



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE MODELO DE ALERTA
TEMPRANA DE RIESGO DE DESCOMPENSACIÓN/
DETERIORO CLÍNICO EN PACIENTES PEDIÁTRICOS
HOSPITALIZADOS**

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

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL

EDUARDO JORGE ALCAINA GARCÍA

**PROFESOR GUÍA:
PATRICIO WOLFF ROJAS**

**MIEMBROS DE LA COMISION:
CRISTIÁN JULIO AMDAN
JAIME CONTESSE MARROQUÍN
BEGOÑA YARZA SÁEZ**

**SANTIAGO DE CHILE
2018**

RESUMEN EJECUTIVO

La alta demanda que presentan los hospitales en Chile y el trabajo a alta capacidad, dificultan el adecuado monitoreo continuo de los pacientes hospitalizados, propiciando la ocurrencia de eventos críticos. Estudios internacionales muestran que incluir modelos de riesgo en los procesos de atención permite anticiparse a descompensaciones de pacientes y tomar decisiones oportunas.

El objetivo de este estudio es construir y evaluar un modelo de alerta temprana de riesgo en pacientes pediátricos hospitalizados. Para ello, se requiere del análisis de las instituciones de salud pública en Chile, de los procesos de gestión y ejecución de atención y del contexto tecnológico que éstas presenten, con el fin de evaluar la inclusión de estos sistemas en sus metodologías de trabajos.

Se propone un modelo de cuantificación de cuatro niveles de riesgo con 8 variables recolectadas durante el monitoreo periódico de signos vitales de enfermería. El modelo incluye variables fisiológicas, requerimientos de oxígeno, diagnóstico, comorbilidades y antecedentes clínicos. La validación se realizó en base a: (1) la comparación con estándar clínico experto; (2) comparación contra resultado clínico, como: Pacientes con traslado a UPC, sin traslado a UPC y pacientes con alta; y finalmente, (3) comparación de resultado con modelos internacionales.

El modelo generado se evaluó utilizando 28000 registros de signos vitales de 763 pacientes de 0 a 4 años, 65 de los cuales fueron trasladados a UPC. Comparado con los modelos internacionales como Bedside PEWS y PEWS, este modelo presentó una precisión de 91%. Al aplicar los modelos internacionales Bedside PEWS y PEWS la precisión obtenida fue de 90 y 62% respectivamente. Además, este modelo posee una sensibilidad en riesgo alto sobre el 95%.

El score presentado en este trabajo permite realizar una evaluación precisa y sensible en la detección de descompensación o deterioro clínico y muestra una alta correlación en la predicción de traslado a UPC en menos de 3 horas.

A mi familia, polola, profesores, compañeros, amigos y todas las personas que estuvieron involucradas en este proceso y me ayudaron a culminarlo con éxito.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO	1
1.1 Antecedentes de la Industria	1
1.1.1 Sistema de Salud en Chile.....	1
1.1.2 Sistema Nacional de Servicios de Salud (SNSS)	2
1.1.3 Servicio de Salud Metropolitano Sur (SSMS)	2
1.2 Descripción General de la Empresa	4
1.2.1 Estructura Organizacional.....	5
1.3 Problema u Oportunidad Identificada	7
1.4 Objetivos y Resultados Esperados del Proyecto	8
1.4.1 Objetivo General.....	8
1.4.2 Objetivos Específicos	8
1.4.3 Resultados Esperados.....	8
1.5 Alcance	9
1.6 Riesgos Potenciales	9
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	11
2.1 Metodología de Ingeniería de Negocios	11
2.2 Sistemas Basados en Conocimiento	13
2.2.1 Descripción General	13
2.2.2 Estructura de un KBS.....	16
2.3 Modelos de Riesgo	17
CAPÍTULO 3: PLANTEAMIENTO ESTRATÉGICO Y MODELO DE NEGOCIOS	19
3.1 Visión	19
3.2 Misión	19
3.3 Posicionamiento Estratégico	19
3.4 Balanced Scorecard	21
3.5 Modelo de Negocios	22
3.5.1 Propuesta de valor al cliente	22
3.5.2 Segmento de Clientes.....	23
3.5.3 Relación con los Clientes	23
3.5.4 Canales de Comunicación.....	23
3.5.5 Actividades Claves.....	23
3.5.6 Recursos Claves.....	24
3.5.7 Partners Claves.....	24
3.5.8 Fuentes de Ingreso.....	25
3.5.9 Estructura de Costos	25
3.5.10 Relación del modelo de negocios con posicionamiento estratégico	26
CAPÍTULO 4: ANÁLISIS SITUACIÓN ACTUAL	27
4.1 Arquitectura de Procesos	27
4.2 Modelamiento Detallado de Procesos	29
4.2.1 Líneas de Servicios al Paciente	30

4.2.2	Servicios Comunes Propios	31
4.2.3	Servicio de Hospitalización	33
4.2.4	Atención del Paciente Hospitalizado	35
4.2.5	Programación de la Atención de hospitalización	36
4.2.6	Ejecución de la Atención de hospitalización	37
4.2.7	Monitoreo del Paciente	39
4.3	Diagnóstico de la Situación Actual	40
4.4	Cuantificación del Problema u Oportunidad.....	41
CAPÍTULO 5: PROPUESTA DE DISEÑO DE PROCESOS		42
5.1	Direcciones de Cambio del Rediseño	42
5.1.1	Estructura de Mercado y Empresa	42
5.1.2	Anticipación	43
5.1.3	Coordinación	43
5.1.4	Prácticas de Trabajo	44
5.1.5	Integración de Procesos Conexos	45
5.1.6	Mantención Consolidada de Estado	45
5.2	Alcance del Rediseño	46
5.3	Diseño Detallado de Procesos TO BE	46
5.3.1	Servicio de Hospitalización TO BE	46
5.3.2	Atención del Paciente Hospitalizado TO BE	47
5.3.3	Programación de Atención del Paciente TO BE	48
5.3.4	Ejecución de Atención del Paciente TO BE	49
5.3.5	Monitoreo del Paciente TO BE	50
5.3.6	Determinar Estado del Paciente.....	51
5.3.7	Acciones Correctivas.....	52
5.4	Diseño de Lógica de Negocios	53
5.4.1	Lógica de Alerta Temprana de Riesgo	53
CAPÍTULO 6: PROPUESTA DE APOYO TECNOLÓGICO		63
6.1	Especificación de Requerimientos.....	63
6.1.1	Requerimientos Funcionales.....	63
6.1.2	Requerimientos No Funcionales	64
6.2	Arquitectura Tecnológica del HEGC.....	64
6.2.1	Casos de Uso	67
6.3	Prototipo Funcional Desarrollado	68
CAPÍTULO 7: GESTIÓN DEL CAMBIO		72
7.1	Contexto organizacional.....	72
7.2	Estrategia para la Gestión del Cambio.....	72
7.2.1	Gestión del Poder.....	73
7.2.2	Coalición Conductora.....	74
7.2.3	Método de implementación.....	75
CAPÍTULO 8: EVALUACIÓN DEL PROYECTO		76
8.1	Análisis Retrospectivo.....	76
8.1.1	Presentación de datos.....	76
8.2	Resultados del modelo versus modelos de referencia con etiquetas de equipo médico	77
8.3	Comparación de Score en pacientes trasladados y no trasladados	78
8.4	Respuesta al cambio de condición clínica	78

8.5	Definición de Beneficios Y Costos	79
8.5.1	Beneficios del Rediseño	79
8.5.2	Costos del Rediseño.....	80
8.6	Flujo de Caja	82
8.6.1	Consideraciones para la construcción del Flujo de Caja	82
8.7	Análisis de Sensibilidad	84
CAPÍTULO 9: CONCLUSIONES		86
9.1	Respecto al modelo de Score y sus limitaciones	86
9.2	Comparaciones con otros modelos internacionales	86
9.3	Implicancias del uso del Score	87
9.4	Como herramienta de gestión	87
9.5	Futuros Trabajos	87
CAPÍTULO 10: BIBLIOGRAFÍA		89

TABLA DE TABLAS

Tabla 1: Población pediátrica SSMS	3
Tabla 2: Hospitales SSMS	4
Tabla 3: Dotación HEGC.....	5
Tabla 4: Canvas HEGC	25
Tabla 5: Estructura de Empresa y Mercado.....	42
Tabla 6: Anticipación.....	43
Tabla 7: Coordinación.....	44
Tabla 8: Prácticas de Trabajo.....	44
Tabla 9: Integración con Procesos Conexos	45
Tabla 10: Mantención Consolidada de Estado	45
Tabla 11: Modelo de asignación de puntaje	60
Tabla 12: Mapa de Poder	73
Tabla 13: Equipo Coalición Conductora	74
Tabla 14: Cantidad de pacientes, registros y etiquetas según rango de edad.....	76
Tabla 15. Matriz de confusión, sensibilidad y especificidad todos los modelos.....	77
Tabla 16: Beneficio Social del Proyecto	80
Tabla 17: Costos Operacionales del Proyecto	81
Tabla 18: Inversión del Proyecto.....	82
Tabla 19: Flujo de Caja Social.....	83
Tabla 20: Escenario Pesimista.....	85

INDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Sistema de Salud de Chile	1
Figura 2. Organigrama HEGC	7
Figura 3. Metodología Ingeniería de Negocios	11
Figura 4. Sistemas de Conocimiento	14
Figura 5. Esquema de un KBS	15
Figura 6. Componentes de un KBS	16
Figura 7. Modelo Delta de Arnoldo Hax	20
Figura 8. Mapa Estratégico HEGC 2015	22
Figura 9. Notación IDEF0	27
Figura 10. Macroprocesos HEGC	28
Figura 11. Líneas de Servicio HEGC	31
Figura 12. Servicios Comunes	33
Figura 13. Servicio de Hospitalización	34
Figura 14. Atención del Paciente Hospitalizado	35
Figura 15. Programación de Atención del Paciente	37
Figura 16. Ejecución de la Atención del Paciente	38
Figura 17. Monitoreo del Paciente	39
Figura 18. Servicio de hospitalización TO BE	47
Figura 19. Atención del Paciente Hospitalizado TO BE	48
Figura 20. Programación de Atención del Paciente TO BE	49
Figura 21. Ejecución de atención del Paciente TO BE	50
Figura 22. Monitoreo del Paciente TO BE	51
Figura 23. Determinar Condición del Paciente	52
Figura 24. Atención del Paciente Hospitalizado TO BE	53
Figura 25. Cantidad de pacientes y signos vitales por rango de edad	55
Figura 26. Patrón de Propensión a PCR (32)	57
Figura 27. Antecedentes Clínicos	58
Figura 28. Comorbilidades pediátricas por Grupo Diagnóstico	59
Figura 29. Puntos de corte y Acciones Correctivas	61
Figura 30. Mapa de Sistemas HEGC	66
Figura 31. Casos de Uso Herramienta de Monitoreo	67
Figura 32. Vista Principal Sistema de Monitoreo del Paciente	69
Figura 33. Vista Pacientes Hospitalizados	70
Figura 34. Vista Ingresos de Signos Vitales	71
Figura 35. Riesgo en pacientes trasladados y no trasladados.	78
Figura 36. Score Promedio en Horas antes del traslado	79

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO

1.1 Antecedentes de la Industria

1.1.1 Sistema de Salud en Chile

El sistema de salud chileno se divide en dos sectores principalmente, sector privado y sector público. El sector privado está conformado por las Instituciones de Salud Previsional (ISAPRES) y Mutuales. Las ISAPRES son instituciones privadas que captan la cotización de los trabajadores y ofrecen servicios de salud con cargo a dichas cotizaciones a un 18% de la población chilena. Las prestaciones de salud se entregan a través del financiamiento de las mismas mediante la contratación de servicios médicos financiados por las ISAPRES. Paralelamente existen 3 mutuales de seguridad, encargadas de las acciones de prevención de riesgos y prestaciones médicas para accidentes del trabajo y enfermedades profesionales.

El sector público cubre aproximadamente al 70% de la población y es liderado por el Ministerio de Salud. Está formado por los organismos que constituyen el Sistema Nacional de Servicios de Salud (SNSS); el Instituto de Salud Pública (ISP); Central de Abastecimiento (CENABAST), Fondo Nacional de Salud (FONASA) y la Superintendencia de Salud.

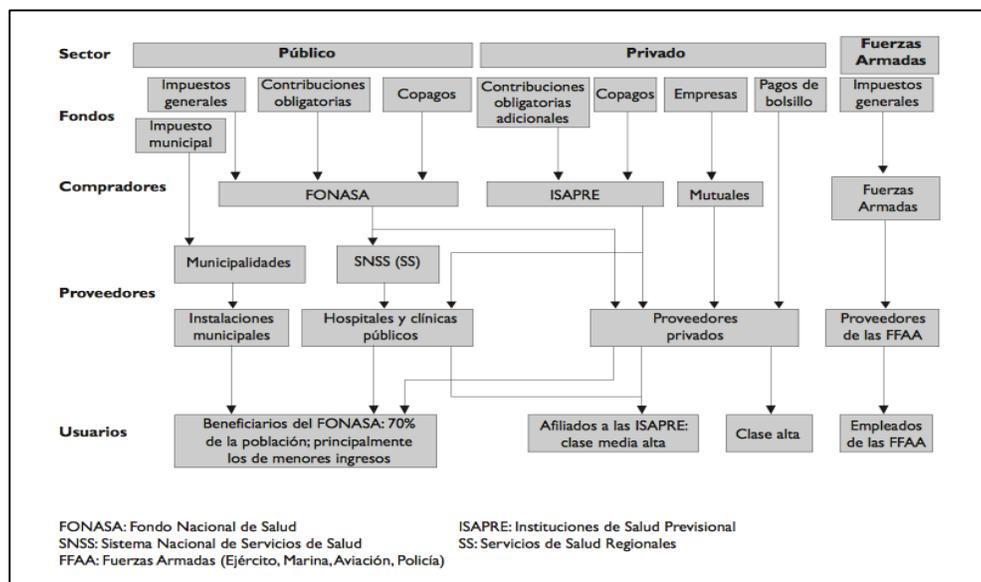


Figura 1. Sistema de Salud de Chile

1.1.2 Sistema Nacional de Servicios de Salud (SNSS)

Está compuesto por el Ministerio de Salud y los organismos descritos anteriormente: Fondo Nacional de Salud, el Instituto de Salud Pública, Central de Abastecimiento y los Servicios de Salud.

Los servicios de salud son organismos estatales dotados de personalidad jurídica y patrimonio propio para el cumplimiento de sus fines. Se encuentran bajo la supervisión del Ministerio de Salud y son los encargados de la gestión y desarrollo de la red asistencial, con el fin de entregar protección y recuperación de salud a las personas enfermas. Hoy en día existen 29 Servicios de Salud con asignación geográfica definida y cada uno tiene a su cargo los distintos hospitales, consultorios, postas, entre otros.

Cuenta como recursos asistenciales 197 establecimientos hospitalarios, 376 consultorios de los cuales 230 son generales urbanos, 146 rurales y 1.102 postas de salud (1).

1.1.3 Servicio de Salud Metropolitano Sur (SSMS)

El Servicio de Salud Metropolitano Sur es una red de salud integrada a cargo de los establecimientos de salud del Sector Sur de la Región Metropolitana. Tiene a su cargo la planificación conjunta de las actividades de gestión y desarrollo de la red, además de la supervisión, control y evaluación de los resultados. Tiene a cargo 11 comunas del Sector sur de Santiago, contando con un total de 1.199.187 habitantes, donde el 23% corresponde a pacientes pediátricos (1).

Tabla 1: Población pediátrica SSMS

Población Pediátrica SSMS CENSO 2012			
Comuna	0-15 Años	% Total	Total
San Bernardo	72.519	26%	277.802
El Bosque	37.561	23%	162.671
La Granja	26.980	22%	121.214
Lo Espejo	22.770	23%	99.527
P.A.C	21.414	21%	104.018
Buín	20.197	26%	78.593
San Joaquín	18.679	20%	94.255
San Miguel	17.282	19%	90.846
Paine	16.864	25%	66.238
La Cisterna	16.024	20%	80.910
Calera Tango	5.698	25%	23.113
Total	275.988	23%	1.199.187

En relación a la dotación de recursos, estos son clasificados según el nivel de atención que brinda, en específico de acuerdo a su cobertura y complejidad asistencial.

- **Atención Primaria:** Consta de centros comunitarios de salud familiar, postas rurales y Servicio de Atención Primaria de Urgencia (SAPU). La Red de salud del SSMS cuenta con 31 consultorios, 17 SAPU y 11 postas rurales.
- **Atención Secundaria:** Establecimientos que brindan atención ambulatoria como los Centros de Referencia de Salud (CRS) y Centros de Diagnóstico y Tratamiento (CDT).
- **Atención Terciaria:** Constituida por los establecimientos hospitalarios, los cuales están divididos según la complejidad de atención. Los 7 hospitales de la zona Sur de Santiago a cargo del SSMS se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 2: Hospitales SSMS

Servicio de Salud Metropolitano Sur	
Hospital Barros Luco-Trudeau	San Miguel
Hospital Dr. Exequiel González Cortés	San Miguel
Hospital de Buin	Buin
Hospital de Enfermedades Infecciosas	San Miguel
Hospital Sanatorio El Peral	Puente Alto
Hospital El Pino	San Bernardo
Hospital Parroquial de San Bernardo	San Bernardo

1.2 Descripción General de la Empresa

El Hospital Dr. Exequiel González Cortés (HEGC) es un Hospital Pediátrico asistencial docente de carácter público ubicado en la comuna de San Miguel, Santiago de Chile, perteneciente al Servicio de Salud Metropolitano Sur. Atiende a una población aproximada de 300.000 niños de hasta 15 años de edad de las 11 comunas pertenecientes al SSMS. El establecimiento ofrece servicios en las tres modalidades de atención descritas anteriormente. Cuenta con las líneas de servicios de Atención Electiva a través del Centro Adosado de Especialidades (CAE) y Atención de Urgencias, las cuales se apoyan en el Servicio de Atención Cerrada.

Hoy el HEGC funciona en una nueva infraestructura con mayor inversión tecnológica en sus procesos. La inversión en nueva infraestructura contempla inversión en

sistemas tecnológicos como registro clínico electrónico (RCE), RIS/PACS, ERP, LIS, entre otros.

De acuerdo al peso promedio anual de sus egresos, es considerado un hospital de alta complejidad. Su dotación es de 24 camas críticas y 128 camas de cuidados intermedios, con una estancia media de 4,81 días y 7105 egresos anuales. Destaca su indicador asistencial de 99,6% de los pacientes con espera menor a 12 horas en ser hospitalizados desde la unidad de urgencia.

Cuenta con 34 especialidades médicas y presta servicios de Pediatría, Cirugía y Traumatología-Ortopedia y es referente nacional en las áreas de Escoliosis, Trasplantes y Gran quemado (2).

Tabla 3: Dotación HEGC

LEY	PLANTA	Nº DE CARGOS
LEY 18.834	DIRECTIVOS ADP	3
	PROFESIONALES	189
	TÉCNICOS	254
	ADMINISTRATIVOS	106
	AUXILIARES	82
	SUBTOTAL	633
LEY 15.076	MÉDICOS	53
	SUBTOTAL	53
LEY 19.664	MÉDICOS	142
	ODONTÓLOGOS	5
	QUÍMICOS FARMACÉUTICOS	7
	BIOQUÍMICOS	1
	SUBTOTAL	155
	TOTAL	841

1.2.1 Estructura Organizacional

El Hospital se encuentra organizado en base a 13 Centros de Responsabilidad, conformados de acuerdo a los procesos productivos del Hospital. Cada Centro de Responsabilidad debe llevar a cabo la gestión de los servicios y/o unidades a su cargo.

Las unidades y/o servicios están agrupados en tres subdirecciones, cada una con una labor específica. La Subdirección médica tiene a su cargo los Centros de Responsabilidad asociados con los servicios clínicos, de igual manera, la subdirección Gestión del Cuidado tiene a cargo los Centros de enfermería, paramédicos y personal auxiliar y, por último, la Subdirección Administrativa, los Centros de Responsabilidad de apoyo a los servicios.

La Subdirección Médica tendrá bajo su dependencia 7 Centros de Responsabilidad asociados con los servicios clínicos. Esta subdirección es responsable de gestionar y monitorear el cumplimiento de las garantías explícitas de salud establecidas por ley, y del cumplimiento de las prestaciones acordadas y comprometidas con la red, de la Gestión de los procesos clínicos intra-hospital y con la extra red (Servicio, región metropolitana, hospitales pediátricos y macro red). El subdirector también tendrá bajo su dependencia directa la Unidad de Gestión Centralizada de Camas. La Subdirección Administrativa tendrá bajo su dependencia 5 centros de responsabilidad de apoyo a los servicios clínicos.

La subdirección de gestión del cuidado es transversal a todos los CR clínico asistenciales donde haya cuidados de enfermería, tendrá bajo su dependencia técnica a las supervisoras de los CR y su personal: Supervisora de gestión del cuidado atención hospitalizado, atención ambulatoria, de paciente crítico, de Emergencia y de Unidades de apoyo: Diálisis, Hospital de día de cuidados de enfermería, Esterilización, entre otras.

En este modelo, el elemento central es el paciente de ahí la necesidad de establecer una arquitectura hospitalaria e identificar los procesos, definirlos, asignar un responsable y establecer los objetivos, lo que permite sentar las bases para una gestión productiva y de calidad. La horizontalidad de la organización hospitalaria y la consiguiente descentralización permitirá acercar la toma de decisiones al paciente (3). En la figura 2 se muestra con mayor detalle los centros asociados a cada subdirección junto con la plana directiva del hospital.

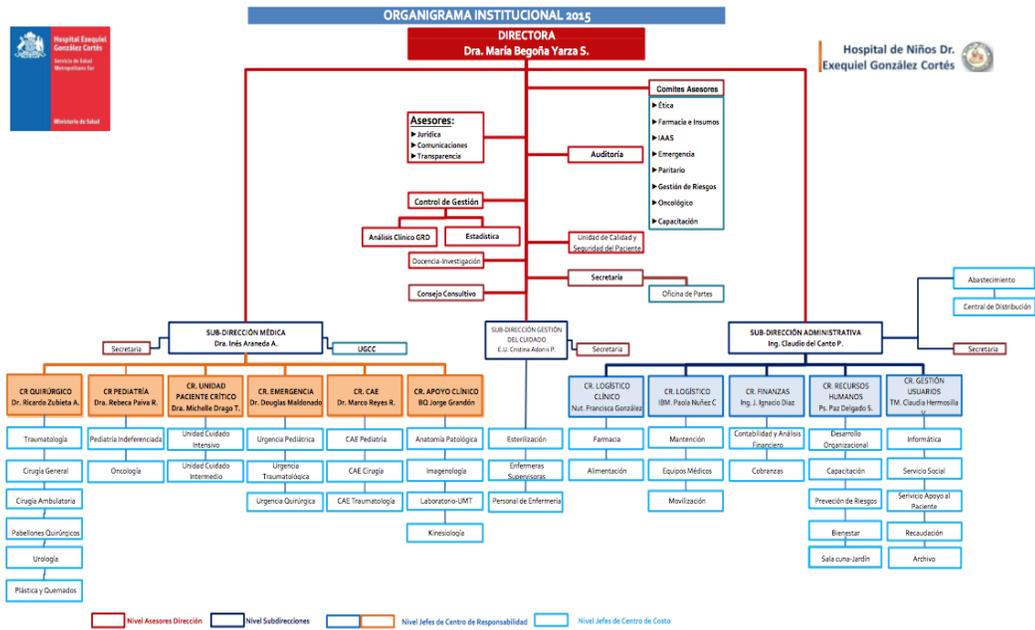


Figura 2. Organigrama HEGC

1.3 Problema u Oportunidad Identificada

La hospitalización de un paciente involucra distintos riesgos asociados a los tratamientos y cuidados tales como: la ocurrencia de descompensaciones; infecciones intrahospitalarias; caídas; eventos adversos severos asociados a la administración de medicamentos; ocurrencia de Paro Cardio Respiratorio (PCR), entre otros. La manifestación de estos riesgos tiene consecuencias directas en el proceso de atención, aumentando los tiempos de estadía y los costos de los tratamientos. Estudios internacionales muestran que la ocurrencia de eventos adversos severos (SAE) en pacientes hospitalizados pueden producir, en promedio, aumentos de 6,1 días en el tiempo de estadía y el doble de costos en relación a pacientes que no sufrieron un SAE (4)(5). Las descompensaciones, los SAE e infecciones se caracterizan por que una respuesta temprana a ellos minimiza el daño, generando un ahorro de costos y mayor facilidad de los tratamientos. Diferentes investigaciones muestran que los pacientes que sufrieron estas crisis manifestaron signos o síntomas de deterioro clínico horas antes de ocurrir el evento. Así mismo, aproximadamente un 41% de los SAE pueden ser evitables con una detección proactiva (6).

Dentro del contexto actual del HEGC, se tiene información limitada acerca de la cantidad de eventos adversos o incidentes notificados. Registros muestran que en el

año 2017 ocurrieron 307 eventos adversos y 131 incidentes, sin embargo, estos corresponden solo a los eventos notificados por el personal (3). De acuerdo a registros del Instituto de Medicina, solo entre un 5 – 10% de los eventos que ocurren en organizaciones de salud son notificados (7). Por otro lado, según auditorías de fallecidos realizadas en el HEGC, se han contabilizado 6 casos de pacientes fallecidos entre los años 2011 y 2014 a causa de Paro Cardio Respiratorio. Si bien son pocos casos registrados, el porcentaje de mortalidad de este cuadro clínico es alto, llegando a 27% de sobrevivencia en ambientes intrahospitalarios, por lo que es primordial identificarlo de forma oportuna (8).

Dada la limitación de recursos de los hospitales y las características de riesgo de los pacientes pediátricos hospitalizados, es crucial focalizar los recursos en base a los resultados obtenidos por métodos sensibles y precisos. Estos métodos deben ser desarrollados para identificar riesgos de forma temprana, en base a criterios objetivos, mejorables y fundados en el conocimiento clínico y tecnológico.

1.4 Objetivos y Resultados Esperados del Proyecto

1.4.1 Objetivo General

Construcción y evaluación de un modelo de alerta temprana de riesgo de descompensación/deterioro clínico en pacientes pediátricos hospitalizados en unidades cuidados intermedios.

1.4.2 Objetivos Específicos

- I. Identificar variables que contribuyan al riesgo en pacientes pediátricos y que puedan ser utilizadas dentro del contexto del HEGC.
- II. Generar nueva lógica de riesgo que incluya las variables seleccionadas.
- III. Evaluación retrospectiva y ajuste de modelos.

1.4.3 Resultados Esperados

Los resultados esperados se presentan en relación a los objetivos específicos definidos en la sección anterior.

El primer resultado esperado es poder validar la existencia de variables explicativas de riesgo en pacientes pediátricos. Además, debido al contexto tecnológico del HEGC, se debe evaluar cuales de estas variables están disponibles para ser utilizadas en los

modelos de riesgo. El segundo resultado esperado es la generación, junto a personal médico experto, de una lógica de riesgo que incluya las variables seleccionadas, y que permita discriminar pacientes sanos de pacientes con riesgo de deterioro de su condición clínica.

Por último, se espera validar los resultados del modelo para la población del HEGC comparándolos respecto a modelos internacionales y evaluando la capacidad de discriminación entre pacientes que permanecieron en cuidados generales y los trasladados a UPC.

1.5 Alcance

Esta dentro del alcance del proyecto la construcción y la evaluación de un modelo de riesgo de descompensación/deterioro clínico. La construcción del modelo contempla la revisión bibliográfica de las variables contribuyentes al riesgo en pacientes pediátricos, la evaluación de la información clínica disponible en el HEGC, y la generación de una lógica de riesgo basada en conocimiento clínico experto. La evaluación del modelo será de forma retrospectiva utilizando información recopilada de los pacientes del hospital. Se incluye el desarrollo de dos modelos internacionales y la comparación de sus resultados con el modelo construido. Además, se contempla la evaluación de la precisión del modelo utilizando etiquetas de riesgo real basadas en juicio clínico experto. Queda fuera del alcance del proyecto la implementación del modelo de riesgo en el hospital y la inclusión de variables de las cuales no se tenga información disponible en formato digital.

1.6 Riesgos Potenciales

A continuación, se presentan los riesgos del proyecto ordenados de acuerdo a su importancia. Se consideran riesgos de factibilidad de la lógica de riesgo, de obtención de datos, implementación y relacionados a la gestión.

- I. **Evaluación de alerta de riesgo:** Este es uno de los riesgos más importantes del proyecto. Está relacionado con validar si efectivamente existen variables que permitan identificar de forma temprana riesgo en pacientes pediátricos, además de validar que éstas puedan ser incluidas en el proceso de atención del Hospital Exequiel González Cortés. Corresponde a un riesgo técnico.

- II. **Disponibilidad de datos:** Este riesgo está relacionado con la factibilidad para obtener la información de los pacientes del hospital. Estos datos son considerados como información personal de cada paciente, por lo que el acceso a ellos es restringido.

- III. **Formato de la información:** Dado el contexto tecnológico del hospital, gran parte de la información clínica generada durante la atención se encuentran en formato digital, por lo que para ser utilizada debe ser digitalizada. Corresponde a un riesgo técnico.

- IV. **Disponibilidad de personal clínico:** Dada la naturaleza del proyecto, es primordial contar con conocimiento clínico experto en varias etapas del proyecto, por lo que la disponibilidad del personal clínico es vital para que el proyecto se lleve a cabo en los tiempos establecidos.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

En el marco teórico se explica la metodología utilizada para la realización del proyecto, que consiste en la metodología propuesta por el Magister de Ingeniería de Negocios con Tecnologías de Información del Departamento de Ingeniería Civil Industrial de la Universidad de Chile (MBE). Además, se presenta la revisión bibliográfica de los conceptos relevantes que enmarcan el proyecto.

2.1 Metodología de Ingeniería de Negocios

La metodología utilizada es la propuesta por el Magister de Ingeniería de Negocios y desarrollada en el libro “Ingeniería de Negocios, Diseño Integrado de Negocios, Procesos y Aplicaciones TI” (9).

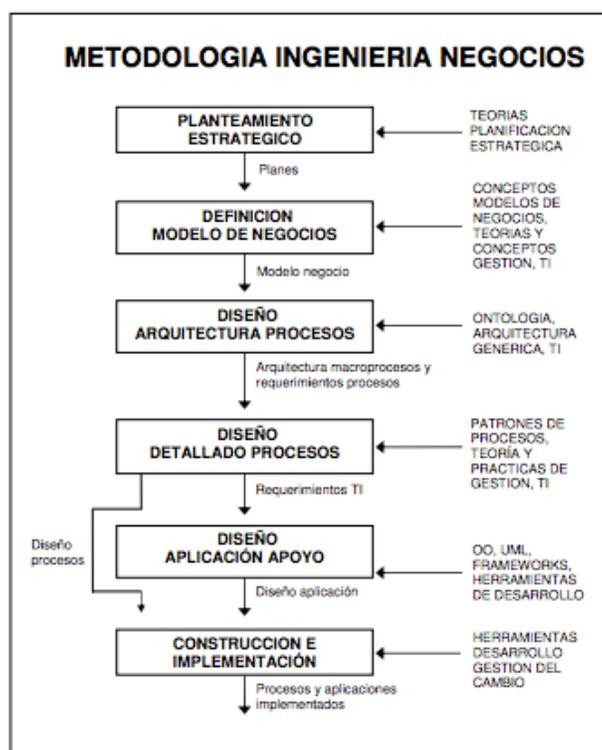


Figura 3. Metodología Ingeniería de Negocios

La Ingeniería de Negocios, según Barros, provee los fundamentos y la metodología necesaria para el diseño de una empresa. Esta propuesta permite explicitar la relación entre los planteamientos estratégicos y su realización a través de los modelos de

negocios. Además, incorpora la variable de las Tecnologías de Información como herramientas de apoyo a los procesos de negocios de la organización (9).

Dada la naturaleza y el alcance del proyecto, no se utilizará completamente la metodología mencionada, dejando de lado la etapa de “Construcción e Implementación”. A continuación, se detallan cada uno de los elementos que conforman la metodología:

- **Planteamiento Estratégico:** Es la etapa inicial de la metodología, se realiza la formulación de la estrategia de la organización. La formulación comienza con un análisis del entorno externo e interno, para pasar a definir el posicionamiento estratégico y terminar con el diseño de un plan estratégico. En esta etapa se utilizan herramientas de definición del posicionamiento estratégico y gestión de la estrategia, como el Modelo Delta y Balance ScoreCard (10).
- **Definición de Modelo de Negocio:** El modelo de negocio permite materializar el planteamiento estratégico de la empresa. Describe el valor generado a los clientes y la forma en que este valor es entregado. Se utilizará el modelo de negocio Canvas propuesto por Osterwalder (11).
- **Diseño Arquitectura de Procesos:** Consiste en el diseño de grandes agrupaciones de procesos de la organización, los cuales están determinados por el posicionamiento estratégico y el modelo de negocio definido en etapas anteriores. Los patrones de diseño se basan en la arquitectura de procesos utilizada en diversas instituciones públicas de salud propuesta por Barros y Julio (12).
- **Diseño detallado de procesos:** En esta etapa se detallan los Macroprocesos definidos anteriormente y se modelan en detalle los procesos que permiten implementar los diseños. Para ellos se utilizan las notaciones IDEF0 y BPMN.
- **Diseño de Aplicación de Apoyo:** Basado en el diseño de los procesos realizados en la etapa anterior, se identifican qué actividades requieren apoyo tecnológico, y se realiza el diseño de las herramientas computacionales.
- **Construcción e Implementación:** Una vez diseñada la aplicación de apoyo, se realiza la construcción de las aplicaciones necesarias y la implementación

de éstas en la organización. Es importante en esta etapa tener en cuenta los procesos de gestión del cambio que permitan una implementación exitosa.

2.2 Sistemas Basados en Conocimiento

2.2.1 Descripción General

El desarrollo de sistemas computacionales que hacen uso del conocimiento surgió con el fin de entender el funcionamiento del cerebro humano. Estos sistemas, llamados sistemas de inteligencia artificial, permiten unificar competencias expertas para resolver problemas en diferentes áreas.

En la figura 4 se muestran los tipos de sistemas de inteligencia artificial, los más tradicionales son los Sistemas de Procesos Transaccionales (TPS), que son utilizados generalmente dentro de ambientes estructurados y con set de procedimientos definidos previamente. Estos sistemas consideran la generación de datos y su procesamiento para generar información valiosa. En el segundo nivel están los Sistemas de Apoyo a Decisiones (DSS) y Sistemas de Información de Gestión (MIS) que trabajan en ambientes semi-estructurados, y utilizan la data o información entregada por los TPS para generar análisis que puedan ser utilizados en la gestión. Los sistemas TPS, DSS y MIS llevan a cabo transacciones en el negocio, proveen análisis detallados de información y soportan decisiones de negocios, sin embargo, estos sistemas no toman decisiones propias o no justificadas, ya que no posee el conocimiento requerido. Los sistemas de inteligencia artificial más complejos (KBS y WBS) agregan esta última componente, y a través de reglas, juicios, principios, heurísticas, etc, permiten sintetizar el conocimiento experto y utilizarlo en la toma de decisiones estratégicas.

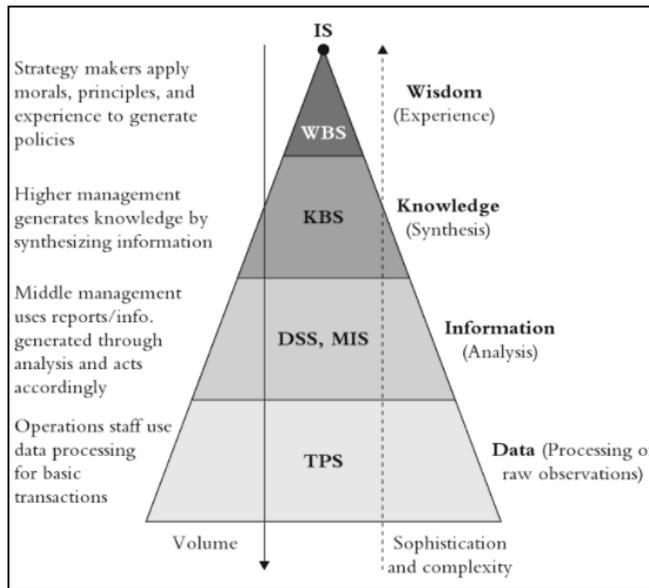


Figura 4. Sistemas de Conocimiento

Los sistemas que emulan el conocimiento de uno o más expertos en un dominio específico son llamados Sistemas Basados en Conocimiento (KBS). Los KBS reúnen el conocimiento humano que ha sido adquirido con estudios y experiencia, y lo agrupan a través de diferentes representaciones adecuadas a la problemática que se enfrenta. El funcionamiento de un KBS es mostrado en la figura 5. El conocimiento es proporcionado por los expertos en las temáticas que se desean desarrollar. El ingeniero de conocimiento es el encargado de adquirir el conocimiento y representarlo en el sistema computacional para que sea entendido por los usuarios. El proceso de adquisición del conocimiento explícito puede incorporar métodos básicos como entrevistas, cuestionarios, grabaciones, observaciones y otros métodos más complejos como clasificación de conceptos, mapeo de conceptos, análisis de protocolos, etc. El conocimiento adquirido es documentado en un esquema de representación del conocimiento que sea natural, eficiente y fácil de entender y desarrollar. Usualmente se utilizan reglas, marcos, guiones, redes semánticas, árboles, entre otros (13).

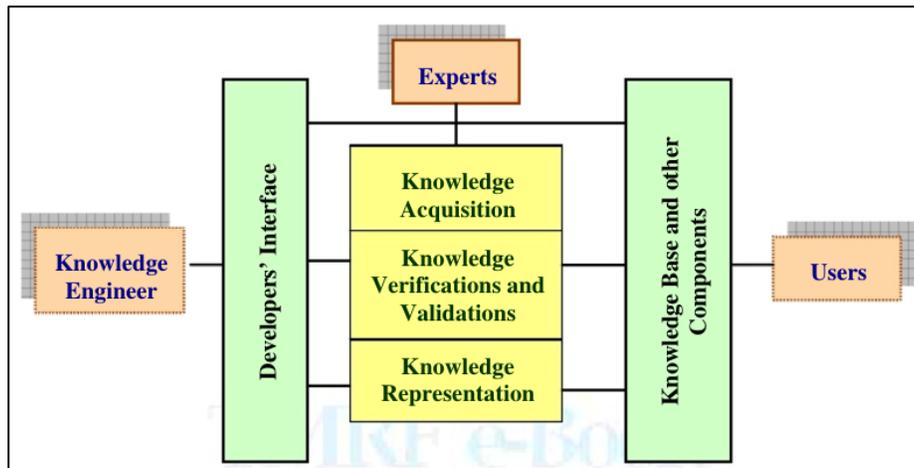


Figura 5. Esquema de un KBS

La utilización de los KBS resulta ventajosa en diversas situaciones por sobre los sistemas computacionales tradicionales, algunas de estas situaciones son:

- El conocimiento experto no está disponible o debe ser almacenado para su uso en un futuro.
- Se requiere asistencia o entrenamiento inteligente para la toma de decisiones para resolver problemas.
- Se requiere conocimiento experto en más de una temática y debe ser unificado para la toma de decisiones.
- Se requiere explicar el funcionamiento o los pasos utilizados para llegar a las conclusiones.

Por otro lado, este tipo de sistemas también presentan desventajas o limitaciones:

- Requieren la adquisición, representación y manipulación de grandes volúmenes de datos o información.
- El proceso de obtención y representación del conocimiento puede resultar complejo, especialmente si la naturaleza del conocimiento resulta muy abstracta.

2.2.2 Estructura de un KBS

En general los sistemas KBS se estructuran de forma similar al funcionamiento del cerebro humano. Cuentan con un repositorio de información o conocimiento que es leída o inferida por un motor que genera información valiosa.

Los componentes principales de un KBS son:

- **Base de conocimiento:** Información estructura para ser leída por maquinas o humanos. Esta información es extraída de los expertos en los diversos temas. Puede ser utilizada como repositorio de información de varias formas, almacenando resultados temporales, conteniendo piezas de información o datos, conocimiento mediante reglas de negocios, entre otros.
- **Motor de Inferencias:** Motor que realiza la interacción de las reglas definidas en la base de conocimiento para generar información, análisis y sugerencias útiles para la toma de decisiones.
- **Interfaz:** Permite la comunicación del sistema con el usuario, puede recibir información para incrementar la base de conocimiento, realizar reglas de negocio, inferencias o análisis, o también mostrar información relevante generada por el sistema para la toma de decisiones.

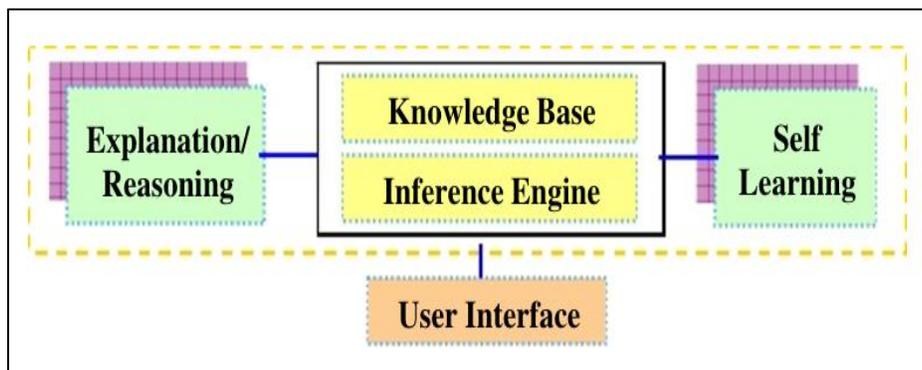


Figura 6. Componentes de un KBS

La componente de razonamiento es muy importante, ya que al igual que un experto, la credibilidad del sistema depende de la explicación y razonamiento de la decisión tomada o sugerida. El razonamiento consiste en explicitar el conocimiento experto a través de reglas siguiendo algún tipo de lógica (difusa, proposicional, etc).

2.3 Modelos de Riesgo

El proceso de mitigación del deterioro clínico requiere de una documentación, interpretación y gestión oportuna de los signos o síntomas presentados por los pacientes. Para ello, se han incorporado distintas herramientas al proceso de atención como gráficos de observaciones, capacitación del personal o la inclusión de equipos de respuesta rápida (RRT). Si bien estas herramientas han mostrado mejoras en el registro y en las acciones frente a situaciones de riesgo, la capacidad de identificación basada en el criterio humano subjetivo es limitada (14). Para ayudar en la detección y el tratamiento de los pacientes, se han desarrollado modelos de identificación basados en criterios clínicos objetivos denominados sistemas de alerta temprana (EWS). Estudios han demostrado que la inclusión de estos modelos ha mejorado la precisión en la identificación de pacientes con potencial deterioro clínico (15) (16).

Los sistemas de alerta temprana (EWS) cuantifican el riesgo mediante variables recolectadas durante el monitoreo diario de los pacientes. Las variables son categorizadas de acuerdo a umbrales predefinidos y la desviación de uno o más parámetros genera intervenciones clínicas específicas. Los sistemas más destacados han sido el National Early Warning System (NEWS), Modified Early Warning Systems (MEWS), VitalPac Early Warning System (VIEWS), Targeted real-time early warning score (TREWS), entre otros (17) (18) (19) (20). Además, existen numerosos EWS para pacientes pediátricos, sin embargo, solo algunos han sido validados como el Pediatric Early Warning Score (PEWS), Bedside Paediatric Early Warning System Score y el Cardiac Children's Hospital Early Warning Score (C-CHEWS) (21) (22) (23).

De acuerdo al National Institute for Health and Care Excellence (NICE), todo EWS debe tener un mínimo de 5 variables fisiológicas: frecuencia respiratoria, frecuencia cardíaca, saturación de oxígeno, temperatura y estado de conciencia (35). Además, modelos como el MEWS han agregado variables como la diuresis y el Índice de Masa Corporal (18). Así mismo, el VIEWS y el TREWS agregaron requerimiento de oxígeno, índice de shock séptico y resultados de laboratorio (19) (20). En pacientes pediátricos, el PEWS ha incluido requerimientos de oxígeno, recarga capilar (CRT), número de

medicamentos administrados y presencia de antecedentes clínicos (21). Así mismo, el Bedside PEWS ha incluido el pulso y esfuerzo respiratorio (22).

Otros modelos utilizados en pacientes pediátricos, son el Pediatric Index of Mortality (PIM) o el Pediatric Risk of Mortality (PRISM). Estos se centran en la probabilidad de mortalidad del paciente al ingresar a las unidades de cuidados críticos. Estos modelos han presentado desventajas debido al gran número de variables que requieren dificultando su utilización en la práctica clínica (24) (25).

Respecto a la validación de los EWS, generalmente los pacientes se separan en dos grupos, aquellos atendidos en cuidados generales y los trasladados a UCI, fallecidos o que hayan tenido que ser reintervenidos quirúrgicamente. Utilizando estos grupos se intenta medir la capacidad de predicción de los modelos o se analiza la evolución de los puntajes en diferentes intervalos de tiempos. Otros métodos utilizan comparaciones con otros modelos de identificación o con otros instrumentos de evaluación de riesgo basados en juicio clínico.

CAPÍTULO 3: PLANTEAMIENTO ESTRATÉGICO Y MODELO DE NEGOCIOS

En este capítulo se muestra la Visión y Misión del Hospital Dr. Exequiel González Cortés para el periodo 2015 – 2018. Además, se presenta el enfoque utilizado por la institución para resolver las problemáticas utilizando como referencia el Modelo Delta de Arnoldo Hax (10).

3.1 Visión

Al año 2018, Nos comprometemos en comunidad a proteger los derechos de los niños@s, en todas las acciones que como hospital realizamos.

3.2 Misión

El Hospital de Niños Exequiel González Cortés, es un Establecimiento Asistencial Docente, dependiente del Servicio de Salud Metropolitano Sur, que fundamenta su quehacer en la satisfacción de las necesidades de Promoción, Prevención, Recuperación y Rehabilitación de la Salud de la población infantil y adolescente del área sur de la Región Metropolitana. Con equipos multidisciplinarios comprometidos, con el más alto nivel de excelencia profesional y tecnológico, en desarrollo permanente y trabajando en un ambiente grato, respetando los derechos de las personas e integrando a la familia, la comunidad y la red asistencial en los cuidados y tratamiento de los niños (2).

3.3 Posicionamiento Estratégico

Dado que el Hospital Exequiel González Cortes es una institución pública, se puede aplicar el Modelo Delta para organizaciones sin fines de lucro creado por Arnoldo Hax, el cual dice que dichas organizaciones deben centrar sus estrategias para lograr alguno de los tres enfoques mostrados en la figura 7 (10). Cabe destacar que el posicionamiento estratégico elegido para el HEGC no está enfocado en su posición actual, sino en la posición hacia donde está migrando la Institución.

Si bien el planteamiento estratégico declarado específicamente en la visión del hospital en el periodo de 2010 – 2014 hace referencia a mejor producto, centrado en

la entrega de un servicio eficiente y de calidad, se logra determinar que el planteamiento estratégico hacia el cual va encaminado el HEGC corresponde a Servicio Integral al Cliente. Este último se identifica claramente en la misión del hospital mostrada anteriormente, donde se menciona y se enfatiza en la integración de la familia, la comunidad y la red asistencial en los cuidados y tratamiento de los niños.

Esta posición estratégica va de la mano con los ejes del modelo de Salud Integral Hospitalario que propone el HEGC, los cuales definen al hospital como un espacio comunitario, de integración familiar, donde se promueve activamente el rol familiar a través de participación activa, acompañamiento y educación en deberes, derechos y cuidados que requiera el paciente. En adición, el HEGC ha elaborado diversas estrategias y proyectos que dan cuenta de las políticas de apertura e inclusión, donde destacan jornadas de aperturas del hospital a la comunidad, desarrollo de competencias para permitir la incorporación del niño/adolescente y su familia en el proceso de cuidados, funcionar con acompañamiento las 24 horas, espacios para los familiares y tutores, proyectos de atención domiciliaria, entre otros.

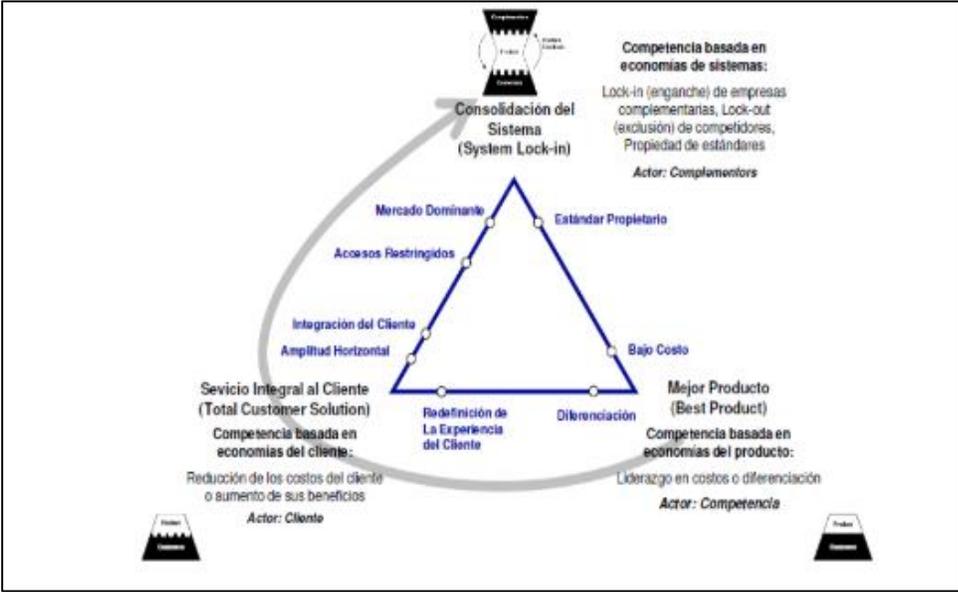


Figura 7. Modelo Delta de Arnoldo Hax

3.4 Balanced Scorecard

El Hospital sigue los Lineamientos Estratégicos del Ministerio de Salud, en particular, el plan estratégico propuesto por el hospital sigue 10 objetivos estratégicos del Ministerio de Salud que buscan disminuir el rezago infantil, disminuir la mortalidad perinatal y disminuir las listas de espera, mejorar la calidad y seguridad del paciente, fortalecer la investigación en salud, entre otros.

Como se muestra en la figura 8, a nivel estratégico el hospital define para el periodo 2015-2018 una visión institucional, la cual se pretende lograr desarrollando 5 ejes estratégicos fundamentales. Los ejes estratégicos definidos por la institución son: Eje Estratégico Comunitario, Eje Estratégico Ciudadano, Eje Estratégico de Proyectos de Desarrollo de Procesos Clínicos, Eje Estratégico de Desarrollo Humano Inclusivo y Eje Estratégico de Eficiencia Financiera. En cada uno de los ejes estratégicos se formularon proyectos con objetivos y metas, los cuales se encuentran alineados a los objetivos estratégicos ministeriales mencionados anteriormente. En particular, este proyecto está inmerso en el Eje estratégico de Desarrollo de Procesos Clínicos y busca disminuir la ocurrencia de eventos críticos en pacientes hospitalizados. Este objetivo está alineado con el Objetivo Estratégico Ministerial 8.2, que busca mejorar la calidad y seguridad de los pacientes en la atención cerrada, y con el modelo de atención propuesto por el hospital, el cual está basado en una atención humanizada e integral, con calidad y oportunidad y que garantice el mejor resultado sanitario (3).



Figura 8. Mapa Estratégico HEGC 2015

3.5 Modelo de Negocios

Para el estudio del Modelo de Negocio del HEGC se utilizó la metodología de Osterwalder (11). Este modelo presenta mayor grado de completitud en comparación a modelos anteriores y permite distinguir y facilitar la relación entre el negocio de la estrategia. A continuación, se detalla el modelo de negocios del HEGC de acuerdo al Posicionamiento Estratégico que desarrolla hoy en día.

3.5.1 Propuesta de valor al cliente

Se presenta el cliente objetivo del hospital junto con su oferta hacia sus pacientes:

- Entregar una atención oportuna, de calidad y centrada en el paciente contando para ello con un equipo médico de excelencia.

- Integrar a las familias y tutores en el tratamiento de los pacientes. A través de la realización de múltiples proyectos, el hospital busca generar un espacio comunitario para los pacientes y sus familiares, donde el paciente esté acompañado durante toda su estadía en el hospital.
- Coordinación activa con los Centros de Atención Primaria de Salud (APS) donde reside el paciente, de manera de velar por la continuidad de la atención y la identificación de actividades de promoción y prevención locales.

3.5.2 Segmento de Clientes

El Hospital Exequiel González ofrece sus servicios a los pacientes pediátricos hasta 17 años residentes en las comunas del sector sur de Santiago, atendidas por el Servicio de Salud Metropolitano Sur.

3.5.3 Relación con los Clientes

La relación con el cliente es de forma presencial y se lleva a cabo a través de las tres modalidades de atención que ofrece el hospital.

3.5.4 Canales de Comunicación

El principal canal de comunicación con los pacientes es de forma presencial en las instalaciones del Hospital Exequiel González Cortés. Además, se llevan a cabo servicios de salud remota en pacientes crónicos pertenecientes a los programas AVI y AVNI, como también servicios de Telemedicina en unidades de rehabilitación.

Por otro lado, existen programas en colegios y junta de vecinos de las comunas del sector, con el fin de educar y orientar a la población. Por último, el hospital cuenta con página web y redes sociales con toda la información necesaria para que el paciente realice correctamente su atención médica, se informe de campañas, aporte con su experiencia de atención, etc.

3.5.5 Actividades Claves

El hospital cuenta con varios procesos importantes para realizar una adecuada atención al paciente, entre ellos destacan:

- Procesos de atención médica: Atención de Urgencia, Atención Ambulatoria y Atención de Hospitalización.
- Procesos de atención integral: atención integral del paciente y atención integral del problema de salud.
- Procesos de Apoyo a la Atención: Realización de exámenes, Movilización y Traslado de Pacientes, Dispensación de medicamentos, etc.
- Procesos de Manejo de Información: La inclusión del Registro Clínico Electrónico en el hospital, otorga vital importancia a estos procesos para disponibilizar la información clínica y entregar el soporte tecnológico para entregar una atención de calidad.

3.5.6 Recursos Claves

El recurso más importante del hospital es el personal involucrado en la atención, tanto personal clínico como administrativo. Otro recurso fundamental son los recursos de apoyo clínico, como el equipamiento médico e insumos necesarios para realizar los tratamientos. Finalmente, los recursos informáticos y comunicacionales adquieren gran importancia al almacenar la información de los pacientes de forma segura y entregar el soporte para la mantención de los distintos sistemas del hospital.

3.5.7 Partners Claves

Se pueden nombrar como Partners claves:

- Centro Nacional de Abastecimiento (CENABAST), encargado de abastecer de medicamentos e insumos de uso médico a los establecimientos de salud.
- Proveedores de equipamiento médico tales como maquinarias, herramientas, equipos tecnológicos, etc.
- Servicio Salud Metropolitano Sur: encargado de llevar a cabo la planificación, gestión desarrollo de la red de hospitales del sector sur.
- Universidades: Generan alianzas con el hospital para beneficio de ambas Instituciones. Permite la formación de personal clínico y la creación de nuevos proyectos de mejora de la calidad de atención.

3.5.8 Fuentes de Ingreso

Los beneficios económicos del HEGC son dependientes de la producción del hospital, los ingresos son provenientes de pagos por prestaciones institucionales (PPI) y pagos prestaciones valoradas (PPV). Los pagos por prestaciones valoradas (PPV) están compuestos por pagos asociados a diagnósticos (PAD), pagos por prestaciones (PPP) y garantías explícitas de Salud (GES). Los fondos son provenientes del Fondo Nacional de Salud (FONASA) y del Ministerio de Salud (MINSAL) a través de los distintos Servicios de Salud.

3.5.9 Estructura de Costos

Se contemplan los siguientes costos incurridos por el hospital:

- Gastos en recursos humanos tales como honorarios, asignación de turnos, bonos, etc.
- Gastos en recursos físicos necesarios para los tratamientos.

Tabla 4: Canvas HEGC

Aliados Clave	Actividades Clave	Propuesta de Valor	Relación con el Cliente	Segmentos de Clientes
1- Centro Nacional de Abastecimiento. (CENABAST) 2- Proveedores de equipamiento médico. 3- Servicio Salud Metropolitano Sur. 4- Universidades e instituciones docentes.	1- Procesos de atención clínica. 2- Procesos de atención integral. 3- Procesos de Apoyo a la Atención	1- Entregar una atención oportuna, de calidad y centrada en el paciente. 2- Integrar a las familias y tutores en el tratamiento. 3- Coordinación activa con los Centros de Atención Primaria de Salud	Presencial a través de las modalidades de atención Canales 1- Presencial en el HEGC. 2- Servicios de salud remota para pacientes crónicos. 3- Programas comunales 4- Redes sociales	Pacientes pediátricos de hasta 17 años residentes de las comunas del sector sur de Santiago

Estructura de Costes	Estructura de Ingresos
<ul style="list-style-type: none"> 1- Gastos en recursos humanos tales como honorarios, asignación de turnos, bonos, etc. 2- Gastos en recursos físicos necesarios para los tratamientos. 	<ul style="list-style-type: none"> 1- Pagos por prestaciones institucionales (PPI) 2- Pagos prestaciones valoradas (PPV)

3.5.10 Relación del modelo de negocios con posicionamiento estratégico

Es posible notar el alineamiento del modelo de negocios con el posicionamiento al cual va encaminado el hospital. La propuesta de valor muestra tres directrices principales, una atención médica de calidad y oportuna, la integración familiar en el tratamiento y la coordinación con los centros de atención primarios de salud (APS) del paciente. Estas dos últimas están directamente relacionadas con el posicionamiento de Solución Integral para el Cliente, pues busca redefinir la experiencia del paciente en su atención médica, a través de la integración con las familias, con los hogares y los APS. Para llevar a cabo esta integración se deben incluir los procesos claves de atención integral del paciente. Esta inclusión tiene como objetivo conocer al paciente, tanto como personas individuales como su interacción con el entorno. Esto permitiría una posición proactiva de parte del hospital con énfasis en la anticipación de los problemas de salud de sus pacientes.

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS SITUACIÓN ACTUAL

4.1 Arquitectura de Procesos

El modelamiento de los Macroprocesos se llevó a cabo utilizando la notación IDEF0, la cual define cuatro variables que afectan a los procesos: inputs, outputs, mecanismos y controles, como se muestra en la Figura 9.

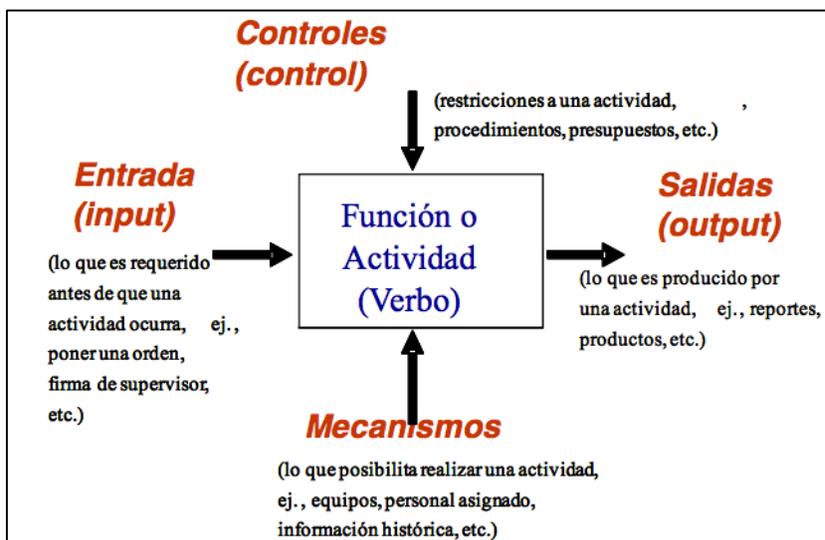


Figura 9. Notación IDEF0

Para diseñar los primeros niveles de una Arquitectura de procesos, se usó como referencia el diseño de Arquitectura de procesos para hospitales propuesto por Barros & Julio (12). En la figura 10 se muestra la Arquitectura de Macroprocesos para el Hospital Exequiel González Cortés.

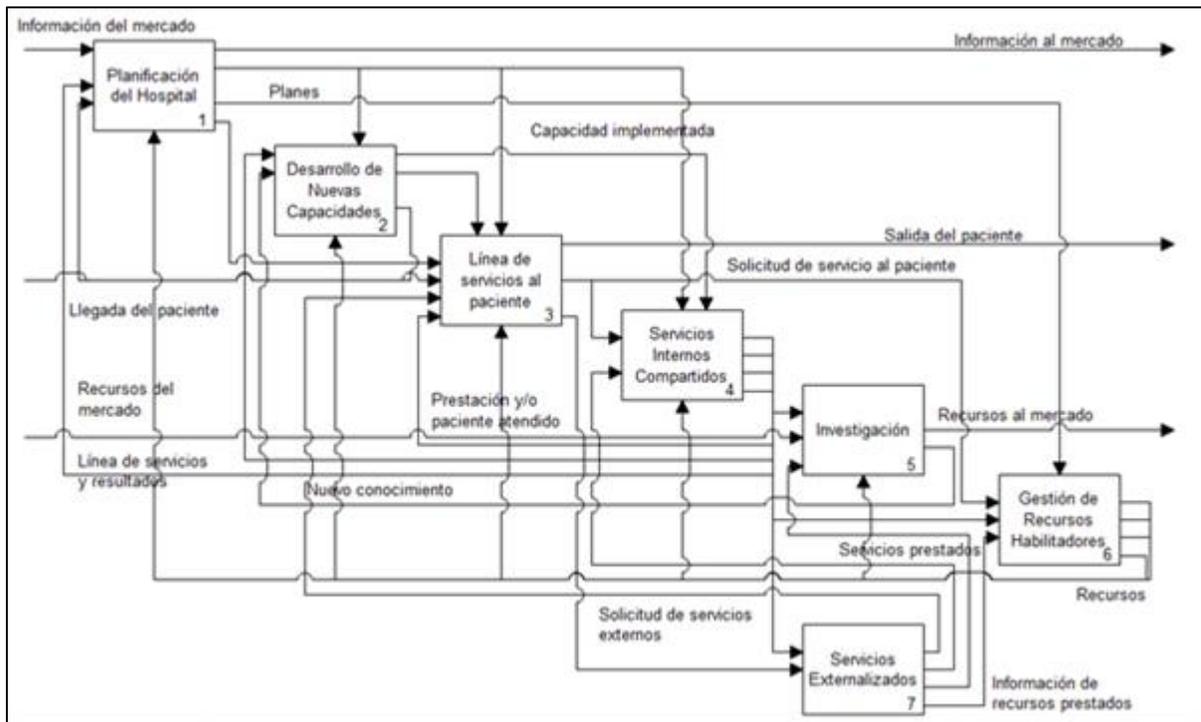


Figura 10. Macroprocesos HEGC

Se observan las cuatro Macros presentes en una empresa, por un lado, la Macro correspondiente a Planificación Estratégica (Macro 3), donde se realizan los procesos asociados a la toma de decisiones estratégicas en una organización. Estas decisiones siguen los lineamientos estratégicos definidos por el hospital y se materializan en planes y programas que permitan llevar a cabo los procesos de las Macros restantes. La información generada en esta macro genera flujos de control sobre las demás macros, con el fin de evaluar el cumplimiento de dichos objetivos.

La Macro 2 de Desarrollo de Nuevas Capacidades contiene los procesos que desarrollan las nuevas capacidades que la empresa requiera para ser competitiva. Esta Macro utiliza las ideas y resultados de los procesos de Macro 1 (líneas de Servicio al Paciente, Servicios Comunes e Investigación) y mediante los recursos habilitadores genera nuevas capacidades para entregar un mejor servicio al paciente.

La Macro 1, la cual representa las cadenas de valor del hospital, fue dividida en tres componentes: Líneas de Servicio al Paciente, Servicios Comunes Propios e Investigación. Se entiende por Líneas de Servicios al Pacientes a los servicios de atención ofrecidos por el hospital para sus pacientes y, por ende, los procesos

centrales del hospital. Los Servicios Comunes Propios corresponden a los servicios habilitantes para las Líneas de Servicios al Paciente y que son propios del hospital, sin la necesidad de incurrir en los servicios de un proveedor externo. Además, se contempla la investigación como parte de la cadena de valor, pues el Hospital ha servido como base para numerosas investigaciones en el ámbito de la salud, beneficiando no solo a los pacientes con una mejor atención, sino también a la sociedad a través de la generación de nuevos conocimientos.

Por último, la Macro 4 de Gestión de recursos Habilitadores se encarga de la gestión de procesos de apoyo, que obtienen y manejan los recursos para que los procesos centrales operen de forma adecuada, destacan la gestión de recursos humanos, gestión de recursos financieros y gestión de recursos tecnológicos del hospital, entre otros.

4.2 Modelamiento Detallado de Procesos

Como se mencionó anteriormente, el presente proyecto sigue el lineamiento estratégico que busca disminuir la ocurrencia de eventos críticos en pacientes hospitalizados. Tiene como objetivo la construcción de un modelo de riesgo de descompensación que permita anticiparse a crisis o al deterioro del estado de salud de los pacientes utilizando información generada durante la atención cerrada. Dado esto, el proyecto se encuentra enmarcado dentro de los procesos de hospitalización del paciente, perteneciente a los Servicios Comunes Propios.

Por otro lado, un paciente interactúa con el hospital a través de las Líneas de Servicios al paciente, la cual está compuesta por la Atención de Urgencia y la Atención Ambulatoria electiva. Si es pertinente, el paciente es derivado hacia el servicio común de Hospitalización, es decir, el paciente es hospitalizado para continuar el proceso de atención. Dado esto, es importante conocer, de forma general, los procesos inmersos en los Macroprocesos “Líneas de Servicios al paciente”, los cuales son la puerta de entrada a los procesos que abarca el presente proyecto.

4.2.1 Líneas de Servicios al Paciente

Las líneas de servicios al paciente poseen las cadenas de valor del hospital que interactúan directamente con los pacientes. Estos servicios atienden a pacientes habituales o aquellos que visitan por primera vez el hospital. De acuerdo a la naturaleza de atención que ofrecen, atiende a pacientes con condiciones clínicas muy diferentes. Entre ellos se encuentran los Servicios de Atención de Urgencia y Atención Ambulatoria Electiva.

- **Atención de Urgencia:** Es uno de los servicios de mayor complejidad dentro de los hospitales, debido a las características de la atención que ofrece. Recibe a los pacientes que deben ser atendidos de forma inmediata debido a su condición de salud (riesgo vital, condiciones críticas de salud). Debido a la alta demanda que presenta, los pacientes son categorizados de acuerdo a su gravedad para ser atendidos. Concluida la atención y de acuerdo al estado de salud del paciente, éste puede ser derivado a su domicilio o hacia el Servicio de Atención de Hospitalización.
- **Atención Ambulatoria Electiva:** Este servicio atiende a los pacientes que requieren atención médica, pero no presentan una condición de salud crítica que requiera atención inmediata. Recibe a los pacientes que son derivados desde consultorios generales o desde las unidades del mismo hospital con una hora médica previamente agendada. De acuerdo a la evaluación clínica realizada durante la atención, estos pueden continuar su atención en el consultorio, pueden ser citados nuevamente a atención en el hospital o pueden ser derivados al Servicio de Hospitalización.

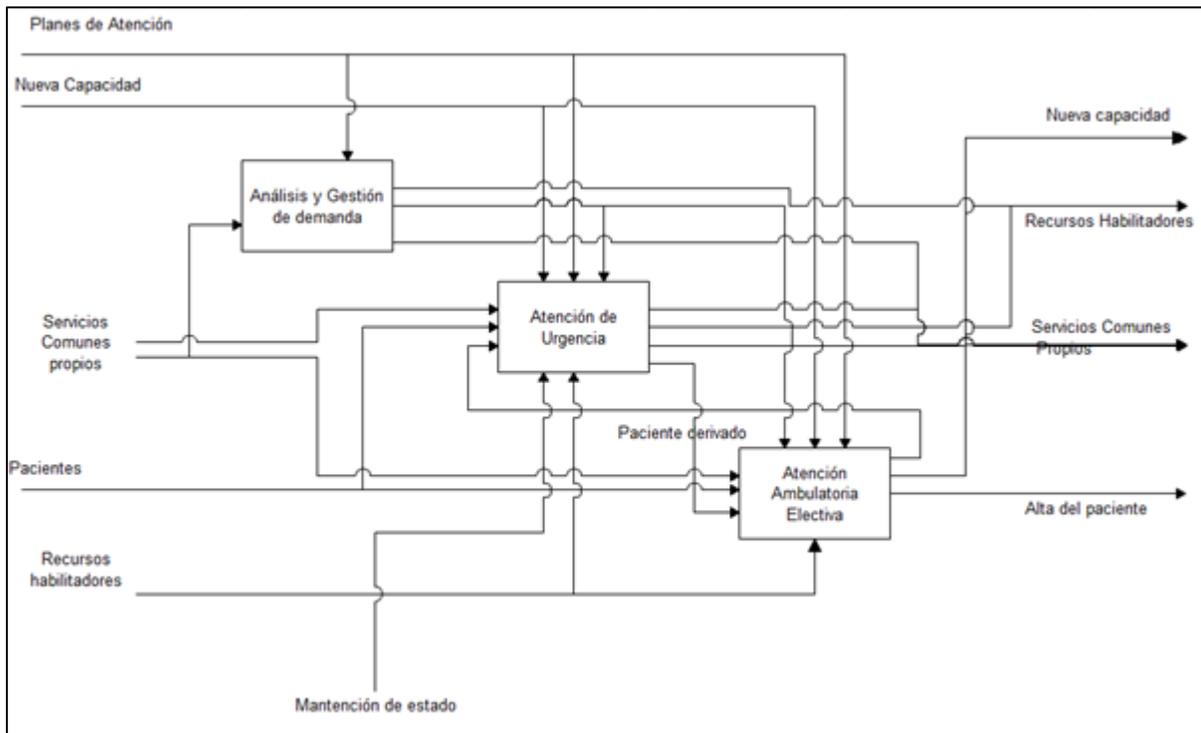


Figura 11. Líneas de Servicio HEGC

4.2.2 Servicios Comunes Propios

La Figura 12 muestra los procesos de Servicios Comunes Propios que debiesen apoyar las Líneas de Servicio al Paciente. Esta macro está compuesta por los siguientes procesos:

- **Apoyo a la atención:** Son los procesos que sirven de apoyo en la atención del paciente, entre ellos destacan la realización de exámenes de laboratorio y UMT, exámenes de Imagenología, dispensación de medicamentos para pacientes ambulatorios y hospitalizados, procesos asociados al traslado y movilización de pacientes, procedimiento de especialidades y enfermería, atención nutricional y Rehabilitación, y Medicina Física, entre otros.
- **Supervisión de atención:** Procesos asociados a la vigilancia en la atención del paciente permitiendo el cumplimiento de protocolos tanto en la atención de los pacientes como en el funcionamiento general del hospital. Entre ellos destacan los procesos de supervisión de indicadores de calidad, supervisión de

cumplimiento de protocolos, Detección, investigación y registro de incidentes críticos, vigilancia de infecciones, vigilancia farmacológica, Control de dispensación de medicamentos, calidad y seguridad del paciente, integración cultural, entre otros.

- **Hospitalización:** Procesos asociados al servicio de hospitalización de pacientes, contempla los subprocesos asociados a la atención del paciente durante su estadía en el hospital. Estos procesos serán abordados con mayor detalle más adelante.
- **Atención Complementaria:** Procesos relacionados con la atención complementaria a la atención clínica. La inclusión de estos procesos sigue los lineamientos del hospital mencionados anteriormente de ofrecer una atención integral al paciente. En estos procesos destacan la atención de apoyo al desarrollo psicomotor del paciente, atención de apoyo biopsicosocial o emocional del paciente, atención de casos con sospecha de maltrato infantil, atención de casos sociales, vacunación de pacientes, etc.

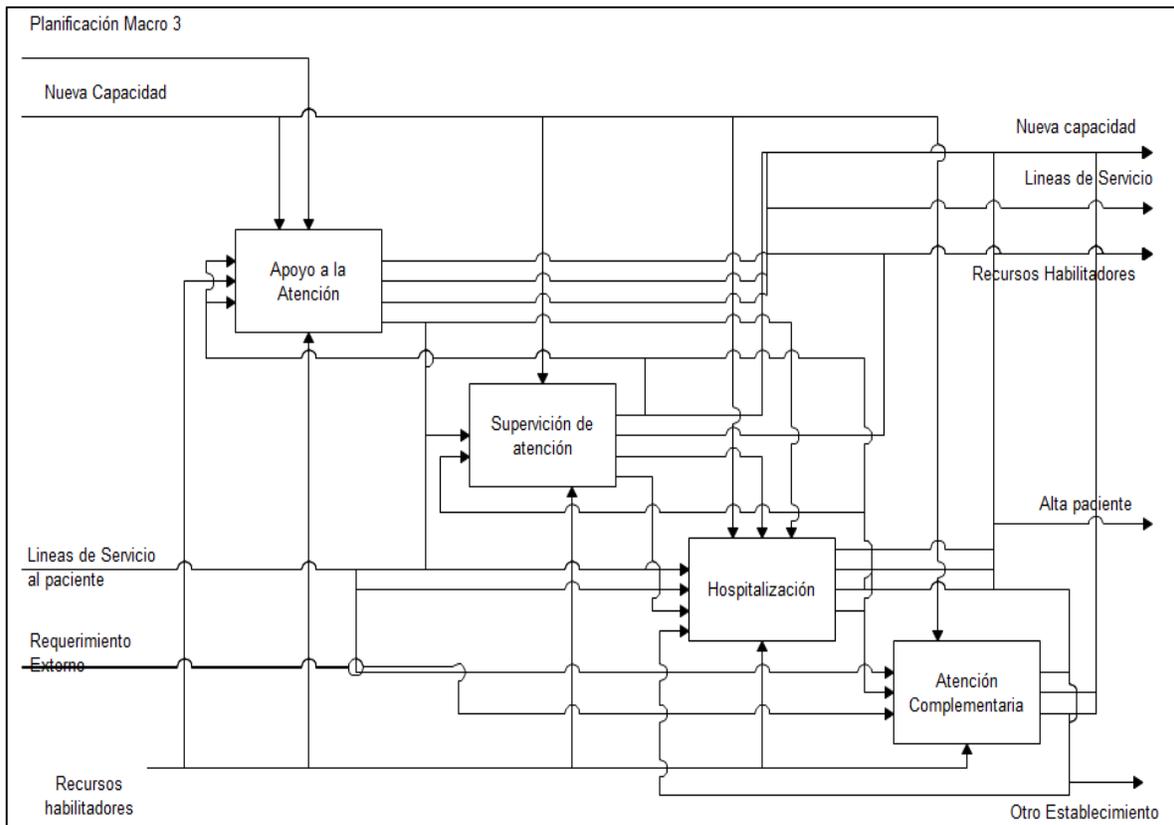


Figura 12. Servicios Comunes

4.2.3 Servicio de Hospitalización

Como se mencionó, el proyecto se enmarca dentro del Servicio Común de Hospitalización. En este servicio se realiza la atención de los pacientes que son derivados desde la Atención Electiva o Atención de Urgencias. Son hospitalizados pacientes de mayor gravedad que requieren de tratamientos permanentes, o que necesitan intervenciones quirúrgicas. Como se muestra en la figura 13, la estructura de procesos del Servicio de Hospitalización está compuesta por los procesos Gestión de la Atención del Paciente, Atención del Paciente y Mantenimiento de Estado.

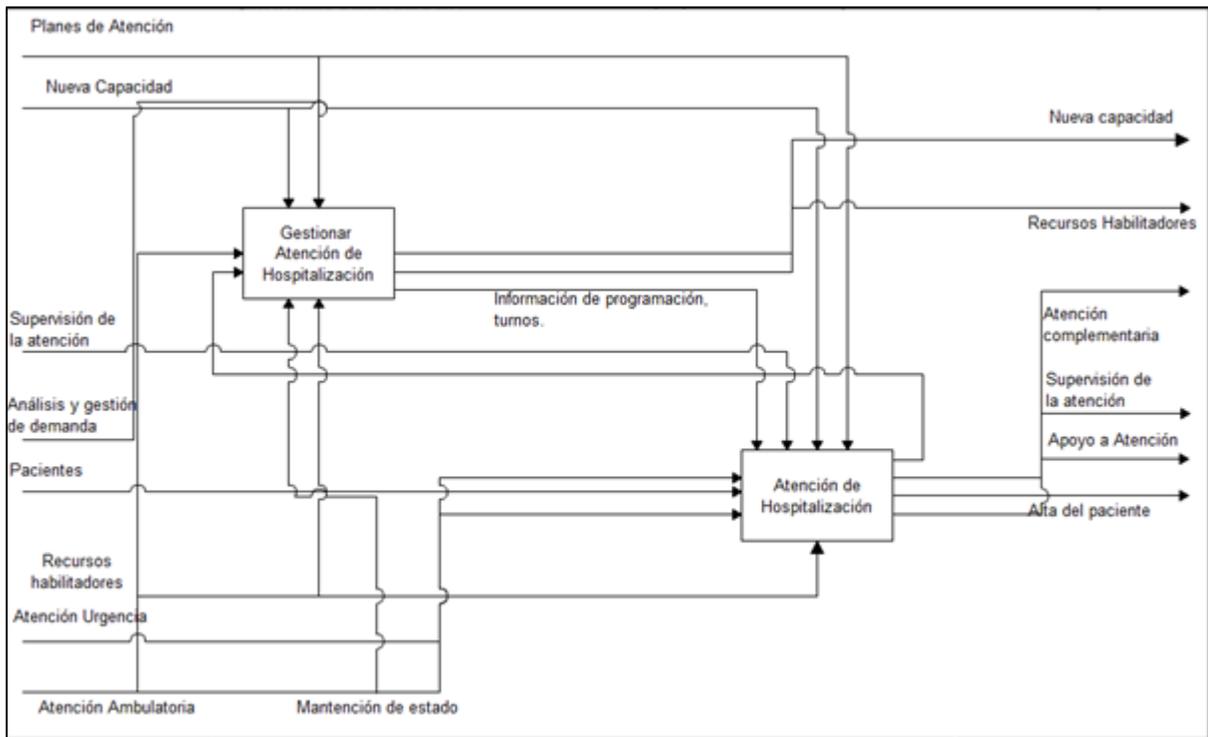


Figura 13. Servicio de Hospitalización

- **Gestión de la Atención del Paciente Hospitalizado:** Procesos relacionados con la planificación, ejecución y control de las unidades del servicio de Hospitalización. Contempla los procesos de evaluación de ingreso de pacientes a las unidades de hospitalización o derivación a otro centro asistencial, asignación del personal clínico encargado, preparación de la unidad paciente, programación y distribución de los turnos del personal de salud y de los insumos utilizados durante la atención. En estos procesos se genera el listado de pacientes que se encuentran en atención y que deben ser monitoreados por el personal. El monitoreo actual del hospital genera información sobre el atraso de registro de signos vitales, permitiendo a estos procesos gestionar al personal para realizar el control de signos vitales en los tiempos correspondientes.
- **Atención del Paciente Hospitalizado:** Corresponde a los procesos donde se realiza la definición, programación, ejecución y monitoreo de los tratamientos y cuidados realizados al paciente. En estos procesos se produce la interacción de los distintos profesionales con el paciente y se genera información clínica valiosa del estado de salud de los pacientes.

4.2.4 Atención del Paciente Hospitalizado

Como se mencionó, en los procesos de Atención del Paciente se definen y realizan los tratamientos y cuidados que requiere el paciente. En relación con el presente proyecto, en estos procesos se genera información clínica que podría ser utilizada para mejorar el proceso de atención, identificando a los pacientes con mayor riesgo y asegurando intervenciones oportunas y evitando el empeoramiento de su estado. En la figura 14, se muestran los subprocesos pertenecientes a la Atención del Paciente hospitalizado, relacionados con la Programación de la Atención del Paciente, la Ejecución de la Atención del Paciente y el Monitoreo del Paciente.

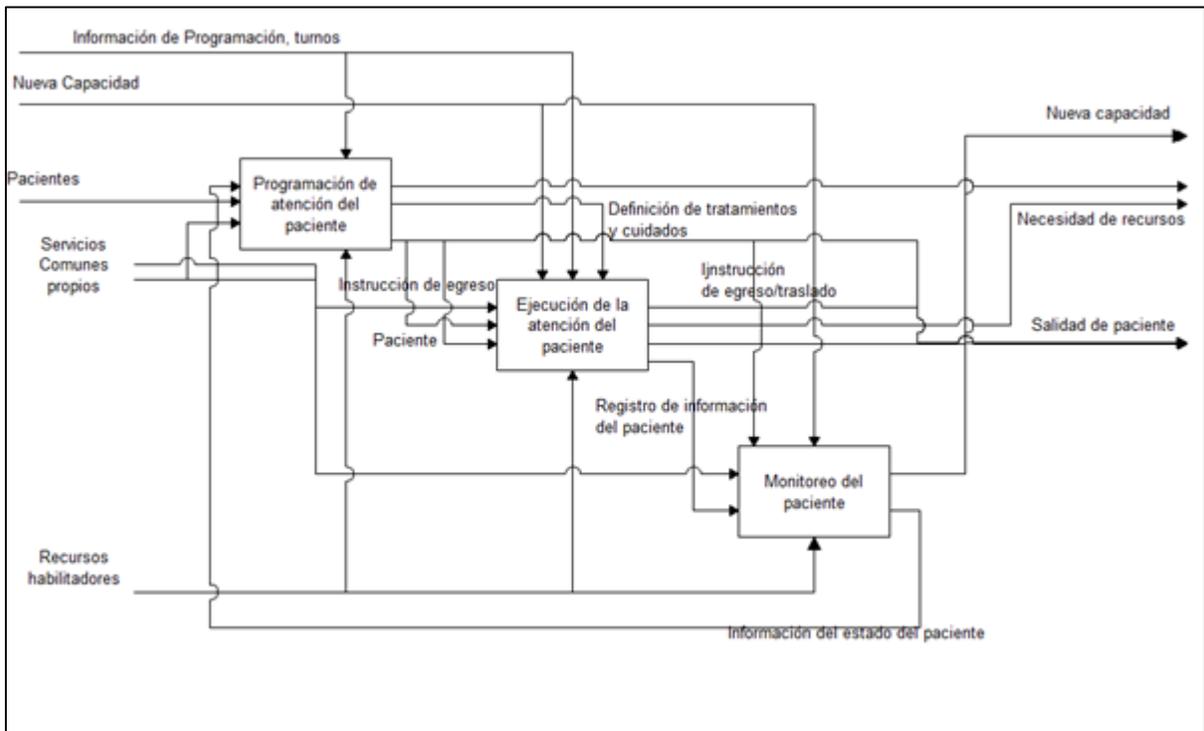


Figura 14. Atención del Paciente Hospitalizado

- **Programación de la Atención de hospitalización:** En estos procesos se realiza la definición de los requerimientos necesarios para mejorar la condición de salud de los pacientes. Cada profesional que interviene en la atención realiza una evaluación estructurada que finaliza con un conjunto de acciones a realizar por los distintos profesionales. Esta evaluación permite recolectar información

clínica del paciente, que puede ser utilizada para la toma de decisiones durante su proceso de atención. Las acciones a realizar tienen relación con decisiones sobre traslados, egresos, tratamientos y cuidados que deben ser ejecutados.

- **Ejecución de la Atención de hospitalización:** Procesos encargados de realizar cada una de las intervenciones definidas en los procesos anteriores. En ellos se lleva a cabo la administración de medicamentos, realización de cuidados, registro de balance hídrico, y signos vitales, entre otros. En la actualidad, estos procesos son soportados por una aplicación que permite recolectar los signos vitales de los pacientes hospitalizados.
- **Monitoreo del Paciente:** Son los procesos que soportan el monitoreo del estado de los pacientes. Se produce a través de las distintas interacciones que tiene el personal con los pacientes durante el proceso de atención. Dentro de estos procesos se contempla el Monitoreo de los tratamiento y cuidados que posee el paciente.

A continuación, se muestran en detalle los procesos de Programación de Atención del Paciente, mostrados en la figura 15.

4.2.5 Programación de la Atención de hospitalización

- **Evaluación, Diagnóstico y Definición del Tratamiento:** En estos procesos se realiza la evaluación clínica del paciente. Contempla la realización de un examen físico, la definición de una hipótesis diagnóstica, del plan de tratamiento y finaliza con las indicaciones a ser realizadas durante la atención. Este proceso puede ser realizado varias veces durante la estadía en la unidad de Hospitalización, ya sea al momento del ingreso o el egreso del paciente, o por cambios en la condición de salud. Como se mencionó, este proceso de evaluación es clave, pues genera información importante sobre el estado de salud del paciente, como sus diagnósticos, comorbilidades, antecedentes clínicos, indicaciones de medicamentos, exámenes, tratamiento de oxigenoterapia, entre otros. Estas indicaciones gatillan distintas acciones o actividades que luego son ejecutadas en los procesos de Ejecución de Tratamientos.

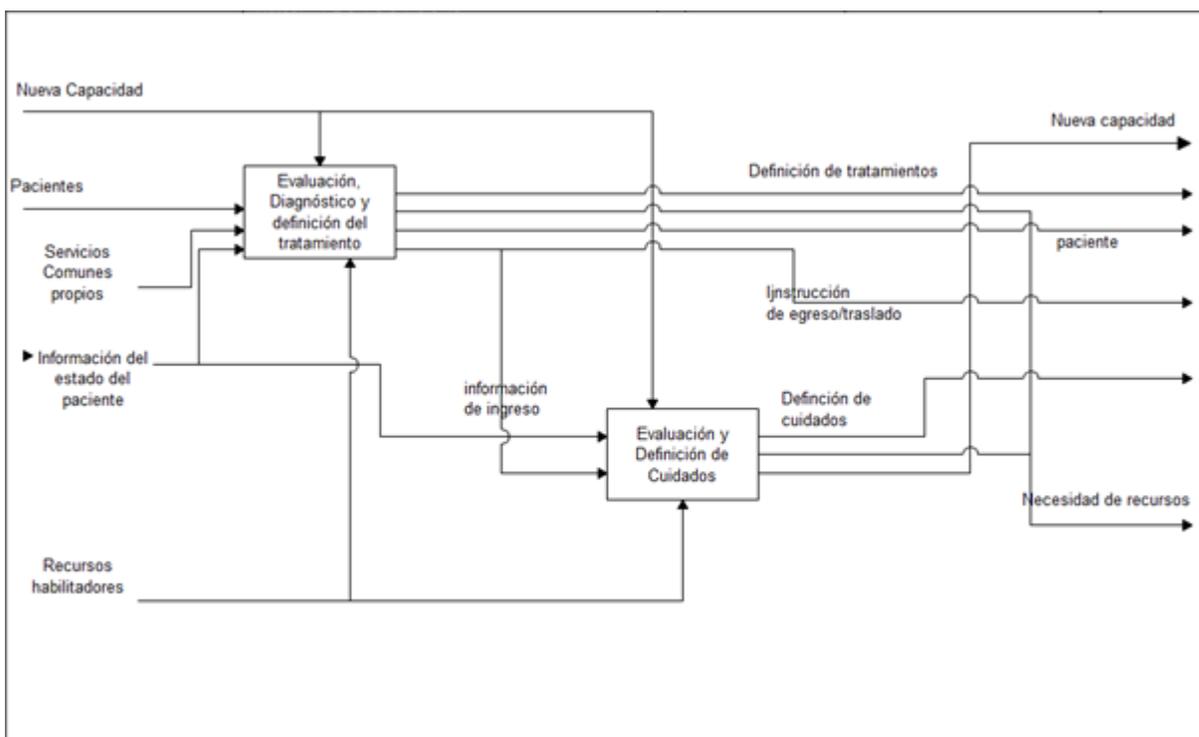


Figura 15. Programación de Atención del Paciente

- **Definición de Cuidados:** Procesos que soportan la evaluación de los cuidados necesarios del paciente. Contempla la realización de un examen físico y la definición de un plan de cuidados materializado a través de objetivos e intervenciones específicas. Los cuidados del paciente contemplan necesidades básicas que deben ser satisfechas con las intervenciones definidas por el personal de enfermería. Es importante destacar que en este proceso se definen las intervenciones de registro de los signos vitales del paciente, que luego son realizadas en los procesos de Ejecución de Cuidados.

4.2.6 Ejecución de la Atención de hospitalización

- **Ejecución de Tratamientos:** En estos procesos se realizan las indicaciones de tratamiento definidas en los procesos de Evaluación, Diagnóstico y Definición del Tratamiento. Cada indicación conlleva una o más actividades que deben ser realizadas, como por ejemplo la administración de medicamentos, la realización de un procedimiento, la instalación de un dispositivo de oxigenación, etc. La mayor parte de la información de ejecución de los tratamientos es registrada en papel, excepto el registro del tratamiento de oxígeno que posee el paciente, el cual se realiza en la herramienta de monitoreo mencionada anteriormente.

Según el juicio clínico experto de los médicos del hospital, el tratamiento de oxigenoterapia es un factor que incide en el riesgo del paciente, por lo que estos registros son de vital importancia para tener noción del estado de salud del paciente.

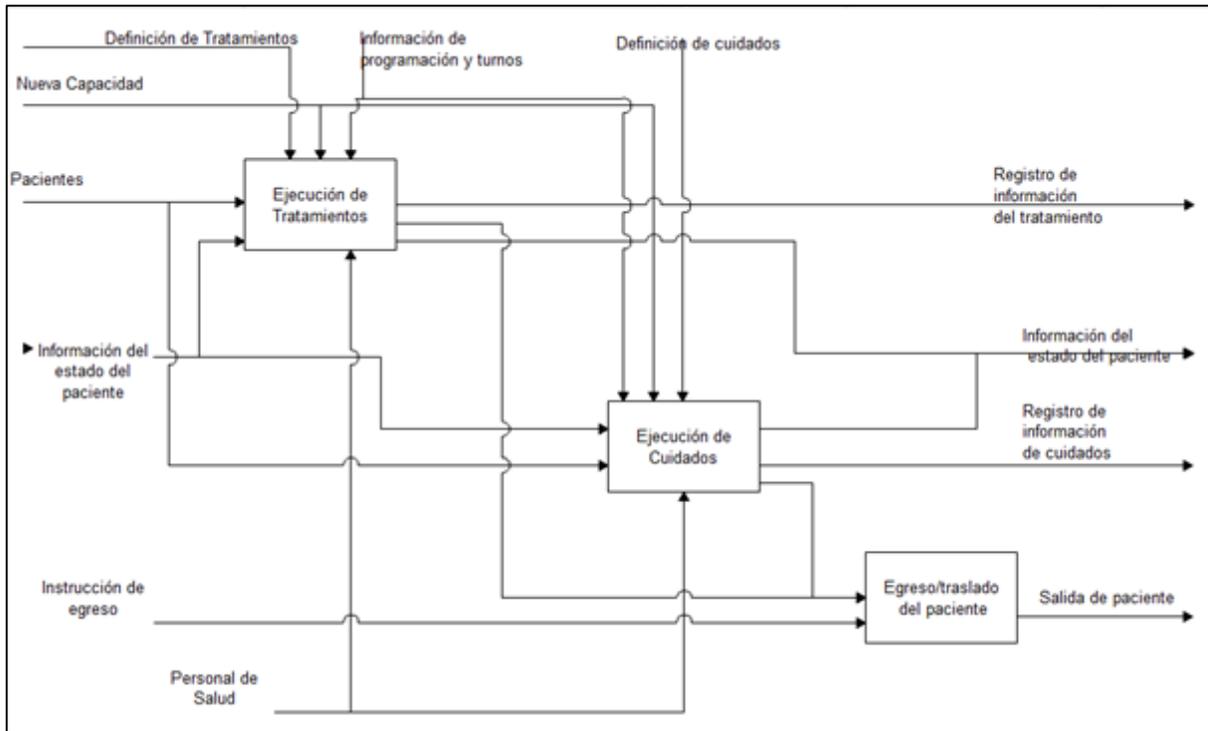


Figura 16. Ejecución de la Atención del Paciente

- **Ejecución de Cuidados:** Contempla las actividades generadas a partir de las intervenciones de cuidados. Los cuidados habituales que requieren los pacientes contemplan cuidados asociados al riesgo de Úlceras por Presión, cuidados de caídas, aseo general, monitoreo de signos vitales. Estos últimos son registrados en la herramienta de monitoreo con una frecuencia definida de acuerdo al estado del paciente.
- **Egreso/ Traspaso del cuidado del paciente:** Soporta los procesos relacionados con el egreso o el traspaso del paciente. El egreso del paciente se realiza ya sea porque fue tratado el problema de salud, por fallecimiento del paciente o porque debe ser trasladado hacia otro centro hospitalario. El traspaso del cuidado se realiza en caso de traslado del paciente hacia otras unidades dentro del hospital, ya sea por un empeoramiento o una mejora de su

condición clínica. El presente proyecto busca incluir métodos que permitan anticiparnos a situaciones críticas que eviten el empeoramiento de los pacientes y su posterior traslado a unidades de mayor complejidad.

4.2.7 Monitoreo del Paciente

Dentro del Monitoreo del Paciente contemplan los procesos que monitorean los tratamientos y los cuidados de los pacientes.

- **Monitoreo de Ejecución de Tratamientos y Cuidados:** Corresponden al monitoreo realizado por el personal para conocer la condición clínica de los pacientes. Se produce en las instancias de registro de los tratamientos y los cuidados. Algunos tratamientos y cuidados son monitoreados con cierta frecuencia, como el tratamiento de oxigenoterapia, balance hídrico, signos vitales, parámetros neurológicos y metabólicos. En estas instancias el personal de salud se encarga de monitorear periódicamente los registros con el fin de tener información respecto a la evolución del estado de salud de los pacientes.

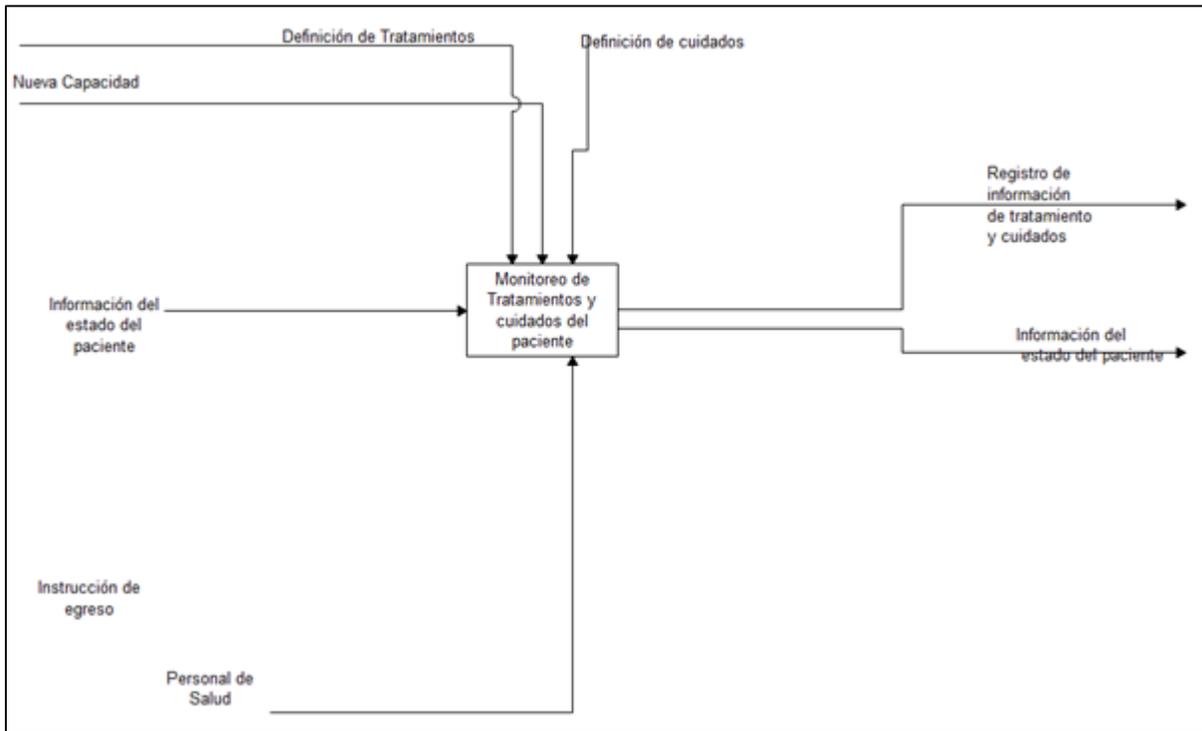


Figura 17. Monitoreo del Paciente

4.3 Diagnóstico de la Situación Actual

El diagnóstico de los Macroprocesos nos permite dimensionar el contexto que presenta hoy en día el HEGC poniendo énfasis en los procesos claves y la tecnología que los soporta. El hospital se encuentra en un proceso de cambio tecnológico, donde el foco principal es la incorporación del Registro Clínico Electrónico (RCE) a los procesos de negocios del hospital y su integración con las otras herramientas tecnológicas implementadas. Este proceso además de mejorar la calidad y trazabilidad de la información que se genera en la atención, permite que ésta sea utilizada para apoyar las decisiones clínicas logrando anticiparse a situaciones de riesgo de los pacientes.

El presente trabajo emplea el método de estimación del riesgo de descompensación/deterioro del paciente que se utiliza actualmente en el hospital que incluye aprendizajes provenientes de trabajos que se iniciaron el año 2012. Se identifica la necesidad de hacer un sistema de monitoreo operable principalmente por técnicos paramédicos y enfermeras en un contexto de atención de hospitalizados. El contexto del hospital requiere de un sistema móvil, de uso rápido e intuitivo, que esté disponible, a la vista del personal, que no genere un incremento considerable de la carga de trabajo y que esté integrado tanto a los procesos asistenciales como a los sistemas de registros antes mencionados. En primera instancia las variables que deben ser consideradas son: edad, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, presión arterial, saturación de oxígeno y temperatura. Esta herramienta se encuentra implementada en el hospital y será utilizada como punto de partida para el proyecto de investigación. Esta situación presenta la oportunidad para mejorar los instrumentos tecnológicos actuales con el fin de identificar situaciones críticas con precisión y actuar de forma oportuna para poder evitarlas.

4.4 Cuantificación del Problema u Oportunidad

La problemática surge por una identificación deficiente del riesgo por parte de la herramienta de monitoreo mencionada en la sección anterior. Las cinco variables utilizadas actualmente por la herramienta generan una pesquisa del riesgo limitada. Debido a esto, dentro del periodo de funcionamiento de la herramienta desde agosto de 2016 a enero 2017, se ha evidenciado que aproximadamente un 53% de los pacientes que han sufrido un empeoramiento de su condición clínica y han sido trasladados a unidades de cuidados críticos, no han sido pesquisados adecuadamente.

CAPÍTULO 5: PROPUESTA DE DISEÑO DE PROCESOS

En este capítulo se presenta el rediseño de los procesos necesarios para llevar a cabo el proyecto. Aquí, se muestran las direcciones de cambio que orientan el diseño, el detalle de los procesos rediseñados y las lógicas de negocios que los apoyan.

5.1 Direcciones de Cambio del Rediseño

En esta sección se analizan las variables que deben cambiar para llevar a cabo el rediseño propuesto. El análisis de las variables que orientan el diseño requiere de un estudio integral de los procesos, que contemple la estrategia de la organización, modelo de negocio y la situación actual (9).

5.1.1 Estructura de Mercado y Empresa

Esta variable tiene relación con el impacto que produce el rediseño en la estrategia, modelo de negocio y en la forma de la toma de decisiones de la organización. Como se muestra en la tabla 5, este proyecto no contempla un cambio estructural en la organización, sin embargo, existen decisiones que pueden ser centralizadas para mejorar la utilización de los recursos y asegurar la realización de las actividades.

Tabla 5: Estructura de Empresa y Mercado

VARIABLES DE DISEÑO: ESTRUCTURA DE EMPRESA Y MERCADO	ACTUAL	PROPUESTO
a.1. Servicio integral al cliente	SI	Mantiene situación actual, mejorando la calidad de atención disminuyendo la ocurrencia de EA.
a.2. Lock-in sistémico	NO	NO
a.3. Integración con proveedores	NO	NO
a.4. Estructura interna: Centralizada o Descentralizada	Descentralizada	Mantiene situación actual
a.5. Toma de decisiones: Centralizada o Descentralizada	Descentralizada	Centralizada, se busca entregar información sobre el riesgo de los pacientes y tomar decisiones de gestión de forma centralizada que permita mitigarlos.

5.1.2 Anticipación

Esta variable es de vital importancia en el proyecto y tiene relación con la anticipación a los eventos futuros. Para disminuir la ocurrencia de situaciones de riesgo es necesario reconocer de forma anticipada los síntomas de deterioro clínico. Esto requiere del desarrollo de modelos de riesgo que identifiquen potenciales crisis y generen alertas que gatillen acciones de mitigación. En la tabla 6 se muestran las variables que son consideradas para generar esta capacidad.

Tabla 6: Anticipación

VARIABLES DE DISEÑO: ANTICIPACIÓN	ACTUAL	PROPUESTO
b.1. Lógica de alerta de riesgo de descompensación/deterioro clínico	Lógica PCR limitada	Lógica de alerta temprana de riesgo con 8 variables que gatille acciones correctivas en los pacientes
b.2 Planificación de frecuencia Monitoreo	Juicio Experto	Automática basada en el riesgo de los pacientes
b.3 Planificación de recursos humanos para mitigación de riesgos	No	Planificación de actores que actúen frente a situaciones de riesgo identificadas por los modelos

5.1.3 Coordinación

Esta variable tiene relación con la coordinación de las actividades necesarias para intervenir de forma oportuna en situaciones de riesgo. Es primordial la definición de actores clínicos claves destinados a responder a situaciones críticas. Estas situaciones pueden ser pesquisadas por el personal de forma autónoma o mediante alertas generadas por la lógica de alerta temprana de riesgo.

Tabla 7: Coordinación

VARIABLES DE DISEÑO: COORDINACIÓN	ACTUAL	PROPUESTO
c.1 Reglas asociadas al estado de pacientes	Reglas consensuadas de normalidad del estado de los pacientes, pero con información limitada	Mantener reglas consensuadas de normalidad agregado nueva información que mejore la precisión de identificación de riesgo
c.2 Reglas asociadas a alertas de riesgo	SI	SI
c.3 Jerarquía	No existen medidas correctivas explícitas	Medidas definidas de acuerdo al riesgo de los pacientes
c.4 Colaboración con equipo clínico	NO	Colaboración con equipo médico predefinido para actuar en caso de situaciones de riesgo
c.5 Partición	NO	NO

5.1.4 Prácticas de Trabajo

En la tabla 8 se muestran las prácticas de trabajo requeridas para el funcionamiento del proyecto respecto de la situación actual. En este caso se mantienen las prácticas de trabajo rutinarias asociadas al monitoreo del paciente, y se incluyen nuevas prácticas generadas a partir de la inclusión de la lógica de alerta temprana de riesgo.

Tabla 8: Prácticas de Trabajo

VARIABLES DE DISEÑO: PRÁCTICAS DE TRABAJO	ACTUAL	PROPUESTO
d.1 Lógica de riesgo automatizada o semi automatizada	Lógica de riesgo de PCR de 5 variables fisiológicas	Lógica de alerta temprana de riesgo de deterioro clínico utilizando 8 variables fisiológicas y clínicas.
d.2 Lógica de apoyo a actividades tácitas	No, lógica de riesgo PCR actual no es utilizada como apoyo en la toma de decisiones clínicas	Si, lógica de riesgo con información precisa del estado del paciente, que permita analizar su evolución clínica y tomar acciones correctivas
d.3 Procedimientos de comunicación e integración	NO	Si, protocolos de comunicación y escalabilidad de acuerdo al riesgo identificado por la herramienta y el personal de salud.

d.4 Lógicas y procedimientos de desempeño y control	SI, control en el registro de los signos vitales de acuerdo al riesgo PCR	Mantiene situación actual, utilizando nueva lógica de alerta temprana
------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------

5.1.5 Integración de Procesos Conexos

Esta variable tiene relación con la interacción de los procesos abordados con el rediseño. En este caso se abordará el proceso de Monitoreo del Paciente, el cual obtiene flujos de información desde los procesos del Servicio de Atención de Hospitalización y genera información hacia los procesos de Gestión de Atención de Hospitalización.

Tabla 9: Integración con Procesos Conexos

VARIABLES DE DISEÑO: INTEGRACIÓN DE PROCESOS CONEXOS	ACTUAL	PROPUESTO
e.1 Proceso Aislado	NO	NO
e.2 Todos o la mayor parte de los procesos de un Macro proceso	SI, se abordan varios procesos de la macro Servicios Comunes Propios	Mantiene situación actual y se incluye nueva información entre procesos
e.3 Dos o más macros que interactúan	NO	NO

5.1.6 Mantención Consolidada de Estado

Esta variable tiene relación con los datos utilizados en el proceso a rediseñar. En la tabla 10 se muestra el origen de los datos que serán utilizados en la lógica de riesgo de deterioro clínico.

Tabla 10: Mantención Consolidada de Estado

VARIABLES DE DISEÑO: MANTENCIÓN CONSOLIDADA DE ESTADO	ACTUAL	PROPUESTO
f.1 Datos Propios	SI	Mantiene situación actual
f.2 Integración con datos de otros sistemas del hospital	NO	Si, se integra con información del sistema de Registro Clínico Electrónico del Hospital
f.3 Integración con datos de sistemas de otras empresas	NO	NO

5.2 Alcance del Rediseño

El proyecto implica el rediseño de los procesos de atención de hospitalización, en particular, los procesos asociados al monitoreo de pacientes hospitalizados. Se incluye una lógica de alerta temprana de riesgo que utilice la información generada en los procesos de Gestión y Ejecución de Atención de Hospitalización, por lo que se requiere el rediseño de los flujos de información entre los procesos involucrados.

Por otro lado, se diseñarán los procesos que permiten determinar el estado de salud de los pacientes en cuatro niveles de riesgo utilizando la lógica de alerta temprana de riesgo, y los procesos generadores de acciones correctivas en base a los niveles antes mencionados.

5.3 Diseño Detallado de Procesos TO BE

En esta sección se presentan los procesos que deben ser rediseñados para llevar a cabo el proyecto. El rediseño está basado en la arquitectura de procesos utilizada en el capítulo 4, y contempla los procesos de Atención del Paciente Hospitalizado y Monitoreo del Paciente Hospitalizado.

5.3.1 Servicio de Hospitalización TO BE

En este nivel de la arquitectura de procesos, se rediseña el flujo de información entre los procesos de Gestión de la Atención del Paciente Hospitalizado y Atención del Paciente Hospitalizado. Al incluir sistemas computacionales en el registro de las actividades permite consolidar y disponer de información actualizada para la toma de decisiones desde los procesos de gestión.

En este caso en particular, la inclusión de una lógica de riesgo inteligente en la atención del paciente permite disponer de información clínica relevante para tomar decisiones de mediano plazo como la planificación de personal de atención en relación a los riesgos de los pacientes de cada unidad, el control de la realización del monitoreo de pacientes, gestión de insumos, generación y realización de protocolos de coordinación de personal en caso de situaciones de riesgo, entre otros.

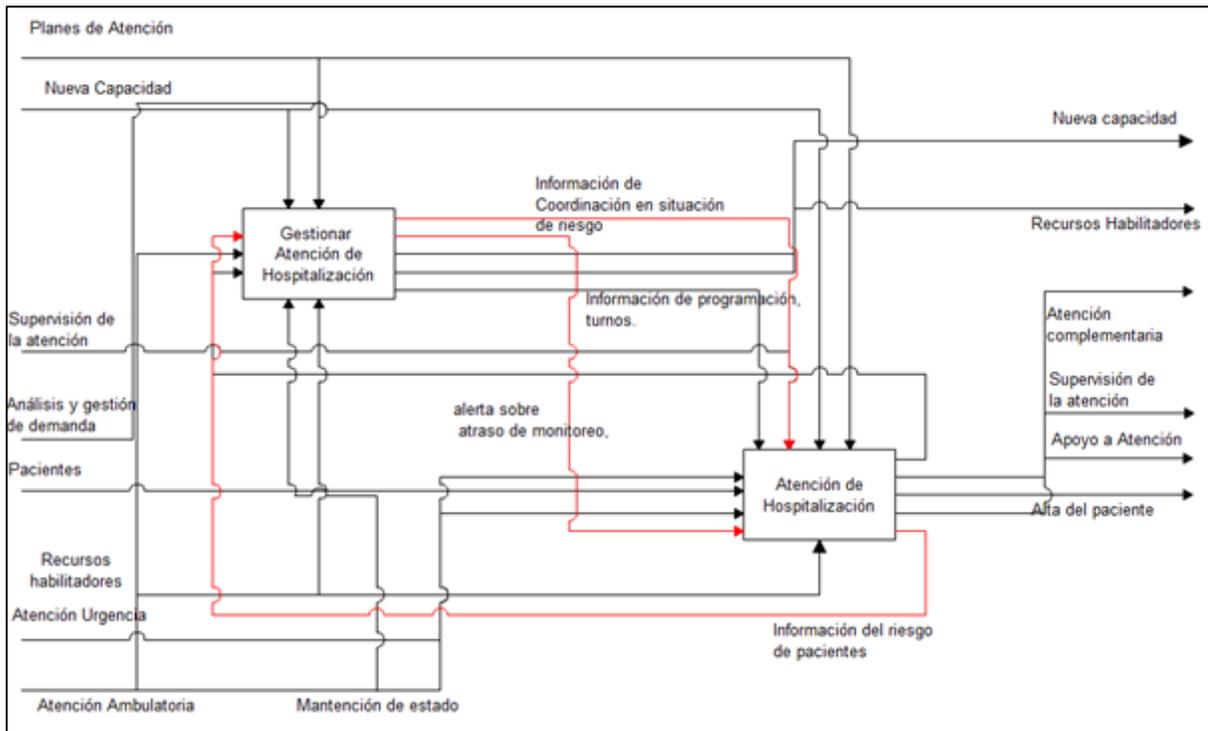


Figura 18. Servicio de hospitalización TO BE

5.3.2 Atención del Paciente Hospitalizado TO BE

En los procesos de Atención del Paciente Hospitalizado, los principales cambios se producen dado que la información clínica generada en los procesos de Programación de Atención del Pacientes y Ejecución de Atención del Paciente puede ser utilizada por los procesos de Monitoreo del Paciente para determinar la condición de salud de los pacientes y, en base a ello, generar alertas que sean traducidas en acciones correctivas específicas o de los planes de atención. Los procesos de Programación de Atención del Paciente pueden utilizar esta información para realizar cambios en tratamientos, indicaciones médicas, realizar intervenciones de urgencia en pacientes con alto riesgo, entre otros. Así mismo, los procesos de Ejecución de Atención del Paciente se ven afectados por las decisiones tomadas en los procesos anteriores, como modificaciones en los tratamientos y cuidados.

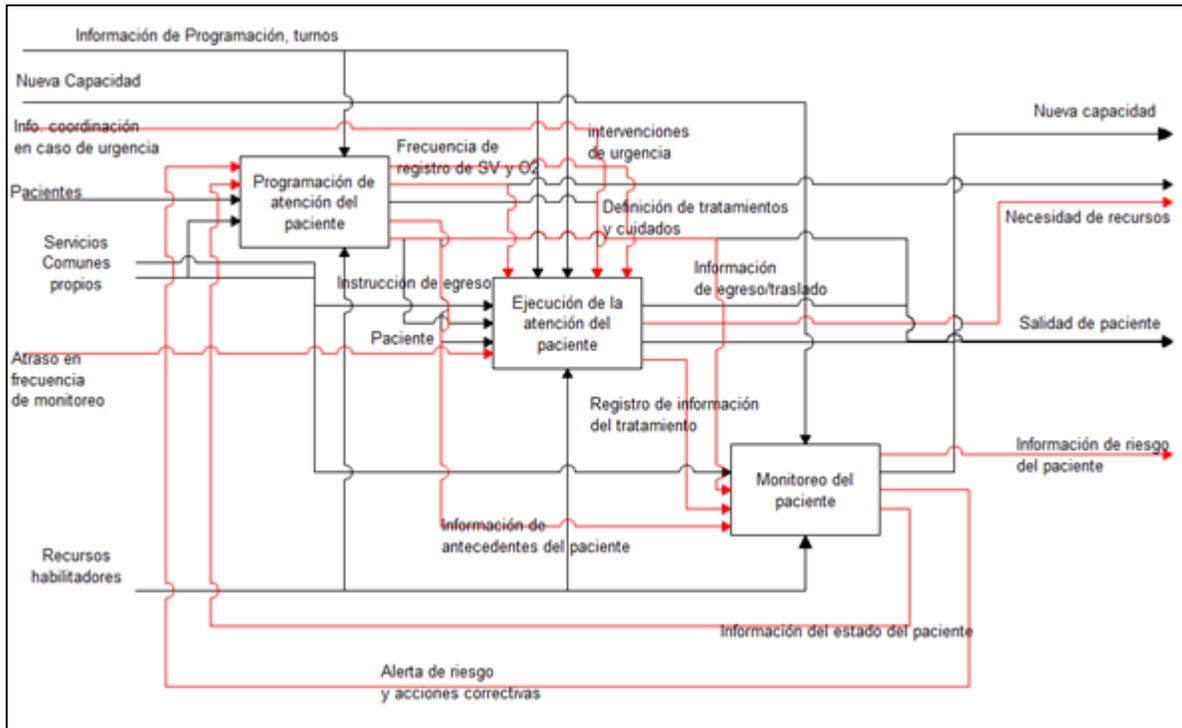


Figura 19. Atención del Paciente Hospitalizado TO BE

5.3.3 Programación de Atención del Paciente TO BE

En este nivel, en los procesos Evaluación, Diagnostico y Definición del Tratamiento y Definición de Cuidados se genera información clínica de los pacientes, y a su vez, se reciben como input, información del estado de riesgo de los pacientes desde los procesos de monitoreo para tomar nuevas decisiones de los tratamientos y cuidados. La información generada en la evaluación clínica corresponde a diagnósticos, comorbilidades y antecedentes clínicos, la cual es utilizada para determinar el riesgo de los pacientes. Por otro lado, las decisiones tomadas pueden contemplar la modificación de tratamientos que no muestran mejoría en el estado del paciente, cambio en indicaciones de monitoreo, realización de intervenciones específicas para casos críticos, indicaciones de traslado de pacientes hacia otras unidades, entre otros.

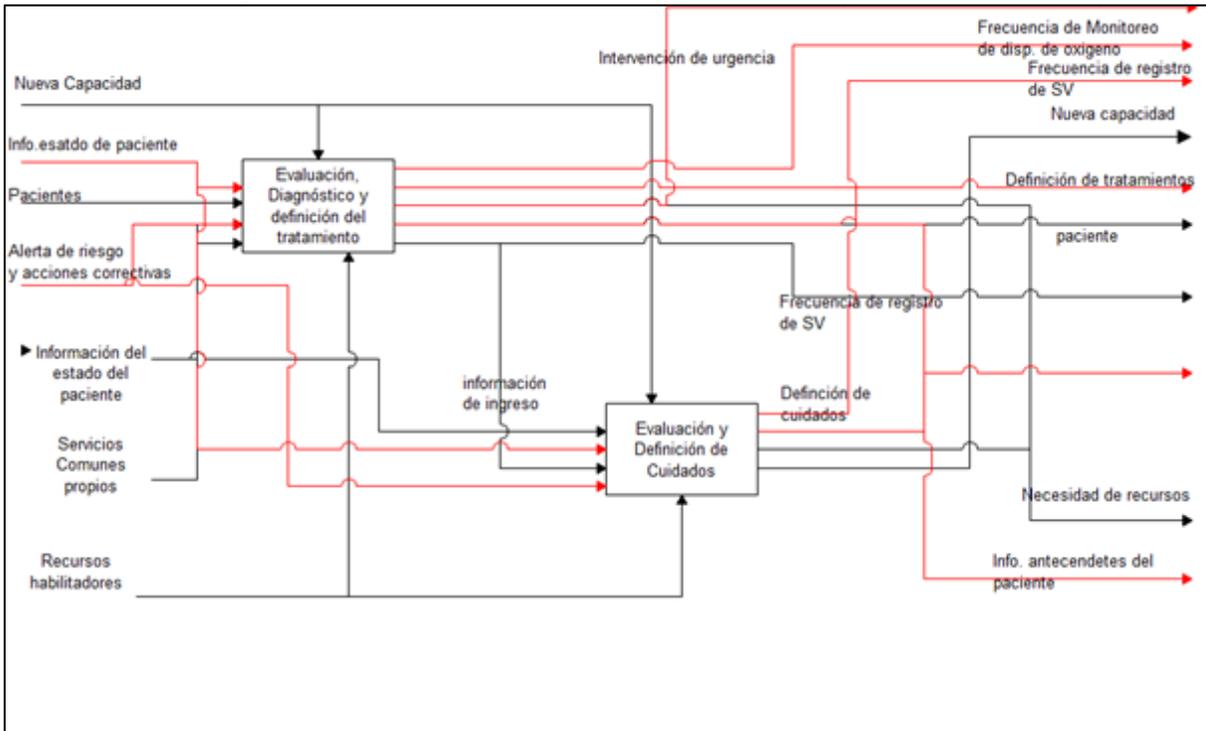


Figura 20. Programación de Atención del Paciente TO BE

5.3.4 Ejecución de Atención del Paciente TO BE

En los procesos de Ejecución de Atención del Paciente se realizan los tratamientos y cuidados definidos en los procesos de Programación de Atención del Paciente. Dado esto, estos procesos se ven afectados por las decisiones definidas en los procesos de Programación de Atención.

Estos procesos son primordiales dado que en ellos se genera gran parte de la información clínica que alimenta la lógica de riesgo de deterioro clínico ubicada en los procesos de Monitoreo del Paciente. La información utilizada corresponde a los signos vitales de los pacientes y tratamiento de oxigenoterapia.

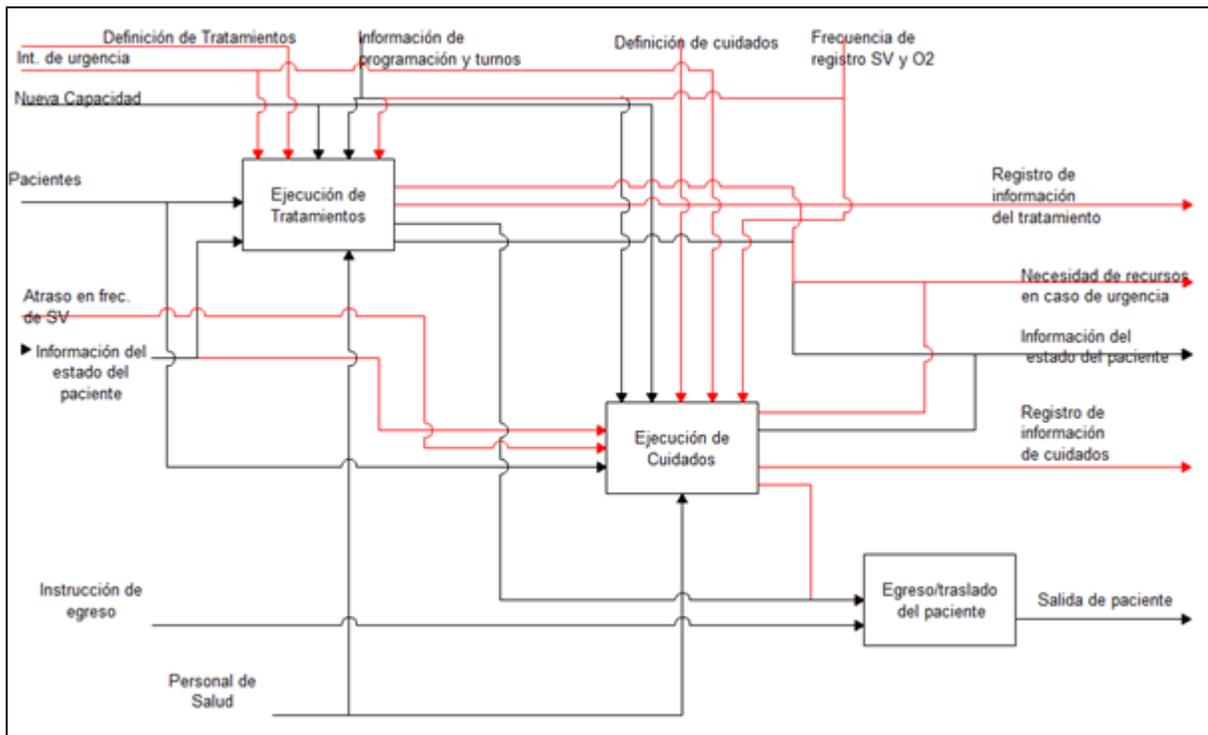


Figura 21. Ejecución de atención del Paciente TO BE

5.3.5 Monitoreo del Paciente TO BE

El proceso de Monitoreo del Paciente tiene como objetivo controlar la ejecución de los tratamientos y conocer el estado de salud del paciente para luego gatillar acciones correctivas desde los procesos de gestión y programación. El rediseño de estos procesos busca asistir la supervisión del personal con métodos objetivos de evaluación basados en criterios clínicos, que ayuden a identificar situaciones de riesgo y tomar acción de forma oportuna. El rediseño incluye los procesos Determinar Estado del Paciente y Acciones Correctivas.

El proceso de Monitoreo del Ejecución de Tratamiento y Cuidados del paciente se enfoca en la supervisión de los tratamientos y cuidados mediante rondas de monitoreo por parte del personal. En estas instancias cada persona que tiene interacción con el paciente supervisa su estado de salud y su evolución durante la atención.

El proceso Determinar el Estado del Paciente, apoya al proceso de Monitoreo del Ejecución de Tratamientos y Cuidados generando la capacidad de categorizar al paciente mediante métodos analíticos. Incluye un modelo de riesgo basados en reglas

clínicas objetivas que sirve de apoyo a las decisiones del personal clínico sobre la condición de salud del paciente.

Ambos procesos reciben información desde la Programación de Atención y Ejecución de la Atención, y permiten determinar la evolución del estado de salud del paciente. A su vez, ambos procesos pueden generar información para el proceso de Acciones Correctivas que permite generar acciones de mitigación en caso de situaciones de riesgo.

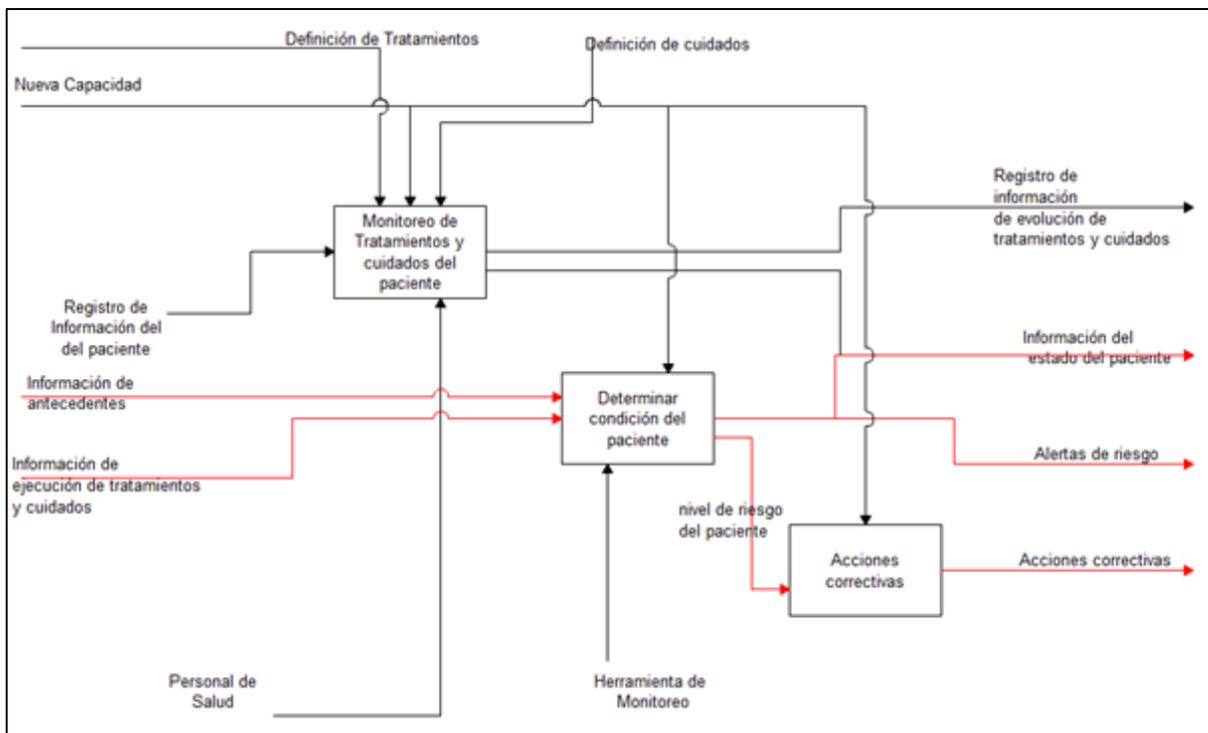


Figura 22. Monitoreo del Paciente TO BE

5.3.6 Determinar Estado del Paciente

El proceso comienza cuando se ingresan en la herramienta de monitoreo los signos vitales del paciente. Una vez ingresados, automáticamente se verifica la completitud de todos los signos y se ejecuta la lógica de alerta temprana de riesgo mostrada en la sección 5.4.2. Los resultados de la lógica de riesgo entregan un puntaje, el cual determina un nivel de riesgo de descompensación/deterioro clínico. De acuerdo al nivel obtenido, se definen acciones correctivas relacionadas con la frecuencia de monitoreo

requerida y la necesidad de evaluación por personal clínico. Finalmente, estas acciones son mostradas al personal para que sean ejecutadas.

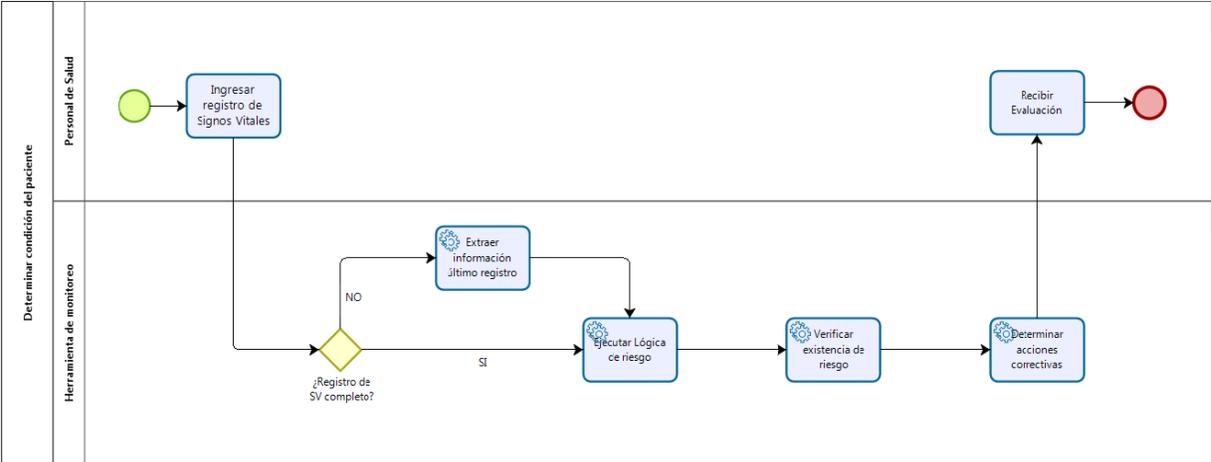


Figura 23. Determinar Condición del Paciente

5.3.7 Acciones Correctivas

El proceso de Acciones Correctivas tiene relación con el flujo de actividades que debe llevar a cabo el personal de acuerdo al estado del paciente determinado en el proceso anterior. Comienza cuando se obtiene la evaluación del nivel de riesgo del paciente y las acciones determinadas por el sistema. Si el paciente presenta riesgo bajo o no presenta riesgo, el personal solo debe mantener la frecuencia de monitoreo actual. En caso de que el paciente presente riesgo medio o alto, inmediatamente se debe derivar el caso a la enfermera supervisora o al médico tratante para que el paciente sea evaluado y se le apliquen las medidas necesarias para evitar un empeoramiento de su condición. Por último, se debe actualizar la frecuencia de monitoreo para asegurar una supervisión basada en su condición actual.

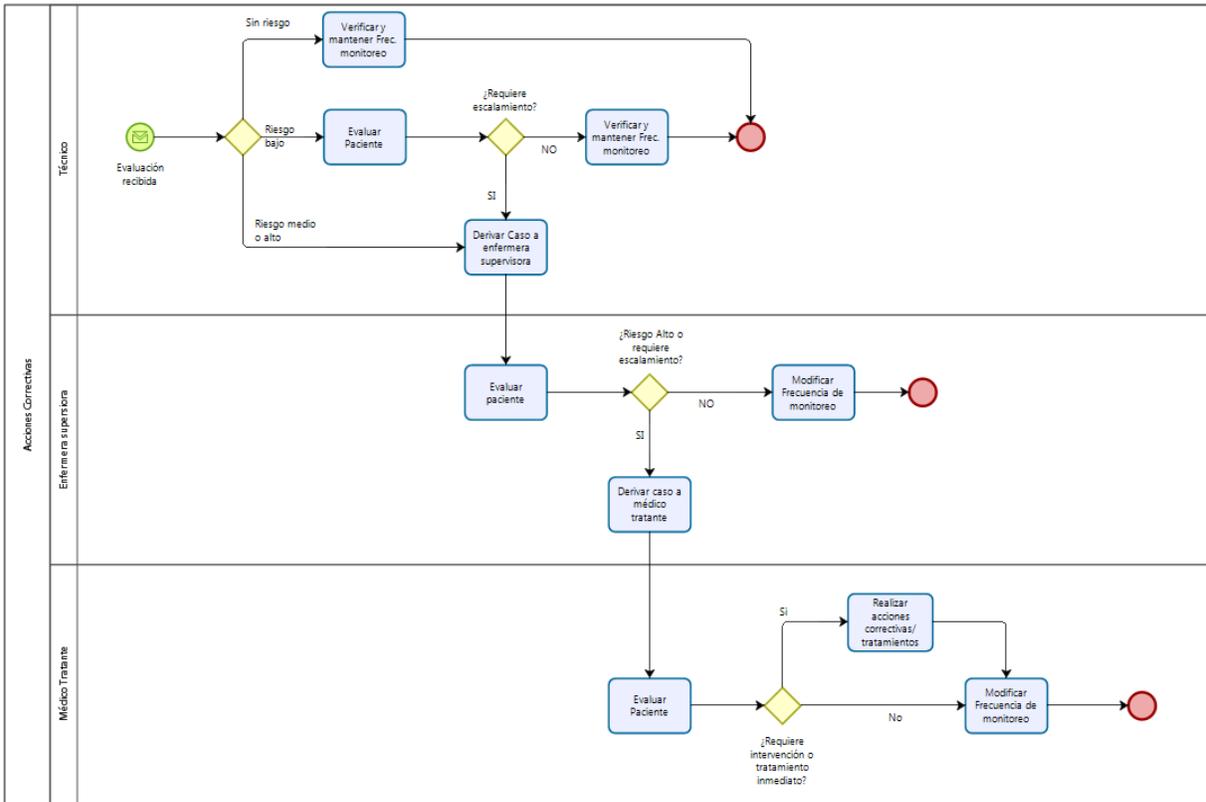


Figura 24. Atención del Paciente Hospitalizado TO BE

5.4 Diseño de Lógica de Negocios

En esta sección se detalla la lógica de negocio utilizada en el proceso Determinar Estado del Paciente, perteneciente a los procesos de Monitoreo del paciente. Fue construida utilizando técnicas de KBS y reglas clínicas objetivas consensuadas por el equipo médico del Hospital Exequiel González Cortés.

5.4.1 Lógica de Alerta Temprana de Riesgo

El objetivo último de incluir un modelo de alerta temprana de riesgo es mejorar la calidad de atención de los pacientes disminuyendo la ocurrencia de eventos adversos. La lógica de riesgo incluida en estos modelos permite clasificar a los pacientes de acuerdo al riesgo de sufrir un deterioro de su condición de salud y presentar esta información al personal clínico asegurando la realización de intervenciones oportunas.

Como se mencionó en el capítulo 2, existen numerosos modelos de alerta temprana de riesgo validados y utilizados internacionalmente, sin embargo, a nivel nacional no se tiene información del uso de estos modelos.

Si bien las lógicas de riesgo utilizadas por los modelos de alerta temprana son similares en cuanto a la naturaleza de las variables y reglas clínicas, los umbrales de las variables deben ser definidos para cada población de pacientes en particular. La lógica definida en este proyecto utiliza como base estudios anteriores que permitieron definir umbrales para la población de pacientes del Hospital Dr. Exequiel González Cortés.

5.4.1.1 Datos iniciales

Estudios anteriores permitieron desarrollar una herramienta de registro de información de signos vitales en pacientes hospitalizados. En primera instancia las variables consideradas fueron: edad, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, presión arterial, saturación de oxígeno y temperatura. De acuerdo a la información generada y utilizando modelos de referencia se definieron rangos de normalidad adecuados a la realidad de los pacientes pediátricos del HEGC.

El sistema fue implementado en una unidad de cuidados intermedios desde el 1 de agosto de 2016 hasta el 1 de marzo de 2017. En este período se obtuvieron 28519 registros de signos vitales de un total de 768 pacientes entre 0 y 4 años. Los datos obtenidos permitieron definir rangos de edad y umbrales para los 5 parámetros fisiológicos basados en el comportamiento de los pacientes.

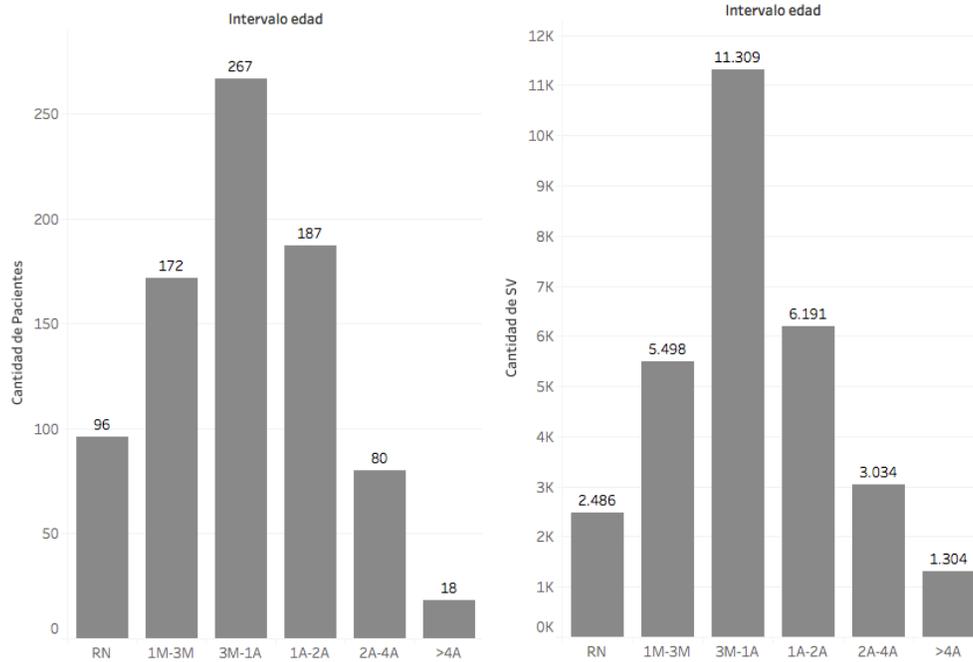


Figura 25. Cantidad de pacientes y signos vitales por rango de edad

5.4.1.2 Definición de dominio

Para establecer el dominio de la solución, se realizaron definiciones sobre cuál debía ser el propósito de incluir la herramienta en el proceso de atención. Las definiciones fueron realizadas por el equipo clínico experto designado por el hospital, que incluyó médicos pediatras intensivistas de las unidades de calidad, Medio-Quirúrgico y UCI.

Actualmente, el uso de la herramienta de monitoreo se limita a ser un repositorio de información de los registros de signos vitales del paciente, dejando de lado su utilidad para mejorar la gestión de la atención. Dado esto, se definió que, para una potencial utilización de esta herramienta en la práctica clínica, ésta debe ser utilizada para complementar las decisiones clínicas del personal. La herramienta no solo debe mostrar al personal el estado de salud del paciente, sino que también debe proponer medidas específicas que deban ser realizadas para mejorar o mantener su condición.

Estudios han demostrado que la inclusión de sistemas que apoyen las decisiones clínicas genera mayor seguridad en el personal clínico a la hora de realizar intervenciones o pedir ayuda, especialmente en escenarios de alta carga laboral como en el HEGC (26). Dado esto, se definió que las medidas propuestas deberían estar

ligadas a la frecuencia y al tipo de supervisión que requieran los pacientes en base a su estado de salud.

Una vez definido el propósito de la herramienta desde la práctica clínica, se realizó una revisión bibliográfica sobre los modelos de riesgo validados internacionalmente en pacientes pediátricos. Con ello, se definió un set de variables potenciales a utilizar tomando como base los modelos pediátricos Bedside PEWS y PEWS (agregar referencia). El set de variables fue complementado con la revisión de los registros clínicos de los pacientes trasladados a cuidados críticos, con el fin de identificar las variables que incidieron en el empeoramiento de su condición. Finalmente se obtuvo un set completo de potenciales variables para incluir en el modelo de riesgo.

5.4.1.3 Definición de variables de riesgo

Como se mencionó anteriormente, se utilizaron dos fuentes de información para definir el set de potenciales variables: revisión bibliográfica de modelos de riesgo utilizados en pacientes pediátricos y revisión de los registros clínicos de los pacientes trasladados a unidades críticas por empeoramiento de su condición de salud. El set de variables potenciales fue estudiado junto al equipo clínico y se definieron cuales podían ser utilizadas dada la información disponible en el HEGC.

Las variables definidas fueron las siguientes:

- Signos vitales (Frecuencia Respiratoria, Frecuencia Cardíaca, Presión Arterial, Saturación de oxígeno, Temperatura Corporal)
- Requerimiento de oxígeno.
- Diagnósticos con comorbilidades.
- Antecedentes Clínicos.

Las variables fueron divididas en dos grupos: variables precedentes de la atención, como Antecedentes Clínicos y Diagnósticos con Comorbilidades, y variables de tratamiento como signos vitales y requerimiento de oxígeno.

La definición de los signos vitales se basó en estudios previos realizados en el hospital. En estos estudios se utilizaron cinco signos vitales para determinar la condición de

salud de los pacientes y se lograron consensuar patrones de propensión a situaciones de riesgo como Paro Cardio Respiratorio, como se muestra en la figura 26. De acuerdo a estos patrones se definieron los rangos que permiten discriminar acerca de la gravedad de los pacientes (ver Anexo 1). Dado que los rangos fueron definidos de acuerdo a los datos de los pacientes del hospital, estos fueron utilizados en la lógica de alerta temprana de riesgo.

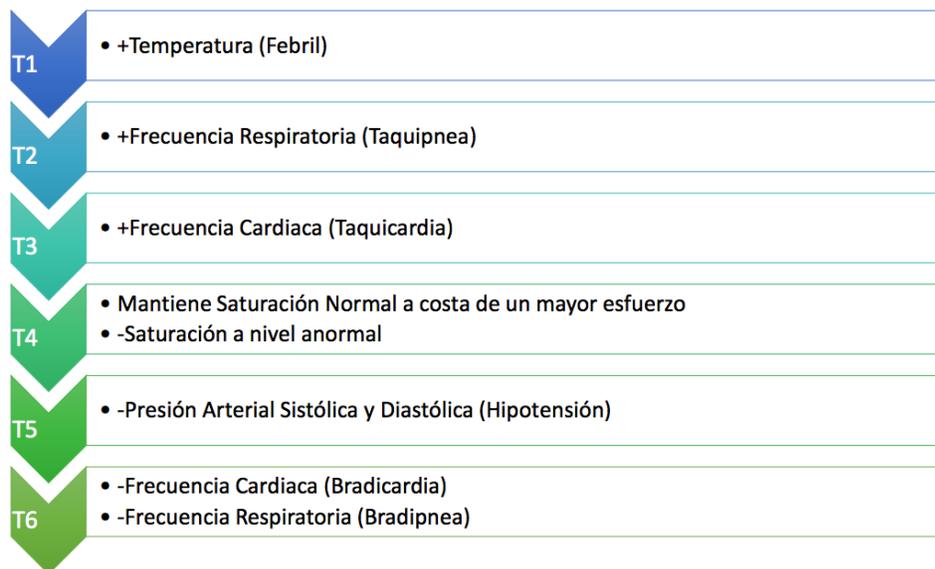


Figura 26. Patrón de Propensión a PCR (32)

Para la definición de las variables restantes, se utilizó el conocimiento del equipo clínico experto del hospital. En muchas ocasiones y, principalmente en patologías respiratorias, el paciente no puede mantener los niveles de oxígeno en sangre por sí solo, por lo que su tratamiento requiere de administración de oxígeno mediante dispositivos externos. La cantidad de oxígeno que requiere un paciente durante la atención puede ser un indicador de la gravedad de su condición de salud. Dado esto, fue considerada la variable Requerimiento de Oxígeno, la cual contempla 4 grupos de acuerdo a la cantidad de oxígeno que se administra.

Respecto a las variables precedentes a la atención, se definió un listado de potenciales antecedentes clínicos influyentes en el riesgo del paciente durante su tratamiento. Se utilizó el enfoque de evaluación y tratamiento Airway, Breathing, Circulation, Disability, Exposure (ABCDE) para definir los de mayor relevancia. En la Figura 27 se muestra el listado definitivo que fue utilizado en el modelo de riesgo (27).

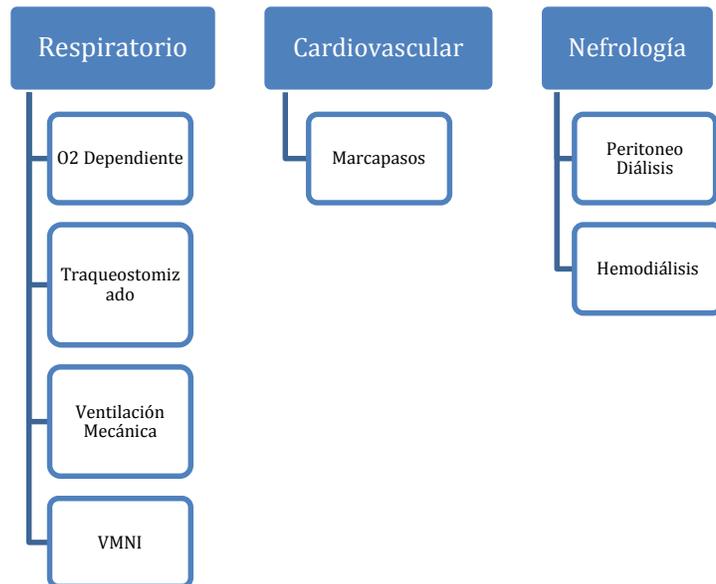


Figura 27. Antecedentes Clínicos

La variable comorbilidad hace referencia a la presencia de un trastorno adicional a la enfermedad por la cual se encuentra en tratamiento el paciente. En este caso se consideró que existe un incremento en el riesgo del paciente durante su proceso de atención, siempre que presente comorbilidades que estén relacionadas a la patología aguda por la cual está hospitalizado. Utilizando como referencia el listado de comorbilidades Elixhauser y el conocimiento experto, se definió un listado de comorbilidades relevantes para pacientes pediátricos (28). Luego, éstas fueron asociadas al diagnóstico principal del paciente utilizando Grupos Diagnósticos. A modo de ejemplo, si un paciente es hospitalizado por una enfermedad respiratoria, éste tendrá un riesgo adicional asociado si además presenta comorbilidades respiratorias. En la figura 28 se muestra el listado de comorbilidades pediátricas por grupos diagnósticos.

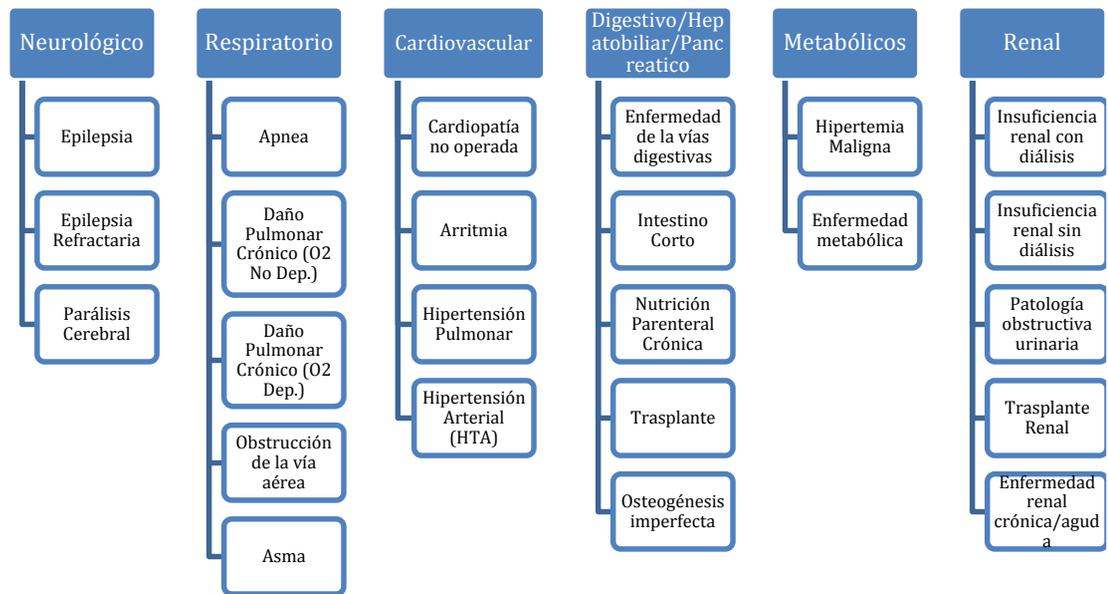


Figura 28. Comorbilidades pediátricas por Grupo Diagnóstico

5.4.1.4 Score de alerta temprana de riesgo

La tabla 11 se muestra el modelo de riesgo utilizado en la lógica de riesgo de descompensación o deterioro clínico. El modelo incluye las variables mencionadas anteriormente y utiliza un sistema de puntuación basado en el riesgo que aportan.

Como se mencionó anteriormente, los diagnósticos con comorbilidades representan la presencia de comorbilidades del mismo grupo diagnóstico que la patología principal por la cual fue hospitalizado el paciente. Los antecedentes clínicos representan la presencia de uno o más ítems mostrados en la figura 27. Ambas son variables binarias asignando 1 punto si está presente, y 0 si no lo está.

Las variables de tratamiento se evalúan de acuerdo a los umbrales de valores definidos para diferentes rangos de edad. De acuerdo al riesgo que aporta, cada variable puede tomar valores 0, 1, 4 o 6. (Tabla 11). En caso de no tener información

actualizada de alguna de las variables de tratamiento, la lógica de riesgo considera el último registro ingresado. Por último, de acuerdo a la suma de los puntajes de cada variable individual, se obtiene un puntaje total que varía entre 0 y 33.

Tabla 11: Modelo de asignación de puntaje

Item	Item Score				
	Rango Edad	0	1	4	6
Frecuencia Cardíaca (Despierto)	0 - 1 mes	≥ 100 y ≤ 174	> 174 y ≤ 190	> 190	< 100
	1 - 3 meses	≥ 95 y ≤ 170	> 170 y ≤ 190	> 190	< 95
	3 meses - 1 año	≥ 90 y ≤ 165	> 165 y ≤ 180	> 180	< 90
	1 - 2 años	≥ 80 y ≤ 165	> 165 y ≤ 175	> 175	< 80
	2 - 4 años	≥ 75 y ≤ 155	> 155 y ≤ 170	> 170	< 75
Frecuencia Respiratoria	0 - 1 mes	≥ 28 y ≤ 59	> 59 y ≤ 70	> 70	< 28
	1 - 3 meses	≥ 26 y ≤ 55	> 55 y ≤ 70	> 70	< 26
	3 meses - 1 año	≥ 25 y ≤ 49	> 49 y ≤ 64	> 64	< 25
	1 - 2 años	≥ 20 y ≤ 44	> 44 y ≤ 59	> 59	< 20
	2 - 4 años	≥ 18 y ≤ 39	> 39 y ≤ 45	> 45	< 18
PAS	0 - 1 mes	≥ 65 y ≤ 100		< 65	
	1 - 2 meses	≥ 70 y ≤ 105		< 70	
	2 - 3 meses	≥ 70 y ≤ 110		< 70	
	3 meses - 1 año	≥ 72 y ≤ 110		< 72	
	1 - 2 años	≥ 75 y ≤ 110		< 75	
2 - 4 años	≥ 78 y ≤ 115		< 78		
PAD	0 - 1 mes	≥ 35 y ≤ 69		< 35	
	1 - 3 meses	≥ 40 y ≤ 69		< 40	
	3 meses - 1 año	≥ 45 y ≤ 70		< 45	
	1 - 2 años	≥ 45 y ≤ 75		< 45	
	2 - 4 años	≥ 45 y ≤ 75		< 45	
Saturación		≥ 94	> 90 y ≤ 93	≤ 90	

Tratamiento de Oxígeno	Ambiental	< 4L o < 30% FIO2	< 8L o < 50% FIO2	> 8L o > 50% FIO2
Temperatura	>= 36 y < 37,5	>= 37,5 o < 36		
Diag + Comorbilidad	NO	SI		
Antecedentes	NO	SI		

Para la definición de los umbrales de corte que determinan el nivel de riesgo, se utilizaron como referencia distintos modelos internacionales. Luego de realizar varias iteraciones, se obtuvieron los mejores resultados con cuatro niveles de riesgo y los puntos de corte mostrados en la Figura 29.



Figura 29. Puntos de corte y Acciones Correctivas

Por otro lado, para cada nivel de riesgo se definieron acciones específicas que deben ser realizadas para evitar un empeoramiento de la condición de salud del paciente. Se determinó junto al equipo clínico que las acciones correctivas debían estar vinculadas con la frecuencia de monitoreo y la necesidad de escalamiento en base al nivel de riesgo presentado.

CAPÍTULO 6: PROPUESTA DE APOYO TECNOLÓGICO

6.1 Especificación de Requerimientos

6.1.1 *Requerimientos Funcionales*

A continuación, se explica el funcionamiento general del sistema, la interacción con el personal y los resultados que deben obtenerse.

- El sistema debe permitir visualizar el listado de pacientes que se encuentran en atención en cada unidad del hospital.
- Para cada paciente, el sistema permite ingresar parámetros de signos vitales (Frecuencia Respiratoria, Frecuencia Cardíaca, Saturación, Presión Arterial y Temperatura) durante las rondas de monitoreo. El ingreso de los parámetros se realiza por paciente al momento de realizar las mediciones. Por otro lado, el sistema debe obtener parámetros registrados en los sistemas de Registro Clínico Electrónico (RCE) durante la evaluación del paciente, como los antecedentes clínicos, comorbilidades, diagnósticos y tratamiento de oxigenoterapia.
- El sistema debe utilizar los parámetros mencionados para ejecutar la lógica de alerta temprana de riesgo que determina un puntaje total, el cual es traducido en un nivel de riesgo y es mostrado al personal que realiza el monitoreo. Además, el sistema muestra sugerencias sobre acciones correctivas que deben ser realizadas basada en la condición de riesgo del paciente.
- El sistema debe permitir visualizar los parámetros y el estado de riesgo de los pacientes de instancias anteriores.
- El sistema debe permitir la impresión de los registros ingresados durante la atención del paciente.

6.1.2 *Requerimientos No Funcionales*

Se describen a continuación los aspectos primordiales que debe cumplir el sistema para llevar a cabo los requerimientos funcionales.

- Usabilidad: Esta dimensión tiene relación con la interacción de la herramienta con el personal durante su rutina de atención. Dado el contexto de los hospitales públicos de Chile, donde cada profesional debe supervisar un gran número de pacientes, se requiere de una herramienta intuitiva, de fácil uso, que no implique un incremento considerable de la carga de trabajo. La herramienta debe permitir el ingreso de los parámetros de forma rápida y debe resaltar los pacientes que requieran atención por parte del personal.

- Performance: Dado que las rondas de monitoreo son realizadas a horas similares en las distintas unidades del hospital, se requiere de una herramienta que soporte el ingreso de información de forma simultánea, con disponibilidad las 24 horas del día y con un tiempo de procesamiento adecuado.

- Seguridad: La información clínica de los pacientes es considerada como información sensible que solo puede ser conocida por el personal que está involucrado en el proceso de atención. Dado esto, es primordial que la herramienta tenga medidas de seguridad que aseguren el acceso al personal que corresponda.

6.2 Arquitectura Tecnológica del HEGC

La figura 30 muestra los sistemas que conforman la arquitectura tecnológica del hospital. El HEGC decidió realizar el desarrollo de la mayoría de los sistemas con el fin de que éstos respondan a su modelo de atención centrado en el paciente. Además, se incluyeron sistemas externos para el funcionamiento de servicios especializados como laboratorio, Imagenología, entre otros. Los sistemas se encuentran divididos en base a su funcionalidad dentro del proceso de atención en sistemas de admisión, clínicos, administración, externos y de soporte.

- **Sistemas de Admisión:** Son los sistemas que apoyan el ingreso y traslado de los pacientes a las unidades del hospital. Estos sistemas permiten generar la información de los pacientes que será utilizada durante el proceso de atención. Contempla el ingreso a la unidad de Urgencia, con la admisión del paciente y una evaluación de Triage que permite priorizar la atención en base a criterios comunes para todos los pacientes. Incluye la admisión a la atención ambulatoria permitiendo el agendamiento de horas médicas, y el traslado de los pacientes dentro del hospital a través de un módulo de gestión de camas.

- **Sistemas Clínicos:** Corresponden a los sistemas que soportan los procesos de atención de las distintas modalidades de atención del hospital. En ellos se produce el registro de la información de los pacientes durante su estadía en el hospital. El Registro Clínico Electrónico (RCE) corresponde al sistema principal, el cual consolida la información clínica y gatilla la comunicación hacia los otros sistemas de soporte a actividades específicas como realización de exámenes de laboratorio e imagenología, dispensación de medicamentos, realización de intervenciones quirúrgicas, nutrición del paciente y monitoreo del paciente y de los incidentes críticos del hospital. Es primordial la integración de todos los sistemas para asegurar una atención fluida y tener disponible toda la información clínica al momento de tomar decisiones sobre los pacientes. Uno de los sistemas clínicos mostrados en la figura 30 es el sistema de Monitoreo Paciente, abordado por el presente proyecto. Este sistema requiere de una integración con el sistema RCE que permita el envío de información desde ambas partes. Por un lado, en el RCE se genera información clínica de antecedentes, diagnósticos y comorbilidades que es utilizada por el sistema de monitoreo y, por otro lado, en el sistema de monitoreo se genera la información del estado de salud que debe ser enviado al RCE para la toma de decisiones.

- **Sistemas de Administración:** Estos sistemas abarcan la administración de los diferentes recursos del hospital. Contempla administración de recursos humanos y de insumos necesarios para la atención, como medicamentos o materias primas necesarias para la alimentación de los pacientes.

- **Sistemas de Soporte:** Corresponden a sistemas transversales que apoyan el funcionamiento de los demás sistemas del hospital. Contemplan bases de datos de almacenamiento de la información generada, micro servicios comunes para los otros sistemas e infraestructura de soporte TI y de las instalaciones.

- **Sistemas Externos:** Corresponden a sistemas definidos por el Ministerio de Salud para ser utilizados en los hospitales nacionales. Abarcan sistema de información para la Gestión Financiera (SIGFE), sistema de Calidad en Salud (SIS-Q), Mercado Público, entre otros.

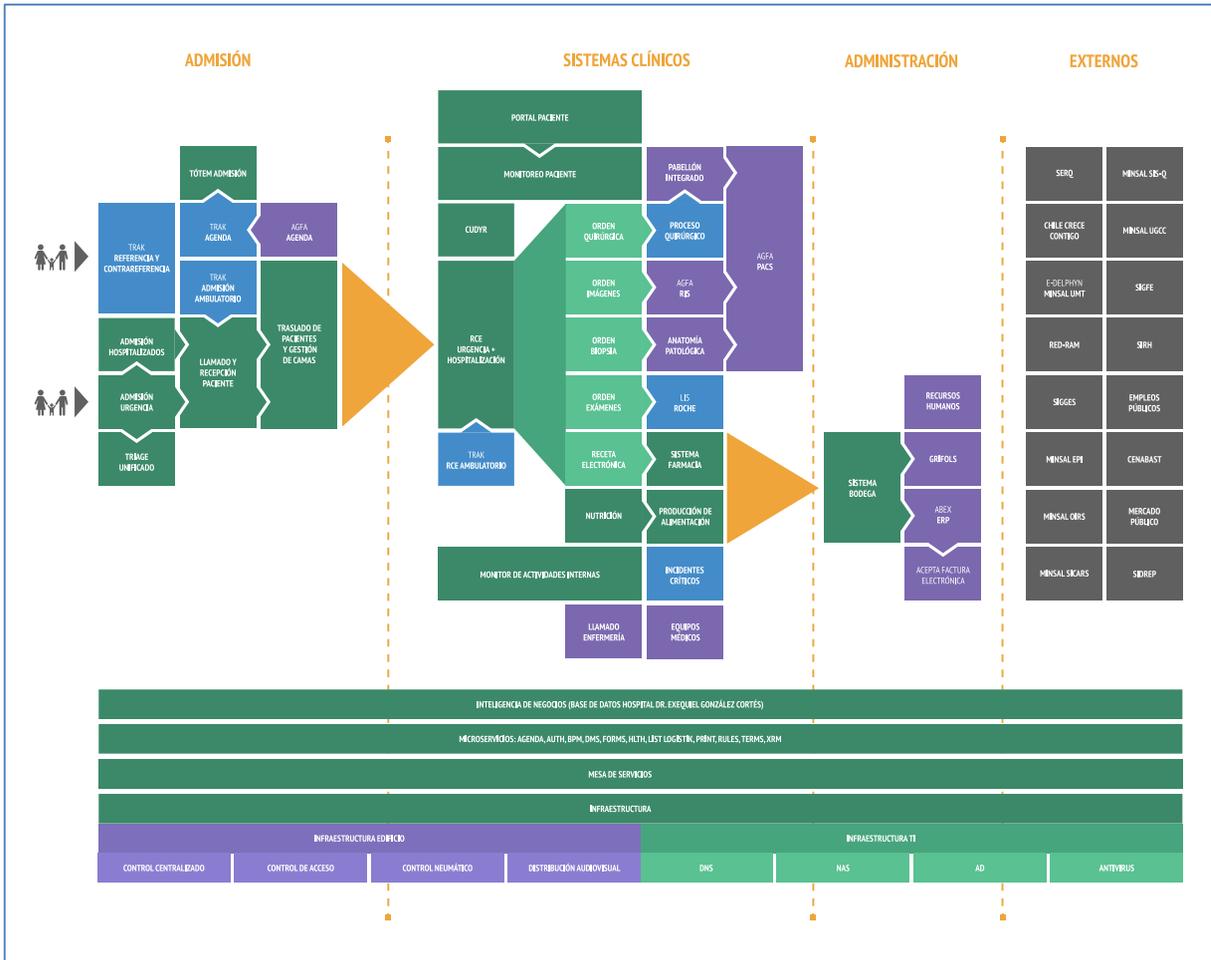


Figura 30. Mapa de Sistemas HECG

6.2.1 Casos de Uso

A continuación, se muestran los diagramas de casos de usos, los cuales muestran las principales interacciones que existen entre el personal de salud y la herramienta de monitoreo.

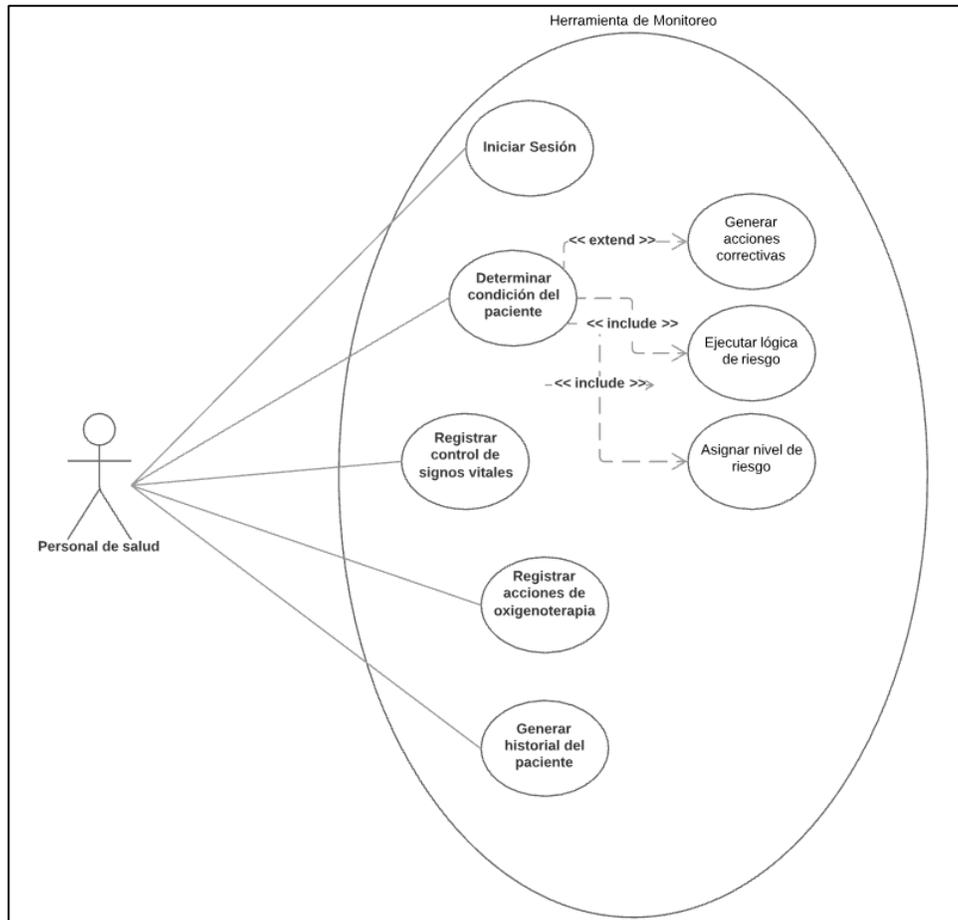


Figura 31. Casos de Uso Herramienta de Monitoreo

Para facilitar la representación, se utiliza como único actor al personal de salud, el cual puede incluir médicos, enfermeras y técnicos paramédicos. Todos los involucrados pueden realizar las mismas interacciones con la herramienta de monitoreo. A continuación, se detallan las principales funcionalidades:

- Registrar control de signos vitales: Corresponde al ingreso de los parámetros de signos vitales medidos en el paciente durante las rondas de monitoreo. Esta información es de suma importancia ya que es utilizada para determinar el riesgo del paciente durante la atención.

- Registrar acciones de oxigenoterapia: Corresponde a la actualización del tratamiento de oxigenoterapia indicado al paciente. El personal de salud supervisa que el dispositivo y la cantidad de oxígeno que se está administrando concuerde con el indicado por el médico tratante e ingresa esta información en la herramienta de monitoreo. Al igual que el caso de uso anterior, la información registrada es utilizada para determinar el riesgo del paciente.
- Determinar condición del paciente: Este caso de uso corresponde a la obtención de información actualizada de la condición del paciente que apoye las decisiones clínicas del personal de salud. Incluye la ejecución de la lógica de alerta temprana de riesgo, la asignación de un nivel de riesgo y, en caso de ser necesario, recomendar acciones que eviten el empeoramiento del estado del paciente.
- Generar historial del paciente: Este caso de uso muestra información sobre la evolución del tratamiento del paciente. Permite extraer información de los signos vitales ingresados anteriormente, estados anteriores del paciente y acciones que fueron recomendadas.

6.3 Prototipo Funcional Desarrollado

El prototipo funcional corresponde al sistema de Monitoreo de Pacientes, perteneciente a los sistemas clínicos mostrados anteriormente en la arquitectura tecnológica de la organización. Corresponde a una herramienta móvil de uso fácil y rápido que permite el ingreso de información de los pacientes hospitalizados. Esta herramienta busca incluir la información que es parte del monitoreo diario como signos vitales, parámetros nutricionales, monitoreo avanzado, balance hídrico, entre otros. En términos generales, el sistema permite visualizar a los pacientes que se encuentran hospitalizados en las distintas unidades del hospital e ingresar registros asociados a la atención como signos vitales del paciente, parámetros nutricionales, peso, estatura, etc. Además, una vez ingresados los registros permite conocer el estado de riesgo de cada paciente en base a la lógica de alerta temprana de cuatro niveles de riesgo mostrada en el capítulo 5.4.

Una característica importante que debe poseer esta herramienta tiene relación con la comunicación con los otros sistemas del hospital, ya que para poder determinar la condición de riesgo de los pacientes requiere extraer información que es actualizada en otros sistemas como el Registro Clínico Electrónico.

Como se muestra en la figura 32, al ingresar se debe elegir el tipo de información que se desea registrar. Por el momento se permite el ingreso de signos vitales, información nutricional e información de categorización de dependencia y riesgo. En este caso solo se detallará el ingreso información de los signos vitales del paciente.



Figura 32. Vista Principal Sistema de Monitoreo del Paciente

Una vez seleccionada la información que se desea registrar, se pueden visualizar todos los pacientes hospitalizados en las distintas unidades del hospital. En esta vista se muestra información demográfica del paciente, información de la hora estimada del próximo registro de acuerdo al riesgo presentado, y permite acceder a registrar información y al historial de registros.

HOSPITAL DR. EXEQUIEL GONZÁLEZ CORTÉS

MONITOREO MÓVIL SIGNOS VITALES

NOMBRE APELLIDO CERRAR SESIÓN

2º PISO ▶ GORRITO DE LANA MODO MONITOR VOLVER

FICHA	NOMBRE	UBICACIÓN	PRÓXIMO REGISTRO	RIESGO PCR	RIESGO IAAS	ACCIONES
4007854	ISIDORA PAZ FLORES CARRASCO	505 505-3	07:33 AM 25 MARZO 2018	ALTO	IASS: NO IRA BAJA: NO	PACIENTE HISTORIAL
4007854	ISIDORA PAZ FLORES CARRASCO	505 505-3	07:33 AM 25 MARZO 2018	SIN RIESGO	IASS: NO IRA BAJA: NO	PACIENTE HISTORIAL
4007854	ISIDORA PAZ FLORES CARRASCO	505 505-3	07:33 AM 25 MARZO 2018	SIN RIESGO	IASS: NO IRA BAJA: NO	PACIENTE HISTORIAL
4007854	ISIDORA PAZ FLORES CARRASCO	505 505-3	07:33 AM 25 MARZO 2018	SIN RIESGO	IASS: NO IRA BAJA: NO	PACIENTE HISTORIAL
4007854	ISIDORA PAZ FLORES CARRASCO	505 505-3	07:33 AM 25 MARZO 2018	SIN RIESGO	IASS: NO IRA BAJA: NO	PACIENTE HISTORIAL
4007854	ISIDORA PAZ FLORES CARRASCO	505 505-3	07:33 AM 25 MARZO 2018	SIN RIESGO	IASS: NO IRA BAJA: NO	PACIENTE HISTORIAL
4007854	ISIDORA PAZ FLORES CARRASCO	505 505-3	07:33 AM 25 MARZO 2018	SIN RIESGO	IASS: NO IRA BAJA: NO	PACIENTE HISTORIAL
4007854	ISIDORA PAZ FLORES CARRASCO	505 505-3	07:33 AM 25 MARZO 2018	SIN RIESGO	IASS: NO IRA BAJA: NO	PACIENTE HISTORIAL
4007854	ISIDORA PAZ FLORES CARRASCO	505 505-3	07:33 AM 25 MARZO 2018	SIN RIESGO	IASS: NO IRA BAJA: NO	PACIENTE HISTORIAL
4007854	ISIDORA PAZ FLORES CARRASCO	505 505-3	07:33 AM 25 MARZO 2018	SIN RIESGO	IASS: NO IRA BAJA: NO	PACIENTE HISTORIAL
4007854	ISIDORA PAZ FLORES CARRASCO	505 505-3	07:33 AM 25 MARZO 2018	SIN RIESGO	IASS: NO IRA BAJA: NO	PACIENTE HISTORIAL
4007854	ISIDORA PAZ FLORES CARRASCO	505 505-3	07:33 AM 25 MARZO 2018	SIN RIESGO	IASS: NO IRA BAJA: NO	PACIENTE HISTORIAL
4007854	ISIDORA PAZ FLORES CARRASCO	505 505-3	07:33 AM 25 MARZO 2018	SIN RIESGO	IASS: NO IRA BAJA: NO	PACIENTE HISTORIAL
4007854	ISIDORA PAZ FLORES CARRASCO	505 505-3	07:33 AM 25 MARZO 2018	SIN RIESGO	IASS: NO IRA BAJA: NO	PACIENTE HISTORIAL

Figura 33. Vista Pacientes Hospitalizados

Por último, al ingresar al registro de información permite registrar los parámetros de signos vitales del paciente tales como a Estado de Conciencia, Temperatura, Presión Arterial, Frecuencia Cardíaca, Frecuencia Respiratoria, Saturación de oxígeno y parámetros asociados a la ventilación del paciente. Todos estos parámetros, en conjunto con información clínica almacenada en otros sistemas, son utilizados para determinar el riesgo de descompensación/deterioro mostrado en la vista anterior.

HOSPITAL DR. EXEQUIEL GONZÁLEZ CORTÉS
MONITOREO MÓVIL SIGNOS VITALES NOMBRE APELLIDO CERRAR SESIÓN

2º PISO ▶ GORRITO DE LANA VOLVER

MARIANA CAMILUS CAMILUS ♀ Nº FICHA: 0852932 PESO: 3,1 KGS EDAD: 0 AÑOS 08 MESES 21 DÍAS UBICACIÓN: GORRITO DE LANA 501-2

REGISTRAR CONTROL DE SIGNOS VITALES | REGISTRAR ACCIONES DE OXIGENOTERAPIA | REGISTRO ANTROPOMETRÍA

ESTADO
 Dormido Despierto Llorando

ESTADO DE CONCIENCIA
 Alerta Responde a la palabra Responde al dolor No responde

TEMPERATURA 33° 42° ✕
 TIPO DE TOMA Axilar Rectal

FRECUENCIA CARDÍACA 30 260 ✕

PA. SISTÓLICA 30 200

PA. DIASTÓLICA 10 140 ✕

PA. MEDIA 15 140

FRECUENCIA RESPIRATORIA 6 120

SATURACIÓN 20 100 ✕

OXIGENOTERAPIA Y VENTILACIÓN

TIPO Vía aérea natural Traqueostomía Tubo Endotraqueal

MECANISMOS Interface: Litros:

FI02 21 100 ✕

GUARDAR

Figura 34. Vista Ingresos de Signos Vitales

CAPÍTULO 7: GESTIÓN DEL CAMBIO

En este capítulo se abordan los aspectos relacionados con la gestión del cambio que requiere el proyecto. Dado que la implementación del proyecto queda fuera del alcance del proyecto, se dejan propuestos los aspectos que deben ser considerados para llevar a cabo la implementación. En primera instancia, se explica el contexto organizacional desde la visión de la gestión del cambio, luego se proponen dominios de observación que son relevantes, para culminar con la propuesta de un plan de implementación.

Para abordar el proceso de cambio se utilizará como referencia revisión de literatura sobre gestión del cambio al incluir sistemas de alerta temprana en hospitales y el Modelo Ontológico de Liderazgo y Gestión del Cambio propuesto por Olguín (29). Este último propone una visión innovadora para abordar los procesos de cambio de proyectos tecnológicos a través del estudio de dominios de observación.

7.1 Contexto organizacional

El proyecto se lleva a cabo en las unidades de pacientes hospitalizados del HEGC. Dentro del contexto de estas unidades, destaca que la cantidad de pacientes por personal a cargo es superior a lo propuesto por el Ministerio de Salud, especialmente en periodos de alta demanda. Este contexto presenta un desafío importante en la gestión del cambio para asegurar que el rediseño de los procesos esté en concordancia con la cultura del hospital.

El presente proyecto genera un impacto principalmente a nivel operativo involucrando a todo el personal de estas unidades y cambiando la forma de hacer las cosas. El principal desafío, desde el punto de vista de la gestión del cambio, es potenciar el uso de la herramienta de monitoreo actual, poniendo énfasis en su utilidad para mejorar la gestión clínica y dar las directrices para que sea incluidas en las prácticas de trabajo diarias de las unidades.

7.2 Estrategia para la Gestión del Cambio

Para abordar el proceso de cambio se analizaron diversos estudios sobre el enfoque de enfermería en la implementación de sistemas de alerta temprana, con el fin de poder identificar los focos que deben ser abordados con la implementación.

De acuerdo a estudios internacionales, la utilización de puntajes de alerta temprana (EWS) son consideradas de baja prioridad por parte del personal de enfermería, por lo que las puntuaciones fueron completadas con una frecuencia menor a la esperada. Por otro lado, se concluye que las enfermeras que utilizan EWS se sienten con mayor seguridad a la hora de solicitar ayuda al personal médico, sin embargo, factores como la falta de habilidad, inseguridad y las cargas de trabajos excesivas dificultan la realización de estos protocolos (30).

Otros estudios mostraron que las enfermeras no sienten confianza exclusivamente en la puntuación del MEWS como indicador de riesgo, sino como una herramienta de soporte para la toma de decisiones, como datos adicionales a la evaluación física y como mejora en la comunicación con los demás profesionales (26) (31).

De acuerdo a los resultados mostrados por los estudios y utilizando el modelo propuesto por Olguín, se abordarán los dominios de Gestión del Poder, Coalición Conductora, y se dejará propuesto un método de implementación.

7.2.1 Gestión del Poder

En la tabla 12 se muestran los actores claves, su relación con el proyecto y el poder que poseen dentro de este. Esta información permite identificar a las personas claves dentro del proyecto que permiten ejecutarlo. Destaca el rol de la dirección del hospital, cuyos objetivos deben estar alineados con los del proyecto para llevar a cabo su desarrollo, y el rol del referente técnico del proyecto, que permite la validación clínica de la solución propuesta.

Tabla 12: Mapa de Poder

Nombre Actor	Relación con el proyecto	Poder
Directora del hospital	Proyecto alineado a los objetivos estratégicos de la organización, por lo que se cuenta con total apoyo desde la dirección.	Alto
Subjefe Unidad de Cuidados Críticos	Referente técnico del proyecto. Aporte en la generación y validación de la lógica de alerta temprana de riesgo y las acciones correctivas.	Alto
Enfermera Jefa Unidad de Lactantes	Enfermera líder de la implementación en la Unidad de Lactantes. Encargada	Alto

	de asegurar el correcto uso de la herramienta por el personal de enfermería y técnicos paramédicos.	
Equipo médico	Utilización de la herramienta en el proceso de atención, proposición de mejoras de la lógica clínica de identificación de riesgo	Medio
Equipo Enfermeras y Técnicos paramédicos	Usuario de la herramienta en el registro diario. Proposición de mejoras sobre usabilidad.	Medio

7.2.2 Coalición Conductora

Basado en los actores y sus poderes dentro el proyecto, se define el equipo de coalición conductora mostrado en la tabla 13, que corresponden a las personas encargadas de hacer posible el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

Destaca la dirección del hospital, quien cumple un rol fundamental en la acogida del proyecto a nivel de hospital. La dirección es la encargada de mostrar el alineamiento del proyecto con los objetivos de la organización, además de facilitar los recursos humanos y físicos para llevarlo a cabo. Otro miembro de la coalición es la Subjefe de la Unidad de Paciente Crítico del hospital, quien además de ser referente técnico, otorga la validez clínica del proyecto frente al personal médico. El rol de los médicos y enfermeras jefes de las unidades de hospitalización es vital, asegurando el correcto uso de la herramienta y monitoreando su uso de forma continua. Por otro lado, es esencial el rol del gestor del proyecto, el cual tiene como propósito la coordinación de las distintas partes involucradas en el proyecto con el fin de cumplir el objetivo último.

Tabla 13: Equipo Coalición Conductora

Nombre	Cargo
Begoña Yarza	Directora HEGC
María Elisa Nalegach	Subjefe Unidad Paciente Crítico
Carolina Roa	Enfermera Jefe Unidad Lactantes
Eduardo Alcaina	Gestor del proyecto
Patricio Wolff	Gestor del proyecto

7.2.3 Método de implementación

En esta sección se propone un método de implementación en base a revisión bibliográfica de implementaciones de sistemas de alerta temprana en hospitales internacionales. Dado que actualmente se encuentra implementada la herramienta de monitoreo de signos vitales, las medidas de implementación tienen relación con el cumplimiento de las acciones correctivas que deben realizarse de acuerdo al riesgo de los pacientes.

Se propone un programa integral de capacitación para todo el personal de enfermería, médicos y técnicos paramédicos, divididos en talleres de grupos pequeños. La capacitación debe abordar temáticas de medición de signos vitales, plan de acciones correctivas de acuerdo a resultados del PEWS, programas de inducción para personal nuevo, entre otros.

Para la implementación del programa se deben definir equipos de capacitación liderados por el equipo de coalición conductora conformado en la sección anterior. Es importante destacar el papel de los líderes de equipo para promover y asegurar la realización del programa. Además, es primordial realizar auditorías periódicas en términos de precisión, completitud de información y cumplimiento de las medidas correctivas implementadas para asegurar el correcto uso de la herramienta.

CAPÍTULO 8: EVALUACIÓN DEL PROYECTO

8.1 Análisis Retrospectivo

8.1.1 Presentación de datos

Se dividieron los pacientes en dos grupos. Pacientes no trasladados, correspondiente a los pacientes que permanecieron en la unidad durante todo su periodo de hospitalización, y pacientes trasladados, aquellos que fueron trasladados a UCI. La data se capturó desde el 1 de agosto del 2016 hasta 1 de marzo del 2017 en la Unidad de Lactantes, utilizando un sistema de registro de signos vitales desarrollado por el hospital. La información de los traslados fue obtenida desde los reportes generados por la unidad de estadística. Se obtuvieron los datos clínicos de 65 pacientes derivados y 698 pacientes no derivados, con una edad promedio de 12 meses y un total de 25431 registros. La data obtenida fue utilizada tanto para la definición de los umbrales, como para probar el modelo de score.

Para la clasificación de riesgo se generó un total de 572 etiquetas. Las etiquetas fueron generadas con los pacientes derivados a UCI, revisando los registros clínicos y determinando el riesgo real (Tabla 14).

Tabla 14: Cantidad de pacientes, registros y etiquetas según rango de edad

	Total Pacientes	Registros	Etiquetas de Expertos				Resultado Clínico	
			Sin Riesgo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Traslado a UPC	Sin traslado a UPC
RN	88	2380	10	6	5	0	6	82
1M - 3M	164	5303	110	81	25	9	15	149
3M - 1A	257	9719	78	136	15	41	25	232
1A - 2A	180	5618	20	13	11	5	14	166
2A - 4A	74	2411	0	0	0	6	5	69
TOTAL	763	25431	218	236	56	61	65	698

8.2 Resultados del modelo versus modelos de referencia con etiquetas de equipo médico

Las etiquetas determinadas por el equipo médico del hospital fueron comparadas con los puntajes determinados por los 3 modelos. En el modelo Bedside PEWS se excluyó la variable recarga capilar y esfuerzo respiratorio debido a que la información no se capturó en el registro de signos implementado en esa fecha. Así mismo, en el modelo PEWS se excluyó la variable recarga capilar (CRT) y número de medicamentos administrados. Los puntos de corte fueron definidos utilizando juicio experto y basado en otros modelos de referencia. Se utilizó un punto de corte igual a 5 para el modelo Bedside PEWS y 3 puntos de corte en los dos modelos restantes con el fin de generar 4 etiquetas de riesgo. Un score de 0 representa pacientes sin riesgo, score de 1 a 3 riesgo bajo, 4 a 5 riesgo medio y sobre 6 riesgo alto.

El modelo HEGC presentó una precisión general de 91,4% en tanto los modelos Bedside PEWS y el PEWS, presentaron una precisión general de 90,1% y 62,8% respectivamente. El detalle de las matrices de confusión, sensibilidades y especificidades son presentados en la tabla 15.

Tabla 15. Matriz de confusión, sensibilidad y especificidad todos los modelos.

		HEGC Model				PEWS				Bedside PEWS	
		No-Risk	Low-Risk	Intermediate Risk	High-Risk	No-Risk	Low-Risk	Intermediate Risk	High-Risk	Low-Risk	High-Risk
Reference	No-Risk	96%	2%	2%	0%	44%	56%	0%	0%	91%	9%
	Low-Risk	1%	97%	1%	1%	0%	94%	6%	0%		
	Intermediate Risk	0%	18%	43%	39%	1%	35%	41%	23%	11%	89%
	High-Risk	0%	0%	2%	98%	0%	52%	26%	21%		
	Sens.	0.95	0.97	0.43	0.98	0.43	0.94	0.52	0.21	0,91	0,88
	Espe.	0.99	0.95	0.98	0.95	0.99	0.46	0.94	0.99	0,88	0,91

8.3 Comparación de Score en pacientes trasladados y no trasladados

Resulta de particular interés el resultado del modelo en pacientes que fueron trasladados a UPC, ya que se subentiende que estos fueron trasladados debido a un empeoramiento en su condición. Del total de registros clasificados en Riesgo alto mediante el modelo un 10,5% corresponden a registros de pacientes que fueron trasladados a UPC y un 2,5 % con riesgo medio fueron trasladados a UPC. Así mismo, aproximadamente un 0,4% corresponden a registros de riesgo bajo y un 0,2% sin riesgo (Figura 35). De los pacientes trasladados a UPC, 62% de los registros fueron de riesgo alto, 32% riesgo medio y 10% y 6% de riesgo bajo y sin riesgo (Figura 35).

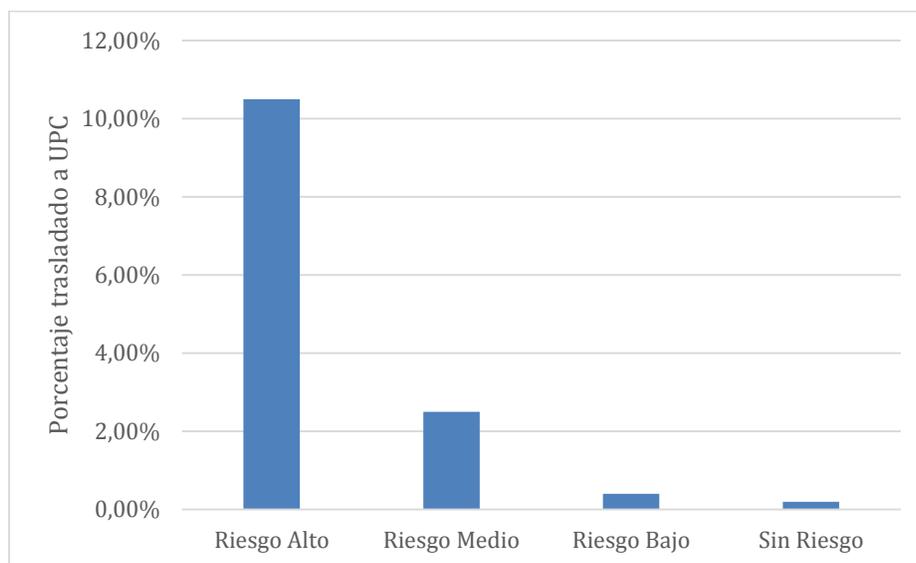


Figura 35. Riesgo en pacientes trasladados y no trasladados.

8.4 Respuesta al cambio de condición clínica

Si se analiza el score promedio de pacientes horas antes del traslado a UPC, se observa que en promedio este score aumentó. Este análisis permite ver la capacidad predictiva que tiene el modelo. Entre las 4 y 13 horas antes de ser trasladados, el score promedio fue de 5,2, correspondiente a pacientes con riesgo medio según los puntos de corte. Así mismo, a 3 horas de ser trasladados el promedio fue de 6,5, correspondiente a pacientes con riesgo alto. Pacientes sobre las 24 horas previas al traslado mostraron promedios correspondientes a riesgo bajo. (Figura 36)

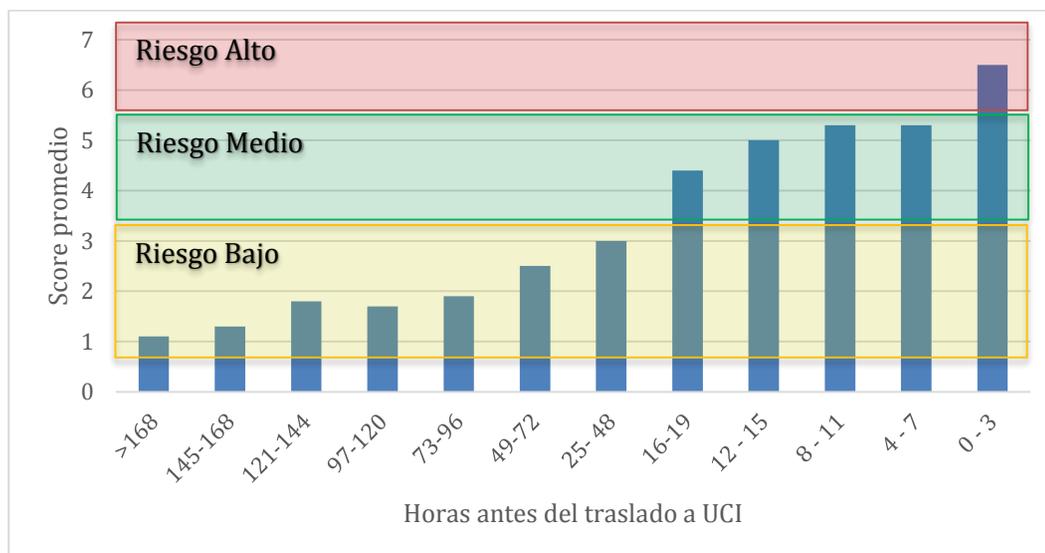


Figura 36. Score Promedio en Horas antes del traslado

8.5 Definición de Beneficios Y Costos

8.5.1 Beneficios del Rediseño

El proyecto presenta beneficios desde el punto de vista privado y social, sin embargo, debido a la naturaleza del proyecto, el cual busca disminuir los fallecimientos de pacientes, y dado que los beneficios privados son marginales en comparación a los beneficios sociales, se procederá a evaluar el proyecto desde el punto de vista social. Se busca desarrollar un servicio proactivo, que permita anticiparse a situaciones críticas y evitar descompensaciones de los pacientes y/o fallecimientos debido a la falta de información. Dado lo anterior, el beneficio social del proyecto está relacionado a evitar el fallecimiento prematuro de pacientes propensos a sufrir una crisis de PCR.

El Ministerio de Desarrollo Social cuantificó el costo de una muerte prematura de un individuo en 3.133 UF. Este valor representa la pérdida de productividad que enfrenta la sociedad por la muerte prematura de un individuo promedio, estimada a través del enfoque de capital humano. Para realizar el cálculo se estimaron los valores presentes

de los ingresos futuros para cada rango etario y género, multiplicados por la probabilidad de llegar a las edades respectivas y ponderadas por la población total de cada edad, entregando un resultado único promedio como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 16: Beneficio Social del Proyecto

Unidad de Medición	Item	Valor	Moneda	Valor Total (CLP)
Pacientes	Evitar Fallecimiento (Estimación de costos sociales por fallecimiento prematuro en Chile a través del enfoque de capital humano, MDS)	3.133	UF ¹	\$83.232.531

Existen también otros beneficios asociados al proyecto, pero que son de difícil valoración, como la reducción de los días de estadía en el hospital que podría ocasionar la atención proactiva, lo cual, podría permitir atender a una mayor cantidad de pacientes al aumentar el número de camas disponibles. Desde el punto de vista privado, también se tienen beneficios que pueden ser valorados, como la disminución del número de descompensaciones y con ello, la reducción del número de traslados de pacientes desde unidades de camas básicas a unidades de pacientes críticos. Este último beneficio no se incluyó en el análisis ya que es considerado marginal comparado con el beneficio social global del proyecto que es mejorar la herramienta para disminuir fallecimientos.

8.5.2 Costos del Rediseño

Al tratarse de un proyecto de investigación clínica que pretende mejorar una herramienta que ya se encuentra implementada, los principales costos que se consideraron están ligados principalmente a la investigación de la lógica clínica y los recursos que se utilizaron para su desarrollo.

Los costos operacionales del proyecto se muestran en la Tabla 17, y contemplan principalmente los costos de calibración y mejora de la herramienta. Se contempla un Ingeniero Civil Industrial encargado de realizar la calibración de los modelos de forma mensual y, eventualmente, identificar nuevas mejoras para la lógica clínica. Además, se considera un desarrollador que realice la programación de los ajustes que se

¹ Valor UF: \$26,566 con fecha 14/07/2016

realicen a los modelos y la mantención de la operación diaria de la herramienta. Por último, se contemplan horas utilizadas por el personal de salud del hospital para afinar los modelos, tanto desde el punto de vista de la lógica clínica como de la operación diaria.

Tabla 17: Costos Operacionales del Proyecto

Cantidad	Unidad de Medición	Item	Valor	Valor Total (CLP)
72	horas	Afinación Modelos Enfermera (6 hr/mes)	\$8.333	\$599.976
48	horas	Afinación Modelos Médicos (4 hr/mes)	\$18.667	\$896.016
180	horas	Afinación Modelos Ing. Civil Industrial (15hr/mes)	\$7.813	\$1.406.340
180	horas	Desarrollador (ajuste de modelos y mantención)	\$5.556	\$1.000.080
TOTAL				\$3.246.120

Respecto a la Inversión del proyecto, ésta contempla principalmente el tiempo utilizado por los profesionales para mejorar la herramienta. Dada la naturaleza del proyecto, no se considera la inversión en activos físicos ya que no son necesarios para la mejora de la lógica, y los activos físicos que se utilizan en la unidad (Monitores, carros de traslado de herramienta, tablets, etc) fueron incluidos en el proyecto de implementación de la herramienta.

La inversión contempla las horas destinadas por los médicos, enfermeras y técnicos paramédicos para desarrollar la lógica de negocios desde el punto de vista clínico y operacional. Contempla también las horas de investigación de un Ingeniero Civil Industrial acerca de las nuevas variables de forma full time por un periodo de 8 meses, modelos y metodologías a utilizar para la mejora de la herramienta, como también la programación de las modificaciones que se requieran de la herramienta actual para incluir dichas mejoras. Además, se añadieron los costos de las horas utilizadas para validar la investigación con la dirección del hospital, testeo de la herramienta y capacitación del personal sobre las modificaciones de la herramienta actual.

Tabla 18: Inversión del Proyecto

Cantidad	Unidad de Medición	Item	Valor	Valor Total (CLP)
96	Horas	Sueldo Médicos (Información para lógica de Negocios)	\$18.667	\$1.792.032
48	Horas	Sueldo Enfermeras (Información de req. y procesos)	\$8.333	\$399.984
24	Horas	Sueldo Director Hospital (Reuniones de avances, req.)	\$23.333	\$559.992
8	Meses	Sueldo Ing. Civil Industrial (Investigación lógica de Negocios)	\$1.250.080	\$10.000.640
120	Horas	Sueldo Desarrollador	\$5.556	\$666.720
30	Horas	Sueldo QA y Testing	\$10.000	\$300.000
15	Horas	Sueldo Jefe Producción Informática HEGC	\$15.556	\$233.340
80	Horas	Capacitación uso de aplicación Médicos, Enfermeras y TPM	0,5 UF	\$1.062.656
16	Horas	Capacitación Unidad de Informática Hospital	0,5 UF	\$212.531
			TOTAL	\$15.227.895

8.6 Flujo de Caja

8.6.1 Consideraciones para la construcción del Flujo de Caja

A continuación, se presentan las consideraciones utilizadas para la construcción del flujo de caja del proyecto.

- Horizonte de Evaluación: Se considera un horizonte de evaluación de 3 años debido a la naturaleza del proyecto. Cabe destacar algunos aspectos importantes para la elección del horizonte de evaluación. Las mejoras de la lógica clínica realizadas en este proyecto están limitadas a la información que está disponible en el hospital de forma digital, quedando la posibilidad de realizar otras mejoras en el futuro a medida que se tenga más información. Dado lo anterior, en el contexto del cambio al nuevo hospital, se tiene contemplado comenzar a utilizar registro clínico electrónico y, por ende, tener acceso a mayor información de la atención. El horizonte elegido toma en

consideración los aspectos anteriores y considera un tiempo de uso del registro clínico electrónico en el nuevo hospital para poder actualizar la herramienta.

- Tasa de Descuento: Se utiliza la Tasa Social de Descuento (TSD) de un 6% especificada por el Ministerio de Desarrollo Social, la cual representa el costo de oportunidad para los organismos públicos. Además, se consideró un factor de corrección de mano de obra de mano de obra calificada de 0,98 (33).
- Financiamiento: El financiamiento se realiza con recursos propios del hospital Dr. Exequiel González Cortés.
- Impuestos: El hospital, al ser un organismo del estado no paga impuestos de primera categoría.

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores se presenta el flujo de caja social del proyecto, el cual contempla como un escenario normal o conservador evitar el fallecimiento de un paciente en los años 2 y 3. Dado esto se obtuvo un VAN de \$120.533.578,33 y una Tasa interna de retorno de 162%. El detalle de los cálculos del flujo caja se puede ver en la Tabla 19.

Tabla 19: Flujo de Caja Social

	Año			
	0	1	2	3
Ingresos				
Evitar Fallecimiento	0	0	\$83.232.531	\$83.232.531
Costos				
Afinación Modelos Enfermera (6 hr/mes)	\$-	\$-587.976	\$-587.976	\$-587.976
Afinación Modelos Médicos (4 hr/mes)	\$-	\$-878.096	\$-878.096	\$-878.096
Afinación Modelos Ingeniero Industrial (8hr/mes)	\$-	\$-735.047	\$-735.047	\$-735.047
Desarrollador (ajuste de modelos y mantenimiento)		\$-980.078	\$-980.078	\$-980.078
Utilidad Antes de Impuestos	\$-	\$-3.181.198	\$80.051.334	\$80.051.334
Impuestos	\$-	\$-	\$-	\$-
Utilidad Después de Impuestos	\$-	\$-3.181.198	\$80.051.334	\$80.051.334
Flujo de Caja Operacional	\$-	\$-3.181.198	\$80.051.334	\$80.051.334
Inversión				

Sueldo Médicos (Información para lógica de Negocios)	\$-1.756.191	\$-	\$-	\$-
Sueldo Enfermeras (Información de req. y procesos)	\$-391.984	\$-	\$-	\$-
Sueldo Director Hospital (Reuniones de avances, req.)	\$-548.792	\$-	\$-	\$-
Sueldo Ingeniero Civil Industrial (Investigación lógica de Negocios)	\$-9.800.627	\$-	\$-	\$-
Sueldo Desarrollador	\$-653.386	\$-	\$-	\$-
Sueldo QA y Testing	\$-294.000	\$-	\$-	\$-
Sueldo Jefe Producción Informática HEGC	\$-228.673	\$-	\$-	\$-
Capacitación uso de aplicación Médicos, Enfermeras y TPM	\$-1.041.403	\$-	\$-	\$-
Capacitación Unidad de Informática Hospital	\$-208.280	\$-	\$-	\$-
Flujo de Caja de Capitales	\$-14.923.337	\$-	\$-	\$-
Flujo Caja Social	\$-14.923.337	\$-3.181.198	\$80.051.334	\$80.051.334

8.7 Análisis de Sensibilidad

En esta sección se presenta el análisis de sensibilidad del proyecto, donde se ve la incidencia de las variables relevantes del proyecto en los indicadores de rentabilidad. En este caso, la única variable relevante a analizar corresponde al “Número de Fallecimientos de Pacientes en un año”. En este análisis se contemplarán dos escenarios, uno pesimista y uno realista.

1. El escenario pesimista contempla que el proyecto evita al menos un fallecimiento durante el horizonte de evaluación, en el flujo de caja mostrado en la Tabla N°20 se muestran los indicadores VAN y TIR del proyecto evitando un fallecimiento al tercer año de implementado. Se obtiene un VAR de \$46.456.921,87 y una TIR de 46%.
2. El escenario realista corresponde al mostrado en la sección anterior (Tabla 19), el cual contempla que el proyecto evita el fallecimiento de un paciente en los años 2 y 3, lo cual se sustenta en la experiencia del equipo médico que trabajó en el proyecto. Se obtiene un VAR de \$120.533.578,33 y una TIR de 162%.

Del análisis de sensibilidad realizado se puede concluir que para que le proyecto sea rentable socialmente, se debe evitar solo un fallecimiento en cualquiera de los 3 años de funcionamiento de la herramienta mejorar.

Tabla 20: Escenario Pesimista

	Año			
	0	1	2	3
Ingresos				
Evitar Fallecimiento	0	0	\$0	\$83.232.531
Costos				
Afinación Modelos Enfermera (6 hr/mes)	\$-	\$-587.976	\$-587.976	\$-587.976
Afinación Modelos Médicos (4 hr/mes)	\$-	\$-878.096	\$-878.096	\$-878.096
Afinación Modelos Ingeniero Industrial (8hr/mes)	\$-	\$-735.047	\$-735.047	\$-735.047
Desarrollador (ajuste de modelos y mantención)		\$-980.078	\$-980.078	\$-980.078
Utilidad Antes de Impuestos	\$-	\$-3.181.198	\$-3.181.198	\$80.051.334
Impuestos	\$-	\$-	\$-	\$-
Utilidad Después de Impuestos	\$-	\$-3.181.198	\$-3.181.198	\$80.051.334
Flujo de Caja Operacional	\$-	\$-3.181.198	\$-3.181.198	\$80.051.334
Inversión				
Sueldo Médicos (Información para lógica de Negocios)	\$-1.756.191	\$-	\$-	\$-
Sueldo Enfermeras (Información de req. y procesos)	\$-391.984	\$-	\$-	\$-
Sueldo Director Hospital (Reuniones de avances, req.)	\$-548.792	\$-	\$-	\$-
Sueldo Ingeniero Civil Industrial (Investigación lógica de Negocios)	\$-9.800.627	\$-	\$-	\$-
Sueldo Desarrollador	\$-653.386	\$-	\$-	\$-
Sueldo QA y Testing	\$-294.000	\$-	\$-	\$-
Sueldo Jefe Producción Informática HEGC	\$-228.673	\$-	\$-	\$-
Capacitación uso de aplicación Médicos, Enfermeras y TPM	\$-1.041.403	\$-	\$-	\$-
Capacitación Unidad de Informática Hospital	\$-208.280	\$-	\$-	\$-
Flujo de Caja de Capitales	\$-14.923.337	\$-	\$-	\$-
Flujo Caja Social	\$-14.923.337	\$-3.181.198	\$-3.181.198	\$80.051.334

CAPÍTULO 9: CONCLUSIONES

9.1 Respecto al modelo de Score y sus limitaciones

El presente trabajo muestra la construcción y validación de un modelo de identificación de deterioro clínico en pacientes pediátricos utilizando 8 variables: Frecuencia Cardíaca, Frecuencia respiratoria, Saturación de oxígeno, Temperatura corporal, Presión arterial, Diagnóstico clínico y comorbilidades, y antecedentes clínicos. El modelo desarrollado tiene la característica de ser simple y rápido en lo que respecta al registro de signos, lo que lo vuelve un sistema adecuado al proceso clínico asistencial.

Resultados de un 91% de precisión general y sensibilidades en riesgo alto sobre un 95%, lo vuelven suficientemente robusto para su uso en ambientes clínicos reales. Por otro lado, el modelo permitió distinguir pacientes con riesgo potencial de traslado a UCI al menos 11 horas antes.

Respecto a las limitaciones del modelo desarrollado, la data utilizada para su evaluación es desbalanceada y escasa, por lo que se puede generar sobre ajuste del modelo. Sin embargo, al comparar los resultados con etiquetas objetivas como el traslado a UCI, muestra una gran correlación. Además, debido a los datos disponibles, los umbrales de las variables solo pudieron ser definidos para pacientes menores a 4 años, quedando limitado el modelo a estos rangos de edad. A medida que el modelo sea implementado en otras unidades, se podrán recolectar datos y definir umbrales para paciente mayores de 4 años.

9.2 Comparaciones con otros modelos internacionales

Utilizando el mismo grupo de pacientes, con el modelo desarrollado se obtuvo mejores resultados que con otros modelos validados internacionalmente (Bedside PEWS y PEWS). Las variables utilizadas por los tres modelos fueron similares, sin embargo, los umbrales fueron definidos localmente para cada modelo en particular. El modelo desarrollado tuvo una precisión general de 91% comparado con los modelos Bedside y el PEWS, que arrojaron una precisión de 74% y un 62% respectivamente. Cabe

destacar que los modelos internacionales no pudieron ser evaluados en su totalidad, ya que no se contaba con los datos de todas las variables que estos utilizan.

9.3 Implicancias del uso del Score

Dentro del contexto del hospital, el registro de la información de enfermería se encuentra bajo los estándares internacionales, sobre todo en unidades fuera de cuidados intensivos. La inclusión de estos modelos en el proceso de atención requiere de una evaluación previa, pues implica aumentar el número de variables que se deben recolectar en el monitoreo diario de los pacientes, generando mayor carga de trabajo para el personal. Además, el incluir variables como estado de conciencia, grupo diagnóstico y comorbilidades en el monitoreo habitual requiere que el personal que completa la información clínica tenga las competencias necesarias, limitando la labor al personal de enfermería. Este contexto obliga a la integración de los sistemas de registros del hospital, permitiendo contar con la información clínica generada durante la atención de forma centralizada.

9.4 Como herramienta de gestión

El deterioro de la condición clínica del paciente puede ocurrir en el periodo durante el cual los signos vitales no son medidos. Dado esto, el tiempo de intervención en los pacientes con signos de deterioro es crucial para alterar la trayectoria del deterioro. Esta herramienta puede otorgar una visión general del estado de los pacientes de la unidad, con el fin de generar estrategias de mitigación del riesgo. Así, en pacientes con mayor riesgo se deben incrementar la frecuencia de monitoreo o realizar intervenciones específicas por personal capacitado.

9.5 Futuros Trabajos

El presente trabajo genera nuevas oportunidades para futuros proyectos en el ámbito de la salud en Chile, direccionando la utilización de los recursos tecnológicos para mejorar la calidad de la atención y dar soporte a las decisiones clínicas. Si bien los sistemas de alerta temprana son intuitivos y fáciles de usar, la falta de protocolos de uso y estándares sobre el registro de las variables hacen difícil su uso. Dado esto, el principal desafío de los trabajos futuros relacionados con la implementación del proyecto debe tener relación con la utilización de estos sistemas en las prácticas clínicas diarias, evolucionando desde herramientas independientes que gatillen

intervenciones puntuales a estructuras más complejas como Sistemas de Respuesta Rápida (RRT).

Por otro lado, a medida que se incluyan herramientas tecnológicas en el HEGC y se cuente con información clínica estructurada de tratamientos de los pacientes, pueden ser incluidas nuevas variables que permitan mejorar la precisión de los modelos actuales. Estudios internacionales han demostrado que la inclusión de información sobre balance hídrico, exámenes de laboratorio, medicamentos, entre otros, permite identificar enfermedades con mayor rapidez y precisión, además de permitir orientar estos sistemas hacia la identificación de patologías específicas en pacientes pediátricos.

Por último, es importante destacar el modelo de atención integral que busca desarrollar el Hospital Dr. Exequiel González Cortés, el cual debe ser apoyado por los procesos y la tecnología implementada en la organización. Los futuros proyectos tecnológicos deben intentar migrar hacia este enfoque de entregar una atención completa, con énfasis tanto en los aspectos clínicos como nutricionales, psicológicos, sociales, etc.

CAPÍTULO 10: BIBLIOGRAFÍA

1. MINSAL. (2015). Servicios de Salud.
2. HEGC. (2015). Historia HEGC.
3. HEGC. (2017). Cuenta Pública.
4. Aranaz Andrés, J. M., Aibar Remón, C., Vitaller Burillo, J., & Ruiz López, z P. (2006). Estudio Nacional sobre los Efectos Adversos ligados a la Hospitalización. ENEAS 2005. *Ministerio de Sanidad y Consumo*, 170.
5. Kjellberg, J., Wolf, R. T., Kruse, M., Rasmussen, S. R., Vestergaard, J., Nielsen, K. J., & Rasmussen, K. (2017). Costs associated with adverse events among acute patients. *BMC Health Services Research*, 17, 651.
6. Mcquillan P, Pilkington S, Allan A, et al. Confidential inquiry into quality of care before admission to intensive care. *BMJ* 1998;316:1853–8.
7. Reason JT. 2001. Understanding adverse events: human factors. En: Vincent CA, editor. *Clinical risk management: enhancing patient safety*. London: BMJ; p. 9-30.
8. American Heart Association (2006). *SVAP: Libro para el Proveedor*.
9. Barros, O. (2011). *Ingeniería de Negocios, Diseño Integrado de Negocios, Procesos y Aplicaciones TI, 2ª parte*. Santiago, Chile.
10. Hax, A. (2010). *The Delta Model, Reinventing Your Bussines Strategy*. USA: Springer.
11. Osterwalder, A. (2004). *The business model ontology: A proposition in a design science approach*.
12. Barros, O., & Julio, C. (2010). *Enterprise and Process Architecture Patterns*. BPTrends.
13. Rajendra Arvind Akerkar and Priti Srinivas Sajja. (2010). *Knowledge Based Systems*.
14. Kho, A., Rotz, D., Alrahi, K., Cárdenas, W., Ramsey, K., Liebovitz, D., ... Watts, C. (2007). Utility of commonly captured data from an EHR to identify hospitalized patients at risk for clinical deterioration. *AMIA ... Annual Symposium Proceedings / AMIA Symposium. AMIA Symposium, 2007*(Table 1), 404–408.
15. Subbe CP, Davies RG, Williams E, et al. Effect of introducing the modified early warning score on clinical outcomes, cardio-pulmonary arrests and intensive care utilisation in acute medical admissions. *Anaesthesia* 2003;58:797.
16. Morgan RJM, Williams F, Wright MM. An early warning scoring system for detecting developing critical illness. *Clin Intensive Care* 1997;8:100.

17. Bilben, B., Grandal, L., & Søvik, S. (2016). National Early Warning Score (NEWS) as an emergency department predictor of disease severity and 90-day survival in the acutely dyspneic patient - a prospective observational study. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, 24(1), 1–8.
18. Subbe CP, Kruger M, Rutherford P, Gemmel L. Validation of a modified Early Warning Score in medical admissions. *QJM* 2001;94(10):521-6.
19. Opio, M. O., Nansubuga, G., & Kellett, J. (2013). Validation of the VitalPAC; Early Warning Score (ViEWS) in acutely ill medical patients attending a resource-poor hospital in sub-Saharan Africa. *Resuscitation*, 84(6), 743–746.
20. K. E. Henry, D. N. Hager, P. J. Pronovost, S. Saria, A targeted real-time early warning score (TREWScore) for septic shock. *Sci. Transl. Med.* 7, 299ra122 (2015).
21. Duncan, H., Hutchison, J., & Parshuram, C. S. (2006). The pediatric early warning system score: A severity of illness score to predict urgent medical need in hospitalized children. *Journal of Critical Care*, 21(3), 271–278.
22. Parshuram, C. S., Hutchison, J., & Middaugh, K. (2009). Development and initial validation of the Bedside Paediatric Early Warning System score. *Critical Care*, 13(4), 1–10.
23. Mclellan, M., & Connor, J. (2012). *The Cardiac Children's Hospital Early Warning Score (C-CHEWS)*. *Journal of pediatric nursing* (Vol. 28).
24. P. Bhadoria, A. Bhagwat. (2008) *Severity Scoring Systems in Pediatric Intensive Care Units*. *Indian Journal of Anaesthesia*,
25. F. Shann, G. Pearson, A. Slater y K. Wilkinson, (1996) *Paediatric index of mortality (PIM): a mortality prediction model for children in intensive care*
26. Stafseth SK, Gronbeck S, Lien T, Randen I, Lerdal A. The experiences of nurses implementing the Modified Early Warning Score and a 24-hour on-call Mobile Intensive Care Nurse: An exploratory study. *Intensive Crit Care Nurs.* 2015 Nov 26. pii: S0964-3397(15). 2016 Junio; 34.
27. Thim, T., Krarup, N. H. V., Grove, E. L., Rohde, C. V., & Løfgren, B. (2012). Initial assessment and treatment with the Airway, Breathing, Circulation, Disability, Exposure (ABCDE) approach. *International Journal of General Medicine*, 5, 117–121.
28. Menendez, M. E., Neuhaus, V., van Dijk, C. N., & Ring, D. (2014). The Elixhauser Comorbidity Method Outperforms the Charlson Index in Predicting Inpatient Death After Orthopaedic Surgery. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 472(9), 2878–2886.

29. Macaya, E. O., Crawford, B., & Soto, R. (2016). Change management in technology projects: Using a comprehensive model of change management. In *2016 11th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)* (pp. 1–6).
30. Odell M, Victor C, Oliver D. Nurses' role in detecting deterioration in ward patients: systematic literature review. *J Adv Nurs*. 2009 Octubre; 65(10).
31. Stewart J, Carman M, Spegman A. Evaluation of the effect of the Modified Early Warning System on the Nurse-Led activation of the Rapid Response System. *J Nurs Care Qual*. 2014 Jul-Sep; 29(3).
32. Miguel, "Mejora en los procesos de monitorización hospitalaria en el hospital Dr. Exequiel González Cortés", 2015.
33. Desarrollo Social, M., & Subsecretaría de Evaluación Social. (2016). Precios Sociales Vigentes 2016. División de Evaluación Social de Inversiones., 1–20.
34. Ugarte, P., & Britos, F. (2011). Estimación de los costos sociales por fallecimiento prematuro en Chile a través del enfoque de Capital Humano., 1–29.
35. National Institute for Health and Clinical Excellence (NICE). Acute illness in adults in hospital: recognising and responding to deterioration (CG50). Guía de práctica clínica, Guideline Development Group; 2007. Report No.: 0845 003 7780