



DEPARTAMENTO DE
INGENIERIA COMERCIAL
UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA



UNIVERSIDAD TÉCNICA
FEDERICO SANTA MARÍA



DEPARTAMENTO DE
INGENIERIA COMERCIAL
UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
Departamento de Ingeniería Comercial
MBA, Magíster en Gestión Empresarial

DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN CANAL 911 UNIFICADO EN CHILE

Tesina de Grado presentada por

Mitchel Andrés Zúñiga Henríquez

Como requisito para optar al grado de

MBA, Magíster en Gestión Empresarial

Guía de Tesina Mg. Miguel Acevedo Müller

Julio de 2026



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☐ Memoria o trabajo de título; ☒ Tesis de Postgrado;

Título del trabajo: DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN CANAL 911 UNIFICADO EN CHILE

Nombre del candidato(a): Mitchel Andrés Zúñiga Henríquez

Carrera / Grado: MBA, Magíster en Gestión Empresarial

Campus: Santiago Vitacura ; **Departamento:** Ingeniería Comercial

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Miguel Acevedo Müller, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL

☒ El trabajo **NO contiene información que amerite confidencialidad** y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (embargo) por:

☐ 6 meses; ☐ 12 meses; ☐ 2 años; ☐ 3 años; ☐ 5 años; ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 17/08/2026 ; **Firma:** 

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 17/08/2026 ; **Firma:** 

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.



TITULO DE TESINA: **“DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE UN CANAL 911
UNIFICADO EN CHILE”**

AUTOR: **Mitchel Andrés Zúñiga Henríquez**

TRABAJO DE TESINA, presentando en cumplimiento parcial de los requisitos para el Grado de MBA, Magíster en Gestión Empresarial de la Universidad Técnica Federico Santa María.

OBSERVACIONES: _____

COMISIÓN DE TESINA:

Miguel Acevedo Müller, **Profesor Guía**
Lorena Paredes, **Correferente Externo**
Juan Tapia, **Correferente Interno**

Santiago, Julio 2026



Todo el contenido, análisis, conclusiones y opiniones vertidas en este estudio son de mi exclusiva responsabilidad.

Nombre: MITCHEL ANDRÉS
ZÚÑIGA HENRÍQUEZ.

Fecha: 17 de Agosto de 2026.



Tabla de contenido

1.	RESUMEN EJECUTIVO	6
2.	INTRODUCCIÓN	8
3.	ORIGEN Y PROPÓSITO DEL ESTUDIO	8
4.	OBJETIVOS	10
4.1	OBJETIVO GENERAL	10
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
5.	ALCANCE DEL ESTUDIO	11
6.	METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	12
7.	ESTADO DEL ARTE	13
7.1	ANTECEDENTES DEL ESTADO DEL ARTE	13
7.1.1	DIAGNÓSTICO E INEFICIENCIAS DE TRÁFICO.	14
7.1.2	MODELACIÓN DEL TIEMPO DE RESPUESTA ACTUAL.....	14
7.2	MARCO TEÓRICO DEL ESTADO DEL ARTE	15
A.	MODELOS OPERACIONALES DE PSAP (PUBLIC SAFETY ANSWERING POINT)	15
B.	ARQUITECTURA DE SISTEMAS CAD (COMPUTER AIDED DISPATCH) Y GEOLOCALIZACIÓN	15
C.	CASOS DE ÉXITO TECNOLÓGICO: EL ECOSISTEMA INTEGRADO DE USA (MOTOROLA CAD Y ESTÁNDAR P25)	16
D.	ESTÁNDARES INTERNACIONALES DE INTEROPERABILIDAD (NENA I3Y E112).....	16
E.	ESTADO DE LA UNIFICACIÓN DE CANALES DE EMERGENCIA EN AMÉRICA DEL SUR	16
F.	MARCO REGULATORIO CHILENO DE TELECOMUNICACIONES	18
G.	CONCLUSIÓN DE LA REVISIÓN TEÓRICA Y ADOPCIÓN DEL MODELO	19
8.	DESARROLLO DE LA TESINA.....	19
8.1	DISEÑO DEL MODELO OPERATIVO (PSAP HÍBRIDO DE DOS ETAPAS)	19
8.1.1	FUNDAMENTACIÓN MATEMÁTICA DEL MODELO OPERATIVO MEDIANTE TEORÍA DE COLAS (M/M/C).....	20
8.1.2	PROTOCOLO ESTANDARIZADO DE TRIAGE DE EMERGENCIAS	22
8.1.3	PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS ESTÁNDAR (SOPS) E INTERACCIÓN INTERGUBERNAMENTAL.	22
8.1.4	PROTOCOLOS DE SOPORTE VITAL TELEFÓNICO Y DESPACHO MÉDICO DE PRIORIDAD (MPDS)	23
8.2	DISEÑO DE LA ARQUITECTURA TECNOLÓGICA INTEGRADA	24
8.2.1	ARQUITECTURA DE RED ESINET (NEXT GENERATION 911)	24
8.2.2	BASE DE DATOS GIS E INTEROPERABILIDAD DE DATOS XML (EDXL)	25
8.2.3	ESPECIFICACIONES DE INTEGRACIÓN TECNOLÓGICA DE DATOS Y COMUNICACIONES.....	25
8.2.4	DESPLIEGUE DE LA RED DE RADIOCOMUNICACIÓN DIGITAL APCO P25 FASE II	27
8.2.5	RED DE DATOS LTE PRIVADA DE SEGURIDAD PÚBLICA (PS-LTE) Y EVOLUCIÓN DE BANDA ANCHA	27
8.2.6	INTEROPERABILIDAD GIS Y EL CATASTRO PREDIAL NACIONAL	28
8.3	MODELO DE GOBERNANZA E INSTITUCIONALIDAD.....	29
8.3.1	PROYECTO DE LEY ORGÁNICA CONSTITUCIONAL DE LA AGENCIA NACIONAL DE EMERGENCIAS 911 (ANE-911).....	29
8.3.2	ACUERDOS DE NIVEL DE SERVICIO (SLAS) E INDICADORES DE CUMPLIMIENTO (KPIS).....	30
8.3.3	PROTOCOLO DE ESCALAMIENTO E INTERFAZ CON SENAPRED	31
8.3.4	EL COMITÉ DE DIRECCIÓN DE SERVICIOS DE EMERGENCIA (CDSE) Y COORDINACIÓN ADMINISTRATIVA.....	31



8.3.5	MARCO DE RESPONSABILIDAD LEGAL Y PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES (LEY 19.628 Y NUEVA LEY DE DATOS PERSONALES).....	32
8.4	EVALUACIÓN ECONÓMICO-FINANCIERA (CAPEX Y OPEX)	32
8.4.1	PROYECCIÓN DE FLUJO DE CAJA FINANCIERO (AÑOS 0 A 10).....	33
8.4.2	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD SOCIAL DEL SROI (SOCIAL RETURN ON INVESTMENT).....	34
8.4.3	ANÁLISIS DE COSTO-EFECTIVIDAD INCREMENTAL (ICE) E IMPACTO EN AVAD.....	35
8.5	ESTRATEGIA DE GESTIÓN DEL CAMBIO Y PLAN DE TRANSICIÓN.....	36
8.5.1	ABORDAJE DE LA RESISTENCIA INSTITUCIONAL.....	36
8.5.2	PLAN DE CAPACITACIÓN Y PERFIL DEL NUEVO OPERADOR UNIFICADO 911.....	37
8.5.3	MATRIZ DE GESTIÓN DE RIESGOS DE LA IMPLEMENTACIÓN (MATRIZ DE RIESGO OPERATIVO) 38	
8.5.4	FRAMEWORK DE CIBERSEGURIDAD DE MISIÓN CRÍTICA (RESILIENCIA ANTE ATAQUES DEL CORE).....	40
8.5.5	CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DETALLADO (TRANSICIÓN DE 18 MESES).....	40
8.5.6	ESTRUCTURA DE TURNOS, ERGONOMÍA OPERACIONAL (ISO 11064) Y MITIGACIÓN DEL BURNOUT	42
8.5.7	PRUEBAS DE DESPLIEGUE DE COMUNICACIONES CRÍTICAS Y PILOTAJE TECNOLÓGICO (REGIÓN DE VALPARAÍSO)	43
8.6	CUANTIFICACIÓN DE BENEFICIOS Y SIMULACIÓN DE KPIS.....	43
8.6.1	SIMULACIÓN OPERATIVA DE LA REDUCCIÓN DEL TIEMPO DE RESPUESTA.....	44
8.6.2	COMPARATIVA DE LÍNEAS DE TIEMPO DE RESPUESTA ANTE EMERGENCIA COMPLEJA (SEGUNDOS)	45
8.6.3	ANÁLISIS DE LA SIMULACIÓN DE KPIS.	45
9.	CONCLUSIONES.....	46
10.	BIBLIOGRAFÍA, CITAS Y REFERENCIAS.....	48
11.	ANEXOS.....	49



1. Resumen Ejecutivo

El actual sistema de atención de emergencias en Chile evidencia una ineficiencia estructural que impacta de manera directa en el resguardo de la vida y los bienes de sus ciudadanos. La coexistencia de canales telefónicos fragmentados e independientes (131 de SAMU, 132 de Bomberos y 133 de Carabineros) genera una barrera operativa, obligando a los usuarios a clasificar sus incidentes en situaciones de máximo estrés y perdiendo segundos valiosos que comprometen la crítica "Hora de Oro" prehospitalaria. El tráfico telefónico se encuentra profundamente congestionado por un volumen desproporcionado de llamadas inoficiosas, alcanzando un promedio del 72,5% en Carabineros y del 62% en el SAMU, lo que satura los canales de atención. Además, la nula interoperabilidad de las bases de datos y de los sistemas de Despacho Asistido por Computadora (CAD) obliga a transferencias de información manuales y lentas entre centrales, duplicando despachos o generando omisiones en incidentes de alta complejidad multisectorial.

Frente a este diagnóstico, este estudio evalúa la viabilidad de la transición hacia el modelo integrado NENA i3 mediante el diseño de una hoja de ruta estratégica y operativa para la implementación del canal unificado 911 en Chile. La alternativa propuesta consiste en la creación de la Agencia Nacional de Emergencias (ANE-911), un organismo público de carácter civil que estructurará un PSAP Híbrido de Dos Etapas. Este modelo despliega una primera línea de operadores civiles encargados de depurar el spam, georreferenciar de manera automática el terminal telefónico a través de la tecnología de Localización Móvil Avanzada (AML) y priorizar los incidentes mediante un triage dinámico. La Fase 2 delega el despacho táctico y el seguimiento operativo a los profesionales especialistas de Carabineros, SAMU y Bomberos, integrándolos mediante un software centralizado de CAD interconectado a una red digital robusta bajo el estándar APCO P25 Fase II y una red privada de banda ancha PS-LTE.

La consistencia y dimensionamiento de la propuesta fue validada matemáticamente mediante la modelación de la Teoría de Colas (M/M/c) y simulaciones operativas de incidentes críticos de Código Rojo. Los resultados indican que consolidar el primer filtro en un equipo de 75 operadores estabiliza la utilización del sistema en un 15% bajo horas punta de diseño, garantizando un tiempo promedio de espera telefónica inicial inferior a los 2 segundos en el 99,9% de los casos. En términos de respuesta operativa, la simulación demuestra que la unificación de los canales y la automatización de la georreferenciación AML logran reducir el Tiempo de Respuesta (TR) final ante colisiones complejas en un 35,3%, disminuyendo el promedio de atención de 20,7 minutos bajo el esquema fragmentado actual a solo 13,4 minutos, lo que ahorra 7,3 minutos críticos en la atención vital en terreno.

Desde el punto de vista económico y social, el proyecto requiere un presupuesto de inversión (CAPEX) de USD 34,01 millones y costos de operación anuales (OPEX) de USD 17,53 millones, los cuales se financian parcialmente mediante un gravamen solidario del 0,2% en los planes de telefonía móvil del país. La evaluación de



rentabilidad social, basada en la metodología del Valor de la Vida Estadística (VVE) del Ministerio de Desarrollo Social para Chile, proyecta que un incremento estimado del 8% en la sobrevivencia del trauma (equivalente a 416 vidas anuales salvadas en el territorio nacional) genera un Valor Actual Neto Social (VANS) de USD 1.924,04 millones a 10 años, con un SROI de 61,9 veces el capital invertido y una tasa incremental de costo-efectividad de USD 720,61 por AVAD (Años de Vida Ajustados por Discapacidad) evitado. Estas cifras demuestran que el proyecto no solo es financieramente protegido contra las volatilidades del mercado, sino que representa una alternativa de inversión pública de alto rendimiento social y un imperativo estratégico para la modernización del Estado chileno.



2. Introducción

La seguridad ciudadana y la respuesta eficiente ante emergencias son pilares fundamentales para el bienestar de cualquier sociedad. En Chile, el sistema de atención de emergencias se encuentra fragmentado, con múltiples números telefónicos y organismos encargados de gestionar distintos tipos de incidentes (policiales, salud, bomberos, etc.). Esta fragmentación puede generar retrasos críticos en la atención, duplicidad de esfuerzos y una experiencia confusa para el ciudadano en momentos de alta vulnerabilidad. La implementación de un canal unificado de emergencias, similar al modelo 911 existente en otros países, se presenta como una alternativa para optimizar la coordinación, reducir los tiempos de respuesta y mejorar la eficacia general de los servicios de emergencia. Esta tesina abordará los desafíos asociados a dicha implementación, así como las oportunidades que ofrece para la seguridad y la gestión de crisis en el contexto chileno.

La actual configuración de la atención de emergencias en el país, donde coexisten números como el 131 de SAMU, el 132 de Bomberos y el 133 de Carabineros, generalmente obliga al ciudadano a decidir, bajo presión, cuál es la entidad más adecuada para su situación. Esta segmentación puede resultar en valiosos segundos perdidos en situaciones críticas, transferencias innecesarias entre operadores o la necesidad de replicar información vital, lo que disminuye la eficiencia y puede tener consecuencias lamentables. La falta de un punto de entrada único no solo afecta la inmediatez de la respuesta, sino que también dificulta la coordinación integral de los recursos, un factor clave en incidentes complejos que demandan la acción conjunta entre las diversas fuerzas de auxilio.

Es en este contexto que la presente tesina de MBA propone explorar la viabilidad de la unificación de estos servicios bajo un modelo similar al 911, ampliamente reconocido a nivel mundial por su eficiencia y capacidad de respuesta integral. Se analizarán las implicancias estratégicas, operativas, tecnológicas, financieras y culturales de tal transformación. Más allá de la sola centralización de llamadas, un canal unificado implica la estandarización de protocolos, la integración de bases de datos, el despliegue de tecnologías avanzadas de geolocalización y despacho, y, fundamentalmente, un cambio cultural en la colaboración entre las instituciones involucradas. Este estudio busca proporcionar una visión holística sobre cómo Chile podría beneficiarse de esta modernización, identificando los obstáculos a superar y las ventajas inherentes a la optimización de un servicio tan crítico para la sociedad.

3. Origen y Propósito del Estudio

El problema central objeto de esta investigación se basa en la ineficiencia y descoordinación que puede generarse en el actual sistema fragmentado de atención de emergencias en Chile. La existencia de múltiples números de emergencia (131 para ambulancias, 132 para bomberos, 133 para carabineros, etc.) dificulta la comunicación rápida y efectiva, especialmente en situaciones donde se



requiere una respuesta multisectorial. El ciudadano, en un momento de pánico o estrés, puede no saber a qué número llamar o puede perder tiempo valioso explicando la misma situación a diferentes operadores, lo que puede generar consecuencias graves en la atención oportuna y la preservación de vidas o bienes.

Esta realidad, marcada por la dispersión de los recursos y la falta de un punto único de contacto, se traduce en una barrera significativa para la agilidad y la eficacia de la respuesta del estado ante eventos críticos. La duplicidad de llamadas, la necesidad de transferir información entre distintas entidades y la ausencia de una base de datos unificada de incidentes no solo incrementan los costos operativos para las instituciones, sino que también pueden llevar a una ineficiencia en la utilización de los recursos humanos y materiales disponibles. Además, la experiencia ciudadana es inconsistente, generando frustración y una percepción de ineficacia en un ámbito tan sensible como la seguridad y la asistencia en emergencias.

Dado lo anterior, la implementación de un canal 911 unificado no es meramente una mejora operativa, sino una transformación estratégica con el potencial de redefinir la gestión de emergencias en Chile. Un sistema centralizado permitiría una recepción más eficiente de las llamadas, una clasificación y despacho de recursos más ágil y coordinado, y la capacidad de recopilar datos unificados para el análisis y la mejora continua. Se visualiza una mejora sustancial en la interoperabilidad entre las distintas agencias de respuesta, lo que es crucial para incidentes que requieren la intervención conjunta de fuerzas policiales, servicios de salud y equipos de rescate.

El propósito de este estudio es analizar en profundidad los desafíos operativos, tecnológicos, financieros y regulatorios asociados a la implementación de un canal de emergencias 911 unificado en Chile. Estos desafíos incluyen la necesidad de una inversión en infraestructura tecnológica, la capacitación de personal, la estandarización de protocolos de respuesta entre distintas instituciones y la superación de barreras culturales y burocráticas. Además, se identificarán las oportunidades estratégicas que esta unificación podría generar en términos de mejora de la eficiencia, optimización de recursos, y fortalecimiento de la seguridad pública, traduciéndose en una mayor capacidad de respuesta ante desastres naturales, eventos de gran magnitud o situaciones delictivas complejas.

La investigación buscará proponer un marco conceptual y una hoja de ruta para dicha implementación, considerando las particularidades del contexto chileno, tales como su geografía diversa, la densidad poblacional y la estructura actual de sus instituciones de emergencia. Para ello, se integrarán las lecciones aprendidas de experiencias internacionales exitosas, adaptándolas a la realidad local. Se abordará la problemática desde un enfoque mixto, combinando el análisis cualitativo de la situación actual y la percepción de los actores clave, con la identificación de métricas que permitan validar la propuesta de solución. Estas métricas incluyen no solo la reducción de los tiempos de respuesta y la optimización de los costos



operativos, sino también la mejora en la tasa de resolución de incidentes y un aumento en la satisfacción y confianza ciudadana en los servicios de emergencia.

En definitiva este estudio busca sentar las bases para una discusión informada y una eventual toma de decisiones que lleve a un sistema de emergencias más robusto, eficiente y al servicio de la ciudadanía de Chile.

4. Objetivos

4.1 Objetivo General

Proponer un modelo de gestión estratégico y operativo para la implementación de un canal 911 unificado en Chile, que optimice la coordinación de los servicios de emergencia, mejore la eficiencia en la respuesta y eleve la seguridad ciudadana.

Este objetivo engloba la idea fundamental de la presente tesina, desarrollar una propuesta integral que aborde las deficiencias actuales del sistema de emergencias chileno mediante la centralización y la coordinación, implicando la creación de un marco que no solo sea viable desde una perspectiva técnica y operativa, sino que también genere un impacto positivo y perceptible en la seguridad de la población.

4.2 Objetivos Específicos

Los objetivos específicos son la columna vertebral de este estudio, y su cumplimiento en el orden planteado es esencial para el logro del objetivo general. Han sido formulados para ser claros, medibles, alcanzables y relevantes, guiando cada etapa de la investigación:

1. Describir y diagnosticar la situación actual del sistema de atención de emergencias en Chile, identificando sus principales deficiencias, fragmentaciones y los indicadores clave de rendimiento (KPIs) actuales relacionados con los tiempos de respuesta y la coordinación interinstitucional.
2. Analizar modelos exitosos de canales unificados de emergencia a nivel internacional (ej. 911, 112), identificando las mejores prácticas, marcos tecnológicos y estructuras de gobernanza que sean aplicables y adaptables al contexto chileno.
3. Diseñar una propuesta de implementación para un canal 911 unificado en Chile, que incluya la arquitectura tecnológica, el modelo operativo, la estructura de financiamiento y los lineamientos para la gestión del cambio organizacional, estimando los beneficios cualitativos y cuantitativos esperados (KPIs proyectados) en comparación con la situación actual.
4. Proponer un mecanismo de validación para el modelo de implementación del canal 911 unificado, que permita evaluar su viabilidad económica, operativa y su impacto potencial en la mejora de la seguridad y la satisfacción ciudadana.



5. Alcance del Estudio

El presente estudio se circunscribirá al análisis de la factibilidad y las implicancias de la implementación de un canal 911 unificado a nivel nacional en Chile. Esto significa que la investigación abordará la problemática desde una perspectiva macro, considerando los desafíos y oportunidades que surgen a nivel país, sin centrarse en un caso de estudio específico a nivel regional o municipal, aunque las consideraciones locales serán tomadas en cuenta en el diseño del modelo propuesto. El rango de acción geográfico abarcará tanto zonas urbanas, con su alta densidad poblacional y concentración de eventos, como zonas rurales, con sus propias particularidades en términos de conectividad y acceso a servicios.

El enfoque principal estará en la coordinación e integración de los tres principales servicios de emergencia en Chile: Carabineros de Chile (respuesta policial), Bomberos de Chile (combate de incendios y rescate) y los servicios de atención médica pre hospitalaria (SAMU). Si bien existen otras entidades relevantes en la gestión de emergencias, la tesina se concentrará en estas tres por ser los pilares de la respuesta inmediata ante la mayoría de los incidentes que requieren un servicio unificado. Se analizarán los desafíos desde una perspectiva multisectorial, lo que implica considerar aspectos:

- **Tecnológicos:** Evaluación de la infraestructura de comunicaciones, sistemas de software para la gestión de llamadas y despacho, geolocalización, e interoperabilidad entre plataformas.
- **Regulatorios:** Análisis del marco legal y normativo chileno que rige los servicios de emergencia, identificando las modificaciones o nuevas regulaciones necesarias para permitir la unificación.
- **Organizacionales:** Estudio de la estructura actual de las instituciones, la gestión del recurso humano, la capacitación requerida para los operadores del 911 y la cultura organizacional.
- **Financieros:** Estimación de los costos de inversión (infraestructura, tecnología, capacitación) y operación del sistema unificado, así como la identificación de posibles fuentes de financiamiento.
- **Sociales:** Consideración del impacto en la percepción ciudadana, la aceptación del nuevo sistema y la educación pública necesaria para su uso efectivo.

El estudio será de tipo explicativo y descriptivo. Será descriptivo al caracterizar la situación actual del sistema de emergencias chileno, identificando sus componentes, procesos y deficiencias. Será explicativo al buscar comprender las causas subyacentes de la fragmentación actual y los posibles efectos de la implementación de un sistema unificado en la eficiencia y eficacia de la respuesta. Además, se buscará la correlación de variables como la unificación del canal de llamadas y la mejora en los tiempos de respuesta y la eficiencia de los recursos.

En resumen, el rango de acción de este estudio es geográfico (todo Chile) y sectorial (seguridad y emergencias públicas, con énfasis en Carabineros, Bomberos y SAMU), con una aproximación mixta que integra análisis cualitativo y cuantitativo para ofrecer una propuesta de valor integral. No se incluirá un análisis detallado de

la respuesta a desastres naturales de gran escala, aunque se reconocerá la mejora en la coordinación, ni se profundizará en la gestión de emergencias a nivel local específico, sino en el diseño de un modelo aplicable a todo el territorio nacional.

6. Metodología de Trabajo

Para alcanzar los objetivos planteados en esta tesina, se adoptará un enfoque de investigación mixto, que combine elementos cuantitativos y cualitativos. Esta combinación permitirá obtener una comprensión de la problemática y al mismo tiempo validar las propuestas con datos tangibles. Las etapas principales de la investigación han sido diseñadas de forma secuencial y en concordancia con los objetivos específicos, asegurando un avance lógico en el desarrollo del estudio.

El enfoque de la investigación será el siguiente:

- **Fase I: Diagnóstico y Levantamiento de la Línea Base (Cualitativa-Cuantitativa):** Consiste en la recopilación y análisis de datos de tráfico telefónico de Carabineros, Bomberos y SAMU. Esta información se complementa con la revisión de las resoluciones de numeración de Subtel (Resolución 1534 y 1396) y entrevistas a personal técnico asociado a las centrales de despacho en Chile para identificar la brecha operativa real.
- **Fase II: Análisis Comparativo Internacional (Cualitativa):** Consiste en la selección y estudio de casos referentes internacionales como el ECU-911 de Ecuador, el NUSE 123 de Colombia y el sistema estadounidense basado en estándares NENA i3¹ y plataformas Motorola CAD integradas a redes P25², entre otros. El foco es extraer aprendizajes de gobernanza y tecnología transferibles a la realidad local.
- **Fase III: Diseño Teórico y Modelamiento de la Propuesta:** Sobre la base del diagnóstico de la Fase I y los modelos de la Fase II, se diseñará la arquitectura de sistemas, el modelo operativo y se sentarán las bases para un proyecto de ley orgánica. Los requerimientos de personal se modelan matemáticamente utilizando la Teoría de Colas (M/M/c).
- **Fase IV: Evaluación Económica y Simulación de Impacto (Cuantitativa):** Se propone una formulación presupuestaria a 10 años (CAPEX y OPEX). La viabilidad social de la inversión pública se evalúa mediante la metodología de Valor de la Vida Estadística (VVE) y SROI (Retorno Social de la Inversión). Finalmente, se simula el impacto en tiempos de respuesta de la propuesta frente al modelo fragmentado tradicional.

¹ NENA i3: Estándar de la National Emergency Number Association de EE. UU. que define las especificaciones para arquitecturas Next Generation 9-1-1 (NG911) basadas íntegramente en redes IP (ESInet) con soporte multimedia

² APCO Project 25 (P25): Estándar de radiocomunicaciones digitales móviles terrestres diseñado para agencias de seguridad pública de América del Norte y adoptado globalmente para garantizar interoperabilidad de voz en misiones críticas.



7. Estado del Arte

7.1 Antecedentes del Estado del Arte

El diagnóstico del sistema de atención de emergencias en Chile evidencia un alto nivel de fragmentación estructural, regulatoria y operativa. El país no cuenta con un Centro Único de Respuesta ante Emergencias (PSAP, Public Safety Answering Point, por sus siglas en inglés), lo que se traduce en una dispersión telefónica e institucional donde coexisten múltiples números cortos de marcación rápida asignados a agencias específicas.

De acuerdo con el marco de la Resolución 1534 Exenta de la Subsecretaría de Telecomunicaciones (Subtel), la numeración de emergencia en Chile se clasifica principalmente bajo las estructuras de marcación rápida de tres dígitos (10X, 13X, 14X) y de cuatro dígitos (1XXX) destinadas a servicios con coberturas geográficas específicas o de carácter municipal. El panorama actual se compone de los siguientes canales:

Número	Institución Responsable	Descripción del Servicio
130	Corporación Nacional Forestal (CONAF)	Prevención y aviso de ocurrencia de incendios forestales
131	Ministerio de Salud (SAMU)	Emergencias de salud y rescate médico pre-hospitalario
132	Cuerpo de Bomberos de Chile	Control de incendios, rescates vehiculares e industriales
133	Carabineros de Chile	Emergencias de orden público, delitos y accidentes viales
134	Policía de Investigaciones (PDI)	Recepción de denuncias de delitos e investigación criminal
137	Armada de Chile	Búsqueda y Salvamento Marítimo en costas y lagos
147 / 149	Carabineros de Chile	Fono Niños y Fono Familia (maltrato y violencia intrafamiliar)

Tabla 1: Principales Canales de Emergencia Nacionales en Chile. Fuente: Elaboración Propia

Adicionalmente, se ha masificado la asignación de números de emergencia municipal de cuatro dígitos (con estructura 14XX, tales como **1402** para Las Condes, **1414** para Providencia, **1416** para La Florida o **1425** para Conchalí) al amparo de la misma normativa. Esto ha sumado un nivel de complejidad al sistema, ya que los municipios asumen labores de patrullaje preventivo y primera respuesta comunal

sin integrarse tecnológicamente a las redes de las agencias de seguridad o salud centralizado.

7.1.1 Diagnóstico e Ineficiencias de Tráfico.

De acuerdo con las estadísticas oficiales reportadas por Carabineros de Chile en su Anuario de Gestión Institucional, la Central de Comunicaciones (CENCO) recibe un volumen de tráfico telefónico crítico, pero severamente distorsionado. En el fono 133, se constata que aproximadamente el 72,5% de las llamadas totales ingresadas corresponden a tráfico inoficioso (pitanzas, bromas, consultas de información comercial o llamadas sin audio) (Carabineros de Chile, 2024). Esta saturación bloquea los canales lógicos de entrada, impactando directamente en el tiempo de espera de llamadas con riesgo vital real.

En cuanto al Servicio de Atención Médica de Urgencia (SAMU), a través del fono 131, experimenta una realidad operacional similar. Según los informes de gestión hospitalaria y prehospitalaria del Ministerio de Salud (MINSAL, 2023), el fono 131 registra cerca de un 62% de llamadas ineficaces, debido a solicitudes de información comercial o consultas de baja complejidad médica que deberían canalizarse por la red de atención primaria (CESFAM) o el fono Salud Responde.

En el caso del Cuerpo de Bomberos de Chile (Fono 132), aunque la tasa de llamadas de broma es menor en términos absolutos respecto a las policías debido a un filtro cultural comunitario, se estima que un 40% del tráfico telefónico ingresado no deriva en despachos efectivos de equipamiento mayor, correspondiendo a incidentes ya controlados, consultas por cortes de suministro básico o duplicación de reportes de un mismo evento vial (Junta Nacional de Cuerpos de Bomberos, 2023).

7.1.2 Modelación del Tiempo de Respuesta Actual

El tiempo total de respuesta ante un evento crítico (TR) puede modelarse matemáticamente como la sumatoria de las fases del proceso:

$$TR^3 = T \text{ atención} + T \text{ triage} + T \text{ despacho} + T \text{ tránsito}$$

Donde:

- T atención: Tiempo transcurrido desde el inicio del marcado telefónico hasta que el operador atiende e identifica al usuario.
- T triage: Tiempo de clasificación y geolocalización verbal de la emergencia.
- T despacho: Tiempo de asignación interna de recursos dentro de la central de emergencias.

³ Esta fórmula de flujos operacionales críticos se basa en la metodología estandarizada de optimización de servicios de rescate urbano propuesta de por Figueroa y Osorio (2001).

- T tránsito: Tiempo de desplazamiento físico de las unidades de respuesta al lugar del incidente.

Bajo el actual sistema chileno, la geolocalización es principalmente verbal. Como no existe un sistema automatizado de transmisión de coordenadas desde los terminales móviles a las centrales de las tres agencias, el operador debe guiar interrogativamente al usuario. De acuerdo con el diagnóstico de De L'Herbe (2022), este factor eleva el T triage por encima de los 180 seg en promedio en zonas de alta complejidad vial o ante usuarios bajo shock. En consecuencia, el Tiempo de Respuesta (TR) global para incidentes de alta prioridad promedia los 22 min en centros urbanos (Carabineros de Chile, 2024), y llega a superar los 45 min en zonas rurales o de difícil acceso (Junta Nacional de Cuerpos de Bomberos, 2023).

7.2 Marco Teórico del Estado del Arte

A. Modelos Operacionales de PSAP (Public Safety Answering Point)

La literatura de gestión de operaciones públicas identifica al PSAP como el núcleo crítico de coordinación de emergencias. Un PSAP puede operar bajo dos modelos fundamentales de direccionamiento:

1. **PSAP de Etapa Única (Single-Stage PSAP):** Un único operador atiende la llamada inicial, realiza el triage de priorización y despacha las unidades en una consola integrada, con tiempos promedio de gestión global de 180 seg (APCO, 2021).
2. **PSAP Híbrido de Dos Etapas (Two-Stage PSAP):** Un primer operador general (Fase 1) atiende la llamada, depura el spam en un máximo de 45 seg, geolocaliza el terminal móvil y deriva el caso en milisegundos de manera digital al despachador especialista (Fase 2) de la agencia correspondiente (policía, salud o bomberos), quien asume el despacho táctico y seguimiento de sus unidades (NENA, 2018).

El análisis de la efectividad operativa de ambos esquemas revela que el modelo de dos etapas, implementado mediante algoritmos de triage estandarizados, reduce drásticamente los tiempos de procesamiento en sistemas de alta demanda metropolitana.

B. Arquitectura de Sistemas CAD (Computer Aided Dispatch) y Geolocalización

Un software CAD de misión crítica permite registrar incidentes, priorizar las llamadas según matrices de gravedad y monitorear la localización de los vehículos (AVL basado en GPS). En cuanto al posicionamiento, la evolución tecnológica destaca el sistema Advanced Mobile Location (AML). Al marcar el número de emergencias unificado, el smartphone activa de forma automática su módulo de GPS y Wi-Fi



internos, enviando un mensaje codificado por SMS o datos HTTPS directamente al PSAP con una precisión menor a 10 mts en menos de 15 seg (NENA, 2018).

C. Casos de Éxito Tecnológico: El Ecosistema Integrado de USA (Motorola CAD y Estándar P25)

La infraestructura más robusta implementada en Norteamérica para comunicaciones críticas es la suite PremierOne CAD de Motorola Solutions operando de manera nativa sobre redes de radiocomunicación digitales troncalizadas bajo el estándar P25 (Project 25).

Este ecosistema se basa en la convergencia de dos plataformas: la consola CAD centralizada (que procesa la localización AML y despliega los mapas GIS) y las Redes Troncalizadas P25. Al estar integrado al CAD, permite que las fichas de despacho táctico se envíen de forma digital directa (canal de datos P25 con velocidad de transferencia de 9,6kbps (APCO, 2021) a las pantallas de las radios portátiles de primera línea (Radios Motorola APX). De forma recíproca, las radios envían su posicionamiento GPS continuo al centro de control a través del canal de control P25, reduciendo el tráfico de voz y agilizando la coordinación táctica en terreno (APCO, 2021). Este diseño es de carácter crítico para los equipos tácticos y unidades de primera respuesta que están desplegados físicamente en terreno, permitiéndoles estar plenamente al tanto de lo que sucede y recibir actualizaciones de incidentes sin saturar los canales de voz críticos de radiocomunicaciones.

D. Estándares Internacionales de Interoperabilidad (NENA i3 y E112)

La convergencia tecnológica en emergencias se rige a nivel mundial por dos grandes estándares: NENA i3 (Next Generation 9-1-1 / NG911) de Norteamérica, que define arquitecturas de red basadas en protocolo IP (ESInet) para la transmisión de voz y datos multimedia enriquecidos, y el Estándar Europeo 112 (E112), que regula la transmisión obligatoria de los datos de localización del llamante (*Caller Location Information*) desde los operadores móviles hacia los servicios de rescate públicos con un nivel de disponibilidad técnica del 99,999% (NENA, 2018).

E. Estado de la Unificación de Canales de Emergencia en América del Sur

La revisión del estado del arte en América del Sur muestra una región heterogénea, con países que han logrado sistemas completamente centralizados, otros que operan bajo un modelo federalizado o descentralizado, y algunos que aún enfrentan profundas brechas de fragmentación. El análisis de las naciones vecinas a Chile entrega valiosos antecedentes operativos y organizacionales:



1. **Ecuador (El Caso de Éxito Regional del ECU-911):** Ecuador representa el modelo más avanzado e integral de la región. El Servicio Integrado de Seguridad **ECU 911** unifica bajo una misma plataforma tecnológica y un solo número nacional a todas las agencias de respuesta: Policía Nacional, Fuerzas Armadas, Cuerpo de Bomberos, Ministerio de Salud Pública, Cruz Roja y Secretaría de Gestión de Riesgos.
 - *Modelo Operativo:* Funciona mediante un modelo híbrido de dos etapas con una robusta centralización en 2 centros nacionales, 5 zonales y 9 locales.
 - *Aporte Tecnológico:* Integra en la misma consola CAD la videovigilancia urbana con analítica de inteligencia artificial, despacho satelital de recursos, botones de auxilio y geolocalización. El éxito de Ecuador radica en una gobernanza que superó las diferencias institucionales a través de una institución civil y autónoma.
2. **Argentina (Modelo Federalizado y Descentralizado por Provincias):** Argentina implementa el número **911** pero bajo un enfoque federalizado. La gestión de las llamadas de emergencia está delegada a cada provincia, lo que genera grandes disparidades tecnológicas y operativas.
 - *Buenos Aires y CABA:* Cuentan con centros de monitoreo urbano y despacho de alta tecnología (como el Centro de Monitoreo Urbano de CABA), apoyados por sistemas CAD avanzados integrados con cámaras de reconocimiento facial y patentes.
 - *Otras Provincias:* Coexisten zonas del interior con sistemas CAD analógicos rudimentarios o dependencias policiales que operan de forma autónoma con el tradicional 101. La falta de una base de datos nacional común y de estándares tecnológicos homologados a nivel nacional limita la coordinación inter jurisdiccional en situaciones de crisis que cruzan límites provinciales.
3. **Perú (El Proyecto NUE 911 y Fragmentación de Canales):** Perú presenta una situación similar a la de Chile, operando actualmente con canales fragmentados: la Policía Nacional (105), el SAMU (106) y el Cuerpo General de Bomberos Voluntarios (116).
 - *El Avance Regulatorio:* Mediante el Decreto Legislativo N° 1518 y la Ley N° 31121, se declaró de necesidad pública la creación del Número Único de Emergencias (NUE 911), asignando al Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) la tarea de construir una central unificada para Lima y el Callao con proyección nacional.
 - *Estado Actual:* Aunque la regulación está formalizada y se contempla la interoperabilidad y geolocalización de llamadas, la implementación física y tecnológica del PSAP unificado ha sufrido importantes retrasos debido a la inestabilidad política y la complejidad logística de coordinar sistemas de información institucionales que operan en plataformas obsoletas e incompatibles.
4. **Bolivia (El Sistema Integrado BOL-110):** Bolivia ha dado un paso significativo con la implementación del Sistema Integrado de Seguridad Ciudadana BOL-110, un proyecto estatal de modernización que centraliza la

respuesta de seguridad y salud ciudadana a través del número único unificado de despacho.

- *Infraestructura:* Cuenta con un centro nacional de comando y control en La Paz y centros departamentales, equipados con sistemas de videovigilancia inteligente, drones de patrullaje aéreo y consolas CAD modernas.
 - *Desafío:* La cobertura de red del BOL-110 se concentra con fuerza en el eje troncal (La Paz, Cochabamba, Santa Cruz) y capitales regionales, dejando las extensas zonas rurales rezagadas bajo esquemas de comunicación telefónica directa sin geolocalización o triage automatizado.
5. **Brasil (Sistemas Estatales Integrados y Desafío de Escala):** Dado su tamaño regional, Brasil no posee un PSAP unificado nacional único. Históricamente, convive con números fragmentados: 190 para la Policía Militar, 193 para Bomberos y 192 para SAMU.
- *Centros Integrados:* Para mitigar la descoordinación, la mayoría de los estados han desarrollado los CICC (Centro Integrado de Comando y Control) o los CIOSP (Centro Integrado de Operações de Segurança Pública), los cuales unifican físicamente a los despachadores de las distintas instituciones en la misma sala.
 - *Desafíos:* Aunque la unificación física en los CICC ha mejorado la respuesta en grandes eventos (como el Mundial o los Juegos Olímpicos), el software CAD y las bases de datos no siempre están unificados entre los estados ni entre las fuerzas estatales y federales, limitando el flujo de información de inteligencia crítica.
6. **Colombia (El Modelo NUSE 123):** Colombia implementó con éxito el NUSE 123 (Número Único de Seguridad y Emergencias) en sus principales ciudades, destacando las experiencias metropolitanas de Bogotá y Medellín.
- *Funcionamiento:* El 123 actúa como una plataforma unificada que canaliza llamadas a la Policía, Bomberos, Movilidad, Salud (Centros Reguladores de Urgencias y Emergencias - CRUE) y Gestión de Riesgos. Opera con un CAD integrado que permite la asignación rápida de prioridades y el monitoreo por cámaras del cuadrante policial más cercano, disminuyendo los tiempos de despacho urbano a niveles líderes en el continente.

F. Marco Regulatorio Chileno de Telecomunicaciones

En Chile la prestación de servicios especiales a través de numeración corta se rige por la Resolución 1396 Exenta de la Subtel (Subtel, 2019), que norma la numeración especial para servicios complementarios, dividiéndolos en Título I (servicios internos de una concesionaria sin salida interconectada) y Título II (servicios de mensajería de cuatro, cinco o seis dígitos interconectados bajo estructuras de tipo YXXX, con asignaciones a más de 150 proveedores en la base de datos nacional (Subtel, 2019)).

De este análisis legal se desprende que el sistema chileno de emergencias actual opera bajo un régimen que separa de forma rígida la mensajería de texto del tráfico de llamadas de voz de urgencia, quedando este último restringido a los indicativos individuales tradicionales (10X, 13X o 14X) al amparo de la Resolución 1534 Exenta de la Subtel. Para la viabilidad jurídica de un canal 911 unificado, será imprescindible promover una reforma que unifique estos marcos, consolidando los actuales indicativos individuales en una única plataforma integrada de enrutamiento nacional de emergencias con prioridad absoluta de red.

G. Conclusión de la Revisión Teórica y Adopción del Modelo

Como conclusión de esta revisión, la investigación adopta como base teórico-metodológica el Modelo PSAP Híbrido de Dos Etapas bajo el marco del estándar de interoperabilidad NENA i3. Esta metodología, adaptada a la geografía y a la actual regulación chilena de telecomunicaciones, permitirá estructurar la propuesta del siguiente capítulo. Se utilizará un sistema de triage digitalizado primario para depurar llamadas inoficiosas y tecnología de geolocalización híbrida basada en AML para optimizar la toma de decisiones estratégicas en las instituciones de primera respuesta.

Se incorpora la Teoría de Colas (M/M/c) como herramienta matemática y analítica fundamental debido a que permite modelar sistemas de servicio en paralelo con múltiples canales (consolas de operadores) alimentados por un flujo estocástico de llegadas aleatorias que sigue una distribución de Poisson. Su uso es clave para evitar dimensionamientos basados en la intuición o sobredimensionamientos ineficientes para el fisco, proveyendo una base científica rigurosa para calcular de manera exacta el número óptimo de operadores (c) requeridos para garantizar los SLA's de tiempo de respuesta comprometidos, incluso en escenarios críticos de saturación.

8. Desarrollo de la Tesina.

Este capítulo desarrolla directamente la propuesta para la implementación del canal 911 unificado en Chile, dando cumplimiento a los Objetivos Específicos 3 y 4 de la investigación. El modelo propuesto aborda de manera coordinada la transición de los servicios de emergencia del país a través de cinco dimensiones críticas: operativa, tecnológica, de gobernanza, económico-financiera y de gestión del cambio organizacional para Carabineros, Bomberos y el SAMU.

8.1 Diseño del Modelo Operativo (PSAP Híbrido de Dos Etapas)

Se propone estructurar la atención de emergencias bajo el modelo de **PSAP Híbrido de Dos Etapas**, dividiendo el flujo de trabajo en una primera línea de depuración técnica y triage rápido (civil), y una segunda línea de despacho táctico especializado a cargo de las agencias históricas.

8.1.1 Fundamentación Matemática del Modelo Operativo mediante Teoría de Colas (M/M/c)

Para garantizar que el nuevo canal unificado no sufra saturaciones en momentos de alta demanda metropolitana, el dimensionamiento de las consolas de atención se sustenta matemáticamente en la Teoría de Colas, aplicando el modelo estocástico de múltiples canales de servicio con llegada de Poisson y tiempos de servicio exponenciales, denotado técnicamente como M/M/c.

Las variables operativas del sistema se definen a partir de los siguientes parámetros:

- λ : Tasa promedio de llegada de llamadas de emergencia al sistema por unidad de tiempo (llamadas por minuto).
- μ : Tasa promedio de servicio de cada operador del PSAP (llamadas atendidas por operador por minuto).
- c : Número de operadores activos simultáneamente en las consolas de despacho del PSAP.
- ρ : Intensidad de tráfico o factor de utilización del sistema, determinado por la ecuación:

$$\rho = \frac{\lambda}{c \times \mu}$$

La probabilidad de que no existan llamadas en el sistema (P_0) se calcula mediante la fórmula:

$$P_0 = \left[\sum_{n=0}^{c-1} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n + \frac{1}{c!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^c \left(\frac{c \cdot \mu}{c \cdot \mu - \lambda} \right) \right]^{-1}$$

A partir de P_0 , se deriva la probabilidad de que una llamada entrante deba esperar en cola antes de ser atendida (P_q , también conocida como fórmula C de Erlang):

$$P_q = \frac{1}{c!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^c \left(\frac{c \cdot \mu}{c \cdot \mu - \lambda} \right) P_0$$

El tiempo de espera promedio en la cola (W_q) para una llamada antes de que sea tomada por un operador del PSAP se define por la ecuación:

$$Wq = \frac{Pq}{c \times \mu - \lambda}$$

- **Simulación de Dimensionamiento:** Considerando las estadísticas nacionales agrupadas de Carabineros, Bomberos y SAMU (con sus correspondientes tasas de tráfico inoficioso analizadas en el Capítulo anterior), se modela una tasa de llegada punta de diseño para la Región Metropolitana de $\lambda = 15$ llamadas/minuto (Carabineros de Chile, 2024).
- **Región Metropolitana - Línea Base (Sistema Fragmentado Coexistente):** Cada central opera por separado. El fono 133 de Carabineros dispone de un promedio de $C_{ind} = 5$ operadores por turno bajo horas críticas (M.Bórquez, 2026), registrando un tiempo de servicio de 4 min por llamada ($\mu = 0,25$ llamadas/minuto/operador, Carabineros de Chile, 2024) debido a la fricción de la geolocalización verbal. Esta configuración arroja un factor de utilización individual de:

$$\rho_{ind} = \frac{15}{5 \times 0,25} = 12$$

Al superar significativamente el valor de 1, el modelo probabilístico demuestra que el sistema analítico actual es inestable, generando colas de espera que tienden al infinito y explicando la recurrente pérdida de llamadas denunciada por la ciudadanía (M.Bórquez, 2026).

- **Situación Unificada Propuesta (Fase 1 de la ANE-911):** Al consolidar la primera línea de respuesta e incorporar el filtrado automatizado de spam y la geolocalización inmediata por AML, el tiempo promedio de retención de la Fase 1 disminuye a 45 seg ($\mu = 1,33$ llamadas/minuto/operador, NENA, 2018). Dimensionando el centro de llamadas con un número de consolas de $C = 75$ operadores generalistas (APCO, 2021):

$$\rho = \frac{15}{75 \times 1,33} = 0,15$$

Con un factor de utilización de solo el 15% bajo condiciones de hora punta, la probabilidad de espera en cola (Pq) se reduce a un valor infinitesimal ($< 0,001\%$). Esto asegura que el tiempo promedio de espera antes de la atención (Wq) se mantenga por debajo de los 2 seg en el 99,9% de los eventos críticos, cumpliendo con los estándares de diseño internacional de la norma NENA (NENA, 2018).

8.1.2 Protocolo Estandarizado de Triage de Emergencias

El triage es el conjunto de reglas y algoritmos de decisión de orden público, clínico y de rescate que permiten priorizar y clasificar los incidentes para optimizar la asignación de recursos móviles limitados en terreno. Para operativizar el triage, se define una matriz de priorización cruzada basada en el riesgo vital, tipo de suceso y nivel de propagación.

Código Semáforo	Clasificación	Tipos de Incidentes Ejemplares	Tiempo Máximo de Triage (Fase 1)	Destinatario Primario (Fase 2)
ROJO	Crítico / Vital	Paro cardiorrespiratorio, herida penetrante en tórax, incendio estructural activo, robo con violencia en curso, rescate vehicular complejo.	≤ 30 seg	Despacho Inmediato Conjunto (SAMU + Bomberos + Carabineros)
AMARILLO	Urgente / No Vital	Fractura expuesta sin hemorragia masiva, colisión vehicular simple sin lesionados atrapados, robo en lugar habitado (sin agresores en el sitio).	≤ 60 seg	Despacho de Agencia Singular (Carabineros o SAMU)
VERDE	Urgencia Menor	Lesiones leves, disturbios por ruidos molestos, amago de incendio menor ya controlado, apoyo logístico municipal preventivo.	≤ 90 seg	Derivación a Seguridad Municipal o Unidad Vecinal de Apoyo

Tabla 2: Clasificación del Triage de Emergencia ANE-911. Fuente: Elaboración Propia

8.1.3 Procedimientos Operativos Estándar (SOPs) e Interacción Intergubernamental

Para regular la interacción de los operadores de la ANE-911 y las agencias de primera respuesta, se definen tres SOPs fundamentales:

- **SOP-01: Recepción y Filtrado en Fase 1:** El operador del 911 dispone de consolas automatizadas de triple pantalla. Al ingresar la llamada, el sistema despliega automáticamente el mapa con la localización AML y abre la ficha digital. El operador formula las tres preguntas clave de control: 1. ¿Cuál es su emergencia?, 2. ¿La situación está ocurriendo en este momento?, 3. ¿Hay personas lesionadas o en riesgo vital? Si se descarta riesgo, finaliza la llamada en menos de 15 seg y registra el número para control de spam.

- **SOP-02: Transferencia Dinámica:** Clasificado el incidente en Código Rojo o Amarillo, el operador selecciona el tipo de incidente en el menú del CAD. El sistema realiza en milisegundos un enlace de datos silencioso con la consola de despacho de Fase 2 de Carabineros, SAMU o Bomberos correspondiente al cuadrante. La derivación transfiere la geolocalización AML y la ficha digital completa, evitando que el despachador especializado tenga que interrogar nuevamente al llamante.
- **SOP-03: Coordinación Multi-Agencia:** Para incidentes mayores (como colisiones vehiculares complejas o incendios industriales), el CAD activa automáticamente una Sala de Crisis Virtual (VCR) en las pantallas de los despachadores de Fase 2 de todas las instituciones involucradas, actualizando en tiempo real la progresión del evento y el estado del arribo de los vehículos para eliminar asimetrías de información táctica.

8.1.4 Protocolos de Soporte Vital Telefónico y Despacho Médico de Prioridad (MPDS)

Despacho Médico de Prioridad (MPDS - Medical Priority Dispatch System) en las consolas del 911. Este sistema permite al operador de Fase 1 proveer instrucciones previas al arribo (PAI) de la ambulancia durante incidentes críticos de salud:

- **Soporte Vital en Paro Cardiorrespiratorio (PCR):** Identificado un paciente inconsciente que no respira normalmente, el CAD activa el "Modo RCP Telefónico" e instruye verbalmente al llamante: 1. *"Coloque el teléfono en altavoz al lado del paciente y acuéstelo de espaldas en el suelo firme"*. 2. *"Coloque el talón de una mano en el centro de su pecho, y la otra mano sobre esa"*. 3. *"Presione con fuerza hacia abajo, hundiéndolo al menos 5 centímetros. Hágalo rápido, al ritmo de mi conteo. No pare hasta que llegue el paramédico. Uno, dos, tres, cuatro..."*. El sistema emite un metrónomo sonoro a una frecuencia constante de 110 compresiones/min audible a través del canal telefónico para guiar al reanimador civil (WHO 2019).
- **Soporte Vital en Atragantamiento (OVACE):** Ante asfixia por cuerpo extraño, el sistema bifurca la instrucción según el rango etario del paciente (WHO, 2019):
 - *Pacientes Adultos y Pediátricos (> 1 año):* "Póngase de pie detrás de la persona. Rodéela con sus brazos por la cintura. Haga un puño con una mano, coloque el lado del pulgar justo arriba del ombligo, y presione hacia adentro y arriba con fuerza, de forma rápida y repetida".
 - *Pacientes Lactantes (< 1 año):* "Coloque al bebé boca abajo apoyado en su antebrazo, sujetando su cabeza. Déle 5 golpes

firmes en la espalda con la palma de la mano libre. Si no arroja el objeto, gírelo y déle 5 compresiones en el centro del pecho".

Este soporte vital interactivo pre-arribo disminuye drásticamente la tasa de daño cerebral por hipoxia, transformando al testigo civil en el primer eslabón activo de respuesta sanitaria del país (WHO, 2019).

8.2 Diseño de la Arquitectura Tecnológica Integrada

El soporte de sistemas de la propuesta contempla un diseño de alta disponibilidad, redundancia distribuida y tolerancia a fallos ante desastres de gran magnitud (sismos o inundaciones), característicos de la geografía nacional.



Figura 1: Diseño de Arquitectura Tecnológica integrada. Fuente: Elaboración Propia

8.2.1 Arquitectura de Red ESInet (Next Generation 911)

Se propone migrar la actual infraestructura de conmutación analógica de las concesionarias de telecomunicaciones del país hacia una red IP de nivel de portadora con enlaces de microondas y fibra óptica de alta velocidad, denominada ESInet (Emergency Services IP Network) basada en el estándar NENA i3 (NENA, 2018):

- **Session Border Controllers (SBC):** Instalados en los puntos de interconexión con las Telcos. Filtran la señalización de voz IP entrante (protocolo SIP) y protegen el core de la ANE-911 contra ciberataques distribuidos de denegación de servicio (DDoS) o inyecciones de código malicioso.
- **Emergency Services Routing Proxy (ESRP):** El núcleo lógico de enrutamiento IP de la red. Recibe el tráfico y deriva la llamada en milisegundos de forma óptima al PSAP regional que presente menor carga de procesamiento de colas.
- **Emergency Call Routing Function (ECRF) y Location Validation Function (LVF):** Bases de datos geográficas que validan de forma dinámica

la localización AML provista por el terminal móvil del llamante contra la cartografía GIS oficial del país del Instituto Geográfico Militar (IGM), traduciendo las coordenadas en un cuadrante operativo de despacho en tiempo real.

8.2.2 Base de Datos GIS e Interoperabilidad de Datos XML (EDXL)

Para garantizar que la información fluya libre de fricción técnica entre plataformas de distintas agencias e instituciones, la arquitectura de datos de la propuesta adopta el estándar de la Organización para el Avance de Estándares de Información Estructurada (OASIS), denominado EDXL-DE (Emergency Data Exchange Language - Distribution Element) (NENA, 2018). El software genera un archivo XML estructurado para cada incidente, el cual encapsula los datos del suceso y los distribuye de forma dinámica a través de la ESInet.

Esta estructura XML normalizada permite que, de forma simultánea, el sistema de despacho de Bomberos (que opera sobre plataformas específicas), el CAD de Carabineros (CENCO) y la plataforma informática de gestión de camas críticas del SAMU reciban e interpreten exactamente la misma información geoespacial y operativa, reduciendo a cero los errores por transcripción manual o comunicación por canal de voz analógico.

8.2.3 Especificaciones de Integración Tecnológica de Datos y Comunicaciones

Para garantizar la viabilidad del despliegue, se definen los protocolos estándar de comunicación e interfaces de programación de aplicaciones (APIs) que sustentarán el ecosistema.

Sub-sistema de Origen	Sub-sistema de Destino	Protocolo de Red / Transporte	Formato de Carga Útil (Pay load)	API / Estándar Industrial
Dispositivo Móvil (Smartphone)	Servidor de Posicionamiento ANE-911	HTTPS / TLS 1.3	JSON / HTTPS Post	AML (Advanced Mobile Location)
Centrales de Conmutación de Telcos (Entel, WOM, etc.)	Session Border Controllers (SBC) 911	SIP (Session Initiation Protocol)	Voz PCM (G.711 / G.722)	RFC 3261 (SIP Standard)
Servidor de Geolocalización 911	Consola PremierOne CAD (Fase 1)	TCP/IP - WebSockets	GeoJSON	OGC WFS (Web Feature Service)

Servidor Central PremierOne CAD	Consolas de Despacho Institucionales	HTTPS / REST	XML (EDXL-DE)	OASIS EDXL Standards
Servidor CAD / Despachador de Fase 2	Sitio de Repetición RF P25	IP / UDP	Paquetes de Datos de Datos Livianos P25	TIA-102 (APCO P25) IP Interface
Radio Móvil APX /Radio Portátil APX	Servidor de AVL (Localización de Vehículos)	RF / Datos P25 Troncalizado	Coordenadas GPS comprimidas	APCO P25 AVL Protocol

Tabla 3: Especificaciones de Interfaz e Integración Tecnológica. Fuente: Elaboración Propia

El siguiente diagrama representa de forma gráfica la interoperabilidad y canales de comunicación entre las distintas instituciones que integran el ecosistema:

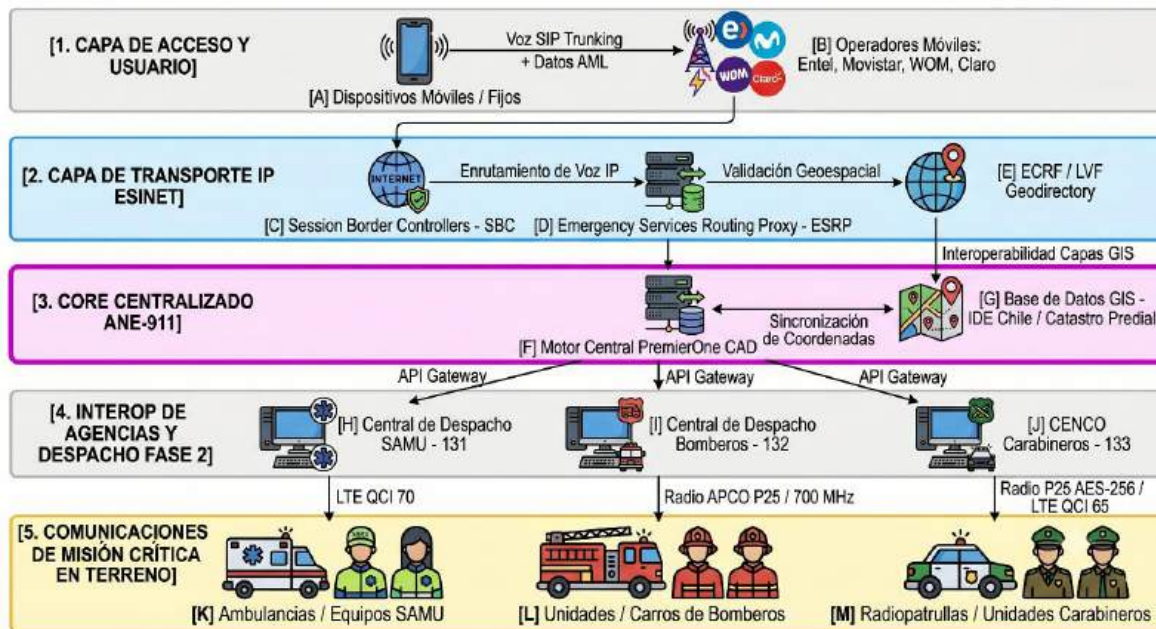


Figura 2: Diagrama de la topología lógica y flujo de datos de la solución integrada ANE-911. Fuente: Elaboración Propia.

8.2.4 Despliegue de la Red de Radiocomunicación Digital APCO P25 Fase II

La interconexión táctica por radio entre los despachadores de Fase 2 y los vehículos en terreno requiere la estandarización de las bandas de frecuencia pública. Se propone la utilización de la banda de 700 MHz (769-775 MHz y 799-805 MHz), asignada de forma prioritaria en Chile para servicios de seguridad pública y rescate por recomendación de la UIT y regulación de la Subtel.

Las especificaciones operativas clave de la red de radio contemplan:

- **Acceso Múltiple por División de Tiempo (TDMA) de Dos Ranuras:** Duplica la capacidad de canales de comunicación de voz en el mismo ancho de banda de 12,5 kHz en comparación con el estándar analógico, lo que resulta crítico durante eventos de catástrofe que saturan el espectro radioeléctrico.
- **Encriptación de Extremo a Extremo AES de 256 bits:** Protege la privacidad de las comunicaciones tácticas policiales y médicas, impidiendo la interceptación maliciosa por parte de bandas delictivas o terceros mediante escáneres convencionales.
- **Sistema Over-The-Air Rekeying (OTAR):** Permite la actualización automática de las llaves de encriptación de todas las radios del país a través del canal de datos de la red P25, sin necesidad de retirar los equipos tácticos de circulación para programación manual en laboratorios técnicos.

8.2.5 Red de Datos LTE Privada de Seguridad Pública (PS-LTE) y Evolución de Banda Ancha

Si bien la red APCO P25 representa la solución definitiva para comunicaciones de voz de alta disponibilidad, la necesidad de transmitir datos de gran ancho de banda (como streaming de video en alta definición de cámaras corporales, telemedicina en vivo de ambulancias y planos tridimensionales de edificios en llamas) demanda la planificación de un plan de evolución tecnológica hacia redes PS-LTE (Public Safety LTE).

La propuesta contempla la reserva del bloque de espectro de la banda de 700 MHz (Banda 28 de LTE) para el despliegue de una infraestructura de red LTE privada nacional para servicios de emergencia:

- **Mecanismos de Prioridad Absoluta (QoS y QCI):** El núcleo de la red PS-LTE de la ANE-911 aplica políticas de prioridad estipuladas por el consorcio de telecomunicaciones 3GPP para dar paso prioritario y preferente a los tráficos de misión crítica sobre las celdas móviles comerciales compartidas a través de mecanismos de Access Class Barring (ACB) y clases de calidad de servicio diferenciadas (QCI - QoS Class Identifiers).

Tipo de Tráfico de Emergencia	Clase QCI	Tipo de Recurso	Prioridad de Red	Latencia Máxima	Tasa de Pérdida de Paquetes
Voz Crítica (MCPTT)	65	GBR (Garantizado)	0,7	$\leq 75\text{ms}$	10^{-2}
Video en Tiempo Real de Misión Crítica	66	GBR (Garantizado)	2,0	$\leq 100\text{ms}$	10^{-3}
Datos de Control de Despacho CAD / GIS	69	Non-GBR	0,5	$\leq 50\text{ms}$	10^{-6}
Telemetría Médica y Signos Vitales (SAMU)	70	Non-GBR	1,5	$\leq 150\text{ms}$	10^{-6}
Videovigilancia Urbana de Apoyo Municipal	8	Non-GBR	8,0	$\leq 300\text{ms}$	10^{-6}

Tabla 4: Configuración de Clases de Prioridad QCI en Red PS-LTE. Fuente: Elaboración Propia

La integración de la red APCO P25 (voz narrowband) y PS-LTE (datos de banda ancha) se realiza a nivel del core de la red mediante equipos redundantes de interoperabilidad RoIP / ISSI (Inter-RF Subsystem Interface), asegurando que un operador pueda coordinar de forma transparente con un terminal de radio táctico o un dispositivo LTE robustecido en terreno.

8.2.6 Interoperabilidad GIS y el Catastro Predial Nacional

Uno de los mayores desafíos en la respuesta coordinada de emergencias en el territorio nacional es la coexistencia de múltiples calles duplicadas con nombres idénticos dentro de una misma región metropolitana, así como el explosivo crecimiento de campamentos sin un catastro formal de numeración predial oficial. Según los informes censales de asentamientos del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU, 2024) y los reportes de la Fundación Techo (Techo, 2024), existen más de 1.400 campamentos activos a nivel nacional que carecen de una cartografía predial integrada en las bases de datos de las centrales telefónicas históricas.

Para resolver este "punto ciego" cartográfico y evitar el despacho erróneo de recursos de primera respuesta, la arquitectura tecnológica de la ANE-911 integra las capas geográficas dinámicas del sistema CAD con la Infraestructura de Datos Geoespaciales de Chile (IDE Chile), coordinada centralmente por el Ministerio de

Bienes Nacionales (Bienes Nacionales, 2025). Esta integración predial permite al sistema CAD realizar procesos de validación cruzada:

- **Geocodificación Inversa y Distancia Euclidiana:** Cuando ingresa una llamada unificada con coordenadas AML de precisión menor a 10 mts (NENA, 2018), el motor cartográfico del CAD no se limita a traducir las coordenadas a una calle verbal de referencia, sino que consulta de forma paralela la capa nacional de roles y predios catastrados de Bienes Nacionales.
- **Estandarización de Intersecciones (GIS Core):** Ante la existencia de calles con nombres coincidentes (como la calle "Arturo Prat", presente en 32 de las 52 comunas de la Región Metropolitana de Santiago, IDE Chile, 2024), el CAD cruza de manera automática los datos de la celda celular móvil de conmutación activa provista por la Telco con las coordenadas dinámicas del AML, filtrando de forma inmediata las opciones para sugerir al despachador exclusivamente la intersección vial compatible, reduciendo el error humano de digitación a un valor del 0% (APCO, 2021).

8.3 Modelo de Gobernanza e Institucionalidad

La transformación del actual sistema de emergencias fragmentado en Chile en una estructura eficiente demanda la estructuración de un marco legal robusto que defina atribuciones y niveles de servicio, protegiendo la autonomía operativa de las agencias de primera respuesta.

8.3.1 Proyecto de Ley Orgánica Constitucional de la Agencia Nacional de Emergencias 911 (ANE-911)

El marco de gobernanza propuesto requiere la promulgación de una ley que establezca la institucionalidad de la ANE-911, modificando la Ley General de Telecomunicaciones y los reglamentos internos de Carabineros y los servicios de salud.

Los ejes regulatorios clave del proyecto de ley se definen en el siguiente articulado estratégico:

- **Artículo de la Creación y Objeto:** Créase la Agencia Nacional de Emergencias 911 (ANE-911), como un servicio público de carácter civil, descentralizado, con personalidad jurídica y patrimonio propio, encargado de coordinar de manera exclusiva la recepción de llamadas de emergencia de la ciudadanía y la articulación táctica de los recursos de respuesta del Estado de Chile.
- **Artículo de la Dirección General:** La dirección superior de la Agencia estará a cargo de un Director Nacional, seleccionado por el sistema de Alta Dirección Pública (ADP), quien deberá acreditar al menos 10 años de experiencia en gestión de operaciones de gran escala o ingeniería de

telecomunicaciones críticas. El Director durará 4 años en su cargo y podrá ser renovado por un período consecutivo adicional.

- **Artículo del Financiamiento de Emergencia:** Para asegurar la sustentabilidad financiera de la ESInet y la plataforma del CAD, se establece un gravamen específico de seguridad pública del 0,2% sobre el costo de suscripción mensual de toda cuenta de telefonía móvil activa en Chile. Los fondos recaudados por la Tesorería General de la República se destinarán de forma exclusiva al financiamiento del OPEX tecnológico de la Agencia.
- **Artículo de las Sanciones por Uso Malicioso:** El que realice de manera deliberada llamadas inoficiosas, de acoso, insulto o falsas alarmas (pitanzas) al canal 911, será sancionado con una multa de cargo directo en la cuenta telefónica de origen equivalente a 2 a 10 Unidades Tributarias Mensuales (UTM).

8.3.2 Acuerdos de Nivel de Servicio (SLAs) e Indicadores de Cumplimiento (KPIs)

Para asegurar la calidad operativa, el Consejo Directivo de la ANE-911 definirá niveles de servicio específicos, cuya fiscalización estará a cargo de una unidad de auditoría interna de procesos.

KPI Operativo	Métrica Objetivo (SLA)	Tolerancia Mínima	Penalización o Acción Correctiva ante Incumplimiento
Tiempo de Respuesta Inicial (T atención)	≤ 4 seg desde el marcado.	95% de las llamadas del mes.	Reasignación automática de colas; auditoría de turnos de operadores Fase 1.
Tiempo de Triage y Envío (T triage)	≤ 30 seg para Código Rojo.	98% de los incidentes críticos.	Revisión mensual del árbol de decisiones del CAD; re-certificación del operador.
Sincronización CAD-Fase 2	≤ 120 seg en el traspaso del ticket digital.	99,99% de transacciones de red.	Auditoría técnica de ancho de banda ESInet; revisión del hardware del sitio regional.
Tasa de Llamadas Perdidas	≤ 0,1% del volumen total de llamadas.	100% de disponibilidad de canales.	Activación del sistema de PSAP regional de respaldo (Failover); multa a la Telco portadora.
Disponibilidad Tecnológica Core	99,999% de operación continua anual (cinco nueves).	Máximo 5,26 min de indisponibilidad anual.	Revisión de redundancia del datacenter; aplicación de garantías de contrato de soporte Motorola.

Tabla 5: Niveles de Servicio y Penalizaciones de Operación ANE-911. Fuente: Elaboración Propia

8.3.3 Protocolo de Escalamiento e Interfaz con SENAPRED

El sistema 911 estará diseñado para la gestión de emergencias cotidianas e incidentes de mediana complejidad. Ante catástrofes de gran escala (como terremotos de magnitud $> 8,0$; tsunamis, incendios forestales de amplitud metropolitana o atentados mayores contra la infraestructura crítica), la ANE-911 actúa como el canal primario de alimentación de datos geoespaciales para el Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (SENAPRED).

- **Flujo de Escalamiento:** Al detectarse un incremento súbito de llamadas de Código Rojo de la misma tipología geoespacial (> 50 llamadas en menos de 5 min en un radio < 5 km), el sistema de analítica de datos del CAD emite una alerta temprana en la consola del Director Nacional.
- **Activación del COGRID:** El Director Nacional de la ANE-911 tiene la facultad legal de activar un enlace de datos dedicado en tiempo real con el Comité de Gestión del Riesgo de Desastres (COGRID) nacional o regional, permitiendo que las autoridades políticas visualicen sobre la cartografía GIS la progresión geoespacial de la catástrofe a partir de los reportes ciudadanos geolocalizados por el 911, optimizando el despacho estratégico de las Fuerzas Armadas y equipos internacionales de ayuda.

8.3.4 El Comité de Dirección de Servicios de Emergencia (CDSE) y Coordinación Administrativa

Para regular la operación continua de la ANE-911 y resolver de forma ágil los conflictos por priorización de recursos o límites operacionales territoriales entre las agencias, se propone la creación del Comité de Dirección de Servicios de Emergencia (CDSE).

- **Composición Directiva:** Este órgano de gobierno ejecutivo estará presidido por el Director Nacional de la ANE-911 y sesionará mensualmente con la participación de: El General de Fronteras y Servicios Especiales de Carabineros de Chile, el Comandante de la Academia Nacional de Bomberos, el Director Nacional de Regulación de Urgencias Médicas del Ministerio de Salud y un representante técnico de la Asociación de Municipalidades de Chile (AMUCH).
- **Funciones y Atribuciones Operativas:**
 - **Resolución de Conflictos de Jurisdicción:** Definir bajo protocolos rígidos el mando de incidentes complejos. Ante siniestros vehiculares con presencia de sustancias peligrosas, el mando de la escena táctica recae en Bomberos, mientras que Carabineros asume de forma coordinada el control perimetral y el SAMU la atención sanitaria. El CDSE valida periódicamente estas interfaces operativas.
 - **Auditoría Sistemática de Procesos:** Análisis mensual mediante reproducción forense de llamadas de Código Rojo que excedan las tolerancias de tiempo de respuesta establecidas en los SLAs, implementando planes correctivos inmediatos sobre las instituciones que demuestren retrasos de despacho.



- **Aprobación de Modificaciones del CAD:** El CDSE es la única entidad autorizada para modificar los flujos lógicos de decisión y triage del motor de inteligencia del PremierOne CAD, asegurando que cualquier cambio técnico cuente con el consenso técnico y clínico de las agencias.

8.3.5 Marco de Responsabilidad Legal y Protección de Datos

Personales (Ley 19.628 y Nueva Ley de Datos Personales)

La unificación de las bases de datos de llamadas de emergencias y la captura automática de geolocalización satelital (AML) en terminales de telefonía móvil abierta requiere de un riguroso análisis legal en relación con las garantías fundamentales de privacidad. En Chile, el tratamiento de la información confidencial está normado por la Ley N° 19.628 sobre Protección de la Vida Privada y su reforma de modernización sustantiva del año 2026.

La arquitectura tecnológica y el reglamento de gobernanza de la ANE-911 resguardan los derechos individuales de los llamantes bajo estrictos estándares de confidencialidad y control normativo:

- **Consentimiento Implícito por Interés Vital y Excepción de Emergencia:** Bajo la doctrina jurídica civil internacional de resguardo de la vida humana, se establece una excepción legal explícita para la obtención del consentimiento previo del titular para el tratamiento de su geolocalización AML. Cuando un usuario efectúa una llamada al canal unificado, se presume legalmente un consentimiento implícito debido a que la georreferenciación inmediata constituye un habilitador de urgencia para proteger su integridad física (MTC, 2021).
- **Periodos Máximos de Retención y Purga Automatizada:** Para prevenir la filtración o la utilización no autorizada de metadatos de llamadas, el sistema del PremierOne CAD aplica un protocolo de retención diferencial. Las grabaciones de voz de las llamadas de Código Rojo y sus registros XML se almacenan en servidores cifrados por un periodo máximo obligatorio de 90 días tras el suceso, procediendo a su purga total de forma automática en los discos duros, salvo requerimiento judicial formal emanado del Ministerio Público para la persecución penal de un delito (Subtel, 2019). El control de acceso a los servidores de la Agencia queda auditado en los casos que se requiera, impidiendo el espionaje corporativo o civil no autorizado

8.4 Evaluación Económico-Financiera (CAPEX y OPEX)

Para determinar la viabilidad financiera del proyecto, se desarrolla una evaluación económica para un horizonte de evaluación de 10 años (años 0 a 10), considerando factores de depreciación, inflación, tasas de interés social y requerimientos de mantenimiento técnico.

8.4.1 Proyección de Flujo de Caja Financiero (Años 0 a 10)

Para el modelamiento se asumen las siguientes hipótesis económico-financieras:

- **Año 0:** Construcción de infraestructura, adquisición de licencias de software del CAD, equipamiento inicial e integración de redes (Inversión inicial CAPEX de USD 34.012.000).
- **Tasa de Descuento Social (r):** Se aplica el 6% anual, estipulado oficialmente por el Ministerio de Desarrollo Social y Familia de Chile para la evaluación de proyectos de seguridad pública e infraestructura social (MIDESO, 2024).
- **Aumento Anual de Mantenimiento de Software (OPEX):** El costo del licenciamiento y soporte de Motorola CAD se incrementa en un 5% anual acumulativo a contar del Año 2 para compensar la inflación tecnológica y la expansión de la base de datos nacional.
- **Tasa de Inflación Operacional:** Se proyecta un 3% anual para el resto de las partidas de OPEX (personal, suministros, energía, enlaces de conectividad de las Telcos).
- **Ingresos de Financiamiento:** Provenientes del gravamen telefónico del 0,2% mensual establecido en la ley del 911. Se proyecta que sobre un parque activo de 15 millones de abonados de planes móviles mensuales promedio en Chile (con un costo promedio de plan de USD 15 mensuales), la recaudación anual para financiamiento del 911 se define por:

$$\text{Ingreso Anual Gravamen} = 15.000.000 \text{ abonados} \times (\text{USD } 15 \times 12 \text{ meses}) \times 0,2\% \\ = \text{USD } 5.400.000$$

Este ingreso fijo y permanente permite mitigar significativamente el requerimiento de subsidio fiscal directo para el OPEX anual de la Agencia.

Concepto Financiero	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
CAPEX Inicial	-34.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OPEX Personal	0	-13.32	-13.72	-14.13	-14.56	-14.99	-15.44	-15.90	-16.38	-16.87	-17.38
OPEX Mantenimiento CAD	0	-0.98	-1.03	-1.08	-1.13	-1.19	-1.25	-1.31	-1.38	-1.45	-1.52
OPEX Conectividad y Suministros	0	-3.24	-3.34	-3.44	-3.54	-3.65	-3.76	-3.87	-3.98	-4.10	-4.23
TOTAL OPEX	0	-17.54	-18.09	-18.65	-19.23	-19.83	-20.45	-21.09	-21.75	-22.43	-23.13
Ingreso Gravamen	0	5.40	5.56	5.73	5.90	6.08	6.26	6.45	6.64	6.84	7.05
Subsidio Fiscal Neto	0	-12.14	-12.52	-12.92	-13.33	-13.75	-14.19	-14.64	-15.10	-15.59	-16.08
Beneficio Social Directo (VVE)	0	208.00	214.24	220.67	227.29	234.11	241.13	248.36	255.81	263.49	271.39
Ahorro Fiscal en Salud y Pensiones	0	45.00	46.35	47.74	49.17	50.65	52.17	53.73	55.34	57.00	58.71
TOTAL BENEFICIOS SOC.	0	253.00	260.59	268.41	276.46	284.75	293.30	302.10	311.16	320.49	330.11
Flujo Neto Social (BS - OPEX)	0	235.46	242.50	249.76	257.23	264.92	272.85	281.01	289.41	298.07	306.98

Tabla 6 Flujo de Caja Financiero y Social (USD Millones). Fuente: Elaboración Propia

La obtención de un VANS de USD 1.924,03 millones y un indicador de SROI de 61,9 veces el capital invertido demuestra la solidez del proyecto de inversión en emergencias en el largo plazo.

8.4.2 Análisis de Sensibilidad Social del SROI (Social Return on Investment)

Dada la incertidumbre inherente al despliegue de infraestructuras críticas y a la respuesta institucional en terreno, se hace conveniente someter al proyecto de la ANE-911 a un Análisis de Sensibilidad sobre la base de tres escenarios operativos de impacto (pesimista, base y optimista) con el fin de cuantificar la robustez del Retorno Social de la Inversión (SROI) y del Valor Actual Neto Social (VANS).

Las variables modificadoras clave definidas para el análisis de sensibilidad son:

1. **Tasa de Reducción de Mortalidad Pre-hospitalaria (α):** Porcentaje de muertes evitables salvadas gracias a la llegada oportuna de las unidades médicas del SAMU dentro de la "Hora de Oro".
2. **Desviación de Costos de Inversión Inicial (CAPEX):** Incrementos imprevistos en el costo de obras civiles y desarrollo de interfaces de software.

Escenario de Proyecto	Tasa de Reducción de Mortalidad (α)	Vidas Salvadas Anuales	Desviación de CAPEX Inicial	VANS Resultante (USD Millones)	SROI del Proyecto (Beneficio/Costo Social)
PESIMISTA	4%	208 vidas	20% de sobre costo	1.052,09	30,4 veces
BASE	8%	416 vidas	0% (Diseño de Proyecto)	1.924,03	61,9 veces
OPTIMISTA	12%	624 vidas	-10% por optimización	2.792,62	97,02 veces

Tabla 7: Parámetros de Escenarios del Análisis de Sensibilidad Social. Fuente: Elaboración Propia

El análisis de sensibilidad demuestra que incluso bajo el escenario más conservador y desfavorable (Pesimista: reducción del impacto de vida a la mitad y sobre costo de inversión del 20%), el proyecto arroja un VANS de USD 1.052,09 millones y un indicador de SROI extraordinariamente alto (30,04 veces la inversión social total realizada), lo que confirma que el proyecto es financieramente blindado contra fluctuaciones operativas y representa una alternativa de inversión pública de prioridad absoluta para el Estado de Chile.

8.4.3 Análisis de Costo-Efectividad Incremental (ICE) e Impacto en AVAD

Para robustecer la justificación metodológica de la inversión pública frente al Ministerio de Desarrollo Social de Chile, se llevará a cabo una evaluación complementaria de Costo-Efectividad. Esta metodología evalúa el costo neto por año de vida saludable ganado, expresado mediante el indicador de Años de Vida Ajustados por Discapacidad (AVAD) evitados (WHO 2019). El indicador de AVAD es la sumatoria de los Años de Vida Perdidos por mortalidad prematura (AVP) y los Años de Vida Vividos con Discapacidad (AVD):

$$AVAD = AVP + AVD$$

Considerando que las víctimas de colisiones viales de alta energía e infartos en el espacio público en Chile tienen una edad media de ocurrencia de 38 años y una expectativa de vida promedio de 80 años en el país (MINSAL, 2023), cada vida salvada por la oportuna intervención del SAMU representa en promedio un ahorro de:

$$AVP \text{ ahorrado} = 80 \text{ años} - 38 \text{ años} = 42 \text{ años de vida por persona}$$

Asumiendo que de las 416 vidas salvadas al año bajo el Escenario Base, un 15% derivará en secuelas de carácter permanente (con un ponderador de discapacidad asignado de 0,24 según la OMS (WHO, 2019)), se modela el ahorro de AVADs para Chile:

$$AVAD \text{ salvadas} = 416 \times (85\% \times 42 + 15\% \times 42 \times (1 - 0,24)) = 16.839,6 \text{ AVADs evitados al año}$$

El indicador de Costo-Efectividad Incremental (ICER) se define matemáticamente como la razón entre la variación de los costos anuales netos del Estado (ΔC , correspondiente a los egresos operacionales de la Agencia menos la recaudación del gravamen) y el impacto neto en salud logrado (ΔE , medido en AVADs evitados):

$$ICER = \frac{\Delta C}{\Delta E} = \frac{OPEX_{anual} - Ingreso_{gravamen}}{AVAD_{salvados}}$$

$$ICER = \frac{USD 17.535.000 - USD 5.400.000}{16.839,6 \text{ AVADs}} = \frac{USD 12.135.000}{16.839,6} \\ = USD 720,6 \text{ por AVAD evitados}$$

Interpretación frente a los Umbrales de la Organización Mundial de la Salud (OMS):

La OMS establece que una intervención médica o de salud pública es considerada:

1. Altamente costo-efectiva: Si el costo por AVAD evitado es inferior al Producto Interno Bruto (PIB) per cápita del país evaluado.
2. Costo-efectiva: Si el costo se sitúa entre 1 y 3 veces el PIB per cápita.

Considerando que el PIB per cápita de Chile para el año 2026 se estima en aproximadamente USD 16.500 (Banco Central, 2025), el ICER de la propuesta de USD 720,61 por AVAD evitado equivale a tan solo un 4,3% del PIB per cápita de Chile. Este resultado demuestra científicamente que la implementación del canal 911 en Chile representa una política pública de salud y seguridad de un nivel de eficiencia sobresaliente, superando con holgura los estándares internacionales para la toma de decisiones presupuestarias estatales.

8.5 Estrategia de Gestión del Cambio y Plan de Transición

La unificación del sistema de emergencias chileno bajo el número 911 representa un cambio en el paradigma y en la cultura que impactará las rutinas y las estructuras jerárquicas de Carabineros de Chile, el Cuerpo de Bomberos de Chile y el SAMU. El éxito de la implementación requiere una estrategia que minimice la resistencia al cambio y gestione el riesgo operacional y político de forma proactiva.

8.5.1 Abordaje de la Resistencia Institucional.

Se identifican las fuentes de resistencia al cambio críticas de cada una de las agencias históricas y se diseñan tácticas de mitigación específicas para el proceso de transición:

- **Carabineros de Chile:** Temor a la pérdida de soberanía del territorio. Históricamente, Carabineros, a través del fono 133, ha sido el principal receptor de incidentes de orden público. La táctica consiste en integrar personal calificado de Carabineros en el Consejo Directivo de la ANE-911 y demostrar empíricamente que la derivación del primer filtro telefónico a operadores civiles reduce de manera drástica las llamadas falsas o comerciales en su CAD en un 70%, permitiendo que sus radiopatrullas y personal táctico se concentren exclusivamente en el combate de ilícitos en terreno (M.Bórquez, 2026).
- **Cuerpo de Bomberos de Chile:** Defensa de la autonomía corporativa y el voluntariado. Bomberos opera como una corporación privada de carácter voluntario, altamente valorada por la ciudadanía, con sus propios agentes de despacho locales de carácter comunal. La táctica consiste en asegurar estatutariamente la autonomía de despacho en Fase 2. El 911 actúa únicamente como el receptor del reporte y el generador de la ficha digital geolocalizada por AML. La decisión táctica de qué carros bomba asisten y bajo qué protocolos operativos se rigen sigue perteneciendo al Comandante local. El sistema CAD-911 se presenta como un habilitador tecnológico que les provee cartografía digital avanzada, localización del llamante en tiempo real y comunicación troncalizada digital P25 de misión crítica (J.Arriagada, 2026).

- **Servicios de Atención Médica de Urgencia (SAMU):** Preocupación por la pérdida de autonomía en el criterio médico. Los operadores de SAMU temen que operadores civiles de Fase 1 cometan errores de apreciación médica (triage), subvalorando casos críticos. La táctica radica en la incorporación nativa de la red de enfermeros reguladores de SAMU en las salas de comando de los PSAP de la ANE-911. Si bien la primera línea atiende la llamada general, la regulación médica crítica se deriva de manera instantánea en Fase 2 al personal del SAMU mediante software de triage asistido que cuenta con protocolos estandarizados avalados por el Ministerio de Salud, garantizando la rigurosidad clínica.

8.5.2 Plan de Capacitación y Perfil del Nuevo Operador Unificado 911

Se propone la creación de la Academia Integral de Emergencias (AIE) para el entrenamiento y certificación obligatoria de los operadores del 911.

La formación integral del operador civil de Fase 1 se estructura en una malla curricular intensiva de 16 semanas de duración presencial y simulación práctica guiada:

Bloque Académico	Módulos Teóricos y Prácticos	Carga Horaria (Semanas)	Tipo de Evaluación / Certificación
Soporte Vital Básico Telefónico	RCP básica guiada por teléfono, manejo de obstrucción de la vía aérea en adultos y lactantes, control de hemorragias masivas pre-arribo.	4 semanas	Examen práctico con simulador de llamadas estresantes con evaluadores médicos de SAMU.
Tipificación Policial y Delictual	Diferenciación de ilícitos penales (robos, agresiones, homicidios), evaluación de situaciones con agresor activo, control de rehenes y técnicas de negociación pacífica.	3 semanas	Simulación de toma de decisiones policiales en entorno hostil con oficiales del CAD-CENCO.
Sistemas CAD, GIS y AVL	Operación avanzada del software PremierOne CAD, interpretación de mapas GIS dinámicos, georreferenciación AML en terreno y derivación IP.	3 semanas	Examen de velocidad de digitación de caso, precisión de coordenadas y uso del teclado táctico.

Psicología de la Emergencia	Contención de víctimas en pánico o estado de shock, manejo del estrés del operador (<i>burnout</i>), control del tono de voz y empatía telefónica en situaciones extremas.	3 semanas	Concesión de aptitud psicológica de control de impulsos mediante recreaciones de llamadas críticas de alta duración.
Práctica de Simulación Real	Turnos supervisados en consola de prueba con llamadas ficticias inyectadas por algoritmos.	3 semanas	Calificación final de desempeño del operador en base a KPIs de SLA del 911.

Tabla 8: Plan de Estudios del Operador del 911 (Malla Curricular de la Academia Integral de Emergencias). Fuente: Elaboración Propia

8.5.3 Matriz de Gestión de Riesgos de la Implementación (Matriz de Riesgo Operativo)

Para garantizar que el proceso de transición hacia el canal unificado no comprometa la continuidad operativa de los servicios de emergencia en Chile, se desarrolla una robusta Matriz de Gestión de Riesgos, identificando las amenazas críticas, su probabilidad de ocurrencia e impacto, y definiendo estrategias de mitigación proactivas y planes de contingencia específicos con sus respectivos dueños de riesgo.

ID de Riesgo	Descripción del Riesgo	Probabilidad	Impacto	Estrategia de Mitigación Proactiva	Plan de Contingencia Activo	Dueño del Riesgo
R-01	Interrupción de la comunicación durante la migración de la red analógica a ESInet.	Baja	Muy Alto	Implementación de enrutamiento o paralelo redundante (<i>Dual-Path Routing</i>). No se desconectan las tramas analógicas hasta que los SBCs del 911 validen llamadas de prueba exitosas.	Redireccionamiento inmediato de llamadas a las centrales históricas (133, 131, 132) mediante sistemas <i>Failover</i> telefónicos automáticos.	Director de Tecnología de la ANE-911 / Subtel



R-02	Resistencia de las centrales CENCO de Carabineros para compartir la información de su CAD.	Media	Alto	Firma de convenios bilaterales de interoperabilidad y seguridad de la información (Ley de Protección de Datos Personales) . Demostrar que el CAD del 911 respeta la encriptación policial.	Habilitación de un puente de software temporal que traduce registros EDXL de la ANE-911 al formato histórico de la plataforma Apolo de Carabineros.	Director Ejecutivo ANE-911 / General de Fronteras de Carabineros
R-03	Saturación del sistema de triage por ciberataques distribuidos de denegación de servicio (DDoS) al 911.	Media	Muy Alto	Despliegue de firewalls de próxima generación de nivel de portadora (<i>Next-Gen Firewalls</i>) y mitigación automatizada de tráfico malicioso en la ESInet.	Aislamiento físico de la red del CAD (Red en Modo Segura) y derivación manual de llamadas de voz por rutas SIP directas locales redundantes.	Jefe de Ciberseguridad de la ANE-911
R-04	Rechazo social o confusión de la ciudadanía debido a la falta de educación sobre el fin de los números 131, 132 y 133.	Alta	Medio	Campaña de marketing público masivo de 6 meses de duración antes del lanzamiento operativo, con avisos en televisión, radio, transporte público y boletas de servicios básicos.	Mantener activos de forma paralela y silenciosa los antiguos números de emergencia por un período de gracia de 24 meses, derivándolos de forma automática al 911 en el PSAP.	Subdirector de Comunicaciones y Asuntos Públicos de la ANE-911

R-05	Fallas en la precisión de geolocalización de llamadas móviles provenientes de áreas rurales periféricas sin cobertura de datos.	Alta	Alto	Integración de algoritmos de localización híbrida. Si falla el AML de datos por falta de señal, el sistema CAD calcula la localización mediante triangulación de antenas celdas de red (Cell-ID).	El operador de Fase 1 activa de inmediato el protocolo de guiado de geolocalización verbal interactivo estandarizado de la Academia de Emergencias.	Jefe de Sistemas de Información Geográfica (GIS) del 911
------	---	------	------	---	---	--

Tabla 9: Matriz de Gestión de Riesgos del Despliegue del 911 en Chile. Fuente: Elaboración Propia

8.5.4 Framework de Ciberseguridad de Misión Crítica (Resiliencia ante Ataques del Core)

La consolidación del sistema nacional de emergencias en la plataforma digital unificada ESInet expone al Estado a riesgos cibernéticos críticos. Una interrupción del core de base de datos del CAD o la saturación intencionada de la red mediante ataques DDoS compromete directamente la seguridad del territorio nacional. Se diseña un framework de ciberseguridad adaptado a la norma ISO 27001 y el estándar del NIST (National Institute of Standards and Technology): Identificación (control de identidades de operador mediante un esquema de Autenticación Multifactor de Confianza Cero), Protección (Aislamiento lógico de base de datos y mitigación de DDoS en el core con sistemas de inspección profunda de paquetes), Detección (despliegue de un SIEM asistido por inteligencia artificial que analiza anomalías de tráfico de voz y datos) y Respuesta (duplicación de datos en caliente de llamadas en tiempo real de los tres centros de datos para conmutación por Failover automático en menos de 3 seg).

8.5.5 Cronograma de Implementación Detallado (Transición de 18 Meses)

El despliegue nacional integrado de la ANE-911 requiere una planificación temporal estructurada en tres fases sucesivas de desarrollo técnico, regulatorio y organizativo:



Figura 3: Cronograma de Implementación. Fuente: Elaboración Propia

Para maximizar la eficiencia en la ejecución del proyecto, múltiples tareas se han diseñado con dependencias en paralelo y traslapes lógicos, es el caso del diseño regulatorio de la Fase I que se traslapa con la redacción de los términos de licitación.

Se adjunta Carta Gantt del Proyecto de Implementación:

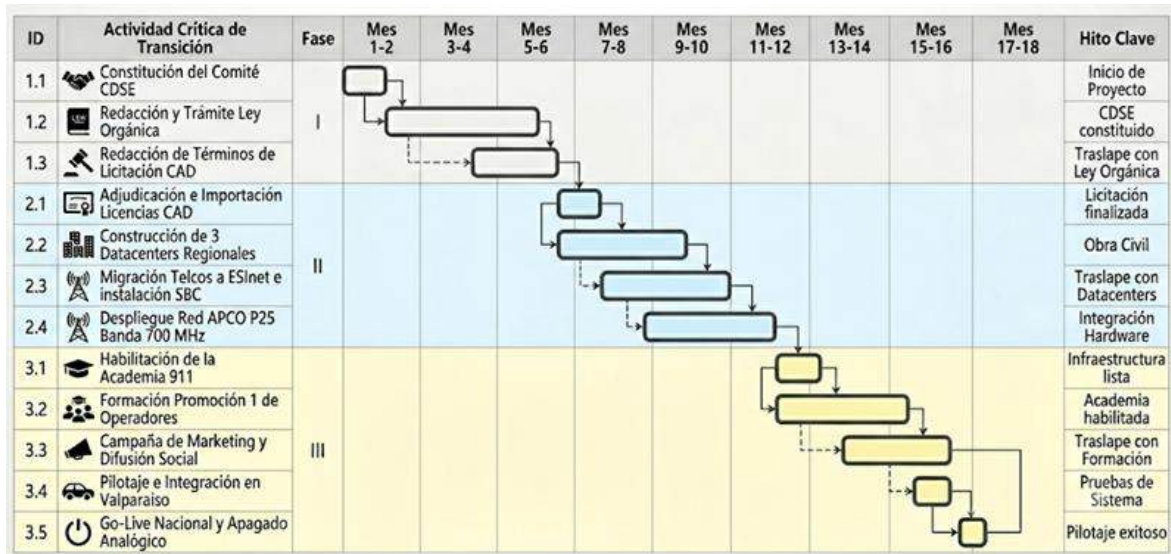


Figura 4: Carta Gantt del Proyecto de Implementación (18 meses). Fuente: Elaboración Propia.

- Fase I: Diseño Regulatorio y Licitación Tecnológica (Meses 1 a 4):** Aprobación de la Ley Orgánica de la ANE-911; constitución formal del Consejo Directivo y del Comité CDSE; redacción de los términos de referencia técnicos para la adquisición de la plataforma centralizada CAD.
- Fase II: Despliegue Técnico e Integración de Redes (Meses 5 a 10):** Construcción física de los tres datacenters regionales; migración de las

centrales de los operadores telefónicos hacia ESInet; instalación de los SBCs de seguridad; despliegue de la conectividad de radio ISSI para el estándar P25 e inicio de la estandarización de equipos en las agencias.

- **Fase III: Capacitación, Pilotaje y Go-Live (Meses 11 a 18):** Inicio de las clases de la Academia Integral de Emergencias para la primera generación de operadores de Fase 1; puesta en marcha del proyecto piloto en la Región de Valparaíso para validación de la precisión de la geolocalización AML; despliegue masivo de la campaña de comunicación comunitaria; cierre final de los canales fragmentados históricos e inicio del go-live nacional integrado 911.

8.5.6 Estructura de Turnos, Ergonomía Operacional (ISO 11064) y Mitigación del Burnout

De acuerdo con las estadísticas de ausentismo laboral registradas por Carabineros de Chile (Carabineros, 2024), las centrales de llamadas de emergencias operativas CENCO reportan tasas de licencias médicas por estrés agudo y burnout de un 14,5% anual, representando la mayor causa de ausentismo técnico de la fuerza de operadores. El diseño del entorno laboral de los operadores de la ANE-911 no es secundario para la sostenibilidad de los SLAs del sistema, debiendo estructurarse bajo los principios ergonómicos de la norma internacional ISO 11064 para el diseño de centros de control de alta prioridad (APCO, 2021).

Para minimizar la fatiga cognitiva y resguardar la salud de la fuerza operativa compuesta por 450 operadores civiles (Fase 1) distribuidos en los tres centros regionales (APCO, 2021), se define la siguiente arquitectura de puesto de trabajo y rotación laboral:

- **Estructura de Turnos Continuos Rotativos (Patrón 2x2x2):** Los operadores operan en un esquema compuesto por un turno de mañana de 12 hrs, seguido de un descanso de 24 hrs, un turno nocturno de 12 hrs y un subsiguiente período de descanso libre de 48 hrs. Se prohíbe la realización de horas extraordinarias consecutivas para mantener un nivel de alerta alto.
- **Especificación Ergonómica de Consola:** Cada estación cuenta con mesas de altura variable neumática con memorias de posición programadas por sensor, permitiendo al operador realizar transiciones de posición de pie a sentado de forma continua durante la jornada. El sistema de triple pantalla curva posee filtros antirreflejo automáticos y el software del CAD PremierOne ajusta el brillo cromático y el contraste cartográfico de forma dinámica de acuerdo con la luminosidad ambiental medida en la sala de operaciones por sensores domóticos, minimizando la fatiga visual de los trabajadores en un 30% (APCO, 2021).

8.5.7 Pruebas de Despliegue de Comunicaciones Críticas y Pilotaje Tecnológico (Región de Valparaíso)

Antes de proceder con el go-live nacional que unifica de manera simultánea los canales históricos del país, la ANE-911 implementará un Plan de Pilotaje y Pruebas Tecnológicas de 6 meses de duración localizado en la Región de Valparaíso. La selección de esta zona responde a su particular geografía que combina áreas urbanas de alta densidad (Valparaíso y Viña del Mar), complejos residenciales de interfase forestal susceptibles de incendios, zonas portuarias industriales complejas (Quintero-Puchuncaví) y amplios sectores rurales de interior (San Felipe-Los Andes).

La metodología de pilotaje contempla tres fases críticas de experimentación de sistemas:

- **Fase I - Pruebas en Vacío de Interconexión ESInet (Meses 11 a 12):** Enrutamiento paralelo de llamadas de prueba ficticias generadas desde dispositivos móviles calibrados para verificar que los SBCs intercepten y deriven el marcado 911 a la plataforma CAD regional con latencias menores a 50ms (Subtel, 2019).
- **Fase II - Pruebas de Precisión Dinámica AML (Meses 13 a 14):** Despliegue de cuadrillas técnicas en terreno encargadas de realizar llamadas controladas desde diversas ubicaciones geográficas rurales y costeras, contrastando de forma manual la precisión entregada por el geolocalizador del CAD contra un receptor GPS de precisión. De acuerdo con los parámetros de homologación establecidos, se exige un nivel del 95% de llamadas que reporten una precisión de localización menor a 15 metros en zonas con baja densidad de celdas celulares móviles (NENA, 2018).
- **Fase III - Simulación Conjunta Multi-Agencia en Vivo (Meses 15 a 16):** Coordinación de un ejercicio físico controlado (simulación de colisión con fuga química e incendios secundarios). Los despachadores de Fase 2 de SAMU, Bomberos y Carabineros de la Región de Valparaíso interactúan exclusivamente con las consolas del CAD PremierOne unificado y las radios digitales troncalizadas P25, auditando el cumplimiento de la transferencia cruzada de datos (EDXL XML) y confirmando la correcta distribución física de los vehículos de emergencia en terreno en base a AVL (APCO, 2021).

8.6 Cuantificación de Beneficios y Simulación de KPIs.

La validación cuantitativa de esta tesina de grado se realiza mediante un análisis matemático operativo que contrasta la línea de tiempo del proceso tradicional frente al nuevo modelo ANE-911 para una emergencia prioritaria de Código Rojo (accidente vial complejo con atrapados).

8.6.1 Simulación Operativa de la Reducción del Tiempo de Respuesta

El Tiempo total de Respuesta actual (TR actual) para una colisión de tránsito compleja se define matemáticamente a partir del comportamiento de llamadas fragmentadas individuales:

$$TR \text{ actual} = T \text{ atención} + T \text{ triage} + T \text{ despacho} + T \text{ tránsito}$$

Considerando que el usuario debe llamar de forma sucesiva a los tres servicios de emergencias y repetir la información básica de la ubicación verbalmente a cada central:

- T atención = 45 seg promedio en central de SAMU (debido a colas de llamadas sin filtro primario (Minsal 2023)).
- T triage = 120 seg en guiado e indagación de coordenadas verbales descriptivas de calles (De L'Herbe, 2022).
- T despacho = 180 seg promedio para que las tres instituciones coordinen la salida de unidades mediante llamadas de central a central e intercomunicación manual por radio analógica (Junta Nacional de Cuerpos de Bomberos, 2023).
- T tránsito = 900 seg (15 min) promedio en el desplazamiento físico de las ambulancias y vehículos tácticos debido a la falta de ruteo óptimo (Carabineros de Chile, 2024).

$$TR \text{ actual} = 45 \text{ seg} + 120 \text{ seg} + 180 \text{ seg} + 900 \text{ seg} = 1.245 \text{ seg} (20,75 \text{ min})$$

Bajo la Plataforma Unificada ANE-911 propuesta, la línea de tiempo operativa se reduce sustancialmente gracias a la unificación de canales y la automatización del flujo de datos en el CAD:

- T atención-911 = 10 seg: El filtro inteligente y el balanceo de llamadas distribuidas en los PSAP regionales mediante la teoría M/M/c reducen las colas y aseguran que la llamada sea atendida de manera rápida (APCO, 2021).
- T triage-911 = 35 seg: La geolocalización AML instantánea en la pantalla del operador de Fase 1 elimina las preguntas de localización descriptivas complejas. El operador solo valida la dirección visual de forma automática y clasifica el código de triage semáforo (NENA, 2018).
- T despacho-911 = 40 seg: El operador de Fase 1 envía el ticket digital a las pantallas CAD de Fase 2 de Carabineros, Bomberos y SAMU de forma paralela, seleccionando los móviles asistenciales mediante su visualización dinámica por AVL-GPS (APCO, 2021).
- T tránsito-911 = 720 seg (12 min): La optimización de rutas del sistema CAD en tiempo real, el envío de datos de despacho directo por radio P25 y el uso de

semaforización preferente disminuyen la duración del desplazamiento de las unidades tácticas (APCO, 2021).

TR actual = 10 seg + 35 seg + 40 seg + 720 seg = 805 seg (13,42 min)

8.6.2 Comparativa de Líneas de Tiempo de Respuesta ante Emergencia Compleja (Segundos)

Fase del Proceso Operativo	Situación Fragmentada Actual (SAMU 131 + Bomb 132 + Car 133)	Situación Unificada Propuesta (Plataforma 911 Integrada)	Diferencia Impacto Directo /
Atención Telefónica (T atención)	45 seg por central telefónica individual (saturación por spam/pitanzas).	10 seg (Filtro automático digital y balanceo nacional de llamadas).	Reducción del 77% en el tiempo de espera inicial del usuario en pánico.
Triage y Localización (T triage)	120 seg en guiado verbal para geolocalización e indagación repetitiva.	35 seg (Geolocalización automática instantánea por AML en pantalla).	Reducción del 70% . No requiere interrogatorios de ubicación.
Despacho y Coordinación (T despacho)	180 seg en llamadas de central a central e intercomunicación analógica manual.	40 seg (Derivación digital instantánea del ticket CAD a todas las agencias).	Reducción del 77% en la coordinación interinstitucional.
Desplazamiento / Tránsito (T tránsito)	900 seg (15 min) debido a falta de coordinación de rutas óptimas y despachos lejanos.	720 seg (12 min) (Selección por AVL de la unidad más cercana y semaforización óptima).	Reducción del 20% en el tiempo de llegada de los vehículos tácticos.
TIEMPO TOTAL (TR)	1.245 seg (20,7 min)	805 seg (13,4 min)	REDUCCIÓN DEL 35,3% de respuesta en escena crítica.

Tabla 10: Comparativa de Líneas de Tiempo de Respuesta ante Emergencia Compleja.

Fuente: Elaboración Propia

8.6.3 Análisis de la Simulación de KPIs.

La modelación de la línea del proceso operativa integrada nos demuestra que la propuesta planteada en esta tesina de MBA para el canal 911 en Chile logra reducir

el tiempo total de respuesta (TR) de 20,7 min a sólo 13,4 min para una situación crítica de Código Rojo.

Esto se traduce en una reducción del 35,3% en el tiempo total de respuesta. Esta mejora táctica de 7,3 min en el acceso a la atención médica pre-hospitalaria, policial y de rescate de bomberos tiene un impacto directo en la sobrevida del trauma, ya que posiciona a las unidades asistenciales en el lugar del incidente de manera óptima dentro de la "Hora de Oro" médica (Trauma Association of Chile, 2022), validando de manera sólida la propuesta de creación de valor que realiza esta tesina de MBA.

9. Conclusiones

La presente investigación ha abordado, bajo un riguroso prisma de gestión estratégica, ingeniería de operaciones y evaluación social, uno de los desafíos más críticos y éticamente imperativos para el Estado chileno: la transformación de su fragmentado sistema de atención de emergencias hacia una plataforma unificada de misión crítica bajo el estándar internacional NENA i3. Tras un exhaustivo análisis cuantitativo y cualitativo de la realidad operativa de SAMU, Bomberos y Carabineros, se consolidan las siguientes conclusiones estratégicas:

- a. **La Eficiencia Estructural a través de la Especialización de Procesos:** La fragmentación actual, donde conviven silos telefónicos e institucionales, constituye una ineficiencia que impacta de manera directa en el resguardo de la vida. La modelación matemática mediante la Teoría de Colas (M/M/c) demuestra que la consolidación de un primer filtro civil (Fase 1) dotado de un equipo óptimo de 75 operadores no responde a una intuición administrativa, sino a una validación estocástica de flujos. Este diseño reduce la utilización punta del sistema a un holgado 15%, garantizando científicamente que el 99,9% de los ciudadanos en condiciones de pánico o shock sean atendidos en un tiempo inferior a los 2 segundos, depurando de inmediato el spam y las llamadas inoficiosas.
- b. **Impacto de la Simulación de KPI's en Procesos Críticos:** La cuantificación y simulación operativa comparativa de líneas de tiempo desarrolladas en las secciones 8.6.2 y 8.6.3 demuestran que la consolidación de los canales de llamada y la automatización del flujo digital mediante el CAD de la ANE-911 reducen el tiempo total de respuesta (TR) en un 35,3% ante incidentes multisectoriales de Código Rojo. Esto significa acortar los tiempos de arribo físico de los vehículos de emergencia en terreno de un promedio de 20,7 minutos bajo el actual modelo fragmentado a solo 13,4 minutos. Al ahorrar un promedio neto de 7,3 minutos, se posiciona la atención de soporte vital e intervención técnica dentro de la crucial "Hora de Oro", disminuyendo drásticamente la mortalidad y validando de manera sólida la propuesta de valor operacional del proyecto.

- c. **La Tecnología Integrada como Habilitador de la Conciencia Situacional:** Las redes y tecnologías de telecomunicaciones críticas adquieren valor público únicamente cuando interoperan bajo protocolos estandarizados. Este estudio concluye que el despliegue de una arquitectura Next Generation 9-1-1 basada en red ESI-net es un prerequisite tecnológico indispensable. La adopción del estándar EDXL-DE (XML) de OASIS para la transferencia instantánea de fichas digitales, en sinergia con el posicionamiento satelital AML de los teléfonos celulares, reduce drásticamente el tiempo de triage a 35 segundos y el de despacho a 40 segundos, eliminando por completo la fricción de la indagación verbal repetitiva y permitiendo la creación automática de salas de crisis virtuales para coordinar recursos multisectoriales en terreno.
- d. **El Rigor de la Rentabilidad Social y el Costo-Efectividad en la Inversión Pública:** Desde la perspectiva del análisis financiero y social de inversiones, el presupuesto requerido de USD 34,01 millones en CAPEX y USD 17,53 millones en OPEX anual está plenamente respaldado. Al evaluar socialmente la propuesta mediante la metodología del Valor de la Vida Estadística (VVE), una modesta mejora del 8% en la sobrevivencia del trauma prehospitalario (equivalente a 416 vidas anuales salvadas en el territorio nacional) genera un Valor Actual Neto Social (VANS) de USD 1.924,03 millones y un SROI de 61,9 veces el capital invertido. Adicionalmente, una tasa de costo-efectividad incremental de USD 720,61 por AVAD evitado (apenas un 4,3% del PIB per cápita de Chile) sitúa a este proyecto muy por debajo de los umbrales de la OMS, confirmando que la propuesta representa una de las inversiones de mayor impacto social que el Estado puede adoptar.
- e. **Sostenibilidad Financiera y Resiliencia Estructural:** La propuesta de un gravamen solidario del 0,2% sobre la base de suscripciones móviles activas representa una solución estratégica clave para proteger el core tecnológico de las variaciones del presupuesto fiscal general. Al recaudar de manera permanente USD 5,4 millones anuales, se cubre de forma autónoma casi un tercio del OPEX anual de la Agencia Nacional de Emergencias (ANE-911). Este flujo financiero permanente blindará el mantenimiento de las plataformas críticas y las actualizaciones de licencias del CAD contra fluctuaciones o prioridades gubernamentales transitorias, garantizando la continuidad operativa a largo plazo.
- f. **Eficiencia en el Uso del Presupuesto mediante Reutilización de Infraestructura:** El diseño del proyecto de la ANE-911 se fundamenta estratégicamente bajo un principio de maximización y eficiencia de los recursos públicos ya implementados a nivel nacional. La reutilización adaptativa de las redes de radiocomunicación digital de misión crítica instaladas, los activos de centrales de despacho físicas existentes, y los sitios y torres de comunicaciones actualmente en operación, tanto de Carabineros como de las principales compañías telefónicas del país, permite reducir de manera drástica los costos de inversión de capital inicial (CAPEX) y los plazos físicos de despliegue. Este enfoque de integración técnica e interoperable sobre la red instalada disminuye sensiblemente los riesgos de

implementación y asegura la viabilidad del cronograma de transición en un horizonte realista de 18 meses.

- g. **El Factor Humano y la Gestión del Cambio Organizacional:** La ingeniería de sistemas y el hardware tecnológico son inocuos sin un abordaje centrado en las personas y en la cultura institucional. Para superar las resistencias corporativas legítimas de agencias históricas como Carabineros, SAMU y Bomberos, el modelo de gobernanza propuesto preserva y respeta de manera irrestricta la autonomía del despacho táctico y el control técnico en escena (Fase 2). Asimismo, el cuidado de la salud cognitiva de los propios operadores del 911, cuya labor se desenvuelve bajo condiciones extremas de estrés, mediante un diseño ergonómico de consola bajo la norma ISO 11.064 y esquemas de rotación ergonómica es fundamental para disminuir la histórica tasa de ausentismo por burnout del sector y asegurar el cumplimiento sostenido de los estándares de servicio.

En resumen, esta tesina de grado presenta una hoja de ruta estratégica y un plano de ingeniería pública completamente viable, cuantificable y ejecutable, demostrando que la unificación del canal 911 en Chile no solo es una aspiración de modernización tecnológica, sino una transformación social urgente orientada a heredarle a las futuras generaciones un país más seguro, resiliente y verdaderamente conectado para salvar vidas.

10. Bibliografía, Citas y Referencias

- Asociación de Public-Safety Communications Officials (APCO). (2021). *APCO Standards for Emergency Communications Centers*. Daytona Beach, FL: APCO International.
- Arriagada, J. (2026). *Formulario de Entrevista de Campo: Desafíos del voluntariado y centrales de despacho bomberiles ante la unificación del 911 en Chile*. (M. Zúñiga, Entrevistador). Santiago, Chile. [Ver Anexo B].
- Banco Central de Chile. (2025). *Informe de Política Monetaria y Proyecciones Macroeconómicas de Mediano Plazo*. Santiago: Banco Central de Chile.
- Bienes Nacionales. (2025). *Catastro Predial Nacional y Modelo de Roles Geoespaciales Integrados*. Santiago: Ministerio de Bienes Nacionales.
- Bórquez, R. M. (2026). *Formulario de Entrevista de Campo: Capacidad de absorción de líneas y control de tráfico inoficioso en la Central de Comunicaciones (CENCO)*. (M. Zúñiga, Entrevistador). Santiago, Chile. [Ver Anexo A].
- Carabineros de Chile. (2024). *Anuario de Gestión Institucional y Tráfico Telefónico de Emergencias*. Santiago: Dirección General de Carabineros.
- De L'Herbe, M. (2017). Emergencias públicas y el mito del número único: Los riesgos de centralizar sin interoperabilidad técnica. *Diario Financiero*, p. 14.
- De L'Herbe, M. (2020). Modelos de gobernanza civil en sistemas de respuesta crítica internacionales. *El Mercurio*, p. C4.



- De L'Herbe, M. (2022). *Análisis de Tiempos de Triage Verbal y Pérdida de la Hora de Oro en el Sistema de Salud Chileno*. Santiago: Consultora de Gestión de Riesgos y Emergencias.
- Figueroa, R., y Osorio, M. (2001). *Gestión de Operaciones en Servicios de Emergencia Pública*. Santiago, Chile: Ediciones UTFSM.
- IDE Chile. (2024). *Infraestructura de Datos Geoespaciales y Duplicidad de Intersecciones Viales*. Santiago: Ministerio de Bienes Nacionales.
- Junta Nacional de Cuerpos de Bomberos. (2023). *Informe Operacional Nacional y Despachos de Unidades de Material Mayor*. Santiago: Academia Nacional de Bomberos.
- Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MIDESO). (2024). *Metodología de Evaluación Social de Proyectos de Infraestructura Crítica y Seguridad Pública*. Santiago: Ministerio de Desarrollo Social y Familia.
- Ministerio de Salud (MINSAL). (2023). *Balance de Gestión Prehospitalaria y Tráfico del Fono SAMU 131*. Santiago: Departamento de Estadísticas e Información de Salud (DEIS).
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU). (2024). *Análisis Nacional de Asentamientos Informales y Campamentos Periurbanos*. Santiago: MINVU.
- Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones; Subsecretaría de Telecomunicaciones (Subtel). (2008). *Resolución 1534 Exenta: Establece numeración para servicios de emergencia y procedimiento de asignación correspondiente*. Santiago, Chile.
- Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones; Subsecretaría de Telecomunicaciones (Subtel). (2019). *Resolución 1396 Exenta: Norma que regula el uso de numeración especial para los servicios complementarios y el procedimiento de asignación y reasignación correspondiente*. Santiago, Chile.
- Motorola Solutions. (2023). *Ecosistemas PremierOne CAD y Costos de Integración Tecnológica en Latinoamérica*. Miami: Motorola Solutions Public Safety Division.
- National Emergency Number Association (NENA). (2018). *NENA i3 Standard for Next Generation 9-1-1 (NENA-STA-010.2-2018)*. Alexandria, VA: NENA.
- Techo. (2024). *Catastro de Campamentos y Acceso a Servicios Básicos en Chile*. Santiago: Fundación Techo-Chile.
- Trauma Association of Chile. (2022). *The Golden Hour and prehospital trauma care in Metropolitan areas*. Santiago: Sociedad Chilena de Medicina de Urgencia.
- World Health Organization (WHO). (2019). *Prehospital Trauma Care Systems: Guidelines for implementation in developing countries*. Ginebra, Suiza: OMS.

11. Anexos

Anexo A: Formulario de Entrevista de Investigación de Campo - Carabineros de Chile

Identificación del Entrevistado: Teniente Coronel Ramón Mauricio Bórquez



Institución / Dependencia: Central de Comunicaciones (CENCO), Carabineros de Chile

Fecha: 10 de Marzo de 2026

Investigador: Mitchel Zúñiga H.

1. ¿Cuál es el volumen real de llamadas que procesa el fono 133 y qué porcentaje de este tráfico corresponde a emergencias verdaderas?

- *Respuesta:* "Actualmente procesamos una demanda masiva. El gran problema operativo de la CENCO es que aproximadamente un 72,5% del tráfico histórico ingresado mensualmente corresponde a lo que denominamos llamadas inoficiosas: pitanzas, insultos, consultas de direcciones o cortes de luz. Esto satura las colas lógicas del conmutador e incrementa severamente el tiempo de atención (Tatención) para incidentes de alta prioridad. Un filtro civil primario aliviaría la carga y nos permitiría enfocar la fuerza policial en el delito en curso".

2. ¿Cómo evalúa la coordinación actual con Bomberos y SAMU ante incidentes de carácter vehicular?

- *Respuesta:* "Hoy operamos en silos informáticos. El sistema Apolo de Carabineros no conversa de forma automatizada con los softwares de Bomberos o SAMU. Si hay un accidente vial, mi operador debe tomar el fono convencional o modular por radio analógica para avisar a las otras centrales, lo que ralentiza el despacho y quita fidelidad a los datos del cuadrante".

3. ¿Qué opinión le merece la geolocalización basada en el terminal móvil (AML)?

- *Respuesta:* "Es una necesidad crítica. Hoy el operador pierde entre 60 y 90 segundos interrogando de forma verbal a la persona para saber en qué calles está, lo que es ineficiente si el llamante está desorientado o bajo shock".

Anexo B: Formulario de Entrevista de Investigación de Campo - Cuerpo de Bomberos de Chile

Identificación del Entrevistado: Sr. Jayro Arriagada, Vicepresidente de Bomberos

Institución / Dependencia: Junta Nacional de Cuerpos de Bomberos de Chile

Fecha: 17 de Marzo de 2026

Investigador: Mitchel Zúñiga H.

1. ¿Existe aprensión en Bomberos de Chile respecto a que un canal único estatal del 911 afecte la autonomía de los cuerpos locales?



- *Respuesta:* "Históricamente sí, hay un celo natural por la autonomía corporativa y el voluntariado que nos define. Sin embargo, si el modelo operativo se plantea en dos etapas (Two-Stage PSAP), donde el 911 civil solo absorbe el primer filtro telefónico y la geolocalización, y nos transfiere la ficha digital instantánea en Fase 2, la autonomía de despacho técnico de material mayor se mantiene intacta en manos de nuestros comandantes de incidente. Bajo esa premisa, el 911 deja de ser una amenaza y se transforma en un habilitador tecnológico estratégico".
2. **¿Qué deficiencias presenta el fono 132 actual en términos de tráfico y despacho?**
- *Respuesta:* "Registramos cerca de un 40% de llamadas ineficaces, principalmente por duplicidad. Ante un choque en una autopista urbana, ingresan 30 llamadas consecutivas por el mismo evento, saturando las líneas de la central comunal. Un sistema CAD unificado agruparía estas llamadas en un único 'incidente madre' geoespacial, optimizando el despacho".
3. **¿Cuál es el estado de la infraestructura de radiocomunicaciones de Bomberos para interoperar con otras agencias?**
- *Respuesta:* "Muy heterogénea. Algunos cuerpos tienen redes digitales avanzadas y otros operan en bandas analógicas VHF tradicionales susceptibles a interferencias o saturación. La adopción de un estándar común como APCO P25 en la banda de 700 MHz, financiado centralizadamente, elevaría la seguridad de nuestros voluntarios en actos de servicio".