



UNIVERSIDAD
SAN SEBASTIAN

“PROPUESTA DE ASISTENTE VIRTUAL PARA HOSPITAL DE SECTOR PÚBLICO”

Alumno: Alphé Gabriel Enrique Salas Michels

Profesor: Juan Huichipoco Cortez

© **Alphé Gabriel Enrique Salas Michels**

Se autoriza la reproducción parcial o total de esta obra con fines académicos, por cualquier forma, medio o procedimiento, siempre y cuando se incluya la cita bibliográfica del documento.

Santiago, Chile 2025

HOJA DE CALIFICACIÓN

En _____ Chile, el ____ de _____ del 20____, los abajo firmantes dejan constancia que el estudiante _____ de la carrera _____ ha aprobado el proyecto de título para optar al título de _____ con una nota de _____

Profesor Evaluador

Profesor Evaluador

Profesor Evaluador

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo no habría sido posible sin el apoyo, la orientación y la compañía de personas que, de distintas maneras, han contribuido a lo largo de este proceso formativo.

En primer lugar, expreso mi más profundo reconocimiento a mis docentes, quienes con profesionalismo y compromiso entregaron no solo conocimientos académicos, sino también herramientas que me permitieron desarrollar un pensamiento crítico y una actitud perseverante frente a los desafíos. Su dedicación, paciencia y exigencia constituyeron una guía fundamental para alcanzar esta meta, dejando en mí enseñanzas que trascienden el ámbito universitario.

De manera muy especial, agradezco a mi familia, cuya confianza, apoyo incondicional y comprensión fueron esenciales para mantenerme firme en cada etapa de este camino. Gracias por alentarme en los momentos de dificultad, por su compañía constante y por ser la principal fuente de motivación que me impulsó a no rendirme. Este logro les pertenece tanto como a mí, pues sin su respaldo no hubiera sido posible culminar este desafío académico.

Finalmente, extendiendo mi gratitud a todas aquellas personas e instituciones que, de manera directa o indirecta, contribuyeron con su apoyo, consejo o ejemplo para que este proyecto llegara a concretarse.

A todos ellos, mi más sincero agradecimiento por haber sido parte de este proceso que hoy culmina con la realización de esta tesis.

RESUMEN

El sistema de salud pública chilena presenta una crisis estructural, marcada por la insuficiencia de camas hospitalarias. En especial en la temporada de invierno, existe una alta tasa de hospitalizaciones que son evitables. Creando ambas situaciones una sobrecarga del sistema, evidenciando las debilidades del modelo de atención actual, siendo áreas críticas el seguimiento y acompañamiento de pacientes ya dados de alta. Entonces surge como una necesidad el fortalecer el cuidador domiciliario y la incorporación de tecnologías accesibles e inteligentes se vuelve una prioridad para mejorar la eficiencia del sistema.

El presente proyecto de tesis propone el diseño de un asistente virtual como herramienta de apoyo a cuidadores informales de pacientes que han sido derivados a sus hogares desde el Hospital Félix Bulnes. Estos cuidadores, en su mayoría familiares sin formación sanitaria, asumen un rol clave en la recuperación del paciente, pero frecuentemente enfrentan barreras de información, contención y orientación que pueden derivar en errores, complicaciones o reingresos hospitalarios. La propuesta consiste en desarrollar un asistente virtual que entregue información precisa, validada y de fácil comprensión sobre cuidados básicos, señales de alerta y recomendaciones prácticas, adaptado a las necesidades reales de los usuarios.

Esta propuesta tiene un enfoque de metodología ágil que incluye herramientas de mejora continua, comenzando el análisis con la identificación de problemas críticos en el proceso de atención de urgencias, entre ellos la falta de formación del cuidador de los pacientes post alta, generando un alto porcentaje de reingresos. A través del análisis de criticidad se estableció que el diseño del asistente virtual puede contribuir a reducir estos reingresos.

El prototipo que se implementa inicialmente es mediante una plataforma Landbot, Vinculada a la plataforma WhatsApp, por análisis de costos se migra a Angular 17 y Visual Studio Code, la nueva herramienta considera mejoras de rendimiento, escalabilidad y sostenibilidad del proyecto a largo plazo. El desarrollo de este se organizado en fases de planificación, implementación, verificación y mejoras continuas. Las pruebas piloto se realizaron con expertos que validaron la utilidad y pertinencia del asistente virtual, destacando su potencial como apoyo a los cuidadores y como una forma de prevenir complicaciones y reingreso al hospital.

En cuanto al análisis de costo y beneficio, se realizó una estimación detallada, donde el desarrollo e implementación del asistente virtual implica una inversión inicial acotada, ya que al utilizar herramientas de código abierto y entornos de bajo costo.

Los beneficios proyectados se orientan a disminuir las hospitalizaciones evitables, descongestionando el servicio de urgencias. Disminuyendo el uso de recursos en hospitalizaciones evitables, mejorando la calidad de vida de los pacientes y de su entorno familiar. La propuesta resulta técnica y económicamente viable, al mismo tiempo que socialmente relevante para el sistema de salud pública.

Palabras clave: salud digital, asistente virtual, cuidados domiciliarios, hospital público, metodología ágil.

ABSTRACT

The Chilean public healthcare system presents a structural crisis marked by the insufficient number of medical beds, especially in winter season. It exists a high rate of hospitalization that could be prevented. Both situations create a super load on the system, highlighting the weakness of the actual care model, the follow-up and support of already discharged patients being critical areas. As a result, strengthening home caregivers and incorporating accessible, smart technologies have become priorities to improve the system's efficiency.

This thesis project proposes the design of a virtual assistant as a support tool for informal caregivers of patients who have been discharged to their homes from the Félix Bulnes Hospital. These caregivers, who are mostly family members without medical training, play a key role in the patient's recovery but frequently face barriers to information, support, and guidance. This can lead to errors, complications, or hospital readmissions. The proposal consists of developing a virtual assistant that provides accurate, validated, and easy-to-understand information on basic care, warning signs, and practical recommendations, all tailored to the real needs of the users.

This proposal uses an agile methodology approach that includes continuous improvement tools. The analysis began with the identification of critical problems in the emergency care process, including the lack of training for post-discharge patient caregivers, which generates a high percentage of readmissions. Through critical analysis, it was established that the virtual assistant's design can contribute to reducing these missions.

The initial prototype was implemented using a Landbot platform linked to WhatsApp. However, based on a cost analysis, the project was migrated to Angular 17 and Visual Studio Code. This new tool offers improved performance, scalability, and long-term project sustainability.

The development was organized into phases of planning, implementation, verification, and continuous improvement. Pilot tests were conducted with experts who validated the utility and relevance of the virtual assistant, highlighting its potential as support for caregivers and as a way to prevent complications and hospital readmissions.

In a detailed cost-benefit analysis, it was determined that the development and implementation of the virtual assistant require a modest initial investment, as it utilizes open-source tools and low-cost environments.

The projected benefits focus on reducing preventable hospitalizations, which would relieve pressure on emergency services. This would, in turn, reduce the use of resources on avoidable hospitalizations while improving the quality of life for patients and their families. The proposal is therefore technically and economically viable, as well as socially relevant for the public health system.

Keywords: digital health, virtual assistant, home care, public hospital, agile methodology

Tabla de contenido

RESUMEN.....	v
ABSTRACT	vii
1 INTRODUCCIÓN.....	15
2 ANTECEDENTES DEL PROYECTO	17
2.1 Justificación del Problema.....	17
2.2 Alcances y delimitaciones del proyecto	18
2.2.1 Alcances del proyecto	18
2.2.2 Delimitaciones del proyecto	19
2.3 Objetivo General.	19
2.4 Objetivos Específicos	20
2.5 Marco Teórico	20
2.5.1 Diagrama Causa-Efecto	20
2.5.2 Análisis de Criticidad	21
2.5.3 Ciclo de Deming	22
2.5.4 Etapas del Ciclo de Deming	23
2.5.5 Metodología Ágil	26
2.5.6 Definición del proceso de TRIAGE utilizado en el servicio de urgencia del Hospital Félix Bulnes	28
3 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	29
3.1 Descripción de la institución	29
3.1.1 Historia del hospital Félix Bulnes	29
3.1.2 Labores	30
3.2 Procesos definidos dentro del alcance del proyecto	33
3.3 Problemas encontrados en el proceso de urgencia	37

	10
3.3.1 Problema en el proceso para la unidad de urgencias	37
3.4 Análisis de Criticidad	43
3.4.1 Análisis de criticidad al proceso de hospitalizaciones evitables	46
4 PROPUESTA DE MEJORA.....	50
4.1 Planificar.....	50
4.1.1 Actividades principales.....	51
4.1.2 Planificación de Sprints	53
4.2 Hacer.....	54
4.2.1 Alcances técnicos y herramientas a utilizar.....	54
4.2.2 Componentes de la solución	54
4.2.3 Etapas de elaboración del asistente virtual	58
4.2.4 Propuesta de mejora	65
4.2.5 Marco de trabajo metodología ágil	70
4.2.6 Estimación de actividades y tiempos de implementación HH	71
4.3 Verificar	73
4.3.1 Indicadores clave	77
4.3.2 Evaluación de la implementación	77
4.4 Actuar.....	79
4.4.1 Implementación de mejoras	79
4.4.2 Controles permanentes	80
4.4.3 Documentación y Estandarización	81
4.4.4 Prueba Piloto.....	81
4.4.5 Criterios de aceptación general.....	82
5 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO	84
5.1 Costo y/o gastos de la propuesta de mejora	85

5.1.1	Costos de Hardware de infraestructuras	85
5.1.2	Costos de horas de trabajo de proyecto.....	87
5.1.3	Costos de implementación y configuraciones	88
5.1.4	Resumen de costos totales del proyecto.....	89
5.2	Beneficio de la propuesta de mejora	90
5.2.1	Beneficio de ahorro de impacto por falla de acuerdo con los resultados de la nueva infraestructura	90
5.2.2	Beneficio de ganancia al reducir indisponibilidad de la infraestructura ..	91
5.2.3	Resumen de Beneficios total.....	92
5.3	Comparación de costo y beneficio	92
5.4	Beneficios cualitativos	94
6	CONCLUSIÓN	95
7	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98
8	ANEXO	100
8.1	Código Fuente:.....	100
8.2	Despliegue en sitio web.....	101
8.3	Cobertura pública del proyecto.....	102
8.4	Herramienta de desarrollo.	103

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: Unidades y principales labores.....	31
TABLA 2: TRIAGE de Categorización de pacientes de urgencias	34
TABLA 3: Análisis Causa Raíz	38
TABLA 4: Análisis causa/raíz del problema central	42
TABLA 5: Factor De Frecuencias	44
TABLA 6: Factor de consecuencias.....	45
TABLA 7: Análisis de criticidad	47
TABLA 8: Actividades fase planificación.....	51
TABLA 9: Planificación de Sprints	53
TABLA 10: Herramientas para prototipos	54
TABLA 11: Backlog inicial prototipo Landbot.....	55
TABLA 12: Backlog inicial.....	57
TABLA 13: Roles Ágiles	70
TABLA 14: Estimación tiempo HH	72
Tabla 15: Definición, Fuente y Frecuencia de Medición de KPI	75
Tabla 16: Línea Base y Metas Progresivas de KPI	76
TABLA 17: Resumen comparativo.....	79
TABLA 18: Criterios de aceptación.....	82
TABLA 19: Etapas de la propuesta.....	85
TABLA 20: costo Hardware	85
TABLA 21: costo etapa 1	86
TABLA 22: Costo etapa 2	86
TABLA 23: Costo prototipo Landbot	87
TABLA 24: Migración a Angular 17.....	87
TABLA 25: Costo implementación	88
TABLA 26: resumen costo del proyecto	89
TABLA 28: Cálculo de ahorro	90
TABLA 29: Formula	90
TABLA 27: cálculo	91
TABLA 30: Beneficios.....	91

TABLA 31: resumen de Beneficios	92
---------------------------------------	----

ÍNDICE DE DIAGRAMAS E ILUSTRACIONES

Diagramas

Diagrama 1:Ciclo PHVA de Deming	24
Diagrama 2: Metodología Ágil	26
Diagrama 3: Servicio del hospital	30
Diagrama 4: Proceso de atención de urgencias consulta espontánea.	35
Diagrama 5: Proceso de atención de urgencias consulta por medio de rescate	36
Diagrama 6: Causa raíz del problema	41
Diagrama 7: Matriz de criticidad	48
Diagrama 8: Planificación ciclo de Sprints.....	53
Diagrama 9: Tablero Kanban- Landbot.....	55
Diagrama 10: Tabla Kanban – Realización WebApp Angular 17	58
Diagrama 11: Planificación	59
Diagrama 12: Diseño de componentes.....	60
Diagrama 13: Proceso ingreso de datos.....	61
Diagrama 14: Proceso Motor de renderizado	62
Diagrama 15: Validación de calidad	63
Diagrama 16: Proceso CAPA UX	64
Diagrama 17: Proceso de desarrollo	66
Diagrama 18: ETAPAS DE VALIDACIÓN	73
Diagrama 19: ETAPAS DE VALIDACIÓN	74
Diagrama 20: Proceso Actuar.....	80

Ilustraciones

Ilustración 1: Pantalla de inicio del Asistente virtual con validación de edad.....	67
Ilustración 2: Pantalla de inicio del Asistente virtual con categorías	68
Ilustración 3: Pantalla de despliegue subcategorías.....	69
Ilustración 4: Despliegue pregunta	69
Ilustración 5: Proyecto en GitHub	100
Ilustración 6: Proyecto en Vercel.com	101
Ilustración 7: Sitio coveralls.io	102
Ilustración 8: Visual Studio Code	103

1 INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, los sistemas de salud a nivel Global se están replanteando sus modelos de atención frente a los cambios de sociales, demográficos y en el uso de las nuevas tecnologías. Siendo el tema de envejecimiento de la población y crecimiento de las enfermedades crónicas crean la necesidad de explorar alternativas diferentes que no solo respondan a la demanda inmediata de asistencia, sino que entreguen una mirada preventiva, comunitaria y digital. La innovación tecnológica se convierte en una herramienta estratégica para optimizar los recursos, mejorar la gestión de los servicios y fortalecer el vínculo entre hospital y paciente.

La sobrecarga hospitalaria y las hospitalizaciones evitables reflejan la necesidad de desarrollar estrategias innovadoras que fortalezcan la atención domiciliaria y prevengan reingresos innecesarios. Naciendo como una solución el uso de tecnologías que ofrezcan soluciones efectivas y sostenibles. Una de estas posibilidades es el diseño de asistentes virtuales orientados al acompañamiento y guía de cuidadores, quienes se han convertido en actores esenciales dentro del proceso de recuperación domiciliaria en el cuidado post -hospitalización.

El desarrollo de un asistente virtual orientado al apoyo de cuidadores domiciliarios se presenta como una alternativa viable y de alto impacto. Este tipo de herramienta puede actuar como un canal de comunicación efectiva, accesible y personalizada entre el hospital y el entorno domiciliario del paciente, entregando información validada sobre cuidados básicos, alertas preventivas y recomendaciones específicas que permitan resolver dudas sin necesidad de recurrir a la atención presencial.

En este contexto se enmarca la presente propuesta, cuyo objetivo es diseñar un asistente virtual que facilite la atención domiciliaria de pacientes dados de alta desde el Hospital Félix Bulnes, entregando apoyo concreto y accesible a los cuidadores que asumen esta tarea. Este asistente virtual se proyecta como una interfaz sencilla, amigable y validada desde el punto de vista clínico, que permita resolver dudas frecuentes, entregar recomendaciones oportunas y reducir el riesgo de reingresos hospitalarios innecesarios. A diferencia de otras iniciativas tecnológicas, este proyecto se enfoca en una solución específica, localizada, y centrada en un grupo objetivo altamente vulnerable: el cuidador no profesional.

La propuesta integra una metodología de trabajo sustentada en principios de mejora continua y desarrollo ágil, considerando herramientas como el Ciclo de Deming, el Diagrama de Ishikawa, el Análisis de Criticidad y la técnica Kanban. Estos enfoques permitirán no solo estructurar el diseño del asistente virtual, sino también anticipar escenarios de uso, evaluar posibles riesgos y definir criterios de calidad y usabilidad. Además, la participación del equipo profesional del Hospital Félix Bulnes durante las etapas de levantamiento de requerimientos y validación del prototipo asegurará la pertinencia técnica y contextual del proyecto.

Así, esta investigación no solo responde a una necesidad operativa del sistema hospitalario, sino que también promueve una visión de salud pública más cercana, humanizada y tecnológicamente asistida. Al diseñar herramientas que faciliten la participación del entorno familiar en el proceso de recuperación, se avanza hacia un modelo de atención más colaborativo, eficiente y sostenible en el tiempo.

2 ANTECEDENTES DEL PROYECTO

2.1 Justificación del Problema.

El sistema de salud público en Chile, producto del crecimiento demográfico, el aumento de ciertas enfermedades crónicas, entre otras variables han producido una crisis estructural en la atención hospitalaria, siendo uno de los indicadores más preocupantes es el bajo número de camas disponibles, contando con un total de 37.397 a nivel país, lo que presentan un índice de 1,92 camas por cada 1.000 habitantes (MINSAL, 2022). Este cálculo se considera en una población de 19 millones de personas. Esta cifra se encuentra muy por debajo del promedio de los países de la Organización para la cooperación y desarrollo Económico (OCDE), que es de 3,6 camas por cada 1.000 habitantes (OCDE, 2023).

Según Aguilar (2023) "Chile tiene pocas camas", además en su estudio buscaron "identificar cuántas de las hospitalizaciones que se producen en la red hospitalaria del sistema público son evitables. Para lograr esto, el análisis exploró el rendimiento de la infraestructura en atención primaria de salud (APS) de urgencia".

En otras áreas de análisis Aguilar (2023) planteó que:

Esto cobra aún más relevancia dado que las hospitalizaciones evitables representan, de acuerdo con el estudio, aproximadamente entre el 11% y el 13% de los egresos hospitalarios, es decir, 1 de cada 10 pacientes que son dados de alta desde un hospital, se encontraban bajo una condición que pudo ser evitada.

Esto mediante un control más exhaustivo de la APS, a través de un SAR (Servicios de Atención Primaria de Urgencia de Alta Resolutividad) o SAPU (Servicio de Atención Primaria de Urgencia). El análisis también indica que estas hospitalizaciones consumen un alto porcentaje de días de cama: alrededor del 21%. Además, el 30% de las personas

que tuvieron una hospitalización evitable fallece. Cifras que preocupan de acuerdo con lo señalado por el investigador.

En este escenario, el problema no radica únicamente en el número limitado de camas, sino también en la ausencia de estrategias integrales de apoyo y acompañamiento para quienes asumen el cuidado domiciliario. Esta falta de soporte constituye una debilidad en el sistema de salud que afecta tanto al paciente como al cuidador, y que exige una atención urgente desde las políticas públicas, la gestión hospitalaria y la innovación tecnológica.

El hospital Félix Bulnes como parte de la solución extiende el cuidado de los pacientes a un cuidador (familiar del paciente) enviándolo a su hogar para finalizar el proceso de recuperación, pero muchos de estos pacientes regresan al hospital porque su cuidador no pudo abordar algún tema específico de la salud del paciente, requiriendo nuevamente una cama hospitalaria.

2.2 Alcances y delimitaciones del proyecto

2.2.1 Alcances del proyecto

El presente proyecto contempla el diseño de una propuesta de asistente virtual, orientado al apoyo de cuidadores informales de pacientes que están de alta en el Hospital Félix Bulnes, en el contexto del sistema de salud pública chileno. La implementación de estrategias con cuidado domiciliario y apoyo tecnológico a través de este asistente virtual, busca complementar los esfuerzos institucionales de descongestión hospitalaria, específicamente frente a la alta demanda de camas.

El asistente virtual será diseñado para entregar información clara, oportuna y validada, relacionadas con cuidados básicos del paciente. Su funcionamiento permitirá una mayor accesibilidad y usabilidad por parte de los cuidadores que no necesariamente tienen formación en salud ni experiencia en el uso de tecnologías más complejas.

El proyecto incluye el análisis de los requerimientos entregados por el personal del Hospital Félix Bulnes y el estudio de herramientas tecnológicas disponibles para el desarrollo del asistente virtual. Asimismo, se considera la aplicación de metodologías ágiles de desarrollo de software, lo que permitirá iterar y adaptar el diseño del asistente conforme se identifiquen nuevas necesidades o ajustes contextuales.

2.2.2 Delimitaciones del proyecto

Este proyecto se limita exclusivamente al diseño de una propuesta funcional del asistente virtual, sin contemplar su implementación definitiva ni su puesta en marcha operativa. No se incluirán en esta etapa aspectos relacionados con la programación de seguridad cibernética, capacitaciones a usuarios, certificaciones clínicas o normativas sanitarias específicas, dado que estas corresponden a una fase posterior de desarrollo y validación.

Se establece como límite contextual de este proyecto la focalización en la realidad del Hospital Félix Bulnes y sus protocolos actuales de derivación a cuidado domiciliario, por no se contempla su generalización directa a otros centros hospitalarios sin un proceso previo de adaptación contextual.

2.3 Objetivo General.

Diseñar un asistente virtual que permita entregar respuestas estructuradas, validadas, y de fácil acceso para los cuidadores de los pacientes en el hogar, orientado a la descongestión del sistema hospitalario, Correspondiente a la red de establecimientos de salud financiados por el estado.

2.4 Objetivos Específicos

Analizar los requisitos entregados por la escuela de cuidadores del hospital Félix Bulnes

Evaluar la viabilidad técnica de herramientas que permitan la generación de un asistente virtual.

Modelar una solución tecnológica que permita la integración del asistente virtual.

Estimar los costos de desarrollo, integración y mantenimiento del asistente virtual.

2.5 Marco Teórico

2.5.1 Diagrama Causa-Efecto

El Análisis de Causa Raíz es fundamental para identificar las causas subyacentes de un problema. En este proyecto, utilizaremos el diagrama de Ishikawa o de espina de pescado para desglosar y analizar las causas fundamentales de las brechas en cuanto a cuidados de pacientes en el hogar.

Ishikawa al ser reconocido como uno de los pioneros del movimiento de los “Círculos de la Calidad” propuso “una herramienta gráfica llamada diagrama causa - efecto que permite la identificación, orden y visualización de las posibles causas de un problema” (Ishikawa, 1986, citado por Burgasi et al.2021). Esta herramienta contempla “dos puntos de vista que permiten definir y dar profundidad a las causas y los efectos del problema planteado, mediante el análisis de donde se origina y cómo se han ido induciendo, es decir parte desde el origen para resolver el problema”. (Burgasi et al.2021)

Según Saeger (2016). “El diagrama de Ishikawa es una herramienta gráfica utilizada en empresas que ofrece una visión global de las causas que han generado un problema y de los efectos que este ha provocado. Como las causas están jerarquizadas, es posible identificar de manera concreta las fuentes del problema”. Se entiende también como una “herramienta que ayuda a visualizar y organizar la información vinculada al problema, facilitando la identificación de causas potenciales y orientando la investigación hacia soluciones efectivas” (Lélis, 2018).

Aunque el diagrama de causa y efecto, también conocido como diagrama de espina de pescado, suele utilizarse en entornos empresariales como una herramienta para la gestión de la calidad o de proyectos, también resulta muy útil en la identificación y gestión de riesgos. Esta herramienta no solo facilita la solución de problemas existentes, sino que también permite anticiparlos. Por ejemplo, al iniciar un nuevo proyecto, una organización puede analizar los posibles factores que podrían llevar al fracaso. Al identificar estos elementos con antelación, se puede enfocar de manera preventiva en los puntos críticos para reducir la probabilidad de que ocurran fallos (Saeger, 2016).

Dentro de él mismo análisis podemos determinar que:

El Diagrama de Ishikawa al ser una de las herramientas de calidad eficaces y eficientes en las acciones de disminución de un problema central, viene a ser un elemento fundamental, que posibilita examinar los elementos que intervienen en la calidad del producto/servicio mediante una interacción de causa y efecto, ayudando a sacar a la luz las causas de la dispersión y además a ordenar la relación entre las causas en un asunto que pueden estar enfocadas en diversos campos. (Burgasi et al.2021)

El Diagrama de Ishikawa ofrece ventajas como la facilidad para identificar causas de problemas mediante el análisis visual de datos y su utilidad para gestionar grandes volúmenes de información, lo que favorece la toma de decisiones fundamentadas (Romero & Camacho, 2010 citado por Burgasi 2021). No obstante, entre sus principales desventajas se encuentran la subjetividad en la interpretación de las causas y la posibilidad de obtener resultados poco precisos que pueden llevar a decisiones especulativas (Aguirre Sánchez & Delgado, 2017citado por Burgasi 2021).

2.5.2 Análisis de Criticidad

El Análisis de Criticidad nos permitirá priorizar los problemas en función de su impacto y urgencia. Esta herramienta será aplicada para evaluar las brechas existentes.

Tal como plantea Alonso et al. (2017) “El Análisis de Criticidad, es una herramienta que inicia un cambio en las plantas, permite organizar, planificar, ejecutar y controlar el mantenimiento dentro de los mejores índices de costo, seguridad, tiempo y confiabilidad”. También estos autores señalan que “La técnica del análisis de criticidad tiene dos variantes en su aplicación, la primera como una aproximación cualitativa y la segunda de forma cuantitativa”.

Se puede entender que “El análisis de criticidad se define como el proceso de asignar a los activos una calificación de criticidad basada en su riesgo potencial. El riesgo se define como “el efecto de la incertidumbre sobre los objetivos” (CMC Latinoamérica, 2022).

Complementando esta visión Trout (2022) plantea que “La criticidad juega un papel en casi todos los tipos de mantenimiento. Todo se reduce al riesgo y lo que hace que cada pieza del equipo sea crítica. El análisis de criticidad le permite comprender los riesgos potenciales del activo que podrían afectar su operación. Asegurar que la confiabilidad se vea con una lupa desde una perspectiva basada en el riesgo en lugar de la opinión de cada persona”.

El análisis de criticidad no solo aporta valor en términos de priorización y de planificación, sino que promueve decisiones basadas en criterios técnicos y orientados en una a una mejora continua que se establece con evidencias.

2.5.3 Ciclo de Deming

El Ciclo de Deming es la metodología que guiará todo el proceso de mejora continua para la solución propuesta. Este ciclo consta de cuatro fases iterativas: Planificar, Hacer, Verificar y Actuar, y estará presente en todas las etapas del proyecto. El ciclo nos

permitirá identificar áreas de mejora, implementarlas, medir su efectividad y ajustarlas conforme sea necesario.

Según lo planteado por Patón et al. (2013) “Este modelo para la gestión del cambio debe llevarse a cabo una y otra vez, de manera que cada vez que se desarrolle un ciclo iremos mejorando la calidad de la organización y las sucesivas vueltas de los ciclos se convertirán en una espiral de mejora que tenderá hacia la excelencia”.

Ampliando esta definición Montesinos et al. (2020) establecen que “Para analizar el Ciclo de Deming se utilizan herramientas como: Diagrama causa-efecto Ishikawa, Diagrama de Pareto (regla 80-20), Aplicación del análisis FODA, diagramas y flujogramas, a fin de analizar cada uno de los cuatro pasos para detectar en las organizaciones sus áreas de oportunidad (debilidades) así como sus fortalezas”.

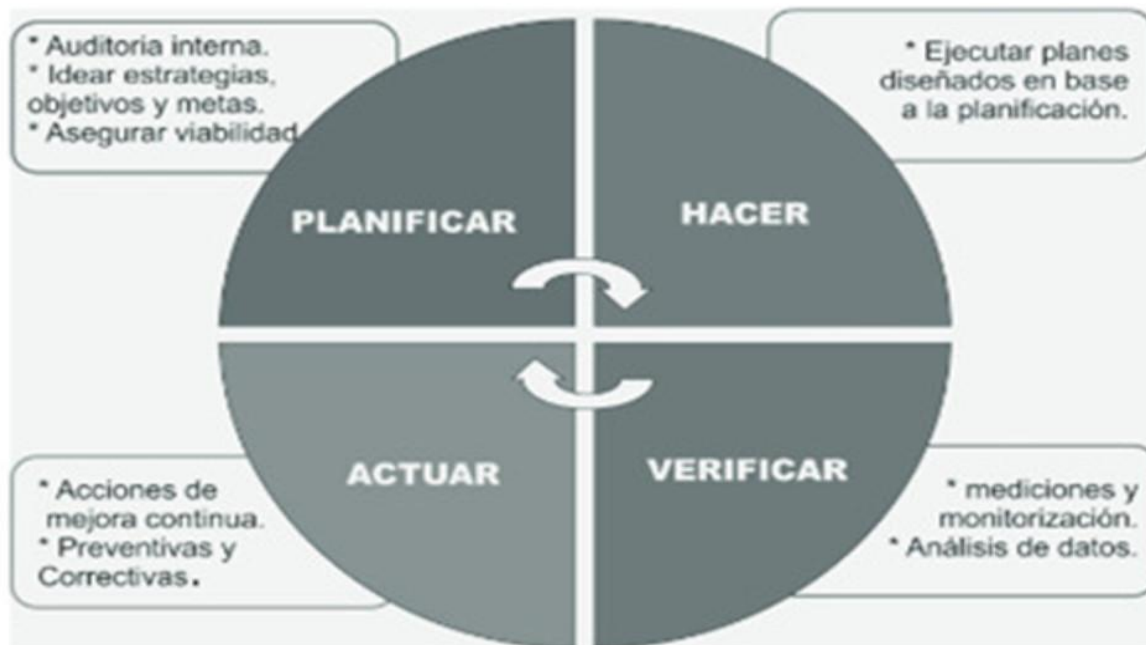
En relaciona a los resultados, se puede establecer un plan de mejora para el proyecto o empresa, generando un foco en la importancia de la calidad y la productividad en todos los niveles del proyecto y organización, para el logro de este objetivo es necesario algunos enfoques de trabajo como son el intercambio de experiencias y conocimientos, la colaboración de los equipos y el fortalecimiento de todos los participantes del proyecto o empresa.

Dentro de este enfoque debemos entender que “es un concepto de mejora continua que debe estar incrustado en la cultura de la organización. Las preguntas permanentes que deben ser planteadas son ¿Qué estamos tratando de lograr? ¿Cómo sabremos que un cambio es una mejora? ¿Qué cambios podemos hacer para mejorar?” (Sokovic et al., 2010).

2.5.4 Etapas del Ciclo de Deming

El ciclo de Deming o ciclo PDCA (Planificar, hacer, Verificar y actuar), es una herramienta que, a través de sus cuatro fases, que parten con planificar acciones, ejecutarlas y evaluar sus resultados, permitiendo realizar los ajustes para lograr mejorar y avanzar en una mejor calidad del producto y/o proceso, impactando en el desempeño organizacional. En el diagrama 1 creador por Deming se explican estas cuatro fases.

Diagrama 1: Ciclo PHVA de Deming



Fuente: Deming (1989)

De acuerdo con Montecino et al. (2020) señala que “Deming estableció como el primer paso del ciclo es relativo a planear, en él se identifican necesidades y problemas actuales de la empresa proponiendo acciones, estrategias y herramientas para satisfacer los requerimientos. Como primer punto se hace consciencia de que existe un problema, y que este necesita solucionarse”.

Según lo planteado por Rojas (2024) “En la fase de Planificar, se establecen objetivos, procesos y recursos para lograr los resultados deseados. Es importante tener en cuenta los requisitos del cliente y definir claramente los objetivos de calidad para establecer una estrategia que se adapte a las necesidades de tu organización”.

En la segunda fase Montecino et al. (2020) Para Hacer, es necesario llevar a cabo el plan de acción, mediante la correcta realización de las tareas planeadas; es importante tomar en cuenta la recopilación adecuada de datos que serán de gran utilidad a lo largo del proceso de mejora continua.

También se puede entender esta segunda fase como lo expuesto por Rojas (2024) “En la fase de Hacer, se ejecutan los procesos definidos en la fase anterior, se capacita al personal involucrado y se implementan los controles necesarios para asegurar el cumplimiento de las metas establecidas. Es fundamental contar con indicadores que permitan medir el desempeño de los procesos y verificar que se están alcanzando los resultados esperados.

En la tercera fase se entiende que:

“Al momento de verificar (tercera etapa del Ciclo de Deming) se compara la efectividad de las acciones que se han desarrollado, para comprobar los logros obtenidos en relación a los objetivos planteados inicialmente. Es importante que se dé una comunicación ejercida de forma vertical, entre todos los que intervienen en los procesos, ya que es importante una buena comunicación entre todo el personal del área para la detección y resolución de problemas, así como su corrección, empoderando a la gente y tomando decisiones de forma horizontal y al momento”. (Montecino et al. 2020)

En la tercera etapa, se analiza el funcionamiento de los procesos que han sido ejecutados, utilizando datos e información clave para comprobar si los objetivos establecidos durante la planificación están siendo alcanzados. Además, esta evaluación permite identificar áreas de mejora y posibles desviaciones dentro del sistema de gestión de calidad. (Rojas, 2024).

Durante la cuarta fase de actuar, se implementan medidas orientadas a optimizar los procesos. Esto incluye la ejecución de acciones que corrijan los errores y también que prevengan destinadas a eliminar las causas raíz de los problemas detectados en la etapa de verificación. Asimismo, se ejecuta el plan de acción incorporando las mejoras identificadas, dando inicio a un nuevo ciclo. (Rojas, 2024).

La fase de Actuar según Montecino et al. (2020)

Se comparan planes iniciales con la ejecución, comparando los objetivos y especificaciones iniciales con los resultados obtenidos para evaluar si se ha producido la mejora esperada y actuar en consecuencia. Es necesario documentar, elaborar y comparar los informes, además por ser un proceso cíclico, es indispensable volver a realizar los ajustes o acciones correctivas y preventivas correspondientes a los procedimientos operativos que permitan las

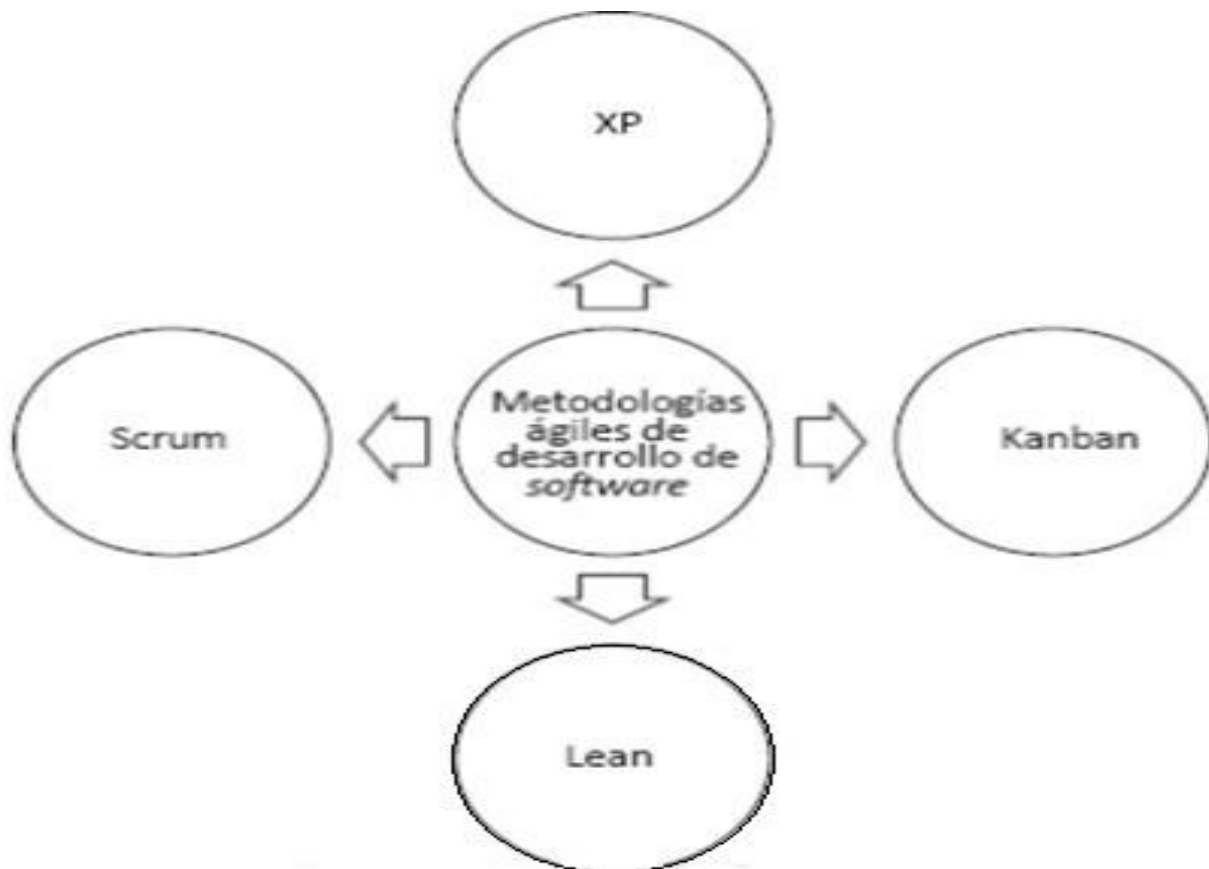
mejoras en el área, así como estandarizar y consolidar la metodología para ser aplicada, si es el caso, en otras empresas.

2.5.5 Metodología Ágil

Las metodologías ágiles constituyen un enfoque estructurado para gestionar proyectos tecnológicos. Estas metodologías se basan en ciclos de trabajos iterativos a lo largo del desarrollo del proyecto. Una de sus principales características es la comunicación constante y efectiva con el cliente, considerada un elemento esencial del proceso.

Este autor nos plantea el siguiente diagrama explicativo de algunas de las metodologías ágiles:

Diagrama 2: Metodología Ágil



Fuente: Abuchar 2023

2.5.5.1 Técnica Kanban

Para gestionar de manera eficiente el desarrollo de asistente virtual, se definió la implementación de la metodología ágil Kanban. Permitiendo organizar visualmente las tareas mediante un sistema de tableros. Esta herramienta facilita el seguimiento del progreso, la asignación de prioridades y la detección temprana de bloqueos en el flujo de trabajo. Además, favorece la colaboración del equipo, permite ajustes continuos y contribuye a un entrega más eficaz y alineada con los requerimientos del usuario.

Según Abuchar (2023) se entiende como:

El tablero Kanban es personalizable y se define según las necesidades de cada proyecto, lo que permite que sea tan sencillo o complejo como se requiera. El Kanban se fundamenta en visibilizar todas las actividades que están por ejecutarse, las que están en proceso, las ya terminadas y las que faltan. Esto permite que las actividades y las tareas sean mucho más manejables, puesto que limita la cantidad de trabajo en curso por cada miembro del equipo, identifica de forma específica quién está haciendo cada actividad o tarea del proceso, y permite controlar el avance el proyecto.

Kanban es un sistema visual, basado en señales distribuidas a lo largo de toda la cadena productiva. Este método comienza con la identificación de la demanda del cliente y finalizando con la obtención del producto terminado. Algunas de sus características es la flexibilidad y de este modo mejorar la gestión de los servicios que se proporcionan a los clientes. Sin tener que hacer cambios en la estructura organizacional del equipo de trabajo. (Castellano, 2019)

2.5.6 Definición del proceso de TRIAGE utilizado en el servicio de urgencia del Hospital Félix Bulnes

En las últimas décadas, han existido cambios demográficos que significaron un aumento de la población, impactando en los servicios de urgencias, donde una de las principales dificultades que afectaban desde punto de vista administrativo como de salud de los pacientes. Eran las altas horas de espera de los pacientes y el sobre poblamiento de los servicios de urgencia fueron el motivo se incorpora un sistema de categorización llamado TRIAGE.

Según Acuña Ramírez et al., (2015). “El Triage no sólo cumple con el objetivo clínico de estratificación de riesgo (designar prioridades de atención), sino también se espera que aporte en la evaluación y planificación de la gestión de procesos administrativos y se está utilizando en el diseño de índices de complejidad hospitalaria y como índice de calidad de la atención de salud.”

Los sistemas Triage (neologismo: selección o clasificación) son una forma de organización de los servicios de urgencia (SU). Se basan en la priorización de los pacientes según el grado de urgencia y, en forma independiente al orden de llegada, se establecen tiempos de espera razonables para su atención. Su aplicación toma en cuenta el número de pacientes, su urgencia potencial y los recursos disponibles. (Galaz T. et al., 2005)

3 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

3.1 Descripción de la institución

3.1.1 Historia del hospital Félix Bulnes

El Hospital clínico Félix Bulnes, forma parte de la red asistencial del Servicio de salud Metropolitano Occidente, se ubica en la comuna de Cerro Navia. Este centro a evolucionando desde un enfoque exclusivamente de sanatorio a uno asistencial general, incorporando progresivamente servicios de medicina, cirugía, obstetricia y pediatría.

Sus inicios datan desde el año 1939, construido “por la ex Caja de Seguro Obrero Obligatorio, con el afán de brindar apoyo y resguardo al país” (Hospital Félix Bulnes, s.f.). Como sanatorio de los enfermos de tuberculosis, con los avances en esa área y que en la década del 50 existían otros problemas sanitarios emergentes, como era la alta mortalidad materno infantil se reorganiza la atención y de esta manera pasa a ser Hospital general en 1958 con áreas básicas como: Medicina, Cirugía, Pediatría y Obstetricia.

En el año 2010 como consecuencia del terremoto se hace necesario un plan de modernización, con traslados temporales y nuevas organización de las atenciones, incluyendo la idea de convertir la nueva sede en un hospital de alta complejidad.

Estos avances se ven reflejados con la inauguración el 2020 de una nueva sede, donde se posiciona como los más modernos del país, contando con más de 523 camas y 16 pabellones quirúrgicos, entre otros avances en la atención médica y gestión clínica. (Hospital Félix Bulnes, s.f.).

Misión

“Somos un hospital público autogestionado asistencial docente de alta complejidad integrado a la red; al servicio de la comunidad, que brinda atención de salud oportuna, integral, humanizada y de calidad” (Hospital Félix Bulnes, s.f.).

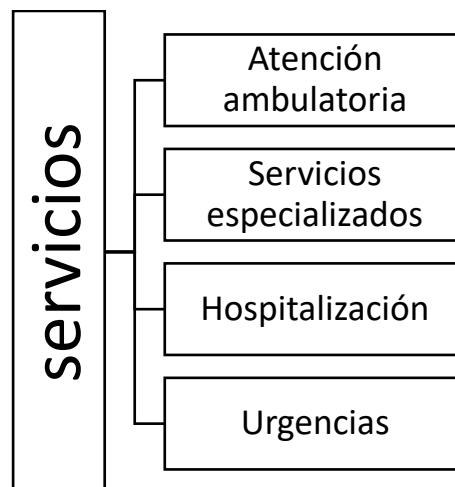
Visión

“Ser reconocido como el mejor hospital público asistencial docente de Chile; innovador, centrado en brindar una atención integral y humanizada a las personas, a sus familias y a la comunidad, con altos estándares de calidad y seguridad”. (Hospital Félix Bulnes, s.f.).

3.1.2 Labores

Las labores del hospital Clínico Félix Bulnes están orientadas a realizar una amplia gama de acciones tales como: Atención, diagnóstico, tratamiento, rehabilitación y acompañamiento de los pacientes.

Diagrama 3: Servicio del hospital



Fuente: Elaboración propia en Word (Smart Art) con información proporcionada página oficial del hospital Félix

Cada unidad cumple un rol específico en el cuidado de la salud de los pacientes, el trabajo coordinado sirve para asegurar una atención, segura y calidad, tanto dentro del recinto hospitalario domiciliaria y en la telemedicina. A continuación, se realiza un desglose de las principales unidades y labores que estas realizan.

TABLA 1: Unidades y principales labores

UNIDAD	LABORES
Atención Ambulatoria	<ul style="list-style-type: none"> • Realización de consultas médicas programadas. • Evaluación, diagnóstico y seguimiento de pacientes. • Derivación a otras especialidades según necesidad. • Registro clínico y coordinación con otras unidades hospitalarias. • Educación a pacientes sobre su estado de salud y autocuidado.
Hospitalización	<ul style="list-style-type: none"> • Atención continua a pacientes que requieren monitoreo y tratamiento intensivo. • Coordinación del equipo médico, de enfermería y técnicos en salud. • Administración de medicamentos y realización de procedimientos médicos. • Cuidados paliativos y apoyo emocional al paciente y familia. • Registro y seguimiento de evolución clínica del paciente.
Servicios de Apoyo Diagnóstico y Terapéutico	<ul style="list-style-type: none"> • Toma y análisis de muestras en laboratorio clínico. • Realización de estudios de imagen (radiografías, resonancias, mamografías, etc.). • Elaboración de informes diagnósticos para médicos tratantes. • Terapias de rehabilitación física y funcional (kinesiología, terapia ocupacional).

	<ul style="list-style-type: none"> • Abastecimiento y dispensación de medicamentos desde farmacia hospitalaria
Especialidades Médicas	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación y tratamiento de patologías específicas según la especialidad (traumatología, neurología, oftalmología, etc.). • Realización de intervenciones quirúrgicas (cuando corresponda). • Atención integral en coordinación con otras áreas del hospital. • Formación continua y participación en comités clínicos.
Salud Mental	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación psicológica y psiquiátrica de pacientes. • Hospitalización diurna para tratamiento intensivo sin internación prolongada. • Aplicación de terapias individuales, grupales y familiares. • Intervenciones en crisis y acompañamiento terapéutico
Hospitalización Domiciliaria	<ul style="list-style-type: none"> • Visitas médicas y de enfermería en el hogar del paciente. • Administración de tratamientos y control de signos vitales. • Apoyo a la familia en el manejo de cuidados en casa. • Coordinación con hospital para continuidad de atención.
Infraestructura y Bienestar	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento de espacios físicos y tecnología médica. • Gestión de áreas verdes y zonas de espera humanizadas.

	<ul style="list-style-type: none"> • Atención al bienestar del paciente mediante diseño centrado en la experiencia del usuario. • Supervisión de sistemas de información para registro clínico y gestión eficiente
Gestión y Compromiso Institucional	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación constante de la calidad de la atención. • Participación en programas de mejoramiento continuo. • Integración con la red de salud pública. • Participación en actividades comunitarias y preventivas.
Urgencias	<ul style="list-style-type: none"> • Atención inmediata a pacientes con condiciones agudas o de riesgo vital. • Priorización de casos según nivel de gravedad (triage). • Evaluación rápida, estabilización y derivación a hospitalización si es necesario. • Coordinación entre servicios de urgencia pediátrica, de adultos y obstétrica. • Comunicación constante con unidades críticas (UCI, pabellones, etc.).

Fuente: Elaboración propia en Word en base a la información proporcionada por Hospital Clínico Félix Bulnes, 2024.

3.1.2.1 Horario de trabajo

El horario de funcionamiento varía según la distintas unidades y las labores que estas realizan. Por ejemplo, algunas áreas como el Servicio de Urgencias, operan las 24 horas del día los 7 de la semana, otras unidades como atención ambulatoria tiene horarios establecidos durante la jornada diurna y en días hábiles.

3.2 Procesos definidos dentro del alcance del proyecto

Dentro del alcance de este proyecto, se ha definido como proceso a trabajar con el Servicio de Urgencia del Hospital Clínico Félix Bulnes. Este proceso se estructura en torno a la categorización de los pacientes mediante el sistema de TRIAGE que se basa en el modelo de categorización ESI que determina el índice de severidad de la

emergencia. Este proceso permite organizar la atención según la gravedad de cada caso, asegurando una respuesta oportuna y eficiente. (Hospital Clínico Félix Bulnes, 2022)

TABLA 2: TRIAGE de Categorización de pacientes de urgencias

Categoría	Color	Descripción
ESI 1	Rojo	Pacientes en condición grave o riesgo vital inmediato, que requieren atención médica inmediata.
ESI 2	Naranja	Pacientes de mediana gravedad, con potencial de deterioro rápido si no reciben atención pronta.
ESI 3	Amarillo	Casos menos graves, que requieren evaluación médica, pero su estado permite cierto tiempo de espera
ESI 4	Verde	Situaciones de baja complejidad que no representan un riesgo vital inmediato.
ESI 5	Azul	Casos de atención general, que podrían resolverse en la atención primaria.

Fuente (Hospital Clínico Félix Bulnes, 2022)

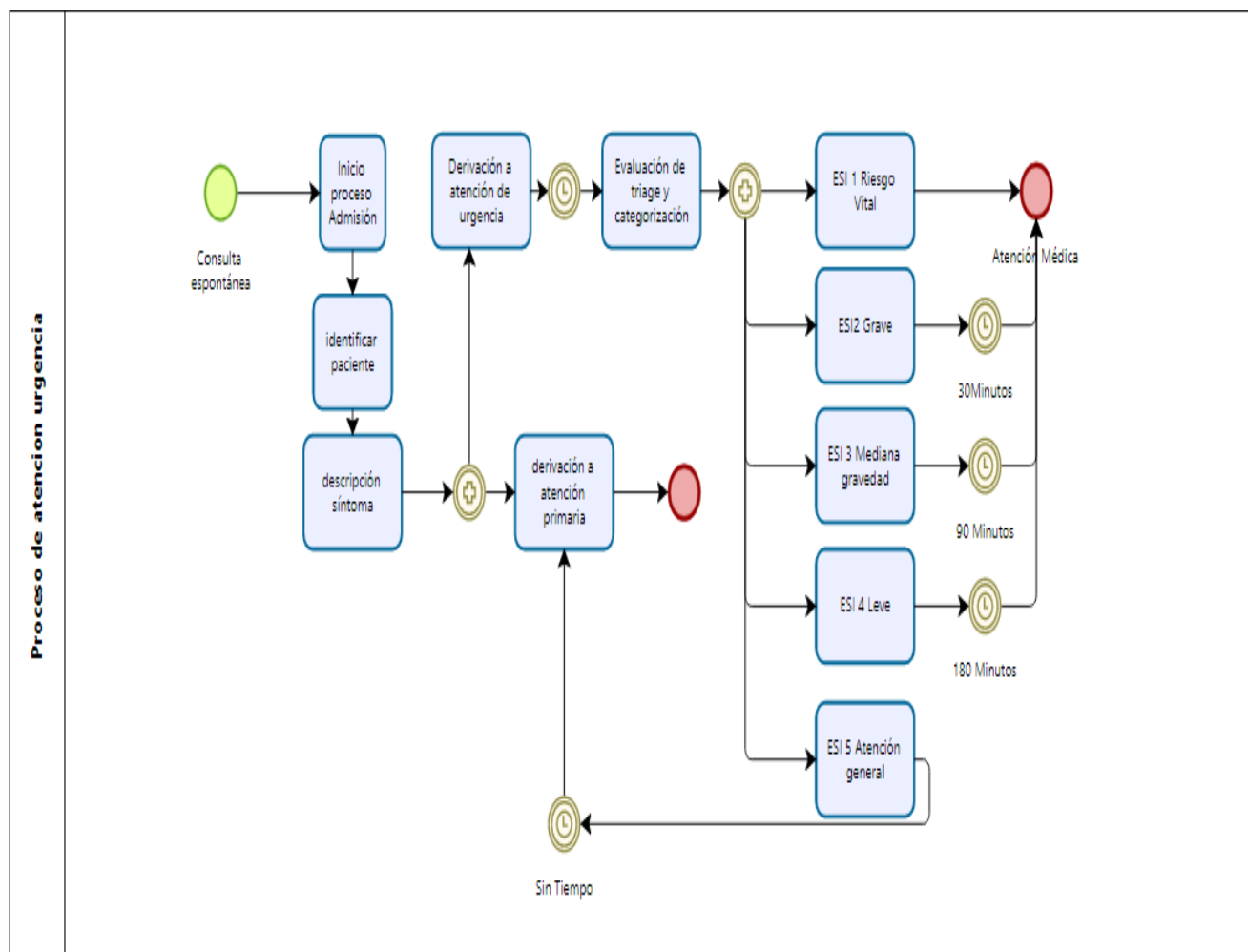
Procesos de atención de urgencias

Proceso de atención de urgencia consulta espontánea

El proceso de atención en urgencias de consulta espontánea está basado en el sistema de TRIAGE. Este comienza con una consulta voluntaria, donde se realiza la admisión del paciente, incluyendo su identificación y la descripción de los síntomas. Según la gravedad del caso, el paciente puede ser derivado a atención primaria o a urgencias, en esta última se realiza la evaluación mediante el sistema de TRIAGE, que clasifica los casos según su gravedad y establece los tiempos máximos de espera, garantizando que los pacientes más urgentes reciban atención inmediata y los menos críticos sean

atendidos de manera ordenada y segura. A continuación se presenta el diagrama 4 para explicar este proceso.

Diagrama 4: Proceso de atención de urgencias consulta espontánea.



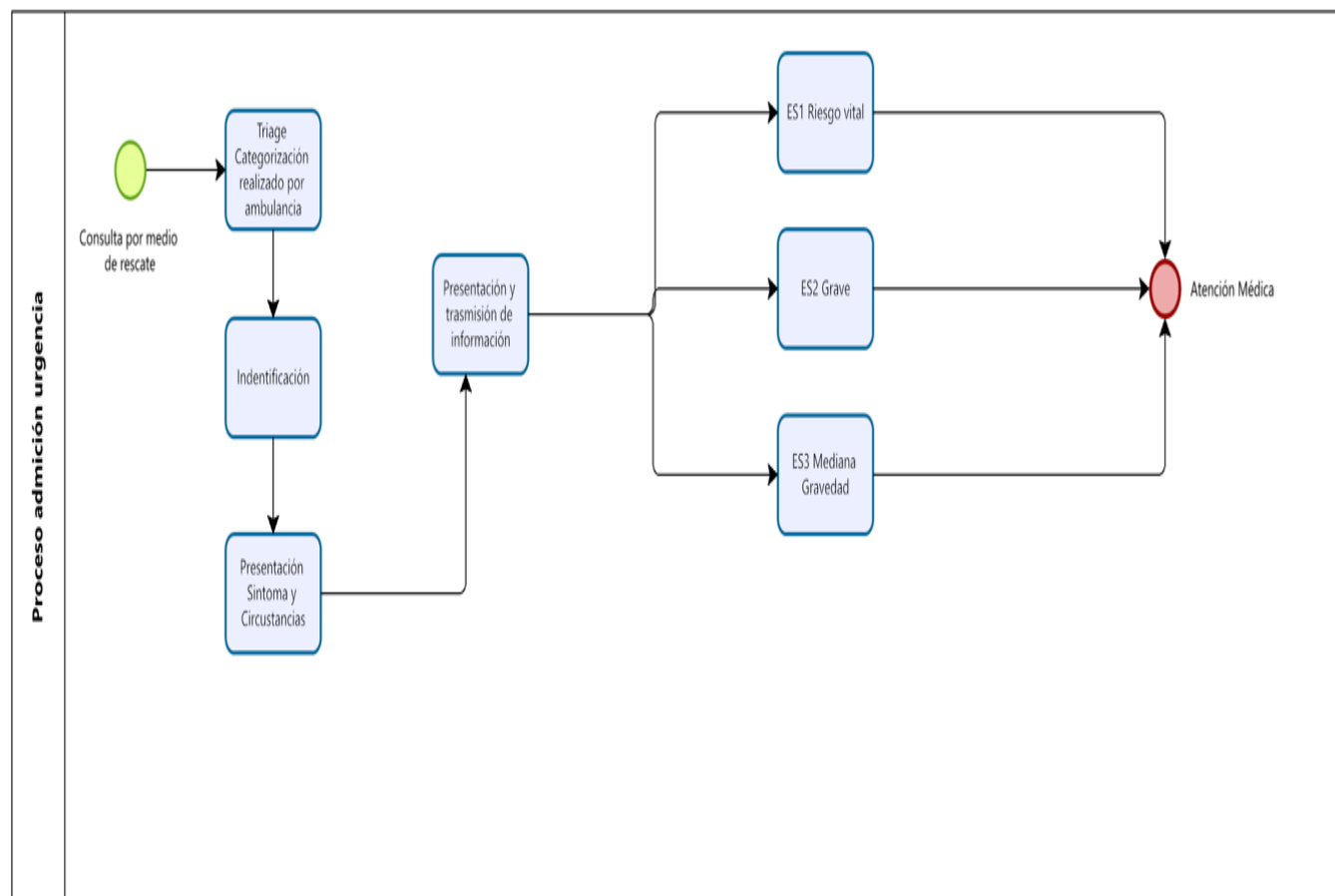
Fuente: Elaboración propia en Bizagi con información proporcionada "Protocolo de categorización de urgencia - Índice de Severidad de Emergencias (ESI)" versión 1.3, 2018.

Proceso de atención de urgencia consulta por medio de rescate

El proceso de atención de urgencia cuando la consulta se realiza por medio de rescate. Inicialmente, el equipo de ambulancia realiza la categorización mediante TRIAGE y registra la identificación del paciente. Luego se documentan los síntomas y las circunstancias del caso, transmitiendo esta información al equipo de urgencias del hospital. Según la gravedad evaluada durante el TRIAGE, los pacientes son clasificados

en distintos niveles de prioridad, lo que determina la rapidez con la que recibirán atención médica. Finalmente, todos los pacientes son derivados a la atención médica correspondiente, asegurando que los casos más graves sean atendidos primero.

Diagrama 5: Proceso de atención de urgencias consulta por medio de rescate



Fuente: Elaboración propia en Bizagi con información proporcionada "Protocolo de categorización de urgencia - Índice de Severidad de Emergencias (ESI)" versión 1.3, 2018.

3.3 Problemas encontrados en el proceso de urgencia

Al revisar un estudio del funcionamiento de los procesos dentro del Hospital Clínico Félix Bulnes, especialmente en la unidad de urgencias y en la problemática de la falta de camas disponibles, se encontraron varias fallas e irregularidades. Estas dificultades no solo muestran que hay espacio para mejorar, sino que también podrían afectar la rapidez y calidad con que se atiende a los pacientes.

Para entender mejor estas problemáticas y sus causas, se decide usar una metodología llamada análisis de causa-raíz en el proceso de la unidad de urgencias. Esta herramienta ayuda a descubrir los motivos reales detrás de los problemas, permitiendo diseñar soluciones efectivas y duraderas que estén alineadas con las metas del hospital.

3.3.1 Problema en el proceso para la unidad de urgencias

Al evaluar los procesos de la unidad de urgencias del Hospital Clínico Félix Bulnes se observa que dentro de los principales problemas detectados es la alta frecuencia de hospitalizaciones evitables, “el año 2024 existió una mejora de 178%” (Hospital Clínico Félix Bulnes, 2024). En este ámbito, pero a pesar de los programas y las gestiones realizadas existe todavía una alta tasa de ingresos que son evitables y que podrían haberse prevenido mediante una atención oportuna en la Atención Primaria de Salud (APS), seguimiento domiciliario adecuado o una correcta educación del cuidador tras el alta médica. Este fenómeno no solo genera una sobrecarga en el servicio de urgencias y una mayor ocupación de camas hospitalarias, sino que también evidencia debilidades en el modelo de atención continua y comunitaria.

Estas hospitalizaciones no solo tensionan el servicio de urgencias, sino que además afectan gravemente la disponibilidad de camas hospitalarias y la asignación de recursos destinados a pacientes con condiciones de mayor complejidad clínica. Cuando ingresan pacientes con cuadros que podrían haberse manejado adecuadamente en el nivel primario o en el domicilio, el sistema se ve obligado a redirigir personal, insumos y espacios físicos hacia casos que no requieren una atención hospitalaria intensiva.

Este reingreso evitable impacta directamente el flujo de atención se alargan los tiempos de espera en urgencias, se retrasan los ingresos de pacientes críticos a unidades especializadas y se incrementa la carga laboral del personal clínico, afectando tanto la calidad asistencial como la seguridad del paciente.

A su vez, esta situación reduce la capacidad del hospital para responder de manera oportuna a emergencias reales, elevando el riesgo clínico y comprometiendo el cumplimiento de estándares de atención definidos por la red pública de salud.

El problema de la ausencia de un acompañamiento claro para cuidadores, afecta directamente la eficiencia del sistema hospitalario, genera mayores costos al sistema público de salud, disminuye la disponibilidad de camas para casos de mayor complejidad y puede derivar en reingresos innecesarios.

Análisis de Causa Raíz de las hospitalizaciones Evitables

El análisis comienza por establecer el objetivo de analizar u justificar las causas raíz, que se explicaran posteriormente en el diagrama Ishikawa, en donde se expone el por que la alta tasa de hospitalizaciones evitables. La cuales podemos agrupar en seis categorías: La primera medio ambiente / entorno social, la segunda paciente / cuidador, la tercera tecnología/ sistemas de información, la cuarta gestión / políticas institucionales y la quinta métodos y la sexta recursos humanos. Cada categoría, junto con sus sub-causas, es fundamental para comprender la complejidad del fenómeno y proponer estrategias de mejora. A continuación, se explicará la importancia de cada categoría para entender el problema.

TABLA 3: Análisis Causa Raíz

Categorías	Justificación	Subcategorías
Medio ambiente / Entorno Social	Se incluye porque las condiciones de vida y el contexto socioeconómico influye directamente en el bienestar del paciente y en la posibilidad de mantener los	1.-Condiciones habitacionales precarias: Se seleccionó esta subcausa debido a que un entorno inadecuado (hacinamiento, mala ventilación, carencia de servicios básicos) dificulta el cumplimiento de medidas de higiene y aislamiento, aumentando el riesgo de infecciones y complicaciones.

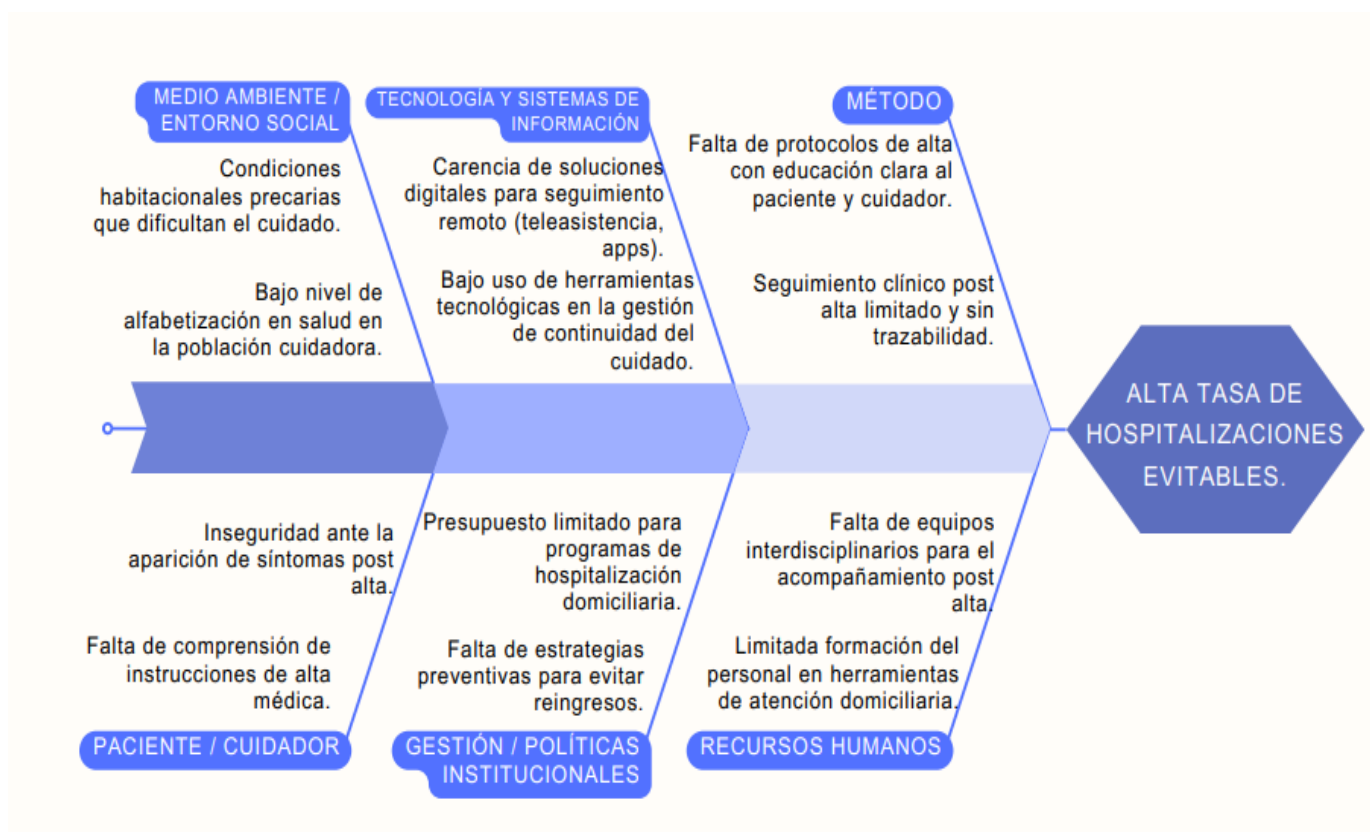
	cuidados indicados tras el alta hospitalaria.	2.-Bajo nivel de alfabetización en salud: Elegida porque la literatura demuestra que la baja comprensión de conceptos de autocuidado y prevención en la población cuidadora genera errores en la administración de medicamentos y en la adherencia al tratamiento, aumentando la probabilidad de reingreso.
Paciente / Cuidador	Esta categoría se incorporó porque el conocimiento, habilidades y actitudes del paciente y su red de apoyo son determinantes para la recuperación post hospitalización.	1.- Inseguridad ante la aparición de síntomas post alta: Justificada porque la falta de preparación en el reconocimiento de signos de alarma conduce a consultas tardías, lo que puede derivar en cuadros más graves que requieren hospitalización. 2.- Falta de comprensión de instrucciones de alta: Seleccionada ya que, si las indicaciones no son entendidas ni verificadas, el tratamiento domiciliario se interrumpe o se aplica incorrectamente, favoreciendo la descompensación clínica.
Tecnología y Sistemas de Información	Se incluyó esta categoría debido a que el uso de herramientas digitales es clave para garantizar la trazabilidad y el seguimiento efectivo del paciente, aspecto que en muchos sistemas de salud es limitado.	1.- Carencia de soluciones digitales para seguimiento remoto: Justificada por la evidencia de que la teleasistencia y el monitoreo remoto reducen reingresos al detectar complicaciones tempranas. Su ausencia limita esta capacidad de intervención oportuna. 2.- Bajo uso de herramientas tecnológicas en la gestión de continuidad del cuidado: Seleccionada porque, aun existiendo sistemas de información, muchas instituciones no los integran en el flujo de atención, generando pérdida de información y discontinuidad del cuidado.
Gestión / Políticas Institucionales	Esta categoría se seleccionó por su influencia directa en la disponibilidad de	1.- Presupuesto limitado para programas de hospitalización domiciliaria: Justificada porque la falta de recursos económicos restringe la cobertura de cuidados en el

	recursos, programas y estrategias para la prevención de hospitalizaciones evitables.	hogar, obligando a hospitalizaciones que podrían prevenirse. 2.- Falta de estrategias preventivas para evitar reingresos: Elegida debido a que, sin protocolos de identificación de pacientes de alto riesgo, las instituciones adoptan un enfoque reactivo en lugar de preventivo, lo que eleva la tasa de reingresos.
Recursos Humanos	Se incluyó esta categoría porque el recurso humano es un componente esencial en la ejecución de programas de cuidado post hospitalario.	1.- Falta de equipos interdisciplinarios para el acompañamiento post alta: Justificada porque la atención fragmentada, sin un equipo multidisciplinario, no aborda de forma integral las necesidades del paciente. 2.- Limitada formación del personal en herramientas de atención domiciliaria: Elegida debido a que la falta de capacitación en telemedicina y educación al paciente reduce la efectividad de las intervenciones en el hogar, incrementando los reingresos.
Método	Se consideró esta categoría porque la estandarización de procesos y protocolos es fundamental para asegurar la calidad y continuidad de la atención.	1.- Falta de protocolos de alta con educación clara: Justificada ya que la entrega no sistemática de indicaciones de alta provoca que pacientes y cuidadores no tengan claridad sobre el tratamiento, dieta y controles posteriores. 2.- Seguimiento clínico post alta limitado y sin trazabilidad: Seleccionada porque, sin registros adecuados, se dificulta la evaluación del cumplimiento terapéutico y la identificación de pacientes que requieren intervención temprana.

Fuente: Elaboración propia en Word con información proporcionada por el Hospital Félix Bulnes.

Posteriormente, en el diagrama 6 y la tabla 3 se expone el análisis de causa raíz del problema junto con sus repercusiones en el ámbito institucional y también para los pacientes.

Diagrama 6: Causa raíz del problema



Fuente: Elaboración propia en Canvas con información proporcionada por el Hospital Félix Bulnes

Como análisis posterior a la identificación del problema central, es necesario profundizar en las causas específicas que lo originan y los impactos en el sistema de salud. La tabla causa-raíz, permite visualizar con mayor claridad las relaciones casuales entre los elementos del proceso, sino también permite priorizar las intervenciones más pertinentes. Entregando la clasificación de los factores críticos detectados en el análisis anterior por tal razón las categorías establecidas son: métodos-procesos, tecnología - información y por último paciente-cuidador.

TABLA 4: Análisis causa/raíz del problema central

Categoría (Ishikawa)	Causa/ raíz	Problema	Impacto
Métodos / Procesos	Falta de protocolos de alta con educación clara al paciente y cuidador.	Ni el paciente, ni su cuidador comprenden cómo continuar su tratamiento en el hogar.	Reingreso a urgencia por descompensación o complicación evitable.
	Seguimiento clínico post alta limitado y sin trazabilidad.	El paciente, una vez dado de alta, no recibe monitoreo sistemático ni orientación continua, lo que dificulta detectar de forma temprana signos de alerta o descompensaciones clínicas.	Aumentan los reingresos por complicaciones evitables, se incrementa la carga sobre el Servicio de Urgencias y se eleva la ocupación de camas por causas prevenibles,
Tecnología / Información	Bajo uso de herramientas tecnológicas en la gestión de continuidad del cuidado.	El cuidador no cuenta con apoyo oportuno para resolver dudas o actuar ante signos de alerta.	Aumentan los reingresos por errores en el cuidado domiciliario que podrían haberse evitado.
Paciente / Cuidador	Inseguridad ante la aparición de síntomas post alta.	El cuidador recurre a urgencias ante cualquier síntoma, incluso si no representa una urgencia real.	Sobrecarga del Servicio de Urgencias con casos de baja complejidad y mayor tiempo de espera para pacientes críticos.
	Falta de comprensión de instrucciones de alta médica.	El paciente o cuidador aplica incorrectamente el tratamiento o ignora recomendaciones clave.	Mayor riesgo de complicaciones y reingresos por errores en el

			cuidado posterior al alta.
--	--	--	----------------------------

Fuente: Elaboración propia en Word con información proporcionada por el Hospital Félix Bulnes.

3.4 Análisis de Criticidad

El análisis de criticidad es una herramienta que permite priorizar problemas con base en dos factores clave: la frecuencia con la que ocurren y la magnitud de sus consecuencias. En el contexto del Servicio de Urgencia del Hospital Clínico Félix Bulnes, se aplicó esta metodología para evaluar la gravedad de las hospitalizaciones evitables, su impacto sobre el sistema hospitalario y su urgencia de intervención.

El porcentaje de egresos hospitalarios por condiciones de hospitalización evitable en el Hospital Clínico Félix Bulnes es entre el 11% y 13% del total anual, lo cual equivale aproximadamente a 510 egresos anuales, consumiendo el 21% del total de días cama disponibles. (Cuenta Pública Hospital Clínico Félix Bulnes, 2024)

Con el propósito de dimensionar la recurrencia de las causas que originan las hospitalizaciones evitables en el Hospital Clínico Félix Bulnes, se ha elaborado una tabla de frecuencia (Factor de Frecuencia - FF). Esta herramienta permite establecer el grado de repetición anual con que ocurren los egresos hospitalarios evitables, considerando datos estimativos reportados en la Cuenta Pública 2024 del establecimiento y sistematizados en el presente proyecto.

La clasificación se basa en rangos aproximados de egresos evitables por año, asignando un valor de frecuencia que oscila entre 1 (muy baja frecuencia) y 5 (muy alta frecuencia). Esta ponderación es fundamental para el análisis de criticidad, ya que permite jerarquizar las causas según su ocurrencia real en el sistema hospitalario.

A continuación, se presenta la Tabla 4, que expone los criterios utilizados para definir el Factor de Frecuencia (FF):

TABLA 5: Factor De Frecuencias

Egresos hospitalarios evitables estimados por año	Ponderación (FF)	Justificación
Más de 500 egresos evitables/año	5	Muy alta frecuencia: representa el 11%–13% del total anual de egresos en el hospital.
Entre 300 y 499 egresos/año	4	Alta frecuencia: aún representa una carga significativa.
Entre 150 y 299 egresos/año	3	Frecuencia media: se presenta de forma sostenida, pero más contenida.
Entre 50 y 149 egresos/año	2	Frecuencia baja: se detecta de manera esporádica o por causas puntuales.
Menos de 50 egresos evitables/año	1	Muy baja frecuencia: casi no tiene impacto estadístico o clínico.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Cuenta Pública Hospital Clínico Félix Bulnes (2024)

Para complementar el análisis, y en conjunto con la tabla de frecuencia, se ha construido una tabla de consecuencia (Factor de Consecuencia - FC) que permite valorar el grado de impacto institucional que genera cada una de las causas asociadas a las hospitalizaciones evitables. Esta evaluación considera los efectos que estas hospitalizaciones provocan sobre la operación del hospital, incluyendo la disponibilidad de camas, la eficiencia de los flujos clínicos, la seguridad del paciente y los costos asociados.

El nivel de consecuencia asignado varía entre 1 (impacto mínimo o inexistente) y 5 (impacto muy alto o crítico), en función del nivel de afectación identificado en los procesos hospitalarios. Esta categorización fue desarrollada a partir de los antecedentes proporcionados por la Cuenta Pública 2024 del Hospital Clínico Félix Bulnes, complementados con el diagnóstico interno realizado en este proyecto.

A continuación, se presenta la Tabla 5, que describe los criterios utilizados para establecer el Factor de Consecuencia (FC):

TABLA 6: Factor de consecuencias

Impacto institucional asociado al egreso evitable	Ponderación (FC)	Justificación
Alta saturación de camas clínicas, aumento del riesgo clínico y de eventos adversos	5	Interfiere en la seguridad del paciente, disminuye la capacidad de respuesta en urgencias y compromete la calidad asistencial general.
Aumento sostenido de los tiempos de espera en urgencias y uso ineficiente de recursos	4	Retrasa la atención de pacientes prioritarios, genera sobrecarga al personal y reduce eficiencia operativa.
Incremento de costos por duplicación de servicios y uso innecesario de hospitalización	3	Afecta la sostenibilidad financiera del hospital por sobreuso de servicios, aunque sin poner en riesgo la atención inmediata.
Interferencia puntual o localizada en el flujo asistencial	2	Causa demoras o interrupciones en áreas específicas, pero no compromete gravemente el sistema.
Impacto mínimo o inexistente	1	No representa una amenaza operativa o clínica relevante, puede resolverse en atención primaria.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Cuenta Pública Hospital Clínico Félix Bulnes (2024)

3.4.1 Análisis de criticidad al proceso de hospitalizaciones evitables

Según los datos presentados en la tabla de frecuencia y la de consecuencia, se puede identificar los factores críticos que están presentes en las hospitalizaciones evitables, considerando medidas preventivas en el periodo de transición desde el entorno hospitalario hasta el hogar del paciente.

Para lograr este análisis se ha utilizado una matriz de criticidad que considera dos variables claves: El impacto del problema y su frecuencia. Cuando se combinan ambas dimensiones permite calcular el nivel de criticidad.

Esta herramienta permite visualizar los puntos mas sensibles del proceso de alta médica y cuidado hospitalario, considerando que muchas hospitalizaciones evitables que parten en el servicio de urgencia presentando fallas en los procesos de continuidad del cuidado, la comunicación y apoyo de cuidadores informales.

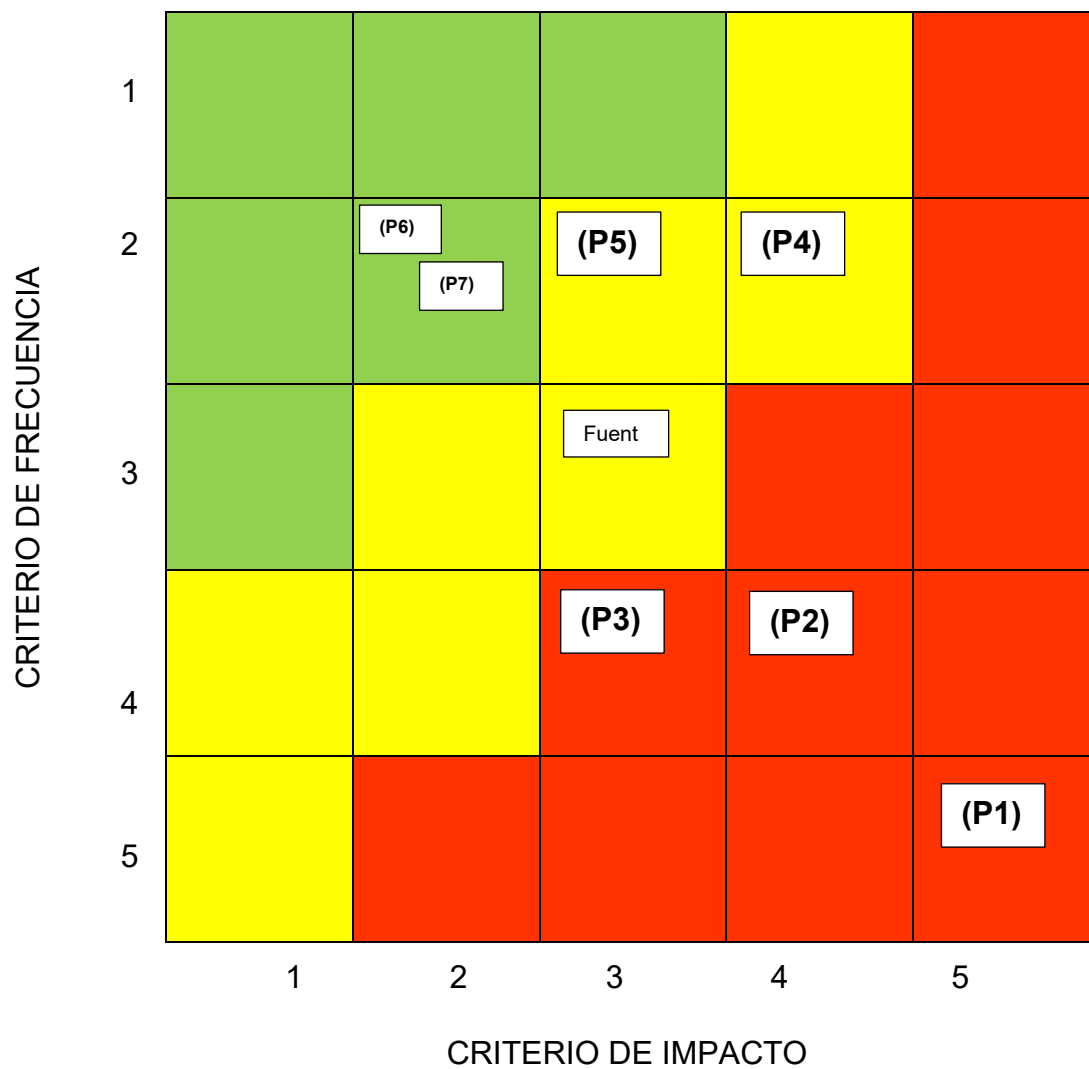
Las tablas y matriz que a continuación se exponen permite identificar gráficamente la urgencia de abordar ciertos factores de riesgo.

TABLA 7: Análisis de criticidad

No.	Problema identificado	Frecuencia (Prob.)	Impacto	Nivel de Riesgo (Fxl)	Nivel de Criticidad
P1	Falta de orientación al cuidador en el alta médica	Muy Alta (5)	Muy Alto (5)	25	Muy Alta
P2	Ausencia de protocolos estandarizados para seguimiento domiciliario	Alta (4)	Alto (4)	16	Muy Alta
P3	Escasa alfabetización digital del cuidador	Alta (4)	Medio (3)	12	Alta
P4	Baja trazabilidad del paciente tras el alta	Media (2)	Alto (4)	8	Media
P5	Ausencia de herramientas tecnológicas de apoyo	Media (2)	Medio (3)	6	Media
P6	Falta de comunicación entre cuidadores y equipo clínico	Baja (2)	Bajo (2)	4	Baja
P7	Saturación del sistema de urgencias por reingresos	Baja (2)	Bajo (2)	4	Baja

Fuente: Elaboración propia en Word con base en datos de la Cuenta Pública Hospital Clínico Félix Bulnes (2024)

Diagrama 7: Matriz de criticidad



Fuente: Elaboración propia en Word base en datos de la Cuenta Pública Hospital Clínico Félix Bulnes (2024)

El análisis de criticidad permite identificar que el seguimiento post alta es una de las causas más críticas, alcanzando un puntaje máximo de 25 puntos, siendo la falta de orientación al cuidador en el alta médica, la problemática que incide en la alta tasa de hospitalizaciones evitables que ingresan al servicio de urgencias. Su carácter recurrente y su elevado impacto clínico y operativo lo convierten en un problema estructural dentro del funcionamiento hospitalario.

Asimismo, la ausencia de protocolos estandarizados de alta y seguimiento de pacientes, además, el poco uso de herramientas tecnológicas para el seguimiento remoto presentan también altos niveles de criticidad, reforzando la necesidad de implementar soluciones integrales que involucren tanto al equipo clínico como al entorno domiciliario del paciente.

Este análisis valida plenamente la pertinencia de la solución propuesta en el proyecto vinculada con el desarrollo de un asistente virtual de apoyo al cuidador informal, orientado a entregar orientación clara, seguimiento continuo, alertas personalizadas y una mejora significativa en la continuidad del cuidado post alta.

4 PROPUESTA DE MEJORA

El presente proyecto se e bajo el enfoque del ciclo de mejora continua y la metodología ágil Kanban, lo que permitirá un desarrollo iterativo, colaborativo y con capacidad de adaptación frente a los requerimientos del usuario final. Al mismo tiempo se establecen fases concretas que van desde la planificación inicial, el desarrollo técnico del asistente virtual, la validación de funcionalidad en un entorno real, hasta las acciones de mejora para asegurar su sostenibilidad a largo plazo.

La propuesta de solución tecnológica fue diseñada para enfrentar el problema planteado en lo capítulos anteriores, donde se estableció que existe un nudo critico entre el cuidado domiciliario post alta hospitalaria y las hospitalizaciones evitables del hospital Félix Bulnes.

4.1 Planificar

La primera fase planificación representa el punto de partido del ciclo de mejora continua. En presente proyecto, implica definir con claridad el problema, levantar los requerimientos de usuario y organizar el trabajo de manera estructurada. Se combinará la metodología ágil Kanban y el ciclo de Deming permitiendo el diseño del asistente virtual de forma progresiva, flexible y centrado en las necesidades y características reales de los cuidadores informales.

Esta fase debe estar alineada con los objetivos del hospital Félix Bulnes en cuanto a calidad del servicio y además se desarrolla en conjunto con el área de vinculación con el medio de la Universidad San Sebastián.

4.1.1 Actividades principales

Las actividades principales en la fase de planificación incluyen

TABLA 8: Actividades fase planificación

Actividades principales	
1.	Levantamiento de requerimientos funcionales y no funcionales junto al equipo de salud del Hospital Félix Bulnes y del área de vinculación con el medio de Universidad San Sebastián.
2.	Análisis de casos de uso típicos del asistente virtual (preguntas frecuentes, rutas de atención, alertas de síntomas).
3.	Investigación de las tecnologías entorno a chatbot, siendo uno de los requisitos es que este sea de bajo costoso gratuito.
4.	Análisis de limitaciones de la plataforma.
5.	Creación del roadmap de desarrollo dividido por funcionalidades.

Fuente: Elaboración propia en Word base en datos entregados por vinculación con el medio de la de Universidad San Sebastián.

4.1.2 Planificación de retroalimentación para metodología ágil Kanban o Sprint.

La planificación de retroalimentación para metodología ágil Kanban, se convierte en un elemento primordial para asegurar para que el proyecto se lleve a cabo de forma organizada, progresiva y con capacidad de ajustarse a los cambios. Cada Sprint tendrá una duración de una semana, permitiendo la entrega de funcionalidades medibles a través de test unitarios y de pruebas de casos de uso.

El avance de proyecto se gestionará mediante la planificación con Kanban, Para llevar a cabo las principales tareas. Permitiendo visualizar el avance, distribuir adecuadamente los recursos humanos y responder rápidamente a bloqueos. Además, de garantizar la comunicación y la mejora continua se establecerán reuniones de retroalimentación:

- Reuniones semanales del Product Owner, usuario y representante de vinculación con el medio de la universidad San Sebastián, este espacio esta orientado a revisar los contenidos médicos y verificar la pertinencia de la información entregada por el Asistente virtual.
- Reuniones de coordinación entre Product Owner y el desarrollador: Este espacio está destinado a resolver dudas técnicas, ajustar prioridades y revisar los avances del desarrollo.
- Revisión de retroalimentación: Esta se dividirá en dos secciones la primera será el cierre de cada ciclo de sprint, donde se expondrán las funcionalidades terminadas y la puesta en práctica de los ajustes recibidos en el sprint anterior, en la segunda parte se organizará el nuevo ciclo, estableciendo las prioridades de las propuestas del usuario y las nuevas mejoras propuestas.
- Reunión final de Retrospectiva: identificar los aspectos que fueron logrados y los aspectos a mejorar en la ejecución del proyecto.

Para desarrollar el Kanban se comienza creando una lista de tareas, las cuales establecen las actividades a desarrollar en la fase dos que es el hacer.



4.1.2 Planificación de Sprints

TABLA 9: Planificación de Sprints

Actividades	Descripción	Duración
Preparación y planificación	Se realizará Levantamiento de requerimientos del usuario. Creación del tablero Kanban y los Backlog.	1 sprints
Desarrollo e implementación	Configuraron los entornos, se diseñó interfaz, realizaron pruebas hasta obtener un prototipo validado con cuidadores.	6 Sprints
Validación y Retroalimentación	Validación con panel de expertos y retroalimentación de cambios y ajustes.	1 Sprints
Cierre del proyecto	Consolidación de resultados de pruebas y puesta en marcha.	1 Sprints

Fuente: Elaboración propia en Word base en a los requerimientos del usuario.

Diagrama 8: Planificación ciclo de Sprints

Planificación de Sprints.										
	Sprints 1	Sprints 2	Sprints 3	Sprints 4	Sprints 5	Sprints 6	Sprints 7	Sprints 8	Sprints 9	
Actividades	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5	semana 6	semana 7	semana 8	semana 9	semana 10
Preparación y planificación	 Inicio del proyecto									
Desarrollo e implementación										
Validación y Retroalimentación										
Cierre del proyecto										 Fin del proyecto

Fuente: Elaboración propia en Excel base en a los requerimientos del usuario.

4.2 Hacer

Esta fase es de ejecución donde se operan y se analizan las actividades

4.2.1 Alcances técnicos y herramientas a utilizar

En el desarrollo de proyecto de asistente virtual se utilizaron las siguientes herramientas:

TABLA 10: Herramientas para prototipos

Versión	Herramienta utilizada
Prototipado de IA /WhatsApp	Landbot
Prototipado Web App/Mobile	Visual Studio Code, Angular 17, Ionic, Android SDX.
Version final	Visual Studio Code, Angular 17, Vercel, Github, Coveralls.io

Fuente: Elaboración propia en Word base en a los prototipos realizados.

4.2.2 Componentes de la solución

En relación al primer prototipo que se desarrolla es la creación de un chat Bot vinculado a la plataforma de WhatsApp, estableciendo como primera tarea, la investigación de que plataforma sería la más adecuada para desarrollar esta aplicación.

Luego de la revisión de varias plataformas y soluciones que tuvieran automatización de la conversación y además incluyeran un asistente virtual, se estableció que el Landbot era la herramienta que cumplía con todos los requisitos tales como: facilidad de usos, su interfaz intuitiva entre otras características.

El Landbot es un software que permite el despliegue y diseño de chat bots personalizados para aplicaciones móviles o servicios de mensajería como WhatsApp, su arquitectura flexible y facilidad de integración con otras plataformas, favorece la comprensión para el usuario final y mejora la experiencia de navegación. (Landbot, s.f.)

A continuación, se establecen la lista de tareas en este prototipo:

TABLA 11: Backlog inicial prototipo Landbot

Tareas o Backlog inicial	
1.	Crear cuenta en landbot.io
2.	Crear menú categoría principal
3.	Crear menú categoría secundarias
4.	Crear menú preguntas-respuestas
5.	Configurar landbot para usar WhatsApp
6.	Agregar número de celular para probar
7.	Pruebas de concepto. Listar problemas de uso.

Fuente: Elaboración propia en Excel base en a los requerimientos del usuario.

A continuación, se incluye una imagen de Kan ban para dar cuenta de proceso de desarrollo y la visualización que se realizaba de las distintas tareas.

Diagrama 9: Tablero Kanban- Landbot



Fuente: Elaboración propia en Trello base en a los requerimientos del usuario.

Luego de realizar el desarrollo de las ocho primeras tareas, la plataforma Landbot, presenta una grave limitación relacionada con el tiempo restringido de su versión gratuita, impidiendo completar tareas de tales como: ingresar cuidadores nuevos y realizar las pruebas con varios usuarios. La plataforma ofrecía un entorno amigable y herramientas potentes de creación de flujos conversacionales, pero implica tener todo el material conversacional al inicio del proyecto, en los primeros quince días de la versión gratuita, además, requiere de un recurso humano para inscribir a los nuevos usuarios (cuidadores), por último, el tener que pagar suscripción por número de interlocutor.

Por esta razón, se decide migrar a una alternativa que permitiera un desarrollo completo y sostenible del asistente virtual, considerando el implementar una solución eficiente, sostenible en el tiempo y a bajo costo.

Se vuelve a realizar la fase de planificación e investigan nuevas herramientas y entornos de programación con el objetivo de optimizar el rendimiento y cumplir con el requisito del costo del proyecto. El software que cumple con estos requisitos es angular 17 como FrameWork principal y Visual Studio Code como entorno de desarrollo integrado.

Esta elección se fundamenta en la madurez y robustez de Angular para la creación de aplicaciones web dinámicas, modulares y mantenibles, así como en las mejoras significativas introducidas en su versión 17, incluyendo mayor rendimiento, compatibilidad con control de estado moderno y simplificación en la gestión de rutas y componentes. (Angular, s.f.). Por su parte, Visual Studio Code destaca por ser un editor de código fuente liviano, gratuito y altamente personalizable, con una amplia gama de extensiones que facilitan la integración con Angular y otras tecnologías modernas (Microsoft, s.f.).

La combinación de ambas herramientas proporciona un flujo de trabajo ágil y colaborativo, que se complementan muy bien con este proyecto que tiene una visión de ser un recurso a largo plazo y de desarrollo que se va incrementado en el tiempo.

Además, Framework Angular 17 está basada TypeScript, cual es fuertemente tipado y permitiendo crear una estructura indexada de datos, luego podemos crear un motor de

dibujo de los datos en base a esa estructura, este modelo es jerarquizado, otorgando la posibilidad de tener categoría principal, subcategoría, pregunta y respuesta. Con un diseño anidado, facilitando la orientación del usuario en la búsqueda de la información y también el saber donde se encuentra, con esta tecnología se logra reducir las dependencias externas y los costos, aumentando así la calidad del proyecto.

Por este motivo se realiza una nueva lista de tareas para poder llevar a cabo la migración a una nueva plataforma. Se agregan, además nuevas tareas para poder integrar como aplicación móvil dentro de un empaquetador que se llama Ionic.

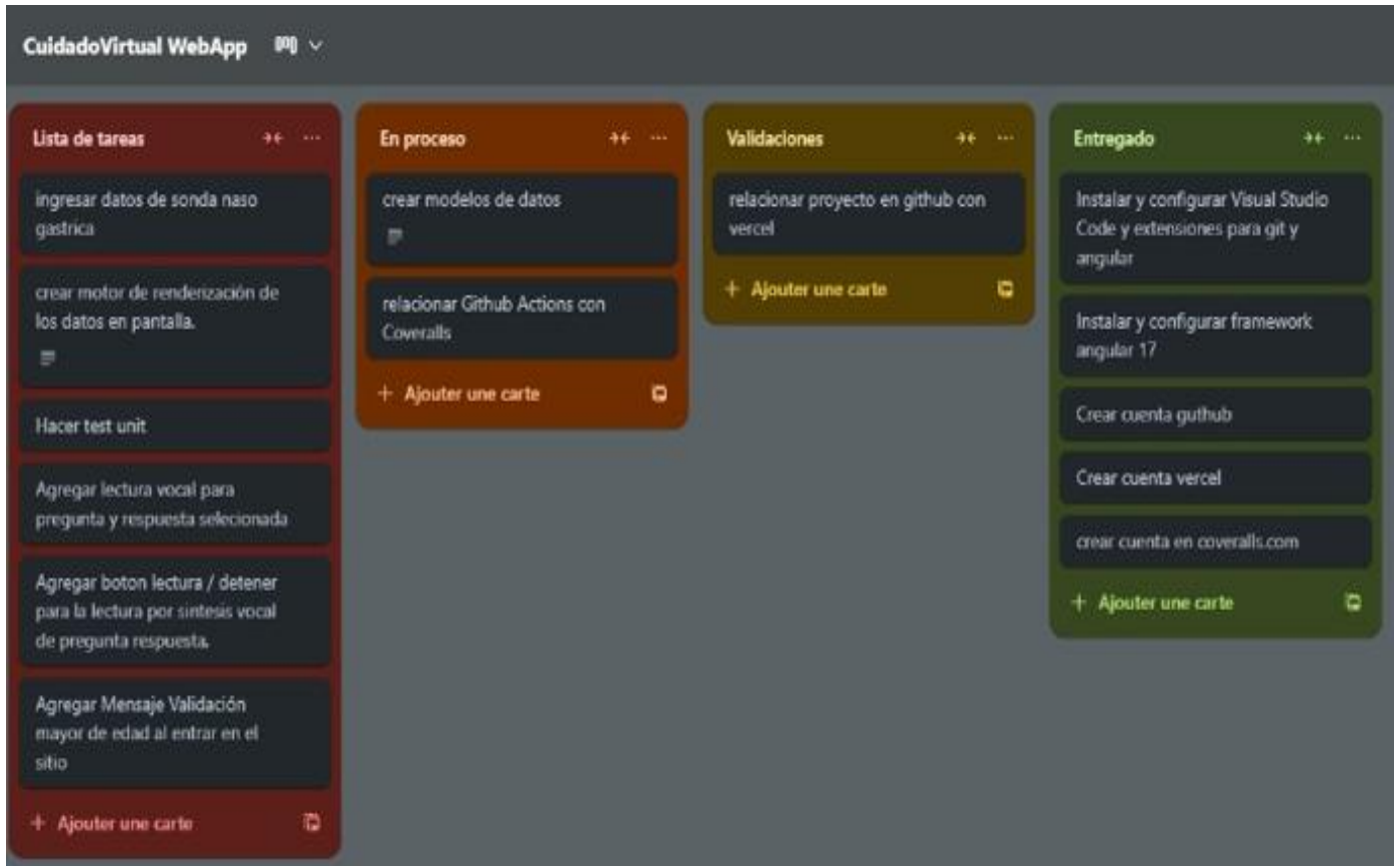
TABLA 12: Backlog inicial

Tareas o Backlog inicial	
1.	Instalar y configurar Visual Studio Code y extensiones para git y angular
2.	Instalar y configurar framework angular 17
3.	Crear cuenta Github
4.	Crear cuenta Vercel
5.	Crear cuenta en Coveralls.com
6.	Relacionar proyecto en Github con Vercel
7.	Crear modelos de datos
8.	Relacionar Github Actions con Coveralls
9.	Ingresar datos de sonda naso gástrica
10.	Crear motor de renderización de los datos en pantalla.
11.	Hacer test unit.
12.	Agregar lectura vocal para pregunta y respuesta seleccionada.
13.	Agregar botón lectura / detener para la lectura por síntesis vocal de pregunta respuesta.
14.	Agregar Mensaje Validación mayor de edad al entrar en el sitio.

Fuente: Elaboración propia en Excel base en a los requerimientos del usuario.

A continuación, se incluye una imagen de Kan ban para dar cuenta de proceso de desarrollo y la visualización que se realizaba de las distintas tareas.

Diagrama 10: Tabla Kanban – Realización WebApp Angular 17



Fuente: Elaboración propia en Trello base en a los requerimientos del usuario.

4.2.3 Etapas de elaboración del asistente virtual

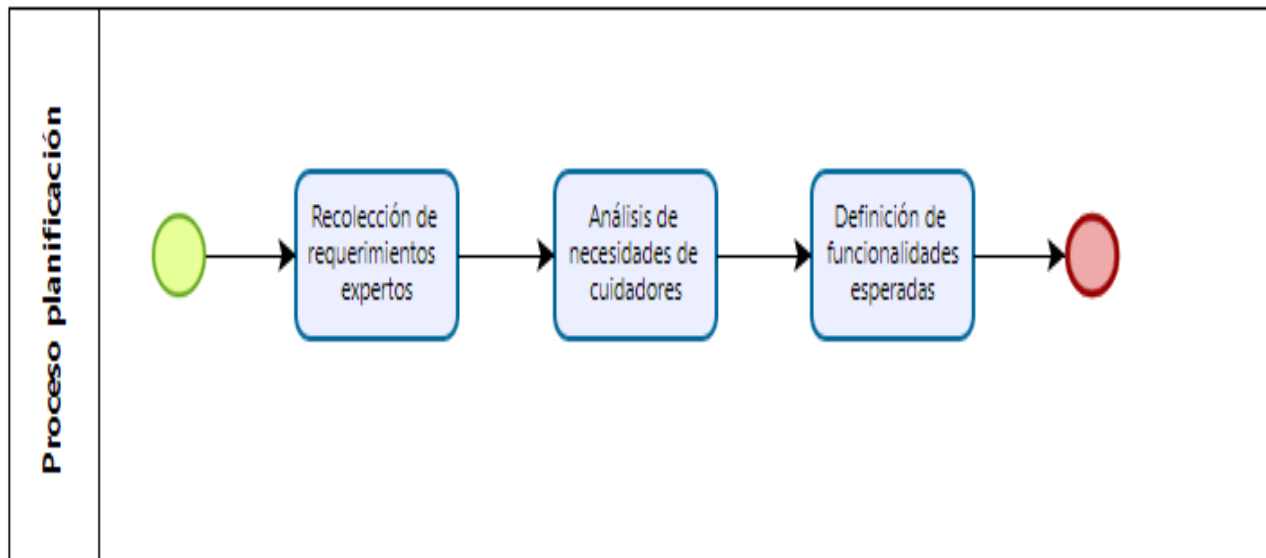
El desarrollo de proyecto del asistente virtual se estructuro en diferentes etapas que permiten observar y comprender como evoluciona el sistema desde su planificación hasta la interacción final con el usuario.

Cada diagrama que se presentan a continuación permite visualizar un componente clave en el proceso de elaboración, mostrando tanto la organización conceptual y flujos técnicos.

4.2.3.1 Etapa de planificación

En esta etapa se definieron los objetivos, alcances y requerimientos del usuario relacionados con la implementación del asistente virtual. El siguiente diagrama expone como se organizado el trabajo, en relación a los expertos, usuarios y las funcionalidades que debería tener la aplicación.

Diagrama 11: Planificación

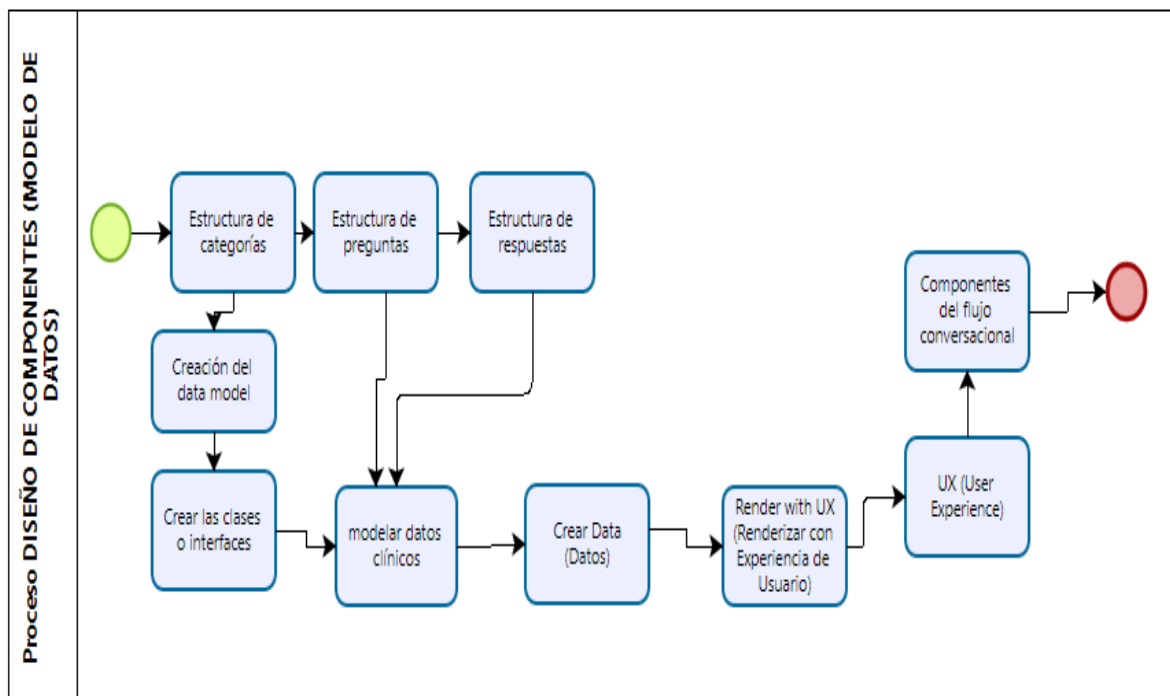


Fuente: Elaboración propia en Bizagi en base a los requerimientos del usuario.

4.2.3.2 Etapa Diseño de Componentes

Esta etapa se diseña a través de la descomposición de los componentes del sistema en los principales módulos o componentes. Permitiendo visualizar la estructura general del asistente virtual y la relación entre las distintas partes que lo conforman, creando un diseño estructurado, ordenado y coherente con los requerimientos del usuario.

Diagrama 12: Diseño de componentes

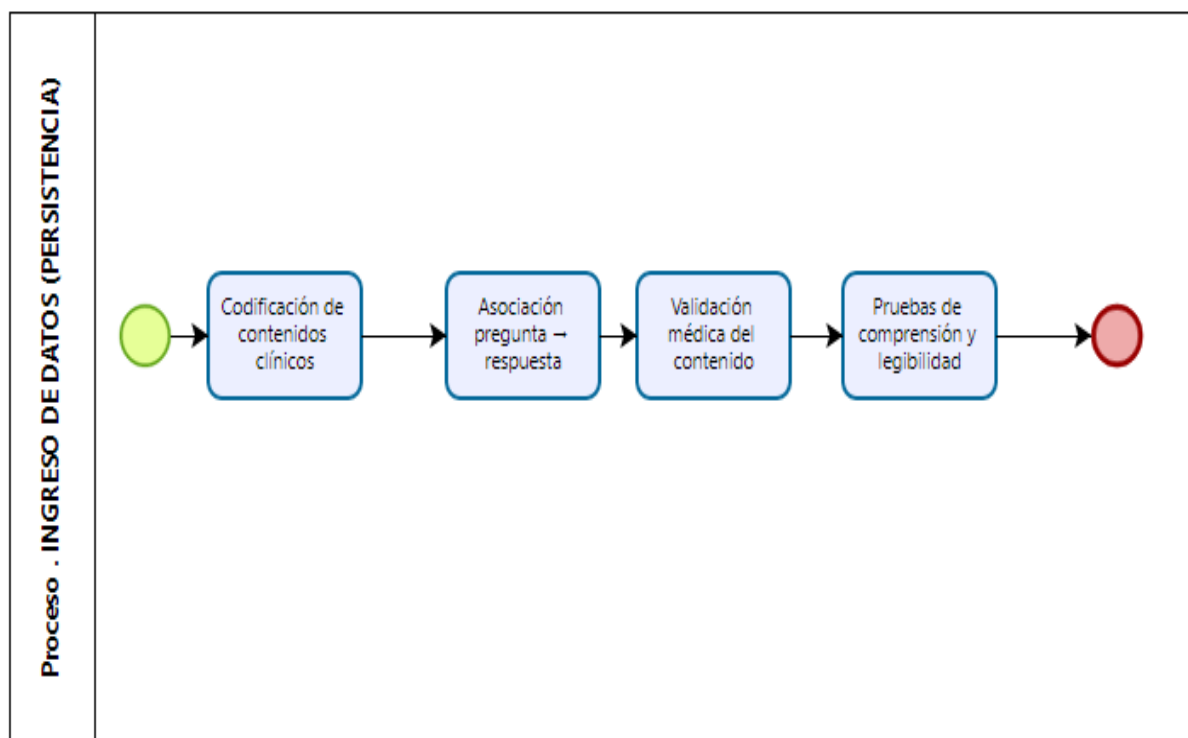


Fuente: Elaboración propia en Bizagi en base a los requerimientos del usuario.

4.2.3.3 Etapa Procesos ingreso de datos

En esta fase se orienta a establecer como se realiza el flujo de mediante el cual se ilustra como ingresan los datos, además de los pasos de validación de que los datos sean correctos y útiles para siguientes fases del asistente virtual.

Diagrama 13: Proceso ingreso de datos

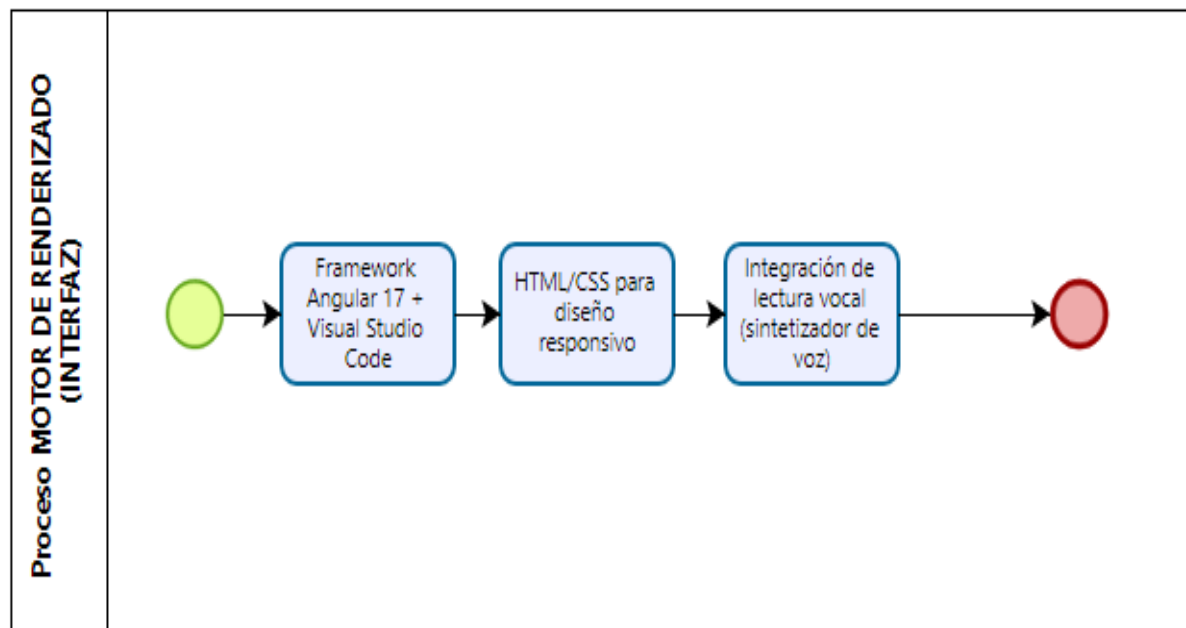


Fuente: Elaboración propia en Bizagi en base a los requerimientos del usuario.

4.2.3.4 Etapa de Proceso Motor de renderizado

Esta etapa demuestra como el sistema transforma los datos procesados en respuestas visuales o interactivas. El motor de renderizado constituye una pieza central del asistente virtual, ya que logra convertir la información en un formato estructurado y ordenado con elemento accesibles y comprensibles para el usuario.

Diagrama 14: Proceso Motor de renderizado

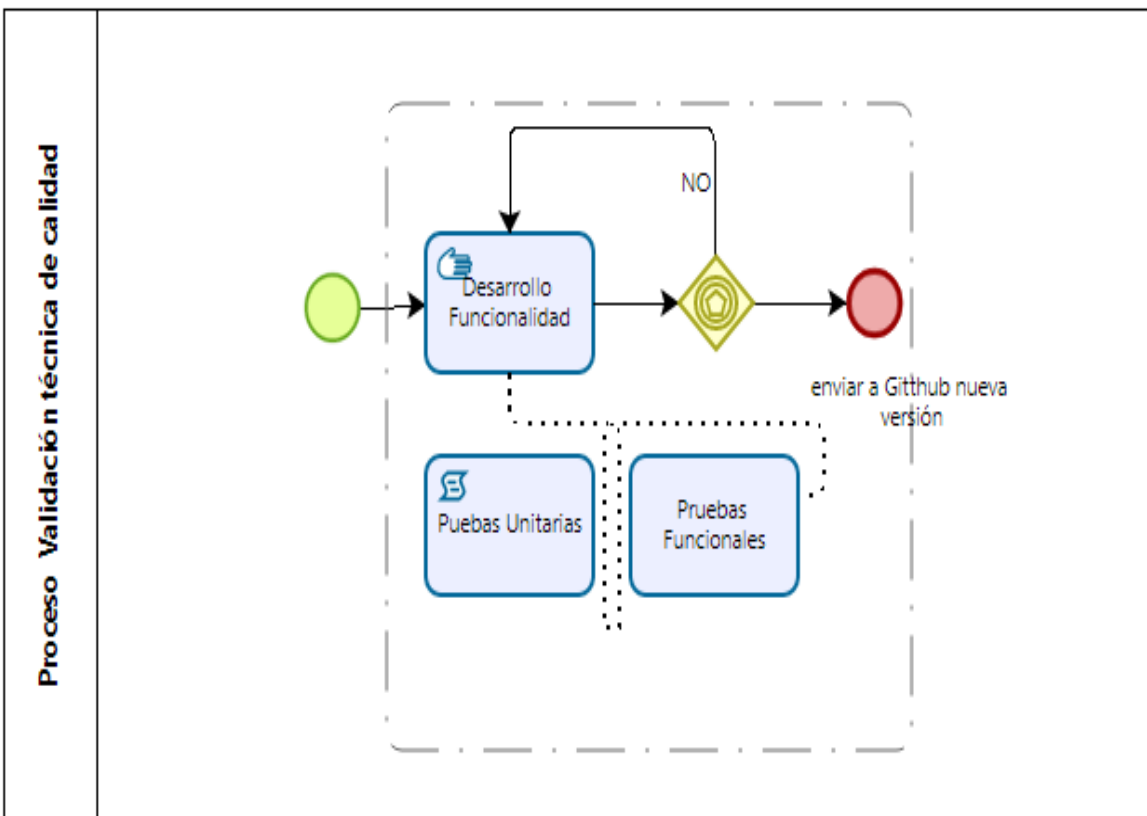


Fuente: Elaboración propia en Bizagi en base a los requerimientos del usuario.

4.2.3.5 Etapa de Validación de calidad

La validación de la calidad es una etapa esencial dentro del ciclo de desarrollo de vida del software, por que permite garantizar que se cumplan con los requerimientos establecidos y confiables, En esta etapa se aplican técnicas de control de calidad orientadas a evaluar funcionalidad y eficiencia del asistente virtual. El objetivo de esta fase es asegurar un producto final preciso y alineado con las necesidades del usuario.

Diagrama 15: Validación de calidad

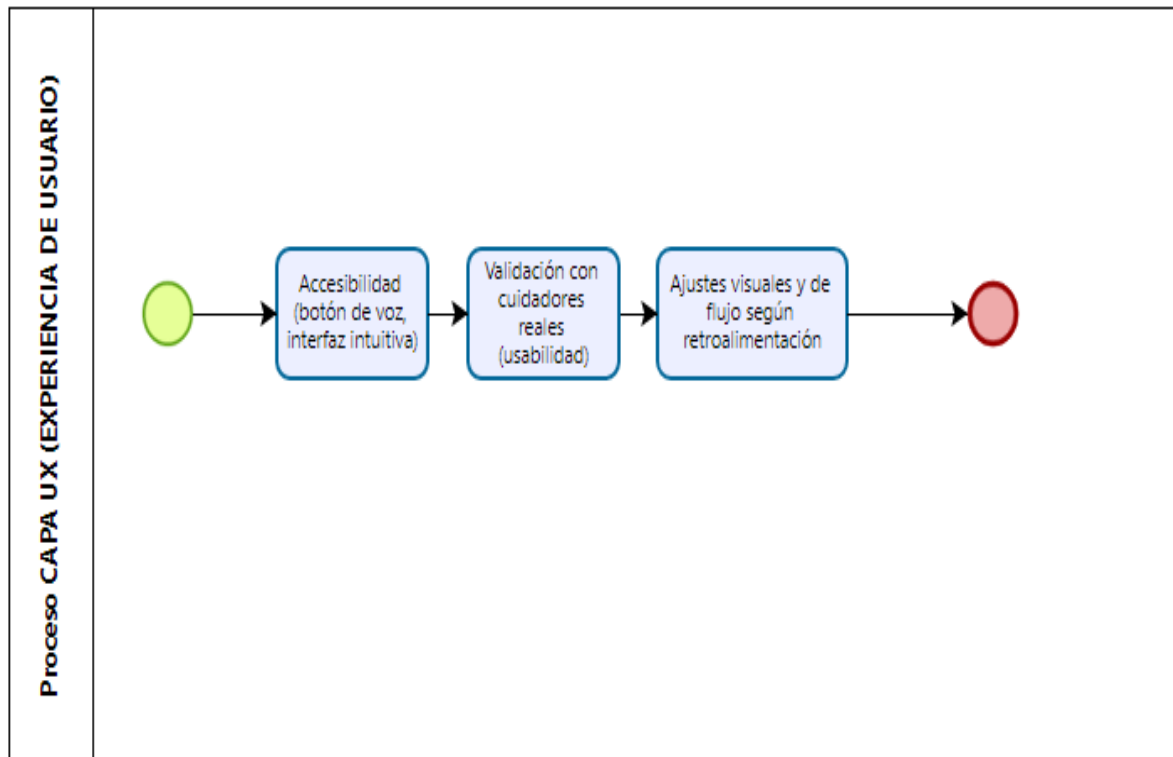


Fuente: Elaboración propia en Bizagi en base a los requerimientos del usuario.

4.2.3.6 Etapa experiencia de usuario (CAPA UX)

En esta etapa se plasma la experiencia del usuario (UX) al interactuar con el asistente virtual.

Diagrama 16: Proceso CAPA UX



Fuente: Elaboración propia en Bizagi en base a los requerimientos del usuario.

4.2.4 Propuesta de mejora

La propuesta de mejora consiste en el desarrollo e implementación de un asistente virtual para el cuidador de pacientes que fueron dados de alta del Hospital Félix Bulnes, diseñado para ser un aporte al trabajo de los profesionales de la salud que están en el área de gestión de cuidados post-hospitalización. Este proyecto busca optimizar la interacción entre el usuario y la información médica, ofreciendo una herramienta accesible, confiable y de fácil uso.

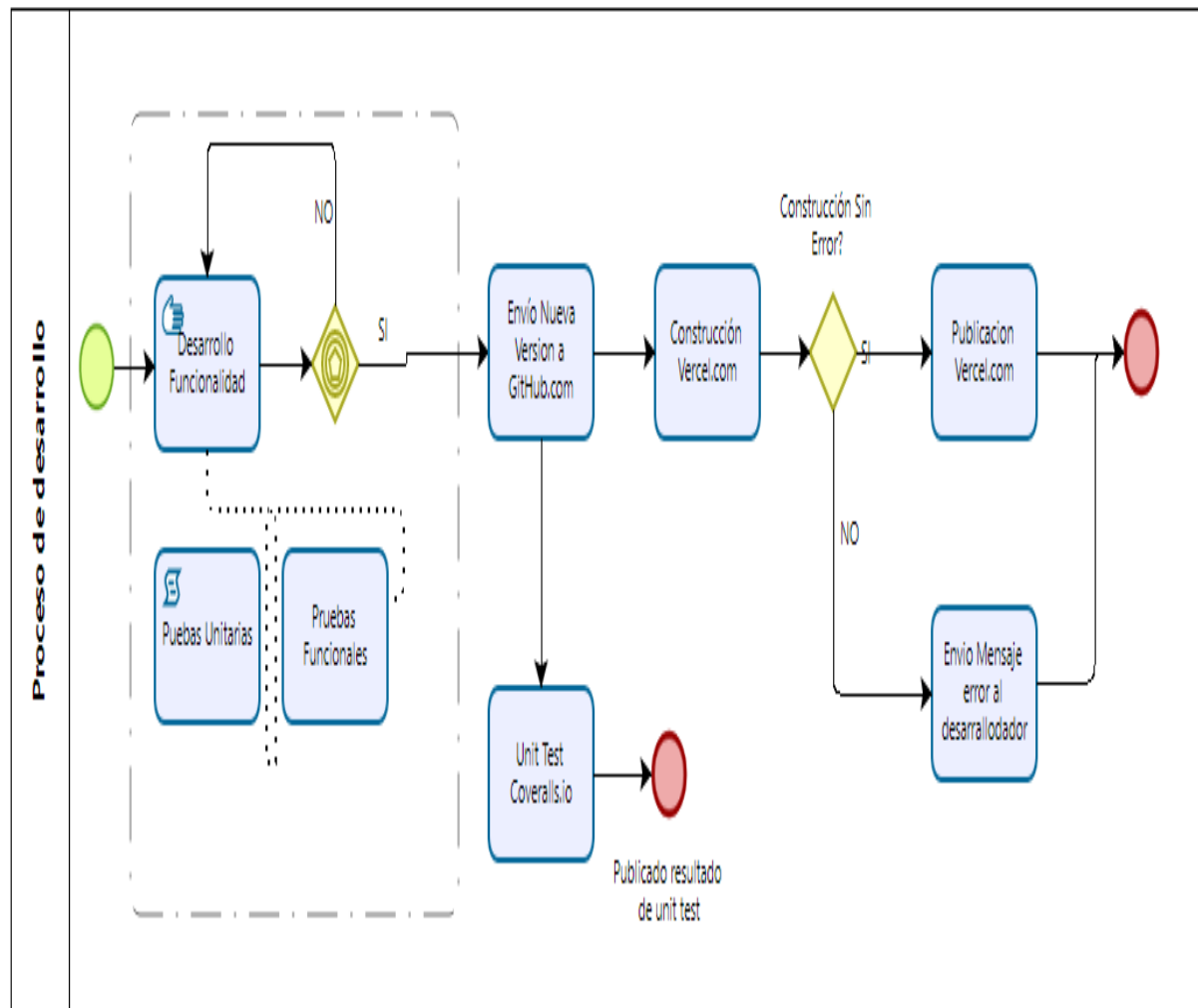
El asistente virtual integra funcionalidades claves tales como: Visualización dinámica de datos clínicos en categorías y sub categorías, Síntesis de voz de lectura de preguntas y respuestas. También, plantea el uso de un motor renderizado de datos que facilite la interpretación visual y auditiva de la información, promoviendo el acceso inclusivo a los contenidos.

Esta propuesta de mejora va más allá de la entrega de información de forma clara y adaptada a las necesidades de los usuarios, sino que garantizar la mantención y escalabilidad del sistema, permitiendo futuras actualizaciones y ampliaciones de sus funcionalidades. Con esto se busca mejorar la eficiencia del trabajo y reducir la carga operativa de los profesionales de la salud y mejorar las experiencias de los pacientes post-hospitalización.

El proyecto fue desarrollado en un entorno tecnológico moderno y eficaz, conformado por diversas herramientas que garantizaban calidad y escalabilidad. Una de estas es el software es Visual Studio Code, se establece como entorno de desarrollo principal, facilitando la programación y la integración de extensiones, en conjunto tenemos Angular 17 como Framework de Frontend, permitiendo un diseño modular, escalable y de alto rendimiento, A su vez GitHub se utiliza para gestión de versiones, control de cambios y colaboración, la plataforma Vercel hace posible un despliegue continuo, asegurando actualizaciones rápidas y seguras. Por último, Coveralls facilita el análisis de la cobertura de los test unitarios, contribuyendo a mantener la calidad y confiabilidad del código

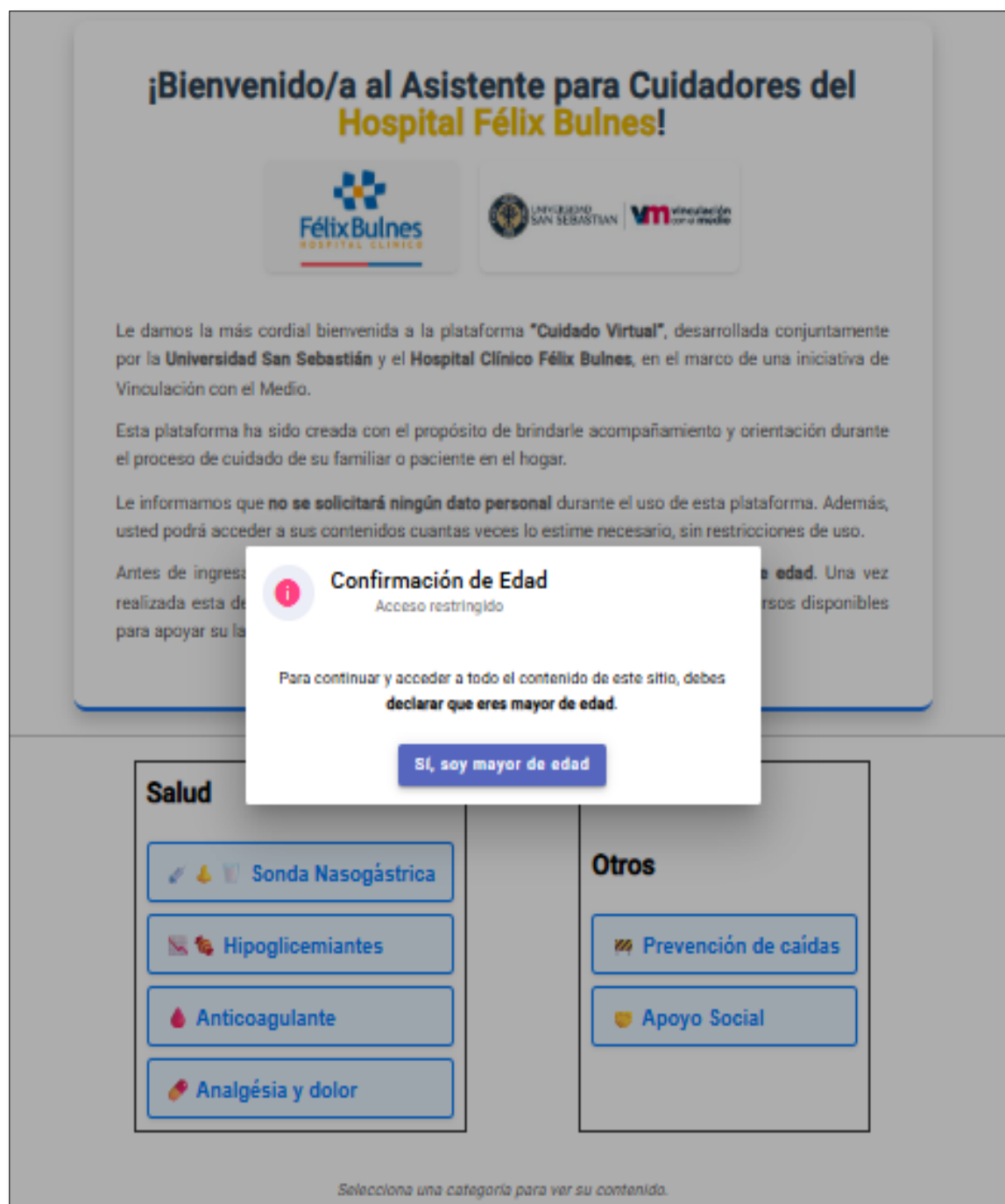
A continuación, se muestra un diagrama de cómo se organizó la propuesta de mejora y luego como se muestra en las imágenes 1, 2, 3, el producto final que está utilizando el usuario.

Diagrama 17: Proceso de desarrollo



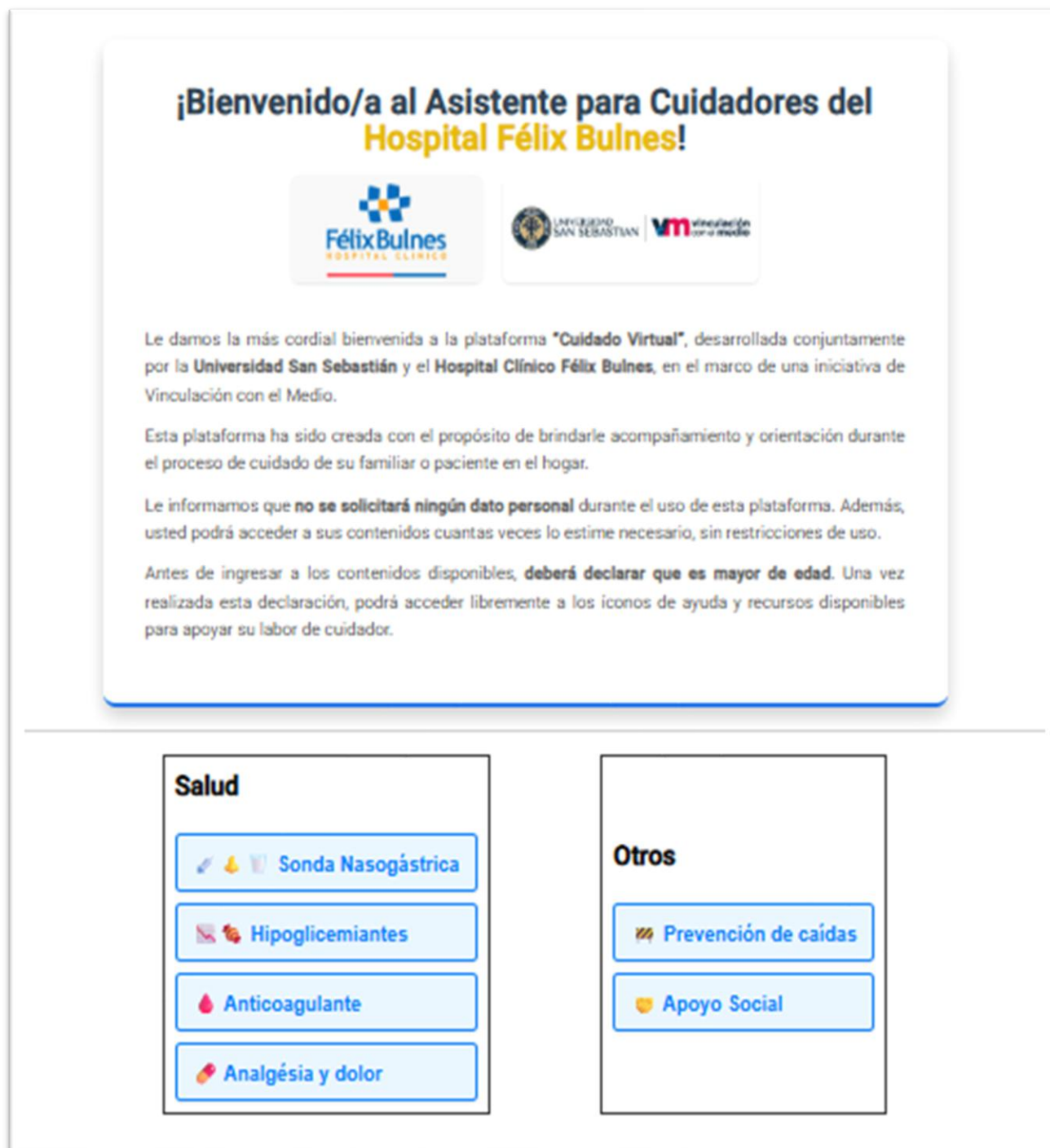
Fuente: Elaboración propia en Bizagi en base a los requerimientos del usuario.

Ilustración 1: Pantalla de inicio del Asistente virtual con validación de edad.



Fuente: <https://cuidadovirtual.cl/>

Ilustración 2: Pantalla de inicio del Asistente virtual con categorías



Fuente: <https://cuidadovirtual.cl/>

Ilustración 3: Pantalla de despliegue subcategorías

The screenshot shows a user interface for a health application. At the top, there are two main sections: 'Salud' (Health) and 'Otros' (Others). Under 'Salud', there are four subcategory buttons: 'Sonda Nasogástrica' (highlighted in blue), 'Hipoglucemiantes', 'Anticoagulante', and 'Analgésia y dolor'. Under 'Otros', there are two buttons: 'Prevención de caídas' and 'Apoyo Social'. Below these sections, the title 'Contenido de Sonda Nasogástrica' is displayed. A question '¿Qué tema deseas profundizar?:' (Which topic do you want to deepen?:) is followed by four green buttons: 'Conceptos generales de una SNG', 'Cuidados preventivos' (with a subtitle 'Cuidados preventivos de una Sonda Nasogástrica'), 'Alimentación y medicamentos', and 'Qué hacer si??'.

Fuente: <https://cuidadovirtual.cl/>

Ilustración 4: Despliegue pregunta

The screenshot shows a user interface for a health application. At the top, there is a button labeled '← VOLVER'. Below it, the title 'Conceptos generales de una SNG' is displayed. A question 'Elige tu pregunta:' (Choose your question:) is followed by a yellow button with the text '¿Qué es la sonda nasogástrica? ¿Qué es la sonda que me pusieron en la nariz?'. Below this, there is a text box with a 'Leer en voz alta' (Read aloud) button. The text inside the box reads: 'La sonda nasogástrica es un tubo delgado y flexible que se introduce por uno de los orificios de la nariz, baja por el esófago y llega hasta el estómago.'

Fuente: <https://cuidadovirtual.cl/>

4.2.5 Marco de trabajo metodología ágil

El enfoque ágil que se estableció para el trabajo del proyecto del asistente virtual es la metodología Kanban, permitiendo visualizar el flujo de trabajo mediante tableros, gestionar tareas de manera continua y mejorar la eficiencia. Este enfoque prioriza las necesidades del usuario final, facilita la entrega incremental de funcionalidades y permite tener una planificación flexible.

4.2.5.1 Roles ágiles

En relación a los roles del equipo ágil este presenta características de ser eficiente experto en el tema, facilitando que las entregas sean útiles y funcionales, siguiendo el proceso iterativo e incremental de la metodología ágil, a continuación, se describen las funciones de cada rol.

TABLA 13: Roles Ágiles

ROL	RESPONSABILIDADES	HABILIDADES
Product Owner	Representa los intereses del hospital, de área de vinculación con el medio de la Universidad San Sebastián	Comunicación efectiva, priorización de los requerimientos y toma decisiones estratégicas.
Desarrolladores	Diseña, implementa y realiza validación de calidad del asistente virtual	Programación, diseño de software, test y control de calidad y trabajo en equipo
Especialista Clínico	Valida el contenido y la pertinencia médica.	comunicación clara de criterios clínicos, capacidad para validar protocolos y procedimiento

4.2.5.2 Evaluación contratación de personal adicional

Para garantizar el cumplimiento de los objetivos del proyecto garantizando su continuidad, mejora y mantención del asistente virtual, Considerando la etapa actual de implementación no se proyecta la necesidad de incorporar personal adicional. Solo se consideraría el sentido de promover un equipo que le sostenibilidad y ampliación de funcionalidades en etapas posteriores.

4.2.6 Estimación de actividades y tiempos de implementación HH

Para contar con una planificación eficiente y ordenada del proyecto de asistente virtual, se realiza una estimación detallada de actividades necesarias y el tiempo requerido para cada una de ellas expresado en horas hombre (HH). Esta estimación permite visualizar el alcance del proyecto, a su vez de identificar las responsabilidades de manera más eficiente y también anticipar posibles estancamientos en la implementación.

El listado de tareas inicial o backlog, incluye tareas tales como: instalación y configuración de herramientas hasta el desarrollo de funcionalidades claves. Esta estimación sirve para asegurar la entrega incremental de mejoras y mantener la eficiencia del desarrollo durante todo el ciclo.

TABLA 14: Estimación tiempo HH

N°	Tarea	Estimación HH	Observaciones
1	Instalar y configurar Visual Studio Code y extensiones para Git y Angular	2	Incluye instalación de plugins y configuración inicial
2	Instalar y configurar framework Angular 17	2	Verificar compatibilidad con el proyecto
3	Crear cuenta Github	1	Incluye configuración básica de repositorio
4	Crear cuenta Vercel	1	Configuración de despliegue inicial
5	Crear cuenta en Coveralls.com	1	Configuración de cobertura de código
6	Relacionar proyecto en Github con Vercel	2	Conexión y pruebas de despliegue
7	Crear modelos de datos	4	Diseño de entidades y relaciones
8	Relacionar Github Actions con Coveralls	2	Integración de CI/CD y cobertura
9	Ingresar datos de sonda nasogástrica	3	Creación de registros de prueba
10	Crear motor de renderización de los datos en pantalla	6	Desarrollo del frontend para mostrar datos dinámicos
11	Hacer test unitarios	4	Validación de funcionalidades principales
12	Agregar lectura vocal para pregunta y respuesta seleccionada	4	Integración de síntesis de voz
13	Agregar botón lectura/detener para la lectura por síntesis vocal	2	Funcionalidad de control de lectura
14	Agregar mensaje de validación “mayor de edad” al entrar en el sitio	2	Alert o modal de validación
Total		36 HH	

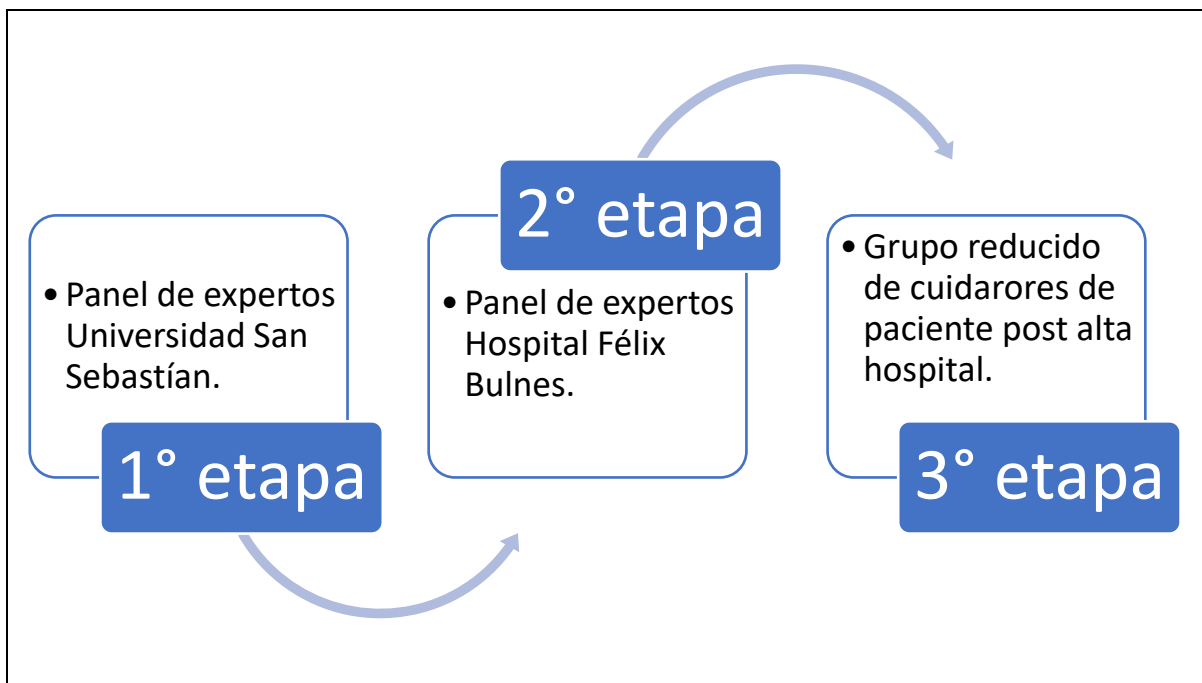
Fuente: Elaboración propia Word base a la tareas realizadas

4.3 Verificar

La fase de verificación es posterior a la etapa de desarrollo y tiene como principal objetivo es lograr evaluar en contextos reales el Asistente virtual. Las pruebas pilotos se realizaron con panel de expertos tanto de Universidad San Sebastián como del hospital Félix Bulnes, llevando a cabo el análisis de la efectividad de la herramienta en términos de usabilidad, la exactitud de las respuestas, tiempos de interacción y el como evaluar el nivel de satisfacción del usuario final que es el cuidador del paciente.

Para verificar la efectividad se establecieron varias etapas de evaluación:

Diagrama 18: ETAPAS DE VALIDACIÓN

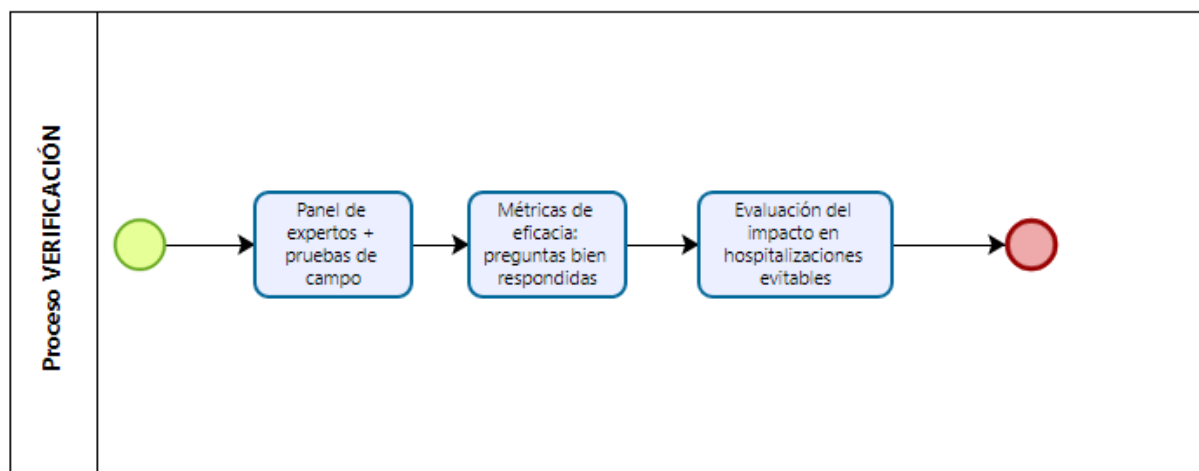


Fuente: Elaboración propia en Word base en a los requerimientos del usuario.

Los aspectos a evaluar se dividirán en dos grandes categorías en primer lugar las relacionadas con los componentes técnicos, tales como: usabilidad de la interfaz, facilidad de navegación, comprensión del diseño y accesibilidad para lo distintos usuarios. En segundo lugar, se evaluarán aspectos relacionados la calidad del contenido clínico considerando aspectos tales como: Claridad y precisión en las respuestas entregadas por el asistente virtual, que la información entregada sea útil, pertinente y clínicamente correcta.

A continuación se expone el flujo que se realiza en esta etapa de verificación.

Diagrama 19: ETAPAS DE VALIDACIÓN



Fuente: Elaboración propia en Bizagi en base a los requerimientos del usuario.

Plan de Monitoreo de Indicadores (KPI)

Este plan permite garantizar que la solución propuesta cumpla con los objetivos planteados, se ha definido un plan de monitoreo de indicadores claves de desempeño (KPI). Este permitirá medir de sistemática los avances y detectar las desviaciones y ejecutar acciones de mejora en la etapa de actuar del ciclo de mejora continua.

Los indicadores fueron seleccionados de acuerdo a criterios de relevancia clínica, técnica y organizacional, siendo los incluidos en este plan los siguientes: Disponibilidad del asistente virtual, tiempo promedio de respuesta, exactitud de la información, cobertura de contenidos, satisfacción de usuario (CSAT) y tasa de reingresos a 30 días.

Con el fin de facilitar la lectura y el análisis de los resultados, se decidió dividir el Plan de Monitoreo de Indicadores (KPI) en dos tablas complementarias.

La tabla Definición, Fuente y Frecuencia de Medición de KPI se centra en los aspectos operativos de cada indicador, detallando su definición, la fuente de datos, la frecuencia de recolección y los responsables de su seguimiento, lo que permite asegurar la trazabilidad y la correcta gestión de la información.

La tabla presenta los valores de línea base (baseline) y las metas progresivas para cada KPI, lo que facilita la comparación temporal y el análisis de avance en la etapa Actuar del ciclo PHVA. Esta separación busca dar mayor claridad, evitando la

sobrecarga de información en una única tabla y permitiendo una interpretación más ágil por parte de los lectores.

Tabla 15: Definición, Fuente y Frecuencia de Medición de KPI

Indicador (KPI)	Definición / Justificación	Fuente de Datos	Frecuencia de Medición	Responsable
Disponibilidad del Asistente Virtual	Porcentaje de tiempo que el sistema está operativo. Garantiza la estabilidad del servicio.	Monitoreo de uptime del servidor, logs de disponibilidad.	Diario (consolidado mensual).	Equipo de TI / Soporte hospitalario.
Tiempo Promedio de Respuesta	Tiempo entre la consulta y la entrega de la respuesta. Impacta en la experiencia del usuario.	Métricas de rendimiento de la plataforma web.	Monitoreo continuo, informe mensual.	Equipo TI / QA.
Exactitud de la Información Entregada	Porcentaje de respuestas correctas respecto a protocolos clínicos.	Auditoría clínica de interacciones.	Mensual.	Comité clínico y unidad de calidad.
Cobertura de Contenidos	Relación entre temas planificados y cargados en el sistema.	Plan de contenidos vs. módulos en plataforma.	Trimestral.	Coordinador de contenidos.
Satisfacción de Usuario (CSAT)	Calificación promedio entregada por usuarios después de	Encuestas de satisfacción en la aplicación.	Trimestral.	Unidad de Calidad y Experiencia de Usuario.

	usar el asistente.			
Tasa de Reingresos Hospitalarios a 30 Días	Porcentaje de pacientes reingresados por causas evitables.	Registros del sistema de gestión hospitalaria.	Trimestral.	Unidad de Epidemiología y Control de Gestión.

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Cuenta Pública 2024 del Hospital Clínico Félix Bulnes y métricas del prototipo del asistente virtual.

Tabla 16: Línea Base y Metas Progresivas de KPI

Indicador (KPI)	Baseline (Línea Base)	Meta Progresiva
Disponibilidad del Asistente Virtual	40 % de disponibilidad en versión inicial.	≥ 99 % sostenido en los primeros 3 meses.
Tiempo Promedio de Respuesta	6 horas promedio en consultas tradicionales (teléfono).	≤ 10 segundos en el 95 % de consultas.
Exactitud de la Información Entregada	82 % de concordancia inicial.	≥ 96 % en seis meses.
Cobertura de Contenidos	60 % de módulos en fase piloto.	≥ 90 % en el primer año.
Satisfacción de Usuario (CSAT)	3,8/5 en pruebas piloto.	≥ 4,2/5 en seis meses.
Tasa de Reingresos Hospitalarios a 30 Días	13 % de reingresos evitables.	Reducción ≥ 10 % en el primer año.

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Cuenta Pública 2024 del Hospital Clínico Félix Bulnes y métricas del prototipo del asistente virtual.

4.3.1 Indicadores clave

El proceso de validación es necesario monitorear los resultados de la prueba piloto. Para poder llevar a cabo esta tarea se establecen dos rangos de acciones, por una parte, se encuentran el número de preguntas correctamente respondidas por el asistente virtual que tiene como objetivo medir la pertinencia de la información entregada. Además, se analizará si disminuye la tasa de hospitalizaciones evitables por problemas en el periodo post-alta.

4.3.2 Evaluación de la implementación

La evaluación del proyecto de asistente virtual se efectuó con el objetivo de determinar el impacto real de esta propuesta y como a su vez el impacto en la atención y apoyo a los usuarios. Para lograr este objetivo se realizó una comparación de los indicadores claves antes de la herramienta y después de su puesta en marcha, se consideran tanto los indicadores técnicos como la experiencia del usuario.

En este apartado se presentan los resultados obtenidos a partir de las dimensiones principales: Disponibilidad del asistente, tiempo de respuesta a consultas y exactitud en la información entregada. Los indicadores posibilitan una medición integral, ya que abarcan aspectos como la continuidad, la eficiencia y percepción de calidad.

4.3.2.1 Disponibilidad del asistente virtual

La disponibilidad representa el porcentaje de tiempo en que el proyecto está operativo y accesible para usuarios. Se calculó mediante la siguiente fórmula.

$$\text{Disponibilidad (\%)} = \frac{\text{Tiempo en que el asistente estuvo activo}}{\text{Tiempo total planificado}} \times 100$$

Antes de la solución: La atención dependía exclusivamente del horario del personal humano. En promedio, los usuarios tenían acceso a atención solo 16 horas al día de lunes a viernes, lo que presenta un 40% de disponibilidad efectiva.

Después de la solución: El asistente virtual esta disponible de la manera 24/7 con un 99% de disponibilidad efectiva.

Justificación: Este cambio asegura que las consultas puedan resolverse en cualquier momento, eliminando las restricciones horarias y disminuyendo la carga de trabajo del personal.

4.3.2.2 Tiempo de respuesta

El tiempo de respuesta se calculó midiendo la rapidez con que se atienden las solicitudes de los usuarios. Se utilizo la siguiente fórmula para obtener la respuesta.

$$\text{Tiempo de respuesta} = \frac{\sum \text{tiempo de respuesta}}{\text{Nº de consultas}}$$

Antes: Las repuestas tenían un tiempo de demora en promedio de 6 Horas (dependiendo de la carga de trabajo del personal de salud).

Después El asistente virtual entrega una respuesta inmediata en menos de 10 segundos.

Justificación: La implementación de esta propuesta reduce drásticamente los tiempos de espera, optimizando la experiencia del usuario.

4.3.2.3 Exactitud en la información entregada

La exactitud en la información representa el grado en que las respuestas entregadas al usuario coinciden con datos oficiales y actualizados. Este indicador resulta esencial, ya que nos solo promueve que el asistente virtual responda de manera inmediata, sino que el contenido sea validado y confiable, evitando errores que afecten la toma de decisiones. Para este cálculo se utilizó la siguiente formula.

$$\text{Exactitud (\%)} = \frac{\text{Respuesta correctas verificadas}}{\text{Total de respuestas entregadas}} \times 100$$

Antes de la solución: la información entregada dependía de cada funcionario, lo que generaba variaciones en las respuestas, ya que dependía de la disponibilidad o nivel de conocimiento de la persona que atendía, esto se traducía en un promedio estimado de 82 de exactitud, con un 18% de respuestas incompletas o poco claras.

Después de la solución: Con el asistente virtual con una base de datos validada por expertos, la exactitud alcanzó un 96% de consistencia, reduciendo significativamente los errores.

Justificación: El asistente virtual centraliza la información y asegura que los usuarios reciban respuestas uniformes y claras y confiables, reduciendo la posibilidad de confusión y errores.

4.3.2.4 Resumen comparativo

Las dimensiones antes trabajadas permiten medir de manera integral la eficiencia, continuidad y calidad del servicio prestado a los usuarios antes y después de la puesta en marcha de la solución tecnológica.

TABLA 17: Resumen comparativo

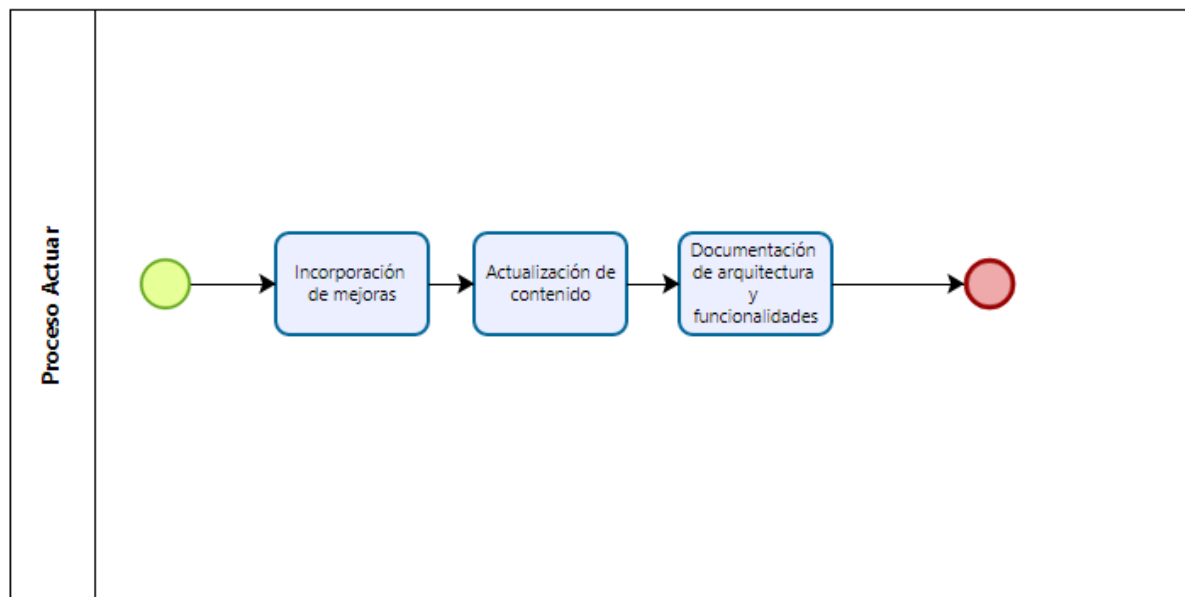
Métrica	Antes de la Solución	Después de la Solución	% de Mejora
Disponibilidad del asistente	40 %	99 %	+147,5 %
Tiempo de respuesta	6 horas (21.600 segundos)	10 segundos	-99,95 %
Exactitud de la información	82 %	96 %	+17,1 %

Fuente: Elaboración propia Word base a datos propios

4.4 Actuar

4.4.1 Implementación de mejoras

Sobre la base de la retroalimentación obtenida, se priorizarán ajustes en diseño, contenido y funcionamiento. Se incorporarán nuevas funcionalidades sugeridas por los usuarios. En el siguiente flujo se expone las fases que se realiza en esta etapa.

Diagrama 20: Proceso Actuar

Fuente: Elaboración propia en Bizagi en base a los requerimientos del usuario.

4.4.2 Controles permanentes

Se establecerá un protocolo de actualización de contenidos clínicos, con participación de profesionales del hospital. Estableciendo que se consideraran para los cambios normativos o médicos, los aportes entregados por el personal de salud y los cuidadores usuarios de la plataforma.

Además, se realizará una revisión periódica, evaluando la pertinencia del contenido, la incorporación de nuevos temas y la eliminación de información que no se útil.

4.4.3 Documentación y Estandarización

Toda la arquitectura del sistema, scripts de conversación, criterios de validación y recomendaciones clínicas quedarán documentadas para futuras fases de mejora.

La documentación será estructurada de tal forma que se incluyan los siguientes temas, Definición del módulo funcionales del sistema, modelos de datos utilizados, rutas de navegación e interacción y tecnologías empleadas para el desarrollo.

4.4.4 Prueba Piloto

Las pruebas pilotos tiene el objetivo de identificar posibles problemas, ajustar procesos y evaluar el impacto antes del paso a producción, se ejecutan una prueba piloto en un entorno pre-productivo que replique fielmente el entorno real, utilizando datos sintéticos.

El piloto permite evaluar rendimiento, escalabilidad usabilidad e integración, considerando aspectos de hardware e infraestructura que influyen en el comportamiento del software.

El alcance de la evaluación incluyó la preparación del entorno espejo y la carga de datos de prueba, permitiendo simular condiciones reales de operación. Se desarrollaron escenarios guiados dirigidos a cuidadores y profesionales, que contemplaron la navegación por la plataforma, la búsqueda de contenidos, la recepción de alertas y la gestión de derivaciones.

Se efectuaron pruebas de carga moderada y de estrés, junto con la verificación de integraciones extremo a extremo y el registro centralizado de eventos. Para asegurar la calidad de la experiencia del usuario, se llevó a cabo una evaluación de usabilidad y accesibilidad mediante listas de chequeo estandarizadas.

4.4.5 Criterios de aceptación general

Para aprobar la transición a producción, la solución debe cumplir durante la fase piloto con criterios globales que garanticen su desempeño y confiabilidad. Entre estos, se requiere una disponibilidad igual o superior al umbral definido por el hospital durante la ventana de pruebas, así como la habilitación de monitoreo en tiempo real con registro completo de eventos y trazabilidad extremo a extremo. Además, debe asegurar el cumplimiento normativo aplicable, incluyendo la protección de datos personales, la confidencialidad clínica y las políticas institucionales, sin registrar incidentes.

Las integraciones de módulos clínicos y herramientas de analítica deben permanecer estables, sin pérdida de datos, y el desempeño general debe ser consistente con los objetivos establecidos de tiempo de respuesta y carga de espera durante la piloto.

TABLA 18: Criterios de aceptación

Métrica	Descripción	% aceptación
Disponibilidad del sistema	Uptime del asistente durante la piloto	$\geq 99,5\%$
Tiempo promedio de respuesta	Desde envío de consulta hasta respuesta	≤ 2 s
Precisión de contenido	Respuestas correctas según checklist clínico validado	$\geq 95\%$
Cobertura de contenidos	Módulos/temas publicados vs. plan de la piloto	$\geq 90\%$
Satisfacción de usuario (CSAT)	Encuesta post-interacción (escala 1–5)	$\geq 84\%$ ($\geq 4,2/5$)
Resolución en primer contacto	Interacciones resueltas sin derivación humana	$\geq 80\%$
Errores críticos	Respuestas con riesgo clínico alto	0%
Cumplimiento de privacidad	Incidentes de datos personales	0%

Tasa de escalamiento adecuada	Derivaciones correctas al equipo clínico cuando corresponde	≥ 95% correctas
Integración y registro de eventos	Eventos de app/mensajería guardados en el log central	100% de eventos
Accesibilidad	Conformidad WCAG 2.1 (AA) en flujos piloto	≥ 95% de checks
Reingreso a 30 días (cohorte piloto)*	Mejora vs. línea base histórica	≥ 10% mejoría
Adopción de uso	Usuarios piloto activos/convocados	≥ 80%

Fuente elaboración propia con datos proporcionados por el hospital Félix Bulnes

5 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

El presente capítulo desarrolla el análisis costo y beneficios de la propuesta de mejora trabajada en el capítulo anterior y basada en el problema presentados en el hospital Félix Bulnes en relación al disminuir la tasa de hospitalizaciones evitables y como la incorporación de un asistente virtual puede ser una herramienta viable a desarrollar.

La propuesta de mejora planteada, considero dos etapas tecnológicas de desarrollo implementadas en el proyecto, el prototipo inicial en la plataforma Landbot vinculada a WhatsApp y la versión final migrada en una aplicación web basada en angular 17.

El análisis de la identificación y cuantificación de la inversión requerida en cada fase, permite reconocer los recursos destinados a hardware, capacitación, horas de trabajo, implementación y configuración. En esta evaluación, además, se realiza una estimación de los beneficios económicos proyectos, principalmente asociados a la optimización de los recursos del hospital Félix Bulnes.

Otro aspecto que se analiza en este capítulo es el impacto cualitativo, considerando los beneficios obtenidos, a través del fortalecimiento del rol del cuidador y el incremento de la eficiencia comunicacional entre el hospital y la comunidad. Los aspectos evaluados son la comparación de costo y beneficio, evidenciando la viabilidad técnica, económica y social de la propuesta, así como la justificación del cambio de Lanbot a angular 17 como propuesta final y definitiva.

5.1 Costo y/o gastos de la propuesta de mejora

El análisis de costo de la propuesta de mejora considera recursos materiales y humanos invertidos en dos etapas tecnológicas de desarrollo:

TABLA 19: Etapas de la propuesta

ETAPA 1	ETAPA 2
Prototipo inicial con Landbot vinculado a WhatsApp. Esta fase logra una validación rápida de la propuestas y pruebas, pero con limitaciones de escalabilidad y costo recurrentes	Migración a aplicación web con Angular 17, utilizando herramientas y servicios gratuitos para reducir costos a largo plazo. Esto garantiza escalabilidad, Se adapta dinámicamente al número de cuidadores registrados, Alta disponibilidad (7 días por 24 horas) sostenibilidad a largo plazo y eliminación de costos recurrentes por licencias e ingreso de nuevos usuarios.

Fuente: Elaboración propia.

Cada fase presento requerimientos de hardware, capacitación, horas de trabajo y gastos asociados a la implementación y configuración. Estos aspectos se desglosarán en los siguientes puntos.

5.1.1 Costos de Hardware de infraestructuras

En ambas etapas fue necesario contar con equipos y dispositivos para el desarrollo, la validación, los test unitarios y la operación de la solución.

TABLA 20: costo Hardware

ETAPA 1	ETAPA 2
Smartphone Android elemento necesario para las pruebas de funcionamiento y vinculación con WhatsApp Business API.	Dominio web este es el único gasto fijo en infraestructura de esta etapa, con un costo de \$20.000 por dos años
Suscripción a Landbot.IO: Es necesaria para cada desarrollador, la versión gratuita tiene limitaciones con el número de usuarios, la cantidad de mensajes y el tiempo de acceso.	Albergar y repositorio: Uso de Vercel y GitHub en sus versiones gratuitas, eliminando los costo mensuales de alojamiento y control de versiones permitiendo la construcción y despliegue.

Fuente: Elaboración propia en Word con información proporcionada

Costos Etapa 1

TABLA 21: costo etapa 1

Concepto	Cantidad	Costo Unitario (CLP)	Subtotal (CLP)
Smartphone de pruebas (Android)	1	\$200.000	\$200.000
Suscripción Landbot WhastApp VERSIÓN Pro	2	\$200.000	\$400.000
Total Etapa 1			\$1.150.000

Fuente: Elaboración propia.

Costos Etapa 2

TABLA 22: Costo etapa 2

Concepto	Cantidad	Costo Unitario (CLP)	Subtotal (CLP)
Dominio web (.com / .cl) por 2 años	1	\$20.000	\$20.000
Albergamiento en Vercel	-	\$0	\$0
Repositorio en GitHub	-	\$0	\$0
Total Etapa 2			\$20.000

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2 Costos de horas de trabajo de proyecto

Los costos de horas de trabajo corresponden a la inversión en tiempo y experiencia del equipo involucrado en el desarrollo, configuración y validación de la propuesta de mejora. Cada rol se estableció según la cantidad de horas dedicadas y la tarifa por hora diferenciando las etapas del prototipo con Landbot y la migración a Angular 17.

Etapas 1 : Prototipo con Landbot

TABLA 23: Costo prototipo Landbot

Rol	Días	Horas	Costo Hora (CLP)	Subtotal (CLP)
Diseñador de prototipo	5	40	\$30.000	\$1.200.000
Operador técnico de ingreso	-	20	\$10.000	\$200.000
Total				\$1.400.000

Fuente: Elaboración propia.

Etapas 2

TABLA 24: Migración a Angular 17.

Rol	Horas	Costo Hora (CLP)	Subtotal (CLP)
Desarrollador Front-End Angular	80	\$30.000	\$2.400.000
Especialista UX/UI	20	\$18.000	\$360.000
Total			\$2.760.000

Fuente: Elaboración propia.

5.1.3 Costos de implementación y configuraciones

La configuración del sistema y las pruebas de validación son etapas críticas para asegurar que la solución funcione correctamente y cumpla con los requerimientos establecidos. Configuración se entiende como desarrollar los ajustes técnicos para que la propuesta funcione de manera optima y según las necesidades específicas, Las pruebas de validación consiste los diferentes tipos de pruebas de rendimiento, uso entre otras, para establecer que el sistema cumple con los objetivos y está libre de errores.

TABLA 25: Costo implementación

Concepto	Descripción	Horas	Costo por hora	Costo total
Configuración del Sistema	Personalización y ajustes técnicos	40	\$30.000	\$1.200.000
Pruebas de Validación	Ejecución de pruebas funcionales y de rendimiento	25	\$30.000	\$750.000
Total				\$1.950.000

Fuente: Elaboración propia.

5.1.4 Resumen de costos totales del proyecto

A continuación, el análisis se centra en el resumen de los costos totales de la propuesta de mejora, diferenciando las dos etapas tecnológicas, el prototipo inicial desarrollado en la plataforma Landbot y la migración final a una aplicación web basada en Angular 17. En los montos se incluyen recursos materiales y horas de trabajo, este resumen permite tener una visión más clara de los gastos asociados en cada etapa.

TABLA 26: resumen costo del proyecto

Etapas / Concepto	Monto (CLP)
Etapas 1 – Prototipo con Landbot	
Hardware e infraestructura	\$1.150.000
Horas de trabajo	\$1.400.000
Total Etapas 1	\$2.550.000
Etapas 2 – Migración a Angular 17	
Hardware e infraestructura	\$20.000
Horas de trabajo	\$2.760.000
Implementación y configuración	\$1.950.000
Total Etapas 2	\$4.730.000

Fuente: Elaboración propia.

5.2 Beneficio de la propuesta de mejora

La propuesta de mejora tiene un impacto directo en la reducción de las hospitalizaciones evitables, esto debido a una mejora en la relación del cuidador y el hospital, la disponibilidad de la mejora y la capacidad de respuesta eficiente, se traduce en beneficios cualitativos y cuantitativos tanto para institución como para los pacientes.

5.2.1 Beneficio de ahorro de impacto por falla de acuerdo con los resultados de la nueva infraestructura

Con la implementación del asistente virtual como propuesta de mejora, se proyecta una reducción significativa en hospitalizaciones evitables. Gracias a la puesta en marcha de una nueva infraestructura tecnológica que estará disponibles, 24 horas al día, además, de ser confiable evitando reingresos, disminuyendo las fallas en el monitoreo post hospitalización de los pacientes.

Para poder realizar el análisis cuantitativo de los beneficios se llevó a cabo el siguiente cálculo.

TABLA 28: Cálculo de ahorro

Número proyectado de hospitalizaciones evitadas al año	200 casos
Promedio de días de hospitalización por caso	5 días
Valor día cama de hospitalización	\$197.000.

Fuente: Elaboración propia en Word con información proporcionada por Según el *Arancel particular 2019* (Hospital Barros Luco Trudeau, 2019).

TABLA 29: Formula

Hospitalizaciones evitadas = $200 \times 5 = 1.000$	
hospitalizaciones	evitadas
Ahorro total = $1.000 \text{ hospitalizaciones evitadas} \times 197.000 \text{ CLP} = 197.000.000 \text{ CLP}$	

Fuente: Elaboración propia en Word con información proporcionada por Según el *Arancel particular 2019* (Hospital Barros Luco Trudeau, 2019).

TABLA 27: cálculo

Concepto	Costo día cama (CLP)	Días evitados/año	Ahorro total anual (CLP)
Hospitalizaciones evitables	197.000	1.000	197.000.000
hospitalizaciones evitadas			
Ahorro total = 1.000 hospitalizaciones evitadas × 197.000 CLP = 197.000.000 CLP			

Fuente: Elaboración propia.

5.2.2 Beneficio de ganancia al reducir indisponibilidad de la infraestructura

La implementación del asistente virtual como propuesta de mejora no solo contribuye a disminuir las hospitalizaciones evitables y los reingresos a urgencias, sino que también optimiza el uso de la infraestructura hospitalaria en general, liberando espacios para ser utilizados por otros pacientes.

Además, la liberación de camas repercute en la reducción de consultas de alta complejidad en el servicio de urgencias que al no requerir hospitalizaciones se resuelven de forma más eficiente.

TABLA 30: Beneficios

Concepto	Cantidad estimada	Costo unitario (CLP)	Ahorro total (CLP)
Camas hospitalarias liberadas	1.000 días	197.000 (costo día cama)	197.000.000
Consultas de alta complejidad urgencia atendidas	1.000 consultas	21.990 (costo consulta)	21.990.000
Total ahorro estimado			218.990.000

Fuente: Elaboración propia en Word con información proporcionada por Según el *Arancel particular 2019* (Hospital Barros Luco Trudeau, 2019).

5.2.3 Resumen de Beneficios total

A continuación, se presenta el consolidado de los beneficios estimados derivados de la propuesta de mejora. Se incluye el ahorro por reducción de hospitalizaciones evitables, generando la liberación de camas hospitalarias y la optimización en la atención de consultas de alta complejidad en urgencias.

TABLA 31: resumen de Beneficios

Concepto	Cantidad estimada	Costo unitario (CLP)	Ahorro total anual (CLP)
Reducción de hospitalizaciones evitables	1.000 días cama	197.000	197.000.000
Consultas de alta complejidad atendidas	1.000 consultas	21.990	21.990.000
Total Beneficios Estimados			218.990.000

Fuente: Elaboración propia en Word con información proporcionada por Según el *Arancel particular 2019* (Hospital Barros Luco Trudeau, 2019).

5.3 Comparación de costo y beneficio

Para evaluar la viabilidad económica de la propuesta debemos de determinar que se considerara la etapa dos para realizar este cálculo, entonces es fundamental el costo asociado a su implementación con los beneficios derivados de la aplicación del asiste virtual. Esta comparación permite determinara el retorno de la inversión (ROI) y analizar el impacto financiero positivo para la institución.

Análisis del Retorno de Inversión (ROI)

El ROI se determina con la fórmula:

Diagrama 16 : ROI

$$\text{ROI} = \frac{\text{Beneficio obtenido neto}}{\text{Coste de la inversión}} \times 100$$

(BBVA, 2024)

Usando los datos:

- Beneficios totales anuales = 218.990.000 CLP
- Costos de implementación = 4.730.000 CLP

Calculamos el beneficio neto:

$$218.990.000 - 4.730.000 = 214.260.000$$

Entonces el ROI es:

$$\text{ROI} = \frac{214.260.000}{4.730.000} \times 100 \approx 4528,3\%$$

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

El ROI es aproximadamente 4.528%, lo que indica que por cada peso invertido, se recuperan 45,28 pesos adicionales en beneficios netos en el primer año. Esto demuestra una alta rentabilidad de la propuesta y justifica ampliamente la inversión.

5.4 Beneficios cualitativos

Posterior al análisis de los beneficios económicos, la propuesta del asistente virtual genera varios beneficios cualitativos que impactan positivamente en la calidad del servicio entregado. Estos beneficios son fundamentales para consolidar una atención médica eficiente, segura y humanizada.

A continuación, se entregarán los principales beneficios cualitativos:

Mejora en la calidad de la atención post Alta: La reducción en la tasa de reingresos al hospital, genera en contar con una atención medica eficiente y segura.

Incremento en la seguridad del paciente: Un sistema más estable reduce el riesgo en errores, contribuyendo a un entorno donde se cumplan los protocolos sanitarios.

Optimización del trabajo del personal médico y administrativos: Con la reducción de los las hospitalizaciones evitables disminuye las cargas administrativas y creando un mejor clima laboral.

Mayor satisfacción de pacientes y su entorno familiar: La mejora de la experiencia del usurario, fortalece la confianza en la institución, favoreciendo que los pacientes lleven a cabo su tratamiento de forma adecuada y mejoren los seguimientos médicos.

Fortalecimiento de la imagen institucional: La capacidad de otorgar nuevas formas de comunicación con los pacientes posiciona a la institución como un servicio moderno y comprometido con la calidad.

6 CONCLUSIÓN

En conclusión, a lo largo de este proyecto el objetivo fue crear una propuesta telemática que fuera una solución viable para evitar las hospitalizaciones recurrentes de pacientes con enfermedades crónicas ya diagnosticada. Se destaca que dicho punto de quiebre se debía a la falta de cuidado de parte del paciente y de su entorno social. Variadas son las razones, algunas de ellas se pueden agrupar en la edad avanzada, la falta de educación general, la falta de conocimiento de los procedimientos o de cuidado incluso el analfabetismo de los pacientes o de su entorno social.

Durante el desarrollo de este proyecto se lograron cumplir los objetivos planteados inicialmente. Se realizó un análisis exhaustivo de los requisitos proporcionados por el Hospital Félix Bulnes, permitiendo entender con claridad las necesidades específicas del público objetivo. Además, se evaluó la viabilidad técnica de distintas herramientas para la creación de un asistente virtual, seleccionando las más adecuadas para garantizar su funcionalidad y escalabilidad.

Se modeló una solución tecnológica integrada y coherente que responde a los requerimientos establecidos, y se estimaron los costos asociados al desarrollo, integración y mantenimiento del asistente virtual, asegurando la factibilidad económica del proyecto. Estos avances confirman que los objetivos generales y específicos fueron alcanzados satisfactoriamente.

Dentro de los desafíos que se plantearon para este proyecto era que la implementación tuviera un costo cero, lo cual dificulta las posibilidades a corto plazo. Por el primer prototipo se planifica y se pone en marcha, pero al analizar los costos esto hace necesario migrar a una nueva tecnología. Esto implica que se volvió a realizar una nueva planificación con la nueva estrategia de desarrollo, involucrando establecer tareas y crear una nueva solución.

Bajo las condiciones establecidas en cuanto a presupuesto y plazo de entrega, se exploró un amplio abanico de opciones tecnológicas para abordar este punto crítico. Tras la elaboración de varios prototipos, se decidió optar por una solución sencilla y adaptable a un público amplio.

La elección del Framework Angular 17 responde a que ofrece todas las herramientas necesarias para desarrollar un sitio web dinámico, responsivo y fácil de mantener, así como para facilitar futuras evoluciones del sistema. Además, Angular 17 incorpora herramientas integradas que permiten asegurar la fiabilidad del sitio, siendo una tecnología ampliamente utilizada en entornos profesionales a nivel mundial.

Este mismo código base podría aprovecharse para desarrollar una aplicación móvil offline mediante el uso del empaquetador IONIC. También se contempla la incorporación de videos de YouTube para explicar con mayor claridad los procedimientos complejos.

Las soluciones de terceros como GitHub, Vercel y Coveralls, junto con Angular 17, conforman una cadena de producción y aseguramiento de calidad integral que facilita entregas continuas y confiables. Gracias a estas herramientas, pudimos garantizar la calidad de nuestra propuesta mediante la capacidad de corregir, certificar y publicar mejoras de forma rápida y constante.

Se logró desarrollar una solución telemática que se adapta a las necesidades específicas de los pacientes, cumpliendo plenamente con los requisitos establecidos en el proyecto. Además, el costo cero se alcanzó gracias al uso de herramientas gratuitas y de código abierto como Visual Studio Code, Angular 17, GitHub y Vercel.

Al prescindir del uso de bases de datos SQL, simplificamos considerablemente el desarrollo y despliegue de la solución, lo que a su vez nos permitió alcanzar una cobertura del 100% en pruebas unitarias, asegurando así la robustez y fiabilidad del sistema.

Según las estimaciones, si nuestra WebApp logra reducir en un 20% las hospitalizaciones anuales, se generaría un ahorro aproximado de \$218.990.000. Este ahorro no solo cubre, sino que supera ampliamente, el costo total asociado al desarrollo e implementación de las mejoras propuestas en este proyecto.

Estas proyecciones reflejan el gran potencial de la solución desarrollada, evidenciando que una mejora significativa en la eficiencia del sistema de salud es posible con una inversión relativamente baja. Más allá del impacto económico, este proyecto me ha

permitido fortalecer mis competencias técnicas y de gestión, consolidando habilidades clave en el diseño e implementación de soluciones tecnológicas aplicadas a la salud.

Esta experiencia será un pilar fundamental para mi desarrollo profesional futuro, abriéndome puertas en áreas relacionadas con la innovación tecnológica, la gestión de proyectos y la mejora continua en entornos complejos como el sector salud.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abuchar Porras, Alexandra. *Metodologías ágiles para el Desarrollo de Software*. 1st ed. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2023. Print.

Angular. (s.f.). What is Angular? In *Angular Overview*. Recuperado de <https://angular.dev/overview>

Burgasí Delgado, D. D., Cobo Panchi, D. V., Pérez Salazar, K. T., Pilacuan Pinos, R. L., & Rocha Guano, M. B. (2021). *El diagrama de Ishikawa como herramienta de calidad en la educación: Una revisión de los últimos 7 años*. Revista Electrónica Tambara, 14(84), 1212–1230.

BBVA. (2024, 15 de abril). *ROI: qué es el retorno de la inversión y cuál es su fórmula*. <https://www.bbva.com/es/salud-financiera/roi-que-es-el-retorno-de-la-inversion-y-cual-es-su-formula/>

Castellano Lendínez, L. (2019). Kanban. Metodología para aumentar la eficiencia de los procesos. 3C Tecnología. Glosas de innovación aplicadas a la pyme, 8(1), pp. 30-41. doi: <http://dx.doi.org/10.17993/3ctecno/2019.v8n1e29/30-41>

CMC Latinoamérica. (2022, febrero 23). *Análisis de criticidad: ¿Qué es y por qué es importante?* <https://cmc-latam.com/2022/02/23/analisis-de-criticidad-que-es-y-por-que-es-importante/>

Hospital Clínico Félix Bulnes. (2022, 22 de noviembre). *Triage en Servicios de Urgencia* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=pgSPG8g9kkc>

Hospital Clínico Félix Bulnes. (2024). *Cuenta pública gestión 2024*. <https://felixbulnes.cl/wp/wp-content/uploads/2025/07/CUENTA-PUBLICA-GESTION-2024-.pdf>

Inácio, Laíres Cristina dos Reis et al. “Ferramentas Básicas Da Qualidade: Folha de Verificação, Estratificação, Fluxograma, Diagrama de Ishikawa, Diagrama de Pareto, Matriz GUT e 5W2H.” *GeSec : Revista de Gestão e Secretariado* 14.10 (2023): 17413–17427. Web.

Landbot. (s.f.). Chatbot creator. <https://landbot.io/lp/chatbot-creator-s>

Ministerio de Salud de Chile. (2018). *Protocolo de categorización de urgencia: Índice de severidad de emergencias (ESI) (Versión 1.3)*. Departamento de Gestión de la Red Asistencial.

Saeger, Ariane de, y Brigitte Feys. *El diagrama de Ishikawa*. Trad. Marta Sanchez Hidalgo. 1st ed. Place of publication not identified: 50Minutos.es, 2016. Print.

Patón Villar, Fernando et al. "Plan de mejora continua en prevención-tratamiento de úlceras por presión según el ciclo de Deming." *Gerokomos* 24.3 (2013): 125–131. Web.

Rojas, C. (2024). *Calidad sin límites: Aprende a implementar iso 9001:2015 de forma fácil y sencilla*. Editora Dialéctica.

Salvador Montesinos González et al. «Mejora Continua en una empresa en México: estudio desde el ciclo Deming Mejora Continua en una empresa en México: estudio desde el ciclo Deming». *Revista venezolana de gerencia* 25.92 (2020): 1863-1883. Print.

Sokovic, M., Pavletic, D., y Pipan, K. K. (2010). Quality improvement methodologies—PDCA cycle, RADAR matrix, DMAIC and DFSS. *Journal of achievements in materials and manufacturing engineering*, 43(1), 476-483.

Salud Pública UC. (s. f.). *Brecha de camas: 674 pacientes esperan a diario un cupo para ser atendidos*. Universidad de Chile. <https://saludpublica.uchile.cl/noticias/143109/brecha-de-camas-674-pacientes-esperan-a-diario-un-cupo>

Yaima Alfonso Padura et al. "Análisis de Criticidad En Los Sistemas Mecánicos de Los Grupos Electrónicos Análisis de Criticidad En Los Sistemas Mecánicos de Los Grupos Electrónicos." *Ingeniería energética* 38.3 (2017): 224–230. Print.

8 ANEXO

El presente capítulo que presenta los datos que se utilizaron para desarrollar la aplicación Cuidadovirtual.

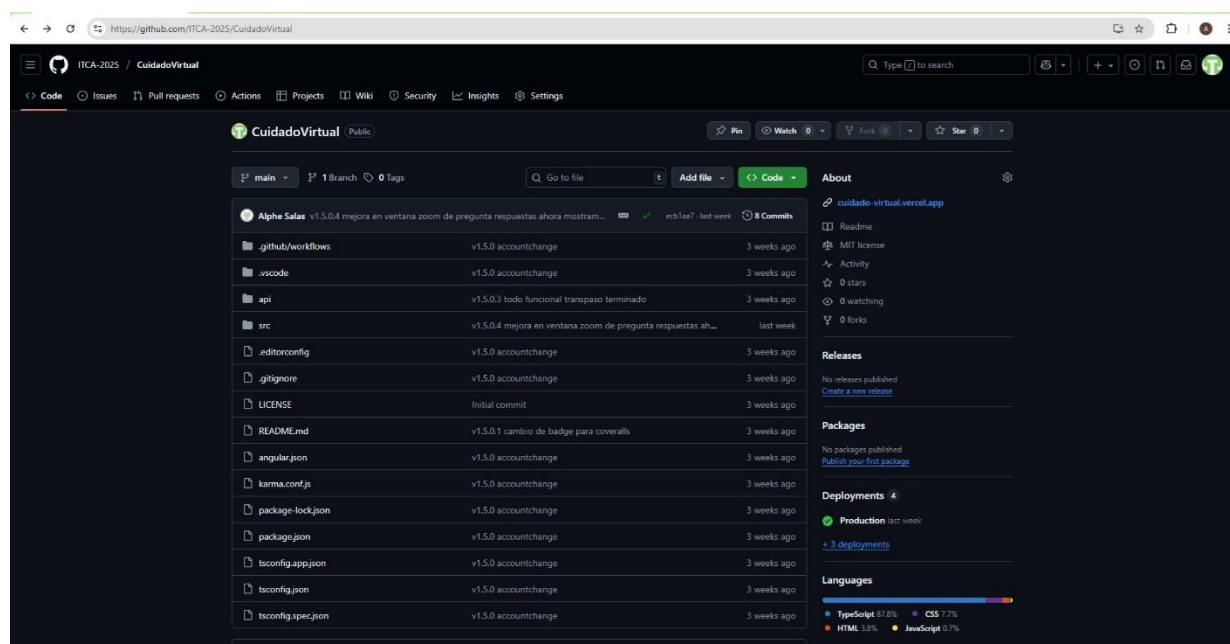
8.1 Código Fuente:

El código fuente se encuentra almacenado en el gestor de versiones Github.com

Enlace: <https://github.com/ITCA-2025/CuidadoVirtual>

Se necesita las credenciales de la cuenta de correo Google para ingresar.

Ilustración 5: Proyecto en GitHub



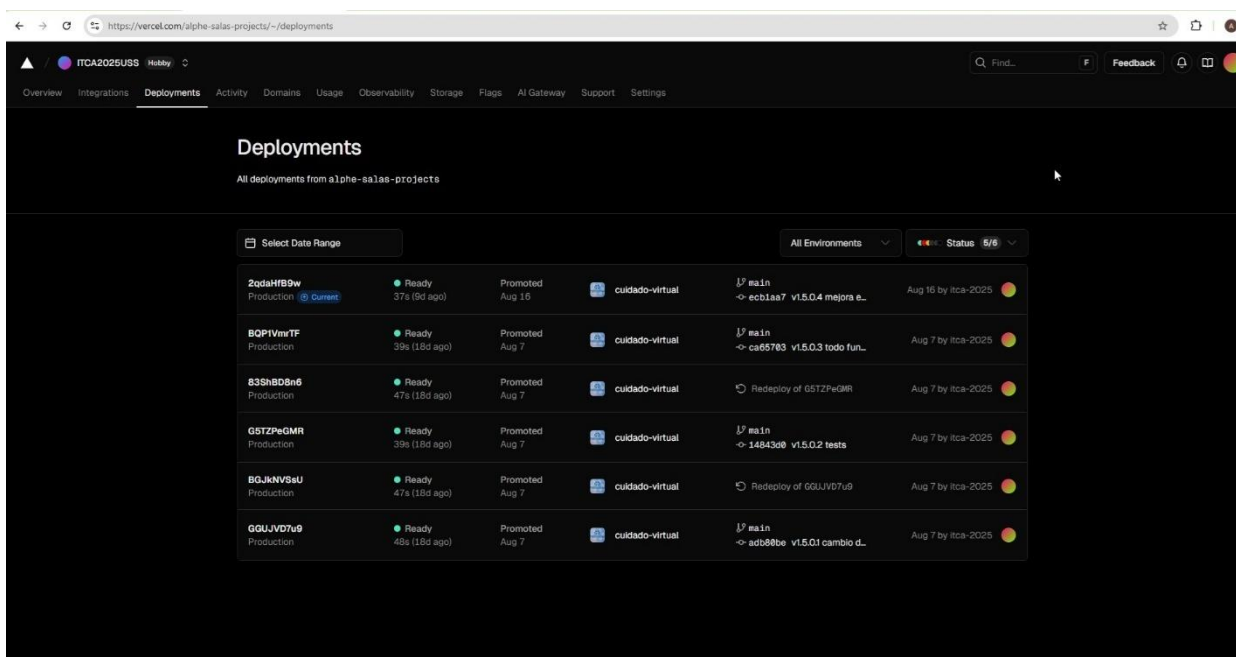
Fuente: Elaboración propia

8.2 Despliegue en sitio web.

La Webapp está publicada en el sitio Vercel.com. Se ingresa a este sitio mediante acceso a la cuenta github.com ITCA_2025 o por la cuenta de correo Google.

Enlace del sitio: <https://vercel.com>

Ilustración 6: Proyecto en Vercel.com



Fuente: Elaboración propia

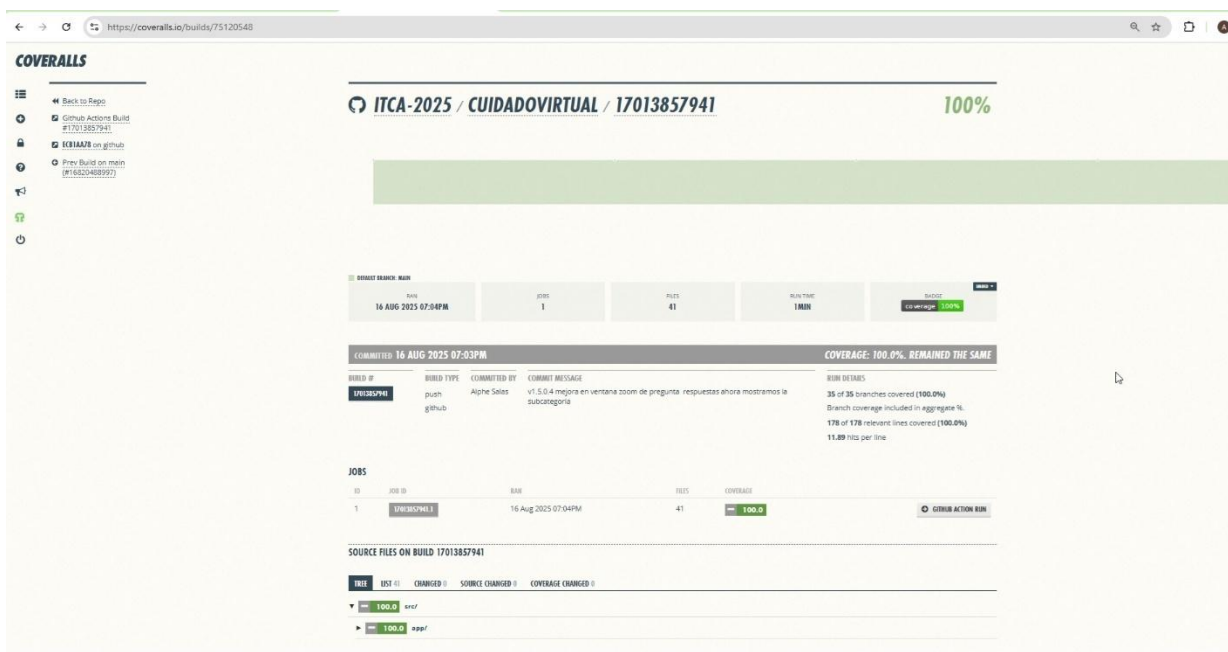
8.3 Cobertura pública del proyecto

Se puede revisar la cobertura de la Webapp en el sitio coveralls.io lo cual esta relacionado con un Workflow de github de manera que para cada puesta al día se active a la vez los test unit en coveralls y la publicación en vercel.com.

Enlace: <https://coveralls.io/>

se ingresa con cuenta github.com

Ilustración 7: Sitio coveralls.io



Fuente: Elaboración propia

8.4 Herramienta de desarrollo.

Se utilizó el IDE Visual Studio Code y el framework angular 17 para este desarrollo.

Para futuras mejoras, se recomienda hacer lo siguiente:

Primero instalar visual Studio Code,

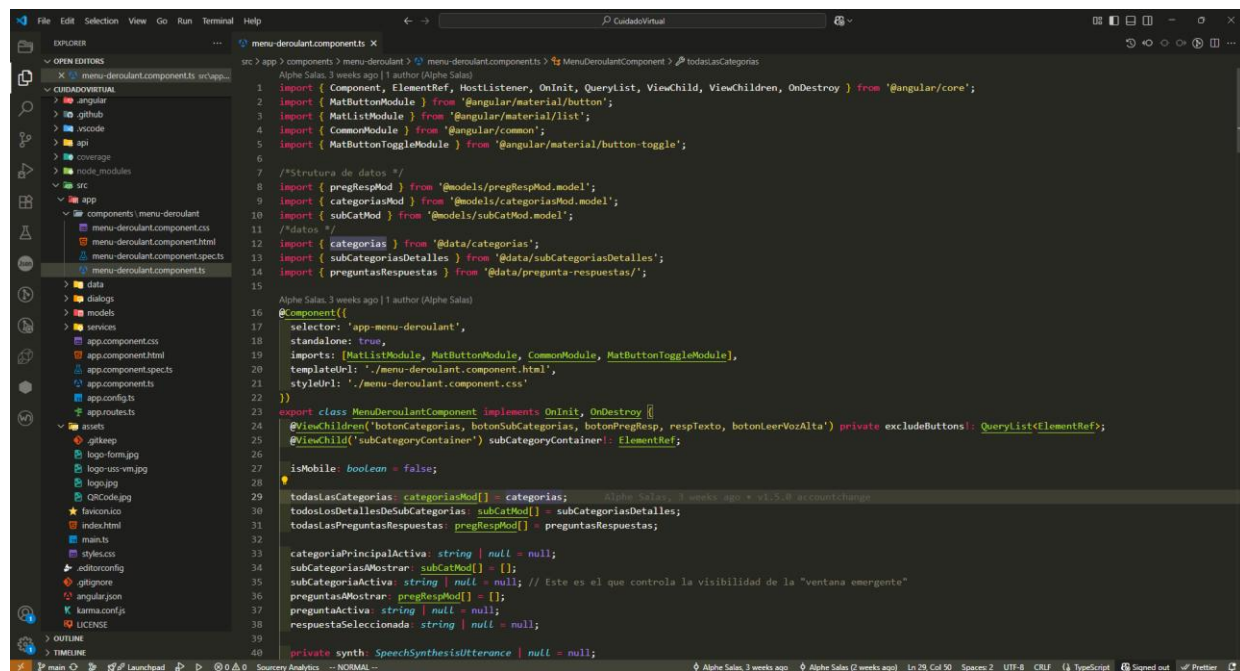
Instalar git bash para Windows 10/11.

Abrir el explorador elegir una carpeta,

Invocar git bash y escribir “git clone <https://github.com/ITCA-2025/CuidadoVirtual.git>.”

Se tendrá que entrar en la carpeta del proyecto desde la consola git bash y entrar el comando “npm install” para ambientar el proyecto. Se pueden entonces abrir Visual Studio Code con el proyecto.

Ilustración 8: Visual Studio Code



Fuente: Elaboración propia