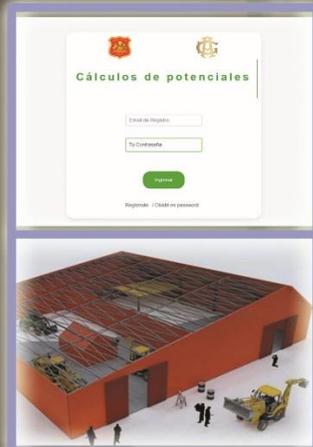


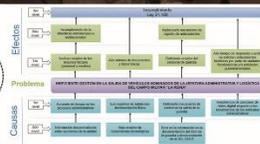
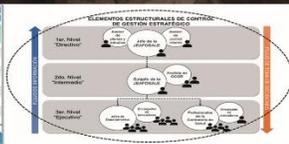


# EJÉRCITO DE CHILE ACADEMIA POLITÉCNICA MILITAR



# Boletín Científico Tecnológico

## Nº28



2024

ISSN 0718-1191  
ISSN 2452-607X

EJÉRCITO DE CHILE  
DIVISIÓN EDUCACIÓN  
Academia Politécnica Militar

**Revista**  
**Boletín Científico Tecnológico N° 28**

2024



## **BOLETÍN CIENTÍFICO TECNOLÓGICO**

### **ACADEMIA POLITÉCNICA MILITAR**

El Boletín Científico Tecnológico es una publicación oficial de la Academia Politécnica Militar, de periodicidad anual, cuyo sistema de arbitraje es de doble ciego.

Es una instancia de reflexión académica que ofrece su estructura a profesionales, mundo académico, estudiantes, investigadores, docentes y, en general, a todos los lectores y personas interesadas en el conocimiento científico-tecnológico.

Estas páginas les insta a compartir con el solo espíritu de conocer los distintos logros académicos alcanzados en pos de la investigación y la ciencia.

Su **MISIÓN** es constituir un espacio académico para la difusión de investigaciones tanto civiles como militares que versan sobre el desarrollo tecnológico y la investigación científica en el ámbito de la defensa.

Como **VISIÓN**, el Boletín Científico Tecnológico busca ser un referente nacional en las áreas de las tecnologías de la defensa y de la reflexión académica al cumplirse el centenario de la Academia Politécnica Militar.

**Editor responsable:**

Denisse Olguín Arias

El Boletín Científico Tecnológico está registrado bajo el ISSN 0718-1191 (versión impresa), 2452-607X (versión en línea).

Dirección web: [www.boletincientifico.cl](http://www.boletincientifico.cl)

Dirección postal: Avda. Valenzuela Llanos 623, La Reina, Santiago, Chile. Teléfono (562) 226683667.

Todos los artículos son responsabilidad de sus autores y no reflejan ni comprometen la opinión de la Academia Politécnica Militar ni del Ejército de Chile.

El Comité Editorial se reserva el derecho de publicar o rechazar los artículos que no observen las normas editoriales del Boletín.

Publicada en Santiago de Chile, julio de 2024.



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons  
Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional.



**BOLETÍN CIENTÍFICO TECNOLÓGICO**  
**N° 28, 2024. ISSN 0718-1191 (VERSIÓN IMPRESA)**  
**ISSN 2452-607X (VERSIÓN DIGITAL)**

**Presidente**

**Alex Hellman Navarrete**

Oficial de Ejército del Servicio de Material de Guerra. Ingeniero Politécnico Militar en Sistemas Logísticos mención Mantenimiento, Academia Politécnica Militar. Magíster en Ingeniería Industrial mención en Gestión de Activos y Confiabilidad Operacional, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile.

Actualmente se desempeña como Director de la Academia Politécnica Militar.

## COMITÉ ACADÉMICO

### **Juan Sepúlveda Salas**

Ingeniero Civil Industrial, Universidad de Santiago de Chile.  
Master of Science, Industrial Engineering, The University of Tennessee - Knoxville, Estados Unidos.  
PhD, Engineering Science, The University of Tennessee - Knoxville, Estados Unidos.  
Académico en la Universidad de Santiago de Chile.

### **Felisa Córdova González**

Ingeniero Civil Electricista, Universidad de Santiago de Chile.  
D.E.A. Electronique, Université Paris XI, Francia.  
Docteur Ingenieur, Electronique, Université Paris XI, Francia.  
Directora Escuela Ingeniería en Universidad Finis Terrae, Santiago, Chile.

### **Oscar Bustos Carrasco**

Ingeniero Politécnico Militar mención en Armamento, Academia Politécnica Militar. Santiago, Chile.  
Magíster en Docencia de Nivel Superior, Universidad de Los Andes, Chile.  
Jefe de la División de Desarrollo Tecnológico e Industria en la Subsecretaría de Defensa del Ministerio de Defensa, Santiago, Chile.

### **Sergio Quijada Figueroa**

Ingeniero Politécnico Militar mención en Geografía. Academia Politécnica Militar. Santiago, Chile.  
Máster en Ciencias, Universidad Central de Florida, Estados Unidos.  
PhD Modelación y Simulación, Universidad Central de Florida, Estados Unidos.  
Académico de la Universidad de Los Andes, Santiago, Chile.

### **Héctor Gaete Fica**

Ingeniero Politécnico Militar mención Mecánica, Academia Politécnica Militar. Santiago, Chile.  
MSc, PhD e investigador invitado en desarrollo de capacidades militares, Universidad de Cranfield, Reino Unido.

### **Aquiles Sepúlveda Osses**

Ingeniero Civil Mecánico, Universidad de Chile.  
Doctor-Ingeniero, Universidad de París VI, Francia.  
Profesor del Departamento de Ingeniería Mecánica, Universidad de Chile.

### **Orlando Durán Acevedo**

Ingeniero en Ejecución Industrial, Universidad de Santiago de Chile.  
Máster en Ingeniería Mecánica, Universidad Estatal de Campinas, Brasil.  
Doctor en Ingeniería, Universidad Estatal de Campinas, Brasil.  
Profesor Titular de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Chile.

### **Yorma Sepúlveda Paredes**

Químico, Universidad de Santiago de Chile.  
Magíster en Ciencias de los Materiales, Universidad de Santiago de Chile.  
Investigadora de la Academia Politécnica Militar. Santiago, Chile.

### **César Morales Verdejo**

Químico, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.  
Doctor en Química, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.  
Postdoctoral Researcher, Argonne National Laboratory, Illinois, Estados Unidos.  
Director Programa de Doctorado en Ciencias con mención en Materiales Funcionales, UBO, Santiago, Chile.  
Académico de la Universidad Bernardo O'Higgins (UBO), Santiago, Chile.

### **Alejandro Gorayeb Fuentes**

Ingeniero Comercial, Universidad Arturo Prat, Santiago, Chile.  
Doctor en Ciencias Logísticas y Supply Chain Management, Universidad Bolivariana, Santiago, Chile.  
Magíster en Administración Logística Estratégica, Universidad Mayor, Santiago, Chile.  
Director del Instituto Profesional de Logística y Gestión de Riesgos ILCEC, Chile.

### **Hernán Joglar Espinoza**

Doctor en Sistemas de Información, Universidad Politécnica de Madrid. España.  
Ingeniero Politécnico Militar. Santiago, Chile.  
Jefe de la División de Tecnologías y Gestión de la Información del Servicio de Evaluación Ambiental. Santiago, Chile.

**Rodrigo Caro de Kartzow**

PhD, Química de Materiales Energéticos, Cranfield University. Shrivenham, Reino Unido.  
Ingeniero Politécnico Militar en Química. Santiago, Chile.  
Director Ejecutivo de la consultora Quinétic. Santiago, Chile.

**Manuel Velázquez Díaz**

Ingeniero Comercial, Universidad Austral. Chile.  
Magíster en Administración de Empresa, Universidad Arturo Prat. Santiago, Chile.  
Jefe de Carrera de la Universidad Arturo Prat. Santiago, Chile.

**Ramón Blasco Sánchez**

Ingeniero Civil Químico, Universidad Técnica del Estado. Santiago, Chile.  
Magíster en Ciencias de la Ingeniería, Universidad de Chile. Santiago, Chile.  
Docente de la Universidad de Santiago de Chile.

**Eduardo Estrada Romero**

Magíster en Ciencias de la Ingeniería - MSc, Universidad de Cranfield en Reino Unido.  
Ingeniero Civil en Mecánica, Universidad de Santiago. Santiago, Chile.  
Ingeniero en Sistemas de Armas mención Mecánica, Academia Politécnica Militar. Santiago, Chile.

## COMITÉ EDITORIAL

**Editor Responsable****Denisse Olgún Arias**

Ingeniera en Automatización y Robótica, Universidad Andrés Bello. Santiago Chile.  
Magíster en Ingeniería Aeronáutica, Universidad Técnica Federico Santa María-Academia Politécnica Aeronáutica. Santiago, Chile.  
Investigadora en Electrónica y TICs, del Centro de Estudios en Ciencia y Tecnología de Academia Politécnica Militar. Santiago, Chile.

**Coeditores****Johann Golsworthy Miranda**

Administrador Público, Universidad Santiago de Chile.  
Magíster en Ciencias Militares mención en Gestión Estratégica, Academia de Guerra. Santiago, Chile.  
Encargado de Planificación Académica de Postgrado y Educación Continua, Academia Politécnica Militar. Santiago, Chile.

**Roxana Muñoz Oñate**

Ingeniera Comercial, Universidad Diego Portales, Santiago, Chile.  
Magíster en Gestión Educacional, Universidad Andrés Bello, Santiago, Chile.  
Encargada de Aseguramiento de la Calidad, Academia Politécnica Militar. Santiago, Chile.

## SUMARIO

	Pág.
Editorial	8
Diseño preliminar de un software de cálculo de potenciales para el proceso de planificación militar Autor: CAP. Ricardo Moena Rojas	9
La ingeniería en la Antártica Autor: TCL. Federico Devoto	25
Diseño preliminar de una herramienta tecnológica para el control de salida de vehículos nominados de la Jefatura Administrativa y Logística del Campo Militar “La Reina” Autora: CAP. Daniela Sotomayor Sanhueza	57
Diseño preliminar de un software de administración y gestión de activos para el Depósito de Cargo de Operaciones de Paz Autor: CAP. Fernando Otárola González	69
Diseño de una herramienta de control de gestión para la administración estratégica de la Jefatura Ejecutiva de Administración de los Fondos de Salud del Ejército Autor: CAP. Eduardo Aguilera Bravo	85
Procedimiento editorial	105

## EDITORIAL

Con gran satisfacción, la Academia Politécnica Militar (ACAPOMIL) presenta el vigésimo octavo número de la Revista Boletín Científico Tecnológico, publicación que nos enorgullecemos de anunciar. Si bien hoy nos presentamos operando nuestra página web por medio de la plataforma Open Journal System (OJS), así como también nos encontramos indexados en Catálogo 2.0 de LATINDEX, aún existen desafíos permanentes en la gestión editorial, donde el trabajo que realiza el Comité Editorial es crucial para mejorar la calidad y la visibilidad de los artículos que anualmente son publicados.

En este contexto, la presente revista consta de cinco artículos, los que ofrecen soluciones innovadoras a diversos desafíos enfrentados por el Ejército de Chile, los que abarcan diseños preliminares de diferentes softwares o herramientas, sean estos para el cálculo de potenciales para el proceso de planificación militar, control de salida de vehículos, administración y gestión de activos para el depósito de carga de operaciones de paz, entre otros apasionantes temas.

Asimismo, destacamos el constante apoyo internacional que año a año se hace presente en la revista, siendo en esta oportunidad el caso de “La ingeniería en la Antártica”, el que desarrolla las diferentes dificultades que ha enfrentado el Ejército argentino al construir en el Continente Antártico, el que exige no solo un elevado conocimiento técnico, sino que también experiencia en terreno, permitiéndole al profesional desenvolverse en condiciones extremas.

En conclusión, esperamos que el lector sepa estimar, valorar e incluso replicar las investigaciones que aquí se presentan al seguir las diferentes metodologías, las que se unen a los ya noventa y ocho años que lleva la Academia Politécnica Militar en su incansable labor de promover la ciencia y la tecnología aplicadas a la defensa.

ALEX HELLMAN NAVARRETE  
Coronel  
Director de la Academia Politécnica Militar

## DISEÑO PRELIMINAR DE UN SOFTWARE DE CÁLCULO DE POTENCIALES PARA EL PROCESO DE PLANIFICACIÓN MILITAR

**Fecha de recepción:** 28 de diciembre de 2023

**Fecha de aceptación:** 28 de febrero de 2024

CAP. Ricardo Moena Rojas<sup>1</sup>

**Resumen:** *el Ejército de Chile utiliza el Proceso de Planificación Militar (PPM) como una herramienta fundamental en sus operaciones militares, incluyendo el análisis de la potencia relativa de combate a través del software de “Cómputo de Potenciales”. Sin embargo, se enfrenta a dificultades para realizar los cálculos de los factores de potencia tangibles debido a la ineficiencia del software, principalmente a la dificultad para utilizarlo. Por esta razón, la Academia de Guerra busca desarrollar una solución tecnológica para apoyar el proceso de análisis de potencia relativa de combate.*

*El resultado obtenido de esta investigación es el diseño preliminar del software de Cálculos de Potenciales. Este software construido con tecnologías modernas e interfaces dinámicas permite al usuario realizar una valorización de las Unidades de Combate y UACs. Estableciendo la relación entre las fuerzas propias y adversarias, facilitando el análisis. Este diseño preliminar sigue la metodología de ingeniería de software en su desarrollo.*

**Palabras clave:** *análisis de potencia relativa de combate, factores de potencia tangibles, cómputo de potenciales, proceso de planificación militar, cálculo de potenciales, capacidades del adversario, ineficiencia del software.*

## PRELIMINARY DESIGN OF POTENTIAL CALCULATION SOFTWARE FOR THE MILITARY PLANNING PROCESS

**Abstract:** *the Chilean Army uses the Military Planning Process (MPP) as a fundamental tool in its military operations, including the analysis of relative combat power through the "Potentials Computing" software. However, it faces difficulties in calculating tangible power factors due to the inefficiency of the software, primarily due to usability issues. For this reason, the War Academy seeks to develop a technological solution to support the analysis of relative combat power.*

*The outcome of this research is the preliminary design of the Potentials Calculations software. This software, built with modern technologies and dynamic interfaces, allows the user to assess Combat Units and UACs, establishing the relationship between own and adversary forces, thereby facilitating analysis. This preliminary design follows the software engineering methodology in its development.*

**Key words:** *relative combat power analysis, tangible power factors, potentials computing, military planning process, potentials calculation, adversary capabilities, software inefficiency.*

---

<sup>1</sup> Oficial del Ejército de Chile, Ingeniero Politécnico Militar mención Comunicaciones e Informática de la Academia Politécnica Militar del Ejército de Chile. Santiago, Chile. Actualmente desempeña labores como Comandante de Pelotón en el Departamento de Infraestructura TI del Ejército de Chile. Email: ricardo.moena@ejercito.cl

## 1. INTRODUCCIÓN

La efectividad y la precisión en el ámbito militar depende en gran medida entre otros aspectos de una planificación meticulosa y detallada. En este contexto, el Ejército de Chile ha adoptado el Proceso de Planificación Militar (PPM), como una herramienta de vital importancia para el desarrollo exitoso de sus operaciones militares. En la metodología se destaca el “Desarrollo del Concepto”, donde se realiza un análisis minucioso de la potencia relativa de combate. Este análisis se construye a través de dos enfoques, el primero es el análisis de los factores de potencia tangibles, tales como la dotación de las unidades y sistemas de armas donde se realiza un cálculo aproximado de las relaciones de las fuerzas (análisis cuantitativo), por otra parte se examinan los factores de potencia intangibles (análisis cualitativo), como el sostenimiento de las unidades, liderazgo y gestión de la información, *“una técnica para este análisis es comparar las propias fortalezas contra las debilidades adversarias, y viceversa, para cada elemento de potencia de combate”* (División Doctrina, 2016, p. 238).

Para el análisis de los factores de potencia tangible es fundamental obtener datos objetivos e interpretativos para apoyar el proceso de la toma de decisiones del comandante y permitir establecer conclusiones sobre las características, capacidades, fortalezas, debilidades, limitaciones y vulnerabilidades de las fuerzas propias y adversarias. Sin embargo, ha surgido la dificultad para realizar un análisis con la herramienta actualmente utilizada, “Planilla Excel de Cómputos de Potenciales” (PCP), la que se fundamenta en el MDPL-20001 “Cómputo de Potenciales y Sistema de Degradación de unidades” reglamento que especifica un procedimiento para descomponer las unidades desde una perspectiva sistémica, beneficiando con información objetiva a los comandantes para la toma de decisiones. Según una encuesta realizada a 22 alumnos de la Academia de Guerra especialistas en inteligencia se detalla que la PCP es herramienta compleja de utilizar, poco amigable en el flujo de las interfaces y tiene problemas de compatibilidad con algunas versiones de Office y Mac OS entre algunos comentarios. Por esta razón, se ha solicitado el desarrollo de una investigación para obtener una herramienta tecnológica que pueda ser utilizada en las actividades docentes de la Academia de Guerra.

Dado lo anterior, el producto del análisis de los factores de potencia tangibles es afectado por la baja utilización de la PCP, lo que provoca que el análisis de la potencia relativa de combate (intangibles más tangibles) pierda objetividad dado a que se sustenta solo en el análisis subjetivo de los factores de potencia intangibles.

Con lo anterior, esta investigación entrega un diseño preliminar del software de cálculo de potenciales que permita realizar el análisis de los factores de potencia tangibles y robustecer la objetividad del análisis de potencia relativa de combate.

## 2. DESARROLLO

### 2.1. Descripción de la situación

Para comprender la problemática es importante entender el contexto institucional. Una de las principales misiones del Ejército de Chile es “*garantizar la soberanía nacional, mantener la integridad territorial y proteger a la población*” (División Doctrina, 2017, p. 22), estas se insertan en el área de misión “Defensa” (Ministerio de Defensa Nacional, 2022, p. 54).

Es importante comprender que para ejecutar las misiones se utiliza el “Proceso de Planificación Militar, sistema analítico de planificación que se aplica en todo el espectro del conflicto y al alcance de las operaciones militares” (División Doctrina, 2016, p. 15). Esta herramienta se divide en una serie de pasos, específicamente en el “Desarrollo del Concepto”, se realiza el análisis de potencia relativa de combate presente en el RDPL 200001 “Proceso de las operaciones”, uno de los principales conceptos de interés para esta investigación.

En forma paralela para realizar el análisis de potencia relativa de combate se describe los procesos. Donde en sus pasos se ejecuta el “*Cómputo de Potenciales*”, *el que determina, “cuáles son los factores de potencia propios y cuáles son los del adversario, en relación con cada unidad que se confronta, para compararlas sobre una base común, deduciendo e interpretando los datos numéricos*” (División Doctrina, 2009, p. 15). Cabe destacar que el concepto de “Cómputo de Potenciales” se refiere al proceso donde se utiliza la planilla Excel descrita en el reglamento recientemente mencionado.

### 2.2. Planteamiento del problema de investigación

En un Estado Mayor de una unidad de armas combinadas, específicamente en el departamento II “Inteligencia”, junto con el departamento III “Operaciones”, deben realizar un proceso de confrontación de las unidades tanto propias como adversarias, con la finalidad de obtener conclusiones que sirvan para la planificación del comandante de unidad.

En la Academia de Guerra dentro del proceso de aprendizaje de los alumnos de los cursos regulares de Estado Mayor, ha surgido la dificultad para llevar a cabo el análisis de los factores de potencia tangibles del adversario (análisis cuantitativo) en las distintas instancias de entrenamiento como Ejercicios en la Carta<sup>1</sup> (Mapex) y Ejercicios de puesto de mando<sup>2</sup> (CPX). A raíz de esta dificultad, la Academia de Guerra ha planteado la necesidad de desarrollar una investigación en este ámbito, ya que en detalle el Ejército de Chile cuenta con un software de cálculo de potenciales desarrollado en Microsoft Excel, sin embargo, al

---

<sup>1</sup>“Ejercicios en la Carta, “método para entrenar la planificación, coordinación y ejecución de las operaciones militares” (DIVDOC, 2009, p. 161).

<sup>2</sup>Ejercicios de puesto de mando, “consisten en una modalidad optimizada de los MAPEX, que permite al comandante de la unidad y su EM, conducir y controlar las operaciones militares” (DIVDOC, 2009, p. 163).

realizar una encuesta a los alumnos de la Academia de Guerra, el 88,9%<sup>3</sup> considera que no es una herramienta fácil de utilizar.

No obstante, el Ejército de Chile adoptó el Proceso de Planificación Militar (PPM) como un pilar fundamental para el desarrollo de las operaciones.

La importancia de llevar a cabo un análisis objetivo radica en su capacidad para proporcionar precisión y exactitud en el desarrollo de los cursos de acción. Además, permite identificar las ineficiencias y áreas susceptibles de mejora de las fuerzas propias como las vulnerabilidades y fortalezas adversarias.

Finalmente, dado estos antecedentes, la Academia de Guerra a través del Centro de Estudios Estratégicos, ha solicitado el desarrollo de la investigación “Diseño conceptual de software de cálculos de potenciales”, con el fin de fortalecer el PPM y el proceso de aprendizaje de los alumnos de la Academia de Guerra.

### 2.3. Selección de alternativa de solución

Dada la necesidad de contar con una solución tecnológica que sea capaz de mejorar la eficiencia para realizar el análisis de la potencia relativa de combate, reducir los tiempos en la evaluación del adversario, minimizar el error humano y que se sustente en conocimientos actualizados con respecto a los cálculos de potenciales se proponen alternativas de solución como se muestra en la tabla N° 1.

Nombre de alternativa	Código
Mejorar el software existente	Alternativa N°1
Adquirir un software para el proceso de evaluación del adversario	Alternativa N°2
Desarrollar un software para el proceso de evaluación del adversario	Alternativa N°3

Tabla N° 1: Alternativas de solución.

Fuente: Elaboración propia (2023).

Es necesario aclarar que mejorar el software existente se refiere a realizar mejoras a la configuración, interfaz y/o presentación de los datos en Excel. Por otra parte, desarrollar un software incluye todas las actividades desde la definición de requerimientos hasta la integración y pruebas de sistema, utilizando otros lenguajes y marcos de trabajo.

Para poder seleccionar la alternativa de solución, se recurrió a un panel de expertos, luego se establecieron los criterios para la selección de la alternativa de solución, considerando los siguientes: viabilidad económica, efectividad, simplicidad e inmediatez.

<sup>3</sup> Esta encuesta fue realizada el 13 de septiembre del 2023 a una muestra de 22 alumnos de la Academia de Guerra.

Es importante mencionar que, para abordar la desactualización de la doctrina, en colaboración con la Academia de Guerra se decidió utilizar el DNC 2-03 “Manual del proceso de cómputo de potenciales” del año 2022 del Ministerio de Defensa Nacional, de esta forma obtener un producto que contenga las nuevas tablas de valorización y nuevas unidades que se presentan en este reglamento en la componente terrestre y que a su vez se observan en la guerra moderna.

Finalmente, se utiliza como instrumento de evaluación, el Proceso Jerárquico Analítico, donde es importante destacar el uso de la escala de Saaty.

Con lo anterior, para materializar la evaluación se utilizó el software Expert Choice obteniendo como resultado la alternativa N° 3 “Desarrollo de un software”.



Figura N° 1: Selección de alternativa de solución.

Fuente: Elaboración propia (2023).

## 2.4. Marco teórico

La construcción del marco teórico de la presente investigación se realiza a través de una metodología que se enfoca en el ámbito militar debido a que los cálculos de potenciales tienen como base principal las ciencias militares.

Un marco teórico concilia tres subconjuntos de conocimientos relevantes en torno al objeto de investigación, los teóricos, que acumulan las diferentes teorías o enfoques teóricos existentes; los empíricos, que dan cuenta de las distintas investigaciones y estudios realizados en relación con el problema de estudio; y, los metodológicos que informan sobre los diseños y estrategias aplicadas en el desarrollo de dichas investigaciones (Cervantes, 2017, p. 56).

Para describir la teoría es importante establecer que *“La doctrina se define, en el contexto de las ciencias militares, como el conjunto de normas fundamentales que, expresadas en forma de declaración de creencias o sabidurías colectivas, describen y orientan el quehacer institucional”* (Cervantes, 2017, p. 57).

Consecuente con lo anterior, los textos doctrinarios entregan la descripción, características y condiciones que se encuentran en el entorno de los cálculos de potenciales. Para poder comprenderlos es necesario determinar las capacidades y/o debilidades de manera objetiva, esto es muy difícil debido a la presencia de múltiples factores que influyen en la apreciación

de las fuerzas en conflicto, estas pueden ser de naturaleza cuantitativa o cualitativa. Por esta razón, el Ejército de Chile utiliza una herramienta para cuantificar cada uno de los factores, conocida como los “Cómputos de Potenciales”.

Lo anterior, consiste en términos generales, en la confrontación de cada una de las unidades de una unidad de armas combinadas propia, con las unidades de características similares de una unidad de armas combinadas adversaria; con la finalidad de obtener diferencias que permitan distinguir aspectos importantes sobre capacidades, limitaciones y vulnerabilidades (División Doctrina, 2009, p. 15).

Los cómputos de potenciales se dividen en dos etapas, la primera etapa “*corresponde a la valorización de las unidades de combate y unidades fundamentales independientes de las armas, asociando al cómputo las TOEs*” (División Doctrina, 2009, p. 17).

Dado lo anterior, es fundamental destacar el enfoque aplicado en la valorización de las unidades, el que asigna un mayor porcentaje (peso) a los atributos que mejor caracterizan a la unidad. Por ejemplo, en el caso de las unidades de infantería motorizada, se otorga una mayor ponderación a la movilidad y poder de fuego.

Para la segunda etapa se desarrolla la valorización de las UACs. “*Se consideran los puntajes de cada una de las unidades ya valorizadas, más otros puntajes correspondientes a parámetros que son propios de este tipo de organización, considerando un coeficiente de incidencia según el parámetro que se esté valorizando*” (División Doctrina, 2009, p. 61). Además, es importante destacar que se considerará un coeficiente, dependiendo de la acción que ejecute la UAC, se le considerará un balanceamiento operativo (ofensivo o defensivo).

FACTOR	PARÁMETROS		BALANCEAMIENTO OPERATIVO			
			Ofensivo		Defensivo	
			Incidencia	Coefficiente	Incidencia	Coefficiente
Básicos (70%)	Unidades de choque (70%)	UCs de inf. Mot..	10%	1	30%	3
		UCs de inf. Mec..	20%	2	15%	1,5
		UCs blindadas.	30%	3	20%	2
		Us HH de ataque.	10%	1	5%	0,5
Complementarios (30%)	Apoyo de fuego (13%)	UCs de artillería.	7%	0,7	7%	0,7
		Us ABI.	3%	0,3	3%	0,3
		Us AA.	3%	0,3	3%	0,3
		Tr. de inform. (2%)	Us intelig. y exp.	2%	0,2	2%
	Apoyo técnico (6%)	Us de ingenieros.	3%	0,3	3%	0,3
		Sist. de mando y control.	2%	0,2	2%	0,2
	Apoyo administrativo y logístico (6%)	Apoyo logístico.	4%	0,4	4%	0,4
		Apoyo administrativo.	2%	0,2	2%	0,2
	Personal (4%)	Pers. y liderazgo Cdte.	2%	0,2	2%	0,2
		Moral de las tropas	2%	0,2	2%	0,2

Tabla N° 2: Valorización de una unidad de armas combinadas tipo.  
Fuente: DIVDOC. Reglamento, Computo de Potenciales (2009).

Con lo descrito anteriormente se comprende que los cálculos de potenciales son complejos y pueden ser un gran aporte entregando un coeficiente de relación entre unidades propias y

adversaria, y para pasos posteriores determinar la degradación de las fuerzas en las operaciones militares.

La base empírica se establece a partir de las investigaciones militares de los cálculos de potenciales, donde se extraen los conceptos y conclusiones más importantes para un breve análisis.

*“Es preciso reunir y coleccionar los datos de las características de las unidades y sistemas de armas, a través del escalón superior, de las respectivas direcciones de inteligencia de cada una de los componentes que integran el comando conjunto”* (Kraushaar, 2005, p. 8).

Con lo anterior, el autor enfocó sus esfuerzos en documentar las características de las unidades a través de un enfoque sistémico estableciendo procedimientos destinados a elaborar los trabajos de cálculos de potenciales de los componentes terrestre, naval y aéreo de un comando conjunto.

Finalmente, la base metodológica donde se describen las principales herramientas que se ajustan a las necesidades de la presente investigación.

La metodología general de identificación, preparación y evaluación de proyectos de inversión pública es fundamental debido a que tiene un enfoque metodológico sólido que permite identificar con precisión la problemática, así como explorar soluciones efectivas, por lo que según Ortegón *et al.* (2005) *“hace un especial hincapié en la identificación del problema y las alternativas de solución mediante el método del árbol de problemas y árbol de objetivos”*.

La ingeniería de software es otro componente clave de la base metodológica de la presente investigación. Este enfoque implica la aplicación de los principios y prácticas específicas para el desarrollo del software de manera sistemática y eficiente. En el contexto de esta investigación, la ingeniería de software se utilizó para el proceso de obtención de los requerimientos, diseño y desarrollo del diseño preliminar del software de cálculos de potenciales.

## **2.5. Estado del Arte**

Considerando, que el reglamento que establece el procedimiento de los cálculos de potenciales fue elaborado el año 2009 y que las configuraciones de las unidades y sistemas de armas están en constante evolución. Es fundamental mantener actualizada la teoría, para lo que el Estado Mayor Conjunto de las Fuerzas Armadas del Estado de Chile ha desarrollado esta función.

En general los cálculos de potenciales conjunto son el *“Proceso que permite, producto de*

*la comparación, definir capacidades, fortalezas, debilidades, limitaciones y vulnerabilidades de los componentes que operan en el teatro de operaciones con las fuerzas de la amenaza, a fin de obtener conclusiones sobre las diferencias que se pueden deducir del personal, material y equipo, y de sus procedimientos, de tal forma que permitan adoptar decisiones acertadas”* (Ministerio de Defensa Nacional, 2022, p. 16).

Con respecto al cómputo de potenciales de dicho reglamento, se evidencia que, en las tablas de valorización de las unidades se consideran nuevos factores para su elaboración, por ejemplo, en un Batallón de Infantería Motorizado: capacidad de combate nocturno y equipamiento especial. También se redefinen las ponderaciones de los factores básicos y complementarios.

En cuanto a la valorización de la unidad de armas combinadas se presentan cambios conceptuales y estructurales, las unidades de choque, se presentan como unidades de maniobra para el combate, pasan de ser cuatro a ocho, modificando las ponderaciones donde principalmente las unidades de tanques cuentan con una leve superioridad porcentual. Además, se agregan nuevas unidades de apoyo de combate, donde se destacan las unidades de guerra electrónica y telecomunicaciones.

La doctrina nacional conjunta del Ministerio de Defensa Nacional permite a la presente investigación realizar una actualización del procedimiento de cálculos de potenciales terrestres. Esto contribuye a mantener la investigación alineada con los avances y necesidades actuales, garantizando su eficacia y relevancia en el contexto de las operaciones militares.

## **2.6. Análisis de la situación actual**

Cuando se requiere desarrollar un software es necesario comprender el contexto en el que operan los sistemas de información del Ejército de Chile, debido a que es fundamental garantizar que cualquier software institucional que se desarrolle esté alineado con la infraestructura existente.

La aplicación de buenas prácticas de programación desempeña un papel crucial en este proceso, ya que estas prácticas no solo mejoran la comprensión del código entre los desarrolladores, sino que también facilita la lectura y mantenimiento de los sistemas.

El Ejército de Chile, aún no ha emitido un documento oficial sobre las políticas de desarrollo de software. Sin embargo, se ha evidenciado que la arquitectura de los sistemas de información institucional según la Dirección de Mando y Control de Ejército se representa de la siguiente forma:

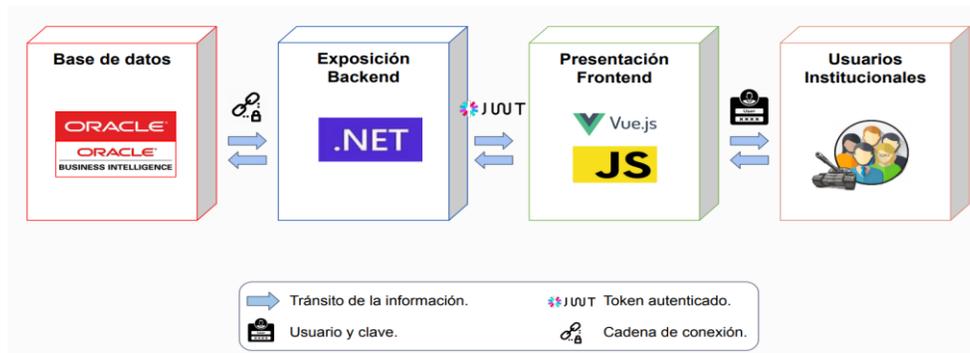


Figura N° 2: Arquitectura de sistemas de información del Ejército de Chile.

Fuente: DIMACOE (2023).

## 2.7. Elaboración de los requerimientos de ingeniería

La obtención de los requerimientos es una de las actividades claves para recopilar y definir de manera completa y precisa las funcionalidades que se espera del software. Esto incluye la identificación de las necesidades de los usuarios y la colaboración con los Stakeholders (partes interesadas). Incluyendo aquellos encargados de la gestión y supervisión del diseño preliminar del software de cálculos de potenciales, por tanto, la presente investigación se orienta en los deseos y necesidades de los interesados, documentos existentes (requerimientos doctrinarios) y lecciones aprendidas de la usabilidad del Excel.

### 2.7.1. Requerimientos de ingeniería

#### 2.7.1.1. Requerimientos funcionales

- A. RF-1. El módulo de cálculo de potenciales debe tener una interfaz para seleccionar los participantes beligerantes.
- B. RF-2. El módulo de registrar unidad debe contar con una interfaz por unidad que se deba valorizar.
- C. RF-3. El módulo de cálculo de potenciales debe contar con una interfaz que resuma las UC valorizadas.
- D. RF-4. El módulo de cálculo de potenciales debe contar con una interfaz que resuma las UACs valorizadas.
- E. RF-5. El módulo de cálculo de potenciales debe contar con una interfaz donde se realice la comparación de las UACs propias y adversarias.
- F. RF-6. El módulo de cálculo de potenciales debe contar con una interfaz para modificar los factores de potencia básica y complementaria de las UC y reflejar los cambios de manera precisa en los cálculos realizados.
- G. RF-7. El software debe contar con una interfaz donde muestre de forma clara y legible

el resultado de la comparación de las unidades propias y adversarias.

- H. RF-8. El software debe tener ingresado los parámetros de las principales unidades como: unidades de infantería motorizada, mecanizadas, blindadas, fuerzas especiales, unidades antiblindaje, unidades antiaéreas y helicópteros.
- I. RF-9. El software debe permitir el ingreso solo de correos del Ejército de Chile.
- J. RF-10. El software debe permitir eliminar una UC.
- K. RF-11. El software debe permitir revisar las características de las UACs.

#### **2.7.1.2. Requerimientos Funcionales**

- A. RNF-1. El software debe permitir crear nuevos usuarios.
- B. RNF-2. El software debe permitir recuperar la contraseña de usuario.
- C. RNF-3. El software debe tener validaciones en el inicio de sesión.
- D. RNF-4. El software debe tener validaciones en los formularios de ingreso de unidades.
- E. RNF-5. El software debe permitir salir de la sesión en forma rápida.

#### **2.8. Casos de uso y diseño de prototipo de interfaz**

A continuación, se presentarán los casos de uso, desde la perspectiva de las funcionalidades, considerando a los usuarios como sistemas externos. Esta perspectiva simplifica la identificación, la comprensión de las interacciones y operaciones que se llevan a cabo dentro del sistema, así como el diseño inicial de la interfaz correspondiente a cada uno de ellos.

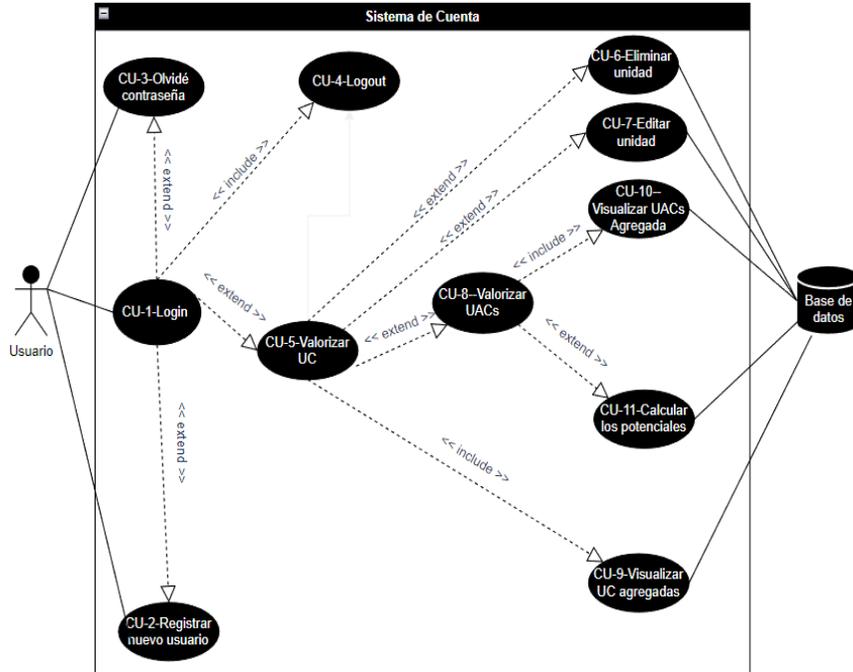


Figura N° 3: Caso de uso de sistema de cuenta.  
Fuente: Elaboración propia (2023).

Se presentan algunos de los prototipos de interfaces más importantes del software de cálculo de potenciales.



Figura N° 4: Prototipo interfaces gráficas.  
Fuente: Elaboración propia (2023).

## 2.9. Arquitectura Cliente-Servidor

A continuación se presenta la arquitectura del diseño preliminar del software de cálculo de potenciales. Este diseño representa la estructura general y la organización del sistema. Al comprender la estructura, se podrá visualizar cómo interactúan las diversas partes del software, lo que es importante para futuras investigaciones basadas en el presente desarrollo.

Para el desarrollo del diseño preliminar del software de cálculo de potenciales se considera el modelo de cliente ligero, donde *“la capa de presentación se implementa en el cliente, y todas las otras capas (gestión de datos, procesamiento de la aplicación y base de datos) se implementa en la base de datos”* (Sommerville, 2011, p. 492).

Para el desarrollo de la parte del servidor, se utilizará el patrón de diseño Modelo-Vista-Controlador (MVC)

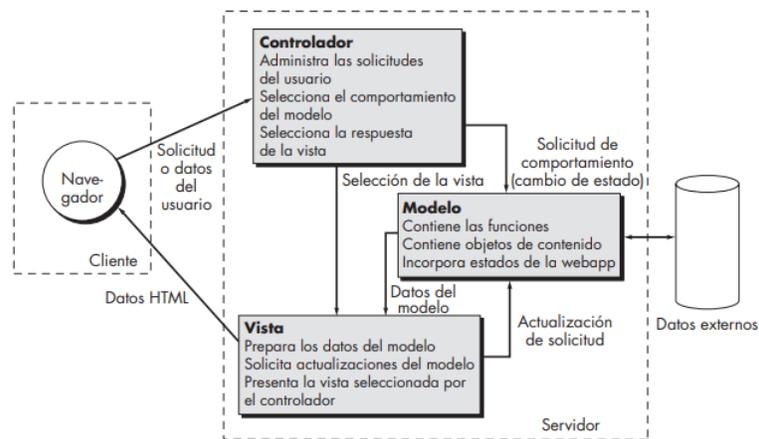


Figura N° 5: Arquitectura de Modelo-Vista-Controlador.

Fuente: (Pressman, 2010).

Este diseño se compone de tres elementos principales: el modelo, que representa la información con la que opera el sistema; las peticiones que le llegan se canalizan a través del controlador. Por otro lado, la vista que se encarga de la representación visual de la información obtenida del modelo. Finalmente, el controlador que tiene la tarea de responder a las solicitudes del cliente y también puede seleccionar la respuesta de la vista. A continuación, se representa una descripción del comportamiento de la arquitectura de MVC en el diseño preliminar del software de Cálculo de Potenciales.

## 2.10. Construcción del prototipo del software de cálculo de potenciales

La unidad patrocinadora ha solicitado que el software sea una aplicación web. Además, se ha observado que, en la arquitectura de los Sistemas de información del Ejército de Chile, el lenguaje de programación que se utiliza en el frontend es JavaScript (JS). Por lo tanto, se construye el frontend del software de cálculo de potenciales en el mismo lenguaje de

programación.

Siguiendo esta premisa, se utilizó React JS (Versión 18.1), como biblioteca de JS en el desarrollo del frontend. Posteriormente, teniendo en cuenta las limitaciones de recursos de esta investigación, se ha optado por desarrollar el backend utilizando el mismo lenguaje. Esta opción tiene la ventaja de minimizar la curva de aprendizaje para el desarrollador del software y promover una mayor coherencia en el código.

### 2.10.1. Interfaces del prototipo del diseño preliminar

En la presente sección, se presentan algunas de las interfaces y funcionales del prototipo del software de cálculo de potenciales.

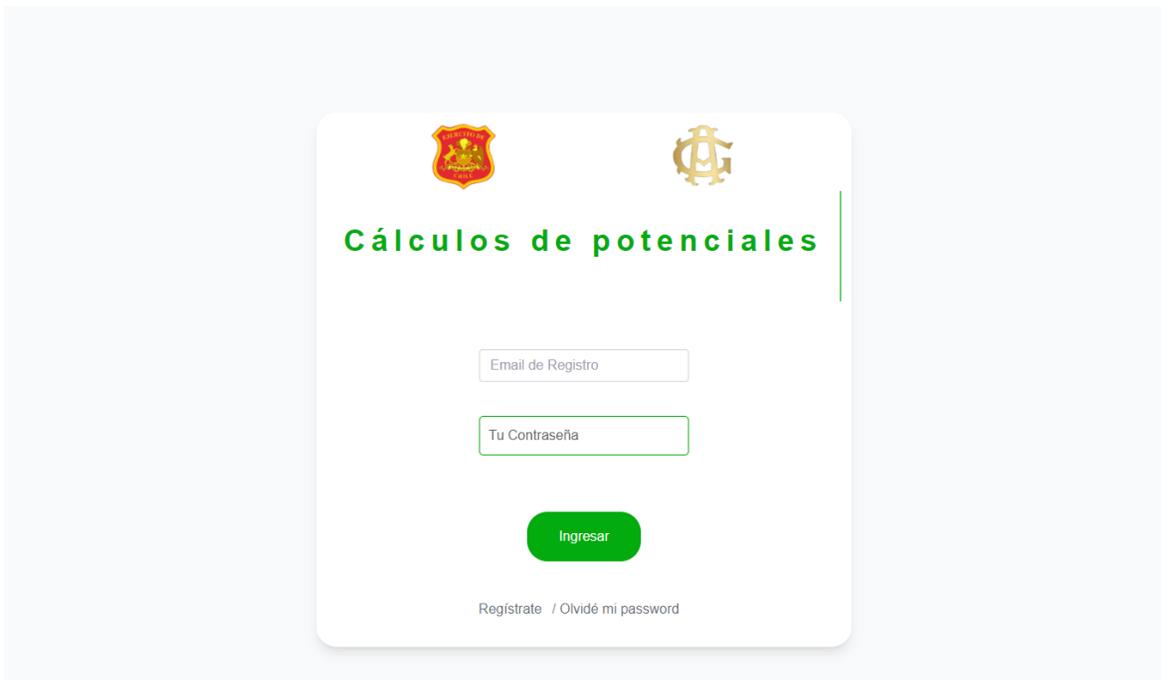


Figura N° 6: Login prototipo software (UI-01).  
Fuente: Elaboración propia (2023).



Figura N° 7: Ingreso unidades prototipo software (UI-03).  
Fuente: Elaboración propia (2023).

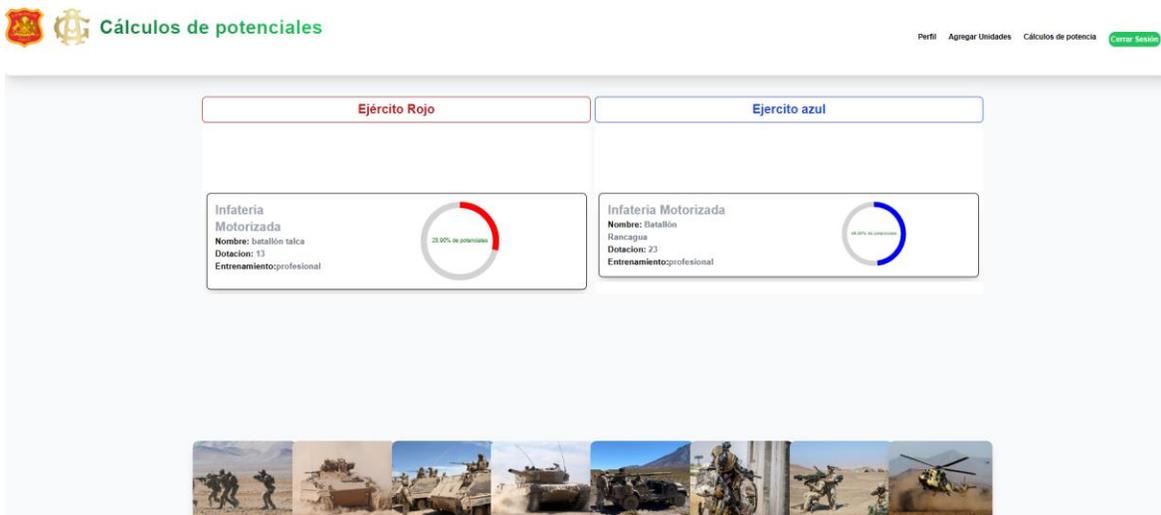


Figura N° 8: Ingreso unidades prototipo software (UI-04).  
Fuente: Elaboración propia (2023).

### 3. CONCLUSIONES

Para el proceso de planificación militar, puede ser un gran aporte el análisis de la potencia relativa de combate, ya que proporciona a los comandantes información sobre las relaciones entre sus propias fuerzas y las adversarias, permitiéndoles proyectar las opciones disponibles para los cursos de acción. Es fundamental realizar este análisis de manera eficiente, lo que implica el uso de modelos de cálculos objetivos, la automatización de procedimientos y la gestión de grandes volúmenes de datos, especialmente en el contexto de la guerra moderna.

Para lograr una mayor eficiencia de la herramienta en Microsoft Excel que se utiliza para el análisis de las potencias relativas de combate, se propuso desarrollar un nuevo software de cálculos de potenciales.

Con lo anterior, en el análisis de la situación actual proporcionó una visión clara de la arquitectura de los Sistemas de Información del Ejército de Chile, permitió desarrollar estrategias para el diseño del software.

La metodología de investigación, ingeniería de requerimientos e ingeniería de software, desempeñó un papel fundamental en el planteamiento, y formulación de la problemática permitiendo la identificación de los Stakeholders, comprensión de las necesidades y deseos. Estos se transformaron en requerimientos que se clasificaron y se documentaron en un informe oficial llamado “Especificación de requerimientos”.

Esta investigación determinó que un enfoque moderno y flexible es sumamente necesario, las tecnologías de vanguardia como son: React.JS, Node.JS, Express.JS y MongoDB permitieron crear las aplicaciones web, cumpliendo los requisitos para integrarse a la arquitectura de los sistemas de información del Ejército de Chile.

Por otra parte, el presente diseño preliminar permite desarrollar el módulo de degradación de unidades, como también más funcionalidades web, siendo una de estas la consulta de potencialidades de unidades específicas.

Finalmente, se entrega como recomendación actualizar el Reglamento de Cálculo de Potenciales, integrando los factores MERODISI con los conceptos de capacidad militar que actualmente se utilizan en el Ejército para la definición de proyectos de inversión.

## **REFERENCIAS**

- Cervantes, D. (2017). Investigación en Ciencias Militares. Claves Metodológicas. La construcción del marco teórico en la investigación científica. Santiago, Chile: CEE.
- División Doctrina. (2009). MDLP-20001, Cómputo de potenciales y sistema de degradación de unidades. Santiago, Chile: DIVDOC.
- División Doctrina. (2016). RDPL-20001, Proceso de las operaciones (Planificación, preparación, ejecución y evaluación). Santiago, Chile: DIVDOC.
- División Doctrina. (2017). D-10001, Doctrina El Ejército. Santiago, Chile: DIVDOC.
- Kraushaar, H. (2005). Proposición de un manual técnico de cómputo de potenciales para un comando conjunto, Memoria para optar al título de profesor de academia, Academia de Guerra. Santiago, Chile.

- Ministerio de Defensa Nacional. (2022). DNC 2-03, Manual del proceso de cómputo de potenciales. Santiago, Chile: MINDEF.
- Ortegón, E.; Pacheco, J. y Roura, H. (2005). Metodología general de identificación, preparación y evaluación de proyectos de inversión pública. Santiago, Chile: Naciones Unidas.
- Pressman, R. (2010). Ingeniería de Software, un enfoque práctico (7ª ed.). (V. Capos Olguín, & J. Enríquez Brito, Trads.). Ciudad de México, Mexico: McGraw Hill.
- Sommerville, I. (2011). Ingeniería de Software (9ª Ed.). Naucalpan de Juárez, México: Pearson.

## LA INGENIERÍA EN LA ANTÁRTICA<sup>1, 2</sup>

**Fecha de recepción:** 28 de diciembre de 2023

**Fecha de aceptación:** 28 de febrero de 2024

TCL. Federico Devoto<sup>3</sup>

**Resumen:** *la construcción en el Continente Antártico exige no solo un elevado conocimiento técnico, también impone la vivencia de conocer y haber estado en el terreno, ello le permite al profesional reparar con mayor profundidad, sobre aspectos que habitualmente no son un factor condicionante en lugares poblados y con cierto nivel de desarrollo.*

*Se citan experiencias sobre distintas tipologías de obras ingenieriles que, ejecutadas en cualquier lugar del planeta presentan su propio nivel de dificultad, pero al desplazarnos al Continente Blanco, recobran un mayor desafío debido al ambiente remoto, hostil e inhóspito.*

**Palabras clave:** *ingeniería civil, construcción, Antártica, permafrost, pista de aterrizaje, agua dulce, reservorio de agua, laguna, muelle, hielo, ciencia, laboratorio, gas oil.*

## ENGINEERING IN ANTARCTIC

**Abstract:** *construction in the Antarctic Continent requires not only high technical knowledge, it also requires the experience of knowing and having been on the ground, which allows the professional to repair in greater depth, on aspects that are not usually a determining factor in populated and with a certain level of development. Experiences are cited about different types of engineering works that, executed anywhere on the planet, present their own level of difficulty, but when we move to the White Continent, they become more challenging due to the remote, hostile and inhospitable environment.*

**Key words:** *civil engineering, construction, building, Antarctica, permafrost, landing strip, sweet water, freshwater reservoir bowls, lagoon, dock, ice, science, laboratory, diesel.*

---

<sup>1</sup> El autor se refiere a ingeniería principalmente a las labores de construcción realizadas en la Antártica.

<sup>2</sup> Término usado en Chile (opuesto al Ártico). El término Antártida es usado en España y preferido en la mayor parte de América. Ambos términos son correctos y aceptados por la RAE

<sup>3</sup> Oficial del Ejército Argentino, Ingeniero Civil egresado de la Universidad Tecnológica Nacional, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina y Oficial Ingeniero Militar egresado de la Facultad de Ingeniería del Ejército, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. Licenciado en Administración egresado del Colegio Militar de la Nación, Buenos Aires, Argentina. Actualmente se desempeña en Jefe del Departamento de Infraestructura perteneciente a la Dirección General de Ingenieros e Infraestructura del Ejército Argentino. Email: feddev@yahoo.com.

## 1. INTRODUCCIÓN

Construir en la Antártica es un desafío que impone un conocimiento técnico especializado en esas latitudes, enmarcado en factores climáticos particulares y extremos, características geotécnicas diversas y especiales dentro de un contexto y compromiso internacional de preservación ambiental, aspectos que son propios y singulares del lugar inhóspito continental al que nos estamos

El Continente Antártico es el cuarto continente en extensión territorial como se puede apreciar en la figura N° 1, luego de Asia, América y África, alcanza casi 14 millones de kilómetros cuadrados. Sus temperaturas promedio se encuentran entre  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , posee el clima más seco del mundo y es, el continente con mayor elevación respecto al nivel del mar, alcanzando una altura promedio de 2.000 metros (Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto, s.f.).

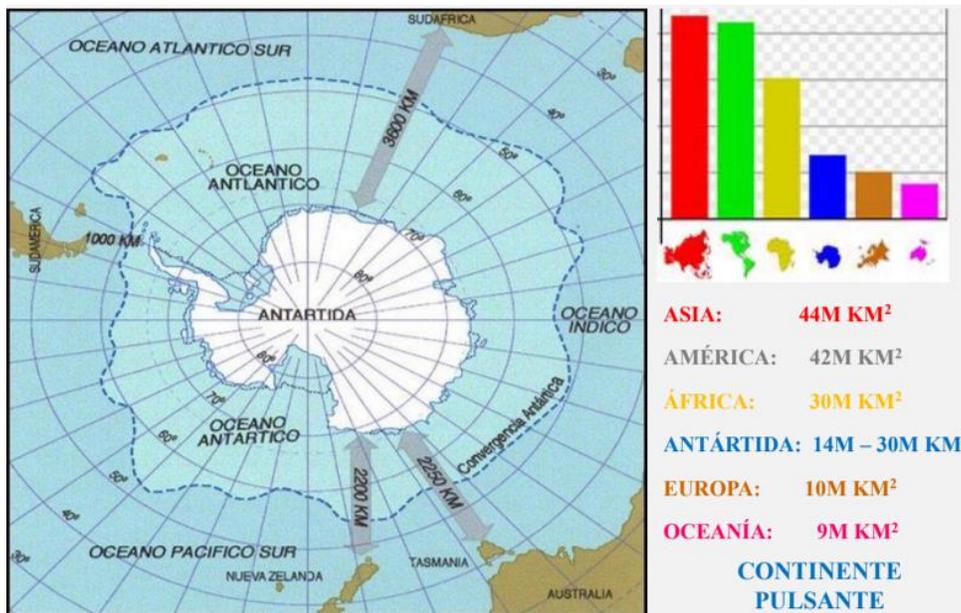


Figura N° 1: Superficies continentales.

Fuente: <https://wikicharlie.cl/w/Archivo:Antartida.jpg>

La finalidad que pretende brindar el presente artículo, es poder servir de base a los ingenieros que en el futuro deban proyectar o dirigir obras de construcciones en la Antártica, dar pautas mínimas de conceptos que en estas situaciones ejemplificadas, necesitaron de técnicas de solución opuestas a como se aplican en cualquier otro lugar del planeta o simplemente, que se puedan formular interrogantes de factores que en el desarrollo de un proyecto no son incluidas o consideradas en las responsabilidades del profesional a cargo.

## 2. FACTORES CONDICIONANTES

Previo a introducirnos en la descripción de las encomiendas, es importante mencionar aquellos factores que han condicionado fuertemente, y con seguridad condicionarán en futuros proyectos, al momento de definir los parámetros de diseño y las solicitudes que deberán satisfacer y/o verificar las obras a construir.

Los factores a los que nos referiremos son: las características ambientales y legales, climatológicas, geotécnicas y humanas.

### 2.1. El medioambiente

El Continente Antártico es considerado a nivel mundial como el último bastión conservado en estado natural donde la intervención del hombre es muy escasa.

Su gran extensión territorial representa una décima parte de las tierras emergidas, albergando la mayor reserva de agua dulce del planeta (Organización de las Tierras Antárticas, s.f.) y a su vez por sus características particulares, debe destacarse la gran fuente de conocimiento científico que representa, archivando buena parte de la historia natural de la Tierra viviente contenida en sus capas de hielo.

Por tales motivos, se firmó en 1959 el Tratado Antártico, el que entró en vigor en 1961. Desde ese entonces hasta la actualidad, se ha respetado y se han firmado diferentes ratificaciones entre las que destacamos el Protocolo de Madrid de 1991, referido a la protección del medioambiente velando por su cuidado en todas sus expresiones, lo que se refleja mediante el Artículo 3 del protocolo donde se establece: *... "la protección del medioambiente antártico y los ecosistemas dependientes y asociados, así como del valor intrínseco de la Antártica, incluidos sus valores de vida silvestre y estéticos y su valor como área para la realización de investigaciones científicas, en especial aquellas investigaciones esenciales para la comprensión del medioambiente global, serán consideraciones fundamentales para la planificación y realización de todas las actividades en el área del Tratado Antártico"* (Protocolo de Madrid, 1991).

En el seno de este marco normativo, toda actividad que se desarrolle en la Antártica debe someterse a unas condiciones que garanticen la minimización de sus efectos perjudiciales sobre el ambiente, teniendo como prioritarias la conservación de la fauna y la flora, la prevención de la contaminación, la correcta gestión de los residuos y la adecuada respuesta ante eventuales emergencias ambientales, definiéndose también determinadas zonas que por su importancia son merecedoras de especial protección. Por estas razones, las normativas emanadas de las diferentes reuniones consultivas buscan dar herramientas a los distintos países, que permitan dar cumplimiento al objeto central.

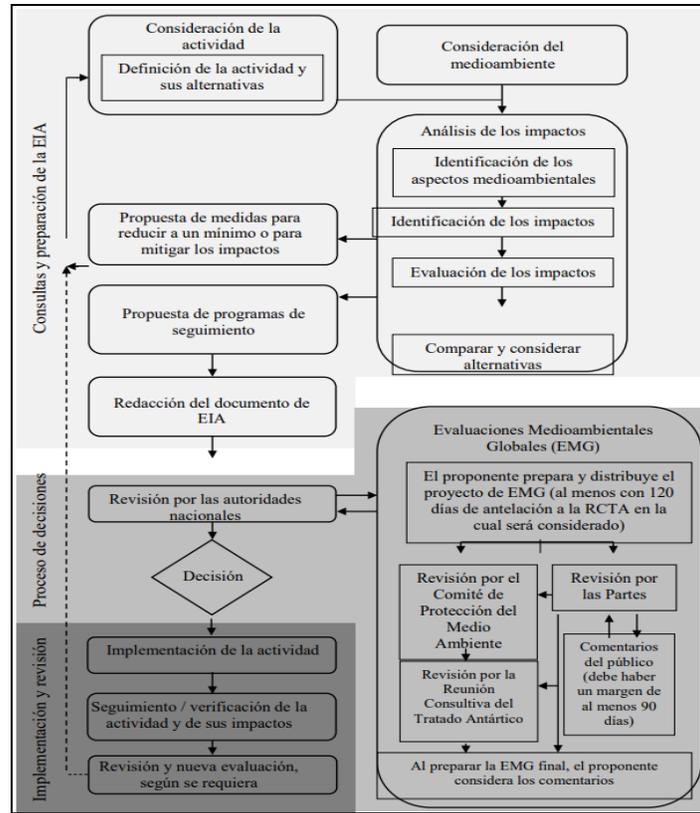


Figura N° 2: Pasos del proceso EIA para actividades en la Antártica.  
 Fuente: [https://documents.ats.aq/ATCM39/fr/ATCM39\\_fr001\\_s.pdf](https://documents.ats.aq/ATCM39/fr/ATCM39_fr001_s.pdf).

Por todo lo resaltado en los párrafos precedentes, se establece un procedimiento de evaluación de impacto ambiental, contemplado en el Anexo I del Protocolo (ver figura N° 2), que representa, por así decirlo, la fase preliminar, condición *sine qua non* para el desarrollo de una actividad futura. Dichos elementos o valores a proteger se perfilan habitualmente en cinco grupos o áreas que son: fauna, flora, cuerpos de agua (masas de hielo, agua dulce y agua marina), suelo y atmósfera.

## 2.2. Climatología

Este sector del planeta presenta características bien particulares, las que deben ser consideradas y estudiadas a la hora de proyectar una obra.

A continuación se presenta un resumen muy general ya que no debemos olvidar que, por su extensión, presenta diferentes regiones, y ello conlleva distintos comportamientos climatológicos.

❖ **Temperaturas:** son extremadamente bajas (ver figura N° 3), su comportamiento puede dar lugar a la definición de dos grandes regiones: las zonas costeras (con una subregión situada en la Península Antártica), y la meseta polar. Alrededor de las costas antárticas la temperatura media de verano ronda los 0 °C, e incluso trepa hasta algunos grados positivo

en la zona norte de la península. Ya en invierno las marcas descienden hasta  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  dependiendo de la región. Si se consideran promedios de verano e invierno, puede decirse que las zonas costeras muestran amplitudes térmicas moderadas de alrededor de  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  respectivamente. En cambio, las condiciones climáticas de la meseta polar son mucho más extremas: difícilmente las marcas estivales superan los  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , y los promedios invernales suelen ser inferiores a  $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ . El verano, que aparece y desaparece repentinamente, es extremadamente corto y no suele prolongarse más de uno o dos meses como máximo.<sup>1</sup>

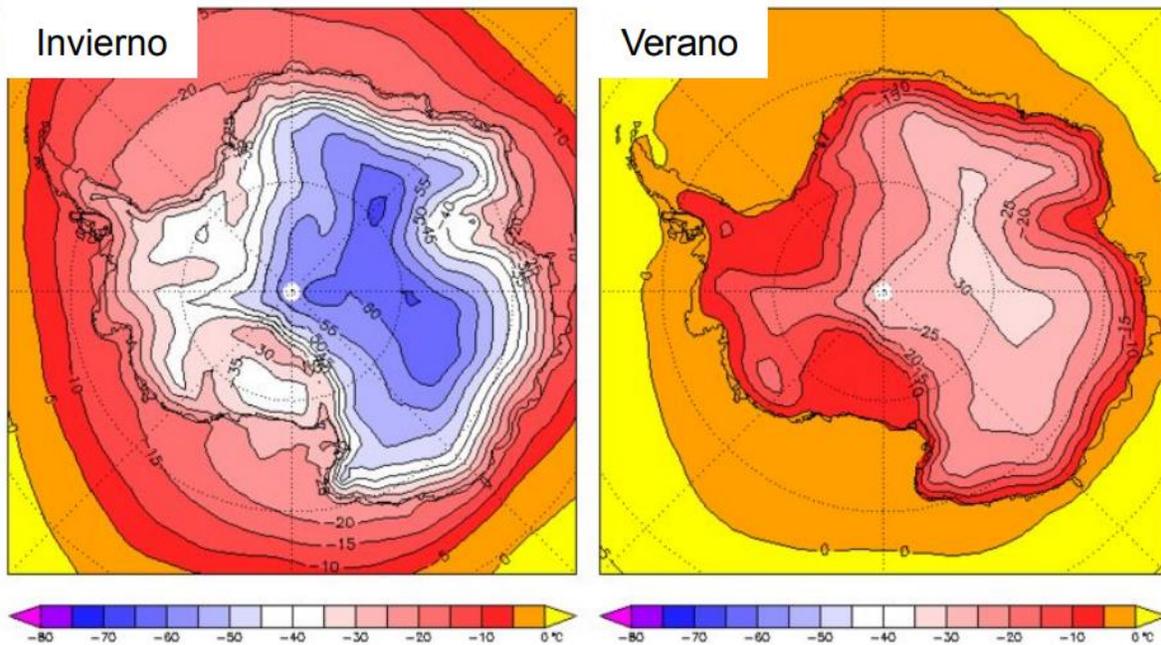


Figura N° 3: Temperaturas medias de superficie, período 1979-2001.

Fuente: ERA40, ECMWF (<https://www.ecmwf.int/>).

- ❖ **Vientos:** la región experimenta vientos constantes y fuertes, conocidos como “vientos circumpolares del oeste”, este fenómeno se da por causa de que el aire frío de la zona polar es más denso que el de las latitudes más templadas. Como consecuencia de ello, las masas de aire templado se hunden gradualmente hacia el polo en sentido antihorario, generando un diseño de vientos constantes provenientes del Oeste, que rodean y aíslan al continente, impidiendo el ingreso de aire más cálido. En verano, este modelo circular se altera, particularmente en la zona de la Península Antártica, cuya configuración y ubicación permite el ingreso de vientos septentrionales, con el consecuente ascenso adicional de la temperatura.

Por otra parte, en las zonas costeras se verifica un tipo particular de movimiento eólico conocido como “vientos catabáticos”. El aire más frío de la zona polar, por su mayor

<sup>1</sup> Datos brindados por el mayor Mauricio N. Laurizi del Servicio Meteorológico Nacional de Argentina.

densidad, fluye por gravedad hacia los márgenes del continente, generando un flujo centrífugo de vientos. Al llegar a la costa, estos vientos son forzados a desviarse a causa de la fuerza de Coriolis (debida a la rotación terrestre), dando como resultado un diseño de vientos costeros provenientes del Este. Las ráfagas producidas por el movimiento de estas masas de aire aparecen en forma repentina y pueden alcanzar velocidades cercanas a los 300 km/h.<sup>2</sup>

❖ **Precipitación:** es uno de los lugares más secos del planeta, esto se debe básicamente a la conjunción de tres factores: su posición polar, el diseño de vientos y la altura de la Antártica. En el verano, aires más templados cargados de humedad, provenientes de latitudes más bajas, ingresen al continente. Sin embargo, cuando esto ocurre, especialmente en verano y en la Península Antártica, el viento es forzado a elevarse a la altura de la meseta polar o de las cadenas montañosas, descargando precipitaciones orográficas en las zonas costeras y penetrando al continente como vientos secos. Así, teniendo en cuenta los índices de precipitaciones, pueden identificarse en la Antártica tres zonas bien diferenciadas:<sup>3</sup>

- La meseta polar, donde las precipitaciones son muy escasas y el promedio anual es menor a los 100 mm, marca comparable a las registradas en el desierto del Sahara.
- Las costas de Antártica oriental donde las precipitaciones orográficas llevan estas marcas a valores que oscilan entre los 200 y los 600 mm que, aun así, determinan condiciones áridas a semiáridas.
- Y la Península Antártica, sector en donde se registran precipitaciones que alcanzan los 1000 mm, dando como resultado regímenes subhúmedos a húmedos.

Todas las precipitaciones en la Antártica ocurren en forma de nieve, con excepción de las lluvias estivales que se producen en algunos sectores del norte de la Península Antártica y en algunas partes del interior, prácticamente no llueve o nieva en absoluto.

### 2.3. Geotecnia

Es la rama de la ingeniería civil que estudia los suelos y su interacción con las estructuras. En este contexto, si bien, la Antártica posee una geología bien variada y rica en diferentes suelos, se presentan características únicas que la diferencian de otras regiones del mundo, esto se debe a las bajas temperaturas extremas y grandes masas de hielos permanentes, que brindan las condiciones ideales para la formación y perdurabilidad del permafrost<sup>4</sup> (ver foto

<sup>2</sup> Datos brindados por el May. Mauricio N. Laurizi del Servicio Meteorológico Nacional de Argentina.

<sup>3</sup> Datos brindados por el May. Mauricio N. Laurizi del Servicio Meteorológico Nacional de Argentina.

<sup>4</sup> Permafrost: se considera al suelo que ha permanecido a una temperatura igual o inferior a 0 °C durante al menos dos años consecutivos. Este suelo congelado puede componerse de roca, tierra y otros materiales. <https://guiarecursosnaturales.com/que-es-el-permafrost-sus-caracteristicas-y-donde-esta/>

N° 1). Característica geotécnica que condiciona toda estructura a proyectar en ese continente, exigiendo un estudio minucioso con profundo conocimiento de sus comportamientos.



Foto N° 1: Características típicas del permafrost con presencia de hielo.  
Fuente: Elaboración propia.

Las regiones geológicas del continente antártico según el geólogo Rodolfo Del Valle (*et al.* 1992), quedaron configuradas de la siguiente forma: la parte oriental se extiende hacia el Este, actualmente es tectónicamente estable, constituido por rocas ígneas y metamórficas de edad precámbricas. La región occidental se distribuye mayormente en el hemisferio Oeste, la Península Antártica posee rocas ígneo-metamórficas de edad precámbrica y paleozoica mientras que hacia la cuenca de Larsen las unidades geológicas son de edad más recientes.

#### **2.4. Ser humano**

Es el factor más importante para considerar en toda obra que se lleve adelante en ese ambiente tan hostil y remoto. Independientemente de hacer las evaluaciones correspondientes a la salud, capacidad física y habilidades propias de cada trabajo, se debe tener especial atención sobre la estabilidad emocional, adaptación a situaciones extremas, comportamiento ante el aislamiento prolongado y para con sus pares. Todas estas características, no son las únicas sino las más trascendentes a la hora de considerar la mano de obra, las bases antárticas suelen disponer de poca capacidad de alojamiento, régimen estricto de uso del baño (en algunas se permite bañarse cada 2 o 3 días dependiendo de la disponibilidad del agua), el lavado de ropa suele ser una vez por semana o quincenal, los espacios de distracción suelen ser interiores y reducidos donde comparten todos al igual que las diferentes comidas, el control sobre el consumo de alcohol y en muchas ocasiones, las dificultadas en las conexiones (comunicaciones). Son todos aspectos que en tiempos prolongados son consecuentes de problemas de convivencia o disciplinarios, que allá se potencian y contagian.

Estos aspectos toman aún más relevancia ante cualquier problema médico, lesiones graves, estado depresivos o problemas familiares que cualquier individuo padezca durante su estadía, ya que muchos pretenden exigir su regreso a casa de forma inmediata (muchas veces, sin

importar las consecuencias laborales), pero también sin comprender o recordar, las difíciles condiciones para efectuar cualquier evacuación de urgencia, pudiendo demorarse más de un mes en concretarse el repliegue.

No es un aspecto menor, como se mencionó anteriormente el factor humano, ya que cualquier problema que atente contra la moral y ánimo de un integrante, por las condiciones edilicias de las distintas bases, hace que se multiplique y afecte a parte o todo el grupo.

Toma mayor relevancia la elección de los jefes y encargados para los distintos niveles, además de sus capacidades técnicas, deberán obligadamente mantener un permanente y estrecho contacto con su personal, como también conocer los problemas que cada uno puede tener en la base o en su casa, esto le permitirá la contención del hombre y la prevención de grandes problemas.

### **3. EXPERIENCIAS TÉCNICAS: PROYECTOS Y OBRAS DESARROLLADAS**

A continuación se describen de forma sintética, las encomiendas más importantes y de las que se pudo obtener un mayor aprendizaje sobre la ingeniería civil aplicada en el continente blanco. Es oportuno aclarar que la experiencia en construcciones e historia de la Argentina en la Antártica lleva más de 119 años lo que, al momento de reunir antecedentes, se dispuso de mucha información experimental.

Las bases antárticas donde se llevaron adelante los trabajos se encuentran sobre el extremo norte de la Península Antártica, próximas al paralelo sur 63°. A una distancia recta desde Ushuaia, de aproximadamente 1.200 km.

#### **3.1. Base Antártica Conjunta Marambio**

Esta base se encuentra en la Isla Marambio (64°14' S - 56°37' O), una de las islas que integran el grupo de James Ross, ubicado al este de la Península Antártica, sobre el mar de Weddell. Fue inaugurada el 29 de octubre de 1969, emplazando sus edificios sobre la meseta central de la isla a una altura de 200 m.s.n.m. (ver foto N° 2); la particularidad más importante que la destaca es que, en ese lugar se construyó la primera pista de aterrizaje del Continente Antártico (1.200 m x 40 m).



Foto N° 2: Base Antártica Conjunta Marambio de la República Argentina.

Fuente: Dotación 2023.

Es un sector donde las temperaturas promedian entre 5 °C a -37 °C en el año pudiendo llegar en invierno a los -60 °C, vientos con intensidad de 130 km/h y un fenómeno característico que afecta una de las capacidades operativas de la base, es la formación de densa nubosidad por arriba de los 100 m.s.n.m., fenómeno que se da con mayor periodicidad durante el verano y penaliza la habilitación del Aeródromo Marambio. El suelo cuenta con gran presencia de permafrost activo con elevado contenido de humedad.

### 3.1.1. Pista de Aterrizaje

**Misión:** realizar estudios para mejorar las condiciones de operabilidad y seguridad de la pista de aterrizaje, como también determinar los procedimientos de mantenimiento futuros (ver foto N° 3).



Foto N° 3: El rectángulo rojo delimita la pista de aterrizaje RWY 05-23 en estudio.  
Fuente: Elaboración propia.

**Características:** es una de las pocas pistas de suelo existentes en la Antártica, comparable con la pista de la Base Presidente Eduardo Frei Montalva (Chile) y Base Rothera (Reino Unido), con características geotécnicas y dimensiones similares.

La particularidad más destacada en esta ocasión, es la inestabilidad de la calzada de rodamiento producto del escurrimiento de aguas superficiales provenientes del derretimiento de la nieve y a su vez, del ablandamiento por las aguas subterráneas que surgen de la capa activa del permafrost al derretirse en el verano como se puede apreciar en las siguientes fotos.

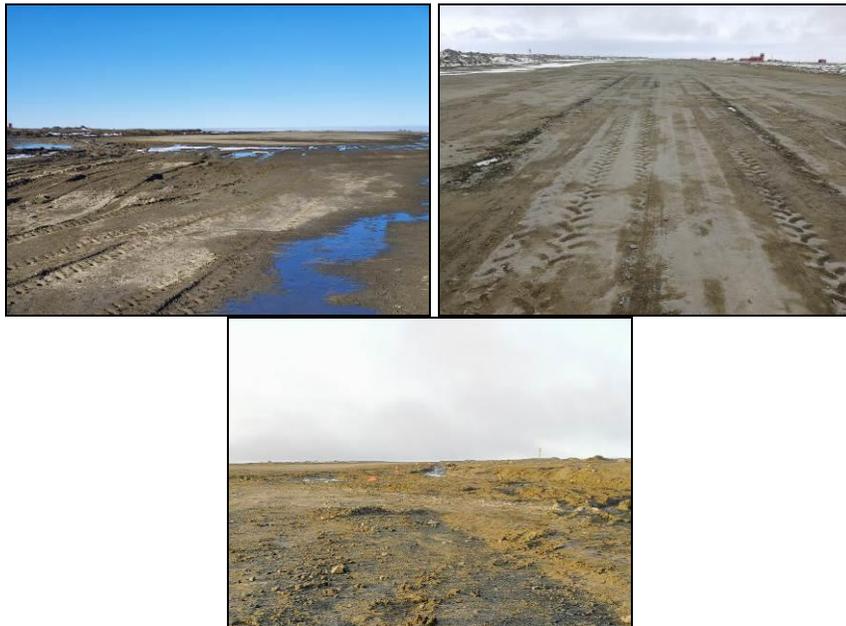


Foto N° 4: Registro de ahuellamiento, escurrimientos superficiales y sectores blandos sobre calzada de pista.  
Fuente: Elaboración propia.

**Situación inicial:** pese a tener un canal artificial sobre un lateral, que busca captar y encauzar las aguas que escurren producto del derretimiento de las nevadas y de la capa superficial del permafrost, la pista se encontraba con grandes sectores anegados de su calzada, afectadas por presencia de agua dentro de la pista e inestabilidad del terreno lo que impedía soportar el peso de una aeronave de alas fijas, especialmente el Hércules C-130.

Estas condiciones trajeron aparejado una disminución en la operación que imponía reducir la capacidad de carga del Hércules C-130 a sus niveles más bajos, con el fin de cumplir con las normativas de seguridad operativa en pistas de aterrizaje.

**Limitaciones:** la calzada de rodamiento se encuentra conformada con gran presencia de suelo fino (especialmente limos), y una ausencia casi total de áridos (gravas), característica que se puede observar en la foto N° 5. Al estudiar los pocos sectores permitidos como posibles canteras de préstamo o, traer de islas cercanas (esta última opción se desestimó por las exigencias acordadas mediante el Tratado Antártico de no contaminar el suelo de un lugar a otro para no transportar especies involuntariamente), solo se adoptó ajustar la curva granulométrica con los suelos disponibles en ese sector de la isla (únicamente aquellos lugares que se encuentren sobre la planicie elevada).



Foto N° 5: Distribución granulométrica sobre pista.  
Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, se estudiaron varios productos para estabilizar suelos, quedando la gran mayoría desestimados por encontrarse fabricados a base de resinas bituminosas o bien, requerir de un porcentaje muy bajo de humedad para permitir la reacción química.

Estas limitaciones, hasta el momento no superadas, impuso avanzar con la metodología de una curva granulométrica seleccionada en función al suelo disponible localmente, y trabajar la compactación de los rellenos por capas a fin de asegurar su mayor cohesión e impermeabilización.

***Trabajos realizados:***

- Relevamiento topográfico.
- Estudio y rectificación del canal de protección (trazado y pendientes).



Foto N° 6: Trabajos de rectificación del canal protector de la pista de aterrizaje.  
Fuente: Elaboración propia.

- Trabajos de reparación y nivelación de la pista.



Foto N° 7: Trabajos de relleno, compactación y nivelación sobre lateral de pista.  
Fuente: Elaboración propia.

- Determinación del nuevo procedimiento de mantenimiento previo y posterior a cada operación aérea.
- Capacitación de los grupos de trabajo previo al despliegue de campaña.

***Experiencias obtenidas:***

De los relevamientos del terreno con equipos de medios GPS Diferencial, se determinaron las pendientes naturales del canal y se efectuaron los primeros trabajos de nivelación de pista. Estos trabajos permitieron determinar el comportamiento de las aguas subterráneas que tienen un comportamiento acorde a la teoría de vasos comunicantes, favorecidas por una

velocidad de escurrimiento muy baja pero que en verano exige un trabajo de compactación sobre la carpeta de rodamiento permanente. Un aspecto muy importante en la planificación de estas tareas eran las ventanas de trabajo definidas por la temperatura ambiente que permitieran obtener el suelo fino sin cascotes de limos congelado pero que, al transitar la pista con los equipos viales, no rompieran la calzada con ahuellamiento. Estas huellas provocan desniveles, permitiendo la acumulación de nieve y el escurrimiento de agua dentro de la pista, generando ablandamiento de la calzada.

En sectores donde se debió rellenar con presencia de agua como se muestra en las fotos N° 8, no resultó el empleo de bombas para vaciado ya que el aporte de las aguas subterráneas era constante y obligó a trabajar con temperaturas por debajo de los  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$  (temperaturas de congelamiento) facilitando así, la adecuada compactación del terreno.



Foto N° 8: Sector próximo a la cabecera 23, intervenido y recuperado.  
Fuente: Elaboración propia.

Otra experiencia que se puede observar en la foto N° 9, estuvo relacionada con el estudio de la dirección preponderante de las grandes tormentas de nieve, que permitió trabajar con prioridad sobre la nivelación del terreno aledaño a la pista buscando una pendiente negativa, desde el borde de pista hacia afuera, a fin de que no existieran obstáculos que facilitaran la acumulación de nieve sobre la calzada de aterrizaje (colas de nieve sobre pista). Trabajos que permitieron que el mismo viento, contribuyera a mantener despejada de nieve la franja de pista, fenómeno que se puede apreciar en la fotografía N° 10.



Foto N° 9: Recuperación de gran parte de la franja de pista, luego de 35 días de trabajo.  
Fuente: Elaboración propia.



Foto N° 10: Resultados de una pista nivelada y sin elevaciones del sector donde provienen los principales vientos.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.2. Reservorio de agua (lagunas artificiales)

**Misión:** realizar el proyecto de ingeniería para la rectificación y ampliación de ambas lagunas existentes, permitiendo reforzar sus terraplenes.

**Características:** la base cuenta con dos reservorios artificiales de agua dulce, ambos construidos sin un cálculo ingenieril. La tipología responde a terraplenes de tierra suelta como suelen denominarse en hidráulica.

Estas obras son indispensables en aquellas bases que no disponen con cercanía a fuentes naturales de agua dulce o con posibilidad de buscar hielos y derretirlos como se ejecuta en las bases más próximas al polo.

El agua almacenada en estas lagunas es destinada principalmente para la higiene personal, sanitarios, limpieza de locales, cocina (previa clorificación) y sistema contraincendios de la base.

**Situación inicial:** los terraplenes actuales están construidos mediante trabajos de movimiento de suelo con una compactación deficiente, cabe aclarar que su conformación no responde a ninguna distribución granulométrica que asegure la estabilidad ante el empuje hidroestático y la filtración del agua.

Los vertederos de alivio estaban materializados con caños de PVC con un diámetro de 110 mm, estos se tapaban al congelarse el agua, y al comenzar el descongelamiento fue facilitando el escurrimiento por fuera de estos, entre la cara externa de los caños y el terreno, provocando socavación del terraplén hasta el colapso del sector como se puede apreciar en las fotos N° 11 y 12. Este suceso se dio durante la estadía del equipo técnico por otros trabajos, permitiendo estudiar el estado estructural de los terraplenes e intervenir en la reparación del sector, sanear la laguna y ensanchar el resto del terraplén, sin poder reconstruir la totalidad del mismo.



Foto N° 11: Daño ocasionado en el lecho de la laguna (izq.) y en el terraplén (der.).  
Fuente: Elaboración propia.



Foto N° 12: Laguna afectada y vacía producto de las filtraciones.  
Fuente: Elaboración propia.

***Trabajos realizados:***

- Desvío del cauce de aporte.
- Excavación de limpieza del sector debilitado (4 a 6 m de profundidad por 5 m de ancho).
- Saneamiento de todo el lecho de la laguna para aumentar su capacidad actual (ver foto N° 13).



Foto N° 13: Trabajos de saneamiento del lecho, perfilado y ensanchamiento del terraplén perimetral.  
Fuente: Elaboración propia.

- Selección del material, relleno y compactación por capas.
- Ensanchamiento y perfilado de todo el terraplén sin modificar sin estructura constructiva.
- Impermeabilización temporal del terraplén afectado hasta tanto se lleve adelante el proyecto de ingeniería elaborado.



Foto N° 14: Trabajos sobre el sector afectado, excavación, relleno y reparación del terraplén.  
Fuente: Elaboración propia.



Foto N° 15: Laguna recuperada y habilitada al llenado.  
Fuente: Elaboración propia.

- Desarrollo del proyecto de rectificación e impermeabilización de los reservorios de agua dulce para la base. En las siguientes figuras se muestra el esquema en planta de ambas lagunas y un corte con el desnivel de embalse, permitiendo una constante circulación del agua.

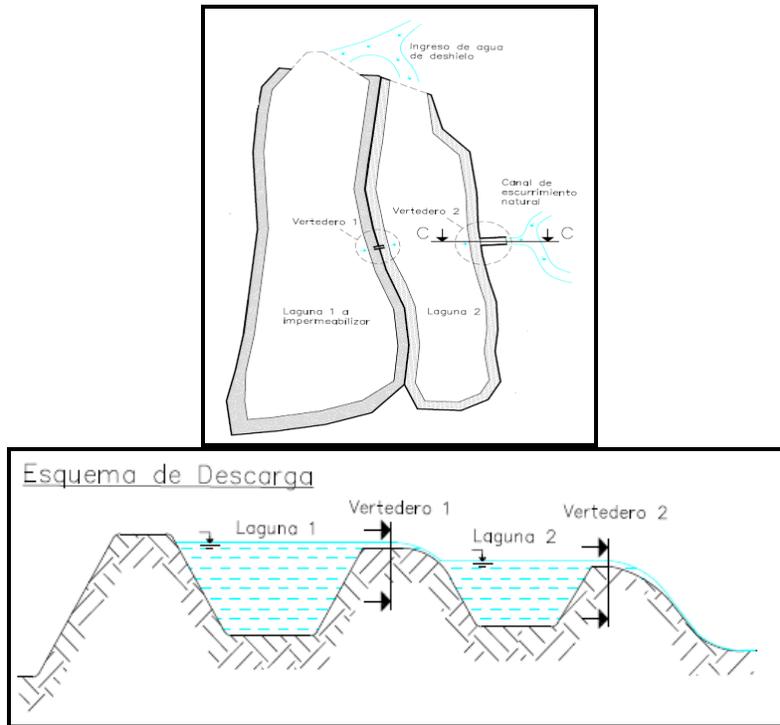


Figura N° 4: Esquema en planta de ambas lagunas y corte transversal a la altura de los vertederos.  
Fuente: Elaboración propia.

***Experiencias obtenidas:***

El comportamiento de los limos y arcillas extraídos del lecho de la laguna, al congelarse por las bajas temperaturas, alcanzan una elevada resistencia mecánica convirtiéndolas en material ideal para conformar el núcleo del futuro terraplén.

La dificultad de mantener un reservorio de agua cuando no se aplican los conceptos sobre obras hidráulicas, especialmente ante la presencia de permafrost activo donde, las cuñas de fundición por el derretimiento de la capa superior provocan movimientos en el lecho de las lagunas y posteriores filtraciones.

Las profundidades que deben poseer estas obras, para asegurar la disponibilidad de agua durante los meses invernales ya que se suelen congelar hasta 1,40 metros aproximadamente, debe ser mayor a los dos metros preferentemente.

Dentro de la propuesta presentada, se recomendó ejecutar la impermeabilización con geotextil de 2.000 micrones a fin de absorber los esfuerzos del suelo en su actividad natural, el empuje de los hielos al congelarse al agua contenida y así, asegurar su estabilidad en el tiempo. Debiendo controlar los sedimentos arrastrados por los cursos de agua de aporte y los vertederos que aseguran mantener su cota de contención máxima de forma automática.

### 3.1.3. Edificio nuevo para la guarda de máquina vial

**Misión:** diseñar un nuevo edificio para la guarda de los equipos viales necesarios para el mantenimiento de pista y caminos de la base, proponiendo una ubicación que mejora las condiciones operativas respecto del actual edificio.

**Características:** el edificio actual para la guarda de los equipos viales, está construido de paneles duraluminio (paredes y piso), el que se apoya directamente sobre el terreno natural. Con el paso del tiempo, la calefacción permanente y el peso de los equipos fue generando un derretimiento del permafrost debajo del piso que provocó deformaciones del mismo y acumulación de agua durante los meses estivales, llegando a existir dentro del mismo, hasta 15 cm de agua.

**Situación inicial:** respecto a la distribución de las instalaciones en función a la utilidad operativa, se puede apreciar en la siguiente fotografía, que es el edificio más alejado en relación a la pista (550 m de distancia aproximadamente), esto provoca que luego de cada gran nevada, las máquinas viales lleguen a trabajar a las pistas con una demora aproximadamente de 4 horas. Cabe señalar que el espacio interior del edificio, no es suficiente para albergar dichos equipos.



Foto N° 16: Distancia entre el edificio donde se guardan de los equipos y el sector de trabajo.  
Fuente: Elaboración propia en base a Google Earth.

#### **Trabajos realizados:**

- Determinar las características técnicas de los equipos viales para el mantenimiento de la pista de aterrizaje y caminos.

- Estudio del terreno en las cercanías del aeródromo para evaluar opciones de emplazamiento.
- Evaluación de las direcciones de los vientos (ver figura N° 5) y la afectación que provocan la acumulación de nieve sobre sectores operativos de la base y aeródromo.

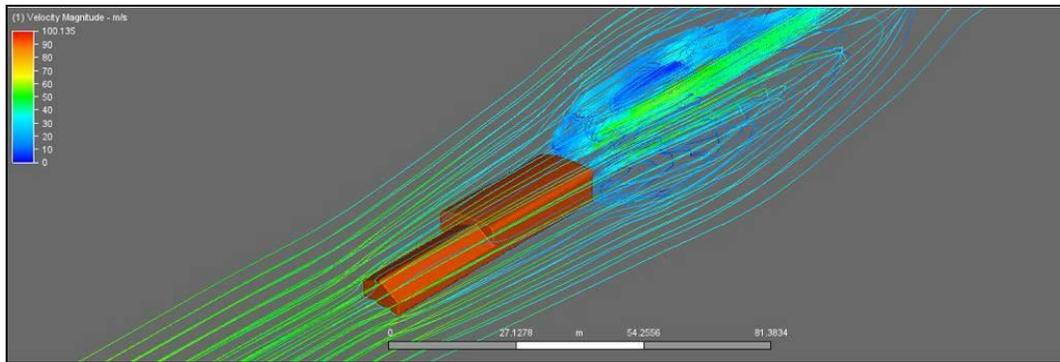


Figura N° 5: Modelación de los vientos mediante software.  
Fuente: Elaboración propia en base a software Rwin Simulation.

- Sobre los aspectos detallados en los puntos anteriores, se definió la arquitectura del nuevo edificio, presentando diferentes modelos como se ven en los siguientes renders.



Figura N° 6: Renderización de diferentes propuestas sobre la necesidad de una superficie de 15 x 40 metros.  
Fuente: Elaboración propia en base a software Lumion.

***Experiencias obtenidas:***

Si bien el edificio aún no se construye, de los estudios realizados y la elaboración del proyecto se pueden resaltar el conocimiento adquirido sobre la afectación de estructuras metálicas

sobre el permafrost generando derretimiento y asentamientos diferenciales. El diseño arquitectónico y la disposición para que disminuya la acumulación de nieve, al igual que la ubicación de los portones de acceso para que no sean rápidamente obstruidos por la nieve.

### 3.2. Base Antártica Conjunta Esperanza

Sus edificios se emplazan a unos 25 m.s.n.m. y a unos 30 m de la costa de Bahía Esperanza ( $63^{\circ} 24' S - 57^{\circ} 00' O$ ), ubicada al norte de la Península Trinidad, sobre el estrecho Antártico. Fue fundada el 17 de diciembre de 1952 y hasta la actualidad, Argentina ha mantenido su ocupación en forma ininterrumpida, siendo la única de sus bases donde envía todos los años dotaciones con sus familias. En la Base Antártica Conjunta Esperanza se encuentra la única escuela de toda la Antártica donde asisten todos los niños que invernan anualmente.



Foto N° 17: Base Antártica Conjunta Esperanza de la República Argentina.  
Fuente: Comando Conjunto Antártico - año 2023.

En este sector de la península antártica, las temperaturas medias anuales promedian  $-5,5^{\circ} C$ , los vientos son del tipo catabáticos, alcanzando habitualmente los 200 km/h.

Dentro de los proyectos ingenieriles a desarrollar en la base, se destacan la intervención sobre el muelle existente, un sistema de descarga continuo de combustible y un nuevo laboratorio científico.

#### 3.2.1. Remodelación y ampliación del muelle

**Misión:** remodelar el muelle existente en puerto Moro y de ser factible, extender su longitud 3 metros hacia el mar como se muestra en la foto N° 18. A su vez, estudiar la instalación de una grúa bandera en su extremo, lo que permitiría agilizar la carga/descarga durante las operaciones logísticas y científicas de la base.



Foto N° 18: Estado original del muelle con el requerimiento de ampliación.  
Fuente: Elaboración propia.

**Características:** la obra existente era un espigón conformado por puntales de madera y tambores de 200 litros relleno de piedras y cemento como base de apoyo, con el fin de ofrecer principalmente resistencia al empuje de los hielos. La calzada está materializada por tabloncillos de madera como se puede observar en la siguiente fotografía.



Foto N° 19: Vista del muelle hacia el mar en su estado inicial.  
Fuente: Elaboración propia.

Se dispuso de la información que el muelle ya había alcanzado esos 3 metros de extensión hacia el mar, pero pese a las pruebas con diferentes materiales, estos no resistieron el impacto de los bloques de hielo en flotación.

**Situación inicial:** el muelle contaba con una longitud de 21 metros por un ancho de 3 metros, con un deterioro considerable en su extremo (ver foto N° 20), lo que obligaba a realizar grandes trabajos de puesta en servicio con anterioridad al inicio de las operaciones de verano, asegurando su disponibilidad para la recepción de la logística necesaria para atravesar el siguiente invierno.



Foto N° 20: Vista lateral del muelle con presencia de hielos que golpean la estructura.  
Fuente: elaboración propia.

Para poder desarrollar una adecuada propuesta, se requirieron los registros de mareas, batimetrías del sector y de los vientos que afectan a dicha zona. Con esta información, sumada a los antecedentes disponibles, se elaboró el proyecto encomendado.

***Trabajos realizados:***

- Se estudió el régimen de mareas y de hielos en flotación sobre la Bahía Esperanza.
- Se interactuó con el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos sobre estudios y doctrina de obras costeras en aguas congeladas.
- Se elaboraron alternativas de ampliación y diferentes materiales constructivos, concluyendo finalmente en extender 7 metros el frente del muelle, permitiendo una mayor resistencia al empuje de los hielos mediante la descomposición de las fuerzas resultantes, en dos direcciones. Este diseño ilustrado en el render, permite una mayor vida útil de la estructura y brindar las condiciones para instalar la grúa bandera sobre su extremo.

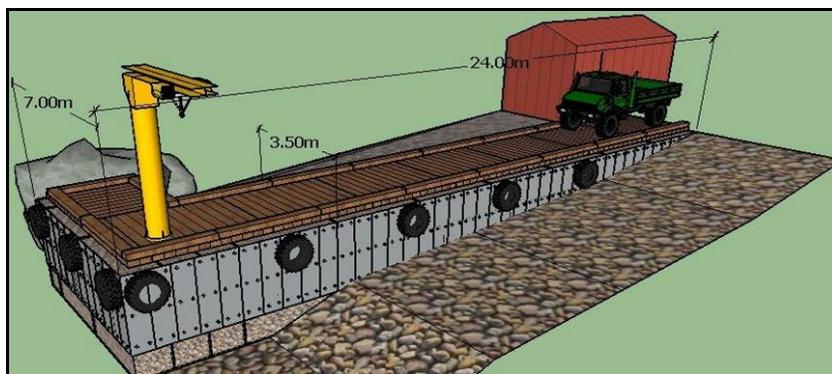


Figura N° 7: Render del proyecto del muelle presentado.  
Fuente: Elaboración propia en base a software Lumion.

***Experiencias obtenidas:***

El estudio de esta problemática fue enriquecedor desde el punto de vista ingenieril, debido a que permitió conocer los efectos que ocasionan las fuerzas de impacto de los hielos en flotación y a su vez, las fuerzas de empuje generadas por las aguas de mar al congelarse. Se debe considerar que el agua al cambiar de estado líquido a sólido, aumenta su volumen aproximadamente 30%, por esta razón se escogió que la base de apoyo fuera conformada por gaviones de malla metálica y rellenos con roca, como se puede apreciar en la siguiente fotografía.



Foto N° 21: Características típicas del permafrost con presencia de hielo.

Fuente: Fotografía sacada por el TCL. Darío Gustavo Lucero – Jefe de la Base Antártica Esperanza año 2021.

Las exigencias impuestas por los efectos de los hielos y/o del agua al congelarse, obligaron a investigar distintas tipologías de obras empleadas en lugares costeros del mundo con características similares, permitiendo determinar la inclinación del muro del muelle sin afectar la operación de los botes respecto al régimen de mareas. Como también, la conformación del cuerpo del muelle a fin de darle robustez y resistencia a las distintas sollicitaciones derivadas de los hielos. (En la foto N° 22 se puede apreciar el nuevo muelle bajo las condiciones del mar en invierno). El viento fue un factor condicionante en el cálculo de la base para la instalación de la grúa tipo bandera.



Foto N° 22: Vista lateral del muelle remodelado - julio 2022.  
Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.2. Descarga de combustible Gas Oil Antártico

**Misión:** estudiar y proponer un sistema más seguro y continuo para la descarga de combustible, desde orilla (Puerto Moro) hasta la batería de cisternas existentes, disminuyendo los riesgos humanos, ambientales y materiales. Permitiendo también, reducir los tiempos operativos en esta maniobra de trasvase de combustible.

**Características:** la base requiere una cantidad promedio de 450 metros cúbicos de combustible gas oil para afrontar el consumo anual de la base, el que es destinado para la generación de energía eléctrica, calefacción de los edificios y funcionamiento de vehículos. El almacenamiento se efectúa en una batería de 31 cisternas ubicada a 700 metros aproximadamente del muelle, y a una diferencia altimétrica de 50 metros. El combustible es transportado desde el buque hasta la base, en Rolling Tank de 2.000 litros o tambores de 200 litros, los que se llevan de modo marítimo (barcazas) o aéreo (helicópteros) y una vez en tierra, en camiones hasta la zona de las cisternas.

**Situación inicial:** la operación principal se ejecuta por mar, descargando en el muelle hasta 3 Rolling Tank por barcaza o 22 tambores. Luego, estos son transportados en camión de cargas generales, hasta el sector de las cisternas, transitando por un camino entre las distintas edificaciones de la base. Parece un recorrido corto, pero en 700 metros se deben salvar 50 metros de diferencia de altura topográfica en los que existen pendientes con curvas cerradas donde ya han ocurrido accidentes e incluso vuelcos de vehículos, aunque sin daños mayores.

**Trabajos realizados:**

Inicialmente y sin poder ejecutar un reconocimiento al terreno, se propuso un sistema de bombas instaladas en el muelle con un sistema de mangueras flexibles en carretes de 25 metros, lo que permitía el trasvase en forma continua, rápida y segura, desde las barcazas en Puerto Moro hasta las cisternas.

Luego de un reconocimiento a la base, el proyecto se ajustó a un banco de bombas de trasvase móvil y una cañería fija de 600 metros de longitud extendida por detrás de la línea de edificios (ver trazado de color azul, en la figura N° 8), con el propósito de evitar el cruce de caminos. La cañería debía instalarse con una separación del terreno de  $\pm 50$  cm, a fin de facilitar el control y mantenimiento.

El sector de vaciado y trasvase de combustible se emplazó a unos 80 metros del muelle, en un playón a cielo abierto, donde permite la maniobra de los vehículos de forma segura.

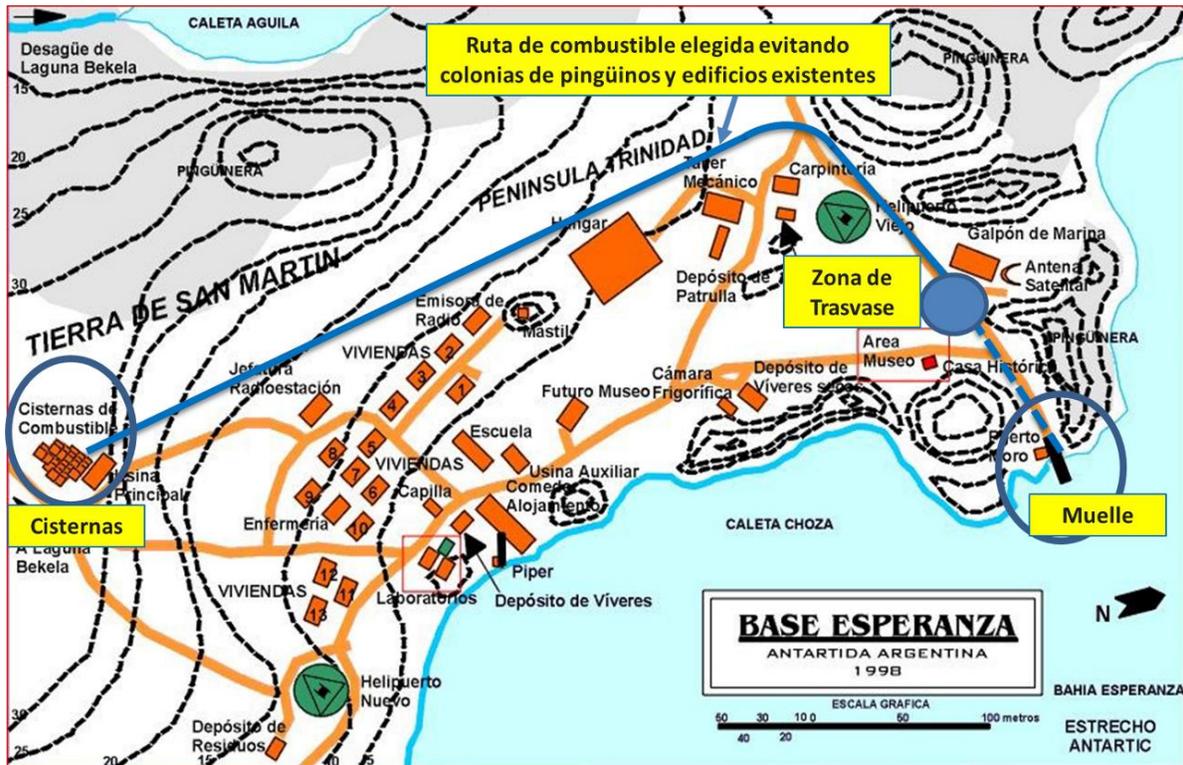


Figura N° 8: Trazado de la cañería para el trasvase de combustible desde orilla hacia las cisternas.

Fuente: <https://cienciasnaturalesybiologia2013.blogspot.com/2016/08/referencia-para-entender-el-google.html>.

***Experiencias obtenidas:***

Para definir el mejor sistema de trasvase de combustible en función a las características de la base, condiciones climáticas y normativas de cuidado ambiental, se estudiaron otros sistemas existentes en la Antártica como experiencia previa, y además se contactó al Departamento de Ingeniería de YPF S.A. con quienes se contó con total apoyo referido a las especificaciones técnicas de hidrocarburos a satisfacer por los distintos materiales empleados en estas temperaturas y condiciones ambientales, y en definir aspectos de capacidades y equipos para el sistema de bombas de impulsión.

Las exigencias dadas por la diferencia altimétrica entre el punto de trasvase y el de descarga a las cisternas sumado a la longitud de la cañería, impuso un estudio minucioso y detallado en la selección de las bombas y demás piezas, que permitieran la fabricación y armado del banco de bombas con su respectivo grupo electrógeno, facilitando la autonomía e independencia del sistema eléctrico de la base.

**3.2.3. Laboratorios Científicos Antárticos nuevo**

***Misión:*** diseñar un laboratorio científico multidisciplinario que se ajuste a las necesidades de la actividad científica antártica, con una ingeniería moderna y arquitectura de menor impacto hacia el medioambiente.

***Situación inicial:*** todas las bases argentinas cuentan con instalaciones destinadas para la práctica científica, edificaciones que inicialmente no fueron construidas para ese fin, pero que progresivamente fueron adaptadas para ello. Durante el año 2023, Argentina quiso dar un impulso firme al desarrollo de la ciencia en el Continente Blanco y por tal razón, determinó la construcción de edificios de aproximadamente 120 metros cuadrados que se ajusten a las necesidades y espacios mínimos que requiere la actividad para potenciar su trabajo (ver figura N° 9).



Figura N° 9: Render del proyecto de Laboratorio Científico Multipropósito Antártico.  
Fuente: Elaboración propia en base a software Lumion.

**Características:** este nuevo edificio cuenta con tres laboratorios equipados con mobiliario de escritorios como se aprecia en la figura N° 10, disponiendo de mesas metálicas de trabajo y equipos refrigerados para la conservación de muestras, una cocina y un baño con su antesala. En la parte inferior, cuenta con una cámara de 2 metros de altura, la que se destinó un sector para los equipos de servicios básicos y calefacción para el funcionamiento del edificio y la otra mitad, quedó reservada para guardar y almacenar equipos de campaña empleados durante los despliegues que realizan distintos grupos científicos durante el verano.

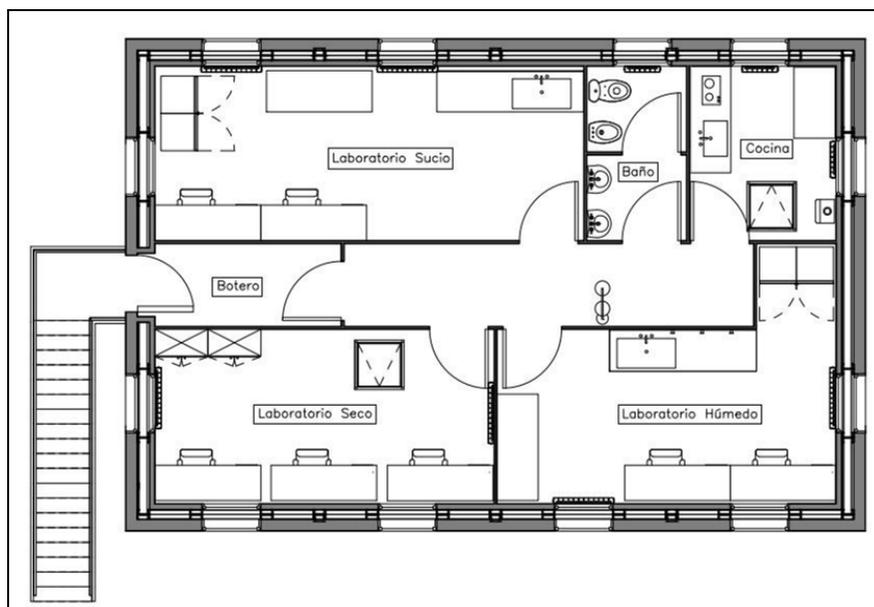


Figura N° 10: Corte en planta con identificación de los locales principales.  
Fuente: Elaboración propia en base a software Autocad.

La tipología constructiva es similar a la empleada en las últimas construcciones modernas llevadas adelante en la Antártica, como por ejemplo la Estación Antártica Comandante Ferraz (República del Brasil), Estación Antártica Taishan (China), entre otras. Donde el objetivo, es un diseño aerodinámico y separado del terreno a fin de disminuir la acumulación de nieve a su alrededor, como también generar un menor impacto ambiental tanto en el sistema de fundaciones como en la construcción de todo el edificio.

***Trabajos realizados:***

- Exhaustivo trabajo de investigación en materia de diseño, materiales aptos, tecnologías resistentes y eficientemente aislantes, modernos sistemas de calefacción y cerramiento.
- Desarrollo del proyecto, cómputo de materiales y necesidades.
- Selección y contratación de empresas y, licitación de mobiliarios y equipos.
- Capacitación de los grupos de trabajo en Buenos Aires.
- Elaboración de la memoria constructiva.
- Verificación de calidad y compatibilidad de la estructura, panelería de cerramiento y aberturas.
- Recepción de todas las compras, clasificación y entrega en puerto (a pie de buque) de todos los materiales constructivos, equipamiento y mobiliario por edificio. Como así también, del kit de herramientas necesario para ejecutar los trabajos constructivos independizándose de la disponibilidad existente en cada base.
- Dirección remota de la construcción (ver foto N° 23).



Foto N° 23: Proceso constructivo del laboratorio antártico.  
Fuente: Grupo de trabajo 2023.

***Experiencias obtenidas:***

Esta encomienda permitió conjugar las experiencia y conocimientos técnicos adquiridos en el proceso de los proyectos anteriores, donde fue imprescindible coordinar las prioridades y exigencias técnicas/ambientales tanto al equipo de trabajo interno, como a las empresas privadas, prever los tiempos para la capacitación y previsiones de los conocimientos

indispensables para los integrantes de los grupos de trabajo que debían desplegar a la Antártica a ejecutar la construcción.

Desde el punto de vista edilicio, fue un completo desafío el desarrollo de una técnica constructiva nueva para la ingeniería militar, donde se priorizó una mayor eficiencia energética en todos sus aspectos, desde diseñar el edificio con doble pared aislante, sistema de calefacción central mediante una caldera eléctrica de alto rendimiento, amplitud de ventanas con doble vidrio hermético (DVH) para aprovechar el calor solar hasta, su elevación del terreno impidiendo la acumulación de nieve en cualquier época del año. En la siguiente fotografía se muestra la obra concluida.



Foto N° 24: Inauguración del Laboratorio Científico Multidisciplinario Antártico.  
Fuente: Grupo de trabajo - 2023.

#### 4. CONCLUSIONES

La construcción en el Continente Antártico impone una exigencia mayor a la hora de asumir las responsabilidades tanto de proyecto como en la dirección de obras, es un ambiente tan inhóspito como hostil y esto último, esta referenciado a las condiciones climatológicas únicas y más extremas de todo el planeta, a su aislamiento natural y su difícil posibilidad de llegar o salir. Considerando que, si no se planifican detalladamente todas las necesidades y suministros para cada campaña y obra, el medio no las proveerá una vez instalados en la Antártica.

En el presente artículo fueron puesto de manifiesto, los factores más preponderantes a considerar a la hora de llevar adelante la responsabilidad de una obra nueva o reformas importantes, factores que en algunos casos no suelen ser tan significativos en lugares donde vivimos cotidianamente, pero que si no se los valora y toma con la adecuada relevancia al

caso, pueden llegar a provocar el fracaso del proyecto o aún peor, el colapso de la estructura una vez puesta en servicio.

Resumiendo, la importancia de los factores resaltados, tenemos:

- Las **normas regulatorias**: la responsabilidad de conocer y respetar las pautas que se aprobaron mediante el Tratado Antártico para el desarrollo de toda actividad dentro del Continente Antártico y al que, los países firmantes se adhirieron. El no cumplimiento de las pautas fijadas en los protocolos emanados puede llevar a sanciones y penalizaciones internacionales contra el país responsable.
- La **preservación del ambiente**: en síntesis la trascendencia que representa este aspecto para cualquier proyecto a ejecutar en la Antártica, es una exigencia que requiere mayor esfuerzo y experiencia a los aplicado en cualquier obra desarrollada en los otros continentes, impone al país interesado para obtener las correspondientes aprobaciones de los miembros consultivos del Tratado Antártico, la designación de profesionales que conozcan los procedimientos y tiempos establecidos y acordados en las distintas reuniones consultivas.
- Las **condiciones climatológicas**: independientemente del sector de la Antártica donde se proyecten las obras, exige estudiar los registros las exigencias que deben tener estas obras: compatibilizar un diseño arquitectónico moderno, empleando materiales constructivos con mayor resistencia a las bajas temperaturas, con mejor aislación térmica, y un desarrollo de ingeniería basada en conceptos de eficiencia energética (respetando los criterios ambientales). Por otro lado, se deberá tener en cuenta la planificación de las etapas para su ejecución y finalización de obra.
- La **geotecnia**: es un campo fundamental para la construcción en la Antártica, los desafíos que plantea la geotecnia en este entorno complejo y desafiante, requieren un conocimiento profundo de las propiedades de los suelos y rocas antárticas. Los ingenieros civiles deben tener en cuenta las condiciones únicas que existen en esas latitudes, para diseñar y construir estructuras seguras y duraderas logrando incluso, el control sobre la erosión y la inestabilidad del terreno con gran presencia de permafrost.
- El **hombre**: independientemente de las capacidades profesionales que pudieran tener cada integrante, el aislamiento y las condiciones habituales de estadía suelen generar reacciones individuales que afectan críticamente al grupo de trabajo y poner en serio riesgo el cumplimiento del proyecto.

Los ejemplos destacados de las bases Antárticas Marambio y Esperanza pretendieron transmitir las experiencias y aprendizajes adquiridos, y que en cada caso señalaron un criterio para adoptar la mejor solución a los requerimientos. Debiendo profundizar previamente el

estudio e investigación sobre las mejores técnicas constructivas y los materiales certificados para las condiciones que impone la Antártica.

Queda por delante, el desafío de estudiar los efectos generados por el calentamiento global sobre el permafrost y las afectaciones derivadas en las obras apoyadas sobre este tipo de suelo, sumado a las consecuencias especiales que se generen en la Antártica a raíz de este cambio climático mundial.

## REFERENCIAS

- Arceiz López, J. L. (2011). Documento de Opinión 12/2011 “La protección del medio ambiente antártico”. Instituto Español de Estudios Estratégicos.
- Bastias, Joaquín; Lea Israel Omerovic, AT (2019). Article in International Geology “The Byers Basin: Jurassic-Cretaceous tectonic and depositional evolution of the forearc deposits of the South Shetland Islands and its implications for the northern Antarctic Peninsula”.  
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00206814.2019.1655669>
- Campbell, I.B. and Claridge, G.G.C. (1987). Antarctica: Soils, weathering processes and environment. N.Z. Soil Bureau, Department of Scientific and Industrial Research, Lower Hutt, New Zealand. Elsevier Science Publishers B.V.
- González, J.; Elechiguerra, P.; Paredes Bartolomé, C.; Roperó Azañón, M. A. (2022). Deformación del terreno por la cimentación de un nuevo módulo en la Base Antártica Española Gabriel de Castilla, Isla Decepción, Antártica. Boletín Geológico y Minero 133 (2), 95-121. ISSN: 0366-0176. <http://dx.doi.org/10.21701/bolgeomin/133.2/004>
- Goyanes, Gabriel y Yermolin, Yevgeniy (2016). Estudio de las condiciones del techo del permafrost y de la capa activa del terraplén de asentamiento del Museo Otto Nordenskjöld, Isla Cerro Nevado, Antártica. Rev. Asoc. Geol. Argent. vol.73 N° 4 Buenos Aires.
- Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto. (s.f.). Sobre la Antártica. <https://cancilleria.gob.ar/es/iniciativas/dna/divulgacion/sobre-la-antartida#:~:text=Alrededor%20de%20las%20costas%20ant%C3%A1rticas,C%20dependiendo%20de%20la%20regi%C3%B3n>.
- Montes, Marilú; Nozal Martón, Francisco; del Valle, Rodolfo y Martín Serrano, Ángeles (2019). Geología y Geomorfología de Bahía Esperanza. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.
- Organización de las Tierras Antárticas. (s.f.). Antártica es la mayor reserva de agua dulce. <https://antarcticlands.org/es/antartida-es-la-mayor-reserva-de-agua-dulce/>
- Secretaría del Tratado Antártico, 2016. Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente (más los Anexos). RCTA XXXIX Reunión Consultiva del Tratado Antártico (Vol. I). Santiago. [https://documents.ats.aq/ATCM39/fr/ATCM39\\_fr001\\_s.pdf](https://documents.ats.aq/ATCM39/fr/ATCM39_fr001_s.pdf)

Silva Busso, A. A. (2009). El Agua en el norte de la Península Antártica. Vázquez Mazzini Editores.

Silva Busso, A.; Sánchez, R. y Fresina, M. (2000). Caracterización del comportamiento hidrogeológico en la Isla Marambio, Antártica.

## DISEÑO PRELIMINAR DE UNA HERRAMIENTA TECNOLÓGICA PARA EL CONTROL DE SALIDA DE VEHÍCULOS NOMINADOS DE LA JEFATURA ADMINISTRATIVA Y LOGÍSTICA DEL CAMPO MILITAR “LA REINA”

**Fecha de recepción:** 28 de diciembre de 2023

**Fecha de aceptación:** 28 de febrero de 2024

CAP. Daniela Sotomayor Sanhueza<sup>1</sup>

**Resumen:** *la presente investigación surge como respuesta a una necesidad crítica, identificada por la Jefatura Administrativa y Logística del Campo Militar "La Reina". El propósito principal es optimizar la gestión del proceso de salida de los vehículos, aprovechando al máximo los recursos materiales y humanos disponibles. Mediante la investigación se entenderá el problema y las expectativas de la unidad, identificando el problema central; en segunda instancia se busca planificar y determinar las mejores herramientas aplicando métodos y conocimientos científicos; con ello se estructurarán y prepararán las soluciones considerando los requerimientos levantados en forma conjunta entre la unidad y la investigadora. Finalmente, se construirá una solución innovadora, basada en los principios fundamentales de la ingeniería de software. Esta metodología incorpora un diseño conceptual y preliminar, con una visión hacia el futuro que garantiza su escalabilidad, asegurando así su relevancia y utilidad continuada en el ámbito militar.*

**Palabras clave:** *plataforma tecnológica, ingeniería de software, requerimientos, implementación.*

## PRELIMINARY DESIGN OF A TECHNOLOGICAL TOOL FOR THE CONTROL OF NOMINATED VEHICLE DEPARTURES BY THE ADMINISTRATIVE AND LOGISTICS HEADQUARTERS OF THE MILITARY FIELD “LA REINA”

**Abstract:** *this research emerges as a critical response identified by the Administrative and Logistics Department of the "La Reina" Military Campus. The main purpose is to optimize the management of the vehicle departure process, making the most of the available material and human resources. Through the research, the problem and expectations of the unit will be understood, identifying the core issue. In the second instance, planning and determining the best tools will be sought through the application of scientific methods and knowledge. This will lead to the structuring and preparation of solutions, taking into account the requirements jointly identified by the unit and the retailer. Finally, an innovative solution will be built based on the fundamental principles of Software Engineering. This methodology incorporates a conceptual and preliminary design, with a forward-looking vision that ensures its scalability, thereby guaranteeing its ongoing relevance and utility in the military context.*

**Key Words:** *technological platform, software engineering, requirements, implementation.*

---

<sup>1</sup> Oficial de Ejército de Chile, Ingeniero Politécnico Militar mención Comunicaciones e Informática de la Academia Politécnica Militar del Ejército de Chile. Actualmente desempeña labores en el Cuartel General de la VI División de Ejército como Jefe del Departamento VI (Mando y Control). Email: d.sotomayorsanhueza@gmail.com

## **1. INTRODUCCIÓN**

La institución ha realizado grandes esfuerzos en investigación y tecnología para modernizar sus procesos, es por ello que este trabajo no abordará un tema a nivel de organización, sino uno que solucione los problemas del rodaje diario de una unidad, con el objeto de apoyar la identificación del problema, sus causas y los efectos que esta debe enfrentar. En este contexto, la presente investigación se centrará en el área logística, específicamente, en la sección transporte, la que, sin duda, tiene una serie de desafíos en cuanto a la modernización de sus procesos.

Para lograr esto, la Jefatura Administrativa y Logística del Campo Militar “La Reina”, en adelante JAL CMLR, apoyará no solo con antecedentes claves a la investigación, sino también con la experiencia de su personal, que será fundamental para encontrar una solución enfocada en los usuarios. El desarrollo de los procesos consistirá en el análisis del problema y de los involucrados, mediante la metodología del árbol del problema, con la que se identificará el problema central; a continuación se seleccionará la estrategia óptima para la solución. Asimismo, se determinarán el objetivo principal y sus objetivos específicos, para sentar las bases que permitirán levantar una adecuada y detallada secuencia metodológica, que será la guía principal de la investigación.

Finalmente, la propuesta contendrá tanto un diseño conceptual como uno preliminar, para culminar con un prototipo, siendo esta la acción inicial para una posible mejora en la JAL CMLR.

## **2. DESARROLLO**

### **2.1. Planteamiento del problema**

Para reconocer el problema central de investigación, se empleará la metodología CEPAL, que radica en un enfoque sistemático para comprender y solucionar el problema de una manera integral, es por ello que dentro de los pasos que se deben considerar están: la definición clara del problema, análisis de las causas y efectos, identificación del objetivo (del general y los medios en diferentes niveles), la identificación de las alternativas de solución y la selección de la alternativa óptima (Ortegón, *et al.* 2005, p. 14).

#### a) Árbol del problema

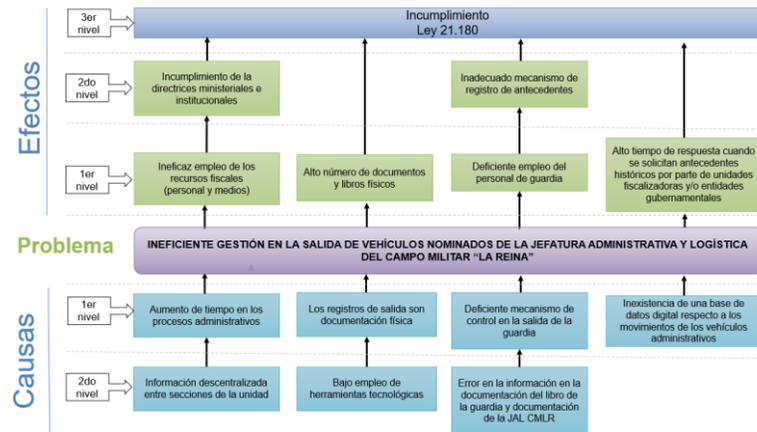


Figura N° 1: Árbol de causa y efecto.  
Fuente: Elaboración propia (2023).

- b) Identificación del problema central. De acuerdo con lo anterior, corresponde a: una ineficiente gestión en la salida de vehículos nominados de la JAL CMLR.
- c) Identificación del objetivo y los medios, empleando la herramienta del árbol de medios y fines, que es una estrategia que desglosa los objetivos más pequeños y manejables, mostrando la conexión entre las acciones y objetivos, para una mejor comprensión, planificación y toma de decisiones. Así se obtiene el siguiente resultado:

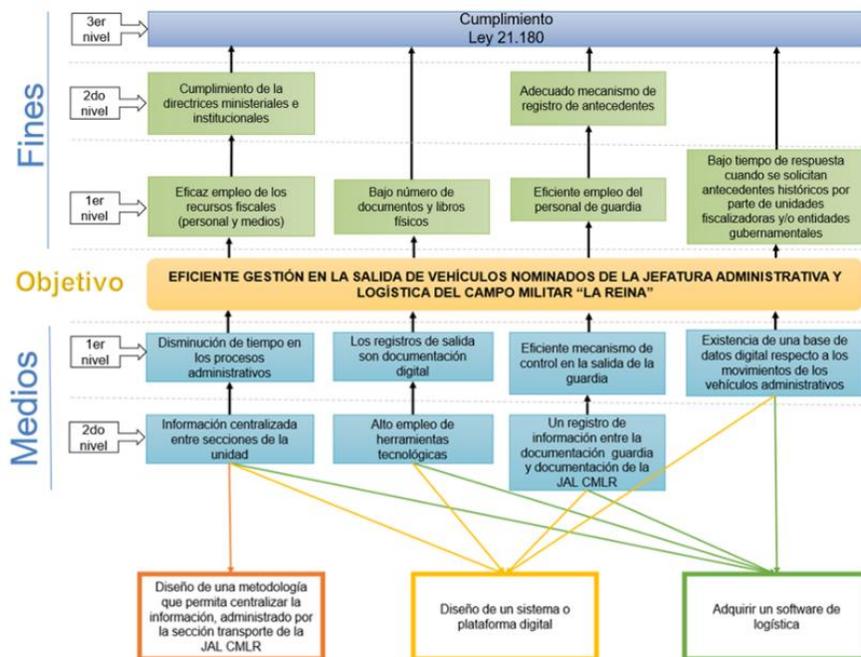


Figura N° 2: Árbol de medios y fines.  
Fuente: Elaboración propia (2023).

d) Alternativas de solución y selección de la alternativa óptima. De la figura N° 2, árbol de los medios y fines, podemos desprender inmediatamente las alternativas de solución propuestas. La selección de la solución óptima a través de un panel de expertos implica reunir a individuos con conocimientos y experiencia en el área específica del problema para que evalúen y elijan la mejor opción. Empleando la encuesta<sup>1</sup> como herramienta principal, el panel seleccionado concluyó que la alternativa más adecuada para solucionar el problema levantado es “*el diseño de un sistema o plataforma digital*”.

## 2.2. Metodología

El desarrollo de este trabajo se basará en una investigación que abarca diferentes enfoques. Inicialmente, se llevará a cabo una investigación de tipo empírica, aplicada y de carácter micro, como se mencionó previamente. No obstante, la mayor parte de la investigación se realizará utilizando un enfoque mixto, que combina la investigación exploratoria y descriptiva.

## 2.3. Secuencia metodológica

Una secuencia metodológica constituye un conjunto sistemático de pasos, procesos o fases que se implementan en un estudio, investigación o proyecto, con el fin de alcanzar un objetivo particular. Esta metodología actúa como una guía estructurada, asegurando la cobertura de todas las etapas necesarias para obtener los resultados deseados (Creswell, 2009).

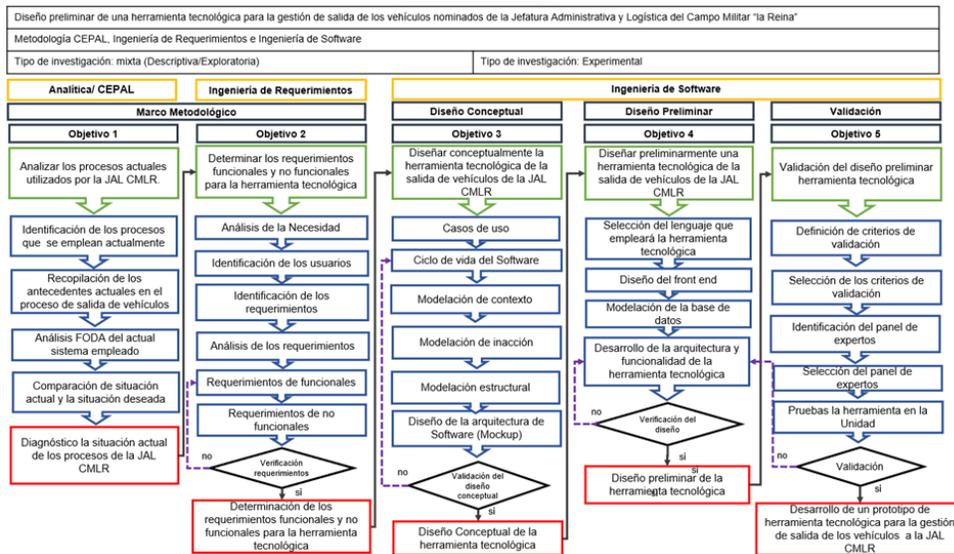


Figura N° 3: Secuencia metodológica.

Fuente: Elaboración propia (2023).

<sup>1</sup>Encuesta: herramienta para demostrar las actitudes, valores y percepciones del público sobre diversos asuntos; la encuesta sigue una metodología para asegurar que los resultados de esta realmente representan las opiniones de la comunidad muestreada. (Ortegón, et al. 2005, p. 14).

## 2.4. Marco Teórico

En esta etapa se presenta la información teórica que sustenta la presente investigación, reuniendo la teoría, modelo, conceptos y principios legales e institucionales más relevantes, que guiarán el presente estudio.

- a) Ingeniería de requerimientos: se empleará para el análisis de la necesidad, de usuarios y de requerimientos tanto funcionales como no funcionales.
- b) Ingeniería de software: considerando su relevancia para garantizar la calidad, eficiencia, confiabilidad y adaptabilidad de los productos de software, lo que favorece el éxito y la satisfacción del usuario final.
- c) Requerimientos funcionales y no funcionales: sirven para asegurar que el software cumpla con las expectativas del usuario y que funcione de manera eficaz y eficiente. Los requisitos funcionales se centran en "qué" hace el software, mientras que los requisitos no funcionales se centran en "cómo" lo hace y en su calidad general.
- d) Normativa legal: establece el marco legal, regulaciones y reglas que rigen al personal, la organización y las entidades dentro de la institución, sustentado en las leyes y decretos asociados al empleo de vehículos fiscales que se encuentren sujetos a escrutinio público.
- e) Ley N° 21.180 "Transformación Digital del Estado": esta ley tiene el propósito de contar con un Estado innovador que impulse el talento humano para entregar mejores servicios y un Estado sustentable y eficiente que ahorre costos innecesarios y progresivamente prescinda del uso de papel (Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 2019).
- f) Cartilla Registro de Vehículos, Maquinarias y Equipos: esta cartilla ha sido elaborada para normar y registrar todas las salidas y comisiones de servicio, además de la información relacionada con el empleo, mantenimiento y combustible de los vehículos, maquinarias y equipos de cargo del Ejército, en el total del período que comprende su vida útil.

## 2.5. Análisis de la situación actual y situación deseada

Mediante herramientas tales como reuniones y lluvia de ideas, se logra llevar a cabo un diagrama de flujo con los procesos que actualmente emplea la Compañía Administrativa y Logística (CLA) del CMLR. Este trabajo fue esencial para contar con una representación gráfica que nos proporcione claridad y comprensión, además de entregar un documento que evite malentendidos con la unidad donde se está realizando este estudio, ya que es el personal de esta unidad quien participa del proceso de salida de los vehículos.



Respuesta cuando se solicitan antecedentes históricos por parte de unidades fiscalizadoras y/o entidades gubernamentales	La información se encuentra en las fuentes tanto activas como pasivas. Por lo tanto, si se requiere de antecedentes que daten de varios años, esta se vuelve lenta y poco efectiva.	Contar con una plataforma digital que tenga la información centralizada y entregue reportes adecuados para el control de los mandos e información en un corto plazo cuando esta sea requerida.
Registro de antecedentes	Actualmente existen 3 tipos de registros, que deben ser coherentes entre sí. La dificultad de este proceso se centra en los errores humanos y dificultad para la revisión de la totalidad de los antecedentes al estar en diferentes libros y documentos, disminuyendo la eficiencia tanto en el proceso de registro como de control.	Contar con una fuente de información con los datos que deben ser controlados y modificados por los diferentes actores de los procesos de salida de vehículos. Este debe contar con las restricciones suficientes para que cada usuario modifique los antecedentes que le corresponda según su puesto. Esto aumentará la eficiencia en la gestión, descongestionará de datos duplicados el proceso, brindando mayor credibilidad a la información.

Tabla N° 1: Análisis actual y deseado.

Fuente: Elaboración propia (2023).

## 2.6. Análisis de requerimientos

Para realizar el análisis se emplean los pasos detallados por Gómez (2011): identificar a los usuarios, recopilar información, analizar y categorizar los requerimientos, documentar y verificar los requerimientos, y gestionar los cambios de requerimientos.

A continuación, se detallan los pasos señalados anteriormente:

- a) Identificación de los usuarios: mediante entrevistas, utilizando el marco de los requerimientos según Gómez (2011), se identifican los involucrados en el proceso. En seguida, estos son clasificados a través de la matriz RACI,<sup>2</sup> lo que arroja como usuarios principales de la herramienta tecnológica al jefe administrativo y logístico del CMLR, al comandante de la CLA, al comandante de la Sección Transporte, al comandante de guardia y a los solicitantes del servicio.
- b) Recopilación de la información: en esta fase se recolecta la información más relevante sobre la necesidad, expectativas y restricciones de los *stakeholder*, en relación con la herramienta tecnológica. El resultado son los requerimientos y la descripción de estos.

1	2
Requisito	Descripción
Ingreso de usuarios	Que el sistema permita que el ingreso del usuario sea por medio de una clave única
Ingreso de datos	Para un uso más simple, priorizar el empleo de selección de alternativas, pestañas desplegadas y solo en campos específicos que el usuario debe escribir (y se debe especificar como detallar ese campo).
Rendimiento	El sistema debe ser capaz de responder de manera rápida a las solicitudes, con tiempos de carga y respuesta mínimos.
Usabilidad	El sistema debe ser intuitivo y fácil de usar, con una interfaz de usuario clara y coherente, facilitando la navegación y minimizando la curva de aprendizaje para los usuarios.
Disponibilidad	El sistema debe estar disponible y accesible en todo momento, con un tiempo de actividad alto y una planificación adecuada para el mantenimiento y las actualizaciones programadas.
Registro de antecedentes	Debe contener como mínimo los siguientes campos: Tipo de vehículo, PPU, nombre del conductor, destino, fecha y hora de salida, fecha y hora de ingreso, cantidad de pasajeros, documento que dispone la comisión.
Comentarios	El sistema debe permitir a los usuarios dejar observaciones para ampliar la información o para documentar el rechazo en alguna etapa del proceso

<sup>2</sup> La matriz RACI (*responsible, accountable, consulted and informed*) es una herramienta de gestión y organización que se utiliza para definir y rastrear los roles y responsabilidades en un proyecto, tarea o proceso.

Vista de la información	Que el sistema entregue a cada usuario, según su puesto, la información que corresponda, sin que pueda visualizar las ventanas previstas para otros usuarios.
Automatización de procesos actuales	La herramienta tecnológica debe ser capaz de automatizar los procesos administrativos actuales utilizados por la JAL CMLR, como la gestión de solicitudes, cartilla de mantenimientos y registros en la guardia.
Eficiencia y productividad	La herramienta debe mejorar la eficiencia y la productividad al agilizar los flujos de trabajo y reducir los errores asociados al manejo de documentos en papel.
Ahorro de tiempo y recursos	Debe contribuir al ahorro de tiempo y recursos al eliminar la necesidad de imprimir, archivar, buscar o transportar físicamente documentos.
Gestión de documentos digitales	Debe permitir la creación, almacenamiento, búsqueda y gestión eficiente de documentos digitales relacionados con los procesos administrativos.
Escalabilidad y adaptabilidad	La herramienta debe ser escalable y adaptable a medida que las necesidades y procesos de la JAL CMLR evolucionen con el tiempo.
Seguridad de datos	Debe incorporar medidas de seguridad avanzadas, como la encriptación de datos, para proteger la integridad y confidencialidad de la información almacenada.

Tabla N° 2: Definición de requerimientos.

Fuente: Elaboración propia (2023).

## 2.7. Diseño conceptual

El diseño conceptual, en el contexto de las herramientas tecnológicas, se refiere a la etapa inicial del proceso de diseño de un sistema o software, donde se establecen las bases conceptuales y la arquitectura general de la solución tecnológica.

Antes de iniciar esta etapa crucial, primero es necesario señalar que se empleará ingeniería de software con el escrito Sommerville (2011) como referente, por lo que se seleccionará el ciclo de vida del software más adecuado para el desarrollo del proyecto, el cual, por sus características, se ceñirá al ciclo de vida de cascada:

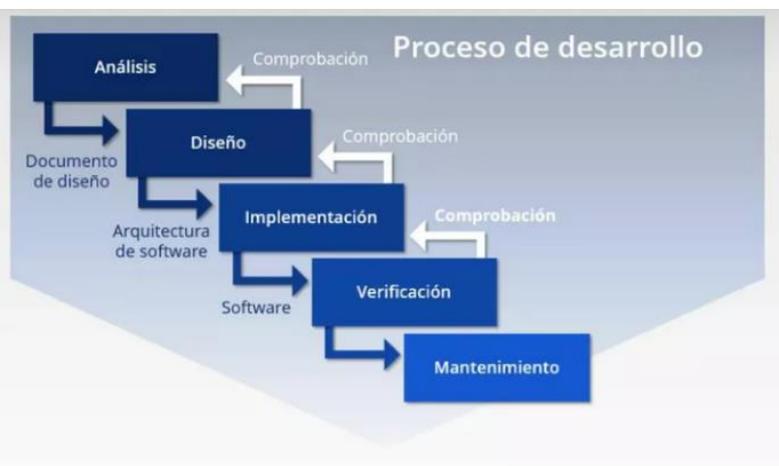


Figura N° 6: Ciclo de vida del software.

Fuente: El modelo en cascada: desarrollo secuencial de software (2019), <https://www.ionos.mx>.

Una vez definido el ciclo de vida, se realiza el modelado de contexto, que corresponde a una técnica para comprender y representar el entorno en el que opera un sistema de software. Esta técnica es esencial para el análisis y diseño de sistemas, ya que nos entrega una visión completa y detallada de todos los factores que influyen en él, así como de las interacciones que el sistema tiene con su entorno (González, *et al.* 2010).

Se continúa con el modelado de iteración de Sommerville (2011), que es una técnica para representar y diseñar la forma en que los diferentes componentes de un sistema interactúan entre sí y con los usuarios. Su principal objetivo es comprender, planificar y visualizar cómo se llevará a cabo la comunicación y la interacción en el sistema de software. Estará compuesto de los siguientes pasos: entre los actores y el sistema en forma genérica, crear el flujo de las acciones determinadas en los casos de usos, se ejecuta el desarrollo detallado de los casos de uso detallado y levantamiento del diagrama de secuencia.

Para el modelado de la estructura se emplearán dos herramientas: el modelo entidad-relación (ER) y diagramas de clases, los cuales modelan los datos utilizados en el diseño de bases de datos para describir su estructura lógica en términos de entidades, atributos y relaciones entre ellas.

El diseño de la arquitectura de software desempeña un papel crucial al definir la estructura tanto de los datos como de los componentes necesarios para la construcción de un software. En el contexto de las funcionalidades requeridas por los usuarios para el desarrollo del software de control, el propósito de diseñar la arquitectura es entender los lineamientos que ayudan a la construcción del programa. Estos servirán como guía para tomar decisiones en el desarrollo de la aplicación.

Finalmente, se elabora un *mockup* con los conocimientos recabados a la fecha en la investigación, los que son presentados al personal de la CLA. Este método fue valioso para llevar a cabo la validación del diseño, ya que es una herramienta gráfica que permite a los usuarios dar su opinión sobre las mejoras de cada interfaz, es así como se inicia una negociación que dará como resultado un diseño realista para ser ejecutado en el tiempo disponible, además de cubrir los procesos actuales y las expectativas de la unidad patrocinadora.

## **2.8. Diseño preliminar**

En esta fase se desarrolla la arquitectura del sistema que implica la concepción y diseño de la implementación deseada, la interacción entre las diferentes partes y la integración de los componentes, ya sean de naturaleza software, hardware, recursos humanos o materiales. Para identificar y seleccionar estos se recurrirá a cuadros comparativos y al análisis jerárquico analítico. Asimismo, se considerará una variedad de componentes con el fin de optimizar el diseño en función de las necesidades y los objetivos del proyecto.

Para lograr con éxito el objetivo trazado, se selecciona como lenguaje de programación PHP, mediante la herramienta Total Desicion, considerando los siguientes factores: disponibilidad, código abierto, velocidad, rendimiento, flexibilidad y seguridad.

Se diseña un *front-end* proporcionando una experiencia de usuario atractiva, intuitiva y eficiente. Entre las consideraciones del diseño, se tomarán en cuenta para la creación de la interfaz: el diseño del repositorio, la arquitectura de la información, imagen, accesibilidad, interacción con el usuario, compatibilidad con el navegador y mecanismos de seguridad.



Figura N° 7: Front-End de ingreso usuario.  
Fuente: Elaboración propia (2023).

El ambiente fue modelado en forma local, para ser empleado mediante el sistema intranet, utilizando una herramienta sencilla y gratuita (Xampp), la que, si bien se utilizará en Windows,<sup>3</sup> también puede ser ejecutada en Mac OS, Linux y Solaris.

Para la modelación de la base datos, se empleó PhpMyAdmin, una aplicación web que se utiliza para la administración de base de datos MySQL de forma natural y con una interfaz amigable.

Una vez levantados los códigos, estos deben ser verificados para comprobar su correcto funcionamiento antes de ser presentado el proyecto a los usuarios, para ello se emplearon las pruebas de componentes unitarios utilizando el programa gratuito PHPUnit. Una vez pasadas dichas pruebas, se selecciona un panel de expertos para que valide la metodología con que se ejecutarán las pruebas con los usuarios.

El proyecto es validado por los involucrados en el proceso de salida de los vehículos administrativos por el CMLR, en una reunión donde se presentaron los requerimientos acordados y el prototipo creado por la investigadora.

Finalmente, la validación de la herramienta tecnológica sienta las bases para su implementación efectiva en el entorno de aplicación previsto. Con el respaldo de esta

---

<sup>3</sup> Esta elección surge debido a que el sistema operativo más usado en la institución es Windows.

validación, se tiene la seguridad de que la herramienta está preparada para cumplir con las necesidades y expectativas de sus futuros usuarios, así como para aportar un valor significativo en su ámbito de aplicación.

### **3. CONCLUSIONES**

La investigación surge a partir de la inquietud de la Jefatura Administrativa y Logística del Campo Militar la Reina para mejorar los largos procesos administrativos que actualmente se realizan en la logística del cargo vehicular de dicha unidad. Es así como, utilizando la metodología del árbol de causas y efectos, se identificaron los problemas subyacentes. A ello se suman los actores externos, denominados panel de expertos, cuyos conocimientos y experiencia fueron fundamentales en la identificación de una solución alternativa: el diseño de un sistema o plataforma digital.

Para enfrentar el proyecto se desarrolló el marco metodológico, el cual proporcionó la estructura necesaria para abordar la problemática y cumplir con los objetivos. Siguió etapas que incluyeron la identificación de procesos actuales, la determinación de requerimientos funcionales, el diseño conceptual y preliminar de la herramienta tecnológica, así como la validación del diseño.

La presente herramienta tecnológica se encuentra en una fase inicial por lo que aún posee limitaciones en sus funciones, las que pueden ser mejoradas, modificadas y/o aumentadas según el empleo en la unidad al momento de su entrada en funcionamiento. El desarrollo de esta investigación no solo entregó beneficios a la unidad, sino también a la investigadora, quien, gracias a las herramientas entregadas por la Academia Politécnica Militar, la investigación y asesoría de personal especializado, logró concretar el desarrollo de una herramienta que cumple con las expectativas del personal de la JAL CMLR.

Finalmente, como reflexión, se puede señalar que la resolución de múltiples desafíos en el ámbito de la gestión institucional puede alcanzarse a través de la investigación y desarrollo de diversas tecnologías. La institución cuenta, sin lugar a duda, con personal altamente capacitado y motivado dispuesto a crear soluciones innovadoras que constituirán un valioso aporte al Ejército de Chile.

### **REFERENCIAS**

CEPAL. (2005). Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de los proyectos y programa. Naciones Unidas.

- Creswell, J. W. (2009). *Research Design: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches*. Estados Unidos.
- Gómez, C. (2011). *Análisis en requerimientos*. Universidad Autónoma Metropolitana, México D.F.
- González, L. y Urrego G. (2010). *Modelo de contexto y de dominio para la ingeniería de requisitos de sistemas ubicuos*. Universidad de Medellín.
- Ministerio Secretaría General de la Presidencia. (2019). Ley N° 21.180 “Transformación Digital del Estado”. Chile.
- Ortegón, E.; Pacheco J. y Roura, H. (2005). *Metodología general de identificación, preparación y evaluación de proyectos de inversión pública*. Santiago de Chile.
- Sommerville, I. (2011). *Ingeniería de Software*. Pearson Educación, México.

## DISEÑO PRELIMINAR DE UN SOFTWARE DE ADMINISTRACIÓN Y GESTIÓN DE ACTIVOS PARA EL DEPÓSITO DE CARGO DE OPERACIONES DE PAZ

**Fecha de recepción:** 28 de diciembre de 2023

**Fecha de aceptación:** 28 de febrero de 2024

CAP. Fernando Otárola González<sup>1</sup>

**Resumen:** *el propósito del presente artículo es abordar el desarrollo de un demostrador tecnológico destinado a mejorar la gestión de activos de la Fuerza de Paz Conjunta "Cruz del Sur", los cuales se encuentran bajo la custodia del Depósito de Cargo de Operaciones de Paz (DCO) en dependencias del Regimiento Logístico del Ejército N° 2 "Arsenales de Guerra".*

*La investigación empleó diversas herramientas metodológicas que permitieron diseñar un software y desarrollar un demostrador tecnológico. Este último tiene la capacidad de automatizar las labores de administración y gestión de los activos de la Fuerza de Paz Conjunta "Cruz del Sur". Su propósito radica en optimizar el control y desarrollo de las tareas vinculadas a la gestión de dichos activos, lo que se traduce en una mejora significativa de la eficiencia en la ejecución de las tareas y procesos administrativos que desarrolla el DCO.*

**Palabras clave:** *software, gestión de activos, fuerza de paz, demostrador tecnológico, diseño preliminar.*

## PRELIMINARY DESIGN OF AN ASSET MANAGEMENT AND ADMINISTRATION SOFTWARE FOR THE CARGO DEPOT OF PEACE OPERATIONS

**Abstract:** *the purpose of this article is to address the development of a technological demonstrator aimed at improving the management of assets within the Combined Joint Peace Force "Cruz del Sur", which are under the custody of the Depot of Peace Operations (DCO) at the Army Logistic Regiment N° 2 "Arsenales de Guerra".*

*The research employed various methodological tools that allowed for the design of software and the development of a technological demonstrator. The latter has the ability to automate the administrative and management tasks of the assets of the "Cruz del Sur" Joint Peace Force. Its purpose lies in optimizing the control and development of tasks associated with the management of these assets, resulting in a significant improvement in the efficiency of executing administrative tasks and processes carried out by the DCO.*

**Key Words:** *software, asset management, peace force, technological demonstrator, preliminary design.*

---

<sup>1</sup> Oficial del Ejército de Chile, Ingeniero Politécnico Militar mención Comunicaciones e Informática de la Academia Politécnica Militar del Ejército de Chile. Actualmente desempeña labores como Oficial de Mando y Control de la Brigada de Operaciones Especiales del Ejército de Chile. Email: fernando.otarola@ejercito.cl

## **1. INTRODUCCIÓN**

La razón de ser del Ejército de Chile es contribuir de manera fundamental a preservar la paz y su misión principal es garantizar la soberanía nacional, mantener la integridad territorial, junto con proteger a la población, instituciones y recursos vitales del país, frente a cualquier amenaza o agresión externa, y también constituir una importante herramienta para la política exterior de Chile (Ministerio de Defensa, 2017, p. 264). Es en este contexto donde podemos notar que uno de los principales medios con los que cuenta nuestro Ejército es la Fuerza de Paz Conjunta Combinada “Cruz del Sur”.

Para cumplir esta misión, las tareas de administración y gestión son fundamentales, considerando la cantidad y diversidad de material que es custodiado. Este material está compuesto por distintos rubros, que son: armamento, vehículos, munición, vestuario y equipo, contenedores, carpas de habitabilidad, mobiliario, plantas de purificación de agua, óptica y oprónica, telecomunicaciones, equipo técnico eléctrico, equipo técnico de fontanería, entre otros.

Administrar, gestionar y mantener el ciclo de vida de los activos mencionados, requiere contar con información actualizada, confiable, verídica y oportuna, además de un sistema informático que la gestione, sistema con el cual esta unidad no cuenta a la fecha.

El propósito del presente artículo es dar a conocer el diseño preliminar de un software que facilita la administración y gestión de los activos de la Fuerza de Paz Conjunta Combinada “Cruz del Sur”, solución desarrollada a través de la utilización de ingeniería de software y metodología de la investigación, lo que finalizó con el desarrollo de una herramienta informática que permite la digitalización y optimización de las tareas administrativas llevadas a cabo por el Depósito de Cargo de Operaciones de Paz, de manera trazable y eficiente.<sup>1</sup>

## **2. DESARROLLO**

### **2.1 Problema de Investigación**

Para visualizar el problema que afecta a esta organización, se utilizó la metodología general de identificación, preparación y evaluación de proyectos de inversión pública (Ortegón, *et al.* 2005), iniciando con el análisis de los involucrados, organizando luego reuniones para determinar los efectos y las causas de la problemática mediante la herramienta de lluvia de ideas y de esta manera definir el problema de investigación.

---

<sup>1</sup> Se considera el cargo disponible al año 2023.

Además, la aplicación de la metodología propuesta por CEPAL permitió identificar alternativas de solución al problema detectado. Estas alternativas fueron evaluadas por un grupo de expertos con el fin de mantener la objetividad en el proceso de investigación. Grupo que, utilizando los criterios establecidos por el investigador para este propósito y aplicando el proceso jerárquico analítico (AHP), logró definir la solución óptima para resolver el problema investigado en dos iteraciones. Solución que quedó establecida como el diseño de un software para la administración y gestión de los activos de la FPCC “Cruz del Sur”.

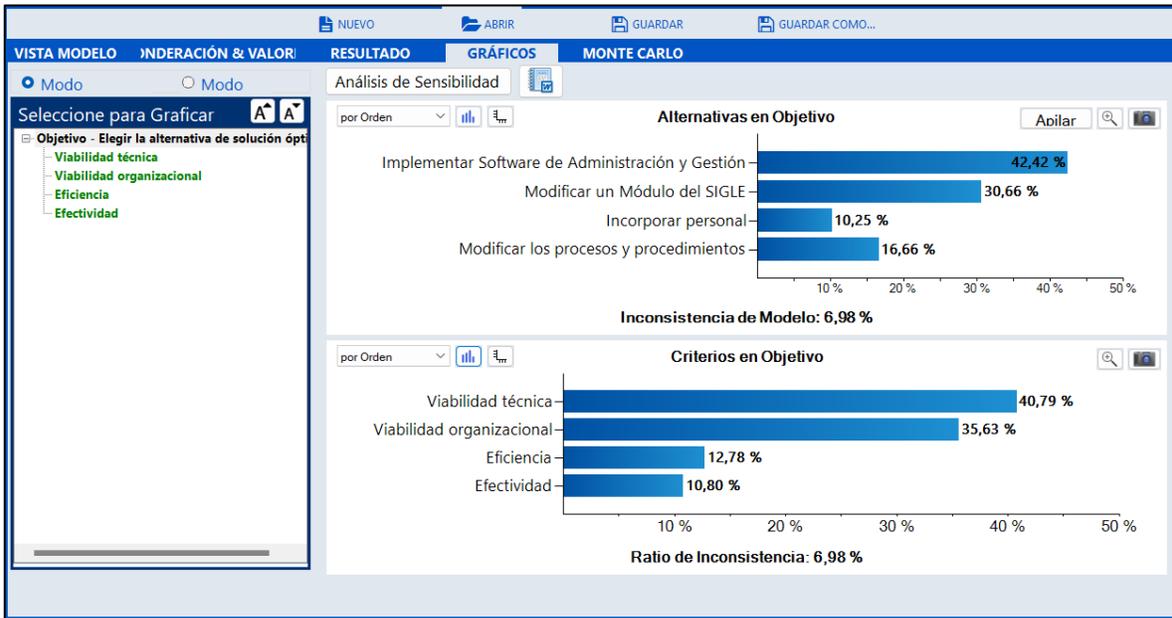


Figura N° 1: Selección de la alternativa de solución óptima, primera iteración. Gráficos finales de la selección de la alternativa óptima.

Fuente: Elaboración propia, en el software Total Decision Edicion (2023).

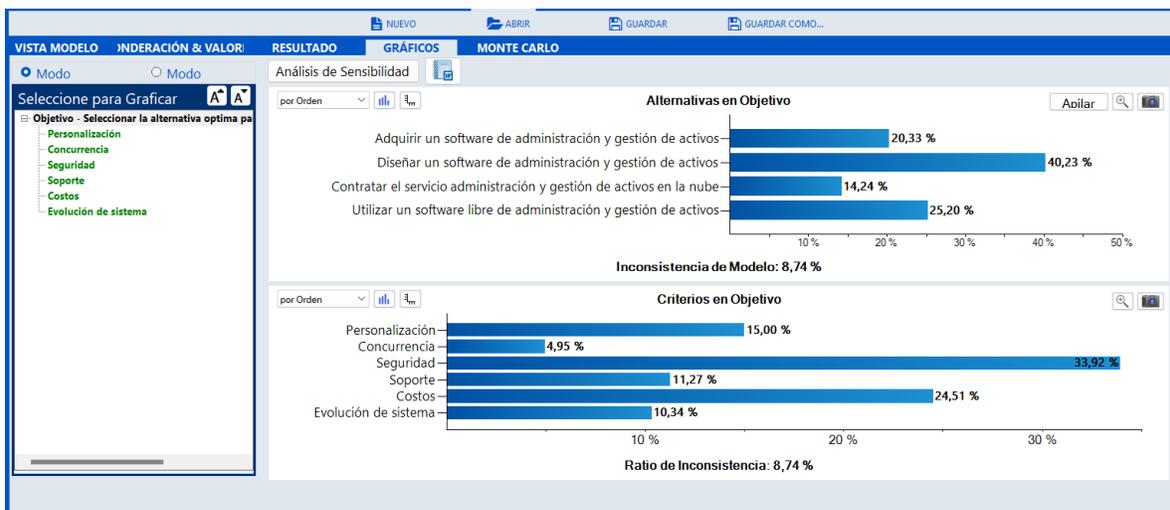


Figura N° 2: Selección de la alternativa de solución óptima, segunda iteración. Gráficos finales de la selección de la alternativa óptima.

Fuente: Elaboración propia, en el software Total Decision Edicion (2023).

Bajo el mismo contexto, a continuación, se definió como objetivo general diseñar preliminarmente un software de administración y gestión de activos para el Depósito de Cargo de Operaciones de Paz, además se definieron las preguntas que ayudarán a delimitar el alcance de la investigación y a enfocar los esfuerzos en la búsqueda de respuestas.

Por último, la delimitación de los alcances permitió establecer los márgenes del trabajo, todo ello con el objetivo de enmarcar y ordenar la investigación y el desarrollo de la solución.

## 2.2 Marco teórico y metodológico de la investigación

### 2.2.1. Marco teórico

Una vez determinado el problema y seleccionada la alternativa de solución, es necesario adquirir el conjunto de conocimientos teóricos acerca de los activos de la FPCC "Cruz del Sur" y sobre la ingeniería de software, incluyendo sus actividades estructurales y los términos específicos relacionados con las tecnologías de la información, de los cuales algunos de los más importantes son:

- **Software:** *“Instrucciones (programas de cómputo) que cuando se ejecutan proporcionan las características, función y desempeño buscados”* (Pressman, 2010, p. 3).
- **Programas de cómputo:** es un conjunto de instrucciones escritas en algún lenguaje de programación. Para el autor Ángel Gutiérrez es importante que *“muchos tipos de programas o subprogramas (subrutinas) pueden integrar lo que se conoce como librerías o bibliotecas de programas, que son de gran ayuda al momento de la programación”* (Gutiérrez, 2018, p. 153).
- **Lenguajes de bajo nivel:** *“Son lenguajes totalmente dependientes de la máquina. Esto significa que el programa que se realiza con este tipo de lenguajes no se puede migrar o utilizar en otras máquinas”* (Gutiérrez, 2018, p. 241).
- **Lenguaje máquina:** *“La información que hace que el hardware de la computadora realice una determinada actividad se llama instrucción. En términos simples, una instrucción es un conjunto de unos y ceros. Las instrucciones así formadas equivalen a acciones elementales de la máquina”* (Gutiérrez, 2018, p. 241).
- **Ingeniería de software:** se define como *“una disciplina de la ingeniería que se interesa por todos los aspectos de la producción de software”* (Sommerville, 2011, p. 6).

- **Base de datos:** es un conjunto organizado de datos relacionados entre sí, estructurados y almacenados de manera sistemática en un sistema informático. Estos datos representan distinto tipo de información, como nombres, números, textos, imágenes, etc. La base de datos permite almacenar, recuperar, modificar y eliminar los datos de manera eficiente y segura, permitiendo el acceso a la información de forma estructurada y coherente. Para el autor A. Gutiérrez una base de datos es *“un conjunto de datos que están organizados para un uso en específico. Los programas que permiten gestionar estos datos son conocidos SGBD”* (Gutiérrez, 2018, p. 274).
- **Sistema de Información y Gestión Logística del Ejército (SIGLE):** SIGLE es una herramienta informática implementada por el Ejército de Chile que tiene como objetivo optimizar-administrar los recursos logísticos de la institución, su desarrollo es con base en el lenguaje JAVA.<sup>2</sup> El objetivo de esta herramienta informática, según el MAL-01007,<sup>3</sup> es *“automatizar los procesos logísticos institucionales con el fin de facilitar el control adecuado del flujo de bienes y servicios adquiridos por la Institución”* (CAF, 2019). Esta automatización abarca todo el ciclo de vida logístico y se basa en la catalogación de los elementos que se ingresan al sistema.
- **Technology Readiness Levels (TLR):** *“Corresponden a una descripción de la historia de un sistema, subsistema o componente en relación con la tecnología. Permite describir el estado de desarrollo de alguna tecnología y entregan una base sobre la madurez de ellas y de avance posible”* (Aldecoa, 2020, p. 3).
- **Demostrador tecnológico:** el demostrador tecnológico se sitúa en el nivel 7 de los Technology Readiness Levels (TRL), que corresponde a la demostración del sistema o prototipo en un entorno real. En este nivel, se lleva a cabo la validación y verificación del sistema o prototipo en condiciones operativas reales.
- **Fuerza de Paz Conjunta Combinada “Cruz del Sur”:** es una fuerza de paz conjunta, conformada por fuerzas de Argentina y Chile, y combinada, por estar integrada por las tres ramas de la Fuerzas Armadas de cada país. Su propósito es estar a disposición de la Organización de Naciones Unidas para ser empleada en operaciones de mantenimiento de la paz, bajo el sistema UNSAS (United Nations Standby Arrangement System), utilizado por la ONU para tener disponibles unidades militares y policiales.

---

<sup>2</sup> Java es un lenguaje de programación de alto nivel, orientado a objetos y generalmente considerado como *“write once, run anywhere”* (Oracle, 2023).

<sup>3</sup> MAL-01007 Manual de codificación de material por rubros en el Sistema de información y Gestión Logística del Ejército 2019 (CAF, 2019).

### 2.2.2. Estado del arte

Por otra parte, en el estudio del estado de arte pudimos observar que la implementación de herramientas informáticas en las organizaciones ha demostrado ser de gran utilidad, ya que facilita considerablemente el trabajo y permite una explotación más eficiente y efectiva de los recursos. Esta opinión es compartida por muchas organizaciones, lo que ha llevado a que en la actualidad haya una amplia variedad de proveedores que ofrecen servicios de gestión de activos computacionales, tanto de manera comercial como también de forma gratuita a través del desarrollo de software de código abierto.

### 2.2.3. Marco metodológico

Una vez establecido el marco teórico de la investigación, se definió el marco metodológico, el que se ha estructurado en base al objetivo general, que es diseñar preliminarmente un software de administración y gestión de activos para el Depósito de Operaciones de Paz (DCO), en base a cinco objetivos específicos que serán abordados. Cada uno de estos objetivos se enfocará en aspectos claves relacionados con el software de administración y gestión de activos para el Depósito de Cargo de Operaciones de Paz. Finalmente, como resultado de este proceso, se presentará un demostrador tecnológico validado, que será el producto final de la investigación y servirá como una representación tangible y funcional del software desarrollado para el Depósito de Cargo de Operaciones de Paz.

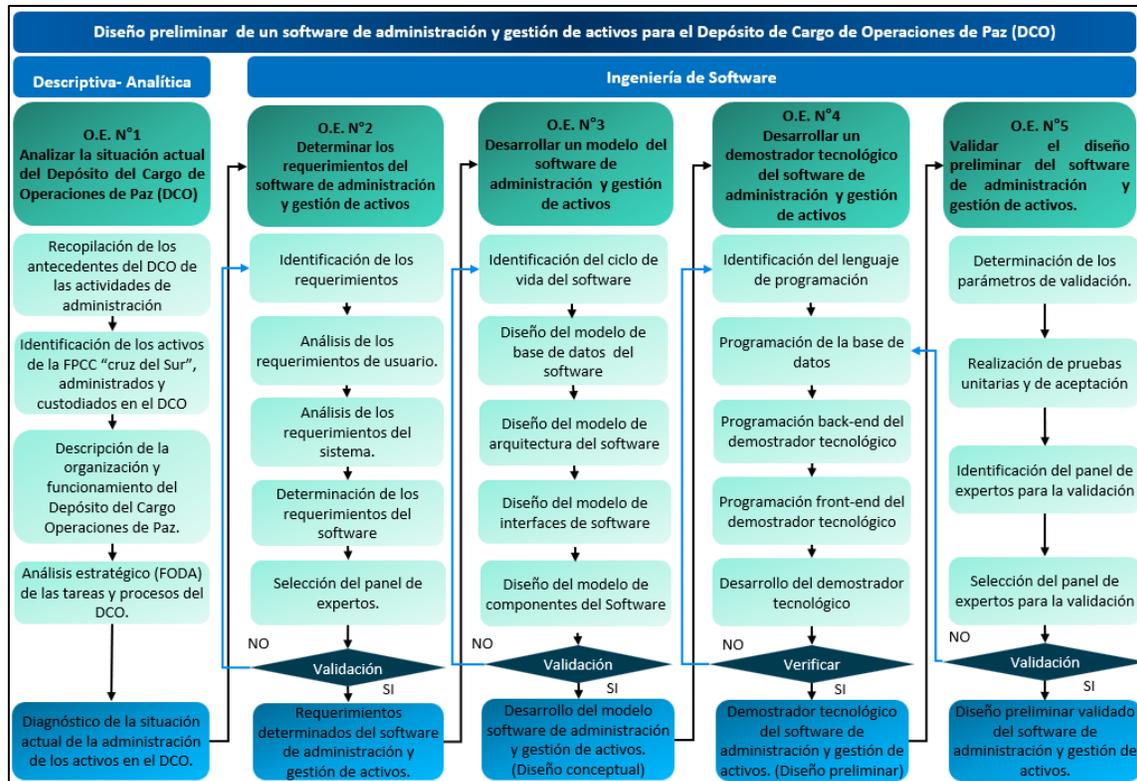


Figura N° 3: Secuencia metodológica.

Fuente: Elaboración propia (2023).

### 2.3 Análisis de la situación actual en el DCO y determinación de los requerimientos

Luego de establecer los marcos que guiarán la investigación, procede el análisis de la situación actual en el Depósito de Cargo de Operaciones de Paz. Esto fue posible gracias a la recopilación de antecedentes sobre las actividades realizadas por el DCO, así como la identificación de los activos y sus características diversas. Además, se examinó el funcionamiento y organización del Depósito de Cargo de Operaciones de Paz, incluyendo su estructura organizacional y la infraestructura física relacionada con los almacenes.

Mediante el uso de la herramienta FODA, se logró establecer un diagnóstico integral de la situación actual del DCO. Entre los aspectos relevantes a considerar se encuentran la complejidad en la administración de activos, la prioridad en el mantenimiento y conservación, y las limitaciones de personal. Por tanto, una de las estrategias detectadas es el desarrollo de un sistema informático propio que respalde las labores de administración y gestión en la unidad, lo que permitiría mayor control, trazabilidad y eficiencia en la gestión de los activos, facilitando la toma de decisiones y mejorando la eficacia del DCO.

Luego de lo anterior, se abordó el proceso de levantamiento de los requisitos fundamentales para el desarrollo de una solución. Para lograr este objetivo, en primer lugar, se identificaron los interesados (*stakeholders*). Luego, se seleccionó el "*proceso de adquisición y análisis de requisitos*" (Pressman, 2010) como herramienta, el cual implica una serie de actividades secuenciales e iterativas que permiten obtener una comprensión clara de las necesidades, expectativas, restricciones y limitaciones del sistema esperado. De esta manera, se logró finalmente establecer los requerimientos de usuario (de alto nivel) junto con los requerimientos de sistema (requisitos funcionales y no funcionales), lo que permite al desarrollador conocer qué debe hacer el sistema y cómo lo debe hacer en dependencias del Depósito de Cargo de Operaciones de Paz.



Figura N° 4: Bodega del Depósito de Cargo de Operaciones de Paz.  
Fuente: Depósito de Operaciones de Paz RLE N° 2 (2023).

## 2.4 Diseño del software de administración y gestión de activos

El siguiente paso consistió en establecer el diseño del software destinado a la administración y gestión de activos asociados a la FPCC "Cruz del Sur", a través de un enfoque metodológico y secuencial de ingeniería de software que cumpla con los requisitos definidos en el punto anterior.

En primer lugar, se identificó el ciclo de vida del software, seleccionándose el modelo en cascada como el ciclo de vida óptimo para el desarrollo del software, ya que garantiza un enfoque sistemático en cada fase. En segundo lugar, se procedió a identificar los diagramas de procesos del software, que representan las funciones generales que el software debe llevar a cabo para cumplir con los requerimientos del usuario. Posterior a ello y utilizando la metodología de ingeniería de software de Roger Pressman, se diseñó en base al modelo en capas que se presenta en la figura N°5.

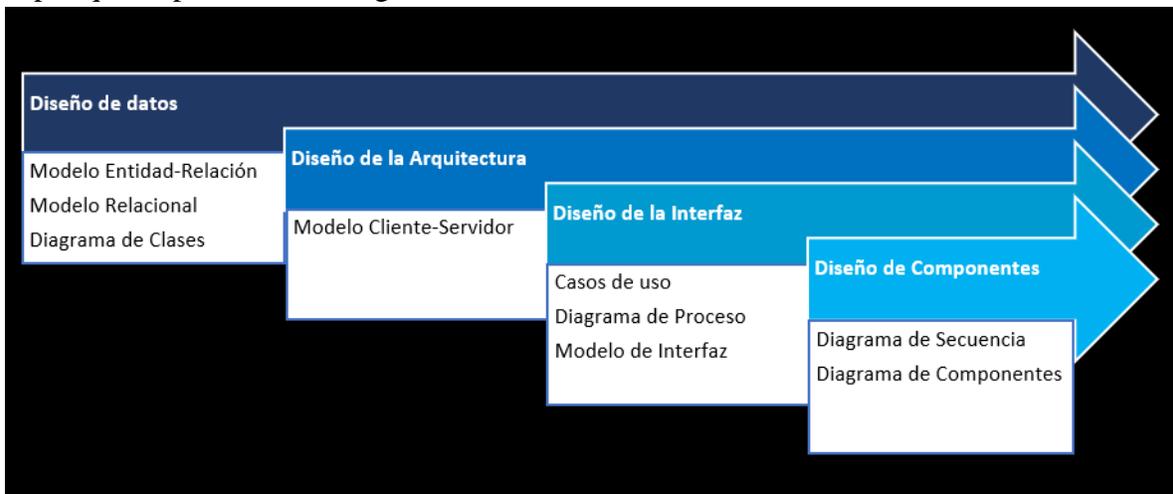


Figura N° 5: Modelo de diseño de 4 capas.

Fuente: Elaboración propia adaptada del libro "Ingeniería de software: un enfoque práctico".

### 2.4.1 Diseño del modelo de base de datos

En el proceso de desarrollo de sistemas de información, uno de los pasos cruciales es desarrollar la primera capa que consiste en el diseño del modelo de base de datos. Este componente es fundamental, ya que actúa como el almacén de datos que respalda toda la funcionalidad del sistema. Consecuente con lo anterior y teniendo en consideración los principios ACID, extraídos del texto "Fundamentos de Bases de Datos" del autor Abraham Silberschatz (2002), se diseñó el modelo de la base de datos en 2 etapas. En la primera se diseñó el modelo entidad-relación considerando los siguientes componentes:

- **Entidad:** representa un objeto o concepto del mundo real que se puede identificar y almacenar en una base de datos.
- **Atributo:** son las características o propiedades de una entidad.

- **Relación:** las relaciones representan cómo las entidades se relacionan entre sí en la base de datos.
- **Cardinalidad:** la cardinalidad en una relación especifica cuántas entidades se pueden relacionar entre sí. Estas pueden ser: 1:1 (uno a uno), 1:N (uno a muchos) y N:N (muchos a muchos).
- **Clave primaria:** cada entidad tiene una clave primaria que es un atributo único que identifica de manera particular a cada instancia de esa entidad.

El modelo obtenido se presenta en la figura N° 6:

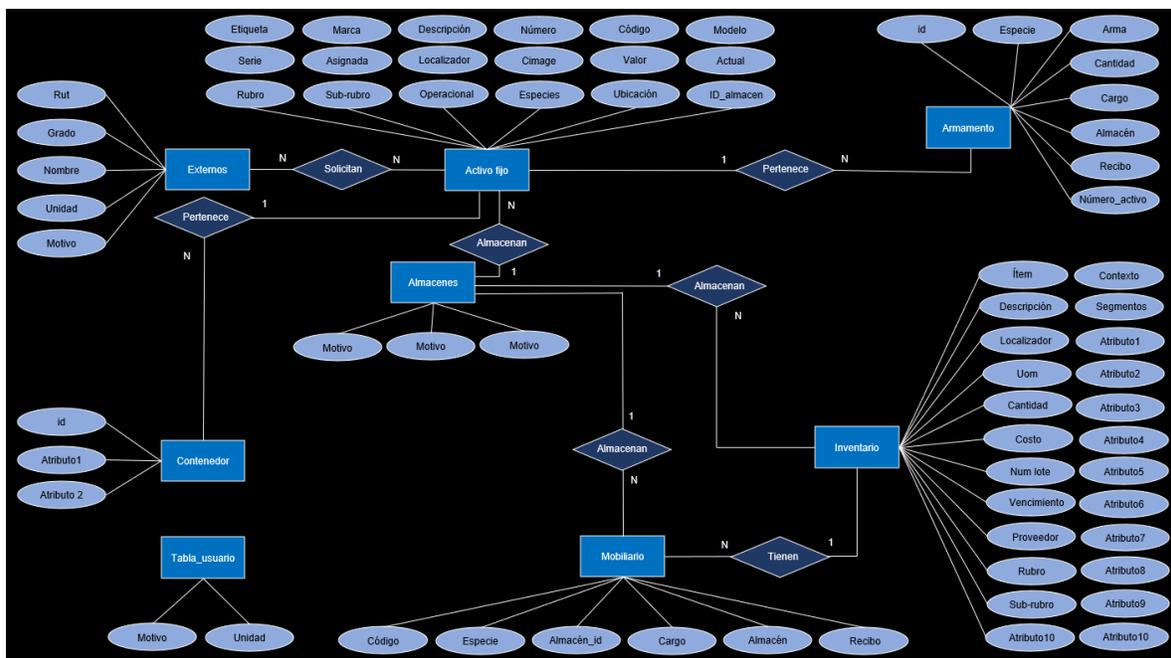


Figura N° 6: Modelo entidad-relación de la base de datos.

Fuente: Elaboración propia en base al libro “Ingeniería de software: un enfoque práctico”.

Para llevar a cabo la implementación del Modelo Entidad-Relación (MER) de manera efectiva, es esencial transformarlo en un modelo lógico que pueda ser comprendido y ejecutado por el ordenador. Esta transición se logra a través de la creación de un Modelo Relacional (MR). En el MR, las entidades, relaciones y atributos del MER se traducen en tablas, claves primarias y foráneas.

La creación de claves foráneas es un paso fundamental en la gestión de bases de datos, ya que estas claves permiten establecer conexiones lógicas entre conjuntos de datos, lo que facilita la recuperación de información coherente y relacionada. Estas relaciones son

esenciales para entender la estructura y el funcionamiento de la base de datos en su totalidad. Además, las claves foráneas desempeñan un papel crucial en la preservación de la integridad de los datos al imponer restricciones que aseguran que las relaciones entre las tablas sean coherentes y que no se produzcan inconsistencias. En última instancia, este proceso contribuye a mantener la consistencia de los datos en toda la base de datos, garantizando que la información sea precisa y utilizable de manera eficiente para las operaciones y análisis posteriores.

Finalmente, utilizando el enfoque orientado a objetos se diseñó el diagrama de clases, que permite visualizar las clases, sus atributos, relaciones y métodos que permitirán la construcción y codificación de la base de datos (ver figura N° 7).

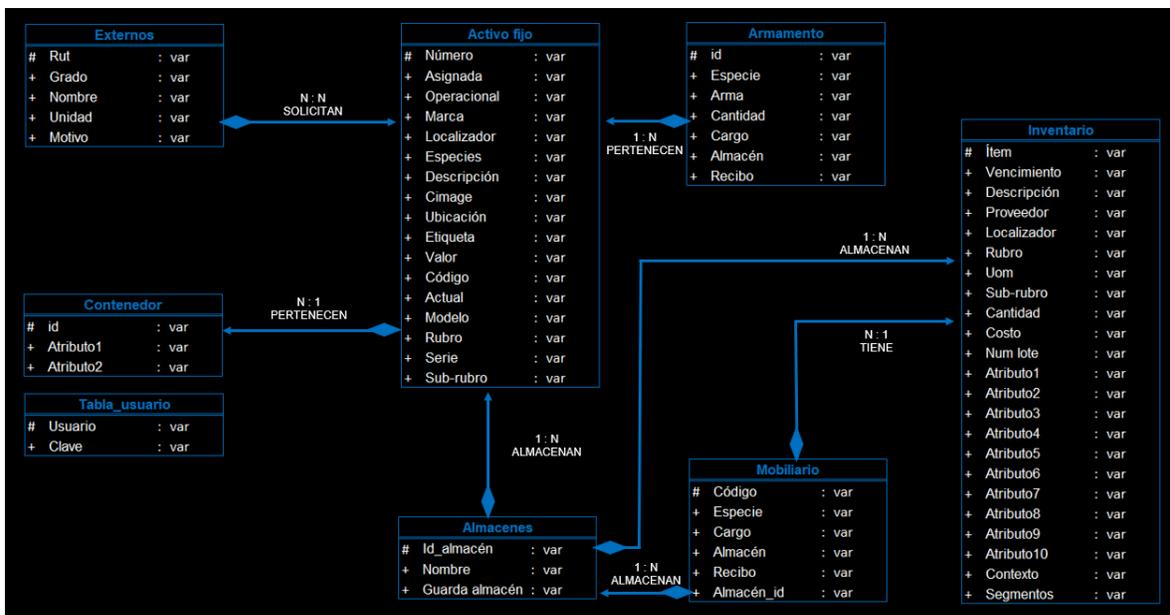


Figura N° 7: Diagrama de clases.

Fuente: Elaboración propia en base al libro “Ingeniería de software: un enfoque práctico”.

### 2.4.2 Diseño del modelo de arquitectura del software

La segunda capa del proceso es el diseño arquitectónico, que desempeña un papel fundamental al definir la estructura y las interacciones de funcionamiento entre el software, los equipos y las redes. Este diseño es esencial para establecer las bases del sistema y garantizar su eficacia.

El diseño de la arquitectura se elaboró teniendo en cuenta las políticas institucionales, que enfatizan la necesidad de utilizar lenguajes que permitan la escalabilidad y evitar la creación de herramientas de escritorio que no puedan controlarse en cuanto a sus actualizaciones, lo que podría generar riesgos informáticos.

En este contexto, la arquitectura desarrollada se alinea con el modelo cliente-servidor, reconocido por su diseño en capas claramente definidas, lo que facilita su integración con otros avances tecnológicos si fuera necesario. Además, esta arquitectura brinda un control efectivo sobre las actualizaciones de seguridad, asegurando un alto nivel de protección. En este modelo, cada capa desempeña una función específica que contribuye de manera incremental a la funcionalidad general del sistema, tal como se detalla a continuación en la figura N° 8.

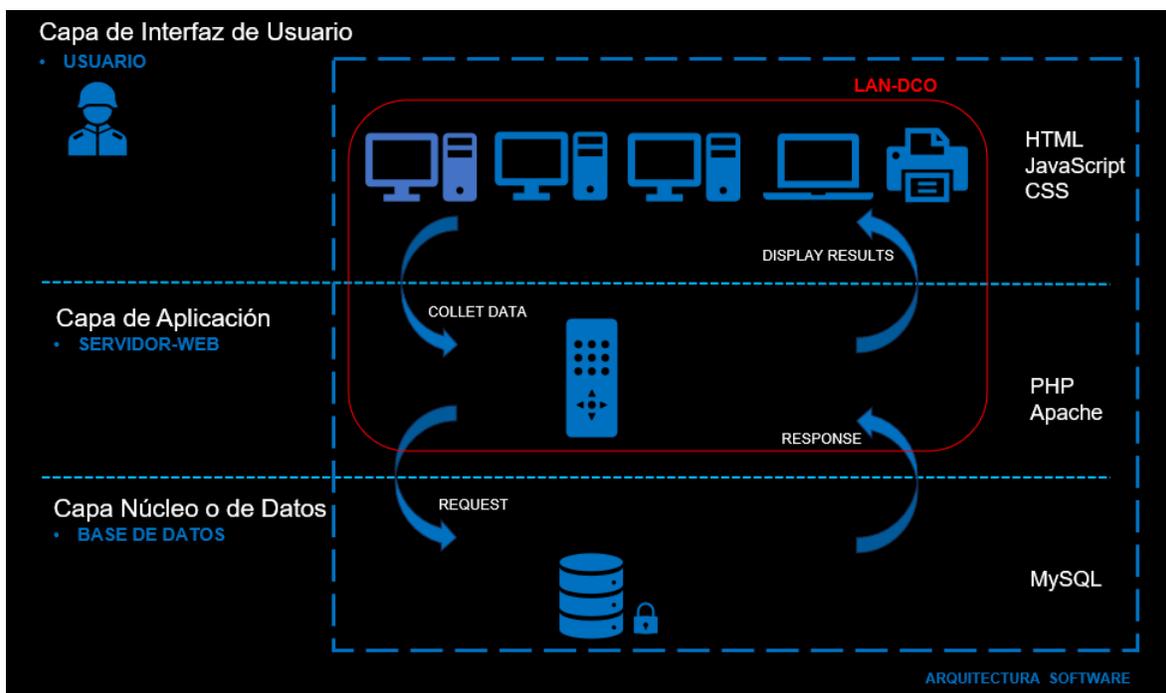


Figura N° 8: Modelo de arquitectura cliente-servidor.<sup>4</sup>

Fuente: Elaboración propia en base al libro “Ingeniería de software un enfoque práctico”.

### 2.4.3 Diseño del modelo de interfaces de software

Después de completar el diseño de las dos primeras capas, el siguiente paso es abordar la tercera capa, que se centra en el desarrollo del diseño de las interfaces del software. Esta etapa es de vital importancia, ya que estas interfaces son la cara visible que permite a los usuarios interactuar y percibir cómo se cumplen las funciones definidas en el levantamiento de los requerimientos. Utilizando la metodología de capas, es esencial transformar los diagramas de proceso previamente establecidos a una interfaz gráfica que se ajuste perfectamente a los requerimientos y especificaciones delineados en dicho paso.

### 2.4.4 Diseño del modelo de componentes del software

<sup>4</sup> HTML es sigla de lenguaje de marcado de hipertexto o HyperText Markup Language, CSS son las siglas de Cascading Style Sheets o hojas de estilo en cascada, PHP es de Hypertext Preprocessor, MySQL es abreviatura de Structured Query Language.

Según el autor R. Pressman “*un componente es un elemento funcional de un programa que incorpora la lógica del procesamiento, las estructuras de datos internas que se requieren para implementar la lógica del procesamiento y la interfaz que permite la invocación del componente*”. Por lo tanto, teniendo en cuenta los modelos de las capas anteriores, se procedió al diseño de la cuarta y última capa de componentes utilizando el paradigma orientado a objetos, que es el enfoque adecuado para el desarrollo de un software encargado de administrar y gestionar activos de diversos tipos.

Finalmente, con el diseño de estos 4 niveles se establecen las bases sólidas para el desarrollo y codificación del software de administración y gestión de activos, asegurando que el diseño cumple con los requerimientos y está respaldado por una evaluación imparcial de expertos y usuarios.

## **2.5 Desarrollo y programación del demostrador tecnológico del software**

Luego de contar con el diseño conceptual del software, el siguiente paso consistió en el desarrollo del demostrador tecnológico, que es esencial para validar la solución propuesta ante la problemática que afecta al DCO. La selección de los lenguajes de programación se llevó a cabo en colaboración con expertos, utilizando el Proceso Jerárquico Analítico (AHP) para identificar la combinación óptima, resultando esta ser PHP, HTML, CSS y MySQL.

La programación se dividió en tres partes: primero, la creación de la base de datos, luego el desarrollo del *back-end* y finalmente el *front-end*.

### **2.5.1 Programación de la base de datos**

La programación de la base de datos se efectuó utilizando el lenguaje MySQL, que permite trabajar con un conjunto organizado de datos relacionados que se almacenan y gestionan de manera estructurada. El propósito principal de la base de datos es permitir el almacenamiento eficiente, la recuperación y la gestión de información de manera sistemática.

### **2.5.2 Programación back-end**

El siguiente paso consistió en la programación del *back-end*, que implicó la creación de algoritmos encargados de ejecutar las funciones lógicas necesarias para facilitar la conexión entre las interfaces visibles para el usuario y la gestión de la información almacenada en la base de datos. Las principales funcionalidades programadas incluyeron las operaciones CRUD (*create, read, update y delete*). Para llevar a cabo esta codificación, el programador se apoyó en el software Visual Studio Code, un editor de código, y utilizó el lenguaje PHP que es un lenguaje de *scripting* del lado del servidor, lo que significa que el código PHP se ejecuta en el servidor web antes de que se envíe la página web al navegador del usuario, permitiendo la optimización en la ejecución de los procesos.

### 2.5.3 Programación front-end

A continuación, se realizó la programación del *front-end*, que abarcó la creación de las interfaces utilizadas por los usuarios para interactuar con el sistema. En esta etapa, se empleó el lenguaje HTML junto con CSS, lo que permitió el desarrollo de interfaces intuitivas y estéticamente atractivas, en consonancia con los requisitos establecidos por los usuarios. Es relevante destacar que, durante el desarrollo del *front-end*, se consideró la compatibilidad con los navegadores comunes, como Chrome, Edge y Firefox, que se utilizan en el entorno de trabajo (DCO). Esto se realizó teniendo en cuenta la ventaja principal de la arquitectura cliente-servidor, que permite aprovechar al máximo la capacidad de cada dispositivo, reduciendo así la carga de recursos en el servidor.

```

1
2 <!DOCTYPE html>
3 <html lang="en">
4 <head>
5   <meta charset="UTF-8">
6   <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
7   <title>Encuadramiento</title>
8   <link rel="stylesheet" type="text/css" href="CSS/styles_inicio3.css" />
9 </head>
10 <header>
11   <input type="checkbox" id="btn-menu">
12   <label for="btn-menu"></label>
13
14   <nav class="menu">
15     <ul>
16       <li><a href="inicio.html">INICIO</a></li>
17       <li><a href="administracion.html">ADMINISTRACIÓN DEL CARGO</a></li>
18       <li><a href="phpOPERACIONAL/0_operacionalidad.php">ESTADO OPERACIONAL</a></li>
19       <li><a href="phpHOJASVIDA/">OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</a></li>
20       <li><a href="phpPERSONAL/0_encuadramiento.php">PERSONAL</a></li>
21     </ul>
22   </nav>
23 </header>
24
25 <body>
26
27   <h1>Sistema de Administración y Gestión Cruz del Sur</h1>
28 <main>
29
30   <div class= columnas>

```

Figura N° 9: Código de la función inicio.

Fuente: Elaboración propia (2023).

Finalmente, el demostrador tecnológico se completó con éxito mediante la integración de la base de datos, el desarrollo *del back-end* y *front-end*, y la carga de datos desde el sistema SIGLE al demostrador tecnológico.

## 2.6 Validación del demostrador tecnológico del software

Finalmente se abordó la fase de validación del demostrador tecnológico, una etapa crítica en la que el proyecto fue sometido a un riguroso escrutinio. Esta validación se llevó a cabo en dos dimensiones clave:

En primer lugar, la validación de su lógica interna, que implicó pruebas unitarias para asegurar el funcionamiento correcto de cada componente del demostrador, como así también pruebas unitarias de la seguridad para corroborar la robustez del sistema. Pruebas que fueron aprobadas exitosamente.

En segundo lugar, la evaluación de su conformidad con los requisitos y expectativas establecidos por el usuario, realizada a través de pruebas de aceptación que involucraron a los usuarios del DCO, quienes, utilizando el demostrador tecnológico del software de administración y gestión de activos, lo evaluaron positivamente.

Por último, se procedió a la selección de un panel de expertos calificados para llevar a cabo la validación de esta etapa final. Su elección se basó en criterios rigurosos, incluyendo aspectos cruciales como su formación académica y su vasta experiencia en áreas claves relacionadas. Esta selección meticulosa garantiza la obtención de una perspectiva imparcial y objetiva durante todo el proceso de validación.



Figura N° 10: Interfaz de inicio del demostrador tecnológico. Diseño final.

Fuente: Elaboración propia (2023).

### 3. CONCLUSIONES

El presente artículo ha tenido como objetivo principal abordar la problemática que enfrenta la administración y gestión de los activos de la Fuerza de Paz Conjunta Combinada "Cruz del Sur", específicamente en el DCO, que forma parte del Regimiento Logístico N° 2 "Arsenales de Guerra". Para lograr esto, se aplicó la metodología CEPAL, que permitió identificar a las partes involucradas, analizar las causas y efectos del problema, y definir claramente el problema de investigación.

Utilizando la metodología antes mencionada podemos concluir que se exploraron y evaluaron diferentes soluciones con la participación de un grupo de expertos, empleando el

proceso jerárquico analítico para determinar la solución óptima, que consiste en el diseño de un software destinado a la administración y gestión de los activos de la FPCC "Cruz del Sur".

Posteriormente, se procedió a adquirir conocimientos teóricos sobre los activos en cuestión y sobre la ingeniería de software, así como de la importancia de las herramientas informáticas en la eficiencia organizacional. Se estableció un marco metodológico basado en cinco objetivos específicos para guiar el proceso de desarrollo del software, lo que permitió avanzar de manera ordenada en la obtención de un diagnóstico organizacional.

También es importante indicar, como conclusión al desarrollo de la investigación, que, gracias al uso de una secuencia metodológica, se abordó de buena forma el levantamiento de los requerimientos, un paso crítico que implicó trabajar en conjunto con el personal del DCO para identificar y documentar sus necesidades en un conjunto de Especificaciones de Requerimientos del Software.

Con los requerimientos claramente definidos, se procedió al diseño conceptual del software, siguiendo la metodología de capas propuesta por Roger S. Pressman. Esta metodología resultó en el diseño de capas que abarcan el modelo de datos, la arquitectura del software basada en un modelo cliente-servidor, las interfaces y los componentes del software. Este diseño sentó las bases sólidas para el desarrollo y codificación del software, asegurando que esté en consonancia con los requerimientos establecidos.

El siguiente paso consistió en construir y programar el demostrador tecnológico, para lo cual se utilizó la herramienta AHP para seleccionar las combinaciones óptimas de lenguajes de programación, resultando en la elección de PHP, HTML, CSS y MySQL. La programación se dividió en tres etapas: la creación de la base de datos, el desarrollo del *back-end* y el *front-end*.

Luego, se completó con éxito el demostrador tecnológico al integrar la base de datos, desarrollar el *back-end* y *front-end*, y cargar los datos desde el sistema SIGLE al demostrador. Este logro fue validado a través de pruebas realizadas por el autor, usuarios y un panel de expertos.

Finalmente, es importante resaltar que las herramientas informáticas están experimentando una evolución acelerada. Por tanto, resulta fundamental para las organizaciones tanto el empleo como la actualización constante de estas herramientas. Todo esto con el propósito de conservar una ventaja competitiva. En el caso de las unidades de la institución, este uso y actualización continua representan la clave para mantener una ventaja estratégica-operativa significativa.

## REFERENCIAS

- Aldecoa, J. M. (2020). Niveles de madurez de la tecnología. Una introducción.
- CAF. (2019). Manual de codificación del material por rubros en el sistema de información y gestión logística del Ejército. Santiago: IGM.
- Gutiérrez, A. (2018). Tecnologías de la Información. México: Marcombo.
- Ministerio de Defensa Nacional. (2017). Libro de la Defensa Nacional de Chile. Santiago.
- Oracle. (15 de mayo de 2023). Java. Obtenido de [https://www.java.com/es/download/help/whatis\\_java.html](https://www.java.com/es/download/help/whatis_java.html)
- Ortegón, E.; Pacheco, J. y Roura, H. (2005). Metodología general de identificación, preparación y evaluación de proyectos de inversión pública. Santiago, Chile: Naciones Unidas.
- Pressman, R. S. (2010). Ingeniería de Software, un enfoque práctico. México: McGraw Hill.
- Servicio de Impuestos Internos. (03 de noviembre de 2023). SII. Obtenido de [https://www.sii.cl/diccionario\\_tributario/dicc\\_a.htm](https://www.sii.cl/diccionario_tributario/dicc_a.htm)
- Silberschatz, A. (2002). Fundamentos de las bases de datos. Madrid: España.
- Sommerville, I. (2011). Software Engineering. Edinburgh: Pearson.

## DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA DE CONTROL DE GESTIÓN PARA LA ADMINISTRACIÓN ESTRATÉGICA DE LA JEFATURA EJECUTIVA DE ADMINISTRACIÓN DE LOS FONDOS DE SALUD DEL EJÉRCITO

**Fecha de recepción:** 28 de diciembre de 2023

**Fecha de aceptación:** 28 de febrero de 2024

CAP. Eduardo Aguilera Bravo<sup>1</sup>

**Resumen:** *la presente investigación se enfocó en diseñar una herramienta de control de gestión para la administración estratégica de la Jefatura Ejecutiva de Administración de los Fondos de Salud del Ejército. La investigación abordó la identificación del problema en la planificación estratégica, la determinación de lineamientos metodológicos, el análisis interno y externo de la organización, la obtención de los requerimientos de la herramienta, la selección de la metodología del Cuadro de Mando Integral (CMI), el diseño preliminar y el modelamiento de la herramienta usando plataformas computacionales vigentes en la institución. Esta herramienta promete mejorar la eficiencia operativa y el proceso de toma de decisiones de la organización, adaptarse a los cambios en el entorno y ofrecer un proceso de control estratégico de mayor calidad, que permita capturar el mayor valor para los beneficiarios del Sistema de Salud del Ejército.*

**Palabras clave:** *estrategia, control de gestión, indicadores de desempeño, interfaz gráfica, análisis gráfico.*

## DESIGN OF A MANAGEMENT CONTROL TOOL FOR THE STRATEGIC ADMINISTRATION FOR THE EXECUTIVE MANAGEMENT OF HEALTH FUND ADMINISTRATION OF THE ARMY

**Abstract:** *this research, focused on designing a management control tool for the strategic administration of the Executive Management of Health Fund Administration of the Army. The chapters addressed the identification of the problem in strategic planning, the determination of methodological guidelines, the internal and external analysis of the organization, the acquisition of tool requirements, the selection of the Balanced Scorecard (BSC) method, the preliminary design, and the modeling of the tool using current computational platforms in the institution. This promises to improve the operational efficiency and decision-making process of the organization, adapt to changes in the environment, and provide a higher-quality strategic control process, allowing for the capture of greater value for the beneficiaries of the Army's Health System.*

**Key Words:** *strategy, management control, key performance indicators, graphical interface, graphical analysis.*

---

<sup>1</sup> Oficial del Ejército de Chile, Ingeniero Politécnico Militar mención Abastecimiento y Finanzas de la Academia Politécnica Militar del Ejército de Chile. Actualmente desempeña labores como Jefe de la Sección Finanzas del Centro de Asuntos Antárticos del Ejército. Email: eduardo.aguilera@ejercito.cl

## **1. INTRODUCCIÓN**

La gestión estratégica y el control de gestión son elementos cruciales en el funcionamiento de cualquier organización, ya que proporcionan la hoja de ruta para alcanzar los objetivos y mantener la ventaja competitiva. La pregunta esencial que se plantea en este contexto es: “¿Cómo alcanzaremos nuestros objetivos y hacia dónde queremos ir?” (Thompson, *et al.* 2012). La respuesta a esta pregunta radica en la estrategia organizacional, que busca no solo aumentar la creación de valor, sino también obtener ventajas competitivas sostenibles en un entorno en constante cambio.

Una parte fundamental de la ejecución de la estrategia y la mejora del desempeño es el control de gestión, que se destaca como la actividad principal para llevar a cabo esta tarea. El control de gestión influye en los colaboradores y garantiza que la organización siga el rumbo estratégico, lo que fortalece la cadena de valor y la capacidad de crear y captar valor para sus clientes. En este contexto, las metodologías y herramientas tecnológicas desempeñan un papel crucial al proporcionar mayor visibilidad y agilidad, permitiendo a las organizaciones adaptarse rápidamente a las cambiantes demandas del mercado, los objetivos del escalón superior y las necesidades de los clientes.

Con lo anterior, el presente trabajo de investigación se enfoca en la Jefatura Ejecutiva de Administración de los Fondos de Salud del Ejército (en adelante, JEAFOSE o la Jefatura), entidad que tiene la responsabilidad de satisfacer las necesidades de salud de los beneficiarios del Sistema de Salud del Ejército (SISAE). Esta entidad, aunque ha logrado un buen desempeño financiero, enfrenta desafíos en aspectos no financieros, como la satisfacción de los beneficiarios y la medición interna. Estos problemas en el control de gestión pueden poner en peligro a futuro la sustentabilidad financiera de la organización.

## **2. DESARROLLO**

### **2.1. Problema de investigación**

La Ley N° 19.465 dispone que para el pago de las prestaciones que requieran los beneficiarios del sistema de salud institucional se instaure un fondo de medicina curativa (art. 28) y uno de medicina preventiva (art. 30), cuya administración recae en los comandantes en jefe institucionales o en la autoridad en quien se deleguen tales atribuciones (art. 32) (Biblioteca del Congreso Nacional, 1996). En el caso del Ejército de Chile, dicha autoridad recae en el comandante de la División de Salud, quien, a su vez, dispone la administración de los fondos de medicina curativa en la JEAFOSE.

La Jefatura, creada mediante Decreto Supremo N° 6030/82 del 20 de junio de 2003, es la responsable de la administración y sustentabilidad de los fondos de salud institucionales, tal

como se extrae de su misión enunciada en el año 2014 en el “Manual de procedimientos administrativos generales del Sistema de Salud del Ejército” del entonces Comando de Salud del Ejército (unidad antecesora de la División de Salud).

En la actualidad, la Jefatura posee una labor más amplia, ya que, en adición de la gestión de los convenios con distintos prestadores de salud públicos y privados a nivel nacional y sus servicios conexos, se encarga del pago de prestaciones médicas y reembolsos y, en general, es la encargada de entregar la oportunidad, cobertura y protección financiera a los beneficiarios del SISAE, con la finalidad de satisfacer sus necesidades médicas.

Por tal motivo, en el año 2020, la JEAFO SALE establece su primer plan estratégico para el período comprendido entre el 2020-2025, de donde se extrae una nueva misión:

*“Satisfacer y asegurar las necesidades de salud de los beneficiarios del SISAE a lo largo de toda su vida, brindando orientación y protección integral con calidad y servicio mediante una red de prestadores de excelencia bajo un esquema de coberturas claramente definido, gestionando de manera eficiente los recursos que aportan, a fin de resguardar la sustentabilidad de los Fondos de Salud en el tiempo”* (Jefatura Ejecutiva de la Administración de Fondos de Salud, 2020, p. 3).

Si bien, la nueva misión tiene un enfoque directo en el beneficiario y en la satisfacción de sus necesidades de salud, esto no parece entregar los resultados deseados, ya que se ha producido una disminución del 15,54% de las cargas familiares y 6,79% el personal pasivo del sistema de salud, quienes son los únicos capaces de migrar de un sistema de salud a otro (público: Fondo Nacional de Salud o privado: instituciones de salud previsional).

En ese sentido, resulta válido preguntar ¿por qué ocurre dicha disminución? Para responder a esto, se debe considerar la multiplicidad de factores que pueden generar dicho fenómeno, lo que fue analizado mediante una lluvia de ideas con personal del Departamento de Investigación, Desarrollo y Bioestadística de la Jefatura de Planificación y Gestión en Salud de la División de Salud, obteniendo lo siguiente:

- Disminución de la cantidad de ingresos a las escuelas matrices.
- Disminución de la cantidad de egresos de las escuelas matrices.
- Cambio en las expectativas laborales del personal en edad de retiro, condicionando la desvinculación con el sistema de salud institucional.
- Disminución en la preferencia del personal que se acoge a retiro de permanecer en el sistema de salud institucional.

- Aumento de la independencia laboral del o la cónyuge, que condiciona el cambio de afiliación desde el SISAE al sistema de salud privado de las cargas familiares.
- Aumento de la esperanza de vida de la población, que condiciona la permanencia del personal activo en el sector público, lo que permite (u obliga) el cambio de sistema de salud.

Si bien los factores antes identificados requieren de un proceso de investigación cuantitativo de orden estadístico a fin de conocer los valores y tendencias que permiten justificar el aumento o disminución, este no fue desarrollado en la reunión ni existen estudios actualizados que sustenten dichos antecedentes (ni han sido profundizados en el desarrollo del presente informe), sin embargo, los factores son expresados por el personal del departamento en atención a la experiencia y conocimiento de las analistas de más de cinco años en el comportamiento de la población beneficiaria del sistema de salud.

Por otro lado, los resultados de la encuesta realizada a los beneficiarios activos del Sistema de Salud del Ejército permitieron obtener su nivel de satisfacción del sistema, donde el 47,8% de los encuestados se encuentra “total” o “parcialmente satisfecho”, el 19,4% se encuentra “total” y “parcialmente insatisfecho” y el 32,8% de los encuestados se declara “ni satisfecho ni insatisfecho”

Ante lo anterior, es importante preguntar ¿la planificación estratégica ha permitido a la Jefatura cumplir con su misión, visión y objetivos en atención a la retención y satisfacción de necesidades en salud de la población beneficiaria? ¿con que nivel de eficacia pudo anticipar el sistema de control de gestión estratégico de la Jefatura la ocurrencia de tales sucesos a fin de cumplir con su misión?

En ese sentido, mediante la metodología del árbol del problema, se definió que existen desafíos en el control de la planificación estratégica de la Jefatura Ejecutiva de Administración de los Fondos de Salud del Ejército, los que pueden ser enfrentados por medio de tres alternativas: contratar una consultoría en control de gestión, adquirir e implementar un sistema de información integral de control de gestión y diseñar una herramienta de control de gestión para la administración estratégica de la Jefatura. Mediante la aplicación de la metodología de AHP (con el software Total Decision), por parte de un panel de expertos asociados al tema de investigación, se determinó que la tercera opción, diseño de una herramienta de control de gestión, sea considerada como óptima para dar solución al problema, ya que permite, preliminarmente, reducir la incertidumbre y conocer el desempeño de la organización.

## 2.2. Metodología

En esta investigación, se siguió una secuencia metodológica de dos partes: la primera, de tipo descriptiva/analítica que permitió determinar el diagnóstico de la situación actual, y la segunda, que se basó en la ingeniería de sistemas, lo que permitió realizar una investigación estructurada en la obtención de la arquitectura, subconjuntos, componentes, desempeño funcional y técnico de la herramienta.

## 2.3. Diagnóstico de la situación actual

El diagnóstico de la situación actual de la Jefatura Ejecutiva de Administración de los Fondos de Salud del Ejército (JEAFO SALE), a partir del análisis FODA,<sup>1</sup> revela un balance estratégico<sup>2</sup> que favorece el desarrollo de iniciativas destinadas a mejorar la gestión y el control de gestión, como se ilustra en la figura N° 1. A pesar de que la diferencia entre los factores de riesgo y de optimización no es significativa (0,04 puntos equivalentes al 0,69%), esta condición es aceptable, siempre y cuando el desarrollo de la iniciativa mantenga una visión constante de su entorno.

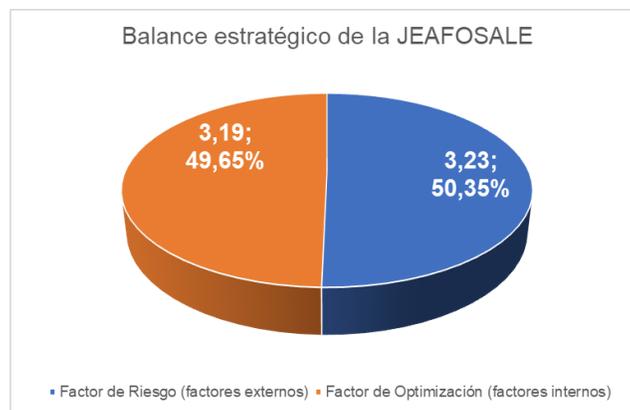


Figura N° 1: Balance estratégico de la JEAFO SALE.

Fuente: Elaboración propia (2023).

Las observaciones más destacadas en el desarrollo de este análisis se refieren a los factores presentados en la tabla N° 1:

<sup>1</sup> El análisis FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas) fue introducido por primera vez en 1971 por Kenneth R. Andrews en su libro "Concept of Corporate Strategy" (Tarziján, 2018).

<sup>2</sup> El **balance estratégico** (Factor de optimización = Factor de riesgo) es la relación que guardan entre sí el factor de optimización y de riesgo de una organización y puede tanto favorecer como inhibir el desarrollo de estrategias competitivas. El **factor de optimización** (F + O) indica la posición favorable de la organización respecto a sus activos competitivos y las circunstancias que potencialmente pueden significar un beneficio importante para adquirir ventajas competitivas en el futuro. El **factor de riesgo** (D + A), por el contrario, muestra un pasivo competitivo y aquellas condiciones que limitan el desarrollo futuro para una organización (Ramírez, 2009).

<b>Fortalezas</b>	<b>Debilidades</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Enfoque en la satisfacción de las necesidades de los beneficiarios.</li> <li>– Administración centralizada, que permite el desarrollo de competencias y unifica el control de procesos (F1).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ausencia de información sobre la satisfacción de los beneficiarios.</li> <li>– Limitada autonomía en la toma de decisiones en la gestión de la organización debido a la estructura organizacional.</li> </ul>
<b>Oportunidades</b>	<b>Amenazas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Flexibilidad de la normativa legal y reglamentaria ante situaciones de crisis sanitaria o eventualidades en la salud a nivel nacional.</li> <li>– Aumento de las coberturas de salud para los beneficiarios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Posibles ciberataques a la plataforma informática de la Jefatura.</li> <li>– Propuesta de Gobierno de unificar el sistema de salud público.</li> </ul>

Tabla N° 1: Principales factores internos y externos de la JEAFO SALE.

Fuente: Elaboración propia (2023).

Además, se destaca la importancia de contar con herramientas de control de gestión, incluyendo indicadores, a medida que se identifica una necesidad en la organización para mejorar la uniformidad en la gestión y el control de procesos. Hasta ahora, esta perspectiva se ha aplicado solo a los procesos críticos, lo que genera desafíos en términos de uniformidad en la gestión y control de procesos, ya que no todos los procesos reciben la misma atención en términos de la identificación de situaciones de riesgo que puedan afectar el logro de los objetivos de la Jefatura.

Sin embargo, la JEAFO SALE demuestra la intención de implementar un proceso denominado "control estratégico" (figura N° 2), que involucra la recopilación de antecedentes e indicadores de rendimiento de los distintos actores internos. Estos datos se presentan al nivel directivo para la toma de decisiones en caso de desviaciones de los objetivos estratégicos planificados. A pesar de esta iniciativa, en la actualidad no se ha implementado ningún proceso ni se han desarrollado herramientas tecnológicas que permitan su ejecución.

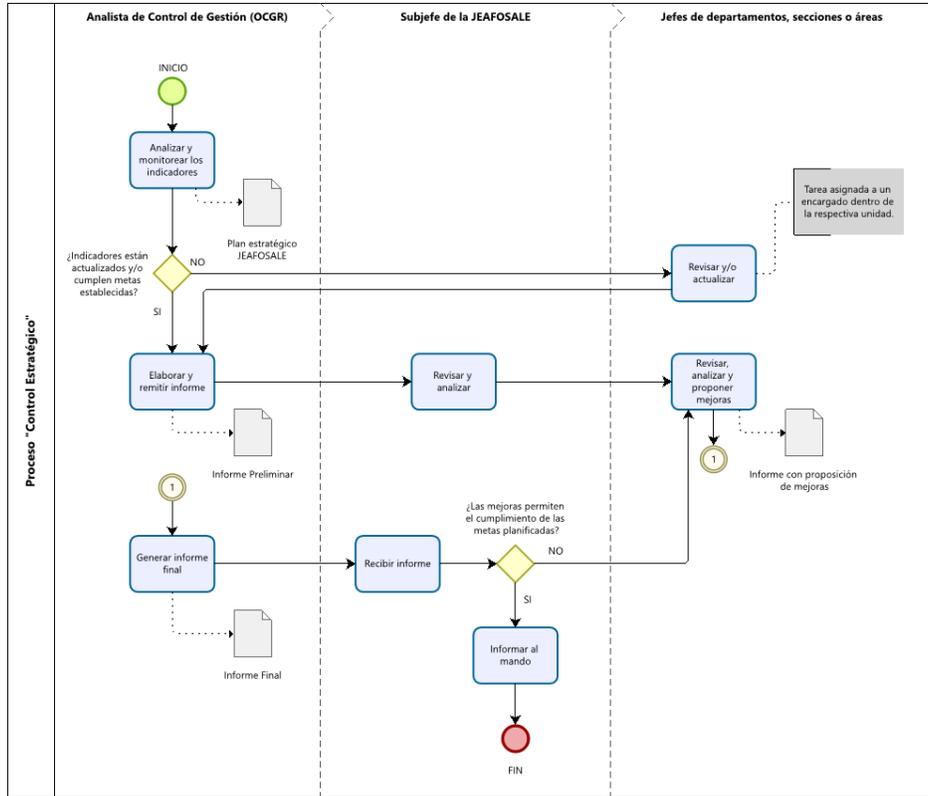


Figura N° 2: Proceso de control estratégico de la JEAFO SALE.

Fuente: JEAFO SALE (2023).

Este diagnóstico sienta las bases para la identificación de las áreas críticas y la formulación de una herramienta de control de gestión que aborde las deficiencias actuales y fortalezca la capacidad de la JEAFO SALE para lograr sus objetivos estratégicos de manera más eficiente y efectiva. Más adelante, en este artículo científico se enfocará en el diseño y desarrollo de esta herramienta.

## 2.4. Diseño de la herramienta

En el diseño de la herramienta se utilizaron las fases que detalla la metodología de ingeniería de sistemas bajo las propuestas del Departamento de Defensa de Estados Unidos de América<sup>3</sup> (en inglés, Department of Defense - DoD) y la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio<sup>4</sup> (en inglés, NASA), a saber: la determinación de los requerimientos operacionales, el análisis funcional y la síntesis del diseño de la herramienta.

<sup>3</sup> Department of Defense (2001). System Engineering Fundamentals, Fort Belvoir, Virginia.

<sup>4</sup> NASA (2007). System Engineering Handbook, Washington D.C.

### 2.4.1. Determinación de los requerimientos

Para la determinación de los requerimientos operacionales de la herramienta, inicialmente, se identificó y categorizó a los involucrados en el control de gestión estratégico de la Jefatura a partir del proceso presentado en la figura N° 2, logrando identificar tres niveles (figura N° 3): directivo, asociado a la asesoría y toma de decisiones; intermedio, quienes consolidan y analizan la información remitida por las unidades internas para evaluar el rendimiento de los objetivos estratégicos; ejecutivo, quienes remiten la información respecto a los resultados obtenidos de la ejecución de los procesos internos u objetivos encomendados.

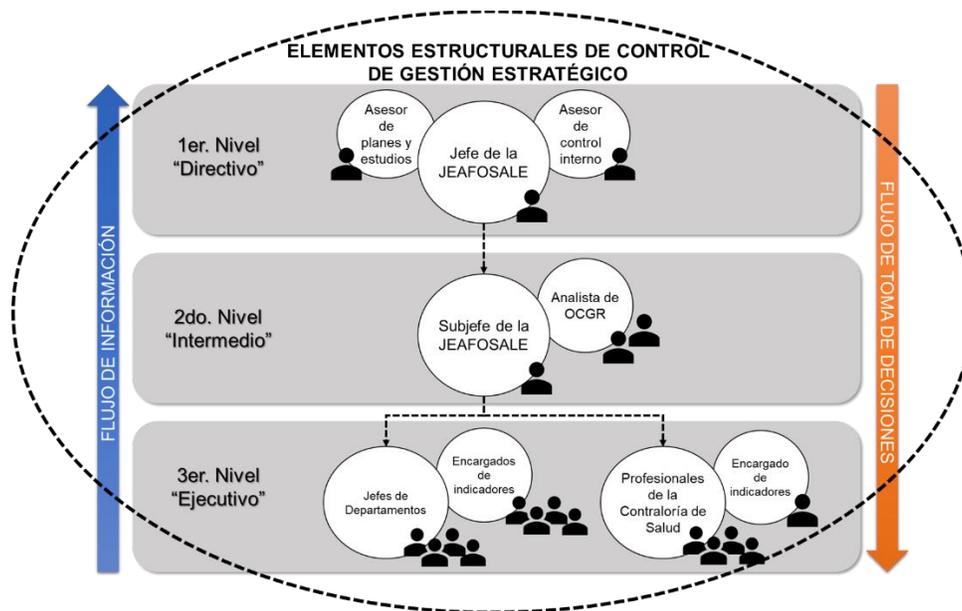


Figura N° 3: Involucrados en el control de gestión estratégico de la JEAFO SALE.

Fuente: Elaboración propia (2023).

El manual de "Ingeniería de sistemas de la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio" señala que "las expectativas de los interesados se generan cuando especifican lo que desean como estado final o como elemento a ser producido y establecen límites para el logro de los objetivos. Estos límites pueden abarcar gastos, tiempos de entrega, objetivos de rendimiento u otras cantidades menos obvias, como necesidades organizativas (...)" (NASA, 2007, p. 34).

Por lo cual, mediante el uso de un cuestionario efectuado a los involucrados ya identificados se obtuvieron sus expectativas, para conocer cuáles son, "por ejemplo, sus necesidades, deseos, capacidades, restricciones y/o interfaces externas" (NASA, 2007, p. 35) de la herramienta que apoye al control de gestión estratégico, información que servirá de insumo para la determinación de los requerimientos operacionales.

De dichas expectativas, se desagregaron en requerimientos funcionales de la herramienta denominados requerimientos operacionales, mediante el uso de una adaptación de la herramienta Casa de la Calidad (en inglés, House of Quality), matriz de doble entrada que permitió obtener la importancia relativa de cada expectativa, el nivel de satisfacción que cada requerimiento logra en cada expectativa y el nivel de importancia de cada requerimiento (figura N° 4).

	¿Qué?	¿Cómo?										
		REQUERIMIENTOS OPERACIONALES										
		Creación de elementos visuales, como gráficas, tablas, indicadores de tendencia u otros indicadores de desempeño.	Integración de una metodología de control de gestión, permitiendo el seguimiento, medición y análisis de indicadores de desempeño.	Generación de informes y paneles de control personalizables e interactivos.	Integración de las bases de datos provistos por los sistemas de información existentes.	Visualización de información en todo momento, incluso cuando no exista conexión a las bases de datos de los sistemas de información existentes.	Cumplimiento de estándares de seguridad de datos y normativas vigentes.	Capacidad de definir umbrales y criterios de alerta para indicadores de desempeño.	Actualización diaria de la información provista de las bases de datos de los sistemas de información existentes.	Asignación de perfiles de usuario.	Capacidad de almacenamiento de alto volumen de datos.	Importancia (1 a 10)
EXPECTATIVAS	Ser una herramienta amigable y de fácil empleo para los usuarios.	9		1						1		7
	Ser una herramienta intuitiva para los usuarios.	9		3						3		8
	Ser una herramienta con capacidad de entregar alertas ante desviaciones de rendimiento de los indicadores de desempeño (o KPIs).		9					9				7
	Ser una herramienta confiable y eficaz en su funcionamiento.	9	3	1		9	9	9	9	9	3	9
	Ser una herramienta que proporcione información relevante y en tiempo real para la toma de decisiones.		3		3				1	9		7
	Procesar datos estadísticos de forma simplificada y de fácil comprensión.	9	3	3								8
	Ser una herramienta que permita visualizar el rendimiento de indicadores de desempeño clave (o KPI).	9	9			3						8
	Ser una herramienta que permita identificar tendencias y patrones importantes mediante el uso de elementos gráficos o diagramas.	9	9	9								8
	Ser una herramienta que disminuya la incertidumbre en la toma de decisiones	9	9		3	9	9	9	9			9
	Ser una herramienta que garantice la seguridad y privacidad de los datos y la información confidencial.						9			3		8
	Ser una herramienta adaptable a software de inteligencia de negocios, que facilite la visualización y análisis de datos.		1	9							1	9
	Ser adaptable a las necesidades de cada involucrado del proceso de control de gestión estratégico de la organización.	9	3	9	9	9	3			9	1	9
	Ser una herramienta que permita la generación de reportes compatibles con los sistemas informáticos utilizados en la unidad.				9						1	8
	Integrarse con los sistemas de información existentes en la organización para facilitar el flujo de datos.				9						3	8
<b>Puntaje</b>		<b>594</b>	<b>396</b>	<b>298</b>	<b>273</b>	<b>267</b>	<b>261</b>	<b>232</b>	<b>225</b>	<b>217</b>	<b>77</b>	
<b>Ranking</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	

Figura N° 4: Casa de la calidad (adaptación).  
Fuente: Elaboración propia (2023).

A partir de lo anterior, se logró obtener los siguientes requerimientos operacionales:

- Requerimiento N° 1: la herramienta deberá permitir la creación de elementos visuales, como gráficas, tablas, indicadores de tendencia u otros indicadores de desempeño.

- Requerimiento N° 2: la herramienta deberá ser capaz de integrar una metodología de control de gestión, permitiendo el seguimiento, medición y análisis de indicadores de desempeño.
- Requerimiento N° 3: la herramienta deberá generar informes y paneles de control personalizables e interactivos.
- Requerimiento N° 4: la herramienta deberá integrar las bases de datos provistos por los sistemas de información existentes.
- Requerimiento N° 5: la herramienta deberá permitir la visualización de información en todo momento, incluso cuando no haya conexión a las bases de datos de los sistemas existentes.
- Requerimiento N° 6: la herramienta deberá cumplir con estándares de seguridad de datos y normativa vigente.
- Requerimiento N° 7: la herramienta deberá definir umbrales y criterios de alerta para indicadores de desempeño.
- Requerimiento N° 8: la herramienta deberá actualizar diariamente la información provista de las bases de datos de los sistemas de información existentes.
- Requerimiento N° 9: la herramienta deberá asignar perfiles de usuario.
- Requerimiento N° 10: la herramienta deberá permitir el almacenamiento de alto volumen de datos.

#### 2.4.2. Selección de metodología de control de gestión

El control de gestión es un elemento esencial en la implementación de estrategias, respaldado por el uso de indicadores de desempeño que abarcan tanto el rendimiento financiero como no financiero, incluyendo aspectos como la calidad, satisfacción del cliente y moral de los empleados. Este proceso se basa en cinco puntos clave: indicadores de gestión, modelo predictivo, objetivos asociados a indicadores, retroalimentación del rendimiento y evaluación del comportamiento de la organización. Estos componentes integran un sistema de control de gestión que permite evaluar en qué medida las actividades y recursos asignados contribuyen al logro de los objetivos estratégicos.

Metodología	Creador/ Creadores	Enfoque Principal	Objetivo Principal	Herramientas Clave
Calidad Total	William Edwards Deming	Mejora continua en la calidad de todas las áreas de la organización.	Lograr la excelencia en la calidad y la	Ciclo PDCA (Planificar, hacer, verificar, actuar) y Modelo DRW. <sup>5</sup>

<sup>5</sup> MAPCAL, 1998.

			satisfacción del cliente.	
Cuadro de Mando Integral	Robert S. Kaplan y David P. Norton	Integración de objetivos estratégicos en áreas clave de la organización.	Medir el desempeño y la alineación con la estrategia a través de indicadores.	Mapas estratégicos, indicadores de desempeño. <sup>6</sup>
Six Sigma	Motorola y posteriormente popularizado por Jack Welch en General Electric	Reducción de la variabilidad en los procesos para minimizar defectos.	Mejorar la calidad y eficiencia, reducir defectos y costos.	Metodología DMAIC (definir, medir, analizar, mejorar, controlar), análisis estadístico. <sup>7</sup>
Reingeniería de procesos	Michael Hammer y James Champy	Rediseñar procesos empresariales para obtener mejoras significativas.	Cambiar radicalmente la forma en que se realizan las tareas para lograr mejoras drásticas en el rendimiento.	Reingeniería de procesos, análisis de flujo de trabajo. <sup>8</sup>
Benchmarking	Xerox Corporation	Comparación con las mejores prácticas de otras organizaciones.	Identificar áreas de mejora y adoptar las mejores prácticas del entorno.	Establecimiento de objetivos, recopilación de datos, análisis comparativo. <sup>9</sup>

Tabla N° 2: Metodologías de control de gestión.

Fuente: Elaboración propia (2023).

Se logró identificar cinco metodologías de control de gestión (tabla N° 2), siendo seleccionado el Cuadro de Mando Integral (en inglés, Balance Scorecard) mediante la aplicación de la metodología de AHP, ya que obtuvo el mayor puntaje en base a los criterios de “adaptabilidad”, “impacto en la toma de decisiones”, “enfoque en valor”, “medición y monitoreo” y “efectividad en la mejora continua” (figura N° 5), lo que permitirá cumplir con el requerimiento operacional N° 2.

---

<sup>6</sup> Kaplan & Norton, 2002.

<sup>7</sup> Arias, *et al.*, 2008.

<sup>8</sup> MAPCAL, 1998.

<sup>9</sup> Tijerina, 1999.

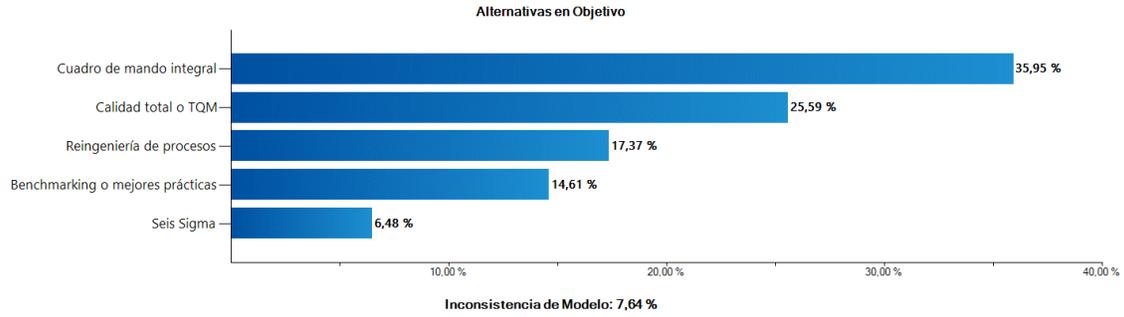


Figura N° 5: Ponderación de la selección de la metodología de control de gestión.  
Fuente: Elaboración propia (2023).

### 2.4.3. Arquitectura de la herramienta

La arquitectura elegida como solución se definió como una herramienta (conjunto) basada en dos subconjuntos, que permitirán integrar las bases de datos con los sistemas de información existentes en la Jefatura, como también la metodología de control de gestión, además de visualizar la información obtenida de su aplicación, mediante componentes que se presentan en la figura N° 6, donde destaca la interfaz gráfica que considerará los indicadores de desempeño que son obtenidos de la aplicación de la metodología de control de gestión con la estrategia, cadena de valor y proceso de “control estratégico” de la Jefatura.

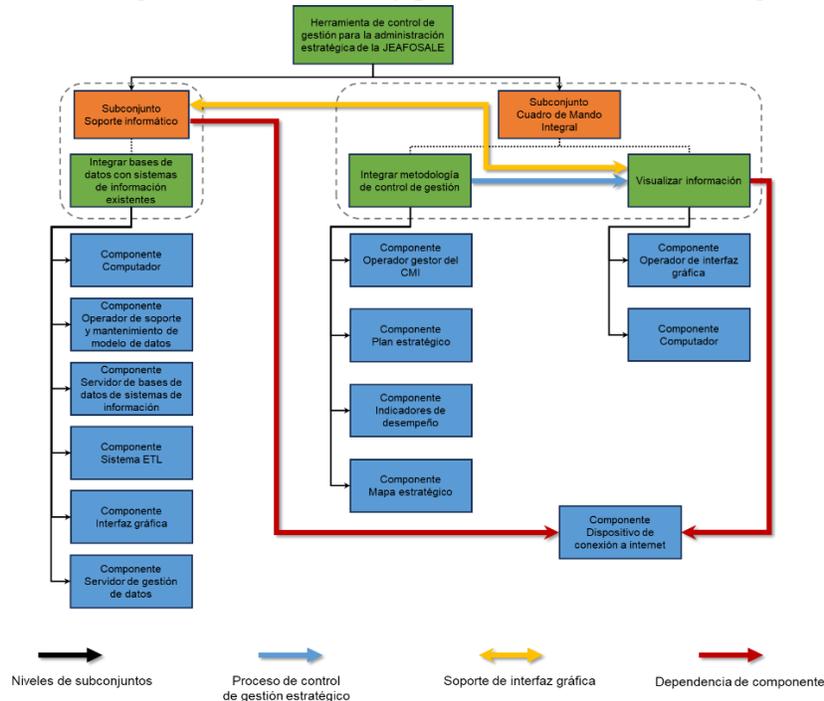


Figura N° 6: Esquema de componentes de arquitectura física de la herramienta.  
Fuente: Elaboración propia (2023).

## 2.4.4. Diseño de la interfaz gráfica de la herramienta

### 2.4.4.1. Integración de la metodología del cuadro de mando integral con la estrategia

Para el diseño de la interfaz de la herramienta, inicialmente, se ejecutaron las tareas relacionadas con la integración de la metodología del cuadro de mando integral (en adelante, CMI) con la estrategia de la JEAFO SALE, lo que permitió definir el mapa estratégico, con sus relaciones causa-efecto entre los objetivos estratégicos y los indicadores de desempeño, con sus criterios de normalidad, en base a las perspectivas que este método entrega, siendo posible evidenciar su consolidación en la figura N° 7.

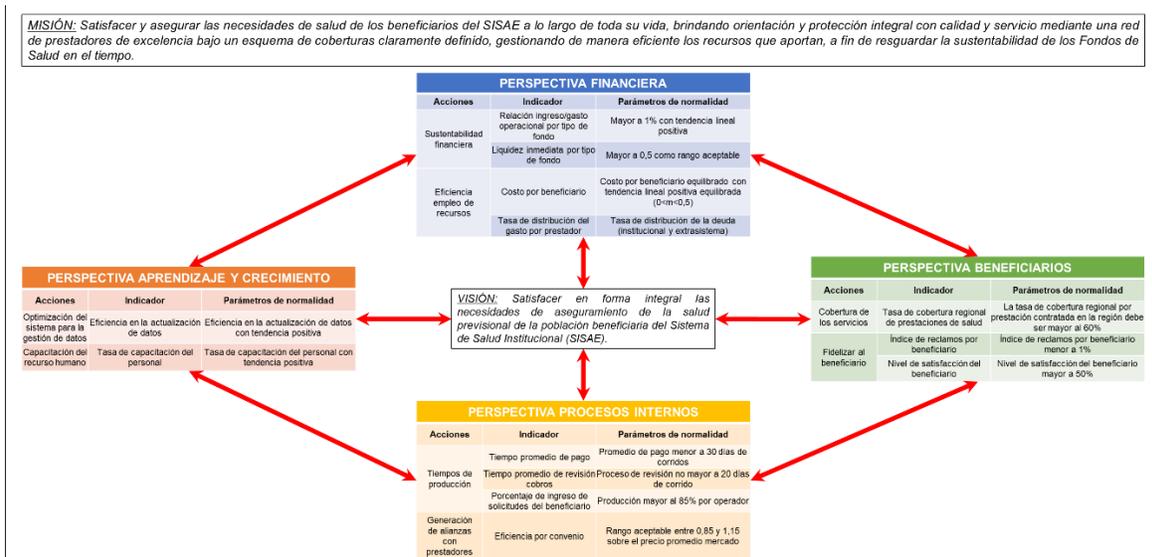


Figura N° 7: Cuadro de mando integral de la JEAFO SALE.

Fuente: Elaboración propia (2023).

## 2.4.5. Obtención y transformación de los datos de los sistemas de origen

Para la obtención de los datos, se utilizaron tablas de datos exportadas desde los dos sistemas de información existentes en la JEAFO SALE: FIN 700 v 7.5 de la empresa Sonda, ERP<sup>10</sup> de uso para la gestión financiera, que posee 4 módulos: contabilidad, tesorería, activo fijo y remuneraciones; y SIA JEAFO SALE de la empresa Orden, plataforma que se utiliza para el trámite de las bonificaciones<sup>11</sup> de los prestadores de salud en convenio.

<sup>10</sup> ERP: Enterprice Resource Planning, sistema que ayuda a automatizar y administrar los procesos empresariales de distintas áreas: finanzas, fabricación, venta al por menor, cadena de suministros, recursos humanos y operaciones (Microsoft, 2023).

<sup>11</sup> Bonificaciones: corresponde a los documentos financieros que son emitidos por los prestadores de salud en convenio con la JEAFO SALE y que detalla las prestaciones realizadas a los beneficiarios del sistema de salud institucional.

Posteriormente, se transformaron los datos extraídos de las bases antes mencionadas asociándolos a cada indicador de desempeño y al elemento gráfico (tabla, gráfico, mapa u otro) que será presentado en la interfaz gráfica, tal como se puede observar en la tabla N° 3.

Perspectiva	Indicador de desempeño	Origen de datos	Datos obtenidos	Elemento gráfico
<b>Financiera</b>	Relación ingreso/gasto operacional por tipo de fondo	<i>CuentaCorriente</i> <i>DPre</i> <i>CPreAt</i>	Ingresos operacionales (cotizaciones previsionales) Egresos operacionales (pago de bonificaciones y reembolsos)	(1) Tarjeta de texto (2) Gráfico de línea con columnas apiladas
	Liquidez inmediata por tipo de fondo	Estados de situación financiera trimestrales	Activos corrientes (Cuenta: Banco) Pasivos corrientes	(1) Tarjeta de texto (2) Gráfico de línea
	Costo por beneficiario	Estados de situación financiera trimestrales Kardex Beneficiarios	Gastos operacionales Total de beneficiarios del SISAE	Gráfico de columnas y de líneas
	Tasa de distribución del gasto por prestador	<i>Dpre</i> <i>CPreAt</i>	Monto total deuda por prestador Monto total deuda	(1) Mapa gráfico de burbuja (2) Tabla de datos
<b>Beneficiarios</b>	Tasa de cobertura regional de prestaciones de salud	Depto. I "Comercial" Fuentes abiertas	Número total de prestaciones por región	(1) Tabla (2) Gráfico de línea con columnas apiladas
	Índice de reclamos por beneficiario	Depto. II "Atención al Beneficiario"	Número total de reclamos mensuales	(1) Tarjeta de texto (2) Medidor
	Nivel de satisfacción del beneficiario	Depto. II "Atención al Beneficiario"	Nivel de satisfacción al beneficiario	(1) Tarjeta de texto (2) Gráfico circular

<b>Procesos Internos</b>	Tiempo promedio de pago	<i>DPre</i> <i>CPreAt</i> <i>Ofic</i> <i>Dofic</i>	Fecha de recepción de factura Fecha de pago de factura Cantidad de facturas	(1) Tarjeta de texto (2) Medidor
	Tiempo promedio de revisión de cobros	<i>DPre</i> <i>CPreAt</i> <i>Ofic</i> <i>Dofic</i> <i>easyflow.ACT</i>	Fecha de recepción Depto. III Fecha de recepción Depto. IV Cantidad de facturas	(1) Tarjeta de texto (2) Medidor
	Porcentaje de ingreso de solicitudes del beneficiario	Depto. II "Atención al Beneficiario"	Cantidad de llamadas y correos recibidos Cantidad de llamadas y correos ingresados	(1) Tarjeta de texto (2) Gráfico de línea
	Eficiencia por convenio	Depto. I "Comercial" Fuentes abiertas	Valor de prestación con convenio Valor de mercado de prestación	Tabla
<b>Aprendizaje y Crecimiento</b>	Eficiencia en la actualización de datos	Sección Informática	Detalle de actualizaciones de la información en los sistemas de información	Medidor
	Tasa de capacitación del personal	Depto. II "Atención al Beneficiario"	Detalle de capacitaciones al personal de la JEAFO SALE	(1) Tarjeta de texto (2) Tabla de datos

Tabla N° 3: Transformación de datos asociados a perspectivas del CMI.

Fuente: Elaboración propia (2023).

Para la selección de la interfaz gráfica se utilizaron las empresas líderes del “Cuadrante Mágico para Plataformas de Análisis e Inteligencia Empresarial” de Gartner (2023), que fueron sometidas a criterios de evaluación, siendo seleccionada la plataforma de Microsoft

Power Bi como la alternativa óptima para cumplir con las funciones del componente de la herramienta.

### 2.4.6. Modelación de la interfaz gráfica

A partir de la tabla N° 3, se realizó la modelación en la interfaz gráfica Microsoft Power Bi mediante la carga de datos directa en base a tablas creadas en un archivo de Microsoft Excel en el sistema ETL de la interfaz Microsoft Power Query, permitiendo la creación de tres páginas de visualizaciones gráficas más el uso de botones de automatización de tareas (creación de reportes y exportación de datos), bajo la plataforma de Microsoft Power Automate, tal como se representa en la figura N° 8.

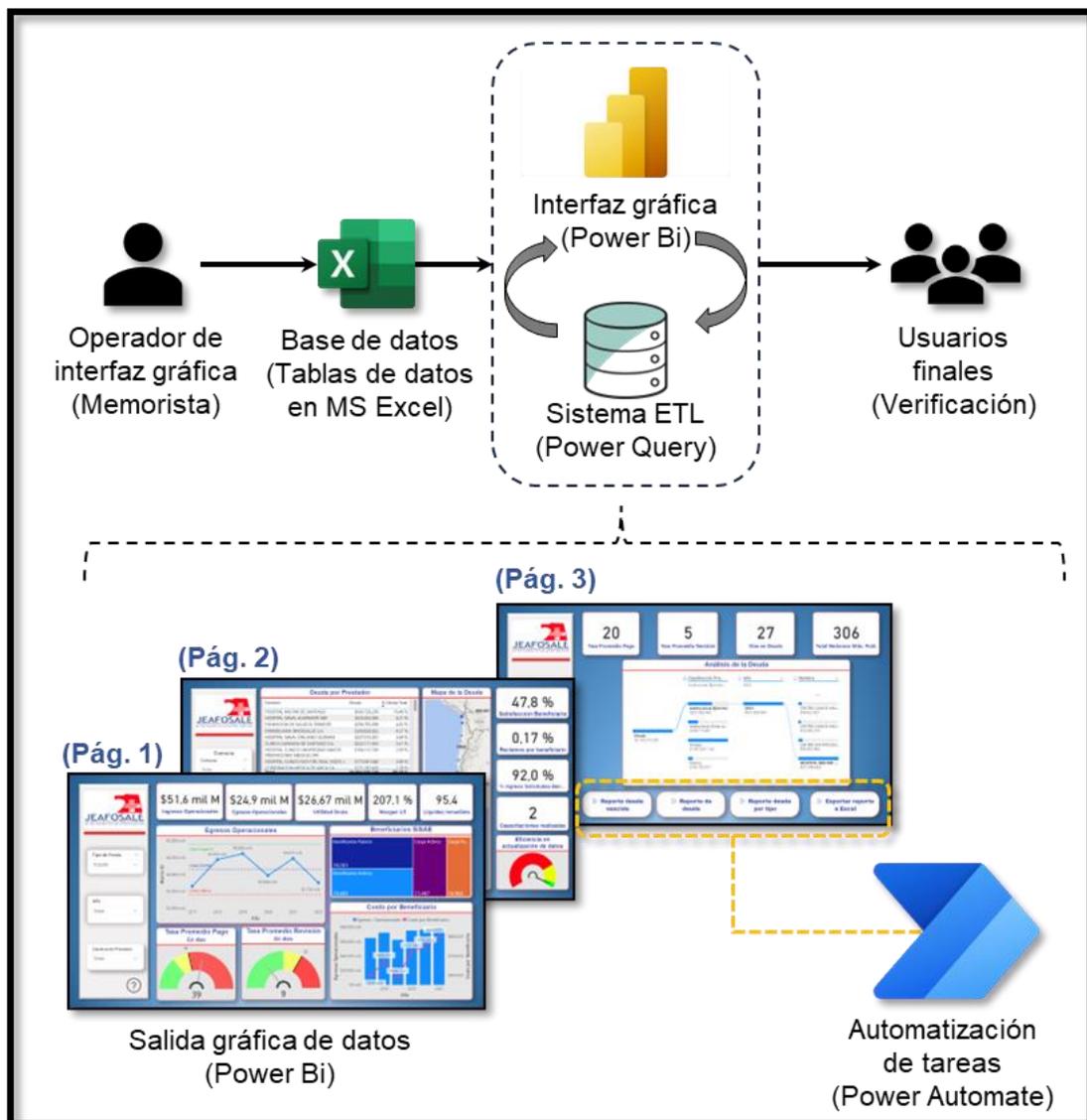


Figura N° 8: Modelación de la interfaz gráfica.  
Fuente: Elaboración propia (2023).

## 2.5. Resultados

### 2.5.1. Verificación del diseño de la herramienta

La verificación de la herramienta se ejecutó en cuatro partes:

- La verificación de componentes del diseño preliminar de la herramienta se realizó mediante una “matriz de verificación de componentes”, comprobando que las funciones (derivadas de los requerimientos operacionales) cumplieron con lo requerido.
- La verificación de la interfaz gráfica se realizó a partir de un “cuadro comparativo” entre las funciones que debe cumplir el componente y las funcionalidades que entrega Microsoft Power Bi, logrando verificar que la plataforma computacional cumple con las funciones asignadas.
- La verificación de los elementos gráficos de la herramienta se realizó a partir de los elementos definidos en la tabla N° 3, mediante una “lista de chequeo”, lo que permitió verificar que los elementos definidos fueron implementados en la interfaz gráfica de forma satisfactoria.
- La verificación de funcionalidad de la interfaz gráfica de la herramienta se realizó mediante la “pauta de prueba funcional” bajo el formato “paso a paso”, herramienta que permitió estructurar las tareas que debe ejecutar el usuario, así como los requerimientos necesarios para su empleo (Aristegui, 2010), verificando la funcionalidad de la herramienta.

### 2.5.2. Validación de diseño de la herramienta

En el desarrollo de la validación de la herramienta se utilizaron dos criterios:

- Funcionalidad: la validación alinea los requisitos con las expectativas de las partes interesadas, logrando minimizar el riesgo de que no se alcance el rendimiento requerido, utilizando para tal efecto la “pauta de prueba funcional para validación”, creada a partir de los aspectos expuestos en el punto anterior, siendo modificada y validada por un panel de expertos, integrado por miembros de la Sección Informática de la Jefatura, con títulos profesionales de ingenieros informáticos e ingenieros civiles informáticos, con experiencia de al menos 5 años en el área.
- Usabilidad:<sup>12</sup> evalúa factores de eficacia (si los usuarios pueden completar una tarea), eficiencia (la cantidad de esfuerzo que necesitan los usuarios para lograr su objetivo) y el grado de satisfacción (si los usuarios piensan que es fácil usar un determinado producto), mediante la herramienta Escala de Usabilidad de un Sistema desarrollada por John Brooke (1986).

---

<sup>12</sup> Definido según la ISO 9241-1 (ISO, 1997).

De la aplicación del primer criterio, se obtuvieron resultados satisfactorios, donde los expertos validadores cumplieron con la totalidad de las actividades definidas en la pauta de prueba funcional para validación, tales como: carga de bases de datos, creación de elementos gráficos a partir de bases de datos, personalización de interfaz gráfica a necesidades propias, extracción de datos, entre otras; corroborando el funcionamiento de la interfaz gráfica y obteniendo con ello la validación funcional de la herramienta.

De la aplicación del segundo criterio, el puntaje promedio de usabilidad obtenido fue de 94,5 de 100 puntos, lo que indica un nivel “aceptable”. Los expertos afirman que la herramienta cumple con su cometido, en el sentido de satisfacer los requerimientos establecidos previamente, además consideraron que es fácil de usar permitiendo satisfacer sus necesidades de control de gestión estratégico y que posee amplias posibilidades de ser mejorada para las necesidades de información de la Jefatura.

### **3. CONCLUSIONES**

En el transcurso de esta investigación, se abordó como desafío de la Jefatura Ejecutiva de Administración de los Fondos de Salud del Ejército (JEAFO SALE) la optimización del control de gestión para fortalecer la planificación estratégica y satisfacer las cambiantes necesidades de sus beneficiarios. Los hallazgos y conclusiones de este estudio resaltan la importancia de dos aspectos fundamentales: la gestión estratégica y el control de gestión. Estas disciplinas se erigen como pilares esenciales para garantizar la competitividad y la creación de valor en un contexto de constante cambio, y son cruciales para cumplir con su misión.

A pesar del buen desempeño financiero de la organización, existen desafíos en áreas no financieras, como la satisfacción de los beneficiarios y la medición interna. Estos desafíos en el control de gestión podrían amenazar su estabilidad financiera y permitir la reducción de beneficiarios pasivos y sus cargas familiares. Para abordar estas cuestiones, se diseñó una herramienta de control de gestión adaptada a las necesidades de la organización, empleando una metodología de ingeniería de sistemas y la Microsoft Power BI para la presentación de indicadores de desempeño.

Además, se aplicó la metodología del Cuadro de Mando Integral para vincular los objetivos estratégicos con los indicadores de desempeño. Esta implementación ha proporcionado un mapa estratégico que ilustra la relación causa-efecto de los objetivos y los indicadores. La herramienta no solo recopila datos de sistemas de información existentes en la Jefatura, sino que también los transforma en indicadores y elementos gráficos para brindar información actualizada y precisa.

En conjunto, este estudio destaca la relevancia de contar con una herramienta de control de gestión adaptada a las necesidades específicas de la JEAFO SALE, lo que promete mejorar la planificación estratégica, la agilidad en la toma de decisiones, la transparencia en los procesos internos y la satisfacción de los beneficiarios, al abordar sus cambiantes necesidades de salud. Sin embargo, es fundamental reconocer que la efectividad de esta herramienta requerirá un proceso continuo de monitoreo y ajustes para adaptarse a la evolución de las necesidades y al entorno organizacional.

## REFERENCIAS

- Arias, L.; Margarita, L. & Castaño, J. (junio de 2008). Aplicación de Six Sigma en las organizaciones. *Scientia et Technica*, XIV(38), pp. 265-270.
- Aristegui, J. L. (2010). Test Cases in Software Test. Los casos de prueba en la prueba de software. *Revista Digital Lámpsakos* (3), pp. 27-34.
- Biblioteca del Congreso Nacional (1996). Ley N° 19.465 "Establece sistema de salud de las Fuerzas Armadas". Obtenido de: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=30832>
- Brooke, J. (noviembre de 1986). SUS - A quick and dirty usability scale. *Usability Evaluation in Industry*. Pp. 189-194. Obtenido de: [https://www.researchgate.net/publication/228593520\\_SUS\\_A\\_quick\\_and\\_dirty\\_usability\\_scale](https://www.researchgate.net/publication/228593520_SUS_A_quick_and_dirty_usability_scale)
- Department of Defense (2001). *Systems Engineering Fundamentals*. Fort Belvoir, Virginia: Systems Management College.
- Gartner (5 de abril de 2023). *Magic Quadrant for Analytics and Business Intelligence Platforms*. Obtenido de: [https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-2955ETOT&ct=220215&st=sb?ocid=lp\\_pg398450\\_gdc\\_comm\\_az](https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-2955ETOT&ct=220215&st=sb?ocid=lp_pg398450_gdc_comm_az)
- ISO (1997). UNE-EN ISO 9241-1:1997. Obtenido de: Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs): <https://www.iso.org/standard/21922.html>
- Jefatura Ejecutiva de la Administración de los Fondos de Salud del Ejército (2020). *Planificación Estratégica de la Jefatura Ejecutiva de Administración de los Fondos de Salud del Ejército, período 2020-2025*. Santiago.
- Kaplan, R. & Norton, D. (2002). *Cuadro de Mando Integral*. Barcelona, España: Ediciones Gestión 2000.
- MAPCAL (1998). *Nuevos Instrumentos del Management*. Madrid, España: Díaz de Santos S.A.
- Microsoft (2023). Definición de ERP. Obtenido de: <https://dynamics.microsoft.com/es-es/erp/define-erp/>
- NASA (2007). *Systems Engineering Handbook*. Washington D.C.: NASA HQ.

Ramírez R., J. L. (2009). Procedimiento para la elaboración de un análisis FODA como una herramienta de planeación estratégica en las empresas. *Ciencia Administrativa*, pp. 54-61.

Tarziján, J. (2018). *Fundamentos de estrategia empresarial*. Santiago: Ediciones Universidad Católica de Chile.

Thompson, A.; Gamble, J.; Peteraf, M. & Strickland, A. (2012). *Administración estratégica: Teoría y casos*. Ciudad de México: McGraw Hill.

Tijerina, J. I. (1999). *Benchmarking. Metodología de desarrollo y aplicación*. San Nicolás de los Garza, México: Universidad Autónoma de Nuevo León.

## **PROCEDIMIENTO EDITORIAL**

En el sitio web del Boletín ([www.boletincientifico.cl](http://www.boletincientifico.cl)), ACAPOMIL, se indicará el periodo y correo de recepción de los trabajos.

Para redactarlos, el autor se debe regir por las normas descargables del sitio web de Internet, o bien pueden solicitarlas a [envios.bct@acapomil.cl](mailto:envios.bct@acapomil.cl).

Las colaboraciones se deben remitir vía email al correo [envios.bct@acapomil.cl](mailto:envios.bct@acapomil.cl), junto con la Carta de Cesión de Derechos Patrimoniales (descargable en el sitio de Internet antes mencionado, o bien pueden solicitarlas a [envios.bct@acapomil.cl](mailto:envios.bct@acapomil.cl)).

El Comité Editorial –constituido por el presidente (director de la ACAPOMIL), editor y coeditores acusará recibo al autor de la recepción de su colaboración y tendrá un máximo de 20 días hábiles para informar de la admisibilidad de la colaboración.

De resultar admisible el artículo, el Comité Editorial dará inicio a la evaluación ciega por dos pares arbitrales que tendrá como máximo una duración de dos meses.

La evaluación arbitral considera: la coherencia de la estructura con el título del trabajo, la pertinencia con el tipo textual adscrito, la pertinencia y actualidad de las fuentes bibliográficas consultadas, la coherencia entre contenido y resumen de la colaboración, la capacidad de hacer inferencias, relaciones y enlaces sobre la información y para establecer conclusiones, el adecuado uso de la redacción y ortografía en el idioma respectivo, la originalidad del trabajo y si es significativo para el desarrollo del medio.

Una vez terminado este proceso, se inicia la revisión por parte de evaluadores externos a la ACAPOMIL.

Cumplido esto último, se informará al autor de su aceptación inmediata, aceptación previa mejoras mayores o rechazo (sin apelación) del trabajo, a través de un correo electrónico por parte del editor o coeditores del Comité Editorial.

En el caso de aceptación previa mejoras mayores, el autor deberá efectuar los cambios exigidos por los árbitros en un plazo no mayor a siete días hábiles. Posteriormente, se someterá a una nueva revisión arbitral.

El autor de la colaboración publicada recibirá como agradecimiento una copia impresa de la revista. El Comité Editorial puede modificar el presente procedimiento sin previo aviso.