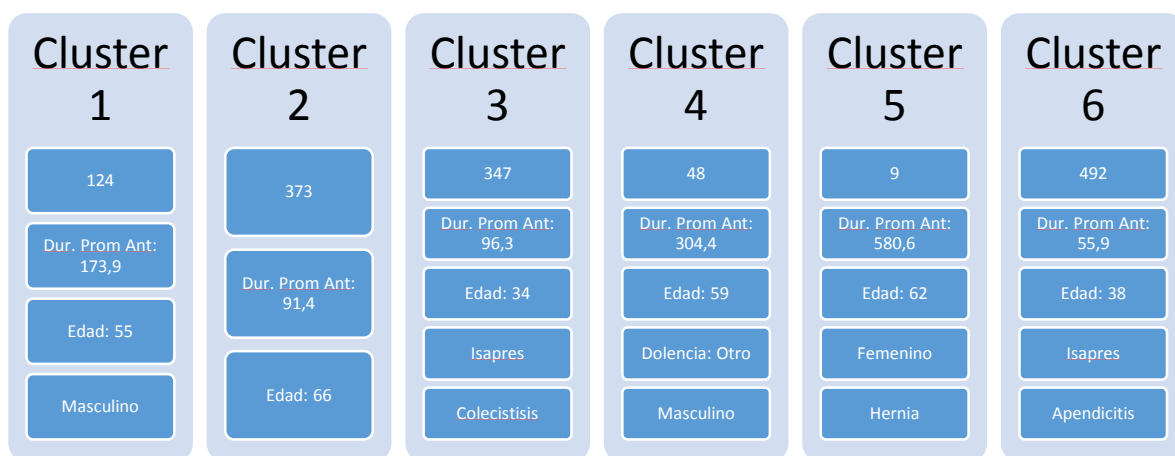


TABLA 8 CENTROIDES DE CLUSTERIZACIÓN DE URGENCIA+CIRUGÍA

Al igual que el caso anterior, el primer valor que se ve en la tabla es el número de ingresos que contiene cada uno de los clusters. Se aprecia que de la misma forma que el caso anterior, hay un clúster con pocos individuos (9 en este caso) y que también su duración es bastante mayor a la de los demás clusters.

Luego, también se realizó fue un Análisis de Componentes Principales, donde la primera componente principal explicó un 90.9% de la información y la segunda un 6.8%. Se observa que los elementos que constituyen las componentes son los mismos que en el caso anterior, la duración en el primero y la edad en el segundo.

Al igual que en el caso anterior, se utilizó el análisis realizado para acercarse a la predicción de los tiempos, con lo que los errores de los distintos modelos fueron los siguientes:

Modelo	Error Medio Cuadrado
Regresión Lineal	87,49
Support Vector Machine	94,19
Regresión Polinomial	102,84
Red Neuronal	161,44

TABLA 9 ERRORES MODELOS DE PREDICCIÓN URGENCIA+CIRUGÍA

En el caso de Urgencia y Cirugía, al comparar los resultados al usar la Regresión Lineal en toda la muestra con los resultados obtenidos usándola dentro de cada clúster también el modelo con menor error fue la Regresión Lineal, por lo que se procede a evaluar sus resultados al interior de los clúster:

Clúster	Error Medio Cuadrado
---------	----------------------

Clúster 1	95,265
Clúster 2	119,52
Clúster 3	122,67
Clúster 4	145,43
Clúster 5	180,66
Clúster 6	110,91

TABLA 10 ERRORES DENTRO DE CADA CLÚSTER DE URGENCIA+CIRUGÍA

Y al igual que en el caso se obtienen mejores resultados cuando se usa el clúster de cada individuo como un atributo más, por lo que se procede a mostrar la regresión lineal:

Atributo	Coefficiente
Clúster 2	11,817
Clúster 3	-12,481
Clúster 4	-20,504
Clúster 1	10,171
Clúster 6	27,054
Clúster 5	-16,058
PREVISION = FONASA	-3,834
DOLENCIA = OTRO	30,944
DOLENCIA = APENDICITIS	2,187
DUR_PROM_ANT	0,247
EDAD_AL_INICIO_ADM	0,925
MES_INICIO_URG	-0,931
DIA_INICIO_URG	0,441
Intercepto	29,649

TABLA 11 COEFICIENTES REGRESIÓN URGENCIA+CIRUGÍA

3.2.3 Traumatología

Finalmente, los pacientes que pasaron solo por Traumatología fueron cerca de 1700, tuvieron un promedio de edad de 48 años y un 51% fueron de género masculino. Tuvieron cerca de 11 movimientos u observaciones en promedio y un 60% estuvo físicamente en otro servicio. Esto se explica porque normalmente los pacientes traumatológicos están estables, lo que significa que en muchos casos no necesitan especialistas permanentemente presentes en su recuperación.

Respecto a su previsión, un 41% cuenta con ISAPRE mientras que el 57% con FONASA. Esto es al contrario de lo que se ve en Cirugía, lo que podría ser explicado por la diferencia en el valor de las intervenciones entre los dos servicios o también por el nivel de cobertura de programas como el AUGE.

En cuanto a la duración de la estadía de los pacientes, los pacientes de Traumatología estuvieron en promedio 79.4 horas con una desviación de 126. Esta desviación (mucho mayor que la de cirugía) puede deberse a que existen pacientes que están menos de 24 horas (en las cirugías ambulatorias) mientras que hay pacientes que están mucho más tiempo, normalmente por factores del paciente más que por factores de la intervención, como que sean pacientes de la tercera edad.

En este caso, las nuevas variables generadas fueron la Duración, al igual que los casos anteriores y también el Tipo de Diagnóstico y Lugar de Diagnóstico. Esto se produjo porque al hacer el análisis con minería de datos, se vio que había básicamente dos factores relevantes; el tipo de lesión y el lugar de la lesión, por lo cual se juntaron las lesiones y lugares de lesiones más habituales, dando el resultado que se muestran:

Tipo de Diagnóstico	Lugar de Diagnóstico
<ul style="list-style-type: none"> • Fractura (217) • Meniscopatía (210) • Rotura (147) • Lesión (142) • Síndrome (108) • Otro (843) 	<ul style="list-style-type: none"> • Rodilla (569) • Cadera (184) • Pie (166) • Mano (155) • Hombro (91) • Lumbar (50) • Otro (569)

También se procede a realizar un clustering de los pacientes. Al igual que los casos anteriores, para determinar el número de clusters se utilizó el método del codo (Boire, 2014) con lo que se obtuvo que 5 era buena opción. A continuación se muestran los resultados de esta clusterización:

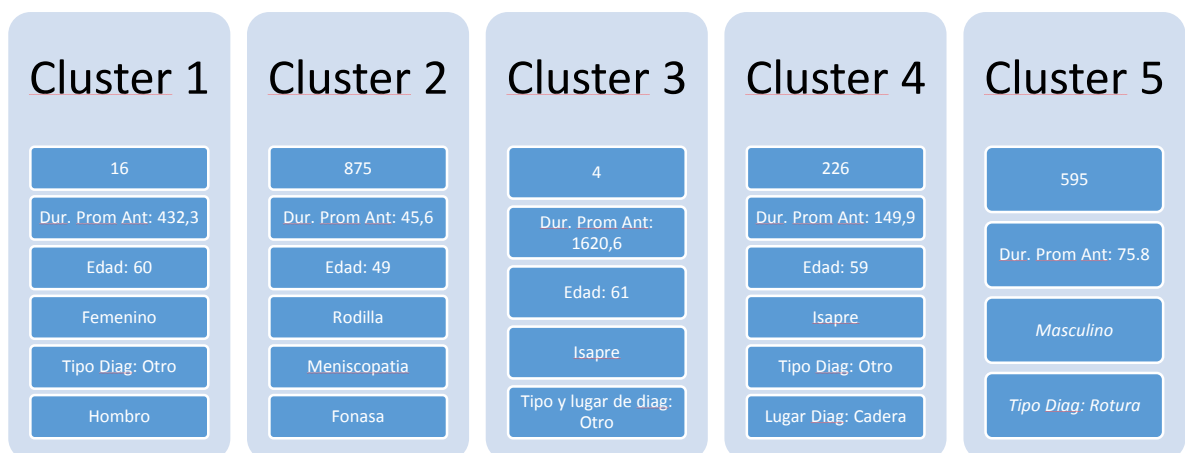


TABLA 12 CENTROIDES DE CLUSTERIZACIÓN DE TRAUMATOLOGÍA

Al igual que en ambos casos anteriores, el primer valor que se ve en la tabla es el número de ingresos que contiene cada uno de los clusters. En este caso son dos los clúster que absorben los tiempos que son mucho más extensos que el resto.

También se realizó fue un Análisis de Componentes Principales, donde la primera componente principal explicó un 95.6% de la información y la segunda un 3.1%. Y lo que ya es una tendencia en este set de datos, la primera corresponde a la duración promedio anterior y la segunda a la edad del paciente.

Finalmente, y al igual que en los casos anteriores, se probaron distintos modelos comparando su capacidad de predicción de los tiempos de estadía, obteniendo los siguientes resultados:

Modelo	Error Medio Cuadrado
Regresión Lineal	157,33
Support Vector Machine	164,819
Regresión Polinomial	228,44
Red Neuronal	158,38

TABLA 13 ERRORES MODELOS DE PREDICCIÓN TRAUMATOLOGÍA

Como era de esperarse, el modelo con mejores resultados fue la Regresión lineal, por lo que se analiza este modelo aplicándolo al interior de cada clúster:

Clúster	Error Medio Cuadrado
Clúster 1	167.61
Clúster 2	162,24
Clúster 3	202,96
Clúster 4	191,22
Clúster 5	163,12

TABLA 14 ERRORES DENTRO DE CADA CLÚSTER DE TRAUMATOLOGÍA

Y al igual que en los otros casos, cuando se comparan los resultados al usar la Regresión Lineal en toda la muestra con los resultados obtenidos usándola dentro de cada clúster se ve que se obtienen mejores resultados usando el clúster del individuo como un atributo más, por lo que se muestra la regresión que lo hace de esa manera:

Atributo	Coefficiente
Clúster 5	-38,818
Clúster 2	-52,716

Clúster 3	-1,620
Clúster 1	-17,674
Clúster 3	110,864
PREVISION = MINISTERIO DE SALUD	219,507
PREVISION = ISAPRES	-42,321
PREVISION = FONASA	-48,028
PREVISION = SIN PREVISION	-29,424
PREVISION = OTRAS PREVISIONES	-42,392
PREVISION = EMPRESAS	-57,351
LUGAR_DIAG = OTRO	15,558
LUGAR_DIAG = HOMBRO	6,465
LUGAR_DIAG = CADERA	22,107
LUGAR_DIAG = RODILLA	-2,911
LUGAR_DIAG = PIE	-17,168
LUGAR_DIAG = MANO	-32,487
TIPO_DIAG = OTRO	19,307
TIPO_DIAG = FRACTURA	17,336
TIPO_DIAG = SINDROME	12,146
DUR_PROM_ANT	-0,051
EDAD_AL_INICIO_ADM	0,562
MES_INICIO	-0,733
DIA_INICIO	-0,138
HORA_INICIO	0,993
Intercepto	118,018

TABLA 15 COEFICIENTES REGRESIÓN TRAUMATOLOGÍA

3.3 Asignación de camas

A continuación se busca proyectar sólo de manera conceptual cómo los resultados anteriores podrían usarse para mejorar las decisiones de asignación de capacidad.

Podría considerarse que la decisión de asignación de capacidad (en el caso de las camas) en un Hospital tiene dos niveles; en el primero se decide cuántas camas se asignan a cada servicio, y en el segundo es, dada esa cantidad de camas por servicio, cómo las asigno a los pacientes que van llegando al Hospital.

Para la primera consideración, un cálculo del volumen de pacientes que recibe cada servicio es elemental para determinar cuál es la necesidad de dicho servicio, en ese sentido el análisis realizado en esa dirección es la base para tomar ese tipo de decisiones, a pesar de que hay que considerar que las habitaciones dan una restricción espacial relevante, aun así hay espacios para manejar mayor o menor número de camas, por lo que es una decisión relevante. Además del volumen de pacientes que requieren de cada servicio, otro elemento es el tiempo que toman los pacientes en la institución, por lo que se podría calcular, utilizando ambos datos, la necesidad real de camas por servicio, utilizando claramente un nivel de servicio aceptable.

Viene al caso decir que la consideración de cuántas camas por servicio es óptimo (dada la restricción del número de camas), es particularmente compleja de llevar a cabo por la carga histórica de la relación entre número de camas y relevancia del servicio, por lo que para realizar cambios en esa dirección es necesario no solo tener una justificación técnica muy bien fundada sino que también manejar el apoyo de todos los sectores del hospital, desde los doctores, enfermeras e incluso pasando por el equipo administrativo. Esta dificultad por supuesto no representa una imposibilidad de realizar cambios, ya que se han visto cambios estructurales en la historia de las instituciones de salud, por lo que un cambio de estas características no sería el primero en su impacto.

En cuanto a la segunda consideración, cómo asignar las camas dado el número de camas por servicio, primero que todo está condicionada por la situación actual del hospital, tanto en temporalidad como en contingencias particulares. En situaciones poco exigentes, como el mes de febrero por ejemplo, la asignación es menos impactante. Luego, una de las consideraciones importantes es el tiempo que el paciente va a estar en el hospital, que como se vio antes, con los tiempos históricos para cada dolencia se puede tener un aproximado que da un acercamiento a este tiempo, por lo que tiene sentido ubicar a los pacientes con tiempos similares de estadía juntos. Por otro lado, tiene sentido además considerar factores como la edad de los pacientes, ya que este tiene una influencia importante en la gravedad de los pacientes, por lo que podría considerarse eficiente poner a los pacientes graves separados, para que así el personal pueda ponerles más atención.

Además de lo anterior, al momento de asignar las camas, hay que considerar el aislamiento de los pacientes, así como si tienen dificultad de movimiento, considerando que no todas las habitaciones tienen un baño.

3.3.1 Proyección de lógica de asignación

Para efectos de expandir un poco en esta asignación de camas (qué pacientes en qué cama), se asumirá que se tiene un modelo que es capaz de predecir los tiempos que los pacientes estarán en el hospital al momento de generar la asignación. Con esto se propondrá una lógica de asignación que busca aumentar la eficiencia del Hospital.

Siempre que se necesita cama para un paciente, encontrarla es complejo por cómo están distribuidos los pacientes, pues la única consideración para su ubicación es el servicio (e incluso eso a veces no se considera). En ese sentido, la búsqueda es compleja, toma tiempo y requiere preguntarle a mucha gente cuánto tiempo le queda a

los pacientes. Esto sucede para pacientes de urgencia, pacientes que son trasladados desde otra institución, pacientes que empeoran o mejoran su condición e incluso en algunos casos, a pacientes programados, cuyas camas se ven afectadas por alguno de los casos anteriores.

Además del punto ya expuesto, al tener pacientes con distintos tiempos de estadía, el personal se ve afectado pues deben recorrer más salas para hacer procedimientos y controles, ya que a priori si pacientes tienen tiempos de estadía similares, y dado que están en el mismo servicio, se les ejercerá acciones similares.

Por esto, ubicar a los pacientes con un criterio que permitiera que estuvieran ordenados según el tiempo que estarán en el hospital, ayudaría a mejorar la eficiencia, disminuiría el tiempo que el personal debe dedicar a caminar por los pasillos, además de ahorrar tiempo a la hora de encontrar espacios para ubicar pacientes, pues tendrían un orden determinado en su ubicación. Luego, el criterio y lógica para lograr lo anterior, se expone a continuación:

Al contar con los tiempos que estarán los pacientes en el hospital (desde ahora, los tiempos), se puede contar con un promedio de tiempo por sala, que caracteriza desde esa perspectiva a los pacientes que están ahí.

Luego al llegar un paciente, asumiendo que se tiene la predicción del tiempo que estará en el Hospital, primero se verificará si existen salas con espacios disponibles, en caso de que haya, se procederá a evaluar si el tiempo del paciente es mayor que el máximo de los promedios de las salas con un espacio, si lo es, se asignará a esa sala, si no lo es, se sacará el máximo del conjunto y se evaluará si es mayor que el máximo de los que quedan, de serlo se asignará a esa sala, de no serlo se procederá de la misma forma hasta que se llegue al promedio mínimo de las salas en las que hay espacio y se asignará a esa sala. Lo anterior se puede modelar en un árbol de decisión de la siguiente forma:

Sean $\{1 \dots n\}$ los servicios del Hospital,

Sean $\{1 \dots k_n\}$ las salas del servicio n ,

Sea además $\{1 \dots k_n\}_l \in \{1 \dots k_n\}$ el subconjunto de salas libres del servicio n ,

Luego sea μ_{k_n} el promedio de la sala k_n .

Sea finalmente t el tiempo del paciente al cual se le quiere asignar cama en el servicio n .

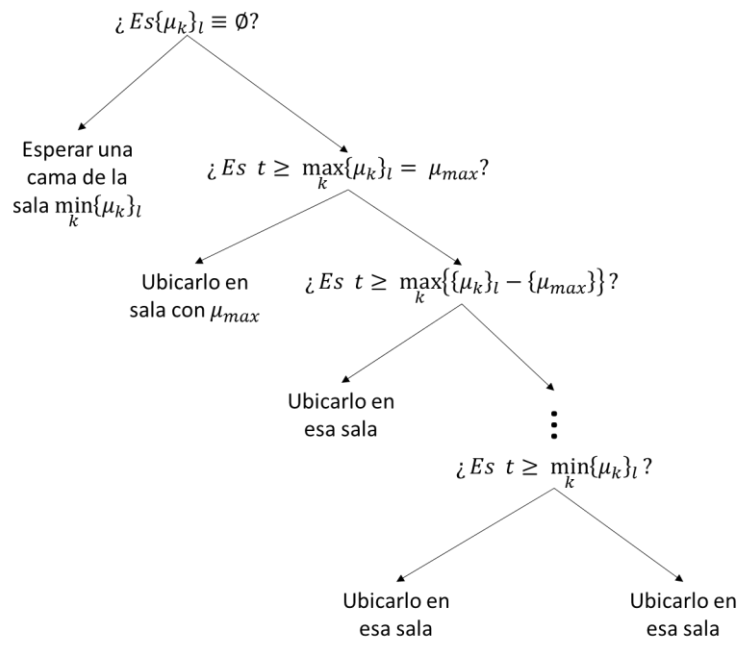


ILUSTRACIÓN 14 ÁRBOL DE DECISIÓN MODELO DE ASIGNACIÓN

4. Arquitectura de procesos y procesos rediseñados

Puede ser complicado ver una institución de salud, como un hospital en este caso, como una empresa, con todo lo que eso implica, con un proceso productivo, gestión de clientes, etc. Para hacerlo se utilizó la arquitectura propuesta para hospitales por Barros y Julio (Barros y Julio, 2010), que explica la utilización de un proceso que es una especificación de las arquitecturas planteadas por Barros (Barros y Julio, 2010). En ese sentido la macro que se aplica para este proyecto es la llamada Macro 1, más específicamente, **Servicios comunes propios**, que comprende todos los servicios comunes que se utilizan en las líneas de servicio al cliente (Urgencia, ambulatorio y hospitalización).

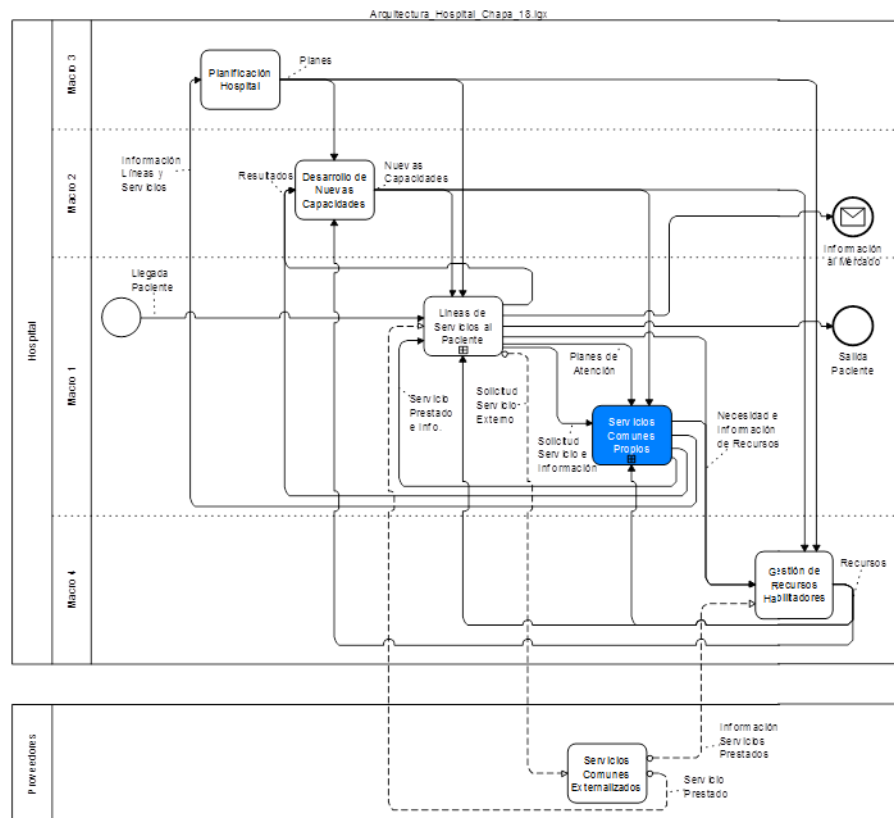


ILUSTRACIÓN 15 ARQUITECTURA DE MACROPROCESOS HOSPITALARIOS

Dentro de la “Macro 1”, yendo un poco más profundo en la arquitectura de procesos, este proyecto se sitúa en **Servicio de Camas**, debido a que el modelo principalmente buscaría mejorar la utilización de las camas.

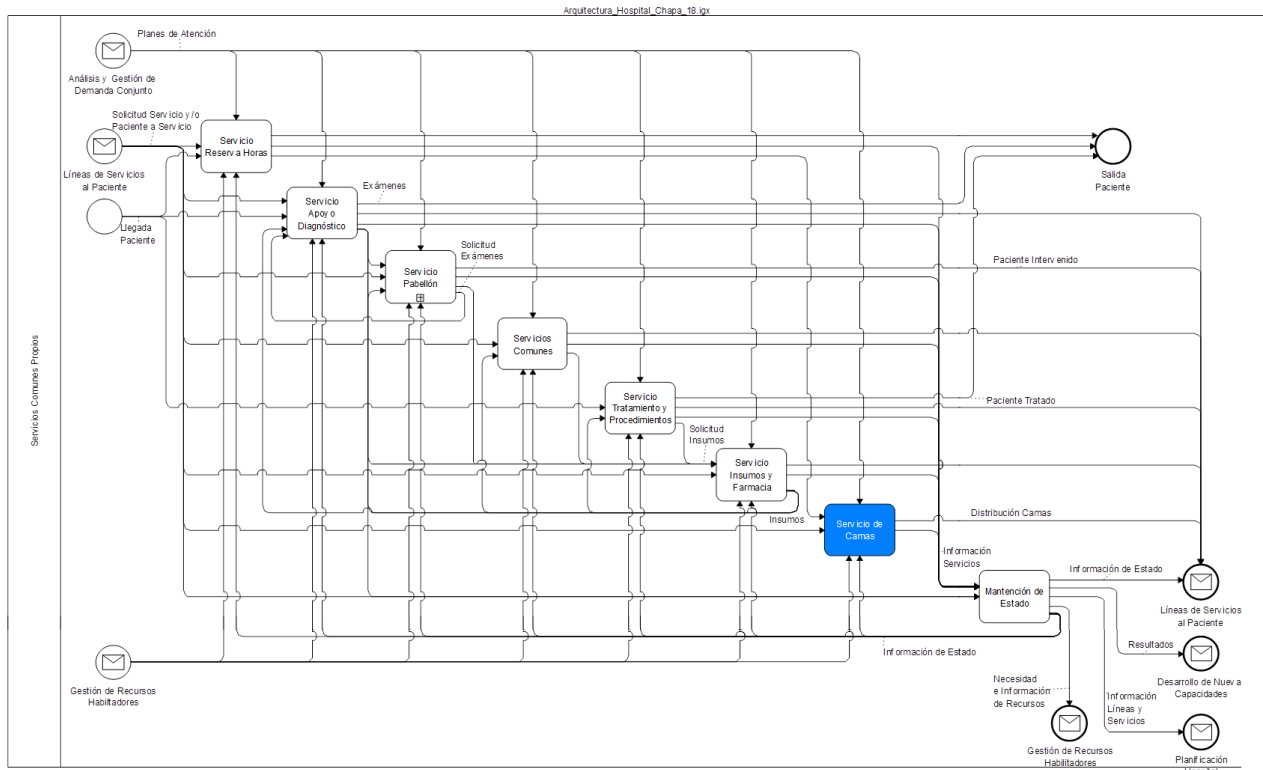


ILUSTRACIÓN 16 MACRO SERVICIOS COMUNES PROPIOS

Observando más adentro en los modelos, al ingresar a **Servicio de Camas**, diseño de elaboración propia basada en el Servicio de Pabellón de la tesis de Wolff (Wolff, 2012), se encuentra Análisis Demanda, que como su nombre lo indica analiza las características de la demanda en pos de proveer de información a las siguientes actividades para gestionar las camas de mejor forma, y a pesar de no ser el foco de este trabajo se analizará brevemente. Le sigue **Gestión de Camas**, el cual se analizará en profundidad más adelante. Luego está **Tratamiento de pacientes en Cama**, cuya función es la que su nombre indica y que también se explicará más adelante.

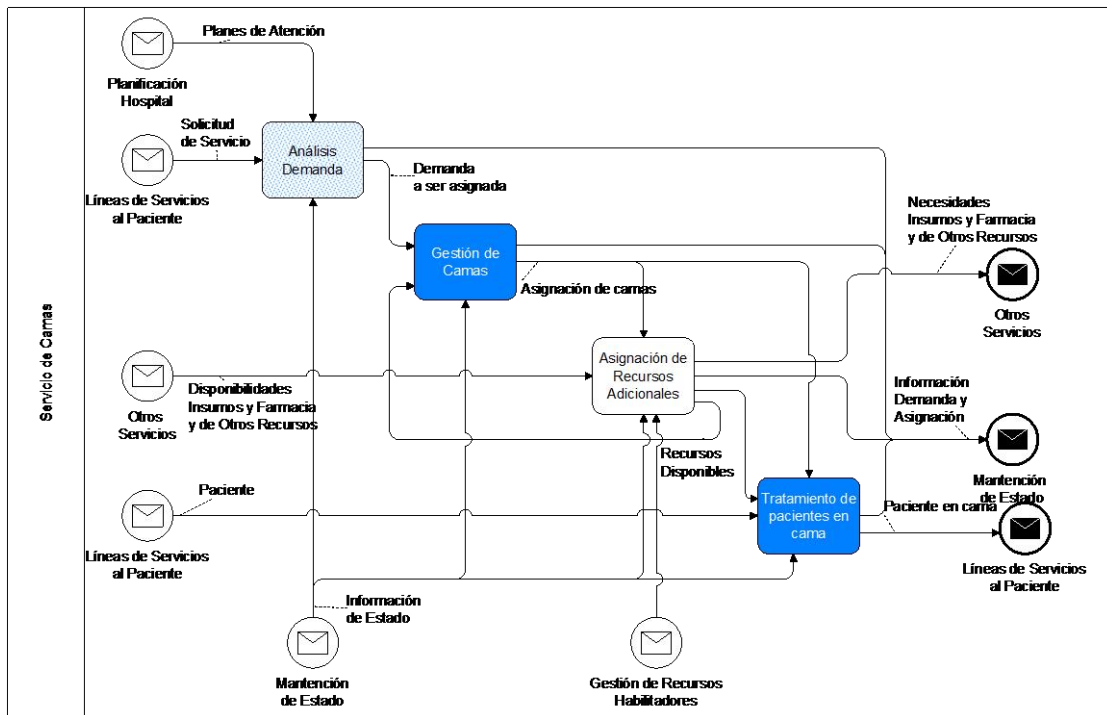


ILUSTRACIÓN 17 SERVICIO DE CAMAS

Como ya se mencionó, el proyecto se desarrolla principalmente en dos direcciones, cada una en una de las cajas destacadas de la ilustración 6. Por supuesto esto no significa que no haya sinergias y aportes entre ambas direcciones. Además, como se mencionó se desarrolla **Análisis Demanda**, que a pesar de no el tema principal de este trabajo, se revisa de todas maneras.

Lo más relevante de **Tratamiento de pacientes en cama**, es la dinámica entre las actividades que lo componen, es decir, la Realización de Acciones junto con el intercambio entre la “Información de Ejecución” que envía Ejecución a Mantenimiento de Estado para luego ser entregada a Monitoreo y Análisis, la que a su vez la retroalimenta con “Acciones Correctivas Inmediatas”. Además se ve cómo Monitoreo y Análisis también informa de “Desempeño Inadecuado” a Análisis y Desempeño de Camas (proceso inmerso en Gestión de Camas).

En la **Realización de Acciones**, es donde la enfermera Gestora de Camas realiza la acción recomendada, la registra y luego el sistema es quien, luego de esperar un tiempo prudente, evalúa el efecto de dicha acción, para luego calcular la efectividad de la acción y registrarla. Por otro lado en caso de que no haya aceptado la acción recomendada, también incluye la realización de una nueva acción.

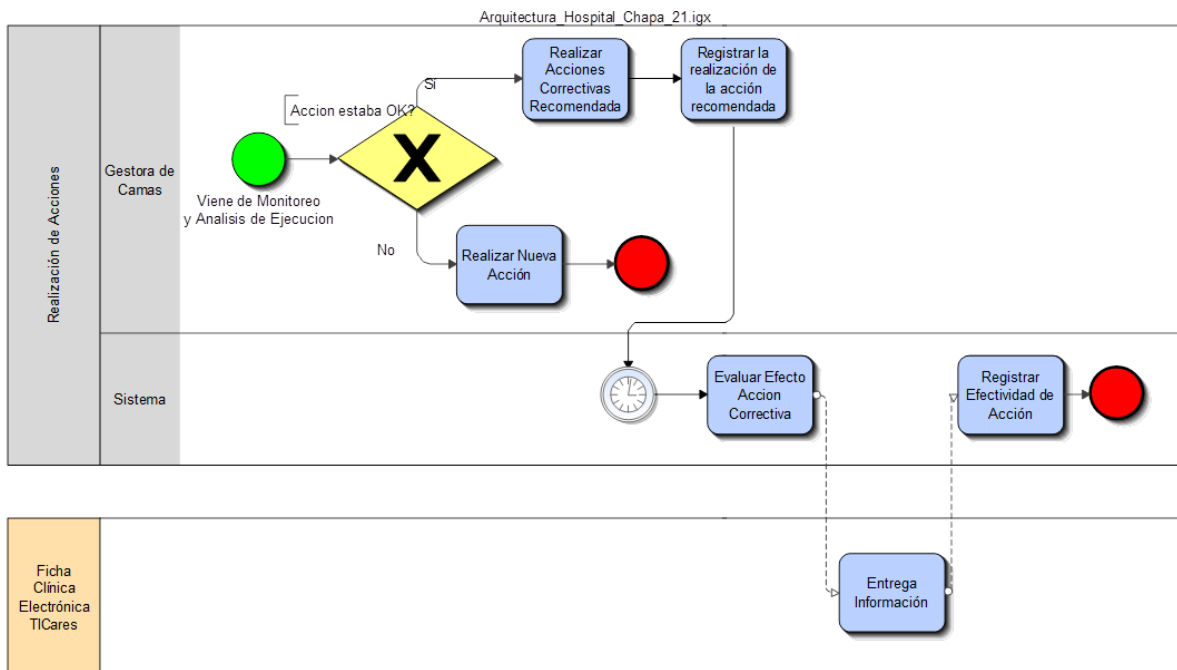


ILUSTRACIÓN 20 REALIZACIÓN DE ACCIONES

Monitoreo y Análisis de Ejecución es el que despliega la información de ejecución de manera continua, permitiendo a la Gestora de Camas tener una visión general de la situación de las camas de manera rápida y consolidada. Dependiendo de qué función del sistema esté revisando la Gestora, el sistema pide la información a TICares, el cual desplegará la información como se explicaba previamente. Luego la Gestora puede revisar la situación fijándose en lo que sea necesario. Luego el sistema detecta las condiciones de activación, con lo que usando una lógica de modelo semántico, plasmando los conocimientos de las Gestoras de cama definirá Acciones Correctivas (aquí es donde reside la lógica de negocios que será explicada en profundidad en

capítulos posteriores). Esto es particularmente relevante para las enfermeras que sean nuevas en el rol de Gestora de Cama o simplemente para estandarizar las acciones de la Gestora de Camas.

La Gestora luego evaluará las Acciones Correctivas Recomendadas por el sistema para decidir si las realiza, en cuyo caso se pasará al proceso anterior. En caso contrario, es decir, que la Gestora decida no realizar la acción recomendada, el sistema mantendrá el porqué de la no realización para evaluar la acción correctiva, mientras la Gestora realiza otra acción correctiva.

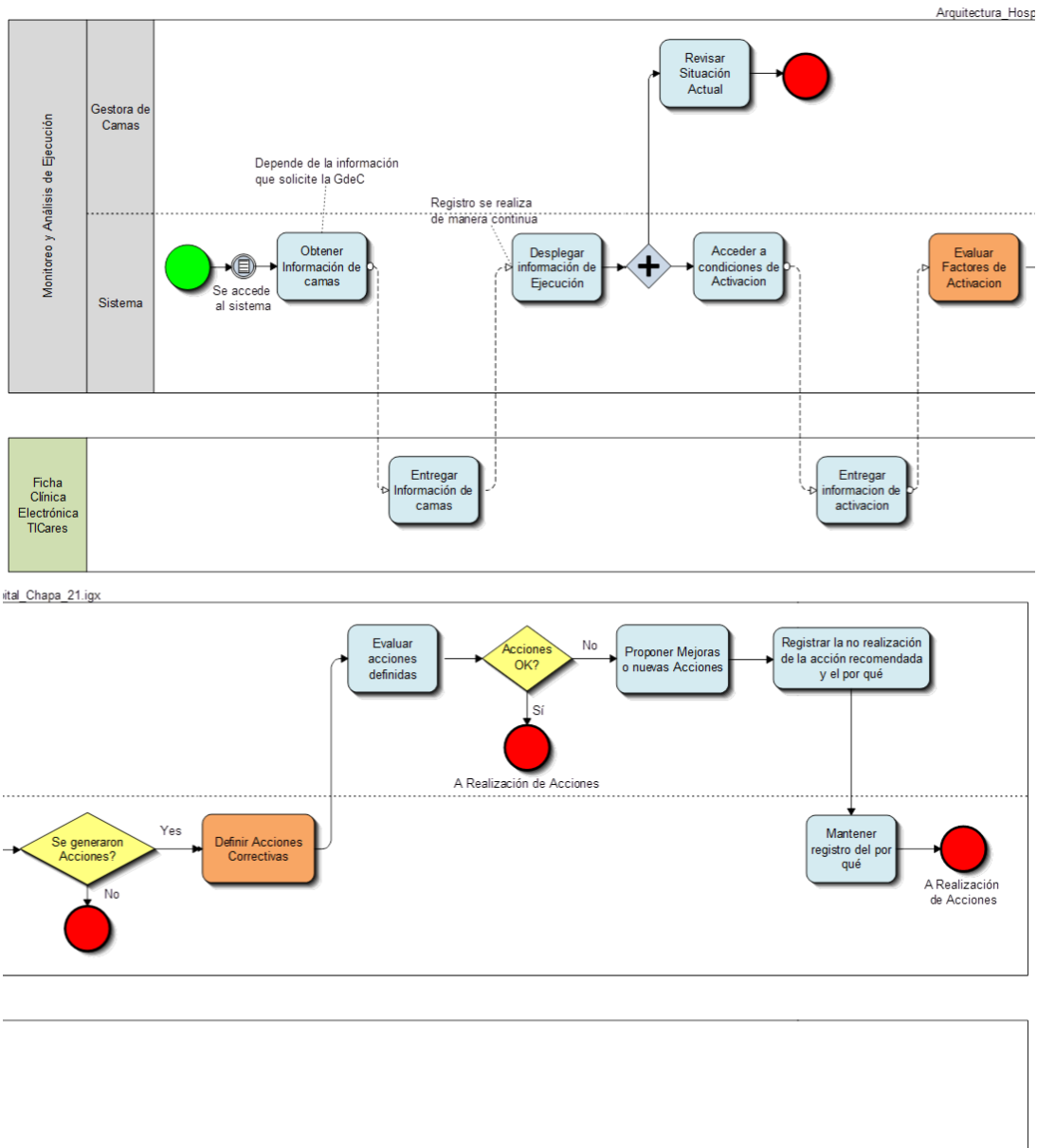


ILUSTRACIÓN 21 MONITOREO Y ANÁLISIS DE EJECUCIÓN

Por otro lado, entrando al proceso de **Gestión de Camas**, puede encontrarse: Gestión Programada, que se explica brevemente después, luego está Asignación de

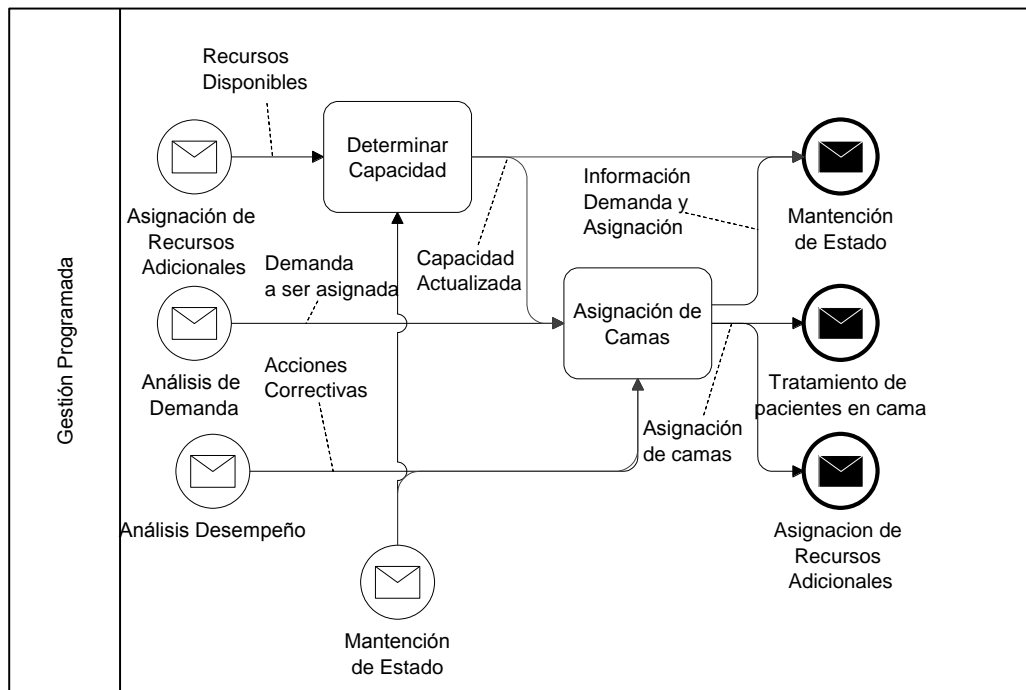


ILUSTRACIÓN 23 GESTIÓN PROGRAMADA

Por otro lado, se destaca en el Esquema 12 cómo **Análisis de Desempeño** envía “Medidas Correctivas” tanto a Gestión Programada como a Asignación de Urgencias. Esta diferencia es relevante, pues este análisis no se realiza de manera continua como el Análisis y Monitoreo visto en Tratamiento de Pacientes en Cama, está pensado para análisis posterior, a un mediano plazo, por lo que la Gestora de Camas pueda generar Acciones Correctivas más generales que el anterior. Por otro lado, recibe la información de Mantención de Estado (del sistema) y a esto se le agrega la información respecto a “Desempeño Inadecuado” desde Monitoreo de la Ejecución, utilizándolo como insumo para generar correctas acciones correctivas.

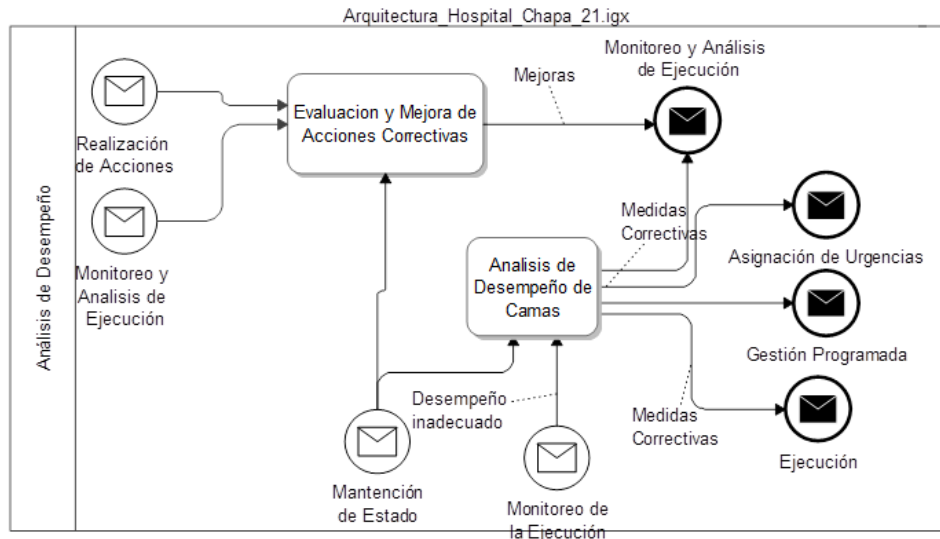


ILUSTRACIÓN 24 ANÁLISIS DE DESEMPEÑO

Análisis de Desempeño se descompone en **Evaluación y Mejora de Acciones Correctivas** y **Análisis de Desempeño de Camas**. La primera es la actividad encargada, como su nombre lo indica, de evaluar el desempeño de las acciones correctivas, así como también de mejorarlas, tanto en el nivel de los tiempos de activación, las excepciones, como también las acciones mismas. Entre ellas, es tarea de la gestora definir el nivel de satisfacción de cumplimiento que se considerará para los tiempos de activación, por ejemplo se considerará que los tiempos de activación son suficientemente exigentes hasta que se cumpla un 90% de cumplimiento, luego de eso el sistema pide a la Gestora definir nuevos tiempos de activación más exigentes. Esta actividad es muy relevante pues permite que las acciones se mantengan vigentes, si una acción determinada no está dando los resultados esperados, esta actividad permite evaluarla y cambiar alguno de sus factores.

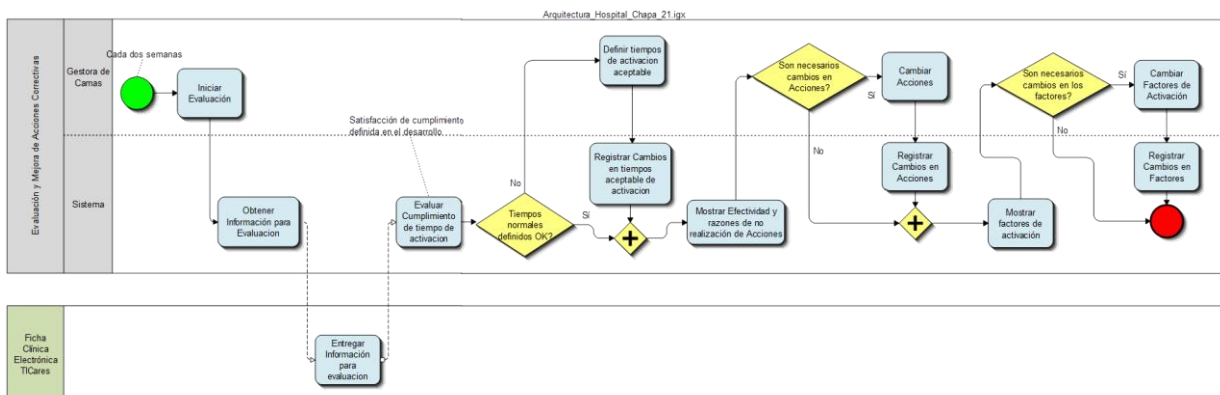


ILUSTRACIÓN 25 EVALUACIÓN Y MEJORA DE ACCIONES CORRECTIVAS

Análisis de Desempeño de Camas, por otro lado, define cómo funciona el sistema de reportes del desempeño de las camas. Primero que todo, dada la complejidad de la base de datos a la que hay que ingresar, se dificulta variar en cuanto a qué datos acceder, pero sí se deja libertad en cuanto al rango temporal de los mismos. En segundo lugar, es posible ver que se habla de “filtros”, eso hace referencia a que aún hay vicios en la toma de los tiempos, por lo que es importante definir qué rangos se considerarán erróneos, este rango se deja libre pues permite la persistencia del sistema, a medida que vayan disminuyendo los errores en la toma de los tiempos. Por otro lado, el sistema permite ingresar nuevos indicadores, definiéndolo con los datos que maneja el sistema. Este atributo también aporta a la persistencia del modelo, buscando que sea un aporte permanente para el equipo de Gestión de camas. La figura de la Enfermera Jefa es la encargada de evaluar los indicadores propuestos, así como también los niveles que se consideran aceptables. Finalmente, la Gestora de Cama definirá Medidas Correctivas luego de analizar los indicadores entregados por el reporte, los cuales deberán ser validados por la Enfermera Jefa, para luego ser realizados. Esto representa un aporte para la Gestión de Camas en cuanto a una mirada más global y general.

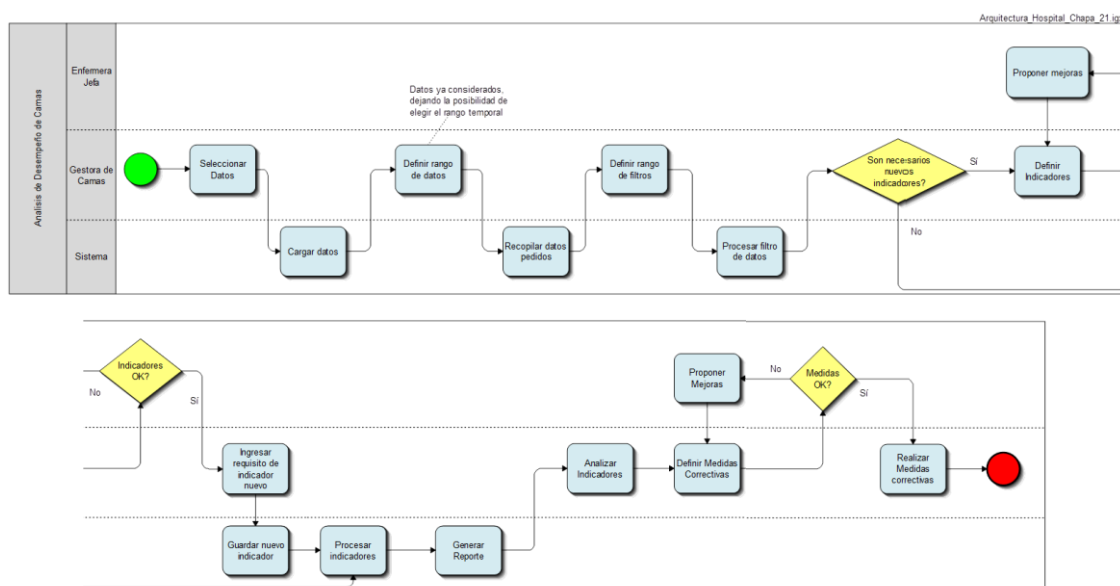


ILUSTRACIÓN 26 ANÁLISIS DE DESEMPEÑO DE CAMAS

5. Lógicas de Negocios

Hay dos lógicas que son relevantes en el modelo, por un lado está la Lógica de Cambios en las Acciones, que incluye el porqué del cambio, y también está la Lógica de que genera las acciones correctivas.

5.1 Lógica de Acciones Correctivas

La lógica de Negocios que sustenta la definición de Acciones Correctivas Recomendadas está basada en un Mapa Conceptual que captura el conocimiento de las Gestoras de Camas. Benefició la realización del Mapa el hecho de trabajar cerca de las actividades de las Gestoras de Camas, pues su realización fue mediante entrevistas a las Gestoras, a las cuales se les preguntó sobre su visión del hospital, así como cuáles

son los principales factores que influyen en la Gestión de Camas y qué acciones realizaban para corregir situaciones problemáticas. Además contó con la constante validación por la Gestora Jefa, que es quien tiene mayor experiencia en el tema, además de que normalmente es la palabra definitiva en cuanto a las acciones correctivas del día a día. Luego de ciertas iteraciones se llegó al Mapa Conceptual que se ve en la Ilustración 14. En este Mapa se encuentran las actividades basales, es decir, sin excepciones o factores extras además del principal que es el tiempo.

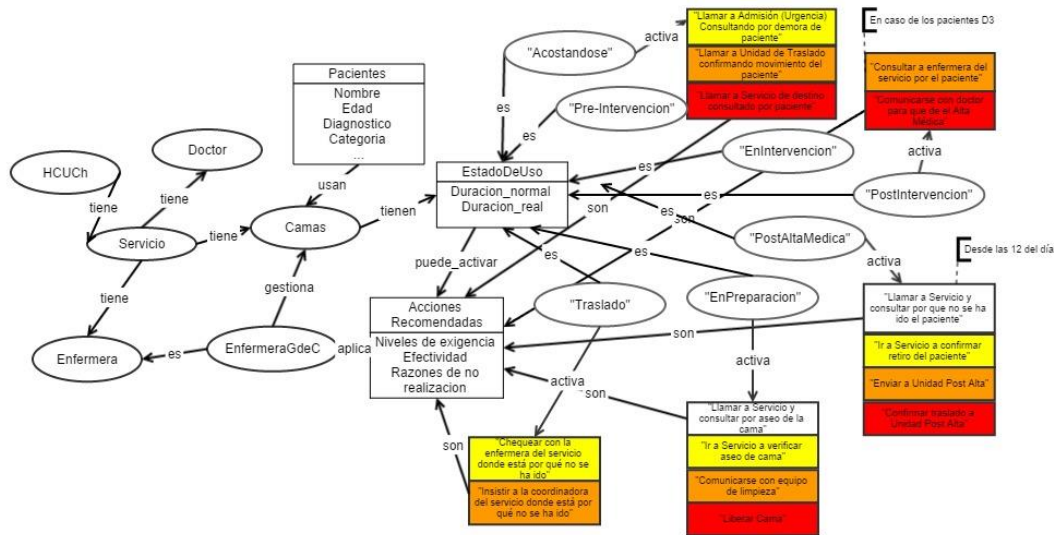


ILUSTRACIÓN 27 MAPA CONCEPTUAL HCUCH (GESTIÓN DE CAMAS)

5.1.1 Factores relevantes para las Acciones Correctivas Recomendadas
 En cuanto a los factores más relevantes se muestran en el Ilustración 15:



ILUSTRACIÓN 28 FACTORES RELEVANTES PARA LAS ACCIONES CORRECTIVAS

Tiempos en Proceso son lo que se espera demore el paciente en cada uno de los estados de la cama (o la cama sola en el caso de “En Preparación”). Con especial énfasis

en los estados que dependen directamente del Departamento de Enfermería, es decir, “Acostándose”, “Post-Alta Médica” y “En Preparación”.

El **Servicio** claramente se refiere a en qué unidad funcional se encuentre el paciente, pudiendo afectar el tiempo (demorándose más o menos) definido como normal.

La **Categoría del Paciente** hace referencia a la Categorización Usuario por Riesgo y Dependencia (Cudyr), definiendo una matriz de tres por tres estableciendo el riesgo y dependencia de cada paciente.

La **Temporalidad** se refiere tanto al momento del día, particularmente si se refiere a la mañana, la tarde o la noche.

Finalmente el **Aislamiento**, es el nivel de aislación que requiera el paciente, dadas ciertas enfermedades o bacterias contagiosas, por ejemplo aislamiento por *Clostridium Difficile*.

5.1.2 Acciones Correctivas Recomendadas

Como se mencionaba anteriormente, para definir las acciones correctivas recomendadas, se realizaron entrevistas a las Gestoras de Camas para identificar cómo solucionaban ciertas situaciones y qué factores eran los más relevantes. Esto posteriormente a haber definido ciertos Estados que pasan las camas en el paciente avanza en su tratamiento, identificando los Estados: “Acostándose”, “Pre-Intervención”, “En Intervención”, “Post-Intervención”, “Post-Alta Médica” y “En Preparación”. A esto se le agrega un “estado complementario” definido como “Traslado”, dado que no se da en todos los casos pero que es necesario considerarlo, en cualquier caso hace referencia a cuando un paciente se traslada de un servicio a otro.

Para implementar estas acciones correctivas, se utilizó la técnica de árboles de decisión, transformando las acciones y sus factores de activación en reglas. Esta forma de estructuración, facilita la comprensión de las acciones y sus excepciones, así como también facilita su implementación en un sistema. La primera Acción Correctiva Recomendada se activará (en caso de que no dependiera también de otros factores) en cuanto el tiempo de proceso se cumpla, mientras la última se activará en cuanto haya un 100% de exceso (si debe demorar una hora, se activa cuando el paciente lleve dos horas). Dejando a las acciones intermedias divididas de manera uniforme en el tiempo (si son tres acciones en total y el tiempo esperado es una hora, la segunda acción se activa cuando pase una hora y media).

Vale decir que los estados “Pre-Intervención” y “En Intervención” al depender netamente de los médicos no activan acciones recomendadas. A continuación se muestran las acciones correctivas en forma de reglas en árboles de decisión. Los colores representan su complejidad, siendo blanco, amarillo, naranja y rojo, no compleja, levemente compleja, compleja y muy compleja respectivamente. Y en celeste están los factores que activan las reglas.

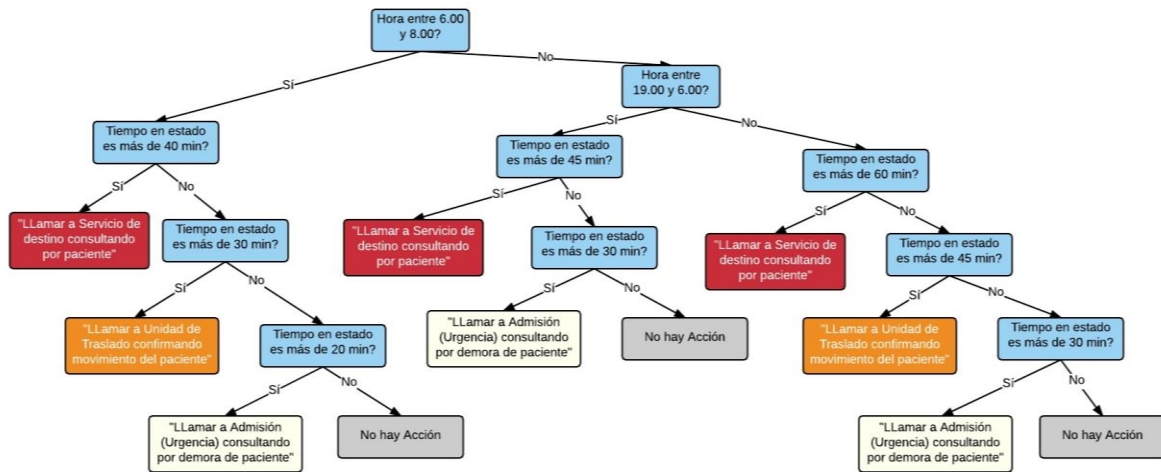


ILUSTRACIÓN 29 ÁRBOL DE DECISIÓN REGLAS ESTADO "ACOSTÁNDOSE"

Se reducen los tiempos de accionamiento entre las 6.00 y las 8.00 AM pues son pacientes que ingresan muy temprano y normalmente tienen una intervención alrededor de las 8.30 AM, por lo que es relevante que estén lo antes posible acostados en su cama para prepararse.

Entre las 19.00 y las 6.00 AM no se cuenta con la Unidad de Traslado, por lo que la acción que la incluye no se considera.



ILUSTRACIÓN 30 ÁRBOL DE DECISIÓN DE REGLAS ESTADO "POSTINTERVENCIÓN"

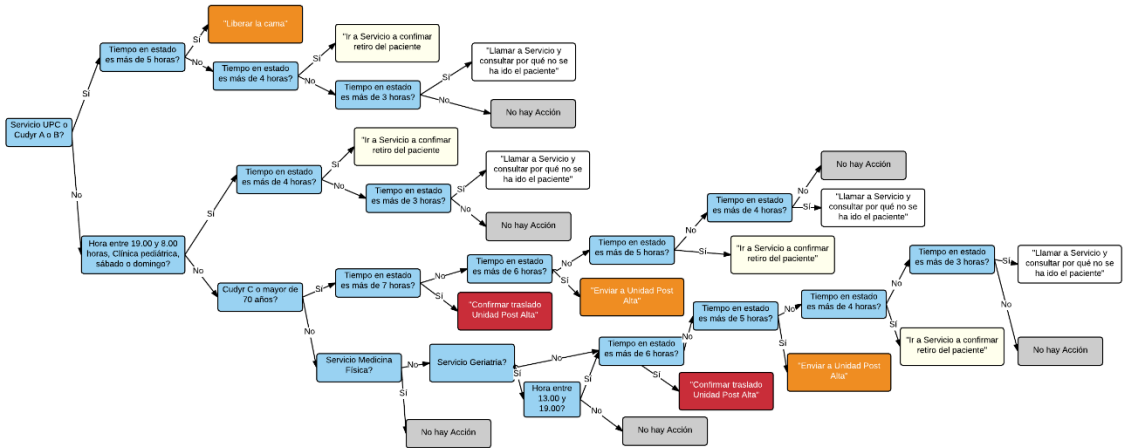


ILUSTRACIÓN 31 ÁRBOL DE DECISIÓN DE REGLAS ESTADO "POSTALTA"

En casos como que el paciente este en la UPC o tenga un Cudyr (Categorización de usuarios por dependencia y riesgo) A o B, en caso de que un paciente se vaya “de alta”, normalmente significa que el paciente falleció o fue trasladado, por lo que en vez de enviar a la Unidad Post Alta, se libera la cama.

Por razones lógicas, los niños no se dejarán en la Unidad Post Alta, mientras que esta última tampoco funcionará en horarios no hábiles, como la noche o el fin de semana.

Si se va de alta con dependencia C o si es un adulto mayor, se le da más tiempo para retirarse, por lo que las acciones se activan después.

Finalmente, en el caso de medicina física, que depende del servicio “Clínica Médico Quirúrgico y Rehabilitación”, no se aplicará pues suelen ir al gimnasio después de darlos de alta. Y el servicio de Geriatria, aplica solo desde las 13.00 horas.

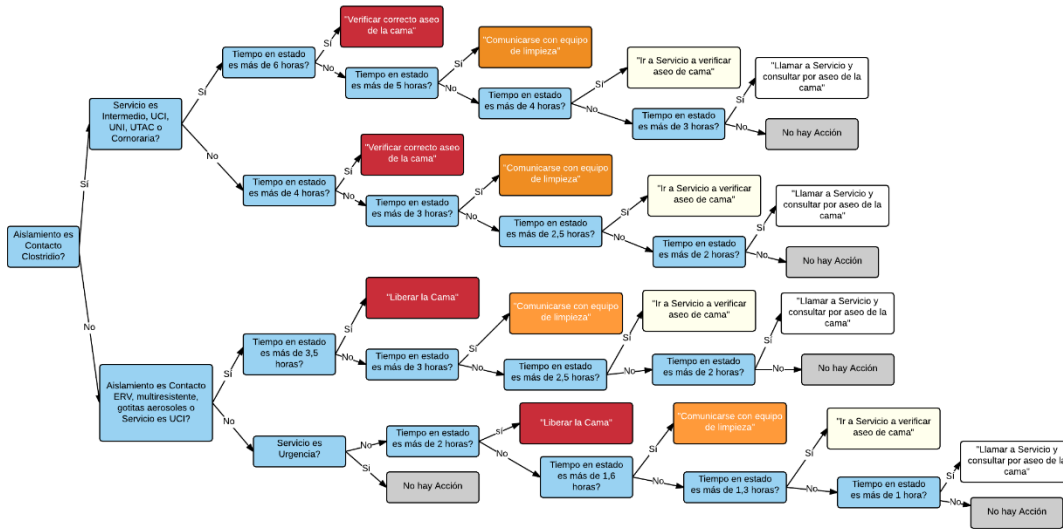


ILUSTRACIÓN 32 ÁRBOL DE DECISIÓN DE REGLAS ESTADO "ENPREPARACIÓN"

Las condiciones del aislamiento por Clostridio requieren una limpieza más profunda, además de análisis especiales que toman más tiempo que una limpieza normal, por lo que las acciones se activan con más tiempo, además de que en vez de liberar la cama, se verifica el correcto aseo de la cama.

En caso de existir aislamiento por Clostridio en uno de los servicios complejos, se dará más tiempo aún que en los otros servicios.

Finalmente, en caso de hospitalizarse en la urgencia, por razones lógicas no se considera la preparación.

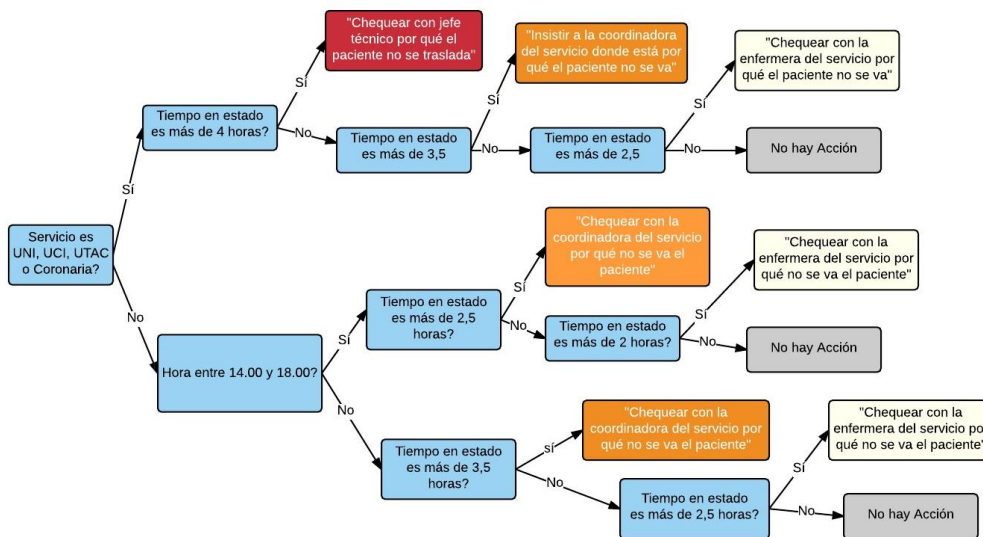


ILUSTRACIÓN 33 ÁRBOL DE DECISIÓN DE REGLAS ESTADO "TRASLADO"

En el caso en que se traslade desde los servicios UNI, UCI, UTAC o Coronaria, al ser complejos y de alta demanda, si se está trasladando desde ahí, se le agrega una acción muy grave.

Entre las 14.00 y las 18.00 horas, es cuando más se necesita movilidad de los pacientes, por lo que será más exigente el tiempo en cuanto a la activación de las acciones se refiere.

5.2 Lógica de Cambios en Acciones

La idea de que exista una lógica de cambio de acciones es darle al sistema mayor persistencia en el tiempo, que se pueda adaptar en caso de que la situación del hospital cambie. Así mismo, es tarea de las enfermeras del equipo de Gestión de Camas ir revisando periódicamente cómo se han comportado las acciones, para hacer los cambios que sean necesarios.

En primer lugar, se definirá la **Efectividad de la Acción**, que básicamente es qué porcentaje de las veces que una acción se ha realizado ha traído como consecuencia un cambio en el estado de la cama. Si he usado una acción 30 veces, y de las 30 veces, 25 veces ha hecho que el estado de la cama cambie en un estado prudente, eso significa que tiene una efectividad de un 83%. Esto se ve en la ilustración [Diagrama Registrar Realización de Acciones Recomendadas](#).

Por otro lado, puede haber ocasiones en que las acciones no se puedan (o no se quieran) realizar, luego para evaluar la pertinencia de las acciones se crea el concepto de **Razones de no Realización**, que es una lista fija de posibles razones para la no realización de una acción, que incluiría “No es necesario ahora”, “La acción no aplica”, “No tengo tiempo”, etc. Lo que permitirá, en caso de que una acción no se realice, saber si es por la propia acción o por otros factores. El registro de estas acciones se puede ver en la ilustración [Diagrama Generar y Evaluar Acciones Definidas](#).

Por último, se definirá un **Estándar de Cumplimiento**, que es qué porcentaje de cumplimiento del total se considera apropiado para la exigencia de los tiempos de activación. Por ejemplo, si se considera que dos horas es el tiempo de activación de la etapa de Post Alta, esto significa que después de las dos horas se activará la acción, si se establece que el Estándar de Cumplimiento es de un 80%, eso implica que si hay más de un 80% de los casos que están cumpliendo con las dos horas, es momento de cambiar el tiempo de activación a uno más exigente.

Finalmente, todos los factores anteriores sirven como insumo para el cambio de las acciones, ya sea en sus tiempos de activación, en la acción misma o de sus excepciones (o factores de activación). Esto se puede ver en el diagrama [Evaluar y Mejorar Acciones](#).

6. Diseño de las aplicaciones computacionales de apoyo a los procesos

6.1 Diagrama de paquetes

Tanto los procesos como la lógica de negocios debe concretizarse en un sistema que permita a los usuarios realizar las actividades descritas. Para eso es necesario generar una arquitectura de dicho sistema que sustente su realización. Lo primero en esta arquitectura es el diagrama de paquetes, que agrupa las distintas actividades que debe realizar el mencionado sistema, lo cual se ve en el siguiente diagrama:

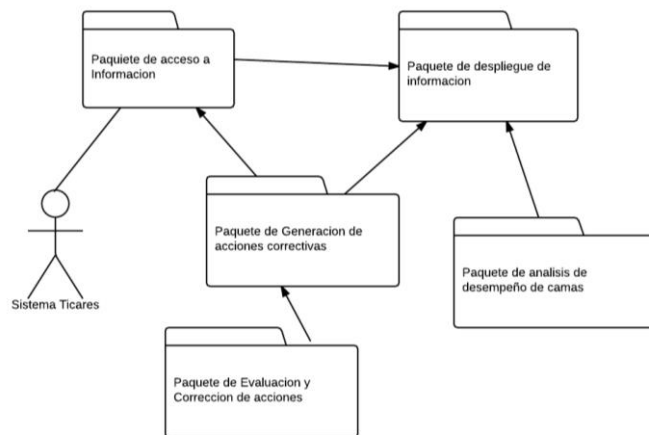


ILUSTRACIÓN 34 DIAGRAMA DE PAQUETES

Estos paquetes reflejan las principales funciones del sistema, donde destacan por supuesto el Paquete de generación de acciones correctivas, que contiene todas las clases encargadas de evaluar las condiciones actuales y generar una acción adecuada. Por otro lado está el Paquete de acceso a la información, el que contiene las clases que alimentan de información al sistema, sacándola del sistema del hospital. También está el Paquete de despliegue de información, que es el que contiene las clases que permitirán al usuario interactuar con el sistema y ver la información que esta última entrega.

6.2 Casos de Uso

De los BPMN se desprenden los casos de uso que caracterizan este sistema, en particular porque los BPMN eran explícitos en su relación con el sistema, sin duda esta metodología ayuda a la visualización de dichos casos de uso además que lo deja totalmente relacionado con el que hacer de los usuarios.

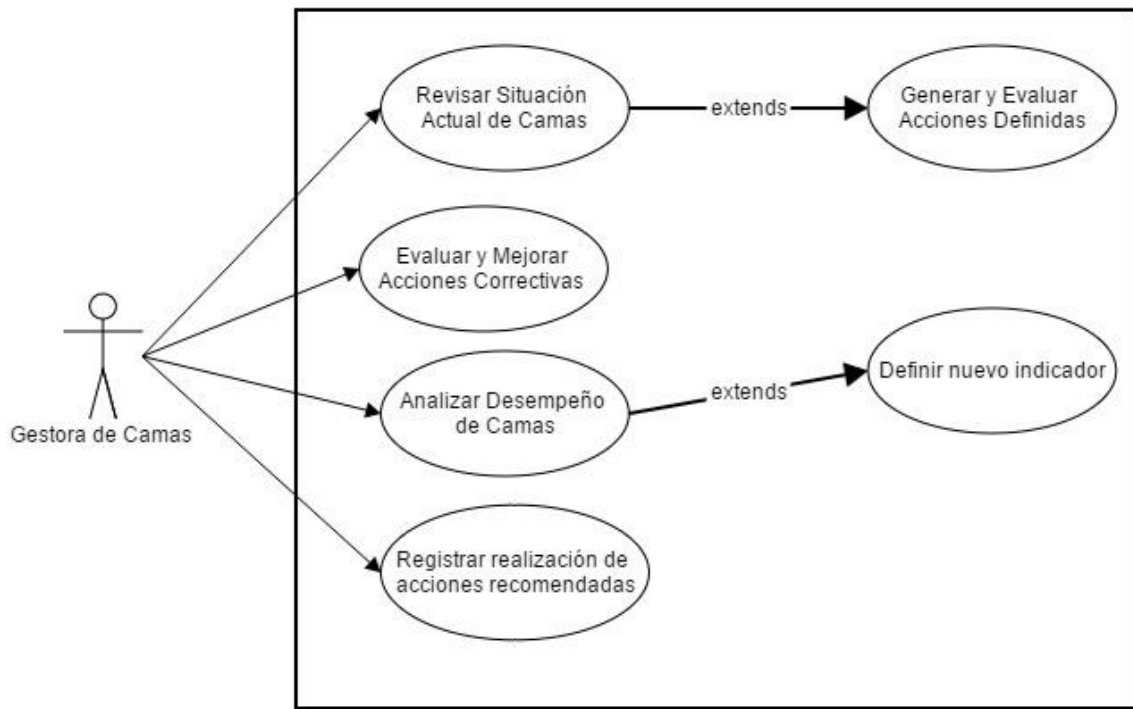


ILUSTRACIÓN 35 DIAGRAMA DE CASOS DE USO

El primer caso de uso, “Revisar Situación Actual de Camas”, es cuando la gestora de camas evalúa la situación de las camas, representa la actividad más habitual de la enfermera y que además será lo primero que haga. Este caso de uso extiende a “Generar y Evaluar Acciones Definidas”, es aquí donde se generan las acciones correctivas, este caso sucede justamente cuando una acción es generada.

El segundo caso de uso, “Evaluar y Mejorar acciones correctivas”, es la que mantiene las acciones correctivas vigentes, al evaluar tanto su efectividad como permitir cambios en los tiempos de activación, excepciones, etc. Además se tiene el caso de “Registro de realización de acciones recomendadas”, que es cuando la enfermera acepta la recomendación de acción y precisamente registra su realización.

Finalmente, el caso de uso “Análisis de desempeño de camas”, que actúa como un generador de reportes, lo que es necesario para las labores de la enfermera Gestora de Camas en el contexto del hospital.

6.3 Diagramas de Sistema y de Clases

Los casos de uso anteriores pueden traducirse en Diagramas de sistema, que utiliza la perspectiva del sistema como una “caja negra”, los cuales a su vez pueden traducirse en Diagramas de Sistema Extendidos, que muestran la secuencia de funciones que realizan las clases del sistema, y finalmente, Diagramas de clases, que muestran las relaciones entre las clases.

Para una mejor comprensión de los diagramas, se presentarán en orden (D. de Sistema – D. de Sistema Extendido – D. de Clases) para cada uno de los casos de uso.

6.3.1 Revisar Situación Actual de Camas

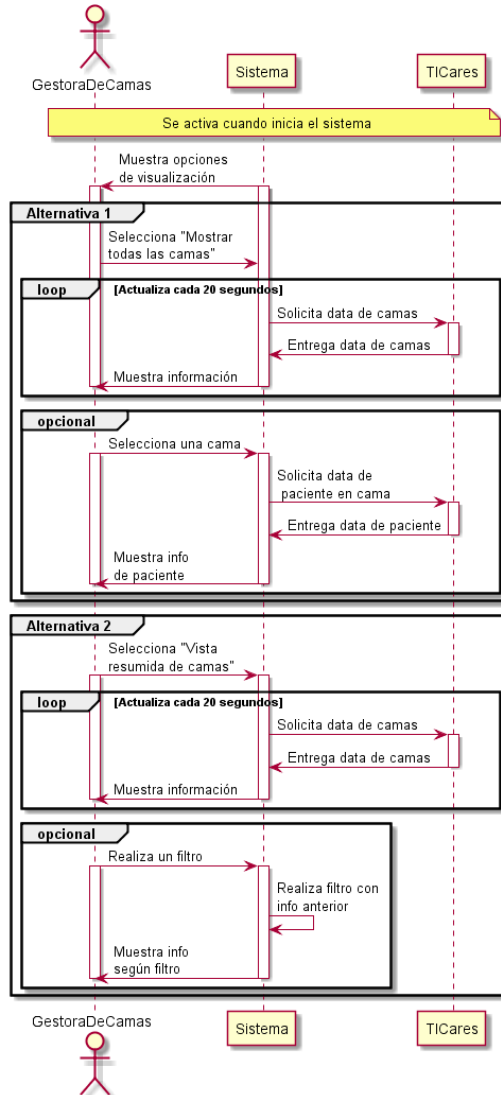


ILUSTRACIÓN 36 DIAGRAMA DE SISTEMA "REVISAR SITUACIÓN ACTUAL DE CAMAS"

Este diagrama muestra cómo funciona este caso de uso, cómo se interactúa con el sistema, y la secuencia en la que se realizan las acciones. Presenta dos alternativas de visualización, la primera más visual, de los estados de las camas, mientras que la segunda muestra una visión completa en cuanto a las cantidades de cama en cada etapa.

El siguiente diagrama, muestra las clases propuestas que harían cada una de las acciones del diagrama anterior. Destacan dentro de estas clases "Accesor", que a lo largo de todos los casos de uso será la clase encargada de acceder a la información, tanto como a las entity del sistema como a información externa.

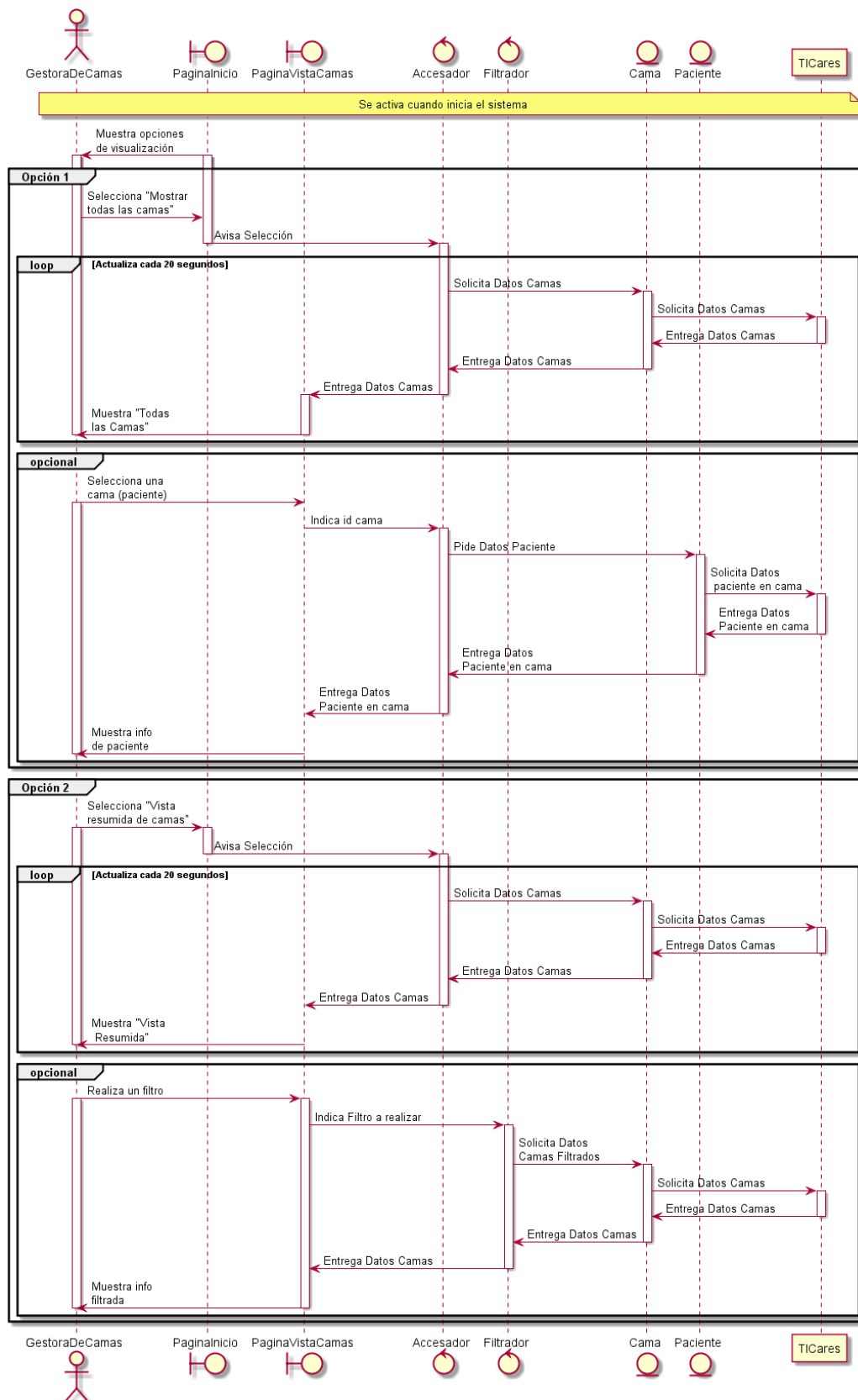


ILUSTRACIÓN 37 DIAGRAMA DE SISTEMA EXTENDIDO "REVISAR SITUACIÓN ACTUAL DE CAMAS"

Por último, las clases expuestas en el diagrama anterior, se relacionan de la siguiente forma:

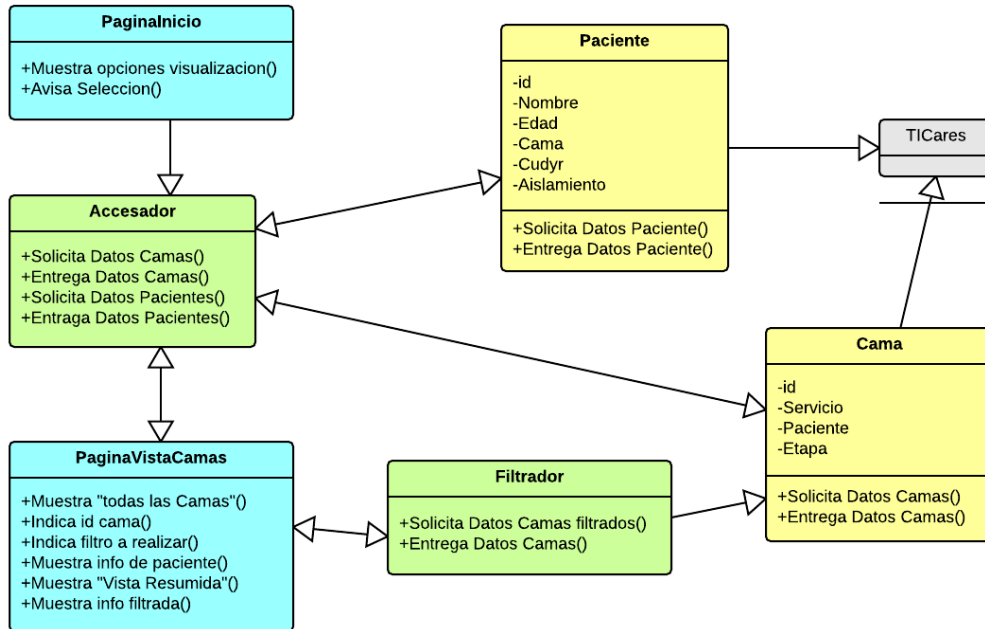


ILUSTRACIÓN 38 DIAGRAMA DE CLASES "REVISAR SITUACIÓN ACTUAL DE CAMAS"

6.3.2 Generar y Evaluar Acciones Definidas

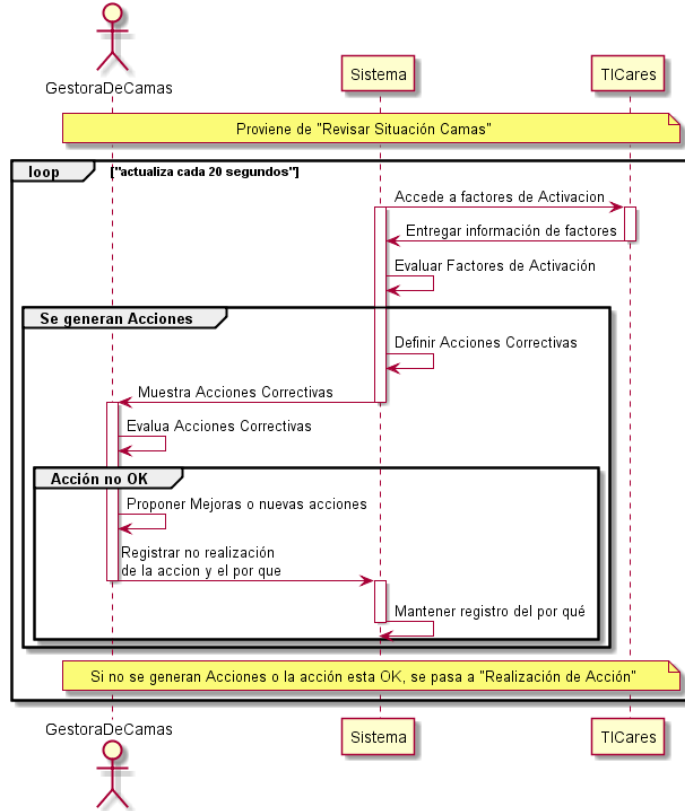


ILUSTRACIÓN 39 DIAGRAMA DE SISTEMA "GENERAR Y EVALUAR ACCIONES DEFINIDAS"

Este caso es particularmente importante pues contiene la lógica de negocios, como se ve en el siguiente diagrama, existe una clase control "GeneradordeAcciones", que es la clase que efectivamente evalúa la situación y coordina las clases entity relacionadas para generar la acción correctiva

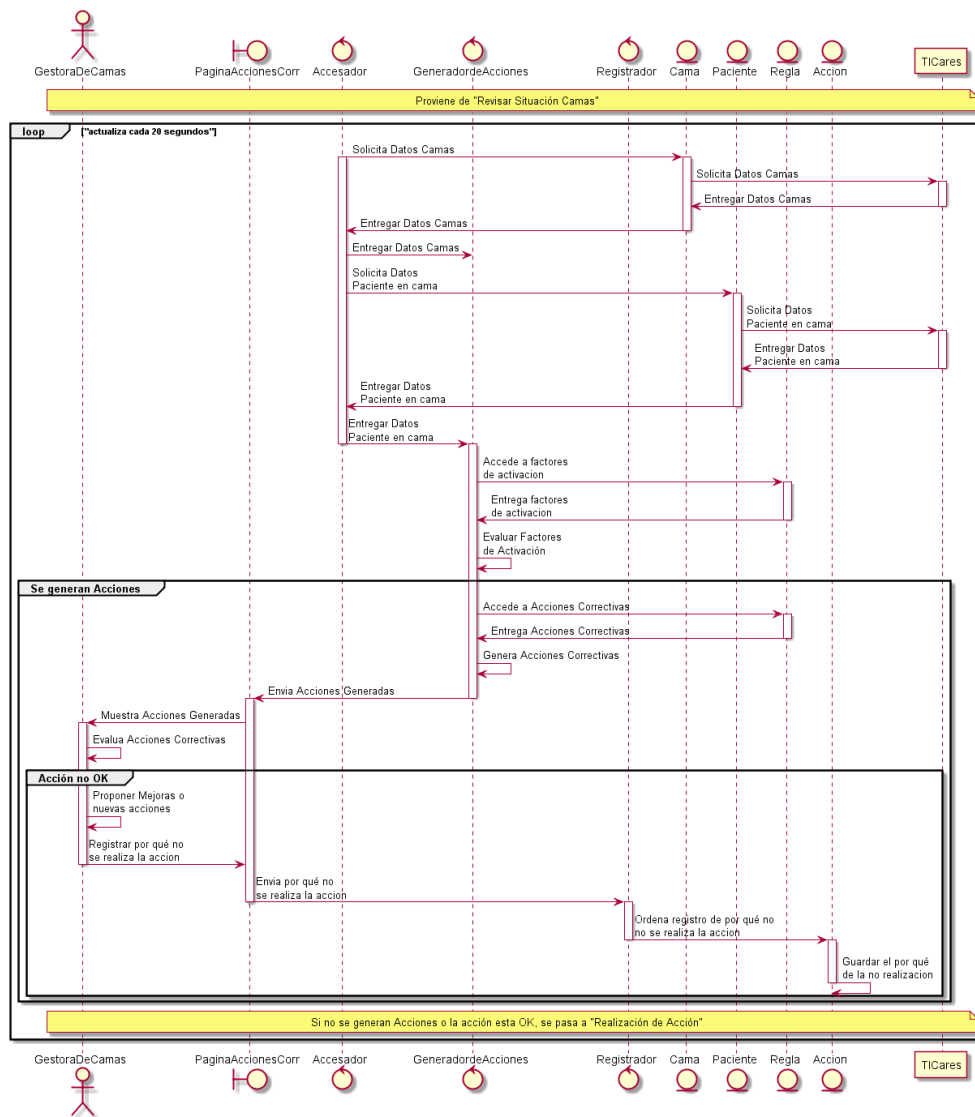


ILUSTRACIÓN 40 DIAGRAMA DE SISTEMA EXTENDIDO "GENERAR Y EVALUAR ACCIONES DEFINIDAS"

La relación de las clases, es la que se ve en el diagrama siguiente. Se ve como "Accesorador" obtiene información de pacientes y camas y las envía al generador de acciones.

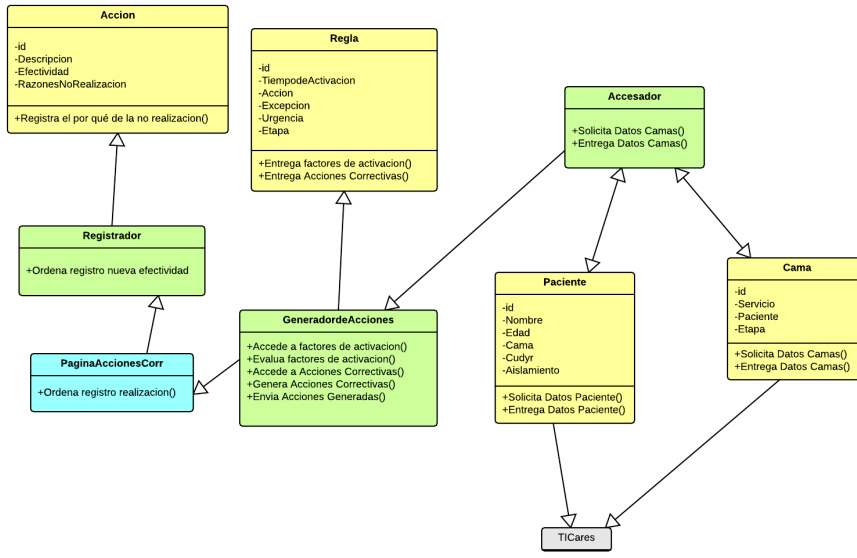


ILUSTRACIÓN 41 DIAGRAMA DE CLASES "GENERAR Y EVALUAR ACCIONES DEFINIDAS"

6.3.3 Evaluar y Mejorar Acciones

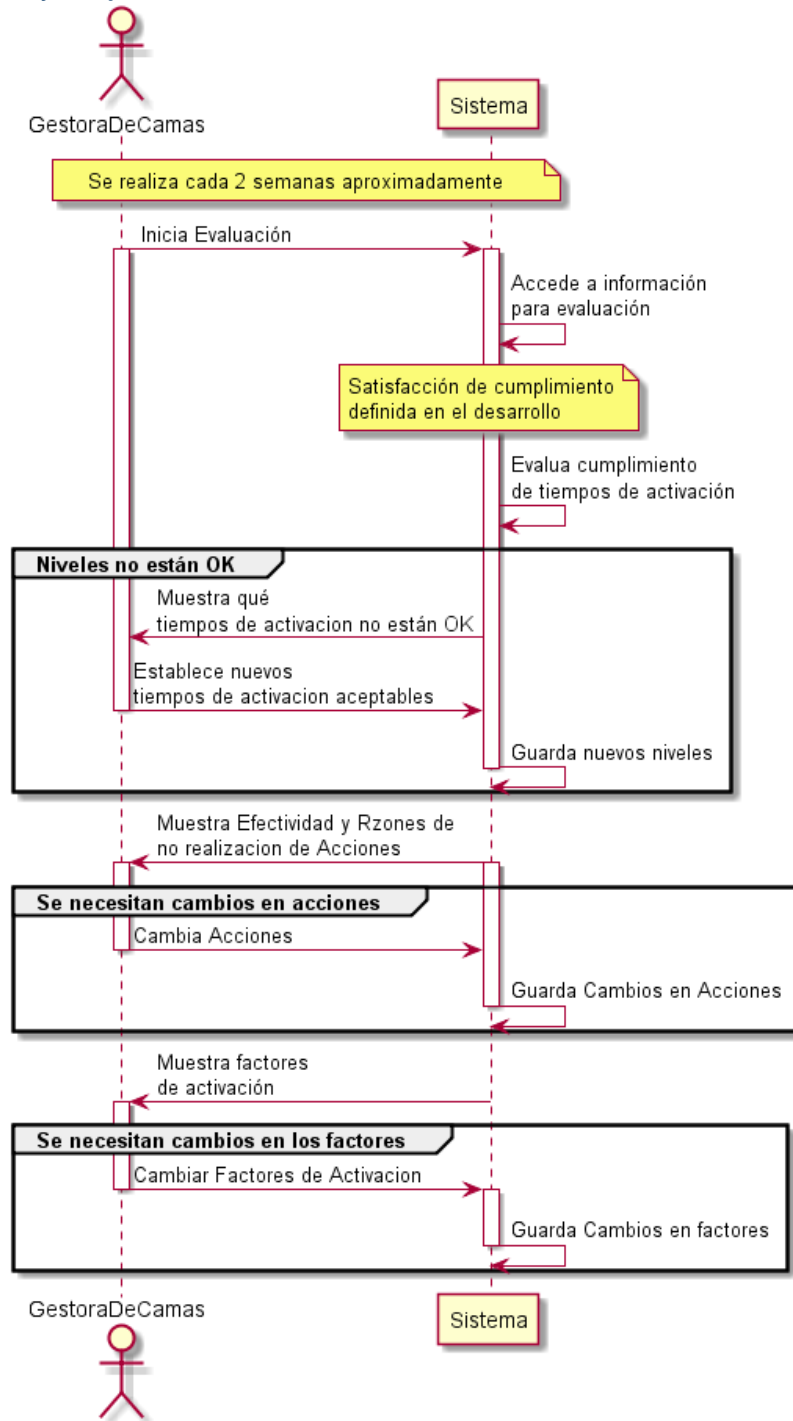


ILUSTRACIÓN 42 DIAGRAMA DE SISTEMA "EVALUAR Y MEJORAR ACCIONES"

Este diagrama muestra como la gestora de camas evalúa tanto los tiempos de activación, como las acciones y otros factores. Destaca tanto la consulta a la enfermera como el registro de los distintos cambios.

En el diagrama siguiente se ve la clase "Registrador" que es la que coordina el registro de todos los cambios.

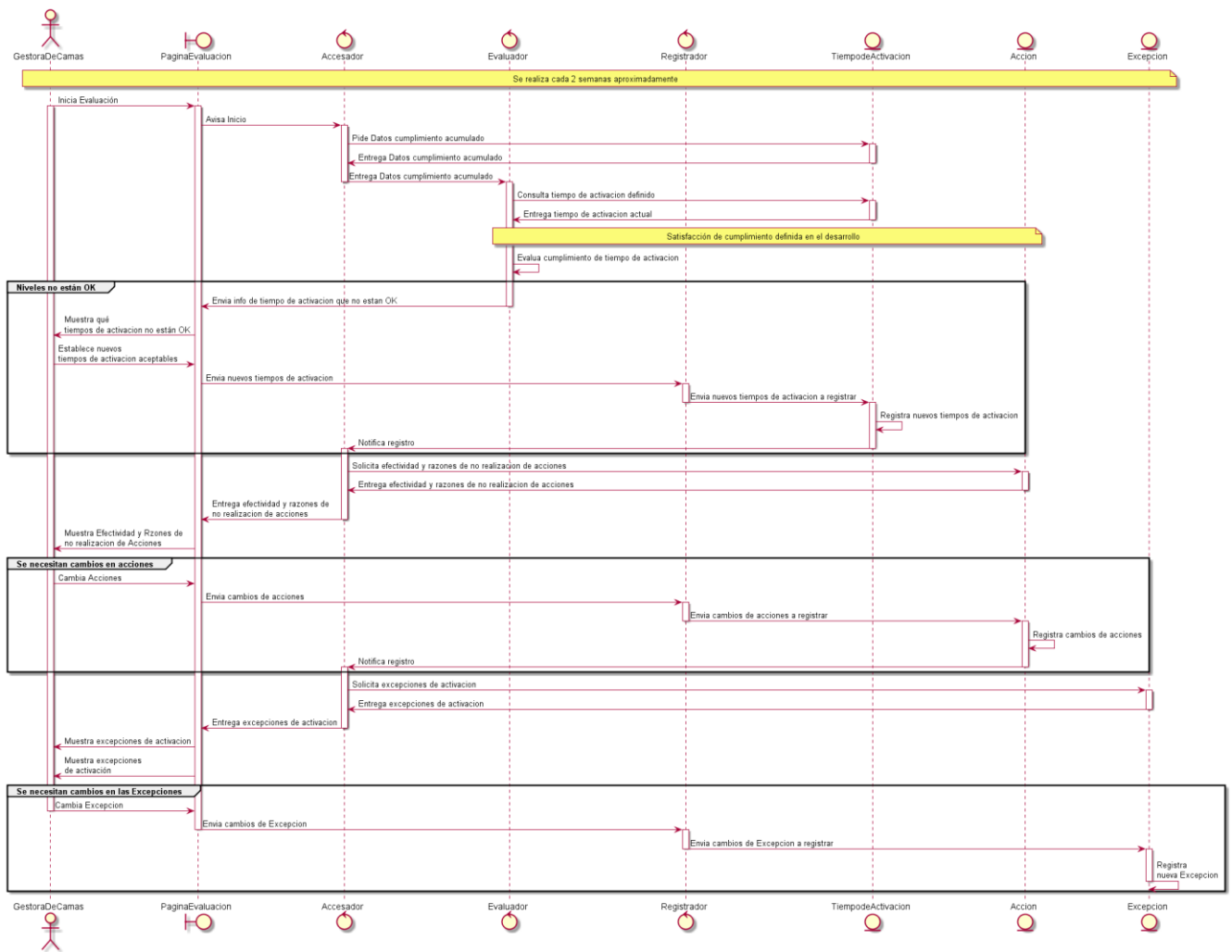


ILUSTRACIÓN 43 DIAGRAMA DE SISTEMA EXTENDIDO "EVALUAR Y MEJORAR ACCIONES"

Como en los demás casos de uso, "Accesor" destaca por su centralidad, pues es la clase que accede a la información y entrega a las distintas clases que la necesitan.

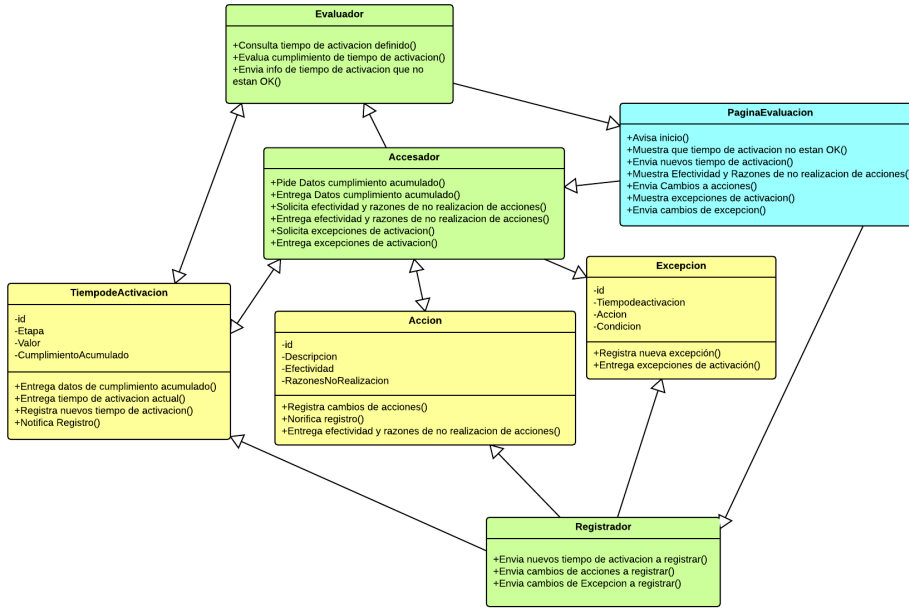


ILUSTRACIÓN 44 DIAGRAMA DE CLASES "EVALUAR Y MEJORAR ACCIONES"

6.3.4 Analizar Desempeño de Camas

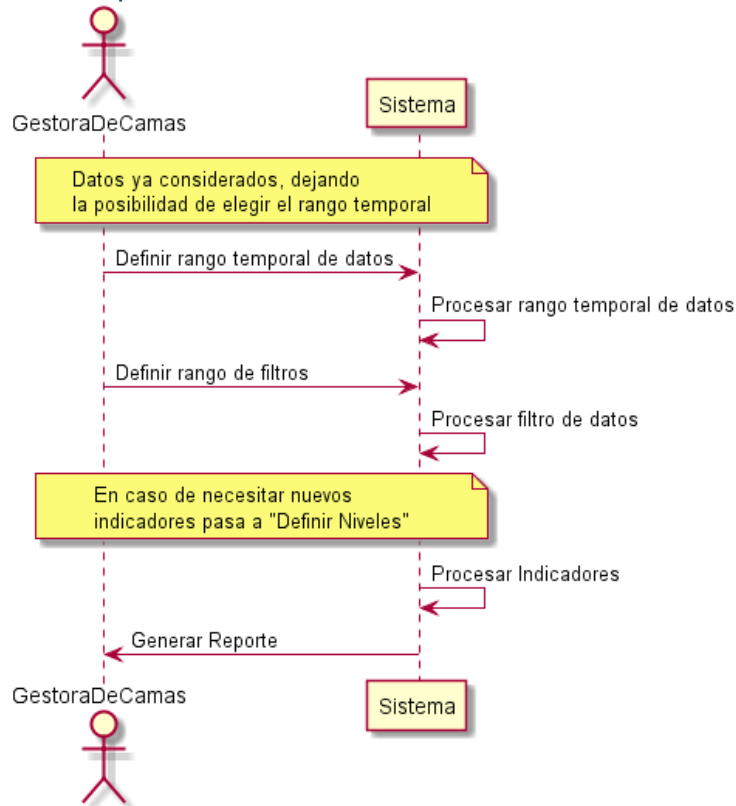


ILUSTRACIÓN 45 DIAGRAMA DE SISTEMA "ANALIZAR DESEMPEÑO DE CAMAS"

Esta actividad muestra cómo se generan los reportes que son necesarios para las labores de la enfermera de camas.

Se ve en el siguiente diagrama cómo no se accede directamente al sistema del hospital, esto es porque el volumen de los datos, en cuanto a su costo computacional debe ser controlado de alguna forma, por lo que se procede a pedir una base de datos a los responsable de las bases de datos del hospital. Luego la enfermera es quien define cómo manejar dicha base.

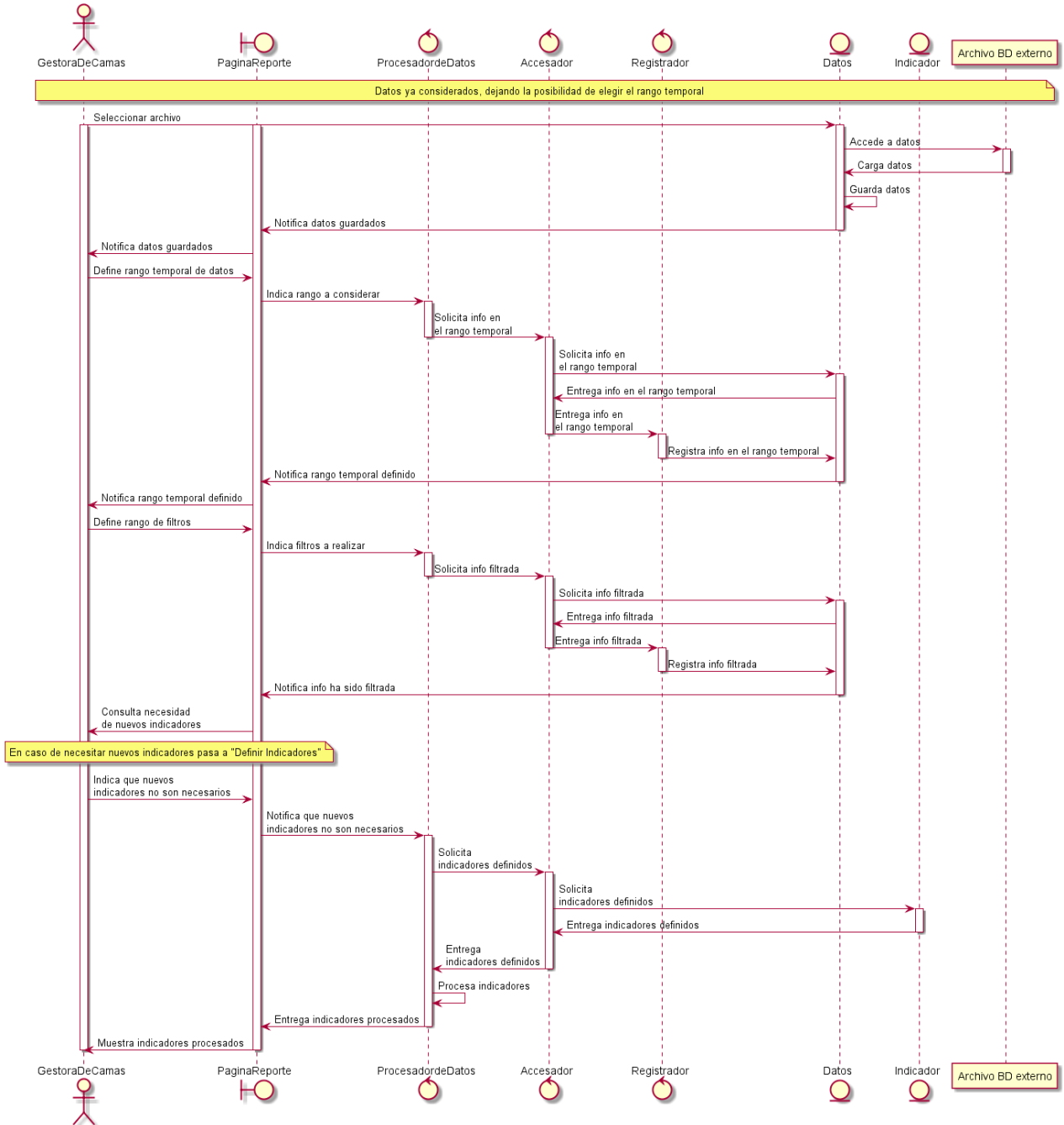


ILUSTRACIÓN 46 DIAGRAMA DE SISTEMA EXTENDIDO "ANALIZAR DESEMPEÑO DE CAMAS"

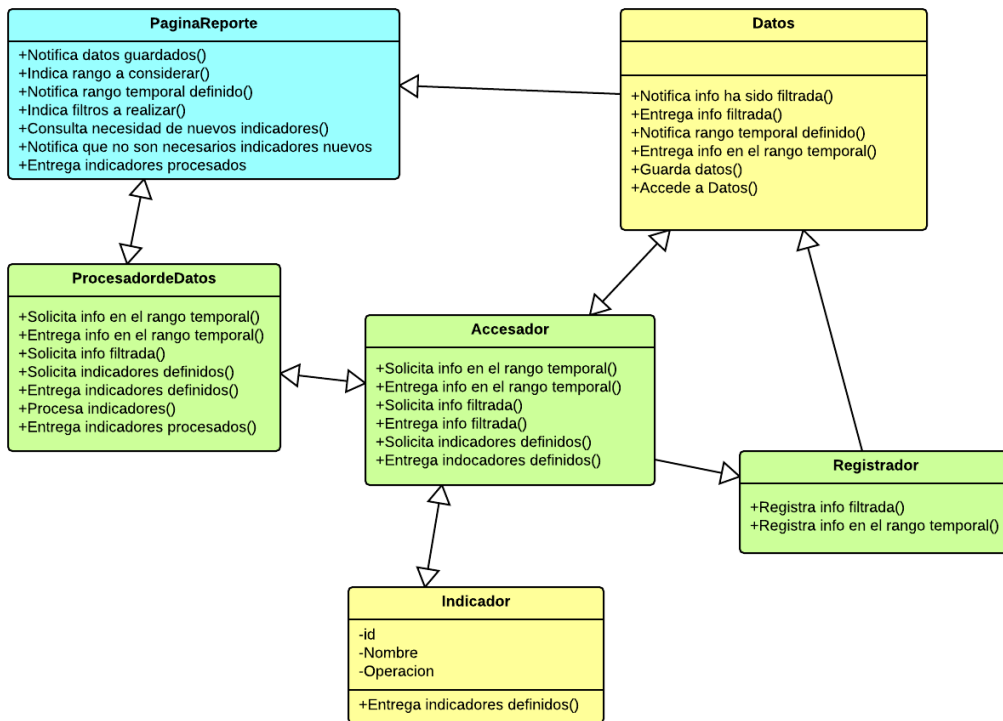


ILUSTRACIÓN 47 DIAGRAMA DE CLASES "ANALIZAR DESEMPEÑO DE CAMAS"

6.3.5 Definir Nuevo Indicador

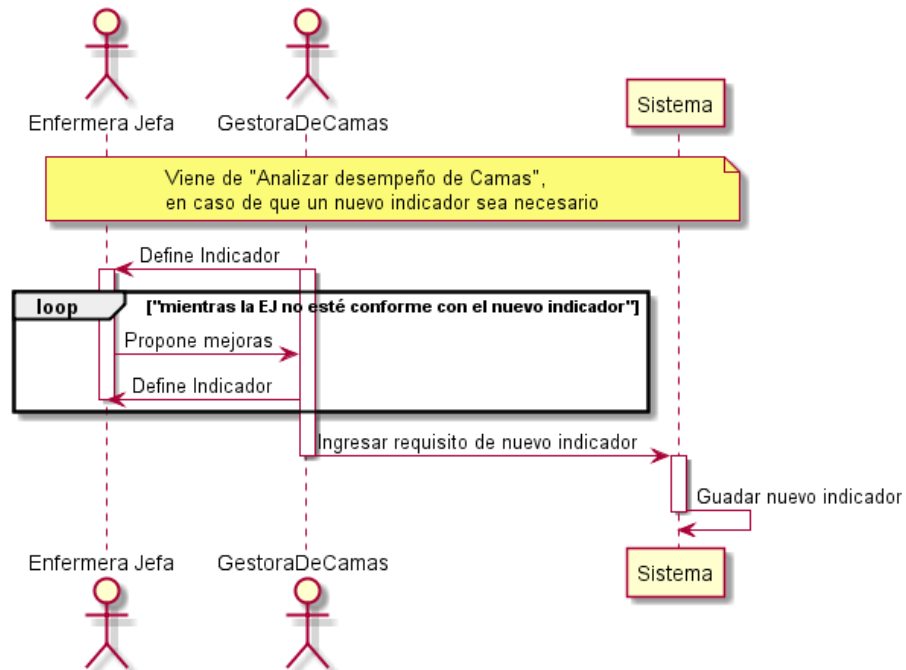


ILUSTRACIÓN 48 DIAGRAMA DE SISTEMA "DEFINIR NUEVO INDICADOR"

Estos diagramas muestran cómo se definen nuevos indicadores en caso de ser necesario. Es parte del sistema dar opciones a la enfermera para definir indicadores, usando información o datos que ya se tengan, para relacionarlos de una forma determinada, creando así nuevos indicadores.

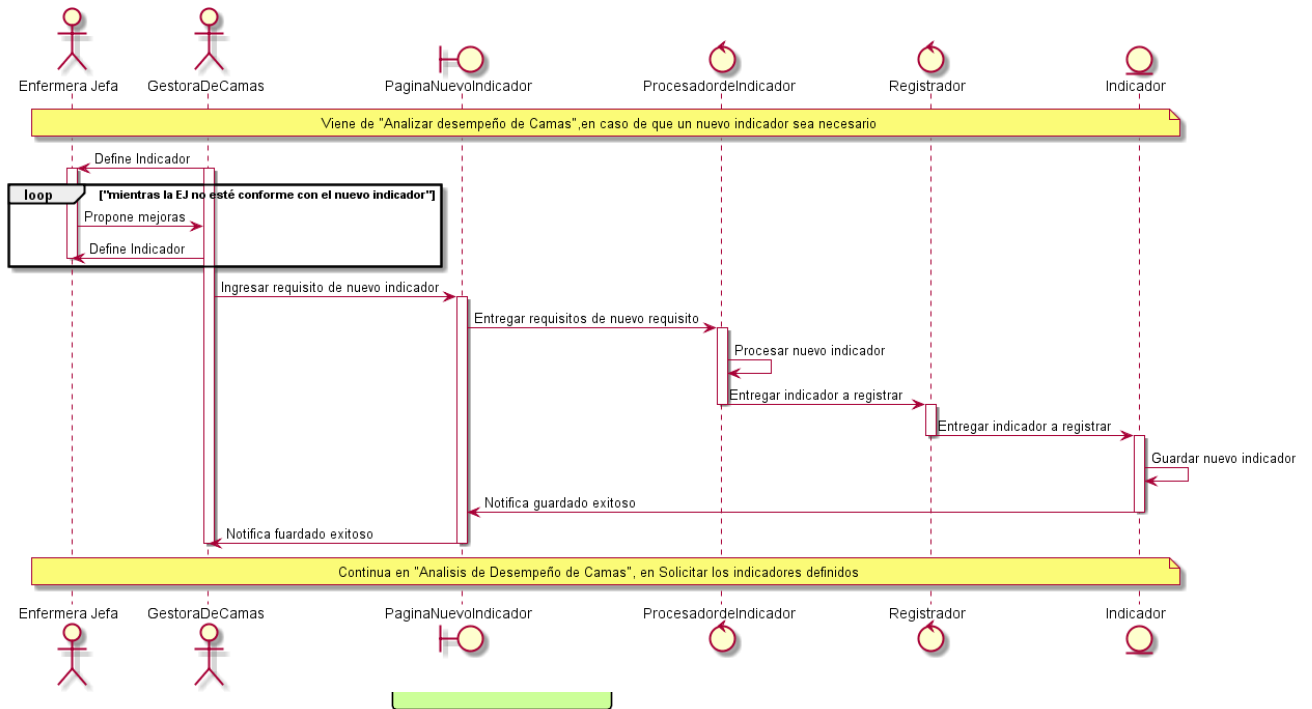


ILUSTRACIÓN 50 DIAGRAMA DE CLASES "DEFINIR NUEVO INDICADOR"

6.3.6 Registrar Realización de Acciones Recomendadas

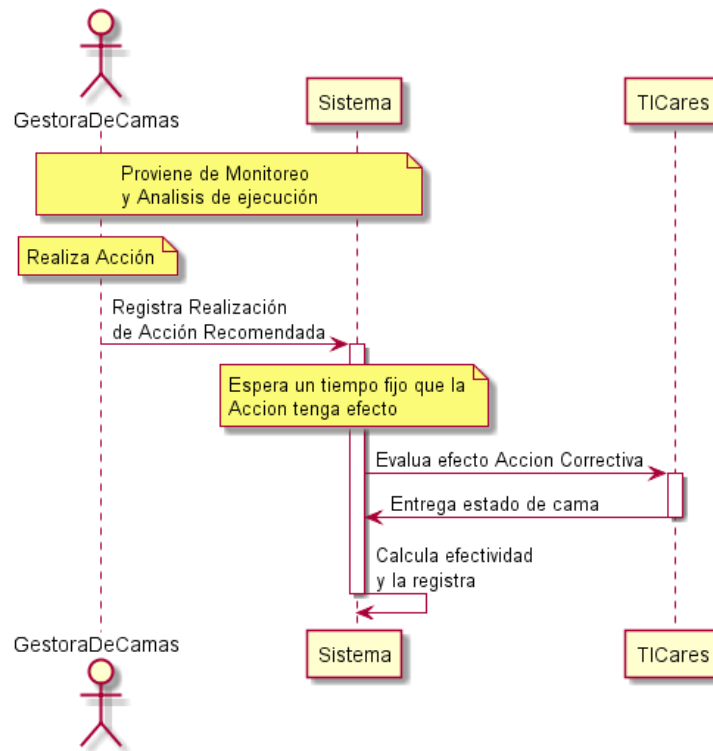


ILUSTRACIÓN 51 DIAGRAMA DE SISTEMA "REGISTRAR REALIZACIÓN DE ACCIONES RECOMENDADAS"

Lo más relevante que pasa en este diagrama, es el registro de la efectividad de cada acción, lo que servirá posteriormente para evaluar las acciones y generar las mejoras necesarias para que mantengan su validez.

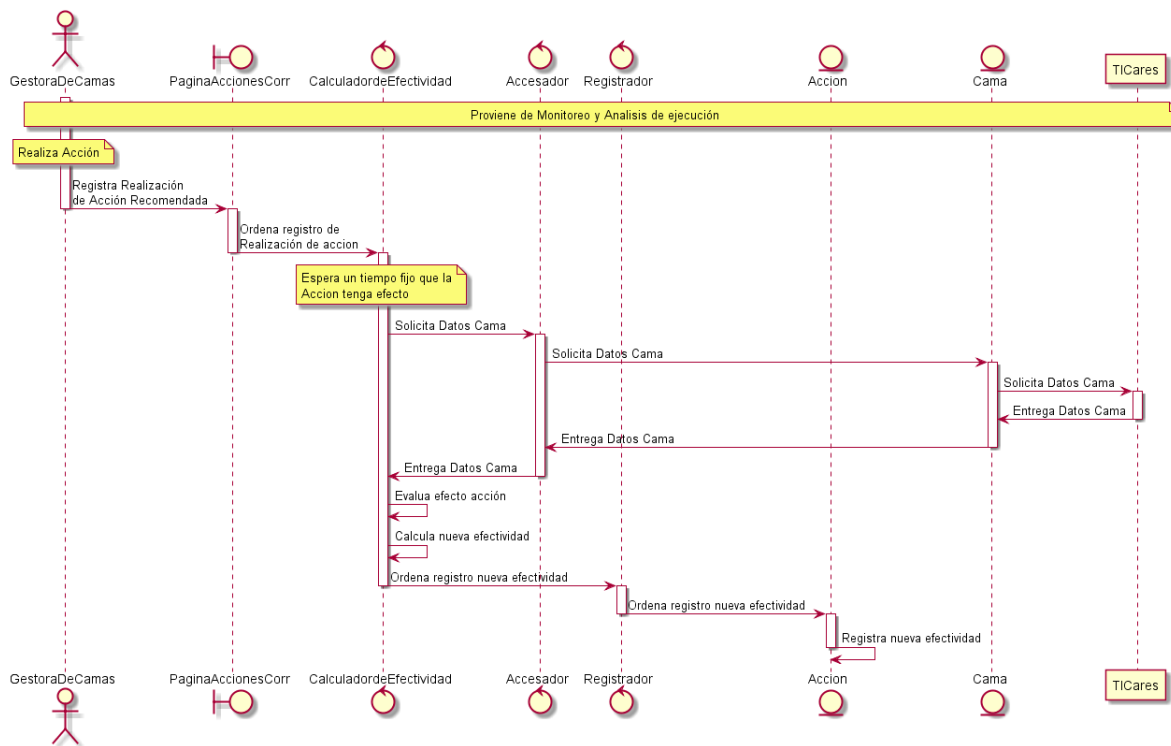


ILUSTRACIÓN 52 DIAGRAMA DE SISTEMA EXTENDIDO "REGISTRAR REALIZACIÓN DE ACCIONES RECOMENDADAS"

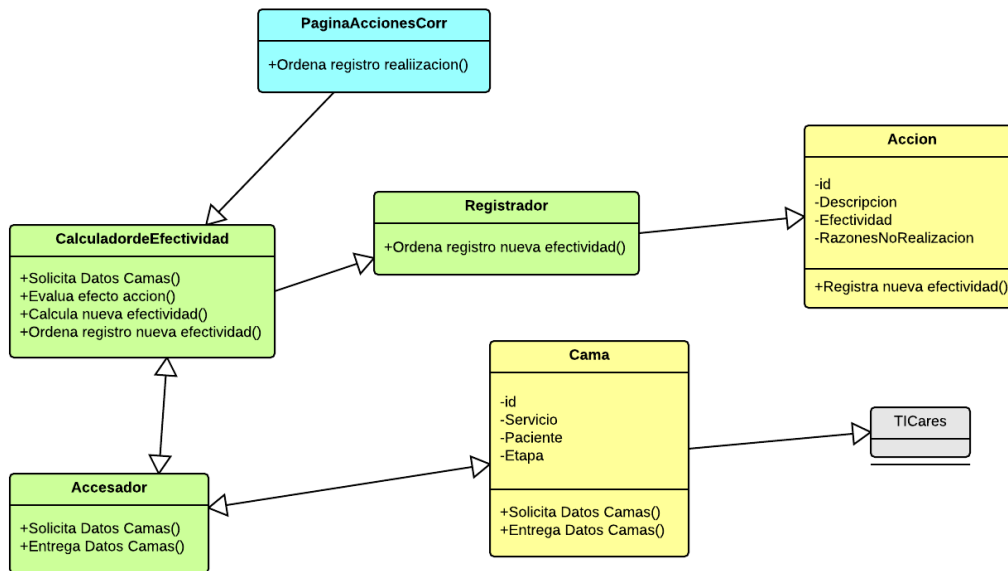


ILUSTRACIÓN 53 DIAGRAMA DE CLASES "REGISTRAR REALIZACIÓN DE ACCIONES RECOMENDADAS"

6.4 Diagrama de Clases

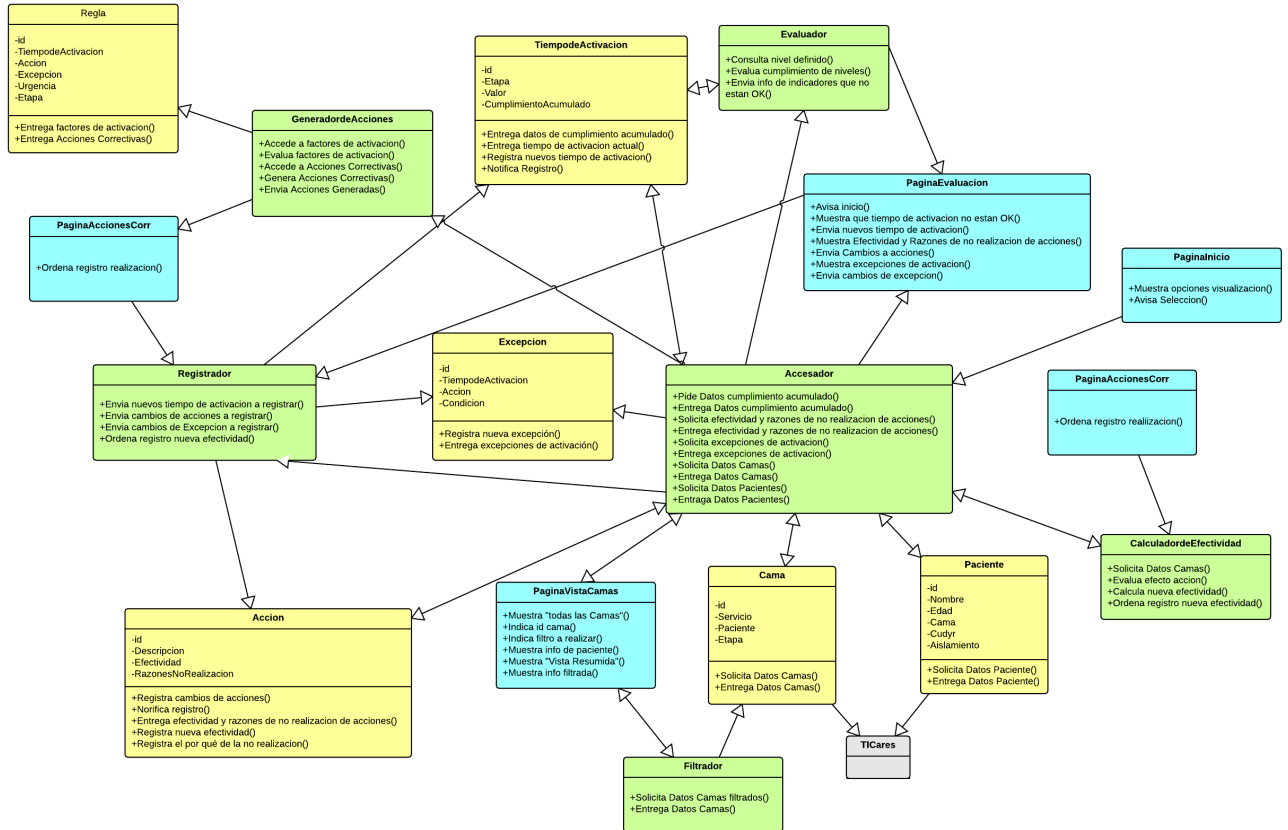


ILUSTRACIÓN 54 DIAGRAMA DE CLASES GENERAL

El diagrama anterior consolida todos los diagramas de clases anteriores, agregando tanto los métodos como las relaciones. Puede verse la complejidad del sistema de manera más integral, además que permite que no haya duplicaciones en cuanto a las clases o sus métodos.

6.5 Base de Datos

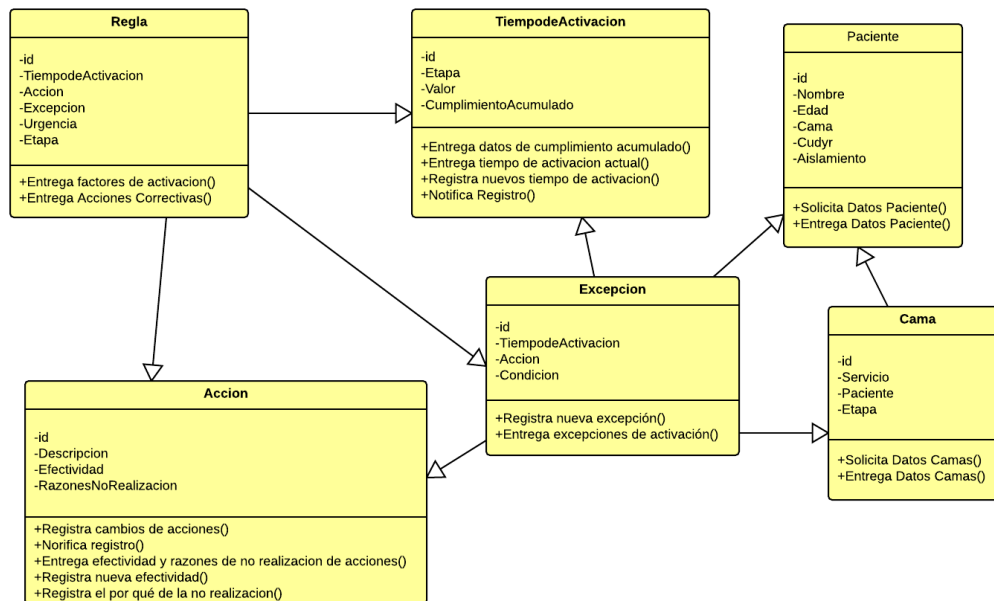


ILUSTRACIÓN 55 DIAGRAMA DE BASE DE DATOS

Como consecuencia de los diagramas de clases, y dadas las relaciones que existen entre las clases y cómo se manifiestan en los diagramas de sistemas, se genera este diagrama de base de datos, que muestra solo las entidades creadas.

Permite un desarrollo más rápido de la base de datos a utilizar, además de permitir visualizar de mejor manera dicha base de datos.

6.6 Estructura de Datos

La estructura de datos que se ve en el esquema a continuación, muestra en parte la tangibilización del trabajo anterior, en particular del Diagrama de Base de Datos, siendo una representación de esas relaciones.

Las clases “Cama” y “Paciente” se mantienen, por su carácter central dentro del sistema, y cuentan con los atributos que se espera que tengan, que sirven tanto para caracterizar a los pacientes como también para establecer en qué etapa del proceso de hospitalización se encuentra la cama.

También destaca la clase “Regla”, que contiene los elementos necesarios para la generación de las acciones recomendadas, teniendo como atributos los factores que determinan una regla, como su tiempo de activación, su acción (que en la práctica es un texto), etc. Esta clase podrá ser alterada por los usuarios del sistema, como se explica en la lógica de cambio de reglas.

```
hospital.paciente
# idPaciente : int(11)
# nombrePaciente : varchar(50)
# edad : int(11)
# genero : varchar(1)
# cudyr : varchar(10)
# aislamientoPaciente : varchar(50)
# diaPaciente : date
# horaPaciente : int(2)
# minutoPaciente : int(2)
# idPaciente_Cama : int(11)
```

```
hospital.regla
# idRegla : int(11)
# tiempoActivacionRegla : float
# accion : text
# urgencia : varchar(20)
# etapa : varchar(20)
# cantidadUsada : int(11)
# cantidadSi : int(11)
```

```
hospital.cama
# idCama : int(11)
# nombreCama : varchar(10)
# servicio : varchar(50)
# etapa : text
```

```
hospital.razonno realizacion
# id : int(11)
# numeroRazones : int(11)
# razon1 : int(11)
# razon2 : int(11)
# razon3 : int(11)
# razon4 : int(11)
# razon5 : int(11)
# razon6 : int(11)
# idRnr_Regla : int(11)
```

ILUSTRACIÓN 56 ESTRUCTURA DE DATOS

6.7 Diagrama de Despliegue

Otro de los elementos relevantes para el correcto desarrollo e implementación de un sistema es el Diagrama de Despliegue. Este diagrama representa cómo se realizará el sistema en cuanto a qué lo soportará. Por ejemplo, este sistema estará en un browser, tendrá además una base SQL y usará un Web Service para comunicarse con la base de datos del Hospital (TICares), viene al caso recordar que no se alterará dicha base sino que será solo de consulta.

Este diagrama permite visualizar también la forma en que se relacionarán los distintos componentes del sistema, y qué librerías y frameworks se utilizarán en su desarrollo, como por ejemplo MyBatis, que es un framework que soporta SQL, procedimientos almacenados y mapeos avanzados.

Sin duda este diagrama fue muy útil en la realización del prototipo, así como también lo será en el desarrollo e implementación del sistema mismo.

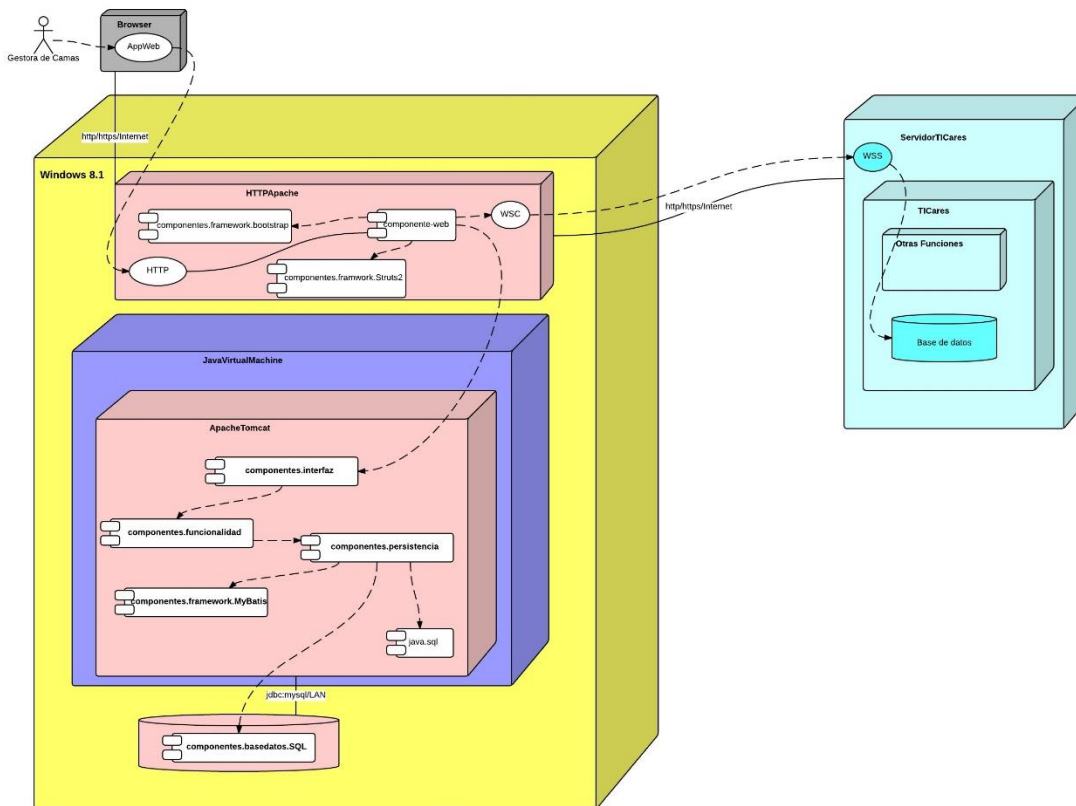


ILUSTRACIÓN 57 DIAGRAMA DE DESPLIEGUE

6.8 Prototipo

El desarrollo del prototipo busca cubrir el primer caso de uso, Revisión de Estado de Camas. Este escenario será el más habitual en el uso del sistema, responde a un problema actual que tienen las enfermeras, que es la difícil visualización del estado del hospital (en cuando a las camas, por supuesto) como un todo. Actualmente, el sistema utilizado por el hospital les permite ir revisando entre 4 y 8 camas por vez, lo que significa que primero que todo, tardan mucho en revisar el hospital, y además cuando llegan al último pabellón, lo más probable es que los primeros ya hayan cambiado su estado. Es más, fue este detalle el que motivó el proyecto desde el lado del equipo de Gestión de Camas, esa es la razón de su relevancia.

Se desarrolló con la ayuda de un tercero, con mayores conocimientos de programación, y haciendo uso de los diagramas desarrollados para explicar de buena forma qué era lo solicitado. Se usaron frameworks y librerías como MyBatis, Struts2 y Bootstrap. Además se usó una base de datos recreada.

Este prototipo fue presentado a la Enfermera Gestora de Camas, quien se mostró satisfecha con el resultado, explicando que efectivamente es lo que necesitan ahora para realizar mejor su labor.

El Prototipo tiene como primera pantalla lo que se describió como la “Página de Inicio”, que contaría con las otras opciones del sistema, además del mapa de camas, como el cambio de acciones o como la generación de reportes.

Esta primera pantalla se ve en la imagen a continuación

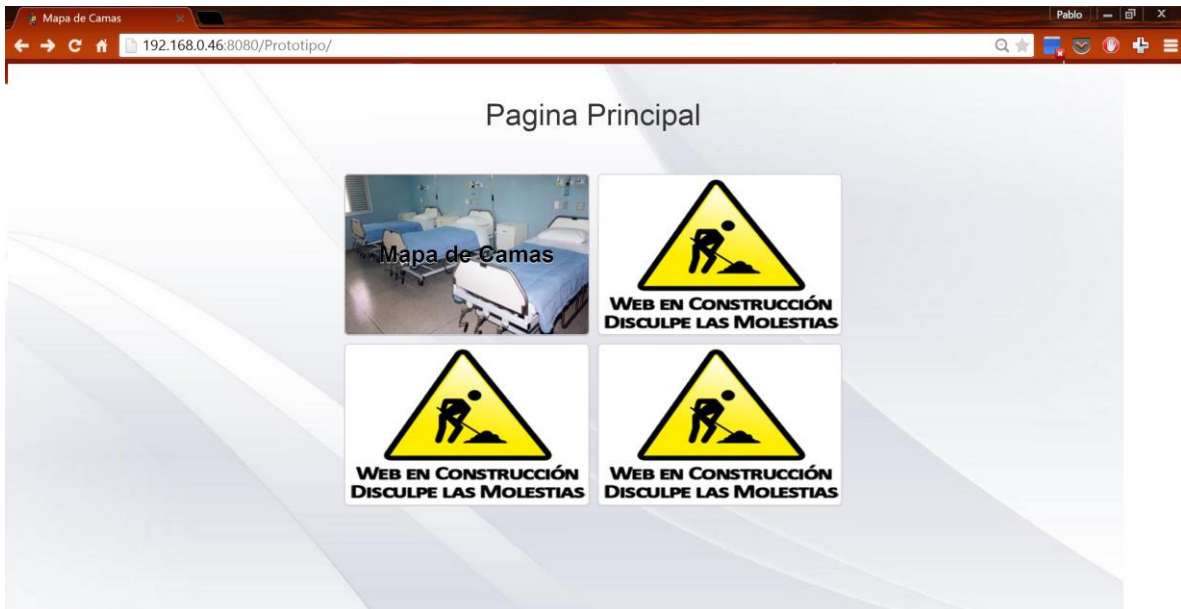


ILUSTRACIÓN 58 PANTALLA DE INICIO PROTOTIPO

Está demás decir que la parte estética es totalmente corregible, pero que aun así se trató de hacer lo más estéticamente agradable posible. Además, por supuesto, de que fuese funcional en el alcance que se le pretendía dar, por lo que al hacer click en el botón “Mapa de Camas”, se llega a la segunda pantalla que se muestra a continuación:

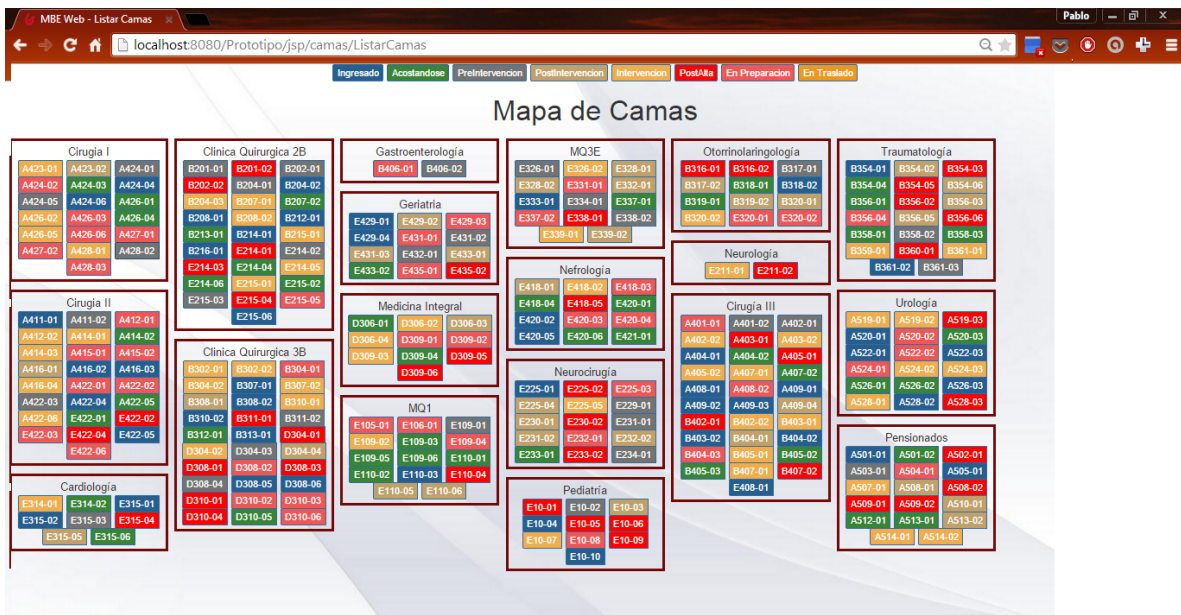


ILUSTRACIÓN 59 PANTALLA “MAPA DE CAMAS”

En esta pantalla se muestran las camas del hospital, divididas por Unidad Funcional (Cardiología, Cirugía I, etc.). Además de tener distintos colores indicando la etapa en que

se encuentra cada cama, lo que permite que en una sola pantalla y con gran velocidad y facilidad se pueda tener una visión completa del estado de camas de todo el Hospital. Los significados de los colores se explican en la parte alta de la pantalla, lo que hace que sea una vista muy intuitiva, sin ser necesario entrenamiento para utilizarla. Probablemente en el día a día no se tendría un mapa tan colorido, pero se hizo a modo de ejemplo.

Ahora, otra cosa que necesita el Equipo de Gestión de Camas es datos respecto al paciente que se encuentra en cada cama, lo que se muestra en la siguiente imagen:



ILUSTRACIÓN 60 PANTALLA “MAPA DE CAMAS” CON INFO DE PACIENTE DESPLEGADA

Como se ve en la imagen, al hacer click en cualquiera de las camas se puede ver información del paciente como su nombre, su nivel de aislamiento o la hora de ingreso a la etapa que se encuentra. Todo lo anterior es variable en el sentido de que podría ser cualquier dato que prefiriera el equipo de Gestión de Camas, así como también en vez de mostrar el inicio de la etapa, podría mostrar cuánto lleva en dicha etapa.

El prototipo se plantea como una base para el sistema en general, tanto en su desarrollo como conceptualmente. El grado de satisfacción de la Enfermera Gestora de Cargos es indudablemente una buena señal en cuanto a la dirección de desarrollo del proyecto.

7. Simulación

Por situaciones de contingencia del Hospital, fue imposible implementar la solución desarrollada en un tiempo adecuado en la realización de este trabajo. Esta situación fue discutida con las personas correspondientes y se concluyó en realizar una simulación de la operación del sistema para validar los cambios que se generarían en caso de implementar el sistema.

Primero que todo, se usó la información de pacientes ingresados a camas del hospital (excluyendo a pacientes que pasaron por urgencia sin usar una cama, por ejemplo) que estuvieron hospitalizados en el año 2014, lo que se traduce en pacientes que ingresaron desde el 20 de octubre de 2013 a pacientes que egresaron el 18 de julio de 2015. Esto se traduce en 21728 pacientes. Esta información primero se utilizó para determinar una línea base para evaluar el estado del hospital. Viene al caso mencionar que, junto a enfermeras de alto rango del hospital, se excluyeron de la medición tiempos considerados “absurdos” (ya sea tiempos muy cortos o muy extensos), los cuales se producen por malas prácticas dentro del personal, como olvidar ingresar cierta información al sistema actual (TICares) y luego ingresarla con la nueva información, lo que produce por ejemplo que pacientes estén 1 segundo en intervención. Se hace una diferencia entre los pacientes quirúrgicos y los pacientes médicos, siendo los primeros aquellos que recibieron alguna intervención quirúrgica en su estadía en la institución. Los pacientes quirúrgicos, por lo tanto, pasan por las fases “Pre intervención”, “Intervención” y “Post Intervención”, mientras que los pacientes médicos pasan por la fase “Tratamiento”. Los pacientes quirúrgicos comprenden aproximadamente un 68% del total.

A continuación se presenta una tabla que muestra los tiempos promedios por cada fase del promedio (en horas), su desviación estándar y la suma total de las horas de cama utilizadas en esa fase:

Estado de Cama	Promedio	Desviación	Suma Total
Acostarse	0,812	0,78	16.765
Pre intervención	44,1	185	658.948
Intervención	2,5	1,46	29.393
Post Intervención	49,8	122	328.825
Tratamiento	119	267	1.019.612
Post Alta	2,84	2,13	32.613
En Preparación	2,2	1,75	65.895

TABLA 16 TIEMPOS DE ESTADOS DE CAMAS CON DATOS REALES. AÑO 2014.

Usando la información del 2014 también se determinaron las distribuciones de probabilidades de la llegada de los pacientes, así como del tiempo que toma cada una de las fases, con la herramienta “*Input Analyzer*” para determinar cuál era la mejor distribución que se ajustaba a la muestra y luego se usó “*R*” para determinar los parámetros de la distribución. La distribución determinada para cada una de las fases, además de la llegada se muestran a continuación, junto al error cuadrado:

Estado de Cama	Distribución	Error Cuadrado
Llegada	Weibull(0.59167, 0.28095)	0.001426
Acostarse	Logn(-0,58985,0.90478)	0.000405
Pre intervención	Gamma(0.37451,117.800)	0.039352
Intervención	Gamma(3.15633,0.73919)	0.000669
Post Intervención	Exp(0.020065)	0.003571
Tratamiento	4210*Beta(0.624,24.7)	0.005808
Post Alta	12*Beta(1.27,3.95)	0.000325
En Preparación	Gamma(1.46,1.51)	0.001300

TABLA 17 DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD Y SU ERROR. AÑO 2014.

Además de eso, para efectos de la simulación cada paciente tuvo un 68% de probabilidades de ser de tipo Quirúrgico, lo que determinó por qué fases pasó. Por otro lado también se consideró todo lo necesario para las acciones correctivas, como se señala en el punto 5 del presente documento, como la hora y día en que el paciente entraba a ciertas fases, la probabilidad de estar en determinados Servicios, la probabilidad de tener cierto tipo de aislamiento, etc. Todo pensando en que la simulación fuese lo más real posible

La simulación se realizó con 50 iteraciones, primero sin las acciones correctivas, para evaluar si se asemejaba a la situación real del año 2014. En el periodo de un año simulado, se generaron en promedio 20349 pacientes con el mismo porcentaje de pacientes quirúrgicos que en la realidad. A continuación se muestra la tabla con los promedios de los valores:

Estado de Cama	Promedio	Desviación	Suma Total
Acostarse	0,835	0,94	16.990
Pre intervención	44,0	71.9	609.680
Intervención	2,5	1,36	34.686
Post Intervención	49,9	49,85	691.420
Tratamiento	103	127,29	673.767
Post Alta	2,92	2,06	59.428
En Preparación	2,2	1,75	44.832

TABLA 18 TIEMPOS DE ESTADOS DE CAMAS CON DATOS SIMULADOS

Es posible ver que los promedios son marginalmente diferentes en la mayoría de los casos, incluso en algunos casos son iguales. Esto habla de las distribuciones elegidas para cada una de las fases. Por otro lado, en la suma total se ven diferencias importantes, pero considerando que el sistema apunta a disminuir los tiempos promedio, aún se pueden validar las acciones.

Para poder acciones se utilizó un parámetro que ya se ha mencionado, que es la efectividad, es decir cuántas veces de las que la acción se realice será efectiva en hacer que el paciente avance de estado. Esta efectividad a priori está definida por las

enfermeras del Equipo de Gestión de Camas pero esta se actualizaría a medida que las acciones se realizaran.

La tabla a continuación muestra las acciones por estado, junto a su urgencia y su efectividad:

Estado\Gravedad	No grave	Levemente Grave	Grave	Muy Grave
Acostándose		Llamar a Admisión (Urgencia) Consultando por demora de paciente 20%	Llamar a Unidad de Traslado confirmando movimiento del paciente 40%	Llamar a Servicio de destino consultado por paciente 60%
PostIntervención			Consultar a enfermera del servicio por el paciente 10%	Comunicarse con doctor para que dé el Alta Médica 20%
PostAltaMédica	Llamar a Servicio y consultar por qué no se ha ido el paciente 20%	Ir a Servicio a confirmar retiro del paciente 30%	Enviar a Unidad Post Alta 40%	Confirmar traslado a Unidad Post Alta 50%
EnPreparación	Llamar a Servicio y consultar por aseo de la cama 20%	Ir a Servicio a verificar aseo de cama 40%	Comunicarse con equipo de limpieza 60%	Liberar Cama 80%

TABLA 19 ACCIONES POR ESTADO CON SU EFECTIVIDAD Y URGENCIA.

Vale decir que las diferencias que se ven en la sección donde se describen las acciones correctivas son por diferentes factores que principalmente cambian los tiempos de activación de las acciones o si es que son adecuadas o no, no cambiando eso su efectividad esperada.

Se muestra ahora una tabla con los resultados de la simulación con acciones correctivas, con 50 iteraciones, en promedio pasaron 20287pacientes, los promedios por fase junto a su desviación y suma total de horas utilizadas, se excluyen las fases que no tienen acciones asociadas, es decir, “Pre intervención”, “Intervención” y “Tratamiento”. En paréntesis está su cambio porcentual respecto a los tiempos sin acción de la simulación.

Estado de Cama	Promedio	Desviación	Suma Total
----------------	----------	------------	------------

Acostarse	0,568(- 32%)	0,49(-48%)	11.539
Post Intervención	47,4(-5%)	45,43(-9%)	653.464
Post Alta	2,58(-11%)	1,68(-18%)	52.483
En Preparación	1,3(-38%)	0,83(-54%)	27.759

TABLA 20 TIEMPOS DE ESTADO DE CAMAS CON ACCIONES SIMULADAS

Es evidente que las acciones efectivamente tienen un efecto de disminuir los tiempos promedios de los pacientes, siendo estos mayores en los que efectivamente dependen en mayor medida de las acciones de las enfermeras, como son la preparación de las camas o cuando el paciente se acuesta. A la vez, disminuye la desviación estándar de los tiempos, otro efecto que sin duda es positivo para los efectos prácticos de la gestión de camas.

Para validar lo robusto de los procesos y del sistema, se realizó una simulación con las efectividades a la mitad de su valor, quedando lo demás de la misma manera que la simulación anterior. Se muestran los resultados a continuación.

Estado de Cama	Promedio	Desviación	Suma Total
Acostarse	0,676(- 19%)	0,72(-23%)	13.831
Post Intervención	48,6(-3%)	47,74(-4%)	676.172
Post Alta	2,73(-6%)	1,86(-10%)	55.825
En Preparación	1,64(-25%)	1,25(-30%)	33.549

TABLA 21 TIEMPOS DE ESTADO DE CAMAS CON ACCIONES SIMULADAS Y MEDIA EFECTIVIDAD

Es posible ver que a pesar de que la efectividad se vio reducida a la mitad, los efectos sobre los tiempos promedio excedieron la mitad, lo que dice que incluso aunque las acciones no tuvieran la efectividad que se espera, el efecto que tendrían sobre los tiempos promedio de las distintas fases del proceso hospitalario son más que relevantes.

8. Evaluación Económica del Proyecto

8.1 Inversión Desarrollo

El desarrollo del proyecto contempla no solo el sistema, sino que también el diseño de procesos, que incluye a su vez entrevistas, revisión de documentos y de literatura pertinente. Es en la inversión de desarrollo que se incluye todo esto, lo cual es realizado por el tesista, quien desarrolla y lidera el proyecto, trabajando part time por dos años. En segundo lugar, se incluye en los costos el tiempo dedicado por parte de la enfermera, tanto para preguntas como para ir validando el desarrollo del proyecto, que se estimó en conjunto con ella en un total de dos horas a la semana por 16 meses. Además se considera bajo el mismo concepto de consultas y tiempo de dedicación, el tiempo del profesional de TI del HCUCH, cuyo aporte fue aproximado en 1 hora al día, dado que su aporte fue solo en cuanto a aclarar métodos y protocolos de acceso a la información. Finalmente, el proyecto se realizará con un desarrollador externo, quien se estima dedicará (dada las conversaciones con el mismo) 4 meses de trabajo en el desarrollo. En cualquier caso, este desarrollador incluye un pago hipotético, puesto que este desarrollador realizará el proyecto usando su tiempo como un aporte personal.

Lo anterior se resume en la siguiente tabla:

Concepto	Costo Hora	Costo Total
Tesista	\$ 3.410	\$ 6.001.600
Enfermera	\$ 8.523	\$ 1.227.312 (2 hras por semana, 16 meses)
Profesional TI	\$ 7.063	\$ 565.066 (4 meses, una hora al día)
Desarrollador	\$ 6.820	\$ 4.364.800 (4 meses)
Total		\$ 12.158.752

TABLA 22 INVERSIÓN EN DESARROLLO DE PROYECTO

8.2 Mantenimiento Inicial

La mantención inicial, contempla el periodo posterior al desarrollo inicial del sistema, en el cual se realizarán los primeros ajustes de uso y de funcionamiento del sistema. En este periodo el sistema se desenvolverá en un ambiente protegido dentro de la infraestructura tecnológica del hospital, precisamente para proteger el funcionamiento normal del hospital, en caso de que el sistema a desarrollar presentara algún problema mayor. El periodo considerado como "inicial", es de 4 meses y contempla al tesista como líder del proyecto, part time por los 4 meses, la enfermera para validar el sistema, por un tiempo aproximado de 2 horas por semana, un profesional del equipo de TI para tratar problemas que se pueda tener en el acceso o conexión con el servidor del hospital, en un tiempo aproximado de tres horas a la semana. Finalmente, se considera además el

desarrollador del proyecto, que como se comentó previamente, tiene un pago hipotético, pero que será considerado para hacer comparable este proyecto con otras opciones.

Lo anterior se muestra en la siguiente tabla:

Concepto	Costo Hora	Costo Total
Tesista	\$ 3.410	\$ 1.200.320
Enfermera	\$ 8.523	\$ 545.472 (2 horas por semana)
Profesional (Mantención) TI	\$ 7.063	\$ 565.066 (3 horas a la semana)
Desarrollador (Mantención)	\$ 6.820	\$ 545.600 (1 hora al día)
Total		\$ 2.856.432

TABLA 23 COSTOS DE MANTENCIÓN INICIAL

8.3 Costos

En cuanto a los costos, se refieren a los que se producen en la operación del sistema, y de manera anual. Se incluye el tiempo que se estima usará la enfermera el sistema, que se aproxima a cuatro horas por semana, y además se incluye a un profesional del área de TI, en caso de que sea necesario realizar ciertas mantenciones de tipo acceso, por ejemplo, estimado en tres horas semanales.

Esto se ve en la siguiente tabla, por los costos anuales:

Concepto	Costo Hora	Costo Total
Enfermera	\$ 8.523	\$ 1.772.784 (4 hras por semana)
Profesional (Mantención) TI	\$ 7.063	\$ 565.066 (3 hras por semana)
Total		\$ 3.102.372

TABLA 24 COSTOS DE OPERACIÓN

El sistema será implementado en el servidor del hospital por lo que no se incluye en los costos, especialmente considerando que funcionará de manera local en número determinado de aparatos y con acceso limitado a un grupo pequeño de personas. Por otro lado, en cuanto a las licencias, se pretende usar software libre precisamente para evitarse los costos en este tópico.

8.4 Beneficios

En este caso, el concepto de los beneficios no es literal, es decir, no es dinero que entra a la institución. Este proyecto busca en última instancia liberar camas de manera más rápida, por lo que hay un recurso que antes se estaba utilizando que tiene un valor. Ese valor es el que se considera al hablar de beneficios, el costo ahorrado de las horas cama que de existir el proyecto no se hubieran utilizado. Esto además no considera los

beneficios indirectos, como por ejemplo las camas que se liberan con el paciente que se traslada a una cama liberada, la mayor satisfacción de los pacientes por la disminución en sus tiempos de espera, la liberación de urgencias por los pacientes que pueden ser trasladados a una cama, etc.

Como se dijo en secciones anteriores, las acciones tienen un porcentaje de efectividad asociado, por lo que para calcular el número de horas que se generarían se utilizó este porcentaje de efectividad como la probabilidad de que la acción tuviera efecto, es decir, si una acción se activaba después de una hora y tiene un 50% de efectividad, se consideraba ese valor como la probabilidad de que el tiempo de ese paciente en ese estado cambiara a una hora.

Luego, el costo de las camas es calculado como un proporcional por hora del día cama, y luego ponderado por el promedio de utilización como un factor que determina la probabilidad de que esa cama sea efectivamente usada, por lo que el “beneficio” se materializaría. El promedio de utilización de las camas que se usó es el 65%, que por supuesto es una simplificación.

Con esas consideraciones, los beneficios asociados al ahorro de horas en cada etapa se ven en la siguiente tabla:

Fase	Potencial de Ganancia
Acostándose	\$ 377.579,96
Post Intervención	\$ 22.603.206,57
Post Alta	\$ 29.419.395,36
Preparación	\$ 83.695.339,50
Total	\$ 136.095.521,39

TABLA 25 POTENCIAL DE GANANCIA POR FASE

8.5 Flujo de Caja

Los costos y beneficios anteriores, incluyendo mantenciones e inversiones iniciales, son resumidos en el siguiente flujo de caja. Este es considerado a un horizonte de tres años, dada las condiciones y desarrollo de las tecnologías hospitalarias, especialmente porque también depende de las versiones de software que use el área de TI, por lo que de haber cambios en estos o si adquieren un nuevo software, quedaría obsoleto.

En cuanto a la tasa de descuento del proyecto, se estimó usando el modelo CAPM, cuya fórmula se muestra a continuación:

$$E(R_i) = R_f + \beta_i * (E(R_m) - R_f)$$

Donde $E(R_i)$ representa la tasa de descuento para la empresa i que en este caso es el Hospital, R_f es la rentabilidad libre de riesgo, que es calculada con la rentabilidad de instrumentos de largo plazo del Banco Central, $E(R_m)$ es la esperanza de la rentabilidad del mercado, calculada con la rentabilidad promedio del IPSA en un intervalo largo de tiempo, y β_i es el coeficiente de riesgo sistemático para la empresa i . Para este parámetro

se calculó apalancando el beta de la industria, con la razón de deuda patrimonio del hospital. La fórmula utilizada fue:

$$\beta_{apalancado} = \beta_{desapalancado} * (1 + \frac{D}{P} * (1 - t))$$

Donde el $\beta_{desapalancado}$ utilizado es el de proyectos de TI de la industria de salud según http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html.

Reemplazando todo en la formula anterior se obtiene lo siguiente:

$$\beta_{apalancado} = 0,99 * (1 + 0,35 * (1 - 0,2)) = 1,27$$

Lo cual a su vez es reemplazado en la fórmula de CAPM para obtener la tasa de descuento:

$$E(R_i) = 1,8\% + 1,27 * (10\% - 1,8\%) = 12,19\%$$

Es decir, la tasa de descuento es 12,19%.

Por otro lado, al ser una empresa pública, el HCUCH está exento de impuestos. Con lo que el flujo de caja es el siguiente (en millones de pesos):

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Beneficios por tiempos ahorrados		78,62	78,62	78,62
Costos Desarrollo	-12,16			
Costo Mantención	-2,86	-3,10	-3,10	-3,10
Beneficio neto	-12,16	78,62	78,62	78,62

TABLA 26 FLUJO DE CAJA

Con los siguientes indicadores:

Tasa de Descuento	12,19%
VAN	\$ 156,92

8.6 Análisis de Sensibilidad

Hay dos supuestos que fundamentan los beneficios antes presentados: el primero es cuán acertado es la efectividad de las acciones, y el segundo es el índice de ocupación. Para evaluar cómo se comporta el VAN del proyecto dependiendo de esas dos variables, se hace un análisis de sensibilidad.

Se evaluará cuán acertada son las acciones, partiendo de que sean un 40% de lo que son, hasta que sean un 20% más efectivas de lo que se considera. Y por otro lado, considerando que es más estático, se considerará el índice de ocupación en 60% y también en 70%.

El VAN dependiendo de las dos variables mencionadas se comporta de la siguiente forma:

Tasa de ocupación\Efectividad	40%	60%	80%	100%	120%
60%	\$ 57,94	\$ 86,91	\$ 115,88	\$ 144,85	\$ 173,82
65%	\$ 62,77	\$ 94,15	\$ 125,53	\$ 156,92	\$ 188,30
70%	\$ 67,60	\$ 101,39	\$ 135,19	\$ 168,99	\$ 202,79

TABLA 27 ANÁLISIS DE SUSTENTABILIDAD

Con esto se puede ver que incluso en el caso menos favorable, el proyecto tiene un VAN positivo. Viene al caso recordar que solo están considerado los beneficios directos del proyecto, es decir, el tiempo de camas ahorrado directamente con las acciones, sin considerar el ahorro de tiempo de las personas que se movilizan gracias al primer paciente, ni tampoco valoriza la satisfacción de los pacientes por la disminución de tiempos de espera.

El VAN disminuye en un 63% en el caso menos favorable y aumenta en un 29% en el caso más favorable, lo cual es totalmente positivo considerando que se le dio más espacio para disminuir que para aumentar.

Con estas dos variables, considerando una variación dentro de lo razonable, se considera aceptables de todas maneras, por lo que se vuelve un proyecto con resultados económicos positivos

9. Implementación

Como ya se ha mencionado en el presente trabajo, la Gestión de Camas es una preocupación de la Dirección del Hospital desde hace unos años, eso en parte explica la realización de este trabajo. Desgraciadamente, y como en toda organización, hay muchos proyectos e iniciativas que buscan subir su prioridad en los niveles jerárquicos para verse realizados. El caso del Hospital es particularmente complejo por su condición de Hospital Universitario y sus cualidades que están en el límite de lo público y lo privado, lo que hace que la toma de decisiones, en cuanto a qué proyecto o iniciativa tiene prioridad, sea más compleja.

Este proyecto no se pudo implementar en los tiempos que se tenían presupuestados, por lo que en este capítulo se procede a demostrar el apoyo existente entre los potenciales usuarios del sistema, definir y describir las condiciones necesarias para una implementación definitiva y finalmente una serie de recomendaciones para la implementación, ya sea para otro tesista o para un representante del HCUCH.

9.1 Apoyo de Usuarios

En el desarrollo de cualquier proyecto es relevante contar con el apoyo de los usuarios, especialmente en proyectos que impliquen el uso de sistemas informáticos.

Hay dos elementos que fueron especialmente considerados a la hora del diseño del sistema descrito en este trabajo; la constante validación del desarrollo con la Enfermera Gestora de Camas, principal usuaria de este sistema, y un diseño que apunta a la simpleza y lo intuitivo, inspirándose en sistemas que ya se utilizan y sin agregar funciones que no fueron pedidas por el Equipo de Gestión de Camas.

Lo anterior se hace pensando en disminuir lo más posible la resistencia a un potencial nuevo sistema, es más, a contar con el apoyo del Equipo para la implementación definitiva del mismo. A pesar de que como se menciona anteriormente el desarrollo fue realizado en conjunto con algunos usuarios, para darle más robustez a este apoyo se decidió realizar una encuesta en línea que busca validar el apoyo mencionado.

Esta encuesta (Anexo 3) primero que todo presenta en imágenes las pantallas del sistema junto a una breve explicación, para dar una idea de su funcionamiento. Luego presenta tres preguntas que buscan cuantificar de alguna forma la percepción del sistema mencionado. Las preguntas son:

- ¿Cree usted que este sistema facilitará su trabajo? (cinco opciones desde “Lo facilitaría mucho” a “Lo dificultaría mucho”).
- Este sistema le parece: (cinco opciones desde “Muy fácil de usar” a “Muy difícil de usar”).
- En términos generales, ¿apoyaría la implementación del sistema? (tres opciones: “Sí”, “No” y “Me es indiferente”).

Además se dejó un espacio en texto libre para que los usuarios puedan registrar sus opiniones del sistema, viene al caso decir que se puede responder de manera anónima para esperar mayor honestidad de parte de los usuarios.

Se encuestó al total de los usuarios del sistema, es decir, todo el Equipo de Gestión de Camas, en el cual existen una Enfermera que trabaja en horario hábil y cuatro enfermeras que trabajan en turnos (que desde ahora se les llamará Enfermeras de Apoyo), apoyando a la Enfermera Gestora de Camas principal y también haciendo los turnos en horarios no hábiles.

Los resultados de la encuesta fueron los siguientes:

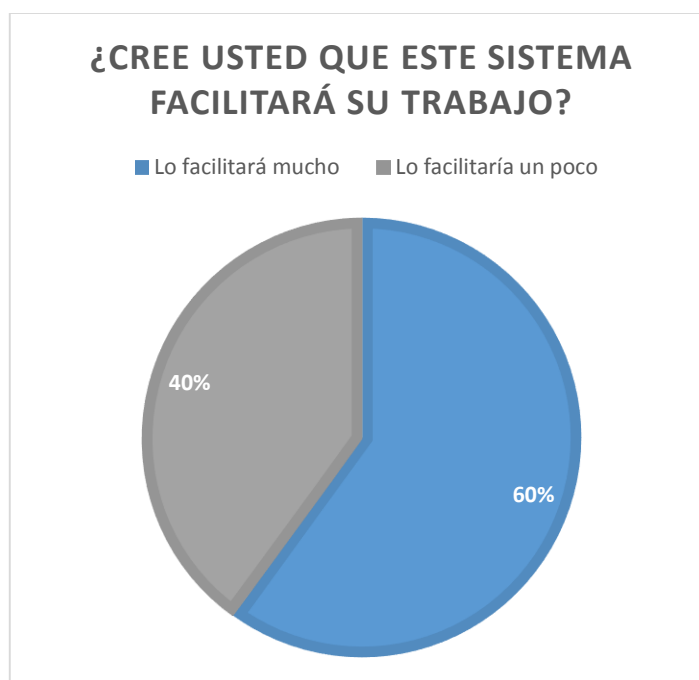


ILUSTRACIÓN 61 RESULTADOS "¿CREE USTED QUE ESTE SISTEMA FACILITARÁ SU TRABAJO?"

En esta pregunta, las dos personas que respondieron “Lo facilitaría un poco” son Enfermeras de apoyo. Al consultarles el porqué de su respuesta, señalaron que actualmente, a pesar de los problemas que tiene el sistema, pueden ingresar directamente los cambios de cama al sistema, lo que significaría que al implementar el Sistema de Gestión de Camas no reemplazaría por completo al sistema actual, por lo que los usuarios usarán dos sistemas. Esta condición es uno de los factores que facilita la implementación del sistema, ya que al solo obtener información de la base de datos y no ingresar, hace que el sistema sea más simple, reduce la cantidad de trabas burocráticas y ofrece menos problemas potenciales.

A pesar de esta limitación, las enfermeras encuestadas consideran que el sistema facilitará la visualización de la situación de las camas a nivel global dentro del hospital. Además que las reglas permitirán reaccionar con mayor rapidez y de mejor manera. De esta manera, la utilidad específica que tendrá la aplicación para los encuestados consiste en primero visualizar la situación de las camas y también permitir una reacción más rápida y más estructurada a atrasos en el proceso de hospitalización.

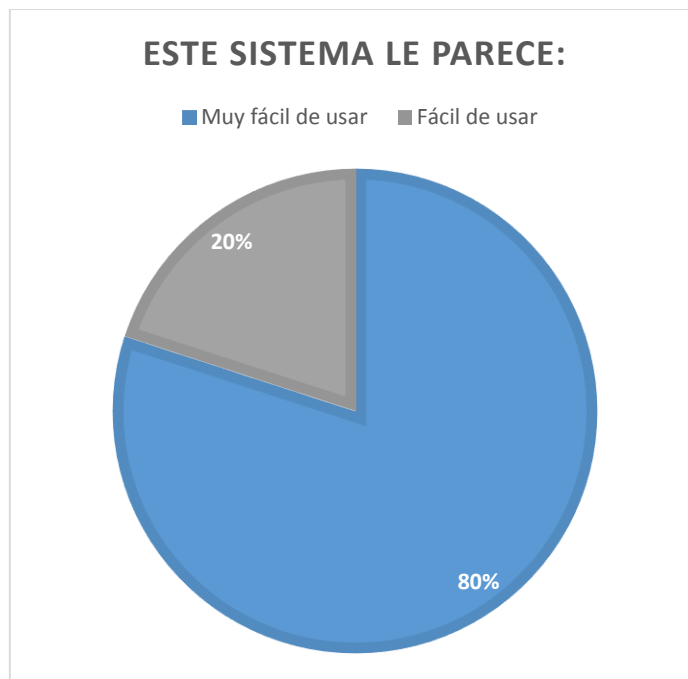


ILUSTRACIÓN 62 RESULTADOS "ESTE SISTEMA LE PARECE:..."

La enfermera que considera que el sistema es “Fácil de usar” es una de las Enfermeras de Apoyo, al consultarle la razón, se pudo constatar que es la misma que en el caso anterior, es decir, que no permite ingresar los cambios de cama directamente. Esto en realidad no habla de la usabilidad del sistema mismo, por lo que al hacerle este alcance, la enfermera señaló que efectivamente el sistema presenta una buena usabilidad pero que a su criterio le faltaba el poder ingresar los cambios de camas directamente.

De todas maneras, las enfermeras del equipo se muestran positivas respecto a la usabilidad que el sistema presenta. En particular, la Enfermera Principal, al ser la principal interlocutora al momento del diseño, es la que más satisfecha se muestra con la mencionada usabilidad del sistema.

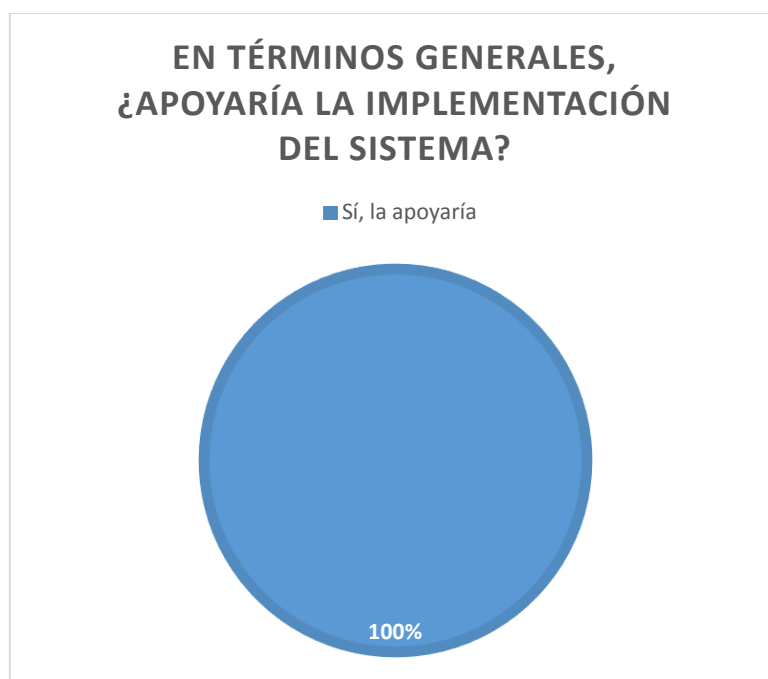


ILUSTRACIÓN 63 RESULTADOS "EN TÉRMINOS GENERALES, ¿APOYARÍA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA?"

Aquí es posible ver la respuesta directa respecto al apoyo del equipo, el cual debido a la forma en que se desarrolló el diseño del sistema, se muestra conforme y satisfecha con la idea de trabajar con el sistema.

En cuanto a los comentarios, destacan comentarios como: *“En general creo que el diseño es muy interesante y permitiría ayudarnos a tener una visión amplia y rápida de la situación ‘cama’ del hospital”* lo que refleja uno de los focos principales a la hora de realizar el diseño, *“Sería importante poder implementarlo en un dispositivo portátil como una tablet, ya que la mayor parte del tiempo nos encontramos caminando por los distintos servicios del hospital y debemos solicitar computadores en los servicios los cuales generalmente se encuentran ocupados”* lo que se encuentra en una de las consideraciones especiales.

En vista de lo anterior, es seguro decir que se cuenta con el apoyo de los usuarios para la realización de este proyecto, especialmente considerando la respuesta a la última pregunta de la encuesta. Este apoyo no es una sorpresa, ya que como se ha mencionado, el desarrollo fue de la mano con las enfermeras del equipo.

9.2 Condiciones necesarias

Hay una serie de condiciones que son necesarias para la implementación definitiva de un proyecto de las características del que en este trabajo se describe. Para facilitar su comprensión y evaluación se han dividido en áreas, las cuales se presentan a continuación:

9.2.1 Apoyo de Dirección

El Hospital Clínico de la Universidad de Chile tiene (además del Director General) tres directores; Director de Administración y Finanzas, Director Académico y Director

Médico, cada uno aboga por su respectiva “disciplina” en el Hospital. De esta manera, hay muchas áreas comunes que reciben requerimientos de más de un Director y que deben responder a todos ellos, muchos de los cuales son imprevistos y surgen por compromisos o contingencias.

El Director que sería directamente responsable de un proyecto de estas características, por su relevancia para el proceso hospitalario es el Director Médico, por lo que primero que todo se debe contar con su apoyo si se quiere implementar de manera definitiva. En ese sentido, es relevante mencionar que Gestión de Camas responde directamente a la Enfermera Jefe, pues para tener el apoyo del Director Médico es primero necesario contar con el apoyo de la Enfermera Jefe, quien tiene un contacto directo con el Director Médico.

Este trabajo se realizó, en parte, por iniciativa de la Enfermera Jefe, para reforzar el trabajo que realiza Gestión de Camas, por lo que efectivamente cuenta con su total apoyo y respaldo, especialmente porque fue formulado y realizado tanto con su colaboración como los de la Enfermera Gestora de Camas.

Así, dado el apoyo de la Enfermera Jefe, se debe contar con el apoyo de la Dirección, representada por el Director Médico, quien además debe llevar el tema a una prioridad a nivel Hospital, en caso de que se vea “enfrentado” a otras iniciativas que necesiten de personal o infraestructura común.

9.2.2 Apoyo de Equipo de Gestión de Camas

Tan relevante como contar con el apoyo de la Dirección, es contar con el apoyo del Equipo de Gestión de Camas. Como ya se ha mencionado, este equipo cuenta con la Enfermera Gestora de Camas principal y cuatro otras enfermeras, quienes responden directamente a la Enfermera Jefa. Su relevancia está dada porque ellas son las usuarias del sistema.

Como ya se mencionó en el punto 10.1, al haber sido el sistema diseñado en conjunto con la Enfermera Gestora de Camas este punto está más bien dado, pero aun así es necesario recalcar la relevancia de contar con el apoyo del Equipo de Gestión de Camas.

9.2.3 Disponibilidad y Capacidad Técnica

Esta condición está más directamente relacionada con la implementación misma del sistema. Hace referencia a que al ser considerado un proyecto más del Hospital, necesita primero que todo un Jefe de Proyecto, para estar a cargo, y luego un Desarrollador para programar el sistema. Ambos profesionales pertenecen al Área de Tecnologías de la Información, que a su vez depende de la Gerencia de Operaciones.

El Área de Tecnologías de la Información es una de las afectadas por la existencia de tres directores, pues además de tener que responder a las distintas necesidades de todas las áreas del Hospital, deben responder a los requerimientos de cualquiera de los tres directores, lo que en muchos casos supone una sobrecarga de trabajo, lo que dificulta su disponibilidad para embarcarse en nuevos proyectos. Es por eso que se necesita que se cuente con cierta disponibilidad para que puedan hacerse cargo de este proyecto.

A pesar de que al momento de realizar este trabajo el Área de Tecnologías de la Información estaba pasando por una reformulación de su estructura, de todas maneras se asume que a nivel operacional mantendrán una estructura relativamente similar, en el sentido de que habrá un Jefe de Proyecto, con las capacidad y disponibilidad necesarias, y que habrá al menos un Desarrollador, también con las capacidades y disponibilidad necesarias.

9.2.4 Infraestructura

Para poder implementar este proyecto es necesaria cierta infraestructura. Primero, a nivel usuario, sería ideal contar con dispositivos móviles (como *Tablet* por ejemplo) con conexión a internet para poder usar el sistema de manera más libre. De todas maneras, un computador con una conexión a internet es suficiente para que el Sistema funcione de buena manera, elementos con los que el Hospital ya cuenta, por lo que eso no sería un problema. A pesar de que la conexión con la que se cuenta es con cable, lo cual también parece ser una restricción relevante pero de ninguna manera inhabilitante.

Segundo, a nivel de sistema, es necesario contar con acceso a la base de datos del Hospital, la cual actualmente se encuentra tercerizada, lo que representa una complicación no menor porque depende de factores contractuales y de otros requerimientos hechos a la empresa que maneja la base de datos. Por lo que una condición necesaria relevante es poder acceder a la información prudente, ya sea porque el sistema TICares responde los requerimientos o porque otro sistema lo hace.

Finalmente, algunas de las reglas, en particular de “Post Alta”, consideran una Unidad Post Alta, un espacio para que los pacientes que ya están dados de alta esperen a sus familiares, de esta manera liberando una cama. Este espacio consiste en sillones, que sean un punto intermedio entre una cama y la sala de espera, casilleros para guardar las pertenencias de los pacientes, un televisor para que estén más cómodos, entre otros. El sub-proyecto de la Unidad Post Alta ha sido presentado en Dirección pero aún no se lleva a cabo. A pesar de que no es absolutamente necesario para el funcionamiento del sistema, de todas maneras para tener los beneficios aquí mostrados es necesaria.

Viene al caso decir que hay mucho potencial en los datos que genera el hospital, tanto como para este proyecto como para muchos otros que pueden venir, por lo que el acceso de las distintas áreas del hospital, a esta información, en particular del Área de Tecnologías de Información, es importantísimo para el desarrollo de este y otros proyectos, así como también para la modernización de la organización

9.3 Recomendaciones de Implementación

Teniendo ya condiciones mencionadas, junto al apoyo de los usuarios del sistema, hay otros factores que se deben tener presente.

9.3.1 Actores Relevantes

Es importante mantener una comunicación fluida primero con la **Enfermera Jefe** y la **Enfermera Gestora de Camas**, quienes otorgan el apoyo y patrocinio desde la operación misma de la Gestión de Camas, además de ser el nexo más directo con la Dirección.

Por otro lado, quien demostró su respaldo a este proyecto fue el **Subgerente de Procesos y Tecnologías de Información**, quien es el encargado de la parte del desarrollo del sistema y que a su vez está a cargo del **Jefe del Área de Tecnologías de la Información**, quien dirige el área de desarrollo del Hospital.

9.3.2 Hitos Relevantes

Dependiendo del tiempo que pase entre la implementación y la realización de este trabajo hay hitos que habrá que volver a alcanzar, de todas maneras estos son los avances a lograr para la implementación final:

- ✓ Validación del diseño con el Equipo de Gestión de Camas
- ✓ Validación con la Enfermera Jefa
- ✓ Presentar proyecto al Director y contar con su apoyo
- ✓ Validar diseño de sistema con Subgerente de Procesos y Tecnologías de Información
- ✓ Elaboración y validación de Documento Formal del Sistema según los formatos del Hospital (Anexo 3)
- ✓ Presentación del proyecto a Jefe del Área de Tecnologías de la Información
- ✓ Asignación de Jefe de Proyecto y Desarrollador
- ✓ Desarrollo Prototipo del sistema y validación con Equipo de Gestión de Camas
- ✓ Prueba piloto de prototipo en ambiente controlado con información real
- ✓ Lanzamiento parcial de sistema en ambiente de producción
- ✓ Lanzamiento oficial del sistema para todo el Hospital

Estos hitos responden a un contexto determinado, no son inalterables pero de todas maneras representan un mapa de ruta concreto y determinado a seguir para la implementación definitiva del sistema.

Viene al caso decir que de los hitos mencionados, se llegó hasta la presentación al Jefe del Área de Tecnologías de la Información.

Conclusión.

Sin lugar a duda la Gestión de Camas es muy importante para el buen desarrollo de la labor de cualquier hospital, pero es más importante en el caso de los hospitales públicos donde los recursos son escasos, por lo que cada cama debe ser aprovechada al máximo.

Los hospitales públicos enfrentan muchas dificultades que sus símiles privados no enfrentan, es por eso que la aplicación de técnicas y metodologías que usualmente se han utilizado en otras industrias puede hacer una diferencia en la cantidad de pacientes tratados y a la vez en la congestión que se genera. Estas técnicas incluyen temas como gestión de capacidad, ingeniería de procesos, gestión de demanda, etc.

Fue analizado en baja profundidad posibles aplicaciones de la Gestión de Capacidad del Hospital, en ese sentido la aplicación efectiva de medidas que apunten en esa dirección, queda propuesto.

El uso de las arquitecturas y de los patrones, permite contextualizar el proyecto que se está realizando, además de ponerlo en perspectiva y ubicarlo en el que hacer del Hospital. Además ayuda a la mejor comprensión de lo que se está haciendo para las autoridades, que no necesariamente tienen un trasfondo ingenieril, lo que ayudó a la buena recepción del proyecto.

El apoyo dado por las conversaciones y entregas a el equipo del hospital, ha sido imprescindible para el buen desarrollo de este proyecto. En ese sentido, el hecho de trabajar en las cercanías de la Gestora de camas presenta una facilidad para la comunicación tanto de avances como de feedback que ha hecho que se pueda ir corrigiendo a medida que se va avanzando, logrando un desarrollo más ajustado a las necesidades de todo el Equipo de Gestión de Camas, que después de todo, serán los usuarios finales del sistema a desarrollar

El sistema generado se encuentra diseñado en su nivel conceptual, totalmente ajustado a las necesidades del Equipo de Gestión de Camas, pero aún queda todo el desarrollo, que por razones de disponibilidad de profesionales del área de informática, no pudo concretarse de manera satisfactoria.

En vista de esa situación, la simulación sirvió para validar en cierto nivel el aporte que generaría el sistema en caso de implementarlo, logrando importantes mejoras en los tiempos de estadia de los pacientes, lo que se traduce a su vez en un beneficio por uso de camas y de personal por cada persona que mejora su tiempo.

Al no poder implementar el sistema, se incluyeron sugerencias para su futura implementación definitiva, que podría ser abarcada tanto por el personal interno del Hospital como también por personal externo que se contextualizara en la realidad de la organización Estas sugerencias incluyen desde las condiciones necesarias; como el apoyo de la dirección y del Equipo de Gestión de Camas, como también disponibilidad y capacidad técnica del personal así como cierta infraestructura necesaria. A la vez, se

generan recomendaciones concretas para la implementación, como los actores relevantes, así como también una serie de hitos que pueden ser considerados para medir el avance del proyecto.

Además, se concluye una vez más que aplicaciones de Gestión son un aporte para cualquier institución de salud, que no siempre se realizan de manera natural, por lo que la inclusión de personas de las ramas ingenieriles pueden tener un impacto positivo en el funcionamiento del Hospital.

Bibliografía

- 1 **Marco Moreira**, Porto Alegre, Brasil. (2008). Mapas conceptuales y aprendizaje significativo.
- 2 **Alberto Cañas, Kenneth Ford, Patrick Hayes, Thomas Reichherzer et al**, Pensacola, EEUU. (1997). Colaboración en la construcción de conocimiento mediante mapas conceptuales.
- 3 **Marco Moreira**, Porto Alegre, Brasil. (1993). Aprendizaje significativo: Un concepto subyacente.
- 4 **Utgoff, P. E.**, Amherst, EEUU. (1998). Decision trees.
- 5 **Instituto Nacional de Estadístico**. (2011). Estadísticas en Salud, Compendio Estadístico.
- 6 **Oscar Barros**, Santiago, Chile. (2012). Ingeniería de Negocios: Diseño Integrado de Negocios, Procesos y Aplicaciones TI (Vol. Versión 5)
- 7 **Hax, A.C.**, New York Dordrech Heidelberg London: Springer. (2010). The Delta Model – Reinventing Your Business Strategy.
- 8 **Patricio Wolff**, Santiago, Chile. (2012). Optimización de los procesos de Gestión de pabellones quirúrgicos en Hospitales Públicos.
- 9 **Oscar Barros, Cristian Julio**, Santiago, Chile. (2010). Application of Enterprise and process architecture paterns in hospitals.
- 10 **Ruth Boaden, Nathan Proudlove, Melanie Wilson**, Manchester, UK. (1999). An exploratory study of bed management.
- 11 **Lynn Barret, Suzanne Ford, Peggy Ward-Smith**, Kansas, EEUU. (2012). A bed management strategy for overcrwding in the emergency department.
- 12 **Antoni Juan, Eva Enjamio, Carles Moya et al**, Barcelona, España. (2010). Impacto de la implementación de medidas de gestión hospitalaria para aumentar la eficiencia en la gestión de camas y disminuir la saturación del servicio de urgencias.
- 13 **Emilie Powell, Rahul Khare, Arjun Venkatesh, Ben Van Roo et al**, Chicago, EEUU. (2012). The relationship between inpatient discharge timing and emergency department boarding.

- 14 **Nicolás Garrido**, Santiago, Chile (2015). Mejora en los procesos de planificación, control y monitoreo del servicio de urgencia del Hospital Clínico de la Universidad de Chile.
- 15 **Richard Boire**. (2014). Segmentation. In *Data Mining for Managers* (pp. 83-94). Palgrave Macmillan US.

Anexos

Anexo A: Script Simulación

```
#cuantas hras han pasado desde las 0:00 del 1/1/2014
horas_acostado <- function(x) {

  ha=cumsum(p[1:x])[x]+q[x] #acumulado de todos los tiempos
                           #que han llegado, sumado al tiempo
                           #en acostarse"
  ha = (ha/24-trunc(ha/24, digits = 0))*24

  return(ha)
}

#saber la hora que es antes del alta médica
hora_acostadopostalalta <- function(x,y) {

  ha=cumsum(p[1:x,1])[x]+p[x,3]+t[x]
  ha = (ha/24-trunc(ha/24, digits = 0))*24

  return(ha)
}

#n=nro de reglas,t1...t4=tiempos de activación, e1...e4=efectividades
condicion <- function(x, n, t1, e1, t2, e2, t3, e3, t4, e4) {
" e1=e1/2 #Usado para evaluar las reglas con la mitad de la efectividad
e2=e2/2
e3=e3/2
e4=e4/2"

if (n==2){
  if (x> t1 && runif(1, min = 0, max = 1)<=e1) {
    x = t1
  } else if (x> t2 && runif(1, min = 0, max = 1)<=e2) {
    x = t2
  }
} else if (n==3){
  if (x> t1 && runif(1, min = 0, max = 1)<=e1) {
    x = t1
  } else if (x> t2 && runif(1, min = 0, max = 1)<=e2) {
    x = t2
  } else if (x> t3 && runif(1, min = 0, max = 1)<=e3) {
    x = t3
  }
} else if (n==4){
  if (x> t1 && runif(1, min = 0, max = 1)<=e1) {
    x = t1
  } else if (x> t2 && runif(1, min = 0, max = 1)<=e2) {
    x = t2
  } else if (x> t3 && runif(1, min = 0, max = 1)<=e3) {
    x = t3
  } else if (x> t4 && runif(1, min = 0, max = 1)<=e4) {
    x = t4
  }
}
return(x)
}
```

```

#para saber que dia es
dia_postalta <- function(x,y) {
  #1 de enero fue miercoles
  ha=cumsum(p[1:x,1])[x]+p[x,3]+t[x] #suma las horas
  ha = ceiling(2+(x/24)) #cuantos dias han pasado (parte el miercoles)
  while (ha>7){ #resta semanas en caso de ser muchos dias
    ha = ha-7
  }
  return(ha)
}

RESUMEN=c() #almacena la información
for (l in 1:50){ #nro de iteraciones
  aux=c()
  #LLEGADA
  i=0
  p=c()
  n=0
  while (i<8760) { #horas en un año, corre durante todo el 2014
    p1=rweibull(1, 0.5916610, scale = 0.2809495)
    if (runif(1, min = 0, max = 1)>0.31947) { #prob de que sea quirurgico
      p2=1 #1 si es paciente quirurgico
    } else p2=0 #0 si es medico
    pt=t(c(p1,p2))
    p=rbind(p,pt)
    n = n+1 #guarda el número de pacientes
    i = i+p[n,1]
  }
  aux=c(aux,n)#=nro de pacientes

  #ACOSTARSE
  q=c()
  for (j in 1:n) {
    q=c(q,rlnorm(1, meanlog = -0.5898491, sdlog = 0.9047818)) #parametros obtenidos con el fitdist
    ha = horas_acostado(j)
    if (ha < 8 && ha > 6) { #evalua la hora en que llegó el paciente
      q[j] = condicion(q[j],3,(1/3),0.2,0.5,0.4,(2/3),0.6,0,0) #aplica regla
    } else if (ha < 6 && ha > 19) { #evalua la hora en que llegó el paciente
      q[j] = condicion(q[j],2,0.5,0.2,0.75,0.6,0,0,0,0)
    } else q[j] = condicion(q[j],3,0.5,0.2,0.75,0.4,1,0.6,0,0)
  }
  p=cbind(p,q)
  #=nro de pac,% quirurgicos,prom tiempo acost, sum tiempo acost
  aux = c(aux,mean(p[,2]),mean(p[,3]),sd(p[,3]),sum(p[,3]))
}

```

```

#TRATAMIENTO

r=c()
s=c()
t=c()
for (j in 1:n) {
  if(p[j,2]==1) { #los pacientes quirurgicos los lleva a las 3 actividades asociadas
    #CASO QUIRURGICO
    r1=rgamma(1, 0.3745147, scale = 117.8009372) #pre intervencion
    r2=rgamma(1, 3.3856514, scale = 0.7391855) #intervencion
    r3=rexp(1, rate = 0.02006536) #postintervencion; parametros obtenidos con el fitdist
    r3 = condicion(r3,2,72,0.1,96,0.2,0,0,0) #regla post intervencion
    rt = t(c(r1,r2,r3))
    r = rbind(r,rt)
    t = c(t,sum(r[j]-length(s),))
  } else #mientras que a los pacientes no quirurgicos, solo los lleva al tratamiento
    #CASO MEDICO (NO QUIRURGICO)
    {s1 = 4210*rbeta(1, 0.624, 24.7, ncp = 0)
    s = c(s,s1) #parametros obtenidos con el fitdist
    t = c(t,s1)}
}
aux = c(aux,mean(r[,1]),sd(r[,1]),sum(r[,1])) #se agrega prom de pre int y suma
aux = c(aux,mean(r[,2]),sd(r[,2]),sum(r[,2])) #se agrega prom de int y suma
aux = c(aux,mean(r[,3]),sd(r[,3]),sum(r[,3])) #se agrega prom de post int y suma
aux = c(aux,mean(s),sd(s),sum(s)) #se agrega prom de tratamiento y suma (no quirurgico)

#POSTALTA

u=c()
for (j in 1:n) {
  u=c(u,12*rbeta(1, 1.27, 3.95, ncp = 0)) #parametros obtenidos con el fitdist

  ha = hora_acostadpostalta(j,p[j,2])
  da = dia_postalta(j,p[j,2])
  #si es UPC o cudyr A o B
  if (runif(1, min = 0, max = 1)<0.041434556 | runif(1, min = 0, max = 1)<0.2483886) {
    u[j] = condicion(u[j],3,3,0.2,4,0.3,5,0.4,0,0)}
  #hr entre 8 y 19, clinica pediatrica o sabado o domingo
  else if (ha<8 | ha>19 | runif(1, min = 0, max = 1)<0.046638 | da >= 6 ) {
    u[j] = condicion(u[j],2,3,0.2,4,0.3,0,0,0,0)}
  #mayor de 70 o cudyr C
  else if (rnorm(1, mean = 47.1, sd = 21.1)>= 70 | runif(1, min = 0, max = 1)<0.3525 ) {
    u[j] = condicion(u[j],4,4,0.2,5,0.3,6,0.4,7,0.5)}
  #hora entre 13 y 19 y servicio de geriatria
  else if ((ha<19 & ha>13) & runif(1, min = 0, max = 1)<0.012292) {
    u[j] = condicion(u[j],4,3,0.2,4,0.3,5,0.4,6,0.5)}
  #servicio distinto a medicina fisica
  else if (runif(1, min = 0, max = 1) > 0.0324570 ) {
    u[j] = condicion(u[j],4,2,0.2,(8/3),0.3,(10/3),0.4,4,0.5) }
}
aux = c(aux,mean(u),sd(u),sum(u))

```

```

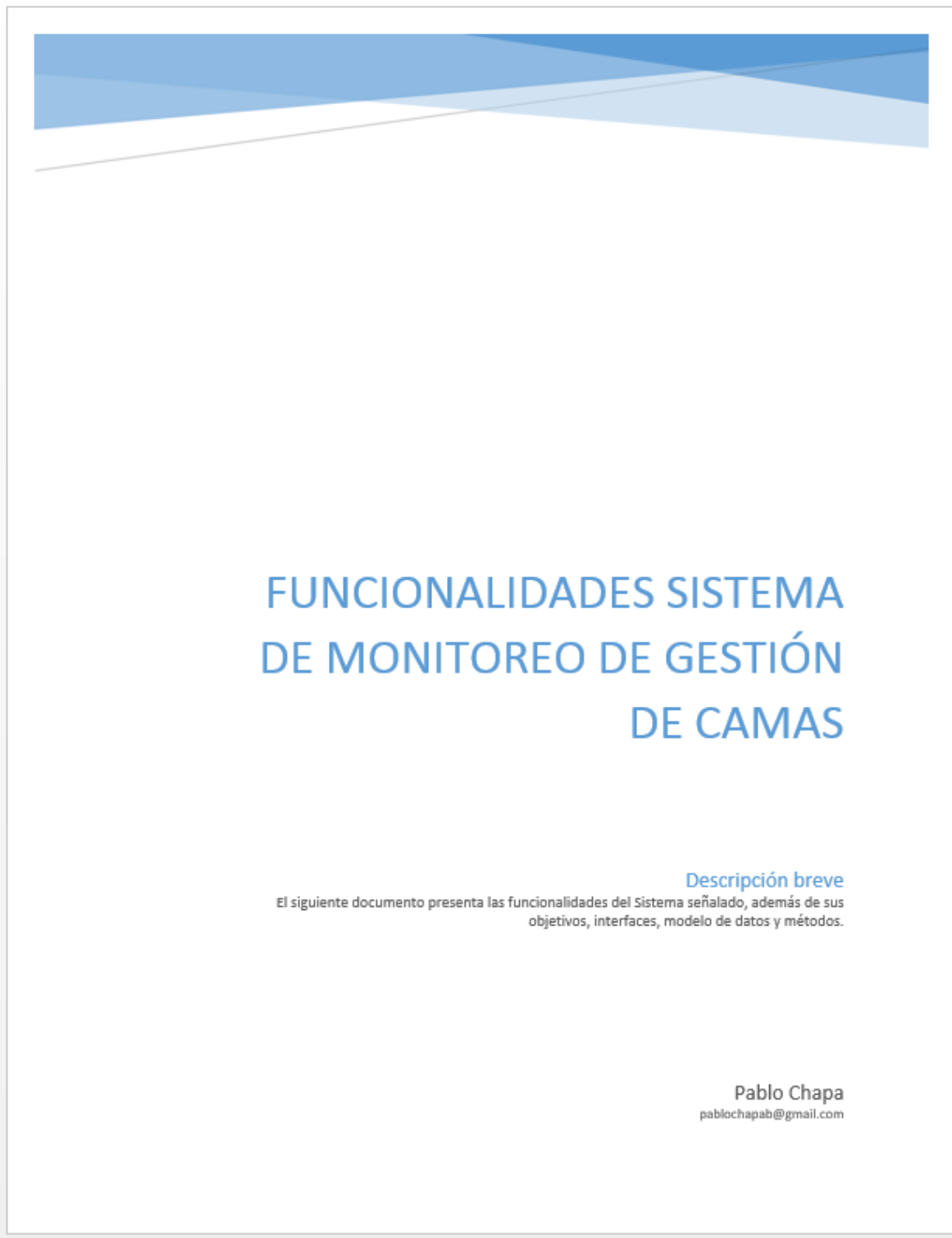
#PREPARACION

v=c()
for (k in 1:n) { #tiempo preparacion
  v=c(v,rgamma(1, 1.506838, scale = 1.462809))
  #contacto clostridio?
  if (runif(1, min = 0, max = 1)<0.01634422){
    if (runif(1, min = 0, max = 1)<0.041434556){ # UPC?
      v[k] = condicion(v[k],4,3,0.2,4,0.3,5,0.6,6,0.8)}
    else {v[k] = condicion(v[k],4,2,0.2,2.5,0.3,4,0.6,4,0.8)}}
  #(contacto ERV, multiresistente, gotitas, aerosoles) o UCI?
  else if (runif(1, min = 0, max = 1)<0.2428494 | runif(1, min = 0, max = 1)<0.0037752){
    v[k] = condicion(v[k],4,2,0.2,2.5,0.3,4,0.6,3.5,0.8)}
  else{v[k] = condicion(v[k],4,1,0.2,(4/3),0.3,(5/3),0.6,2,0.8)}
}
aux = c(aux,mean(v),sd(v),sum(v))

RESUMEN = rbind(RESUMEN,t(aux)) #junta toda la información de las iteraciones
}

```

Anexo 2: Encuesta “Percepción Sistema Gestión de Camas”



1. Introducción / Descripción General

1.1 Objetivos de la funcionalidad

Proveer una herramienta de Monitoreo y Registro de estado de las camas especialmente generado para el equipo de Gestión de Camas, que les permita no solo tener un mejor control sobre la situación de las camas del hospital, sino que también detecte situaciones irregulares y les otorgue sugerencias de accionabilidad para solucionar dichas situaciones, como tiempos excesivos en fases del proceso hospitalario.

1.2 Contexto

Se separó el proceso de hospitalización en etapas. Estas etapas están separadas por ciertos hitos. Todos estos hitos son registrados en el sistema TICares, los cuales son la llegada del paciente al establecimiento, el ingreso de enfermería, la entrada a bloqueo (que marca la entrada a intervención), la salida del bloqueo, el alta médica y finalmente el alta administrativa o egreso. Estos hitos dividen el proceso en las etapas que se llamaron "Acostarse", "Pre-intervención", "Intervención", "Post-Intervención" (estas últimas tres no suceden en el caso de los pacientes no quirúrgicos, por supuesto), "Post-Alta", "En Traslado" y finalmente "En preparación", que es una etapa de la cama más que del paciente.

1.3 Nómina de Requerimientos Propuestos a Implementar

- a) Interfaz de Inicio
 - Elegir entre las opciones del sistema (Mapa de Camas, Acciones Pendientes, Resumen Estado de Camas, Evaluar Reglas y Cambiar Reglas).

- b) Interfaz Mapa de Camas
 - Ver totalidad de camas con colores que representen estado de cama
 - Seleccionar una cama y ver información del paciente en ella

- c) Interfaz Resumen Estado de Camas
 - Ver estadísticas de estado de camas
 - Ver estadísticas filtradas según distintos criterios (estado de cama, servicio, categoría paciente)

- d) Interfaz Acciones Pendientes
 - Visualizar acciones pendientes
 - Ver acciones pendientes filtradas según criterios (Estado de cama, servicio, nivel)
 - Señalar que acción se hizo
 - Señalar que acción no se hizo y seleccionar razón por qué no se hizo

- e) Interfaz Evaluar Reglas
 - Visualizar reglas junto a su efectividad, cuántas veces ha sido activada y razón de no realización principal
 - Visualizar reglas filtradas según criterios (Estado, servicio, nivel)
 - Ingresar a editar reglas

- f) Interfaz Editar Reglas
 - Visualizar restricciones de regla
 - Cambiar alguna de las restricciones de la regla
 - Borrar Regla

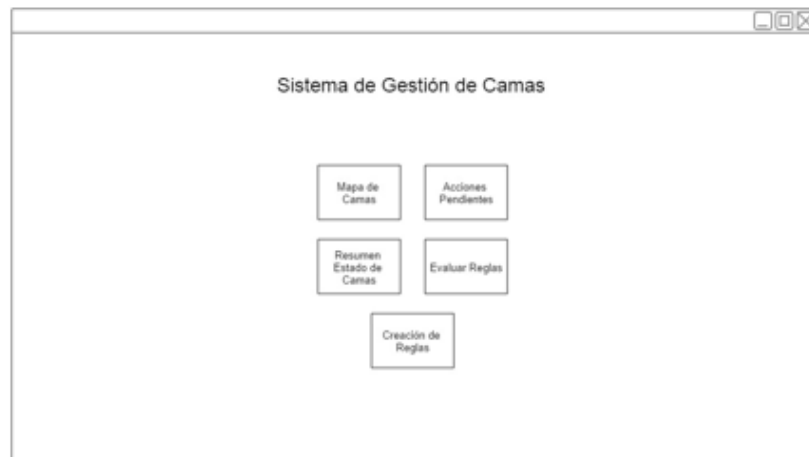
- g) Interfaz Creación de Regla
 - Creación de regla
 - Determinar Restricciones y condiciones

2. Especificación Requerimientos (Funcionalidades).

A continuación se presentan los prototipos de Interfaces que se proponen al usuario para concretar los requerimientos expuestos en el punto 1.2.

A través de estas interfaces se concretarán una serie de acciones realizadas por el sistema, que producen un resultado observable y valioso para el usuario, es decir, representa el comportamiento del sistema con fin de dar respuestas a los usuarios.

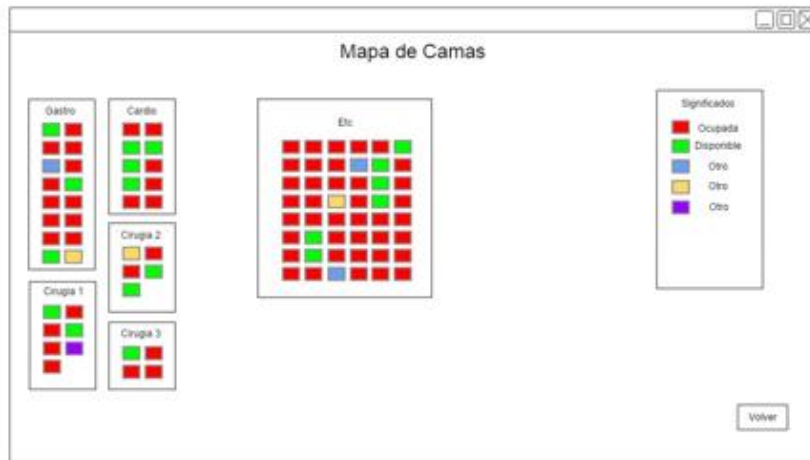
2.1 Interfaz de inicio



Funcionalidades a implementar:

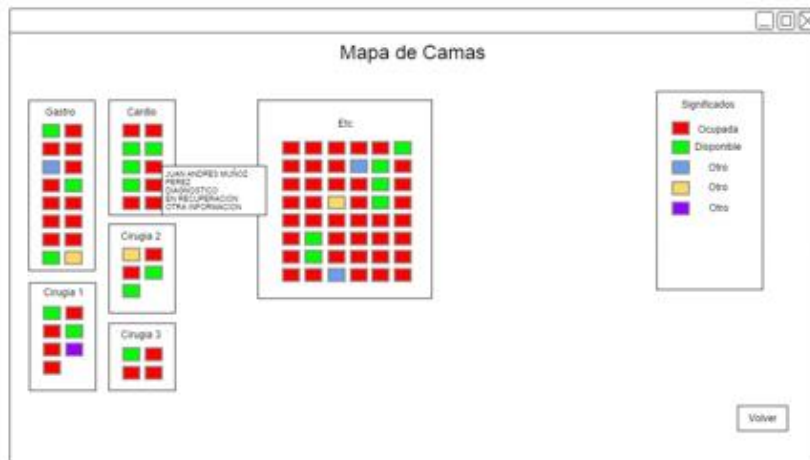
- Acceso a las otras interfaces

2.2 Interfaz Mapa de Camas

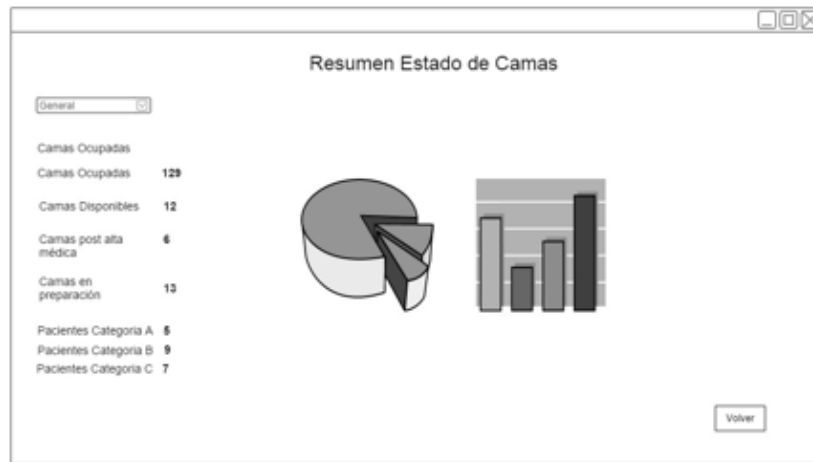


Funcionalidades a Implementar:

- Ver totalidad de camas con colores que representen estado de cama
- Seleccionar una cama y ver información del paciente en ella

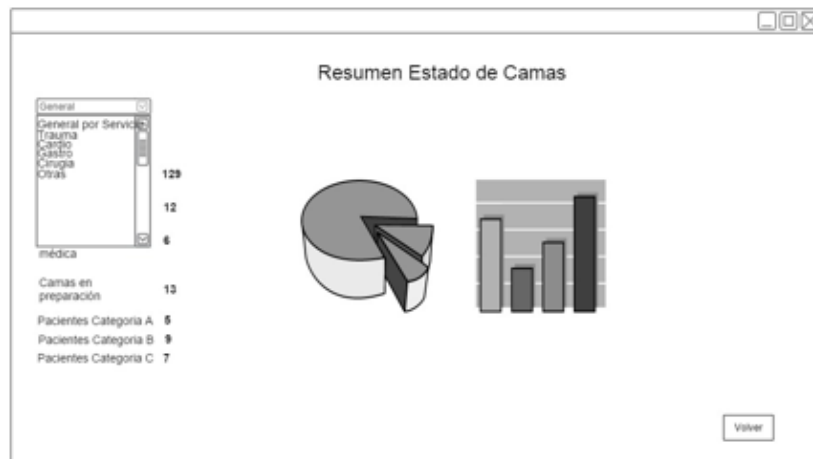


2.3 Interfaz Resumen Estado de Camas



Funcionalidades a Implementar:

- Ver estadísticas de estado de camas
- Ver estadísticas filtradas según distintos criterios (estado de cama, servicio, categoría paciente)



Resumen Estado de Camas

General por Servicio

	Camas Ocupadas	Camas Disponibles	Camas post alta médica	Camas en preparación	Otras
Trauma	23	24	12	34	53
Cardio	43	23	21	45	21
Gastro	32	42	54	95	16
Cirugía	15	56	86	87	65
Otras	21	34	12	34	45

Volver

2.4 Interfaz Acciones Pendientes

Tiempos Irregulares

POST ALTA MÉDICA

Filtros: Servicio Estado Nivel

	Servicio	Cama	Tiempo	ACCIONES	Realizado?
JUAN ANDRES PEREZ PEREZ	Gastro	234	02:50:23	Ir a Servicio a confirmar retiro del paciente	Si No
PIA IGNACIA MELLA JARA	Cardio	182	02:04:13	Llamar a Servicio y consultar por que no se ha ido el paciente	Si No
ALLAN PAUL PINO VIERA	MO	412	03:42:02	Enviar a Unidad Post Alta	Si No

Volver

Funcionalidades a Implementar:

- Visualizar acciones pendientes
- Ver acciones pendientes filtradas según criterios (Estado de cama, servicio, nivel)
- Señalar que acción se hizo

Tiempos Irregulares

POST ALTA MÉDICA Filtros Servicio Estado Nivel

Servicio	Cama	Tiempo	ACCIONES	Realizado?
PIA IGNACIA MELLA JARA	Cardio	182	02:04:13	<input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> No
ALLAN PAUL PINO VIERA	MQ	412	03:42:02	<input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> No Razón 1 Razón 2 Razón 3

Volver

- d) Señalar que acción no se hizo y seleccionar razón por qué no se hizo

2.5 Interfaz Evaluar Reglas

Evaluar Reglas

POST ALTA MÉDICA Filtros Estado Nivel

ID	Acción	Estado	Efect	#	Razón de No Realización Principal
1	Ir a Servicio a confirmar retiro del paciente	POST ALTA MÉDICA	95 %	40	Razon 3 100% <input type="button" value="Editar"/>
12	Llamar a Servicio y consultar por que no se ha ido el paciente	POST ALTA MÉDICA	39%	10	Razon 1 60% <input type="button" value="Editar"/>
5	Enviar a Unidad Post Alta	POST ALTA MÉDICA	67%	3	Razon 1 40% <input type="button" value="Editar"/>

Volver

Funcionalidades a implementar:

- a) Visualizar reglas junto a su efectividad, cuántas veces ha sido activada y razón de no realización principal

- b) Visualizar reglas filtradas según criterios (Estado, servicio, nivel)
- c) Ingresar a editar reglas

2.6 Interfaz Editar Reglas

Editar Reglas

ID: 12

Acción: Llamar a Servicio y consultar por que no se ha ido el paciente

Estado

- Acostándose
- PreIntervención
- EnIntervención
- PostIntervención
- PostAlta
- EnPreparación
- EnTraslado

Nivel

- No Grave
- Poco Complejo
- Complejo
- Muy Complejo

Servicios

- Todos
- Cardio
- Cirugia
- Intermedio M
- Gastro
- UCI
- Etc.

Edad

- Todo Excepto
- Todo

0 a 10

Horas

- Todos
- 7.00 a 12.00
- 12.00 a 17.00
- 17.00 a 7.00

Dias

- Todos
- Dia
- Hábil
- Sabado
- Domingo

CUDYR

- Todo Excepto
- A
- I
- Todo

Aislamiento

- Todos
- Clostridium
- ERV
- Multiresistente
- Guitas aerosoles

Tiempo de Activación

1.7 Horas

Guardar Borrar Regla Volver

Funcionalidades a implementar:

- a) Visualizar restricciones de regla
- b) Cambiar alguna de las restricciones de la regla

c) Borrar Regla

2.7 Interfaz Creación de Regla

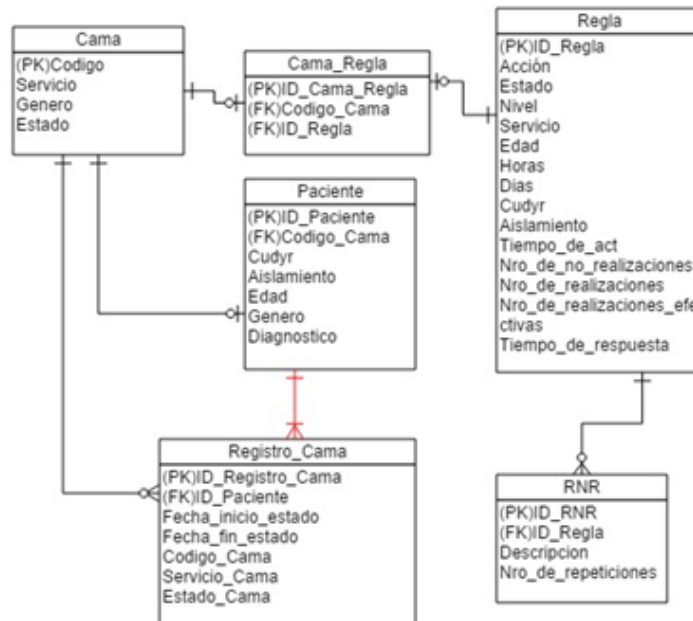
Funcionalidades a implementar:

- a) Creación de regla
- b) Determinar Restricciones y condiciones

3. Modelo de Datos

En la siguiente sección se presenta el Modelo de Datos del sistema, expresado como un Modelo de E-R. Este Esquema presenta las principales entidades del sistema y representa las relaciones entre dichas entidades, así como los atributos de las mismas.

Destaca también el Registro, que representa la información que será guardada por el sistema.



Como se ve en el Esquema, las entidades son Cama, Regla, Cama_Regla (la relación entre los dos primeros), Paciente, RNR (Razones de No Realización) y Registro_Cama.

3.1 Cama

La entidad Cama es la que representa a las camas del hospital, con los atributos "(PK)Codigo", que mantendría el código usado por TICares, "Servicio" del que depende la cama, "Genero" de la cama y finalmente el "Estado", el cual se refiere al estado o fase del proceso hospitalario se encuentra el paciente, viene al caso decir que estos estados deben cambiar en tiempo real o tiempo casi real, recibiendo desde TICares la alerta de algún cambio, como el Alta médica del paciente.

3.2 Regla

La entidad Regla es la que representa las Reglas generadas en el sistema, con los Atributos "(PK)ID_Regla", su identificador, "Acción" que es un texto que es la acción sugerida, "Estado" el

estado al cual se aplica la regla, "Nivel" el cual habla de la urgencia de la acción y estará entre No complejo, Levemente complejo, Complejo y Muy Complejo, "Servicio", el servicio en el cual se aplica la regla (que podrían ser todos), "Edad", el rango de edad de los pacientes a los cuales se aplica la regla, "Horas" los horarios en los que se aplica la regla que estarán entre de 7.00 a 12.00 (mañana), 12.00 a 17.00 (tarde) y 17.00 a 7.00 (noche), "Días" que son los días que se aplicará la regla que estarán enter días hábiles, sabados y/o domingos, "Cudyr" que es al Cudyr que se le aplica la regla, lo mismo con "Aislamiento". El atributo "Tiempo_de_act", es el tiempo en el cual la acción se activará, dada todas las restricciones anteriores según se explicará en la parte 4. El atributo "Nro_de_no_realizaciones", como su nombre lo indica es el número de veces que la acción, después de activada, no se realizó, "Nro_de_realizaciones", que es lo contrario al anterior, "Nro_de_realizaciones_efectivas" que es cuántas veces de las que se realizó ha funcionado la regla y finalmente "Tiempo_de_respuesta" que es el tiempo que el sistema esperará a que la acción sea efectiva.

3.3 Cama_Regla

Tabla intermedia que representa la relación entre Cama y Regla

3.4 RNR (Razones de No Realización)

Entidad que contiene las razones de no realización, con los atributos "(PK)ID_RNR" identificador, "(FK)ID_Regla" que la relaciona con una regla específica, "Descripcion" la razón misma, definida previamente y "Nro_de_repeticiones" que es cuántas veces se ha generado dicha razón.

3.5 Paciente

Entidad que representa a los pacientes del hospital, de los cuales se necesitan los atributos "(PK)ID_Paciente", identificador, "(FK)Codigo_Cama" que lo relaciona con una cama y los siguientes datos del paciente: "Aislamiento", "Edad", "Genero" y "Diagnostico".

4. Métodos

A continuación, se presentan los métodos o lógicas que deberá realizar el sistema. Viene al caso decir, que dichos métodos no son complejos, pero si son relevantes para la evaluación de las reglas que posee el sistema, paso indispensable para su mejora continua.

4.1 Activación de Reglas

Las reglas son "Acciones" que tienen una serie de restricciones y un tiempo de activación. Luego si una cama o paciente cumple con las restricciones de la regla, al pasar el tiempo de activación, que hace referencia al tiempo que lleva un paciente en determinado estado de cama, se activará, lo que generará una notificación en el sistema, para alertar al usuario de la situación.

En caso de que el usuario no esté en el sistema en el momento que una acción se activa o si la ignora, quedará visible en una de las interfaces del sistema, para que el usuario luego señale si la realizó o no.

4.2 Efectividad

Este método permite evaluar cuántas veces de las que una regla se ha realizado ha generado resultados positivos, es decir, ha permitido que el paciente avance de un estado al siguiente.

Para eso, los atributos de la Entidad Regla que son necesarios para este método son "Tiempo_de_respuesta", "Nro_de_realizaciones" y "Nro_de_realizaciones_efectivas". De los cuales el primero está definido en la creación de la regla, el segundo debe actualizarse cuando el usuario señala que realiza la acción, y el último debe esperar por una señal de cambio de TICares el tiempo señalado por "Tiempo_de_respuesta", es decir, si el "Tiempo_de_respuesta" es 30 minutos, luego de que se realice una acción, el sistema esperará ese tiempo si es que se generó un cambio en el estado del paciente, en cuyo caso se actualizará el valor de "Nro_de_realizaciones_efectivas".

4.3 Razón no realización principal

Este método permite definir si una acción no es realizada por razones que van más allá de la regla o si no son realizadas por razones intrínsecas a la regla, como que es costosa de realizar, por ejemplo.

Para eso, cuando el usuario señala que no se realiza una acción y señala la razón de por qué, se genera una nueva fila en la tabla "RNR" (en caso de que esa razón no se haya señalado anteriormente) o también podría actualizar el atributo "Nro_de_repeticiones". Así mismo, la entidad Regla guardará el "Nro_de_no_realizaciones". Luego al momento de evaluar la regla, el sistema buscará entre las RNR asociadas a cada regla y tomará la con más repeticiones, luego la dividirá por el "Nro_de_no_realizaciones" y obtendrá el porcentaje de la RZN más relevante.

En caso de que sean más de una las RNR con mayor número de repeticiones, el sistema lo hará con todas ellas.

5. Consultas a TICares

Se listan a continuación la información que el Sistema descrito necesitaría realizar a TICares, viene al caso decir que el Sistema no ingresa información, solo extrae.

El sistema necesitaría saber cada vez que:

- un paciente ingresa al sistema
- a un paciente le hacen el ingreso de enfermería
- se bloquea la cama
- se desbloquea la cama
- a un paciente le dan el alta médica
- a un paciente le dan el alta administrativa (es decir, cuando efectivamente se va)
- cuando cambian el paciente de cama (y a que cama lo mueven)
- cuando un paciente está en traslado
- cuando la cama está en preparación

Lo anterior con sus respectivos TimeStamp.

Además, la información que requeriría del paciente, a priori es:

- Nombre
- Género
- Rut
- Previsión
- Identificador de paciente
- Servicio
- Cama
- Edad
- Aislamiento de la cama
- Diagnóstico principal

Todo esto se mantendría en una base de datos interna del sistema, para así disminuir las consultas que se harán a TICares

6. Calendario del Proyecto

Para este proyecto se ha establecido el siguiente calendario. Viene al caso decir que ya se pasó por la Fase de Requerimientos, además de la Fase de Elaboración, lo que no quita por supuesto que algunos elementos del diseño del Sistema puedan ser reevaluados eventualmente. En cualquier caso existe confianza respecto a la validez del diseño realizado.

Nombre	Duración	Comienzo	Fin
Proyecto	91 días	01-oct	30-dic
Construcción	72 días	01-oct	11-dic
Preparación de Entorno de Desarrollo	2 días	01-oct	02-oct
Desarrollo del código del Sistema	59 días	03-oct	30-nov
Elaboración manuales de usuario	5 días	01-dic	05-dic
Construcción completada	1 día	06-dic	06-dic
Pruebas Unitarias	5 días	07-dic	11-dic
Implementación	17 días	14-dic	30-dic
Capacitación de Usuarios	5 días	14-dic	18-dic
Incorporación del Sistema al entorno de Producción	2 días	21-dic	22-dic
Pruebas de implantación del Sistema	2 días	23-dic	24-dic
Implantación Completada	1 día	28-dic	28-dic
Puesta en marcha	2 días	29-dic	30-dic

Anexo C: Encuesta de Percepción de Sistema

Percepción Sistema de Gestión de Camas

De acuerdo al documento revisado anteriormente, que describe las funciones y pantallas del Sistema de Gestión de Camas, favor de responder las siguientes preguntas

***Obligatorio**

Nombre

No es obligatorio

¿Cree usted que este sistema facilitará su trabajo? *

- Lo facilitaría mucho
- Lo facilitaría un poco
- No lo facilitaría ni dificultaría
- Lo dificultaría un poco
- Lo dificultaría mucho

Este sistema le parece: *

- Muy fácil de usar
- Fácil de usar
- Ni fácil ni difícil de usar
- Difícil de usar
- Muy difícil de usar

¿Hay algo que le agregaría o quitaría del sistema?


O cualquier comentario que le gustaría hacer

En términos generales, ¿apoyaría la implementación del sistema? *

- Sí la apoyaría
- No la apoyaría
- Me es indiferente

Enviar

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

Con la tecnología de
 Google Forms

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.
[Informar sobre abusos](#) - [Condiciones del servicio](#) - [Otros términos](#)