



Vigilada Mineducación

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA ADQUISICIÓN DE UN TOMÓGRAFO PARA
EL HOSPITAL DEPARTAMENTAL SAN RAFAEL ESE DE ZARZAL (VALLE DEL
CAUCA)

Prefeasibility study for the acquisition of a ct scanner for the San Rafael ese Departamental
Hospital in Zarzal (Valle del Cauca)

JUAN ESTEBAN VELÁSQUEZ FERREIRA
SEBASTIÁN ARIAS PATIÑO

Trabajo de Grado como requisito para la obtención del título académico de Magíster en Gerencia
de Proyectos

Asesor

Elkin Arcesio Gómez Salazar

UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN
MAESTRÍA EN GERENCIA DE PROYECTOS
PEREIRA
2025

CONTENIDO

LISTA DE TABLAS.....	5
LISTA DE GRÁFICAS	7
RESUMEN.....	8
ABSTRACT	9
INTRODUCCIÓN	10
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
JUSTIFICACIÓN.....	13
OBJETIVOS.....	15
General.....	15
Específicos	15
MARCO CONCEPTUAL.....	16
Estudio de prefactibilidad	16
Estudio sectorial	17
Estudio de mercado	17
Estudio técnico	18
Estudio administrativo.....	18
Estudio financiero.....	19
Estudio legal	20
Estudio ambiental	20
Análisis de riesgos	21
Metodologías para la estructuración de proyectos.....	21
ONUDI	22
ZOOP	22
JICA.....	23
Marco Lógico	23
BID	24
Metodología General Ajustada.....	24
DISEÑO METODOLÓGICO	28
ESTUDIO SECTORIAL.....	31

Generalidades del Municipio de Zarzal	31
División Política Administrativa Municipio de Zarzal.....	32
Resumen poblacional.....	32
Composición demográfica del municipio de Zarzal.....	33
Contexto de salud del municipio de Zarzal.....	34
Índices de accidentalidad, mortalidad y lesiones no fatales	35
Capacidad de respuesta ante emergencias	37
Reducción de costos y mejora en la calidad de la atención.....	37
Impacto social y económico en la comunidad	37
Problema central	39
Descripción del problema central	39
Magnitud actual del problema	40
Objetivo general o propósito.....	41
Relación causas objetivo	41
Población afectada por el problema.....	42
Población objetivo	43
Análisis de los involucrados	43
Relación del proyecto con la política pública y los planes de desarrollo	44
ESTUDIO DE MERCADO	47
Proyección de ventas.....	52
ESTUDIO TÉCNICO	56
Justificación de distancias.....	56
Alternativas para la adquisición del tomógrafo	59
Capacidad instalada	60
Costos de funcionamiento.....	62
Planta de cargos	62
Materia prima.....	62
Energía mensual	63
Gastos mensuales.....	63
Elección del equipo de tomografía	63
Selección de proveedor.....	66

Cronograma adquisición tomógrafo	68
Presupuesto	68
REQUERIMIENTOS LEGALES Y AMBIENTALES	69
Resolución 482 de 2018.....	71
Circular 29 de 2018.....	72
Resolución 0567 de 2016.....	73
Protocolo ARCAL XLIX - Control de calidad en radiodiagnósticos	73
Autorización sanitaria de la Secretaría Departamental del Valle del Cauca	74
Resolución 2003 de 2014.....	74
Resolución 1164 de 2002.....	75
Resolución 3100 de 2019.....	75
Resolución 1804 de 2004.....	76
ESTUDIO ADMINISTRATIVO	77
Generalidades administrativas	77
Mapa de procesos	78
Estructura organizacional	79
Planta de cargos	79
VIABILIDAD FINANCIERA	81
Indicadores del proyecto	81
La depreciación del tomógrafo	82
La estructura de los ingresos OP.....	83
La estructura de costos OP.....	85
FACTORES DE RIESGO.....	86
CONCLUSIONES	95
REFERENCIAS	99
ANEXOS.....	102

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Paso a paso objetivos	28
Tabla 2. Población del municipio de Zarzal.....	33
Tabla 3. Lesiones no fatales de causa externa en Colombia	35
Tabla 4. Índice de fatalidad del municipio.....	36
Tabla 5. Población afectada según municipio.....	42
Tabla 6. Población objetivo.....	43
Tabla 7. Identificación de los involucrados	44
Tabla 8. Cantidad de pacientes remitidos para tomografías año 2020.....	47
Tabla 9. Cantidad de pacientes remitidos para tomografías año 2021	48
Tabla 10. Cantidad de pacientes remitidos para tomografías año 2022.....	49
Tabla 11. Cantidad de pacientes remitidos para tomografías año 2023.....	50
Tabla 12. Cantidad de pacientes remitidos para tomografías año 2024.....	51
Tabla 13. Aumento de la demanda del tomógrafo	51
Tabla 14. Proyección de ventas.....	52
Tabla 15. Proyección de ventas con precio	53
Tabla 16. Distancias entre municipios	57
Tabla 17. Distancias y tiempos entre ciudades más cercanas	57
Tabla 18. Gastos de los pacientes en viáticos	58
Tabla 19. Posibles precios del tomógrafo en el mercado.....	59
Tabla 20. Estimación de la capacidad instalada.....	61
Tabla 21. Especificaciones técnicas del tomógrafo seleccionado.....	64
Tabla 22. Cronograma de ejecución.....	68
Tabla 23. Valor total del equipo.....	68
Tabla 24. Requerimientos legales y ambientales	69
Tabla 25. Planta de cargos.....	80
Tabla 26. Indicadores del proyecto	81
Tabla 27. Depreciación del tomógrafo.....	83
Tabla 28. Estructura de ingresos OP	84
Tabla 29. Estructura de costos OP	85

Tabla 30. Análisis de riesgos.....86

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Fundamentos conceptuales de la MGA.....	25
Gráfica 2. Ubicación geográfica Zarzal	31
Gráfica 3. División Política Administrativa Municipio de Zarzal	32
Gráfica 4. Pirámides poblacionales (2024 y 2035)	33
Gráfica 5. Árbol de problemas	38
Gráfica 6. Árbol de objetivos	41
Gráfica 7. Distribución de la Población afectada por el problema.....	42
Gráfica 8. Tendencia crecimiento de remisiones	52
Gráfica 9. Proyección de ventas a diez años	53
Gráfica 10. Proyección de ventas con precios.....	54
Gráfica 11. Mapa de procesos	78
Gráfica 12. Organigrama del Hospital San Rafael.....	79
Gráfica 13. Valor esperado de los riesgos.....	89
Gráfica 14. Porcentaje en VAR.....	90
Gráfica 15. Daños en el tubo de rayos X.....	91
Gráfica 16. Daños en el tanque de alta tensión	91
Gráfica 17. Bajo número de remisiones desde otros hospitales	92
Gráfica 18. Retrasos en el flujo de caja.....	93
Gráfica 19. Incumplimiento en el protocolo de protección radiológica.....	93
Gráfica 20. Riesgos vs. VPN.....	94

RESUMEN

Este trabajo de grado tiene como objetivo principal desarrollar un estudio de prefactibilidad para la adquisición de un tomógrafo en el hospital departamental San Rafael ESE de Zarzal Valle del Cauca, bajo la estructura de la Metodología General Ajustada [MGA], esto último teniendo en cuenta que los recursos para la financiación del proyecto provienen de la Gobernación del Valle del Cauca. Por lo cual, la MGA se considera como la metodología más adecuada al sustentar la estructuración de proyectos de inversión pública a través del Departamento Nacional de Planeación. Para el desarrollo de este estudio, se propone como metodología de investigación el enfoque mixto bajo la técnica de revisión documental de carácter descriptivo interpretativo, el cual permitirá profundizar en el uso de MGA en el sector salud para el análisis del estudio sectorial, de mercado, técnico, legal, administrativo, financiero y de riesgos. Los resultados obtenidos de este estudio de prefactibilidad demuestran que la adquisición del tomógrafo en términos técnicos y financieros sí es viable, dado que al desarrollar el flujo de caja, el VPN, el TIR, CAUE, se demuestra que es un proyecto de bajo riesgo que puede sostenerse en el tiempo y generar un retorno de la inversión inicial con facilidad, dado que factores como la necesidad de la población y su área de influencia en relación con un servicio de imágenes especializado presenta una alta probabilidad de que el tomógrafo esté en constante funcionamiento.

Palabras clave: Estudio de prefactibilidad, Gestión de Proyectos, Metodología General Ajustada, Metodologías para la Estructuración de Proyecto de Inversión, Viabilidad Técnica y Financiera.

ABSTRACT

The main objective of this degree work is to develop a pre-feasibility study for the acquisition of a tomograph in the departmental hospital San Rafael ESE of Zarzal Valle del Cauca, under the structure of the Adjusted General Methodology [MGA], the latter taking into account that the resources for the financing of the project come from the Government of Valle del Cauca, therefore, the MGA is considered the most appropriate methodology to support the structuring of public investment projects through the National Planning Department. For the development of this study, the research methodology proposed is the mixed approach under the technique of documentary review of descriptive interpretative character, which will allow to deepen the use of AMS in the health sector for the analysis of the sectorial, market, technical, legal, administrative, financial and risk study. The results obtained from this pre-feasibility study show that the acquisition of the tomograph in technical and financial terms is feasible, given that when developing the cash flow, NPV, IRR, CAUE, it is demonstrated that it is a low risk project that can be sustained over time and generate a return on the initial investment easily, given that factors such as the need of the population and its area of influence in relation to a specialized imaging service, present a high probability that the tomograph is in constant operation.

Keywords: Prefeasibility Study, Project Management, Adjusted General Methodology, Methodologies for Investment Project Structuring, Technical and Financial Feasibility.

INTRODUCCIÓN

El fortalecimiento de los sistemas de salud es un pilar fundamental para lograr que toda la sociedad tenga un acceso digno y oportuno a dicho servicio, es por ello, que la adquisición de un tomógrafo por parte del Hospital San Rafael ESE de Zarzal Valle del Cauca, Colombia, se ha convertido en una estrategia que representa no solo una mejora en la calidad y la eficiencia, sino también cobertura para una población que ha venido planteando la necesidad urgente de contar con un servicio de diagnóstico especializado en imágenes de alta complejidad. En este contexto, este estudio de prefactibilidad se plantea como respuesta a la viabilidad técnica y financiera de la adquisición del tomógrafo bajo la Metodología General Ajustada [MGA], la cual es reconocida por su estructura para formulación de proyectos de inversión pública en Colombia.

En este sentido, el objetivo de este trabajo de grado se fundamenta, esencialmente, en el desarrollo de un estudio de prefactibilidad para la adquisición de un tomógrafo en el hospital departamental San Rafael ESE de Zarzal Valle del Cauca, bajo la estructura de la Metodología General Ajustada, dentro del cual, se consideran elementos como:

- **El estudio sectorial:** en este se presenta un análisis detallado en términos sociales que sustenta la definición de los roles los involucrados en relación con la MGA, además de tener en cuenta la descripción de la necesidad y las limitaciones en la prestación del servicio, posibilitando una mayor comprensión del entorno en el que se busca ejecutar el proyecto.
- **El estudio de mercado:** relaciona la oferta institucional disponible con la demanda y su área de influencia, es decir, que se identifican los actores claves y la demanda que influye de manera directa en la oferta del proyecto, dando lugar, al fortalecimiento estratégico del mismo.
- **El estudio técnico:** determina los requerimientos tecnológicos, de infraestructura y operativos para ejecutar el proyecto, lo cual, se hace de vital importancia para que el proyecto cumpla con los estándares de calidad que exige la prestación de un servicio de salud.
- **El estudio legal y ambiental:** sustenta los requerimientos legales vigentes en Colombia incluyendo el ambiental, que regulan la adquisición y uso de equipos biomédicos para una institución como la ESE Hospital San Rafael, asegurando que la adquisición del

tomógrafo no solo sea viable en términos técnicos y financieros sino también legales y ambientales.

- **El estudio administrativo:** tiene en cuenta los recursos humanos, las capacidades y funciones necesarios para el correcto funcionamiento del tomógrafo, posibilitando que la adquisición del mismo cuente con los recursos humanos necesarios para su correcta operación.
- **El estudio financiero:** ofrece un análisis de la viabilidad financiera y rentabilidad del proyecto a través del flujo de caja y el cálculo de indicadores como VAN, TIR, RBC, CAUE y PRID teniendo en cuenta el tiempo de recuperación de la inversión y los datos suficientes para estimar la sostenibilidad del proyecto y la toma de decisiones sustentadas en valores reales.
- **En el análisis de riesgos:** se identifican y cuantifican los factores de riesgo tanto internos como externos que pueden comprometer la ejecución exitosa del proyecto.

Dicho todo lo anterior, un estudio de prefactibilidad se hace importante en el campo de la gerencia de proyectos, dado que posibilita el análisis de las condiciones técnicas y financieras que minimizan los riesgos y ayudan a utilizar los recursos de manera eficiente, esto teniendo en cuenta, que la adquisición del tomógrafo se estipula a través de los recursos públicos de la Gobernación del Valle del Cauca, por ende, el proyecto debe estar justificado con rigor técnico y relacionado con las políticas de salud, contribuyendo a la viabilidad integral, la planificación estratégica, el cumplimiento de políticas públicas y, sobre todo, una gestión basada en evidencia que facilita la aprobación institucional y la sostenibilidad en el largo plazo. En esta medida, el interés por desarrollar esta tesis no solo nace de utilizar el estudio de prefactibilidad aplicado a través de la MGA como una herramienta de la gerencia de proyectos, sino también como un instrumento para abordar el impacto social de una estrategia como es la adquisición de un tomógrafo.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El contexto de la salud pública en Colombia enfrenta algunos desafíos de cobertura y recursos necesarios para garantizar el acceso oportuno a los servicios de calidad, esto principalmente en las zonas rurales o en los municipios que se encuentran más alejados de las capitales y no cuentan la infraestructura médica y tecnológica necesaria para atender a la población de manera adecuada, limitando a su vez la capacidad de respuesta de los profesionales.

Dicho lo anterior, el municipio de Zarzal Valle del Cauca no está alejado de esta realidad, dado que presenta la necesidad urgente de un equipo de Tomografía Axial Computarizado que posibilite la detección precisa de las diversas patologías, traumas o enfermedades que requieren de atención temprana y profesional, además de evidenciar y justificar la mejora de la insuficiencia de los recursos hospitalarios para satisfacer las necesidades de salud de la población

Lo anterior se sustenta en un estudio realizada por el (Hospital San Rafael, 2023) en el que demuestran que, en el año 2023 se realizaron más de 1316 ordenaciones para el servicio de tomografía, lo cual, obliga a los pacientes a ser remitidos a otras instituciones, muchas de las cuales se encuentran a distancias significativas y están saturadas, lo que incrementa el tiempo de espera para obtener diagnósticos y genera costos adicionales tanto para los pacientes como para sus familias, afectando la calidad de la atención médica y colocando en riesgo la salud de los pacientes, particularmente en casos críticos.

En este marco, el Hospital San Rafael no está ofreciendo atención integral a los pacientes, dado que mientras mayor sea el tiempo de espera, más se puede complicar la afección de salud que esté teniendo el paciente, dejando consecuencias clínicas graves e irreversibles que afectan la calidad de vida de la persona o incluso llegar a la muerte. En esta medida, se hace indispensable desarrollar un estudio de prefactibilidad que contenga factores como el mercado, lo técnico, lo legal, lo ambiental, lo financiero, lo administrativo, lo sectorial y los factores de riesgo, lo cual dará lugar a la sostenibilidad y pertinencia del proyecto para la prestación del servicio de salud.

Conociendo la problemática que tiene el hospital San Rafael al no contar con el equipo para prestar el servicio de Tomografía Axial Computarizado, este trabajo plantea el siguiente interrogante: ¿Cuáles son elementos financieros, legales, administrativos, sectoriales, ambientales y técnicos que se deben tener en cuenta en la adquisición de un tomógrafo para el Hospital San Rafael? Se busca responder esta cuestión a través de la Metodología General Ajustada.

JUSTIFICACIÓN

La justificación de este estudio de prefactibilidad que busca justificar la viabilidad técnica y económica del proyecto de adquisición del tomógrafo basado en la Metodología General Ajustada [MGA], se sustenta en la necesidad de fortalecer la capacidad de atención del Hospital San Rafael. Como se expresó en el planteamiento del problema, la falta de un equipo de tomografía está afectando la integralidad en la prestación del servicio de salud adecuado y oportuno, además de generar dependencias de otras instituciones que puedan brindar el servicio, comprometiendo el derecho a la salud y aumentando los costos para los pacientes.

En este mismo orden, desde una perspectiva de gestión de proyectos, este estudio también posibilita identificar las ventajas y desafíos asociadas a la viabilidad del proyecto desde el punto de vista financiero, sectorial, legal, administrativo, ambiental, técnico y de riesgos, lo cual, sirve como insumo para que las diferentes entidades involucradas en el financiamiento y sostenibilidad del proyecto, puedan tomar decisiones desde la planeación estratégica y logren el impacto que solucione las dificultades asociadas a la ausencia del tomógrafo.

Lo anterior, teniendo en cuenta que el estudio de prefactibilidad evalúa si el proyecto cumple con las condiciones que exige la MGA en términos de eficiencia, eficacia, sostenibilidad y pertinencia, logrando así que se proyecten los beneficios de la intervención y se justifique la pertinencia de la inversión.

Igualmente, se resalta el impacto social que genera el lograr que, a través del estudio de prefactibilidad, se encuentre viable la adquisición del tomógrafo, ya que, la población beneficiaria que no solo sería de Zarzal sino también de los alrededores más cercanos, tendrían la posibilidad de reducir las afectaciones geográficas, económicas y estructurales que implica el no contar con este equipo en el hospital al que acuden en momentos de afecciones de salud. Por eso, tal como lo afirma el Ministerio de Salud y Protección Social (2022), se estaría contribuyendo a la mejora en la eficiencia del sistema de salud y aportando a la atención integral, oportuna y de calidad.

En coherencia con lo anterior, la pertinencia académica o el aporte de este estudio para la gerencia de proyectos enmarca la posibilidad de que muchas otras instituciones que cuenten con problemáticas iguales o similares conozcan y apliquen las herramientas técnicas y metodológicas que ofrece la MGA para la estructuración de proyectos, lo cual posibilita no solo articular la alternativa de solución, sino también la viabilidad y la sostenibilidad de esta, principalmente en el

sector salud. Lo anterior, teniendo en cuenta que, desde este tipo de estudios, se puede aportar a la transformación de realidades sociales y a la mejora de la calidad de vida de la población.

OBJETIVOS

General

Desarrollar un estudio de prefactibilidad para la adquisición de un tomógrafo en el hospital departamental San Rafael ESE de Zarzal Valle del Cauca, bajo la Metodología General Ajustada.

Específicos

- Determinar un estudio sectorial en el que se aborden las principales necesidades que resuelve la prestación del servicio con un tomógrafo, teniendo en cuenta la definición de los involucrados a través de la MGA.
- Realizar un estudio de mercado en el cual se identifiquen los actores claves y la demanda que influye de manera directa en la oferta del proyecto.
- Elaborar un estudio técnico que determine los requerimientos tecnológicos, de infraestructura y operativos para ejecutar el proyecto.
- Identificar los requerimientos legales vigentes en Colombia incluyendo el ambiental, que regulan la adquisición y uso de equipos biomédicos para una institución como la ESE Hospital San Rafael.
- Establecer el estudio administrativo donde se tenga en cuenta los recursos humanos, las capacidades y funciones necesarios para el correcto funcionamiento del tomógrafo
- Evaluar la viabilidad financiera y rentabilidad del proyecto a través del flujo de caja y el cálculo de indicadores como el VAN y el TIR, RBC, CAUE, IRVA, PRID teniendo en cuenta el tiempo de recuperación de la inversión.
- Identificar y cuantificar los factores de riesgo que pueden comprometer la ejecución exitosa del proyecto.

MARCO CONCEPTUAL

Teniendo en cuenta que esta investigación se fundamenta en un estudio de prefactibilidad se dará lugar a la conceptualización de las diversas metodologías de estructuración de proyectos, esto con el fin de aclarar términos clave y delimitar el alcance del estudio que, a su vez, propicia el análisis e interpretación de los resultados que emergen al desarrollar cada uno de los objetivos planteados. Este marco conceptual también permite determinar la articulación entre la praxis y la teoría, dado que no solo se busca un sustento empírico sino también una base teórica que justifique el desarrollo del estudio en términos de rigurosidad y veracidad académica.

Estudio de prefactibilidad

Según Meza Orozco (2013), el estudio de prefactibilidad o anteproyecto está compuesto por el estudio de mercado, el estudio técnico, el estudio administrativo y el estudio financiero, esta etapa del proyecto implica una investigación profunda de fuentes bibliográficas y un trabajo de campo que posibilite la obtención de datos concretos, reales y contextualizados que aporten a la consolidación de la justificación y de los argumentos para validar la viabilidad del proyecto.

Por su parte, Baca Urbina (2022) sostiene que la prefactibilidad hace parte de un análisis preliminar de una idea, teniendo en cuenta la reducción de la incertidumbre y la disminución de los riesgos asociados a la ejecución del proyecto. Adicional a ello, se convierte en la clave o en la base potencial para la planeación de las etapas siguientes que requieren claridad frente a aspectos como la demanda del mercado, los costos y la rentabilidad.

Sapag Chain et al. (2014) destacan que el estudio de prefactibilidad proporciona la posibilidad de tomar decisiones acordes con la viabilidad del proyecto y con las necesidades reales de los actores involucrados y de la comunidad que atiende; en otras palabras, estos autores argumentan que este momento del proyecto compara el antes y el después, es decir, que se genera una visión más amplia de lo que está aconteciendo sin ejecutar el proyecto y lo que podría suceder con su puesta en marcha.

Desde la perspectiva conceptual derivada de los anteriores autores, se hace relevante definir cada uno de los elementos que componen el estudio de prefactibilidad, lo cuales son descritos por Morales Castro y Morales Castro (2009) y Sapag Chain (2014) de la siguiente manera.

Estudio sectorial

En términos sencillos, este estudio contextualiza el problema o la necesidad identificada, teniendo en cuenta aspectos como; el entorno económico, social, territorial e institucional en el cual se desarrolla el proyecto. Según en DNP (2020), este estudio permite justificar técnicamente la necesidad de intervención y centra en:

- Determinar el sector al que pertenece el proyecto.
- Definir la población objetivo.
- Análisis de involucrados.
- Análisis territorial.

Estos puntos se convierten en una herramienta estratégica para articular el problema con las metas del contexto institucional, es decir, facilita la visibilización de la necesidad a luz de lo que plantean los planes de desarrollo y las políticas públicas.

Estudio de mercado

Este busca calcular cuántas personas estarían dispuestas a hacer uso del servicio o comprar el producto que se ofrece por medio del proyecto. En este es indispensable tener en cuenta:

- Características de los productos o servicios que se demanda el medio.
- Delimitación del segmento de la población al cual se dirige el producto o servicio.
- Evaluación de la cantidad de productos o servicios que se ofrecen con relación en la demanda proyectada.
- Determinar el precio según el consumidor y la competencia.
- Estudio del momento adecuado para producir y ofertar según el comportamiento del consumidor.
- Precisar el lugar adecuado para producir y comercializar el producto o servicio.
- Definición de los canales de distribución sin perder de vista calidad y accesibilidad.
- Análisis de los competidores directos del producto o servicio.

Estudio técnico

Define la mejor estrategia para producir el bien o servicio que establece el proyecto, teniendo en cuenta la demanda del mercado, es decir, que se establece la viabilidad técnica para implementar el proceso productivo, en el cual se precisa:

- La ubicación de la planta de producción.
- El tamaño de las instalaciones.
- La distribución y ubicación estratégica de los equipos y la maquinaria.
- Definición clara del proceso productivo o prestación del servicio.
- Elección y justificación de la maquinaria y el equipo de acuerdo con los costos y la funcionalidad.
- Establecimiento del perfil del personal requerido para la puesta en marcha de los procesos.
- Ejecución de pruebas de control.
- Fijar el mantenimiento periódico de los equipos, la maquinaria e infraestructura general.
- Configurar las áreas de trabajo para lograr mayor orden y eficiencia.
- Diseñar los flujos de procesos.
- Consolidación de los manuales de procesos productivos.
- Aclarar los mecanismos y las medidas de verificación de la calidad del producto o servicio.

Estudio administrativo

Establece la estructura organizacional que requiere el proyecto para lograr una gestión eficiente, dicha estructura debe consolidar y especificar los cargos, niveles jerárquicos, funciones, roles y responsabilidades de cada uno de los integrantes del equipo, adicional a ello, se deben fundamentar las herramientas de coordinación entre el personal para una operación exitosa. En este estudio también se incorpora la normatividad legal que se debe cumplir para la constitución legal del proyecto, en esta medida, los factores que conforman este estudio son:

- La forma legal que adoptará el proyecto.
- Diseño del organigrama.

- Especificación de las funciones de cada uno de los cargos propuesto en el organigrama.
- Formulación de los manuales de procesos.
- Requerimientos exigidos para el personal.

Estudio financiero

Se evalúan los recursos y el dinero necesario para colocar en funcionamiento el proyecto, lo cual se materializa a través de activos registrados contablemente, asignando precios de mercado que son útiles para gestar el producto o servicio. Además, se tienen en cuenta los costos de financiamiento, los gastos operativos y la rentabilidad esperada después de la inversión. El estudio financiero es uno de los más importantes, dado que integra los recursos necesarios y también los flujos de efectivo que deben responder a un beneficio. Los componentes del aspecto financiero son:

- Inversión para activos circulantes, fijos y diferidos.
- Detalles sobre cómo se financiará el proyecto y sus compromisos, también denominado estructura de pasivos.
- Definición de costos de producción y comercialización.
- Estimación de los gastos administrativos y ventas.
- Elaboración de los estados financieros incluyendo: estado de situación financiera, estado de resultados y demás herramientas auxiliares que permitan sustentar el proyecto en términos financieros.
- Evaluación de los costos de financiamiento.
- Cálculo de los flujos de efectivo.
- Indicadores de evaluación financiera dentro de los cuales se destacan: el periodo de recuperación, la tasa simple de rendimiento, la tasa promedio de rendimiento, el valor presente neto, la tasa simple de rendimiento, la relación costo-beneficio y el índice de rendimiento.
- Estudiar los riesgos y la sensibilidad.
- Análisis de sensibilidad de la rentabilidad de proyecto frente a cambios en variables como costos, ingresos, tasas de interés entre otras.

Estudio legal

En este aspecto se verifica que el proyecto pueda ser ejecutado dentro de los marcos legales acordes al producto o servicio que se busca ofertar. Dicha legislación se relaciona con elementos como proveedores, trabajadores, organismos fiscalizadores, entre otros. También se resaltan los principios tributarios que debe cumplir el proyecto, además de incluir:

- Conflictos legales o normativos que puedan interrumpir el normal desarrollo del proyecto.
- Las licencias necesarias que se deben gestionar desde lo legal y administrativo.
- Las implicaciones legales de los mecanismos de financiación.
- Análisis de las leyes, decretos, resoluciones y demás normas de carácter local y nacional que regulen el proyecto.
- Revisar la forma jurídica que asume el proyecto.

Estudio ambiental

Con el fin de favorecer la aceptación social del proyecto, se busca desarrollar un análisis preliminar de los efectos potenciales que puede tener la ejecución del proyecto en relación a lo ambiental, autores como Sapag Chain (2014) resaltan que, actualmente, se habla de *bottom line*, es decir, de la rentabilidad económica, social y ambiental. Para ello, desde una visión de responsabilidad social empresarial, se proponen herramientas como la ISO 14000, que ofrece estándares internacionales para la reducción de impactos ambientales en diversos proyectos.

Este estudio debe velar por una viabilidad ambiental en todo el ciclo del proyecto, es decir, desde la producción hasta el consumidor final, de lo contrario se corre el riesgo de incurrir en mayores costos por no tener en cuenta la normatividad ambiental. La prevención y control de los aspectos ambientales asegura un crecimiento sostenible del proyecto y debe incluir:

- Evaluación de riesgos ambientales.
- Medidas de prevención, control, mitigación y compensación de los posibles daños causados.
- Licencias y permisos ambientales vigentes.

- Claridad en los impactos ambientales ocasionados a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Análisis de riesgos

Se consideran los posibles imprevistos que se pueden presentar y comprometer la ejecución del proyecto. En este análisis se agrupan las diversas desviaciones que se logran identificar en los estudios de mercado, técnico, financiero, etc. Con el fin de reducir la incertidumbre y diseñar posibles planes de contingencia con los que puedan actuar rápidamente en caso de un imprevisto. Según esto, los tipos de riesgo pueden ser:

- *Riesgo de Negocios*. Son aquellos eventos sociales, políticos, ambientales o económicos que afectan el funcionamiento de la industria o sector al cual pertenece el proyecto.
- *Riesgos estratégicos*. Son las situaciones de largo plazo como cambios económicos o guerras.
- *Riesgos financieros*. Hacen énfasis en los valores de las variables del mercado, como tasas de interés, tasa de inflación, tasa de cambio o regulación de los mercados financieros.
- *Riesgos en el funcionamiento de la estructura organizacional*. La inadecuada planeación de aspectos como el organigrama o el tipo de sociedad bajo el cual opera el proyecto.
- *Riesgos asociados al estudio financiero*. Cambios inesperados en las condiciones del costo de financiamiento, imprevistos en los pronósticos de flujo de efectivo y desviaciones en resultados esperados del beneficio.

Metodologías para la estructuración de proyectos

La comprensión de cada una de las metodologías para estructuración de proyectos posibilita la consolidación de una idea en una propuesta viable desde lo técnico, lo legal, lo financiero, lo administrativo etc. Es por ello que, en este apartado, se describen cada una de estas metodologías.

ONUDI

La Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, según Franco y Montoya (2012), es una entidad que se encarga de fomentar el desarrollo industrial en países en desarrollo o economías de transición. Está encargada de brindar apoyo a través de metodologías para la elaboración de proyectos en los que se considera el horizonte y las fases que conforman el ciclo de vida.

La ONUDI establece varias fases. La primera es preinversión, que hace especial énfasis en las oportunidades, la prefactibilidad y la factibilidad; la segunda inversión o ejecución, es decir, que comprende todas las actividades necesarias para dar inicio al proyecto; y la tercera, es la fase de operación, donde se resaltan dos momentos la curva de aprendizaje en la cual el proyecto aún no está presentando beneficios o ganancias y se está asimilando el manejo de maquinaria y recursos, el momento dos es la estabilidad en la operación, donde se logra productividad, calidad y ventas (Franco y Montoya, 2012).

ZOOP

“Zielorientierte Projektplanung” es una expresión alemana que significa Planificación de Proyectos Orientada a Objetivos. Autores, como Fernández (2001), explican que esta metodología se estructura a través de la planificación participativa y estructurada, además de ser utilizada principalmente para proyectos sociales y educativos. El mismo autor resalta que el procedimiento para formular, ejecutar y evaluar a través de esta metodología se fundamenta esencialmente en:

- *Análisis de la participación.* Es fundamental identificar y registrar los actores clave en el ciclo de vida del proyecto. Estos deben estar clasificados y caracterizados por grupos, individuos o instituciones, además de reconocer si la influencia es interna o externa.
- *Análisis de problemas.* La identificación del problema central y la indagación de las causas y los efectos hacen parte fundamental de la comprensión de esta fase que da lugar a la planificación de objetivos medibles y alcanzables.
- *Análisis de objetivos.* Esta herramienta posibilita definir las acciones para alcanzar los objetivos. En otras palabras, se toma el problema central y se describe la situación futura que se desea lograr.

- *Análisis de alternativas.* Se exploran las alternativas de solución que posteriormente se convierten en estrategias para desarrollar el proyecto. Para desarrollar la selección de estas, se tienen en cuenta: análisis de costo-beneficio, análisis de actores clave, entre otros.

JICA

Agencia de Cooperación Internacional de Japón, la cual, a través de sus manuales en este caso JICA (2004), expresa que se dedica a la formulación, ejecución, monitoreo y evaluación de proyectos desde el desarrollo inclusivo y dinámico. Se fundamenta en el análisis de problemas, el árbol de objetivos y la Matriz del Marco Lógico, con el fin de brindar asistencia financiera y técnica a los países en vía de desarrollo. Para la estructuración de los proyectos bajo esta metodología se debe tener en cuenta:

- Análisis del problema.
- Formulación del árbol de objetivos para identificar fines y medios.
- Análisis de las alternativas viables acordes al objetivo del proyecto.
- Formulación de la Matriz de Marco Lógico.
- Plan de implementación con enfoque participativo, sistémico y de evaluación constante.

Marco Lógico

Esta metodología se puede implementar en todas las etapas del proyecto, y ayuda, específicamente, al abordaje de problemas comunes en los proyectos, como lo son: primero, la inadecuada formulación de los objetivos en materia de precisión y factibilidad; segundo, la falta de precisión en la definición de las responsabilidades de los diferentes actores del proyecto; y tercero, la falta de claridad en los resultados que se esperan obtener (Ortegón et al., 2005). Adicional a ello, el mismo autor describe que el marco lógico se fundamenta en dos fases:

- *Identificación del problema y alternativas de solución.* En esta fase se desarrolla un análisis estructurado de la problemática o de la necesidad que se requiere intervenir. Para ello, se tiene en cuenta: el análisis de involucrados, el análisis de problema, el análisis de los objetivos, la identificación de las alternativas de solución al problema, la

selección de la alternativa óptima y la estructura analítica del proyecto, permitiendo que no solo se elija la alternativa más factible en términos económicos, técnicos, ambientales, administrativos y legales sino también desde la eficiencia y eficacia que platea el éxito de un proyecto.

- *Matriz de planificación del Marco Lógico.* De manera sintética se presentan los aspectos más significativos del proyecto, como: el resumen de los objetivos y las acciones a ejecutar, los indicadores, los medios de verificación y los supuestos.

BID

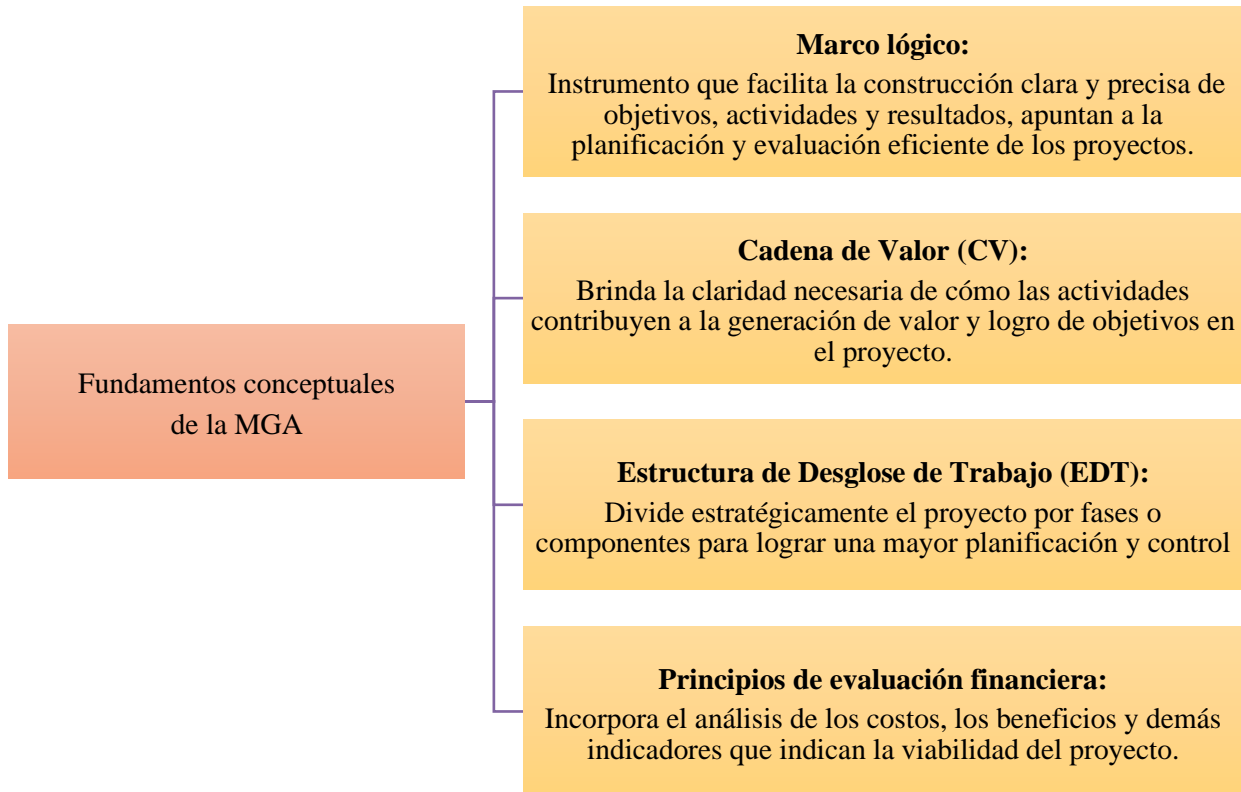
Es la metodología de estructuración de proyectos del Banco Interamericano de Desarrollo, en la cual, se destacan cinco etapas claves que se dividen en; primero la identificación y el diagnóstico del problema central con el fin de establecer los objetivos, segundo, la preparación y el diseño desde una análisis de viabilidad que incluye todos los elementos de la prefactibilidad, tercero, la evaluación y la aprobación desde la pertinencia, la sostenibilidad, la eficiencia y la eficacia, cuarto, la ejecución y monitoreo que hace especial énfasis en la gestión de riesgos y finalmente la evaluación *ex post* que se encarga de los informes de cumplimiento y mejoras futuras (Banco Interamericano de Desarrollo, 2021).

Metodología General Ajustada

Es una metodología oficial desarrollada por el Departamento Nacional de Planeación (DNP), para la formulación, evaluación y seguimiento de proyectos de inversión pública en Colombia, haciendo especial énfasis en el desarrollo nacional y territorial a través de proyectos eficientes y eficaces, además de asegurar que los proyectos formulados sean transparentes, estén alineados con el Plan Nacional de Desarrollo y hagan un buen uso de los recursos públicos (DNP, 2023).

Según el (DNP, 2023), esta metodología se sustenta en el mandato legal de la ley 152 de 1994 y en el artículo 343 de la Constitución Política de Colombia del 1991 y su objetivo es favorecer la toma de decisiones para una gestión adecuada de los proyectos de inversión pública. Adicionalmente, se fundamenta en los siguientes elementos (ver gráfica 1).

Gráfica 1. Fundamentos conceptuales de la MGA



Nota: Elaboración propia fundamentada en DNP (2023).

Una vez aplicadas incorporados estos fundamentos conceptuales se procede a la estructura de la MGA, que debe ser abordada de manera secuencial, dado que los datos que emergen de caso paso hacen parte fundamental continuar con el desarrollo de la estructura, a continuación, se describe de manera resumida, cada uno de los pasos, acorde a los lineamientos que propone (DNP, 2023):

- *Paso 1. Identificación del problema.* Se define el problema que se busca abordar. Para esto, se hace uso del árbol de problemas, el cual cuenta con elementos fundamentales como el análisis de las causas directas e indirectas que dan origen al problema. Posteriormente, se procede a identificar los efectos directos e indirectos para luego describir la situación y determinar la magnitud del problema.
- *Paso 2. Identificación de los actores del proyecto.* Debe ser coherente con el análisis del problema y se deben tener en cuenta personas, organizaciones y grupos que estén involucrados en el problema o en las alternativas de solución, además de tener claro sus

intereses, conocimientos y expectativas frente al problema tratado. Luego de la identificación se clasifican así: beneficiario, cooperante, oponente y perjudicado.

- *Paso 3. Situación deseada u objetivos.* Se establece la situación que se espera alcanzar con la ejecución del proyecto, esta se fundamenta en la herramienta de árbol de objetivos, con el fin de transformar el problema central en un propósito claro, medible, alcanzable y consistente
- *Paso 4. Alternativas de solución.* Hace referencia a las diversas estrategias que se pueden implementar para cumplir los objetivos y modificar la situación actual. En esta se utiliza un embudo de soluciones y la matriz DOFA, en los cuales se tiene como insumo principal el árbol de objetivos, el árbol de problemas y los actores involucrados, al combinar toda esta información se espera proponer diversas alternativas que apunten a la solución del problema central.
- *Paso 5. Preparación del proyecto.* Se elaboran los estudios correspondientes y se especifican las actividades, recursos y cronograma del proyecto
- *Paso 6. Análisis financiero.* Se determina la viabilidad económica y financiera del proyecto, en este incluye, los costos, las fuentes de financiación, el flujo de caja, la TIRF y el VPN entre otros.
- *Paso 7. Seguimiento y evaluación.* Se definen los indicadores bajo un enfoque claro, medible y verificable con el fin de hacer seguimiento al proyecto, evaluar los avances de los objetivos, ajustar actividades y decisiones de acuerdo las necesidades, para ello, se pueden tener en cuenta: indicadores de producto, indicadores de resultado e indicadores de impacto.

En concordancia con todo lo anterior y reconociendo el orden que plantea cada una de las metodologías para la estructuración de proyectos, la que mejor se adapta a la adquisición del tomógrafo para el hospital departamental San Rafael es la Metodología General Ajustada, dado que posibilita acceder a la inversión pública dispuesta para el sector salud; además, a través de sus pasos, permite concretar no solo el problema, sino también los objetivos, las alternativas, los estudios, las actividades, los cronogramas, lo financiero y el seguimiento, por lo cual, se convierte en una metodología integral que ayuda a sustentar la viabilidad del proyecto.

Tal como lo expresa el DNP (2020), esta es una metodología en la que las entidades que gestionan recursos públicos tienen la posibilidad de estandarizar y garantizar la rigurosidad en la

formulación de proyectos, además, la estructura de la MGA a través de sus diferentes estudios permite evidenciar la necesidad clínica y social de la adquisición del tomógrafo.

Sumado a ello, según Rodríguez y Paredes (2018), la MGA es una alternativa de formulación de proyectos de gran importancia en el sector salud, dado que, ayuda a las entidades hospitalarias a ser claros en la sustentación técnica y financiera del proyecto, con el fin de que se facilite la toma de decisiones y se ejecute una asignación eficiente de los recursos para la satisfacción de la necesidad.

Adicional a ello, Valencia (2019) sostiene que la MGA, en este caso, tiene una doble función: primero, es una herramienta técnica que asegura la justificación de adquisición del equipo; y segundo, un instrumento político que permite la articulación de los proyectos con las políticas públicas, con el Plan de Desarrollo Nacional y con el Plan de Desarrollo Departamental.

DISEÑO METODOLÓGICO

La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un estudio de prefactibilidad para la adquisición de un tomógrafo en el hospital departamental San Rafael ESE de Zarzal Valle del Cauca, bajo la estructura de la Metodología General Ajustada. Para lograrlo, se tendrá como base el enfoque mixto, dado que los estudios prefactibilidad combinan los métodos cuali y cuanti, lo que permite una visión más amplia e integral abordando la problemática desde una evidencia objetiva pero también desde la comprensión del impacto social. Tal como afirma Hernández Sampieri et al (2014), los enfoques mixtos se complementan para minimizar las debilidades de datos o información que puedan restar veracidad a la investigación.

De acuerdo con el propósito de este estudio y el enfoque, se define que la revisión documental es la técnica que mayor rigurosidad y argumentos puede aportar a la investigación. Para ello, se tendrán en cuenta datos del RIPS, del DANE y del hospital, además de otras fuentes como bases de datos y libros de la herramienta que ofrece la EAFIT para la búsqueda de información que permitan profundizar en el uso de la Metodología General Ajustada y su aplicación en el sector salud.

Reconociendo el enfoque y la técnica, se define el alcance que se relaciona con lo descriptivo interpretativo, dado que Hernández Sampieri et al. (2014) explican que este tipo de alcance va a permitir definir y justificar con claridad la necesidad del servicio de tomografía en términos cuantitativos y, a su vez, caracterizar y entender las percepciones y experiencias que pretender satisfacer este servicio. Teniendo en cuenta los aspectos metodológicos descritos anteriormente se procede a explicar cómo se llevará acá cabo el desarrollo de los objetivos específicos (ver tabla 1).

Tabla 1. Paso a paso objetivos

Objetivo específico	¿Cómo se desarrolla?
Determinar un estudio sectorial en el que se aborden las principales necesidades que resuelve la prestación del servicio con un tomógrafo, teniendo en cuenta la definición de los involucrados a través de la MGA	<ul style="list-style-type: none">● Revisión documental (RIPS, DANE, Ministerio de salud, Hospital San Rafael, Bases de datos y fuentes EAFIT).● Explorar las políticas públicas, los planes de desarrollo y demás mecanismos que se relacionen con el tema.

	<ul style="list-style-type: none"> ● Describir el contexto del sector salud en el municipio. ● Identificar servicios similares.
<p>Realizar un estudio de mercado en el cual se identifiquen los actores claves y la demanda que influye de manera directa en la oferta del proyecto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Revisión documental (RIPS, DANE, Ministerio de salud, Hospital San Rafael, Bases de datos y fuentes EAFIT). ● Identificar la cantidad de remisiones activas de los dos últimos años. ● Identificar el promedio de tiempos de transporte de los pacientes para acceder al servicio de tomografía. ● Identificar la población objetivo. ● Identificar los posibles precios del equipo en el mercado.
<p>Elaborar un estudio técnico que determine los requerimientos tecnológicos, de infraestructura y operativos para ejecutar el proyecto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Revisión documental (RIPS, DANE, Ministerio de salud, Hospital San Rafael, Bases de datos y fuentes EAFIT). ● Detallar el tomógrafo más adecuado para el hospital teniendo en cuenta infraestructura, uso, energía. ● Justificar la opción seleccionada. ● Capacidad instalada.
<p>Identificar los requerimientos legales vigentes en Colombia incluyendo el ambiental, que regulan la adquisición y uso de equipos biomédicos para una institución como la ESE Hospital San Rafael.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Revisión documental (RIPS, DANE, Ministerio de salud, Hospital San Rafael, Bases de datos y fuentes EAFIT). ● Explorar la normatividad técnica, y sanitaria vigente incluyendo lo ambiental ● Verificar los permisos, registros y licencias necesarias. ● Evaluar si el hospital cumple con la normatividad o que debe ajustar. ● Proponer una matriz de impactos ambientales.
<p>Establecer el estudio administrativo donde se tenga en cuenta los recursos humanos, las capacidades y funciones necesarios para el correcto funcionamiento del tomógrafo</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Revisión documental (RIPS, DANE, Ministerio de salud, Hospital San Rafael, Bases de datos y fuentes EAFIT). ● Describir las responsabilidades del personal.

	<ul style="list-style-type: none"> ● Elaborar el esquema de gestión y operación. ● Organigrama.
<p>Evaluar la viabilidad financiera y rentabilidad del proyecto a través del flujo de caja y el cálculo de indicadores como VAN, TIR, RBC, CAUE, IRVA y PRID teniendo en cuenta el tiempo de recuperación de la inversión.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Revisión documental (RIPS, DANE, Ministerio de salud, Hospital San Rafael, Bases de datos y fuentes EAFIT). ● Desarrollar los flujos de caja, relación costo – beneficio, VAN, TIR, RBC, CAUE, IRVA y PRID.
<p>Identificar y cuantificar los factores de riesgo que pueden comprometer la ejecución exitosa del proyecto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Revisión documental (RIPS, DANE, Ministerio de salud, Hospital San Rafael, Bases de datos y fuentes EAFIT). ● Describir los riesgos técnicos, administrativos, legales, financieros, ambientales.

Nota. Elaboración propia.

ESTUDIO SECTORIAL

Generalidades del Municipio de Zarzal

Las generalidades que se presentan a continuación se fundamentan en el Plan de Desarrollo “Zarzal Siempre Presente 2024-2027”, en el cual, mediante datos del Departamento de Planeación Nacional (2024), expresan que el Municipio de Zarzal abarca una extensión territorial de 371 km², se caracterizada predominantemente por terrenos planos y colinas que ocupan 262 km², con un clima cálido. Está ubicado en el valle geográfico del río Cauca (ver gráfica 2), donde al norte y al oriente se pueden observar algunos accidentes orográficos de poca elevación pertenecientes al piedemonte, abarcando una superficie de 93 km² y un clima medio. Destacan entre estas elevaciones el cerro de Pan de Azúcar, los altos de La Aurora y Montenegro, la sierra del Salado, la sierra de Zarzal, el cerro de Care perro y la Loma de la Cruz (Gobernación del Valle del Cauca, 2024, p. 41).

Desde el punto de vista hidrográfico, el río Cauca marca el límite occidental del municipio, recibiendo las aguas del río La Paila, las quebradas Las Cañas y La Honda, así como los zanjones Murillo, Las Lajas y Limones, y el río La Vieja. La cabecera Municipal se encuentra situada en las coordenadas 4°23'34" de latitud norte y 76°04'28" de longitud oeste. Según información revelada por la Gobernación del Valle del Cauca, Zarzal limita al norte con el municipio de la Victoria, al sur con Bugalagrande, al occidente con Roldanillo y Bolívar, al oriente con el municipio de Sevilla. Se localiza a una distancia de 139 km al noroeste con Santiago de Cali (Gobernación del Valle del Cauca, 2024, p.41).

Gráfica 2. Ubicación geográfica Zarzal

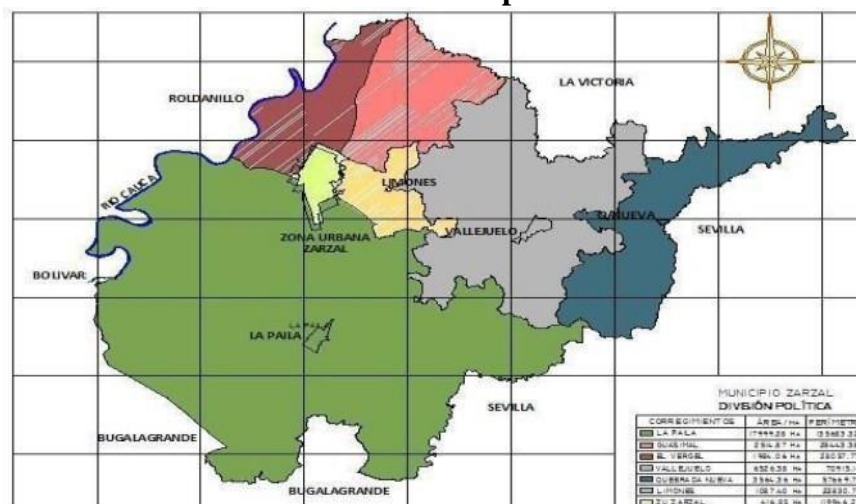


Nota. Esta imagen fue tomada del Plan de Desarrollo “Zarzal Siempre Presente 2024-2027”, de la Gobernación del Valle del Cauca.

División política administrativa municipio de Zarzal

El área urbana del municipio está compuesta por 23 barrios, (ver imagen 2) mientras que fuera de este perímetro urbano se encuentran el corregimiento de La Paila y 7 veredas. Estas últimas son: Alizal, El Vergel, Guasimal, La Paila, Limones, Quebrada Nueva y Vallejuelo (Gobernación del Valle del Cauca, 2024, p. 44).

Gráfica 3. División Política Administrativa Municipio de Zarzal



Nota. Esta imagen fue tomada del Plan de Desarrollo “Zarzal Siempre Presente 2024-2027”, de la Gobernación del Valle del Cauca.

Resumen poblacional

Según la página oficial del (Departamento de Planeación Nacional - DNP, 2024) en su sistema de estadística territorial TerriData, Zarzal es un municipio clasificado en la categoría 5, con una población total de 43.194 habitantes y una densidad poblacional de 116.43 habitantes por kilómetro cuadrado. En el desglose por género del año 2024, se observa que el 47,5 % de la población corresponde a hombres, totalizando 20,517 personas, mientras que el 52,5 % corresponde a mujeres, representando un total de 22,677 individuos (Gobernación del Valle del Cauca, 2024, p. 42).

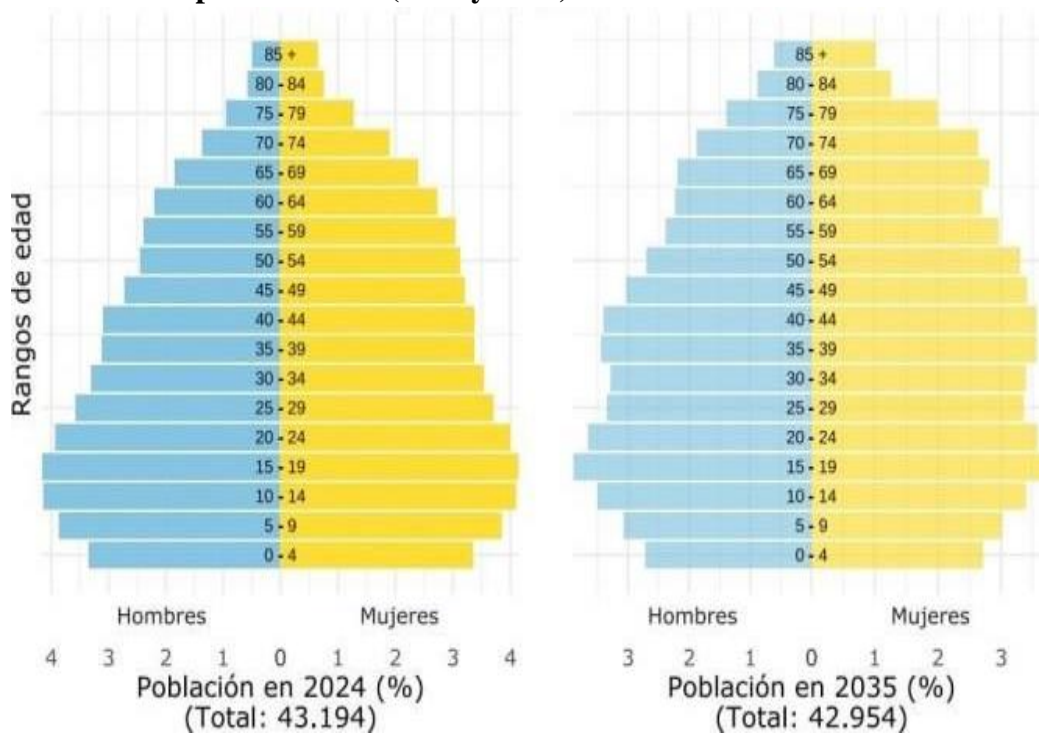
Tabla 2. Población del municipio de Zarzal

Municipio	Población cabecera municipal		Población resto		Población total	Grado de urbanización
	Población	Porcentaje	Población	Porcentaje		
Zarzal	33.243	77%	9.951	23%	43.194	77%

Nota. Esta tabla fue tomada del Plan de Desarrollo “Zarzal Siempre Presente” 2024-2027 de la Gobernación del Valle del Cauca.

Composición demográfica del municipio de Zarzal

Gráfica 4. Pirámides poblacionales (2024 y 2035)



Nota. Esta tabla fue tomada del Plan de Desarrollo “Zarzal Siempre Presente 2024-2027”, de la Gobernación del Valle del Cauca, quien se basó en el DANE (2024) para las proyecciones de población con base en el Censo 2018.

La gráfica 4 muestra las pirámides poblacionales proyectadas para los años 2024 y 2035, basadas en los datos del Censo 2018 del DANE. Las pirámides están divididas en población masculina (hombres) y femenina (mujeres). Los rangos de edad se indican en el lado izquierdo de

cada pirámide, desde 0-4 hasta 75-79. Las poblaciones totales para cada año son 43,194 para 2024 y 42,954 para 2035 (Gobernación del Valle del Cauca, 2024, p. 43).

Contexto de salud del municipio de Zarzal

El siguiente contexto de salud hace parte de una construcción del Hospital San Rafael (2023), en el cual se explica a detalle la importancia de la adquisición del tomógrafo y en razón de la constante necesidad de atención en temas como traumatismos, accidentes cerebrovasculares y la alta accidentalidad de vehículos en el sector.

El Hospital Departamental San Rafael de segundo nivel de atención, se encuentra ubicado en el municipio de Zarzal, Valle del Cauca, y presta servicios de salud a la población del municipio de Zarzal afiliada y no afiliada al sistema de seguridad social en salud y a través de convenios con empresas promotoras de salud del régimen subsidiado y contributivo (población pobre no asegurada y poblaciones especiales) e igualmente a las aseguradoras de tránsito.

El Hospital Departamental San Rafael ESE. juega un papel crucial en la atención de emergencias médicas en la región. La incorporación de un tomógrafo ampliaría significativamente su capacidad de respuesta en situaciones críticas. Las tomografías computarizadas son fundamentales para evaluar rápidamente el estado de pacientes con traumatismos, accidentes cerebrovasculares, y otras condiciones que requieren un diagnóstico inmediato.

En una región donde la accidentalidad y los eventos traumáticos son frecuentes, la posibilidad de realizar tomografías de manera local optimizaría los tiempos de atención y permitiría una intervención médica más efectiva. Esto no solo beneficia a los pacientes, sino que también alivia la carga sobre los sistemas de salud de ciudades cercanas que actualmente reciben un gran número de casos provenientes de Zarzal y sus alrededores.

La situación actual en el Hospital Departamental San Rafael de Zarzal pone en evidencia la urgente necesidad de adquirir un tomógrafo debido al creciente incremento en la demanda de servicios de diagnóstico por imagen en la región. Este aumento de la demanda refleja no solo la necesidad de atención médica rápida y precisa, sino también la insuficiencia de los recursos actuales del hospital para cubrir las necesidades de la población.

La falta de un tomógrafo propio en el hospital obliga a los pacientes a ser remitidos a otras instituciones, muchas de las cuales se encuentran a distancias significativas o se encuentran

permanentemente saturadas, lo que incrementa el tiempo de espera para obtener diagnósticos y genera costos adicionales tanto para los pacientes como para sus familias. Esto afecta la calidad de la atención médica y pone en riesgo la salud de los pacientes, particularmente en casos críticos.

Con respecto a la posible demanda de servicios de tomografía, en el año 2024 el hospital realizó 1.560 ordenaciones, un aumento del 37 % con respecto a las ordenaciones generadas el año inmediatamente anterior. Esta tendencia sugiere que la necesidad de servicios de tomografía continuará aumentando, además, solo se cuenta con información de la población atendida por lo que no se tiene en cuenta la demanda de los municipios del área de influencia, lo cual se estima, podría quintuplicar la demanda esperada lo que hace aún más apremiante la adquisición del tomógrafo.

Índices de accidentalidad, mortalidad y lesiones no fatales

El Valle del Cauca, y en particular el municipio de Zarzal enfrenta elevados índices de accidentalidad y lesiones no fatales, lo que subraya la necesidad de contar con un tomógrafo para atender a la población afectada. Según datos preliminares del Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses (INMLCF) para el año 2023, Zarzal registró 109 casos de lesiones no fatales distribuidos en diversas categorías, como violencia interpersonal, presunto delito sexual, violencia contra niños, niñas, violencia entre otros familiares (VIF), violencia contra el adulto mayor (VIF), violencia de Pareja, Lesiones por eventos de Transporte, Lesiones accidentales (ver tabla 3).

Tabla 3. Lesiones no fatales de causa externa en Colombia

Lesiones no fatales de causa externa en Colombia (enero a diciembre) año 2023 preliminares.	1 Violencia interpersonal	2 Presunto delito sexual	3 Violencia contra niños, niñas.	4 Violencia entre otros familiares (VIF)	5 Violencia contra el adulto mayor (VIF)	6 Violencia de Pareja	7 Lesiones por eventos de Transporte	8 Lesiones accidentales	Total
	Municipio								
Bolívar	23	4	1	3	-	9	4	-	44
El Dovio	7	8	-	2	-	6	-	1	24
La Unión	27	9	2	6	1	19	14	-	78
La Victoria	3	1	1	1	-	5	5	-	16

Obando	13	4	2	-	1	4	3	-	27
Roldanillo	31	11	-	6	2	20	22	-	92
Sevilla	86	25	6	12	3	22	21	-	175
Toro	5	3	1	1	-	-	3	-	13
Versalles	4	5	-	1	-	-	2	-	12
Zarzal	52	10	-	7	2	20	15	3	109

Nota. Tabla construida por el Hospital San Rafael de Zarzal con datos del Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses (INMLCF).

Además, Zarzal se encuentra entre los cinco municipios con la tasa de mortalidad más alta en el Valle del Cauca, con un índice preliminar de 46,39 fallecidos por cada 100,000 habitantes en 2023 (ver tabla 4). Esta situación refleja la urgencia de mejorar la infraestructura médica local para proporcionar diagnósticos y tratamientos rápidos. La disponibilidad de un tomógrafo en el hospital permitiría identificar rápidamente lesiones internas que podrían ser fatales si no se tratan a tiempo, mejorando significativamente las tasas de supervivencia y reduciendo la gravedad de las secuelas.

Tabla 4. Índice de fatalidad del municipio

Municipio	Categoría Municipal	Fallecidos 2023 (Preliminar)	Tasa Fallecidos 2023 (Preliminar)	Población 2024 (DANE)	Valor Índice Mortalidad
Zarzal	5	20	46,39	43.194	3,73
La Victoria	6	4	32,06	12.501	1,9
Obando	6	4	31,71	12.640	2,99
Roldanillo	6	10	26,55	37.773	2,65
La Unión	5	7	20,17	34.776	2,38
Bolívar	6	4	19,18	16.472	2,43
Versalles	6	2	13,46	14.995	1,74
Toro	6	3	13,34	17.461	1,72
El Dovio	6	1	10,9	9.220	1,81

Nota: Esta tabla fue tomada del documento técnico de la adquisición del tomógrafo en el Hospital San Rafael y construida a través del Observatorio Nacional de Seguridad Vial. Tasa de fallecidos por cada 100.000 habitantes.

Capacidad de respuesta ante emergencias

El Hospital Departamental San Rafael de Zarzal juega un papel crucial en la atención de emergencias médicas en la región. La incorporación de un tomógrafo ampliaría significativamente su capacidad de respuesta en situaciones críticas. Las tomografías computarizadas son fundamentales para evaluar rápidamente el estado de pacientes con traumatismos, accidentes cerebrovasculares, y otras condiciones que requieren un diagnóstico inmediato.

En una región donde la accidentalidad y los eventos traumáticos son frecuentes, la posibilidad de realizar tomografías de manera local optimizará los tiempos de atención y permitirá una intervención médica más efectiva. Esto no solo beneficiaría a los pacientes, sino que también aliviaría la carga sobre los sistemas de salud de ciudades cercanas que actualmente reciben un gran número de casos provenientes de Zarzal y sus alrededores.

Reducción de costos y mejora en la calidad de la atención

La adquisición de un tomógrafo no solo mejorará la calidad de la atención médica, sino que también generará importantes ahorros económicos. Actualmente, los pacientes que requieren tomografías deben ser trasladados a otros municipios o ciudades, lo que implica costos adicionales en transporte, tiempo, y recursos médicos. Al contar con este equipo en el hospital, se reducirá la necesidad de derivaciones a otras instituciones, permitiendo que los pacientes reciban atención integral en un solo lugar.

Asimismo, la presencia de un tomógrafo aumentará la eficiencia operativa del hospital, ya que los profesionales de salud tendrán acceso inmediato a imágenes diagnósticas de alta calidad, lo que facilita la toma de decisiones clínicas informadas. Esto también mejorará la satisfacción de los pacientes, quienes podrán recibir diagnósticos y tratamientos más rápidos y precisos sin necesidad de desplazamientos adicionales.

Impacto social y económico en la comunidad

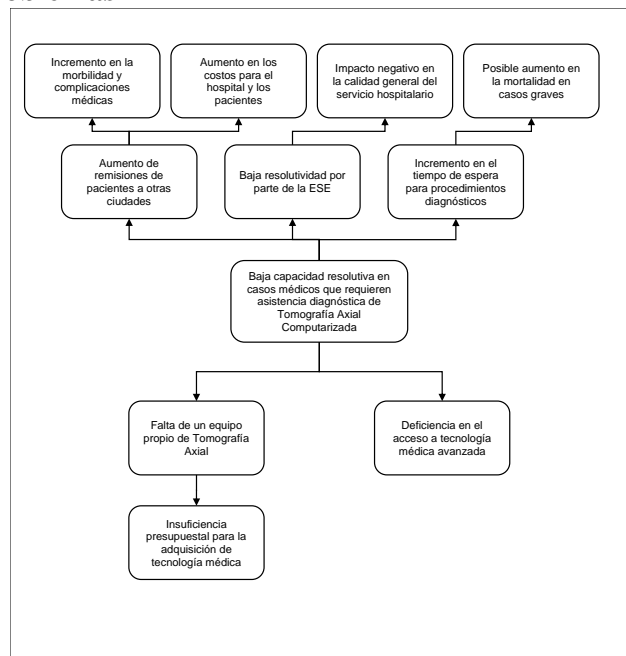
El impacto de la adquisición de un tomógrafo en Zarzal trasciende el ámbito de la salud y se extiende al bienestar social y económico de la región. Un hospital mejor equipado no solo atrae a

profesionales de la salud altamente capacitados, sino que también fomenta la formación y el desarrollo continuo del personal médico local. Esto contribuye al fortalecimiento del sistema de salud regional y aumenta la confianza de la comunidad en los servicios médicos disponibles.

Además, al mejorar la infraestructura de salud en Zarzal, se reduce la necesidad de que los pacientes busquen atención médica fuera del municipio, lo que mantiene los recursos económicos dentro de la comunidad y promueve el desarrollo local. Un hospital con capacidades avanzadas de diagnóstico también puede convertirse en un punto de referencia para la atención médica en la región, atrayendo a pacientes de otros municipios y generando un impacto positivo en la economía local.

La adquisición de un tomógrafo para el Hospital Departamental San Rafael de Zarzal es una inversión estratégica y necesaria que responde a las necesidades de salud de una región con alta accidentalidad y demanda de servicios especializados. Este equipo no solo mejorará la calidad de la atención médica en Zarzal y los municipios circundantes, sino que también contribuirá a la reducción de costos, la mejora en la capacidad de respuesta ante emergencias, y el desarrollo socioeconómico de la comunidad. La implementación de esta tecnología es esencial para garantizar una atención médica oportuna, precisa y accesible para todos los habitantes de la región.

Gráfica 5. Árbol de problemas



Nota: Esta gráfica fue tomada del documento técnico de la adquisición del tomógrafo en el Hospital San Rafael del municipio de Zarzal.

Problema central

Descripción del problema central

La situación actual en el Hospital Departamental San Rafael de Zarzal pone en evidencia la urgente necesidad de adquirir un tomógrafo debido al creciente incremento en la demanda de servicios de diagnóstico por imagen en la región. Este aumento de la demanda refleja no solo la necesidad de atención médica rápida y precisa, sino también la insuficiencia de los recursos actuales del hospital para cubrir las necesidades de la población.

La falta de un tomógrafo propio en el hospital obliga a los pacientes a ser remitidos a otras instituciones, muchas de las cuales se encuentran a distancias significativas y están saturadas, lo que incrementa el tiempo de espera para obtener diagnósticos y genera costos adicionales tanto para los pacientes como para sus familias. Esto afecta la calidad de la atención médica y pone en riesgo la salud de los pacientes, particularmente en casos críticos.

Con respecto a la posible demanda de servicios de tomografía, en el año 2023 el hospital realizó 1.316 ordenaciones, un aumento del 23 % con respecto a las ordenaciones generadas el año inmediatamente anterior. Esta tendencia sugiere que la necesidad de servicios de tomografía continuará aumentando, además, solo se cuenta con información de la población atendida, por lo que no se tiene en cuenta la demanda de los municipios del área de influencia, lo cual, se estima, podría quintuplicar la demanda esperada lo que hace aún más apremiante la adquisición del tomógrafo.

Desde el punto de vista económico, contar con un tomógrafo propio no solo mejoraría la atención médica, sino que también tendría un impacto positivo en la sostenibilidad financiera del hospital. La posibilidad de ofrecer diagnósticos avanzados localmente incrementaría la capacidad del hospital para atender más casos, reducir los costos asociados a la derivación de pacientes a otras instituciones y optimizar los recursos disponibles. Esto ampliaría la oferta de servicios, atrayendo a más pacientes y generando ingresos adicionales para la institución, lo cual es esencial para garantizar su estabilidad financiera a largo plazo.

En resumen, la adquisición de un tomógrafo en el Hospital Departamental San Rafael de Zarzal es una necesidad crítica tanto desde una perspectiva médica como económica, y su

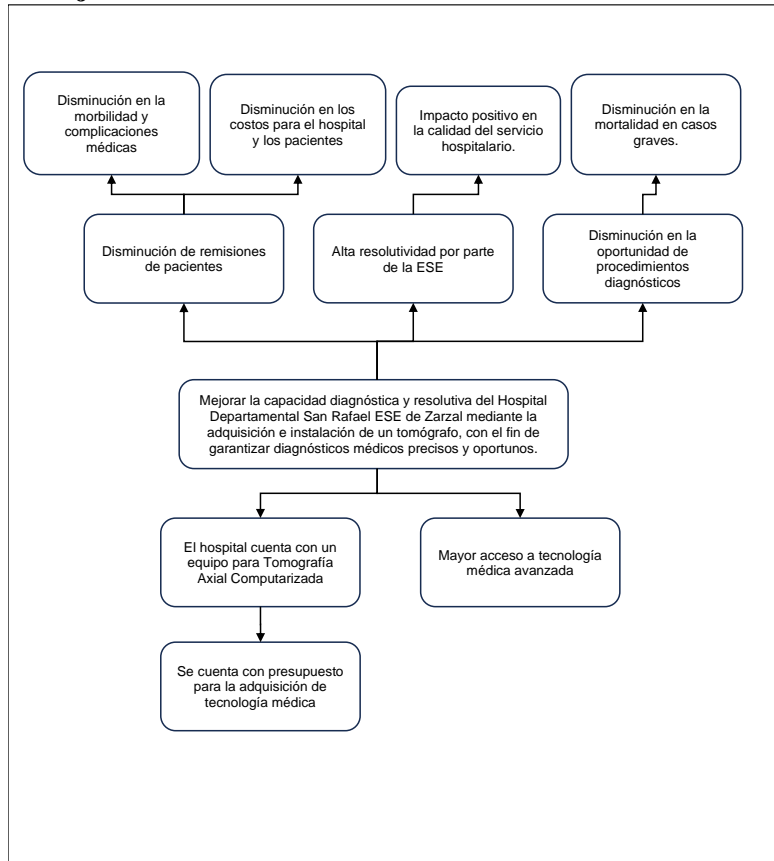
implementación permitirá mejorar significativamente la calidad de los servicios de salud en la región.

Magnitud actual del problema

La magnitud del problema en el Hospital Departamental San Rafael de Zarzal se manifiesta en varios indicadores clave:

- *Alta demanda evidenciada en el número de ordenaciones.* En 2023, el hospital ha registrado 1.316 remisiones para tomografías.
- *Costos de funcionamiento.* La falta de un tomógrafo propio genera costos adicionales al remitir pacientes a otras instituciones. Baja capacidad resolutiva en casos médicos que requieren asistencia diagnóstica de Tomografía Axial Computarizada.
- *Impacto en la atención médica.* La ausencia de un tomógrafo afecta la eficiencia en la atención y resolutividad de la ESE, además del impacto social positivo al evitar los traslados a otras ciudades y la disminución de los costos percibidos por los pacientes.
- *Viabilidad económica.* Realizada la evaluación financiera, se estima que el retorno de la inversión sería en 2 años.
- *Casos de lesiones.* Se han reportado 109 casos de lesiones no fatales en el municipio, destacando la necesidad de un servicio de tomografía accesible y oportuno.

Gráfica 6. Árbol de objetivos



Nota. Esta gráfica fue tomada del documento técnico de la adquisición del tomógrafo en el Hospital San Rafael del municipio de Zarzal.

Objetivo general o propósito

Mejorar la capacidad diagnóstica y resolutoria del Hospital Departamental San Rafael ESE de Zarzal mediante la adquisición e instalación de un tomógrafo, con el fin de garantizar diagnósticos médicos precisos y oportunos.

Relación causas objetivo

- **Causa directa 1.** Falta de un equipo propio de Tomografía Axial Computarizada.
- **Objetivo específico 1.** Adquirir e instalar un equipo propio de Tomografía Axial Computarizada (TAC) en el Hospital Departamental San Rafael ESE de Zarzal, con el fin de aumentar la capacidad diagnóstica interna y asegurar la disponibilidad de estudios

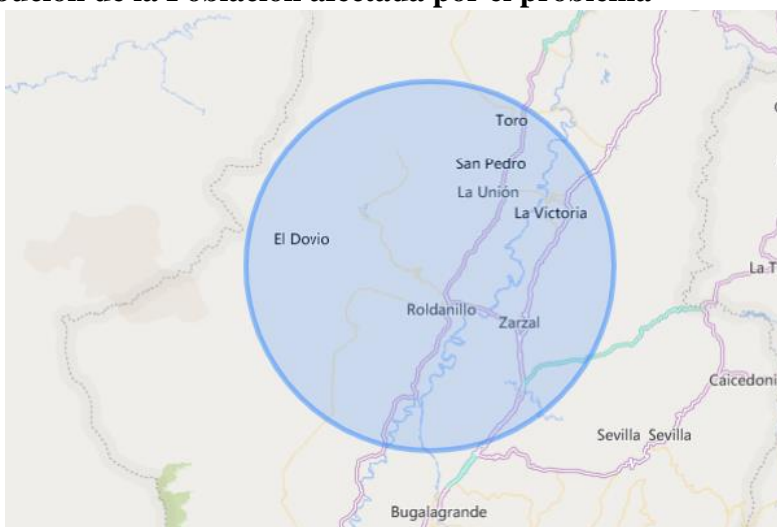
de imagen de alta precisión para el diagnóstico y tratamiento de los pacientes.

- **Causa indirecta 1.1.** Insuficiencia presupuestal para la adquisición de tecnología médica.
- **Objetivo específico 1.1.** Gestionar y asegurar los recursos financieros necesarios, a través de fuentes de financiación públicas, para la adquisición de tecnología médica.

Población afectada por el problema

La población afectada por el problema se define como la población del área de influencia del Hospital Departamental San Rafael ESE de Zarzal que, como entidad de mediana complejidad, presta servicios a la población del municipio de Zarzal y municipios cercanos que —por contratación y alianzas con las diferentes EAPB y además por la cercanía— se considera zona de influencia. Para el proyecto se toma en cuenta el servicio de tomografía como referente para la definición de la población afectada por el problema y la población objetivo.

Gráfica 7. Distribución de la Población afectada por el problema



Nota. Esta imagen fue tomada del documento técnico del proyecto para la adquisición del tomógrafo del Hospital Rafael de Zarzal (2023).

Tabla 5. Población afectada según municipio

Municipio	Población
Zarzal	43.469
La Unión	32.622

Roldanillo	37.027
Toro	12.680
Bolívar	11.920
El Dovio	11.950
La Victoria	11.647
Obando	9.609
Versalles	6.933
Total	177.857

Nota: Tomada de Hospital Rafael de Zarzal (2023).

Población objetivo

Se considera población objetivo los habitantes de los municipios de la zona de influencia afiliados al régimen subsidiado.

Tabla 6. Población objetivo

Municipio	Población
Zarzal	23.776
La Unión	23.407
Roldanillo	23.082
Toro	9.992
Bolívar	9.640
El Dovio	9.493
La Victoria	7.751
Obando	6.529
Versalles	5.482
Total	119.152

Nota: Tomada de Hospital Rafael de Zarzal (2023).

Análisis de los involucrados

Tabla 7. Identificación de los involucrados

Participantes	Intereses	Aporte
Hospital Departamental San Rafael ESE de Zarzal (<i>cooperante</i>)	Ampliar la capacidad resolutive de la ESE	Formulación y presentación del proyecto de inversión
Gobernación del Valle del Cauca (<i>cooperante</i>)	Garantizar una red de prestación de servicios de salud resolutive, con calidad y oportunidad	Asistencia técnica y financiación del proyecto
Comunidad (<i>Beneficiarios</i>)	Contar con servicios de salud con calidad, oportunidad y seguridad	Veeduría en la ejecución de proyectos

Nota: Tabla de elaboración propia basada en el documento técnico de presentación del proyecto del tomógrafo ante el DNP (2024).

Según el DNP (2024), el análisis de los participantes involucrados en el proyecto de adquisición del tomógrafo para el Hospital Departamental San Rafael de Zarzal requiere una colaboración clave entre entidades departamentales, el hospital y la comunidad. El departamento del Valle del Cauca, en su papel de cooperante, busca garantizar una red de servicios de salud resolutive, proporcionando asistencia técnica y financiación para el proyecto. La comunidad, como beneficiario directo, espera servicios de salud que ofrezcan calidad, seguridad y oportunidad, y su rol en la veeduría asegura la transparencia en la ejecución. Finalmente, el Hospital Departamental San Rafael de Zarzal, también como cooperante, se enfoca en ampliar su capacidad resolutive, siendo responsable de la formulación y presentación del proyecto de inversión, lo cual es esencial para el éxito de la iniciativa.

Relación del proyecto con la política pública y los planes de desarrollo

La adquisición del tomógrafo para el hospital San Rafael es un proyecto que contribuye no solo a las políticas de salud del municipio de Zarzal, sino, también que se articula con el Plan de Desarrollo Nacional, el Plan de Desarrollo Departamental y las políticas públicas que velan por el cumplimiento del derecho a la salud.

La contribución de este proyecto al Plan Nacional de Desarrollo “Colombia Potencia Mundial de la Vida” se instala en el programa “aseguramiento y prestación integral de servicios de

salud”, en el cual se busca transformar la seguridad humana y la justicia social desde la superación de las privaciones en salud como fundamento de la dignidad humana y condiciones básicas para el bienestar. En este mismo orden, el catalizador en cual se enfoca describe la importancia de fortalecer un sistema de salud garantista y universal, basado en un modelo de salud preventivo y predictivo, adicional a ello, el componente en el cual se enmarca el proyecto relaciona el acceso equitativo a medicamentos, dispositivos médicos y otras tecnologías que garanticen el acceso oportuno a los servicios de salud.

El Plan Nacional de desarrollo “Colombia Potencia Mundial de la Vida” expresa la importancia de cerrar las brechas territoriales a través del fortalecimiento de la red pública hospitalaria, principalmente de los municipios más alejados o de las zonas rurales. En este caso, los usuarios del hospital San Rafael deben hacer desplazamiento prolongados para acceder al servicio de tomografía, por ende, la adquisición de este equipo aporta al cumplimiento de los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo, en la medida en que se amplía la capacidad de diagnósticos del hospital y se reducen las remisiones a otros municipios.

El proyecto de la adquisición del tomógrafo también se alinea con el enfoque de territorialización de salud que propone Plan Nacional, dado que, se identifican las necesidades puntuales de la población para fortalecer las Rutas Integrales de Atención en Salud (RIAS), posibilitando así, la mejora de los servicios, la infraestructura y las tecnologías que permitan una atención más segura, precisa y eficiente.

En lo que respecta al Plan Departamental “Liderazgo que Transforma”, esta iniciativa del tomógrafo se enmarca en la estrategia de acciones encaminadas a fortalecer la salud “Valle saludable y seguro” y se alinea con el programa autoridad sanitaria para la gestión de la salud. Este plan prioriza el fortalecimiento de la red pública hospitalaria, en la cual incluyen el mejoramiento de la capacidad instalada de instituciones como el hospital San Rafael, en el que se ha demostrado la necesidad de garantizar el acceso a servicios de salud efectivos, oportunos y resolutivos.

Dicha adquisición, desde el Plan Departamental, se aborda el mejoramiento de la calidad de vida de la población, dado que contar con equipo de tal especialidad, posibilita que una mejor atención médica, la prevención de complicaciones en casos críticos y también mejora los tiempos de espera para los diagnósticos y disminuye las barreras económicas para el acceso a los servicios.

También, es importante resaltar que este proyecto de adquisición del tomógrafo aporta a la propuesta del Plan Departamental en la idea de que los hospitales públicos sean más autosostenibles

a través de la generación de recursos públicos. Por ende, ser prestador de un servicio de tomografía fortalece la sostenibilidad financiera del hospital San Rafael dado que se amplía el portafolio para otras entidades de salud que requieran el servicio, atrayendo a más pacientes.

En lo que respecta a las políticas públicas, se resalta la articulación de la Política de Atención Integral en Salud (PAIS), el Modelo de Acción Integral Territorial (MAITE), la Política de Equipamiento Biomédico del Ministerio de Salud y Protección Social, además del Plan Decenal de Salud Pública 2022-2031. Cada uno de estos instrumentos se alinea con la adquisición del tomógrafo para el hospital San Rafael, dado que, en su conjunto, buscan el fortalecimiento de la red hospitalaria en el país, a través de la reducción de las brechas en el acceso, el mejoramiento de los servicios de alta complejidad, la modernización de la infraestructura y la detección temprana, el diagnóstico oportuno para un tratamiento eficaz, garantizando servicios equitativos y resolutivos.

ESTUDIO DE MERCADO

Este estudio constituye una fase clave para la evaluación de la viabilidad del proyecto, por ende, el propósito de este apartado se fundamenta en la identificación y caracterización de la demanda de los servicios del tomógrafo para el hospital, lo cual posibilita tomar decisiones estratégicas en razón de una propuesta que realmente contribuya a satisfacer las necesidades del mercado y garantizar la sostenibilidad de la inversión en el tiempo.

Dicho esto, el presente estudio de mercado hace énfasis en que la población objetivo son todas las personas de los municipios de Bolívar, El Dovio, La Unión, La Victoria, Obando, Roldanillo, Toro, Versalles y Zarzal, que según datos del DANE (2020) asciende aproximadamente a 189.032 personas, adicional ello, se establece que existen variables como casos de violencia, lesiones o accidentes de transporte y lesiones accidentales como caídas o heridas de diferente índole que acuden a un centro asistencial.

En esta medida, a continuación, se presenta la cantidad de remisiones de tomografías del periodo comprendido entre (2020-2024) (ver las tablas 8 a 12).

Tabla 8. Cantidad de pacientes remitidos para tomografías año 2020

Tipo de tomografía	Cantidad
Tomografía axial computarizada de cráneo simple	250
Tomografía axial computada de cráneo simple y con contraste	121
Tomografía computada de abdomen y pelvis (abdomen total)	84
Tomografía computada de tórax	40
Tomografía óptica de segmento posterior	31
Tomografía axial computarizada de vías urinarias (urotac)	24
Tomografía de tórax ap	23
Tomografía computada de columna segmentos cervical, torácico, lumbar y/o sacro, por cada nivel (tres espacios)	22
Tomografía computada en reconstrucción tridimensional	19
Tomografía computada de miembros inferiores y articulaciones	16
Tomografía computada de senos paranasales o cara	13
Tomografía computada de miembros superiores y articulaciones	13
Tomografía computada de columna segmentos cervical, torácico, lumbar y/o sacro, complemento a mielografía (cada segmento)	12
Tomografía computada de cuello	10
Tomografía computada de tórax extendido al abdomen superior con suprarrenales	7

Tomografía computada de vías urinarias [UROTC]	7
Tomografía computada de miembros inferiores: anteversión femoral o torsión tibial	6
Tomografía computada de orbitas	3
Tomografía computada de oído, peñasco y conducto auditivo interno	3
Tomografía computada de cadera	3
Tomografía computada de pelvis	2
Angiotomografía tórax y abdomen	2
Tomografía de tórax en dos proyecciones	1
Tomografía computada de articulación temporomandibular (bilateral)	1
Tomografía computada de abdomen superior	1
Tomografía computada de miembros inferiores: axiales de rotula o longitud de miembros inferiores	1
Tomografía computada como guía para procedimientos	1
TOTAL	716

Nota: Elaboración propia con datos proporcionados por el Hospital San Rafael (2025).

Tabla 9. Cantidad de pacientes remitidos para tomografías año 2021

Tipo de tomografía	Cantidad
Tomografía axial computarizada de cráneo simple	290
Tomografía computada de abdomen y pelvis (abdomen total)	148
Tomografía axial computada de cráneo simple y con contraste	122
Tomografía computada de tórax	67
Tomografía computada de columna segmentos cervical, torácico, lumbar y/o sacro, por cada nivel (tres espacios)	29
Tomografía computada de miembros inferiores y articulaciones	26
Tomografía óptica de segmento posterior	26
Tomografía computada de cuello	25
Tomografía axial computarizada de vías urinarias (UROTAC)	23
Tomografía computada de columna segmentos cervical, torácico, lumbar y/o sacro, complemento a melografía (cada segmento)	19
Tomografía de tórax ap	18
Tomografía computada de senos paranasales o cara	17
Tomografía computada en reconstrucción tridimensional	14
Tomografía computada de abdomen superior	10
Tomografía computada de tórax extendido al abdomen superior con suprarrenales	7
Tomografía computada de miembros superiores y articulaciones	7
Tomografía computada de vías urinarias [UROTC]	4
Angiotomografía tórax y abdomen	4

Tomografía lineal de columna (cervical torácica o lumbar)	3
Tomografía computada de oído, peñasco y conducto auditivo interno	3
Tomografía computada de pelvis	3
Cisternografía por tomografía axial computarizada (tac)	2
Tomografía computada de maxilares [estudio implantología]	2
Tomografía computada de cadera	2
Tomografía computada de miembros inferiores: anteversión femoral o torsión tibial	2
Tomografía axial computarizada de silla turca (hipófisis)	1
Tomografía computada de orbitas	1
Angiotomografía aorta torácica	1
Tomografía computada de miembros inferiores: axiales de rotula o longitud de miembros inferiores	1
TOTAL	877

Nota: Elaboración propia con datos proporcionados por el Hospital San Rafael (2025).

Tabla 10. Cantidad de pacientes remitidos para tomografías año 2022

Tipo de tomografía	Cantidad
Tomografía axial computarizada de cráneo simple	452
Tomografía computada de abdomen y pelvis (abdomen total)	134
Tomografía computada de tórax	83
Tomografía axial computada de cráneo simple y con contraste	78
Tomografía computada de vías urinarias [UROTC]	55
Tomografía axial computarizada de vías urinarias (UROTAC)	53
Tomografía computada de senos paranasales o cara	28
Tomografía computada de miembros inferiores y articulaciones	26
Tomografía computada de columna segmentos cervical, torácico, lumbar y/o sacro, por cada nivel (tres espacios)	23
Tomografía computada de cuello	21
Tomografía computada de columna segmentos cervical, torácico, lumbar y/o sacro, complemento a melografía (cada segmento)	21
Tomografía computada de miembros superiores y articulaciones	21
Tomografía de tórax ap	18
Tomografía computada en reconstrucción tridimensional	15
Tomografía computada de cadera	8
Tomografía computada de orbitas	5
Tomografía computada de miembros inferiores: axiales de rotula o longitud de miembros inferiores	5
Angiotomografía tórax y abdomen	4

Tomografía computada de miembros inferiores: anteversión femoral o torsión tibial	4
Tomografía lineal de columna (cervical torácica o lumbar)	3
Angiotomografía carotídea y vertebral	2
Tomografía computada de tórax extendido al abdomen superior con suprarrenales	2
Tomografía computada de pelvis	2
Angiotomografía de miembros inferiores	2
Tomografía por emisión de positrones [pet-tc]	2
Tomografía funcional de laringe	1
Tomografía de tórax en dos proyecciones	1
Tomografía osteoarticular en miembro inferior	1
Tomografía computada de corazón y grandes vasos	1
Angiotomografía aorta torácica	1
Tomografía computada de abdomen superior	1
Tomografía computada de vasos	1
Tomografía óptica de segmento posterior	1
TOTAL	1.075

Nota: Elaboración propia con datos proporcionados por el Hospital San Rafael (2025).

Tabla 11. Cantidad de pacientes remitidos para tomografías año 2023

Tipo de tomografía	Cantidad
Tomografía óptica de segmento posterior	5
Tomografía computada de vías urinarias [UROTC]	10
Tomografía computada de cuello	16
Tomografía computada de miembros inferiores y articulaciones	27
Tomografía computada de miembros superiores y articulaciones	31
Tomografía computada de columna segmentos cervical, torácico, lumbar y/o sacro, complemento a mielografía (cada segmento)	42
Tomografía computada de columna segmentos cervical, torácico, lumbar y/o sacro, por cada nivel (tres espacios)	54
Tomografía axial computada de cráneo simple y con contraste	50
Tomografía computada de tórax	81
Tomografía computada de abdomen y pelvis (abdomen total)	150
Tomografía axial computarizada de cráneo simple	672
TOTAL	1.138

Nota: Elaboración propia con datos proporcionados por el Hospital San Rafael (2025).

Tabla 12. Cantidad de pacientes remitidos para tomografías año 2024

Tipo de tomografía	Cantidad
Tomografía óptica de segmento posterior	3
Tomografía computada de miembros superiores y articulaciones	23
Tomografía computada de cuello	24
Tomografía computada de miembros inferiores y articulaciones	30
Tomografía computada de columna segmentos cervical, torácico, lumbar y/o sacro, complemento a mielografía (cada segmento)	51
Tomografía axial computada de cráneo simple y con contraste	59
Tomografía computada de vías urinarias [UROTC]	56
Tomografía computada de columna segmentos cervical, torácico, lumbar y/o sacro, por cada nivel (tres espacios)	140
Tomografía computada de tórax	169
Tomografía computada de abdomen y pelvis (abdomen total)	218
Tomografía axial computarizada de cráneo simple	787
TOTAL	1.560

Nota: Elaboración propia con datos proporcionados por el Hospital San Rafael (2025).

Una vez caracterizadas las tablas anteriores se procede a elaborar un resumen de los datos presentados con el fin de tener mayor claridad frente al aumento de la demanda del tomógrafo en el Hospital San Rafael (ver tabla 13).

Tabla 13. Aumento de la demanda del tomógrafo

Año	Cantidad de remisiones
2020	716
2021	877
2022	1075
2023	1138
2024	1560
TOTAL	5.366

Nota: Elaboración propia con datos proporcionados por el Hospital San Rafael (2025).

La tabla 13, expresada gráficamente a continuación, muestra una tendencia creciente y sostenida en la demanda de tomografías, entre el año 2020 y 2024 las remisiones tuvieron un aumento aproximado de 117 %, lo cual respalda la necesidad de la adquisición del tomógrafo para

el Hospital San Rafael, permitiendo la reducción de los tiempos de respuesta, la atención oportuna y la disminución de la dependencia de otras instituciones.

Gráfica 8. Tendencia crecimiento de remisiones



Nota. Elaboración propia con datos proporcionados por el Hospital San Rafael.

Proyección de ventas

El Hospital Departamental San Rafael de Zarzal contaría con un área de imagenología amplia y moderna los cuales permiten atender aproximadamente 728 pacientes mensuales para el servicio de tomografía de 12 horas, de lunes a sábado.

La proyección en ventas del Hospital Departamental San Rafael está basada en las remisiones internas que se manejan en la institución (ver tabla 14), las cuales el hospital estaría en capacidad de asumirlas para la prestación del este servicio y proyectadas a diez años se encuentran distribuidas de la siguiente manera.

Tabla 14. Proyección de ventas

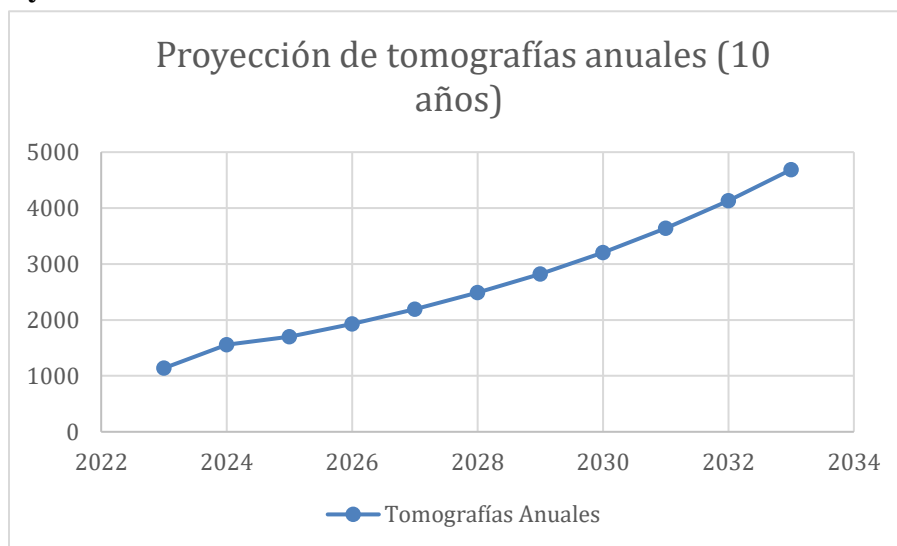
Proyección en ventas a diez años	
Año	Tomografías anuales
2023	1138
2024	1560

2025	1702
2026	1931
2027	2192
2028	2488
2029	2824
2030	3205
2031	3638
2032	4129
2033	4687

Nota: Tomado del documento técnico Hospital San Rafael Cantidad de Tomografías Tomadas Proyectada en los próximos 10 años.

De acuerdo con la tabla 14, es preciso mencionar que el aumento de las tomografías será de manera progresiva con periodo a periodo, lo cual, gráficamente, se percibe así (ver gráfica 9).

Gráfica 9. Proyección de ventas a diez años



Nota: Elaboración propia con datos proporcionados por el Hospital San Rafael.

Tabla 15. Proyección de ventas con precio

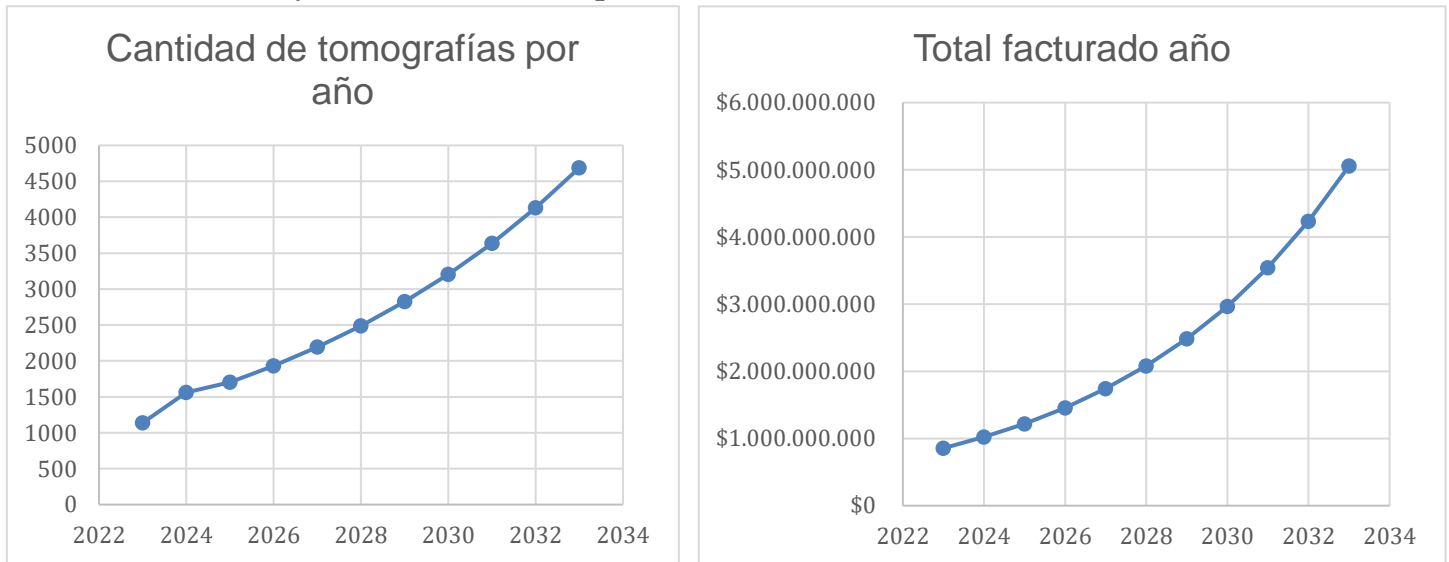
Proyección en ventas en 10 años			
Año	Tomografías anuales	Valor promedio tomografía	Total facturado al año
2023	1138	\$ 647.300	\$ 855.083.300
2024	1560	\$ 681.219	\$ 1.021.374.770

2025	1702	\$ 716.914	\$ 1.220.005.607
2026	1931	\$ 754.481	\$ 1.457.264.977
2027	2192	\$ 794.015	\$ 1.740.665.126
2028	2488	\$ 835.622	\$ 2.079.179.236
2029	2824	\$ 879.408	\$ 2.483.525.539
2030	3205	\$ 925.489	\$ 2.966.506.684
2031	3638	\$ 973.985	\$ 3.543.415.105
2032	4129	\$ 1.025.022	\$ 4.232.517.214
2033	4687	\$ 1.078.733	\$ 5.055.631.767
Total			\$ 26.655.169.324

Nota. Tomado del documento técnico Hospital San Rafael Cantidad de Tomografías Tomadas Proyectada en los próximos 10 años.

Teniendo en cuenta lo expresado en la tabla 15, que incluye el valor promedio por tomografía y el total facturado por año, se construye la proyección de ventas por año (ver gráfica 10).

Gráfica 10. Proyección de ventas con precios



Nota: Elaboración propia.

La proyección de ventas muestra un crecimiento sostenido que representa un 311,9 % en diez años, demostrando un respaldo para la inversión del tomógrafo, dado que, en los primeros años del ciclo se da el retorno de la inversión (ROI). También se debe tener en cuenta que a partir

del año 5 por el aumento de la demanda se debe asegurar la capacidad técnica y el mantenimiento pertinente para lograr los resultados de la proyección.

Por todo lo anteriormente mencionado, queda claro que la adquisición del tomógrafo por parte del Hospital Departamental San Rafael y la prestación de dichos servicios son económicamente viables para la institución, además de que es un servicio necesario para el municipio de Zarzal y su área de influencia, y para la red de prestadores para dicha zona del departamento, generando un impacto positivo en la calidad de la salud de todas las personas beneficiadas con la prestación de este servicio.

ESTUDIO TÉCNICO

Luego de conocer la cantidad de remisiones por tomografía, que se describe en el estudio de mercado, se aborda el análisis técnico que parte de elementos como los tiempos de desplazamiento y transporte que asumen los pacientes para lograr la atención en el servicio de tomografía, es decir, una justificación adicional que argumenta la necesidad de la adquisición del tomógrafo.

Justificación de distancias

El municipio de Zarzal está ubicado sobre la Vía Troncal de Occidente, una de las rutas más importantes de Colombia, que conecta a múltiples departamentos y facilita el tránsito de personas y mercancías a lo largo del país. Esta ubicación convierte a Zarzal en un nodo de gran relevancia no solo para el Valle del Cauca, sino también para otras regiones que se benefician de su acceso. La posición estratégica de Zarzal facilita el flujo constante de tráfico y personas, lo que incrementa la demanda de servicios médicos especializados, particularmente en casos de emergencias viales.

La Vía Troncal de Occidente es frecuentada por vehículos de transporte de carga, autobuses y automóviles particulares, lo que aumenta la probabilidad de accidentes de tránsito en la zona. La cercanía del Hospital Departamental San Rafael a esta vía permite que los pacientes involucrados en accidentes graves puedan ser atendidos con mayor rapidez, lo cual es crucial para salvar vidas y reducir las secuelas a largo plazo. La disponibilidad de un tomógrafo en el hospital San Rafael permitiría realizar diagnósticos inmediatos de traumatismos y lesiones internas, optimizando el tratamiento de urgencia y mejorando significativamente las tasas de supervivencia.

Además, la ubicación de Zarzal sobre esta arteria vial facilita el acceso a los servicios de salud para los habitantes de los municipios cercanos, quienes pueden desplazarse rápidamente al hospital para recibir atención especializada. La centralidad de Zarzal en la red vial no solo beneficia a los residentes locales, sino también a poblaciones vecinas que ven en Zarzal un punto de referencia accesible y confiable para la atención médica.

La cercanía de Zarzal a municipios como Roldanillo, La Victoria, La Unión, El Dovio, Versalles, Toro, Bolívar y Obando lo posiciona como un nodo esencial para la prestación de servicios de salud. Actualmente, estos municipios carecen de un acceso rápido a tecnologías avanzadas de diagnóstico, como la tomografía computarizada, lo que obliga a los pacientes a

trasladarse a ciudades más distantes como Armenia, Tuluá y Cali para recibir atención especializada (ver tabla 16).

Tabla 16. Distancias entre municipios

Ciudad	Zarzal (km)	Armenia (km)	Cartago (km)	Tuluá (km)	Cali (km)
Roldanillo	9,5	70,2	59,8	49,9	147
La Victoria	22,2	78,7	33,5	58,5	157
La Unión	27	86,6	41,9	66,3	163
Obando	29,4	72,2	24,1	65,7	163
Toro	34,9	87,5	36,7	74,2	171
El Dovio	32,6	93,3	64,9	73	170
Bolívar	19,2	99,2	83,7	73,6	164
Versalles	44,1	105	62,7	87,1	183
Bugalagrande	24,8	71,2	92,4	17,2	114
Zarzal	0	64	47,6	46,6	139
Trujillo	58,7	112	109	25,3	116
Riofrio	48,7	102	99	15,2	106
Sevilla	47,2	53,6	93,4	54,5	152
Caicedonia	47,9	35,8	82,1	72,8	170

Nota. Hospital San Rafael (2023).

Las cifras marcadas con color amarillo en la matriz corresponden a la distancia más corta entre los municipios de estudio y las ciudades que ofrecen el servicio de tomografía con respecto al municipio de Zarzal como potencial oferente. A continuación, se muestra la tabla 17 que contiene los municipios más cercanos a Zarzal y el porcentaje de disminución en distancia y en tiempo con respecto a la ciudad más cercana que actualmente ofrece el servicio de tomografía. Cabe anotar que tanto la distancia como el tiempo son aproximados y tomados de la herramienta web de geolocalización Google Maps.

Tabla 17. Distancias y tiempos entre ciudades más cercanas

Ciudad	Municipio de Zarzal		Ciudad más cercana		% de Disminución Distancia	% de Disminución Tiempo
	Distancia (km)	Tiempo (min)	Distancia más cercana (km)	Tiempo más cercano (min)		
Roldanillo	9,5	16	49,9	50	81 %	68 %
La Victoria	22,2	22	33,5	36	34 %	39 %

La Unión	25,6	33	41,9	52	39 %	37 %
Toro	34,9	38	36,7	47	5 %	19 %
El Dovio	32,6	57	64,9	97	50 %	41 %
Bolívar	19,2	28	42,5	50	55 %	44 %
Versalles	46,6	75	62,7	94	26 %	20 %
Sevilla	47,2	65	53,6	75	12 %	13 %
Totales	237,8	334	385,7	501	38 %	33 %

Nota. Hospital San Rafael (2023).

En la tabla 17 se evidencia que existe una reducción significativa tanto en la distancia como en el tiempo de transporte en cada uno de los municipios citados, siendo Roldanillo el mayor beneficiado por la cercanía al municipio de Zarzal, reduciendo su distancia con respecto a la IPS más cercana con el servicio de tomografía en un 81 % lo que representa una disminución del 68% aproximadamente en el tiempo de transporte. Así mismo, la población de La Victoria, La Unión, Toro, El Dovio, Bolívar, Versalles y los centros poblados cercanos a los municipios en cuestión serían beneficiarios del servicio por su mayor cercanía al municipio de Zarzal en comparación con la ciudad más cercana. Según el análisis, se alcanza una reducción general del 38 % en la distancia y un 33 % en el tiempo.

Con respecto al ahorro que tendrían los pacientes en el factor de viáticos, la tabla 18 muestra el costo del pasaje ida y regreso al municipio más cercano según su ubicación para acceder al servicio de tomografía; adicional a ello, se tienen en cuenta variables como costos de los taxis, alimentación, hospital y papelería. Es importante anotar que estos gastos se describen por persona, es decir, que en caso del paciente requerir acompañamiento estos valores aumentan. Según esta tabla, el ahorro promedio para cada paciente es de entre \$60.000 y \$80.000.

Tabla 18. Gastos de los pacientes en viáticos

Ciudad	Cartago (costo del pasaje ida y regreso)	Tuluá (costo del pasaje ida y regreso)
Roldanillo	-	\$35.000
La Victoria	\$20.000	-
La Unión	\$19.000	-
Obando	\$19.000	-
Toro	\$40.000	-
El Dovio	\$28.000	-
Bolívar	-	\$30.000

Versalles	\$90.000	-
Bugalagrande	-	\$20.000
Zarzal	-	\$40.000
Otros viáticos		
Taxis	Entre \$20.000 y \$30.000	
Alimentación	Entre \$40.000 y 50.000	
Hospedaje	De \$35.000 en adelante	
Papelería	Entre \$2.000 y \$5.000	

Nota: Elaboración propia.

La instalación de un tomógrafo en Zarzal permitiría que el Hospital San Rafael se convierta en un punto de referencia para toda la región, facilitando diagnósticos rápidos y precisos para una población extensa que abarca tanto el Valle del Cauca como zonas adyacentes de otros departamentos. Esta centralidad no solo reduce los tiempos de traslado en situaciones de emergencia, sino que también optimiza la atención a pacientes con condiciones médicas que requieren un monitoreo continuo y detallado.

Alternativas para la adquisición del tomógrafo

Teniendo en cuenta los datos arrojados por este estudio, es pertinente evaluar los precios del equipo según diversos oferentes tal como se describe en tabla 19. Esta tabla ayuda a desarrollar una comparación entre el valor, el modelo, el tiempo de entrega, la cantidad de cortes, además de la garantía y soporte que ofrecen, lo cual permite evaluar las diferentes opciones dispuestas en el mercado y tomar la mejor decisión según las necesidades y la viabilidad económica.

Tabla 19. Posibles precios del tomógrafo en el mercado

Oferente	GyC Medicals	Rayxo S.A.S	Invermédica S.A.S	Invermédica S.A.S	BIMEDCO
Valor	\$1.011.500.000	\$ 1.479.831.818	\$1.666.000.000	\$1.428.000.000	\$1.064.740.600
Marca	Philips	Neusoft	Fujifilm	Philips	Philips
Modelo	ND	Neuviz Ace 32	Supria Plus	Access CT Pro	728116 Access CT Pro
Tiempo entrega	60 días calendario	15 días hábiles	60 - 120 días	60 - 120 días	150 días
Cortes	16	32	16/32	32	32
Garantía y soporte	ND	24 meses	12 meses	12 meses	12 meses

Nota: Elaboración propia.

En vista de que se plantean varios oferentes para la adquisición del tomógrafo, en este estudio técnico se procede a detallar los elementos que son de vital importancia para la elección del más adecuado según las necesidades del hospital.

Capacidad instalada

El análisis de la capacidad instalada para el servicio de Tomografía Axial Computarizada (TAC) en el Hospital Departamental San Rafael de Zarzal revela varios puntos clave en cuanto a la eficiencia y la demanda del servicio:

- *Recurso físico actual y asignado.* Actualmente, el hospital no cuenta con un equipo de tomografía axial computarizada propio. Sin embargo, el plan es asignar un equipo para operar 12 horas diarias, 7 días a la semana, lo que representa una alta disponibilidad del recurso. El tiempo estimado por atención es de 30 minutos, lo que permitiría realizar 24 atenciones diarias.
- *Capacidad de atención.* Con esta configuración, el hospital podría atender hasta 168 pacientes por semana, lo que equivale a 672 atenciones mensuales y 8.736 anuales. Este número representa la capacidad máxima del equipo con el 100 % de utilización. Sin embargo, el porcentaje de utilización proyectado es de solo 15,06 %, lo que sugiere una subutilización del equipo, al menos en las etapas iniciales de operación, pues se realiza el cálculo con los datos conocidos y se estima que, al iniciar la operación, la demanda podría aumentar hasta cinco veces debido a los municipios de la zona de influencia.
- *Demanda actual y proyectada.* La demanda actual proyectada es de cinco atenciones diarias, lo que equivale a 1.316 atenciones al año. Comparado con la capacidad máxima instalada (8.736 atenciones anuales), existe un amplio margen de capacidad no utilizada. Sin embargo, la proyección de necesidades indica que la demanda puede aumentar considerablemente en el futuro, alcanzando hasta 7.420 atenciones anuales si la frecuencia de uso de la población aumenta y la población objetivo se expande.
- *Proyecciones de necesidades.* Para cubrir la demanda proyectada de 1.964 atenciones anuales, el análisis indica que el hospital necesitaría alrededor de 2.7 horas de atención diaria. Esto es manejable dentro de la jornada de 12 horas planificada, utilizando solo

una pequeña fracción de la capacidad del equipo.

Dado este panorama, se concluye que la instalación de un solo tomógrafo debería ser suficiente para cubrir la demanda actual y a corto plazo, sin necesidad de expandir la capacidad instalada en un futuro cercano.

En resumen, la capacidad instalada es adecuada para las necesidades actuales y futuras inmediatas del hospital. Sin embargo, la subutilización inicial del equipo plantea una oportunidad para optimizar la gestión del recurso, ya sea ampliando el acceso al servicio a más pacientes o ajustando la operación del equipo para equilibrar mejor la demanda y la oferta. La tabla 20 detalla la estimación de la capacidad instalada de acuerdo con el análisis de oferta y demanda.

Tabla 20. Estimación de la capacidad instalada

Tomografía Axial Computarizada	
Recurso físico actual	0
Unidad de medida	Equipo
Recursos físicos asignados	1
Horas/cons. - día	12
Días semana	7
Tiempo de Atención (min)	30
Oferta	
Número de atenciones/día	24
Número de atenciones/semana	168
Número de atenciones/mes	672
Número de atenciones/año	8.736
% utilización	14,71%
Demanda	
Número de atenciones/día	5
Número de atenciones/semana	25
Número de atenciones/mes	107
Número de atenciones/año	1.285
Déficit	
Número de atenciones/día	19
Número de atenciones/año	7.451
Población	
Población Objetivo	119.152
Población Objetivo Proyectada 15 años	177.857
Proyección de necesidades de capacidad física instalada	
Proyección Act. / año	1.918
Proyección Act. / Mes	160
Proyección Act. / sem	37
Proyección Act. / día	5

Rend. x hora esperado	2
Horas Req Día	2,63
Jornada atención	12
Unidades productivas	0,22
Equivalente recurso físico necesario	1

Nota. Esta tabla se elaboró con datos del Hospital San Rafael (2023).

Costos de funcionamiento

Planta de cargos

Teniendo en cuenta que se establece un funcionamiento de 12 horas durante días a la semana, por lo que se tendrán turnos diarios de 12 horas durante los mismos, los salarios para cada cargo se definen de acuerdo con las tablas salariales aprobadas para la institución, el personal adicional que se requiere para cumplir con este servicio en la institución es el siguiente:

- Tecnólogo de radiólogo (2).
- Enfermera jefe (2).
- Auxiliar de enfermería (2).

Con una carga salarial distribuida de la siguiente forma:

- Tecnólogo radiólogo \$2.100000.
- Enfermera jefe \$3.012.000.
- Auxiliar de enfermería \$1.593.000.

Materia prima

Para la prestación del servicio de tomografía es indispensable la participación de materiales que coadyuvan a la obtención de los resultados esperados, así mismo como las materias primas utilizadas para cada uno de los cinco servicios con mayor representación dentro de las tomografías.

- Tomografía axial computarizada de cráneo simple \$ 26.592 por tomografía.
- Tomografía axial computarizada de cráneo contrastada \$125.675 por tomografía.
- Tomografía computada de abdomen y pelvis (abdomen total) \$26.592 por tomografía.
- Tomografía computada de abdomen y pelvis (abdomen total) contrastada \$125.675 por tomografía.

Energía mensual

- Los gastos mensuales un valor \$22.149.000.

Gastos mensuales

- Papelería mensual \$45.000 mensual.

Dicho todo lo anterior se estima que los costos y gastos de funcionamiento anual del tomógrafo para el primer año tiene un valor de:

- Costos anuales: \$288.306.166.
- Gastos anuales: \$540.000.

Elección del equipo de tomografía

Para la elección del equipo de tomografía se tienen en cuenta unos factores clave que se presentan a continuación. Estos han sido construidos con base en información proyectada por el Hospital San Rafael (2023):

- *Calidad de imagen y precisión diagnóstica.* La resolución espacial y de contraste son aspectos fundamentales para evaluar en un equipo de TC. Un equipo que ofrezca alta resolución espacial y la capacidad de detectar diferencias sutiles en densidad dentro del cuerpo permitirá realizar diagnósticos más precisos. La tecnología del detector juega un papel crucial en minimizar la dosis de radiación mientras se mantienen imágenes de alta calidad.
- *Eficiencia y velocidad en el procesamiento.* La capacidad del equipo para reconstruir imágenes rápidamente es esencial en entornos con alta demanda. Es importante considerar la tasa de reconstrucción de imágenes y la capacidad de realizarlas en tiempo real. Un equipo que permite la reconstrucción simultánea durante la adquisición de imágenes mejora significativamente la eficiencia del flujo de trabajo.
- *Versatilidad en los modos de escaneo.* La flexibilidad para realizar distintos tipos de escaneos, como espirales, axiales o angiografías por TC es un criterio importante. Un

equipo con modos de escaneo avanzados, que permita cubrir áreas amplias en menos tiempo y con una dosis optimizada de radiación, es ideal para estudios complejos.

- *Comodidad y seguridad del paciente.* La mesa del paciente debe ser robusta, con capacidad para soportar diferentes pesos y ofrecer movimientos precisos en distintas direcciones. Además, es importante que el equipo incluya características de seguridad, como sistemas de modulación de dosis y protocolos específicos para pacientes pediátricos, que ajusten automáticamente la dosis de radiación según las características del paciente.
- *Facilidad de integración y conectividad.* La compatibilidad del equipo con estándares como DICOM es esencial para asegurar la integración fluida con otros sistemas del hospital, como PACS y RIS. La capacidad de almacenamiento de imágenes y la conectividad a redes de alta velocidad son factores para considerar a la hora de manejar eficientemente grandes volúmenes de datos.
- *Requisitos de instalación y mantenimiento.* Es vital que el equipo seleccionado se ajuste a las condiciones de la instalación, incluyendo requisitos de energía y ambiente controlado. Además, la disponibilidad de un buen soporte técnico y mantenimiento, junto con la rapidez en el suministro de piezas de repuesto, garantizará un tiempo mínimo de inactividad del equipo y una operación continua.

Conociendo estos factores clave para la adquisición del tomógrafo, es de vital importancia conocer las especificaciones técnicas del equipo seleccionado, lo cual garantiza que se cumpla con la satisfacción de la necesidad en el Hospital San Rafael (ver tabla 21).

Tabla 21. Especificaciones técnicas del tomógrafo seleccionado

Categoría	Especificación
Gantry	
Apertura del Gantry	650 mm de diámetro
Inclinación del Gantry	Digital -30° a +30°
Mesa del Paciente	
Capacidad de carga	205 kg (451 lbs)
Movimiento longitudinal	0-1570 mm
Rango escaneable	0-1570 mm
Velocidad horizontal	1-100 mm/seg
Rango de movimiento vertical	480-940 mm

Velocidad de movimiento vertical	9-19 mm/seg
Material del tablero	Fibra de carbono con pedales para liberación rápida del paciente
Generador	
Capacidad de salida	32 kW
Selecciones de kV	60, 70, 80, 100, 120, 140 kVp
Selecciones de mA	10-320 mA
Tubo de Rayos X	
Capacidad de almacenamiento del ánodo	3.5 MHU
Velocidad de enfriamiento máxima	742 kHU/min
Tamaño del punto focal	0.8 mm x 0.7 mm (pequeño), 1.4 mm x 1.2 mm (grande)
Detector	
Material del detector	Gadolinium Oxysulfide (GOS)
Tasa de transferencia del anillo deslizante	2.7 Gbps
Tasa de muestreo de datos	Hasta 2320 vistas/360°
Colimación de cortes	32x0.8 mm, 16x0.8 mm, 8x0.8 mm, 4x0.8 mm, 2x0.5 mm
Calidad de Imagen	
Resolución espacial	15 lp/cm @ 0 % MTF
Resolución de contraste bajo	2.0 mm @ 0.3 %
Modos de Escaneo	
Escaneo en espiral	Múltiples cortes continuos adquiridos simultáneamente con movimiento continuo de la mesa
Escaneo axial	Escaneo de múltiples cortes con hasta 32 cortes continuos adquiridos simultáneamente
Procesamiento de Imagen	
Reconstrucción de Cone Beam	Algoritmo ASTR para adquisición y

	reconstrucción de datos tridimensionales
Reconstrucción en tiempo real	Reconstrucción helicoidal en tiempo real
Software de Posprocesamiento	
Herramientas de análisis	Visualización MPR, MIP, MinIP, AIP, Segmentación de tejidos, Análisis de vasos, Volumen renderizado, Endoscopia virtual, etc.
Requisitos de energía	
Capacidad de energía	50 KVA
Voltaje de entrada	380/400 VAC
Variación de voltaje	±10 %
Frecuencia	50/60 Hz ± 1 Hz
Resistencia a tierra	≤4 Ω (tierra especializada), ≤1 Ω (sistema de puesta a tierra)
Requisitos ambientales	
Temperatura en sala de escaneo	18°C-24°C
Humedad en sala de escaneo	30 %-60 % (sin condensación)
Ruido de funcionamiento	Menos de 70 dB (ponderado A)

Nota: Construido por el hospital San Rafael (2023).

Selección de proveedor

La selección del proveedor adecuado es un paso crucial en el proceso de adquisición de un equipo de Tomografía Computarizada (TC). Este proceso no solo debe basarse en el costo del equipo, sino también en una evaluación exhaustiva de la calidad del producto, el soporte técnico, la garantía ofrecida y la capacidad de entrega dentro de los plazos requeridos. En este proyecto se evaluaron tres proveedores: RAYXO S.A.S, INVERMÉDICA S.A.S, y ALFAMÉDICAS. A continuación, se detallan los criterios clave utilizados para la selección del proveedor y el análisis comparativo de las ofertas presentadas.

Para asegurar que la decisión de selección del proveedor sea la más adecuada según las necesidades del proyecto, se consideraron los siguientes criterios:

- *Calidad del equipo.* Este aspecto se midió en términos del número de cortes que ofrece cada equipo, lo que influye directamente en la precisión y velocidad del diagnóstico.
- *Costo del equipo.* El precio es un factor decisivo, pero debe ser ponderado junto con otros factores, como el soporte y la garantía.
- *Garantía y soporte técnico.* Un soporte técnico sólido y una garantía prolongada son esenciales para asegurar la continuidad operativa del equipo.
- *Tiempo de entrega.* La rapidez en la entrega del equipo es crucial para cumplir con los plazos del proyecto y minimizar el tiempo de inactividad.
- *Reputación del proveedor.* La experiencia y la fiabilidad del proveedor en el mercado también se consideraron, basándonos en su historial y la satisfacción de clientes anteriores.

Evaluación detallada

- RAYXO S.A.S. Ofrece el equipo Neuviz Ace 32 de Neusoft, el cual cuenta con 32 cortes. Este proveedor se destaca por ofrecer el precio más bajo entre las opciones y la garantía más extensa (24 meses), lo que asegura un soporte continuo por un periodo prolongado. Además, aunque su tiempo de entrega no es el más rápido, se compromete a entregar el equipo en 15 días hábiles. Esto lo convierte en una opción atractiva tanto en términos de costo como de soporte.
- INVERMÉDICA S.A.S. Presenta el equipo Supria Plus de Fujifilm, que ofrece un número de cortes menor con posibilidad de incrementar vía *software* (16/32). Sin embargo, el precio es el más alto entre las opciones, y la garantía es de solo 12 meses. Además, el tiempo de entrega es considerablemente más largo, oscilando entre 60 y 120 días, lo que podría retrasar la implementación del proyecto.
- ALFAMÉDICAS. Propone el equipo Siemens Somatom go de Siemens, que también ofrece 32 cortes. Aunque el precio es competitivo y el tiempo de entrega es el más rápido (20 días calendario), la garantía de 12 meses es inferior a la de RAYXO S.A.S.

Cronograma adquisición tomógrafo

Tabla 22. Cronograma de ejecución

Cronograma: Adquisición de un tomógrafo para el Hospital Departamental San Rafael ESE de Zarzal			
	Mes 1	Mes 2	Mes 3
Actividades			
Adquisición de equipo para tomografía axial computarizada			
Instalación de equipo			
Capacitación y entrenamiento			

Nota. Tomado de documento técnico Hospital San Rafael (2024).

Presupuesto

Tabla 23. Valor total del equipo

Adquisición del Tomógrafo Hospital San Rafael			
Equipo de tomografía de 32 cortes, modelo Nevius Ace 32	Marca	Neusoft Medical Systems	\$ 1.479.831.818
Valor total del equipo			\$ 1.479.831.818

Nota. Tomado de Hospital San Rafael (2024).

REQUERIMIENTOS LEGALES Y AMBIENTALES

La adquisición del tomógrafo para el Hospital San Rafael requiere del cumplimiento de requerimientos legales, sanitarios y ambientales, que deben estar actualizados constantemente para asegurar el funcionamiento del equipo, mantener la seguridad de los pacientes, proteger el personal encargado de la operación del equipo y cumplir con estándares que minimicen los impactos ambientales que se puedan ocasionar. En la tabla 24 se especifican dichos requerimientos según la normatividad colombiana.

Tabla 24. Requerimientos legales y ambientales

Normatividad	Responsable
Reglamento técnico de equipos de Rayos X de Diagnóstico médico (RETIE-RX)	Ministerio de Salud y Protección Social
Resolución 482 de 2018 Requisitos para la instalación y operación de equipos generadores de radiaciones ionizantes	Ministerio de Salud y Protección Social
Resolución 0567 de 2016 Establece los requisitos para el funcionamiento de servicios de imágenes diagnósticas como la tomografía computarizada.	Ministerio de Salud y Protección Social
Protocolo ARCAL XLIX- Control de calidad en radiodiagnósticos. Este proporciona las directrices para el control de la calidad de las imágenes y las dosis de radiación adecuada para la seguridad del paciente	Organismo Internacional de Energía Atómica
Autorización sanitaria de la Secretaría Departamental del Valle del Cauca, para la ejecución del servicio	Secretaría Departamental del Valle del Cauca
Resolución 2003 de 2014. Establece las condiciones y procedimientos para la inspección y habilitación de los prestadores de servicio de salud (Sistema Único de Habilitación)	Ministerio de salud y Protección Social
Resolución 1164 de 2002, Manual de procedimientos para la Gestión Integral de residuos Hospitalarios y Similares	[ANLA] Autoridad Nacional de Licencias Ambientales Ministerio de Salud Ministerio del Medio Ambiente
Resolución 9031 de 1990	Ministerio de salud y Protección Social

Establece los criterios para licenciar los equipos de rayos X	
Resolución 3100 de 2019 Inscripción vigente en el [REPS], Registro Especial de Prestadores de Servicios de Salud, para la habilitación del servicio de imágenes diagnósticas	Ministerio de salud y Protección Social
Resolución 1804 de 2004, Plan Único de Cuentas para entidades promotoras de salud	Superintendencia Nacional de Salud
Circular 29 de 2018 Aporta las orientaciones para los programas de certificación y capacitación para el personal que opera equipos de radiación ionizante	Ministerio de salud y Protección Social

Nota. Elaboración propia.

La instalación de un tomógrafo en Colombia debe cumplir con lo establecido en el Reglamento técnico de la Instalaciones eléctricas (RETIE) la cuales se encuentran especificadas en el libro 2 y en el libro 3 de la resolución 40117 de 02 de abril de 2024, la cual expresa:

En primera instancia según el Ministerio de Minas y Energía de Colombia (2024) se deben cumplir las normas técnicas internacionales de la Comisión Electromagnética Internacional las cuales determinan:

IEC 60601-1: Requisitos generales para seguridad básica y el Funcionamiento Esencial, en la cual se tiene en cuenta seguridad durante el uso clínico, estabilidad térmica y riesgo de incendio, protección contra descargas eléctricas y resistencia mecánica del equipo.

IEC 60601-1-2: Compatibilidad electromagnética: Se atienden los límites de emisión e inmunidad electromagnética, con el fin de que el tomógrafo con interfiera con otros dispositivos médicos o sistemas eléctricos cercanos, además que afecte fuentes externas por la interferencia electromagnética por ejemplo celulares o radios.

IEC 60601-2-44: Requisitos particulares para la Tomografía computarizadas: se especifican factores como la precisión de la imagen, el control de radiación emitida para los pacientes, la protección radiológica y los sistemas de enfriamiento, además se completamente con IEC 62366 que se refiere a la usabilidad de los equipos médicos en razón de establecer los principios necesarios para diseñar el uso seguro y facilitar la redacción de errores humanos.

En segunda instancia, se expresa las instalaciones eléctricas seguras que deben incluir:

- Cálculo de la carga eléctrica.

- Circuitos independientes.
- Estabilidad del voltaje y frecuencia.
- Planos eléctricos detallados.

Adicional a ello, se requiere la protección contra contactos eléctrico y fallas que, según el RETIE, deben tener:

- Protección diferencial para detectar fugas a tierra.
- Disyuntores termomagnéticos para proteger el equipo de sobrecargas o cortocircuitos.
- Sistema de puesta a tierra el cual debe incluir una barra de tierra equipotencial para la protección del paciente y operador.

El RETIE también especifica la compatibilidad electromagnética que se refiere a dos puntos esenciales y también hace la salvedad que el proveedor debe incorporar las demás instalaciones que sean necesarias según el tipo de equipo.

- Uso de cables apantallados.
- Los cables de potencial y los cables de datos deben ir separados.

En cuanto a la responsabilidad del hospital, el RETIE especifica que este debe asegurar la verificación por parte de un Organismo de Inspección Acreditado, además de contratar personal certificado y mantener los registros de planos, las certificaciones de inspección, la memoria de cálculo y los manuales técnicos completamente actualizados según las variaciones de la norma. Por último, debe garantizar que el tomógrafo esté conectado a una fuente de energía (UPS o planta eléctrica).

En el caso de Colombia, el cumplimiento de estos reglamentos es obligatorio, dado que el INVIMA exige que todo equipo de uso médico debe cumplir no solo con los registros sanitarios, sino con los parámetros de protección de la vida humano, teniendo en cuenta que este equipo tiene un alta tensión y radiación que puede colocar en riesgo la salud de los pacientes y operadores, por lo cual se debe mostrar que el Hospital cumple con los estándares de seguridad y desempeño.

Resolución 482 de 2018

El Ministerio de Salud y Protección Social (2018) establece los requisitos para la instalación y operación de equipos generadores de radiaciones ionizantes, lo cual implica que el hospital tenga

una licencia de práctica médica para la operación del tomógrafo, además de incluir los siguientes parámetros:

- Programa de protección radiológica.
- Programa de tecnovigilancia.
- Resultados de pruebas iniciales.
- Certificado de existencia y representación legal del hospital.
- Documento de identificación y diploma Oficial de Protección Radiológica.
- Certificado de calibración.
- Programa de control de calidad (pruebas periódicas, verificación de parámetros dosis de radiación, calidad de la imagen, seguridad del equipo).
- Protección radiológica (señalización, uso de equipos de protección radiológica).
- Registros de formación y capacitación.
- Licencia de práctica médica vigente.
- Informe de incidentes con la operación del equipo.
- Registros de mantenimiento.

Circular 29 de 2018

A través del Ministerio de Salud y Protección Social (2018) aporta las orientaciones para los programas de certificación y capacitación del personal que opera equipos de radiación ionizante como los tomógrafos, y se sustenta en la Resolución 482 de 2018, incluyendo:

- Control de calidad y protección radiológica, a través de evaluaciones de terceros que cuenten la certificación del Ministerio de salud.
- Contar con un director técnico que tenga formación en física médica, ingeniería biomédica, profesional en protección radiológica o médico especialista en radiología.
- Mantener actualizados los registros de control de calidad, incluyendo fechas y acciones implementadas para asegurar el funcionamiento del equipo.
- Plan de protección radiológica actualizado, en el que se especifique protocolo de operación segura, gestión de residuos, manejo de emergencias y mantenimiento del equipo.

Resolución 0567 de 2016

El Ministerio de Salud y Protección Social (2016) establece los requisitos para la habilitación de servicios de salud que utilizan equipos de radiación ionizante dentro de los cuales el Hospital San Rafael debe tener en cuenta:

- Formación académica verificable del talento humano (tecnólogo o profesional).
- Acreditación y capacitación del personal en protección radiológica.
- El personal debe estar inscrito en el Registro Único Nacional del Talento Humano en Salud.
- En relación con la infraestructura debe contar con señalización, blindaje estructural y control del acceso para el personal.
- Con respecto al equipamiento se debe contar con dosímetros para el control de exposición a la radiación, además de tener un sistema de respaldo eléctrico que asegure el funcionamiento constante del equipo.
- Programa para la gestión de residuos radiactivos.

Protocolo ARCAL XLIX - Control de calidad en radiodiagnósticos

El ARCAL/OIEA (2001) proporciona las directrices para el control de la calidad de las imágenes y las dosis de radiación adecuada para la seguridad del paciente, y expresa los siguientes requisitos:

- Pruebas de aceptación en la instalación, en modificaciones significativas y después de mantenimiento del equipo.
- Pruebas periódicas para asegurar el funcionamiento del equipo con los parámetros establecidos.
- Verificación constante del voltaje.
- Capa hemirreductora.
- Verificación de la homogeneidad de la imagen en el campo de visión.
- Verificar la capacidad del tomógrafo en la distinción de detalles pequeños y diferencias de densidad.
- Informes de acciones correctivas.
- Actualización constante del programa de control de calidad para el tomógrafo.

Autorización sanitaria de la Secretaría Departamental del Valle del Cauca

Para la puesta en marcha del servicio de tomografía en el Hospital San Rafael es indispensable contar con la autorización sanitaria por parte de la Unidad Ejecutora de Saneamiento de Valle del Cauca (UESVALLE), que en este caso es la Secretaría Departamental de salud del Valle del Cauca (2022), la cual exige:

- Licencia de funcionamiento del hospital.
- Estudio de blindaje.
- Programa de protección radiológica.
- Designación de Protección Radiológica.
- Certificados de calibración y mantenimiento.
- Programa de garantía de calidad.

Adicional a ello, se debe tener en cuenta que el trámite de la licencia debe contar con las estampillas que para el 2025 tienen un costo de:

- Estampilla PRO-Salud: \$711.800.
- Estampilla PRO-Univalle: 28.500.
- Total \$740.300.

Resolución 2003 de 2014

El Ministerio de Salud y Protección Social (2014) detalla las áreas necesarias para la operación segura del equipo, además establece las licencias vigentes y los manuales de radioprotección, incluyendo:

- Inscripción del hospital a l Registro Especial de Prestadores de Servicios de Salud (REPS), especificando el servicio de tomografía.
- Diligenciar el formulario de la Dirección Territorial de Salud con los requisitos vigentes.
- Antes de la inscripción al REPS y diligenciar el formulario debe verificar los estándares de habilitación del servicio, teniendo en cuenta; talento humano, infraestructura, dotación, medicamento, dispositivos médicos e insumos aprobados por el INVIMA.

- En relación con la renovación o actualización del servicio, debe hacerse anual teniendo en cuenta que la Dirección Territorial de Salud y la Superintendencia de Salud pueden realizar visitas de verificación para garantizar el cumplimiento de los estándares exigidos.

Resolución 1164 de 2002

El Ministerio de Salud y el Ministerio del Medio Ambiente (2002) proponen el *Manual de Procedimientos para la Gestión Integral de residuos Hospitalarios y Similares*, el cual especifica que para los servicios de tomografía se debe tener en cuenta:

- Programa de identificación y clasificación de los residuos (peligrosos y no peligrosos).
- Plan de Gestión Integral de Residuos Hospitalarios, contemplando la gestión interna y externa.
- Informes semestrales de la implementación de procedimientos específicos para el manejo seguro de residuos químicos y radioactivos.
- Registro y reporte de tipos de residuos, procedimientos de manejo, cantidades generadas.
- Capacitación del personal en normativas vigentes y protocolos institucionales, medidas de bioseguridad y prevención del riesgo, procedimientos de segregación y manejo seguro de residuos.
- La infraestructura debe contar con equipos y contenedores especializados, sistema de señalización y rotulación clara con el contenido y los riesgos asociados, además áreas adecuadas para el almacenamiento temporal de los residuos.
- Plan de contingencia en caso de derrames y exposiciones.

Resolución 3100 de 2019

El Ministerio de Salud y Protección Social (2019) contempla el *Manual de Inscripción de Prestadores y Habilitación de Servicios de Salud*, donde se tiene en cuenta el Registro Especial de Prestadores de Servicios de Salud para la habilitación del servicio de imágenes diagnósticas incluyendo:

- Diligenciar el formulario especificando los servicios, la complejidad y la modalidad.
- Radicar el formulario ante la Secretaría Departamental de salud del Valle del Cauca.
- Certificado de existencia y representación legal no mayor a 30 días.
- Autoevaluación de las condiciones de autoevaluación (condiciones administrativas, tecnológicas, científicas, técnicas).
- Certificados de suficiencia financiera.
- Procesos, procedimientos y protocolos de uso, funcionamiento y mantenimiento del equipo.

Resolución 1804 de 2004

El Plan Único de Cuentas para entidades promotoras de salud presenta factores significativos en términos de registro contable y financiero del servicio, y se tiene en cuenta, según la Superintendencia Nacional de Salud (2004), los siguientes aspectos:

- Clasificación contable de los servicios de tomografía para facilitar la auditoría y supervisión del uso del equipo.
- Registros de ingresos y gastos asociados (mantenimiento, capacitación, insumos, talento humano).
- Facturación con códigos CUPS para facilitar la conciliación de cuentas de la interoperatividad.
- Reportes financieros y de supervisión para la Superintendencia Nacional de Salud.
- Auditorías internas de la aplicación de códigos CUPS y cuentas PUC, teniendo en cuenta las actualizaciones y modificaciones de la norma.
- Revisión y actualización contable, además de la capacitación del personal encargado de la facturación por ser una nueva unidad de negocio.

ESTUDIO ADMINISTRATIVO

Generalidades administrativas

El Hospital Departamental San Rafael de Zarzal Empresa Social del Estado, es una institución prestadora de servicios de salud de Nivel II de atención, del orden departamental perteneciente al subsector del Sistema Nacional de Salud, prestador de servicios en los procesos de promoción, fomento, prevención, diagnóstico, control, tratamiento y rehabilitación en la baja y mediana complejidad de atención en salud y es centro de referencia para los municipios del distrito No. 07 del departamento del Valle del Cauca.

Históricamente y cerca del año 1946, con el aumento de la población en la región surgió la idea y la necesidad de mejorar la calidad y cantidad de atención en salud que se estaba prestando en el entonces puesto de salud, así es como en 1946 se empieza a moldear la posibilidad que el municipio de Zarzal tuviese su propio Hospital. En el año 1947 es realizado el primer acuerdo que autoriza la propuesta de la creación del Hospital, es así como la comunidad se une y conforma la Junta Pre-Hospital mediante Acuerdo No. 006 de 1947, emanado del Honorable Concejo Municipal, con aportes oficiales y donaciones particulares.

En el año 1957 se funda el Hospital San Rafael con el firme propósito de brindarle a la comunidad servicios de salud con acciones integrales. Desde entonces la institución ha buscado aumentar su cobertura en atención médica general y especializada, en todo lo relacionado con la prestación de servicios contribuyendo al mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad zarzaleña y municipios que están dentro de su área de influencia.

Posteriormente en cumplimiento de la Ley 100 de 1993, la honorable Asamblea Departamental del Valle del Cauca, expidió la Ordenanza No. 076 del 30 de diciembre de 1996, por medio del cual se crea la Empresa Social del Estado Hospital departamental “San Rafael” del municipio de Zarzal como una Entidad Pública de orden Departamental.

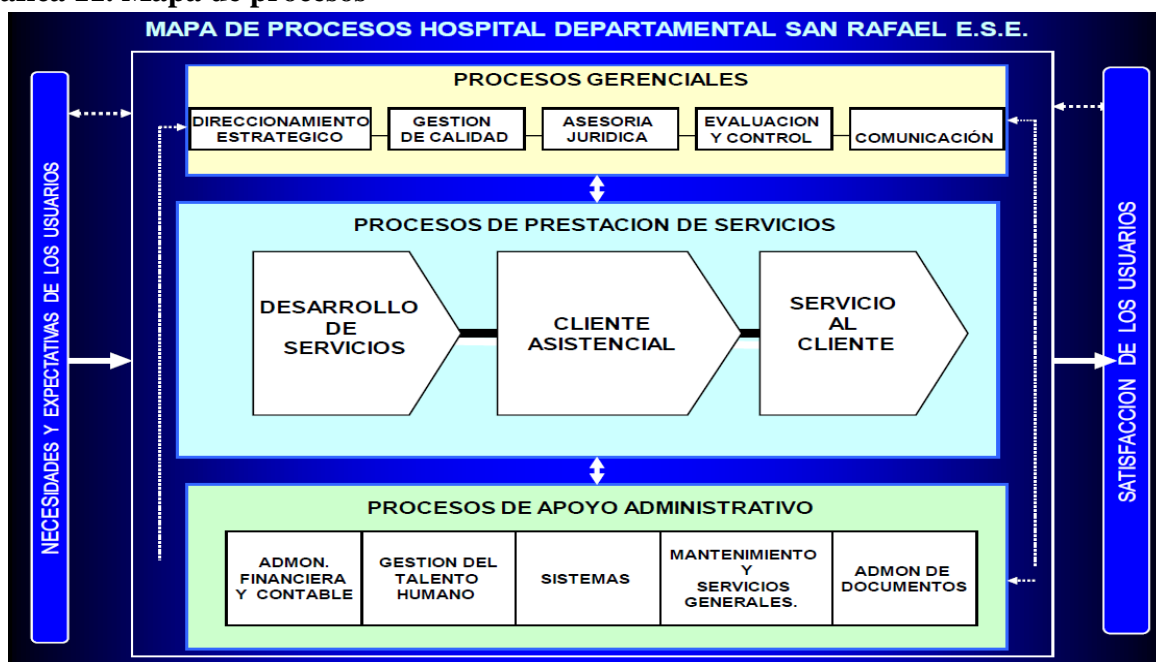
A partir del año 2020 y a pesar de la pandemia que sufrió el mundo el Hospital San Rafael comenzó a vivir una transformación conjunta que lo lleva a tener el posicionamiento que tiene hoy, siendo las áreas más notorias infraestructura y la financiera; en infraestructura durante el periodo gerencial 2020-2024 se realizaron obras como la Urgencias nueva, El área de promoción y mantenimiento de la salud, el parque exterior fue totalmente remodelado, adecuación de laboratorio, algunos cuartos de hospitalización, servicios

generales, entre otras zonas, en el ámbito financiero el Hospital San Rafael pasó de ser un hospital financieramente no viable a ser un hospital de riesgo muy bajo con sus obligaciones a corto, mediano y largo plazo cubiertas hasta la fecha.

El Hospital San Rafael de Zarzal, es una Empresa Social del Estado con categoría especial de entidad pública descentralizada del orden departamental, dotada de personería jurídica, autonomía administrativa y patrimonio propio y como Institución Prestadora de Salud de Segundo Nivel de Atención que brinda servicios de baja y mediana complejidad. Está ubicado en la calle 5 No 6-32, Barrio San Rafael, del municipio de Zarzal, Valle del Cauca y su mapa de procesos se puede apreciar en la gráfica 11.

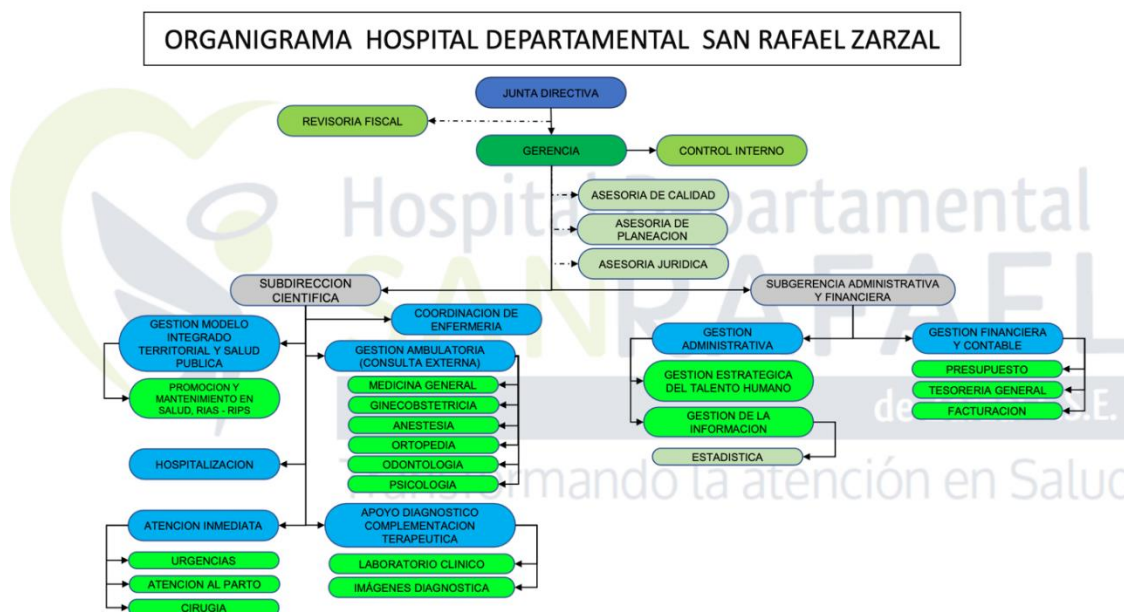
Mapa de procesos

Gráfica 11. Mapa de procesos



Nota. Tomado de página web del Hospital San Rafael el Zarzal (2025).

Gráfica 12. Organigrama del Hospital San Rafael



Nota. Tomado de página web del hospital San Rafael el Zarzal (2025).

Como se evidencia en el organigrama presentado en la gráfica 12, la nueva unidad de negocio dispuesta para la adquisición del tomógrafo se encuentra ubicada en la subdirección científica en el área de los apoyos diagnósticos.

Planta de cargos

Como se ha venido mostrando a lo largo de este análisis de prefactibilidad, cada uno de los estudios hace un aporte significativo para lograr el éxito del proyecto. Es por esto que, a continuación, se presenta la tabla 25, donde se describen los cargos, las funciones y las responsabilidades del equipo humano que posibilitarían el funcionamiento del tomógrafo, siendo esto un punto de vital importancia para garantizar el cumplimiento de los objetivos planteados.

Tabla 25. Planta de cargos

Cargo	Funciones	Responsabilidades
Tecnólogo Radiólogo	<ul style="list-style-type: none">● Recibir las solicitudes de estudios de tomografía.● Operar el tomógrafo.● Garantizar la calidad de las imágenes.● Mantener la seguridad radiológica de los pacientes.	<ul style="list-style-type: none">● Asistir al médico radiólogo en la interpretación de imágenes.● Asegurarse del correcto estado y funcionamiento del equipo.● Seguir los protocolos de protección radiológica.● Registrar y archivar los resultados.
Auxiliar de Enfermería	<ul style="list-style-type: none">● Asistir y preparar al paciente según el tipo de tomografía.● Ayudar al paciente en la ubicación y posición correcta en el tomógrafo.● Vigilar el correcto estado de la salud del paciente durante la tomografía (signos vitales).	<ul style="list-style-type: none">● Brindar apoyo emocional e información básica en caso de crisis del paciente.● Cumplir con los protocolos de bioseguridad.● Registrar el procedimiento en la historia clínica del paciente.
Enfermera Jefe	<ul style="list-style-type: none">● Asegurar el cumplimiento de los protocolos con el paciente y el uso del equipo.● Liderar los procesos con pacientes que requieren tomografía.● Examinar condiciones clínicas previas de los pacientes.● Coordinar la respuesta eficiente en caso de eventos negativos en medio de la tomografía.	<ul style="list-style-type: none">● Capacitar y coordinar el personal a cargo.● Tramitar insumos y medicamentos que se requieran para la prestación del servicio.

Nota. Elaboración propia.

VIABILIDAD FINANCIERA

De acuerdo con el estudio financiero desarrollado mediante la herramienta de Excel (ver anexo 1. Estudio financiero), es importante resaltar los siguientes aspectos.

Indicadores del proyecto

En primera instancia, se hace un análisis general del proyecto, en el cual se comparan tres cotizaciones de proveedores distintos teniendo en cuenta características y valor del equipo. Según los indicadores del proyecto (ver tabla 26), la alternativa más viable y óptima en términos técnicos y financieros es la 2, dado que tiene un mayor VPN, lo que indica más valor generado para el hospital. En relación al TIR, es considerablemente superior a la tasa de descuento del 9 %, evidenciando una alta rentabilidad. Finalmente, el CAUE es igual a las otras alternativas, haciéndola más atractiva sin implicar un mayor costo anual.

Tabla 26. Indicadores del proyecto

Indicador	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
TASA SOCIAL DE DESCUENTO	9,00 %	9,00 %	9,00 %
VPN	\$ 28.998.837.178,14	\$ 29.460.286.085,14	\$ 28.961.797.903,14
TIR	47,85 %	55,73 %	47,36 %
CAUE	\$ 1.001.698.292,30	\$ 1.001.698.292,30	\$ 1.001.698.292,30
RBC	4,41	4,41	4,41
PRI	Menos De 5 Años	Menos De 4 Años	Menos De 5 Años
TIR REAL	40,81 %	48,31 %	40,34 %

Nota. Elaboración propia.

De acuerdo con lo presentado en la tabla 26, al ser un proyecto público de un hospital, la tasa social de descuento es del 9 %, dado que el Departamento Nacional de Planeación, a través de la Resolución 1092 de 2022, la dispone como el costo de oportunidad social de los recursos públicos invertidos, posibilitando que los beneficios futuros del proyecto sean abordados no solo desde lo financiero sino también desde la perspectiva de bienestar colectivo.

En lo que respecta al flujo de caja, se tiene en cuenta que el financiamiento del proyecto para la adquisición del tomógrafo se hará por parte de la Gobernación del Valle del Cauca, por lo

que no se tendrán gastos financieros asociados a intereses por deudas o comisiones financieras. Además, el Hospital San Rafael es una Empresa Social del Estado, por ende, no contempla el pago de impuestos, esto según la Ley 14 de 1983 o también llamada Ley de Régimen Municipal, la cual, en el artículo 39, resalta que los hospitales no están sometidos a impuesto de Industria y Comercio (ICA), por ser establecimientos públicos de orden municipal que desarrollan actividades y prestan servicios bajo las estructuras misionales de la Nación.

También se destaca que, según el artículo 424 del Estatuto Tributario, la adquisición de equipos médicos para las Empresas Sociales de Estado está excluida de IVA. Ya que los tomógrafos son equipos especializados para diagnósticos de salud, se justifica la no aplicación del impuesto a esta operación.

En este mismo orden, el artículo 22 del Estatuto Tributario Colombiano dispone que las entidades del Estado no contribuyen con el impuesto de renta, dado que son de carácter público y sin ánimo de lucro. Es decir, que, según la DIAN, la adquisición del tomógrafo para el Hospital San Rafael no declara renta, ya que se trata de una inversión en activos fijos con recursos públicos de orden departamental.

En lo que respecta al impuesto del 4x1000 (Gravamen a los Movimientos Financieros), el Hospital San Rafael de Zarzal, según el artículo 879 del Estatuto Tributario de Colombia, también se encuentra exento por ser una Empresa Social del Estado, que en este caso recibe una transferencia con destinación específica de inversión pública en salud por parte de la Gobernación del departamento.

La depreciación del tomógrafo

La depreciación se estimó de manera anual y mensual, teniendo en cuenta que al ser equipo médico y científico se aborda en un horizonte de 20 años bajo el método de línea recta y no requiere ajuste a la inflación porque el Hospital es una Empresa Social del Estado que se ajusta al régimen contable público que desde la expedición de la Ley 1111 de 2006 en Colombia se eliminó el ajuste por inflación de los activos. No obstante, es importante resaltar que la inflación puede afectar otros rubros como el costo operativo o los ingresos, más no el valor contable del activo.

Tabla 27. Depreciación del tomógrafo

Depreciaciones			
Alternativa	1	2	3
Valor equipo	\$ 1.941.280.725,00	\$ 1.479.831.818,00	\$ 1.978.320.000,00
Vida útil	20	20	20
Anual	\$ 97.064.036,25	\$ 73.991.590,90	\$ 98.916.000,00
Mensual	\$ 8.088.669,69	\$ 6.165.965,91	\$ 8.243.000,00

Nota. Elaboración propia.

En esta misma medida, según el *Manual de políticas contables del Hospital Departamental San Rafael* (2018), la depreciación de los activos se considera así:

- La utilización prevista del activo. El uso se evalúa por referencia a la capacidad o al producto físico que se espere de este (p. 19).
- El desgaste físico esperado, que dependerá de factores operativos tales como el número de turnos de trabajo en los que se utilizará el activo, el programa de reparaciones y mantenimiento, y el grado de cuidado y conservación mientras el activo no está siendo utilizado (p. 19).
- La obsolescencia técnica o comercial procedente de los cambios o mejoras en la producción, o de los cambios en la demanda del mercado de los productos o servicios que se obtienen con el activo (p. 19).

La estructura de los ingresos OP

Adicionalmente, la estructura de los ingresos OP (ver tabla 28) destaca que el volumen de servicios que prestará el tomógrafo aumentará de manera progresiva con una capacidad instalada constante de 8736 exámenes anuales. Con respecto al crecimiento de la ocupación, esta inicia en 17,86 % y en el año 19 y 20 llega al 100 %, dando lugar a un aumento paulatino del valor mensual que va desde \$681 millones hasta superar los \$1.615 millones. Desde este punto de vista, se puede decir que los ingresos acumulados al año 20 alcanzan \$195.741.637.728 y un promedio mensual final de \$1.600 millones. Esta proyección permite dimensionar los flujos de los ingresos del proyecto, demostrando la viabilidad financiera.

Tabla 28. Estructura de ingresos OP

Rubro	Cantidad capacidad instalada	Cantidad exámenes tomados	% de ocupación	Valor mensual	Total
# Exámenes año 1	8736	1560	17,86 %	\$ 681.219,00	\$ 5.951.129.184,00
# Exámenes año 2	8736	1702	19,48 %	\$ 716.914,00	\$ 6.262.960.704,00
# Exámenes año 3	8736	1931	22,10 %	\$ 754.481,00	\$ 6.591.146.016,00
# Exámenes año 4	8736	2192	25,09 %	\$ 794.015,00	\$ 6.936.515.040,00
# Exámenes año 5	8736	2488	28,48 %	\$ 835.622,00	\$ 7.299.993.792,00
# Exámenes año 6	8736	2824	32,33 %	\$ 879.408,00	\$ 7.682.508.288,00
# Exámenes año 7	8736	3205	36,69 %	\$ 925.489,00	\$ 8.085.071.904,00
# Exámenes año 8	8736	3638	41,64 %	\$ 973.985,00	\$ 8.508.732.960,00
# Exámenes año 9	8736	4129	47,26 %	\$ 1.025.022,00	\$ 8.954.592.192,00
# Exámenes año 10	8736	4687	53,65 %	\$ 1.078.733,00	\$ 9.423.811.488,00
# Exámenes año 11	8736	5149	58,94 %	\$ 1.132.444,00	\$ 9.893.030.784,00
# Exámenes año 12	8736	5642	64,58 %	\$ 1.186.155,00	\$ 10.362.250.080,00
# Exámenes año 13	8736	6136	70,24 %	\$ 1.239.866,00	\$ 10.831.469.376,00
# Exámenes año 14	8736	6630	75,89 %	\$ 1.293.577,00	\$ 11.300.688.672,00
# Exámenes año 15	8736	7123	81,54 %	\$ 1.347.288,00	\$ 11.769.907.968,00
# Exámenes año 16	8736	7617	87,19 %	\$ 1.400.999,00	\$ 12.239.127.264,00
# Exámenes año 17	8736	8111	92,85 %	\$ 1.454.710,00	\$ 12.708.346.560,00
# Exámenes año 18	8736	8604	98,49 %	\$ 1.508.421,00	\$ 13.177.565.856,00
# Exámenes año 19	8736	8736	100,00 %	\$ 1.562.132,00	\$ 13.646.785.152,00
# Exámenes año 20	8736	8736	100,00 %	\$ 1.615.843,00	\$ 14.116.004.448,00
Total					\$ 195.741.637.728,00

Nota. Elaboración propia.

La estructura de costos OP

También es pertinente mencionar la estructura de costos OP (ver tabla), en la cual, los costos operacionales se desarrollan con base en la inflación, y los salarios se promedian según los incrementos anuales que indica la legislación colombiana. Adicional a ello, como se mostró en la estructura de ingresos, estos exceden los costos bases de funcionamiento, por ende, la rentabilidad es positiva, es decir, los ingresos proyectados en 20 años son de \$195.741.637.728, mientras que los costos proyectados son de \$13.181.976.000, respaldando la viabilidad del proyecto.

Tabla 29. Estructura de costos OP

Ítem	Rubro	Cantidad	Valor Base	Factor prestacional	Valor mensual
Costos operacionales	Materia prima por tomografía promedio	130	\$75.000,00		\$ 9.750.000,00
	Mantenimiento	1	\$ 3.000.000,00		\$ 3.000.000,00
	Energía	1	\$ 22.149.000,00		\$ 22.149.000,00
	Papelería	1	\$ 45.000,00		\$ 45.000,00
	Total				
Salarios	Jefe enfermería	2	\$ 3.012.000,00	1,49	\$ 8.975.760,00
	Tecnólogo radiólogo	2	\$ 2.100.000,00	1,49	\$ 6.258.000,00
	Auxiliar de enfermería	2	\$ 1.593.000,00	1,49	\$ 4.747.140,00
	Total				
Total					\$ 54.924.900,00

Nota. Elaboración propia.

FACTORES DE RIESGO

El análisis de los riesgos constituye un componente esencial para desarrollar una adecuada planificación de los proyectos. Es por ello que, para la adquisición del tomógrafo para el Hospital San Rafael, este análisis posibilita anticipar posibles eventos que interrumpan el éxito de los resultados esperados y preparar medidas de mitigación que garanticen el cumplimiento de cada una de las fases proyectadas desde la planeación estratégica.

La comprensión sistémica de cada uno de los riesgos se convierte en una herramienta que ayuda a proteger los intereses de los diferentes actores y a garantizar el cumplimiento de los objetivos que se plantean en el corto, mediano y largo plazo; minimizando la exposición a factores críticos, a través de la alienación de mecanismos de seguimiento y control, que fortalecen la capacidad de respuesta ante cualquier evento que pueda interrumpir la generación de valor para el Hospital San Rafael; así como permitiendo el acceso oportuno de al servicio de diagnóstico por imagen por parte de los beneficiarios. En esta medida, en la tabla 30 se hace una exposición detallada de los riesgos, los efectos y las medidas de mitigación que plantea la matriz del DNP para adquisición del tomógrafo.

Tabla 30. Análisis de riesgos

Tipo de riesgo	Descripción del riesgo	Efectos	Medidas de mitigación
Administrativos	Retrasos en los procesos de adquisición debido a la falta de coordinación.	Retraso en la compra e instalación del tomógrafo, afectando el calendario del proyecto.	Establecer un cronograma detallado, asignar responsables claros y realizar seguimiento constante.
Operacionales	Fallas en la instalación del equipo.	Imposibilidad de poner en funcionamiento el tomógrafo, generando costos adicionales y retrasos en la operación.	Contratar a un proveedor con experiencia comprobada, realizar una supervisión exhaustiva durante la instalación y asegurar que el equipo de instalación esté bien capacitado y certificado.

De calendario	Prolongación de los tiempos de entrega e instalación del tomógrafo por parte del proveedor.	Retrasos en la operación del tomógrafo, afectando el inicio de los servicios.	Negociar plazos realistas con el proveedor y establecer cláusulas de penalización por demoras.
De costos	Incremento inesperado en los costos de adquisición del equipo.	Aumento en el presupuesto del proyecto, posible necesidad de realizar adiciones presupuestales o cancelación de otras iniciativas.	Realizar un presupuesto detallado con márgenes de contingencia y buscar fuentes alternativas de financiación.
Financieros	Falta de disponibilidad de fondos o retrasos en la obtención del financiamiento.	Paralización del proyecto no adquisición del tomógrafo y prolongación de la baja capacidad resolutive del hospital.	Gestionar el aseguramiento de los fondos disponibles para el proyecto.

Nota. Esta tabla se elaboró con datos del DNP (2024).

Adicional a estos riesgos que propone la Metodología General Ajustada desde el DNP, para efectos de esta tesis se han logrado identificar algunos otros que también son relevantes a la hora de evaluar la viabilidad del proyecto (ver anexo 2. Modelo Risk) dentro de los cuales se encuentran:

- Fallas de funcionamiento del equipo por defecto de fábrica.
- Retrasos en el pago por parte de las EPS.
- Inadecuada instalación o configuración del tomógrafo.
- Falta de infraestructura eléctrica o de refrigeración adecuada.
- Daños en el tubo de rayos X.
- Personal no capacitado para la operación.
- Aumento de los costos de mantenimiento o insumos.
- Retrasos en el flujo de caja para cubrir los costos.
- Retrasos contractuales en la entrega del tomógrafo.
- Problemas legales de registros, INVIMA, garantías, entre otros.
- Costos no contemplados en el contrato de adquisición.

- Pérdida de garantía por mal uso.
- Obsolescencia tecnológica.
- Incumplimiento del proveedor en soporte posventa.
- Corrupción o irregularidades en la contratación.
- Daños en la tarjeta electrónica.
- Problemas con el transporte y entrega del equipo.
- Ineficiencia en la programación de turnos para uso.
- Dificultad en el manejo de residuos generados por el tomógrafo.
- Competencia de otras clínicas.
- Fallas en la articulación con EPS para la cobertura del examen.
- Problemas en la conectividad para la transferencia de imágenes.
- Bajo número de remisiones desde otros hospitales.
- Accidentes durante la manipulación o instalación del equipo.
- Deficiencia en el blindaje de las salas (plomo, concreto, ventilación especial).
- Mal funcionamiento de los dosímetros para el personal.
- Incumplimiento en el protocolo de protección radiológica.
- Fallas en el sistema de alerta o monitoreo de niveles de radiación
- Fallas en el sistema de control del gantry.
- Errores o daños en el software de reconstrucción de imágenes.
- Fallos eléctricos por fluctuación en la red del hospital.
- Tiempo de inactividad por espera de repuestos o mantenimiento.
- Exposición accidental del personal o del paciente a la emisión ionizante.
- Daños en el tanque de alta tensión.

Como se evidencia en este listado, los riesgos se distribuyen entre técnicos y operativos, financieros, legales y regulatorios, además de riesgos humanos y de seguridad radiológica, lo cual, manifiesta la necesidad de un adecuado plan de gestión de riesgos que incluya un aseguramiento estratégico ante cualquier eventualidad o contingencia. Esto con el fin de velar por la viabilidad financiera del proyecto en el horizonte de los 20 años proyectados en este estudio. Para mayor profundidad de estos riesgos se empleó el Modelo Risk a través del cual, en las siguientes gráficas

se desarrolla un análisis en el que se puede medir la incertidumbre financiera y los riesgos operacionales que permiten tomar decisiones acordes a la viabilidad económica del proyecto.

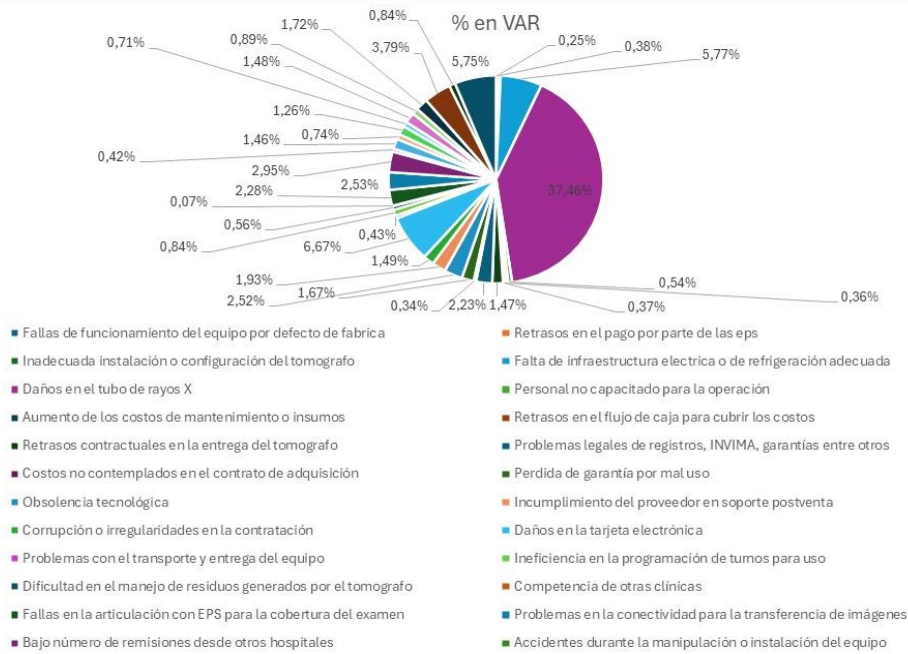
Para iniciar, se analiza el valor esperado de los riesgos (ver gráfica 13) y el porcentaje en VAR (gráfica 14), en ambas se expresa el impacto del daño en el tubo de rayo X, en el valor se presenta un promedio de 840 millones lo que equivale al 37,46 % del proyecto. Adicional a ello, se debe tener especial atención y control sobre las fallas de fábrica y la instalación incorrecta, que también implican pérdidas extremas para el proyecto.

Gráfica 13. Valor esperado de los riesgos



Nota. Elaboración propia.

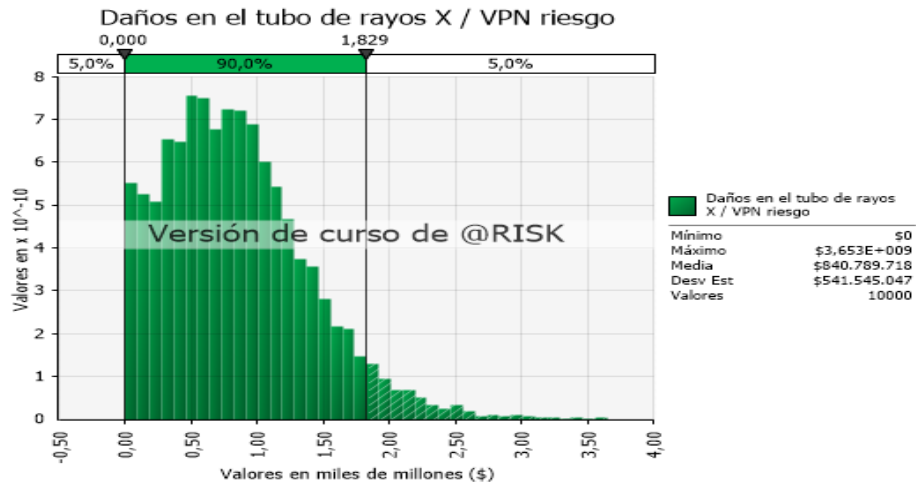
Gráfica 14. Porcentaje en VAR



Nota. Elaboración propia.

Se analiza el riesgo de daños en el tubo de rayos X, el cual, es el más probable que ocurra y a su vez el que genera mayores implicaciones en términos financieros. Como se evidencia, el 5 % de los resultados está por debajo de \$0, es decir, esto indica un riesgo de pérdida o un retorno nulo en términos económicos ante diversos escenarios. En otras palabras, esta gráfica muestra una alta incertidumbre y un riesgo financiero por la alta desviación estándar y la forma de distribución, indicando, a su vez, que la acumulación de valores en el lado izquierdo concentra rangos bajo del VPN. Como estrategia de mitigación se propone la incorporación de fondos de contingencias o seguros que atiendan los posibles daños.

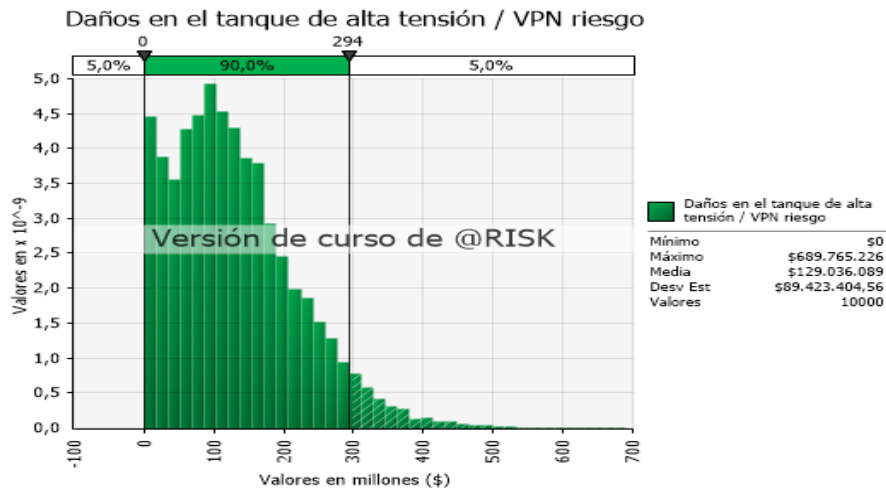
Gráfica 15. Daños en el tubo de rayos X



Nota. Elaboración propia

También se resaltan los daños en el tanque de alta tensión, la gráfica 14, muestra que este riesgo es considerable, sin embargo, el VPN sustenta que, pese a los daños, el proyecto sigue siendo rentable, sin dejar de lado que es una variable que se debe controlar y monitorear de manera estricta y constante, con el fin de que la desviación estándar no afecte la viabilidad y factibilidad del proyecto. Como estrategia de mitigación se propone los mantenimientos preventivos que aseguren el buen estado del equipo.

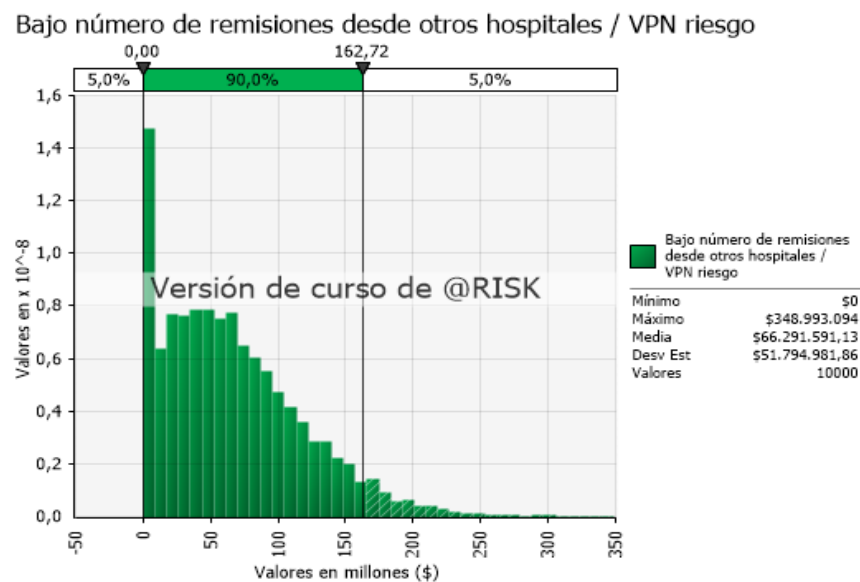
Gráfica 16. Daños en el tanque de alta tensión



Nota. Elaboración propia.

Con respecto al riesgo de bajo número de remisiones desde otros hospitales, se puede inferir que el VPN promedio representa una rentabilidad notablemente menor frente a otros riesgos, lo cual demuestra que la falta de remisiones en relación con la desviación estándar es de casi 80 %, indicando que, en el peor de los escenarios, si esto ocurre, el proyecto no tendría retorno económico. Como estrategia de mitigación se proponen alianzas entre diversas entidades prestadoras de salud que garanticen mes a mes la cantidad de remisiones que sostengan el proyecto en el largo plazo.

Gráfica 17. Bajo número de remisiones desde otros hospitales

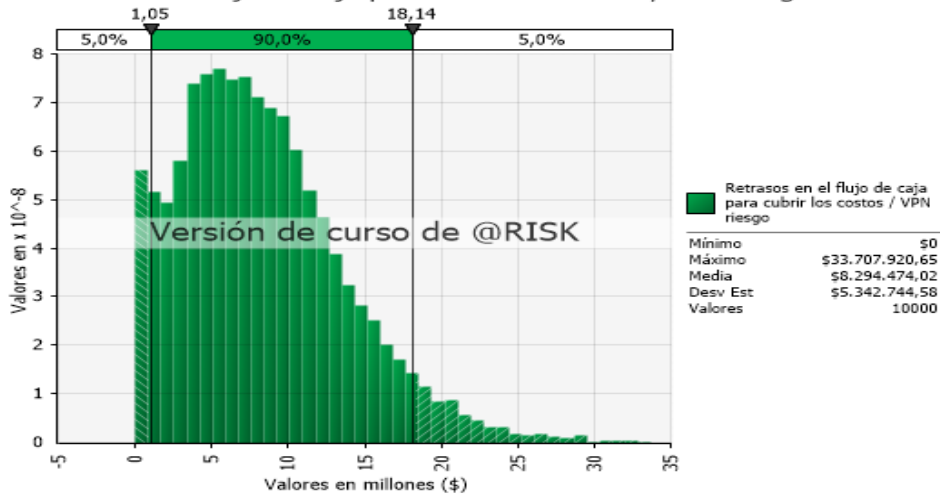


Nota. Elaboración propia.

Así mismo, se identifica el riesgo de retrasos en el flujo de caja, gráfica 16, representa pérdidas bajas o medias, dado que el impacto promedio del VPN no supera los 8.294.474 y la desviación estar comparada con otros riesgos es relativamente baja, lo que implica menos incertidumbre en el proyecto, no obstante, si este riesgo se presenta con alta frecuencia requiere de una liquidez robusta y un flujo de caja con líneas de contingencia que ayuden a mantener el proyecto con fluidez financiera.

Gráfica 18. Retrasos en el flujo de caja

Retrasos en el flujo de caja para cubrir los costos / VPN riesgo

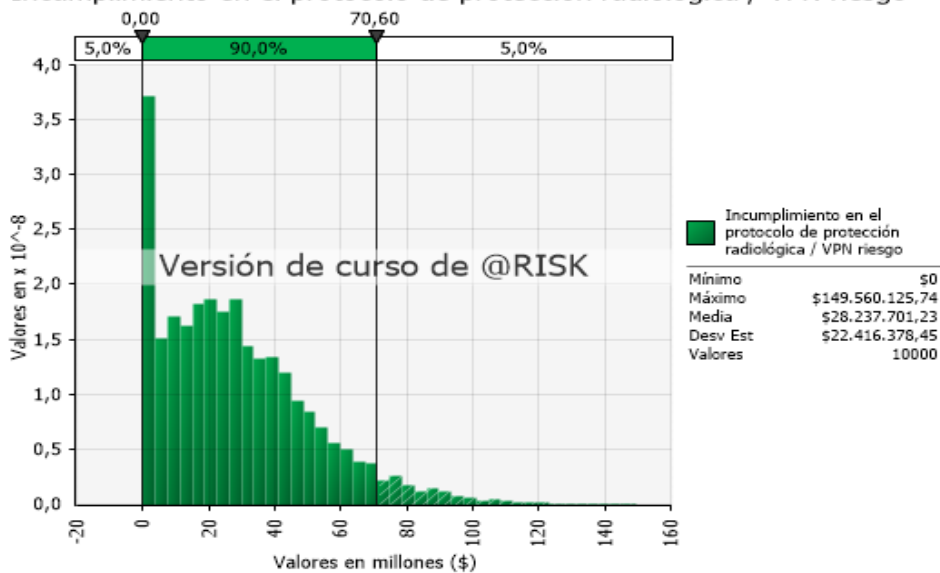


Nota. Elaboración propia.

Pasando a riesgo menos probables, se tiene el incumplimiento en el protocolo de protección radiológica, el cual muestra que las pérdidas altas son poco frecuentes, dado que se expresa una distribución asimétrica y un VPN de \$28,237.701, indicando que la materialización de este riesgo se puede evitar a través de enfoques preventivos como es la capacitación, la señalización, el uso de dosímetros entre otros.

Gráfica 19. Incumplimiento en el protocolo de protección radiológica

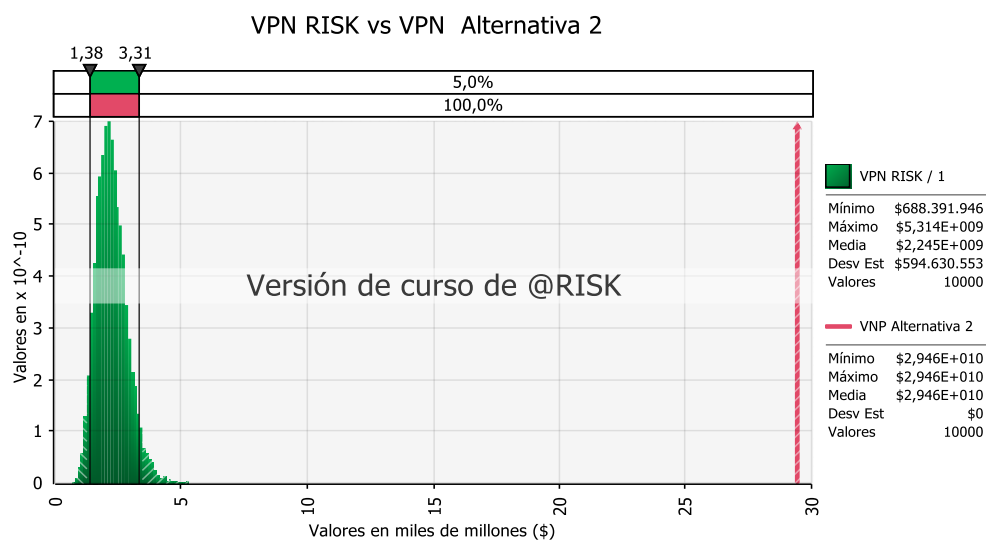
Incumplimiento en el protocolo de protección radiológica / VPN riesgo



Nota. Elaboración propia.

Conociendo el contexto de los riesgos de este estudio de prefactibilidad para la adquisición del tomógrafo en el Hospital San Rafael, es de vital importancia interpretar la relación entre los riesgos y el VPN. En esta se muestra que la agregación de todos los riesgos no supera el VPN, por lo tanto, se considera que es un proyecto proco riesgos con probabilidades significativamente altas del retorno de la inversión, en otras palabras, el VPN, no supera el valor probabilístico por ende el proyecto tiene una alta viabilidad técnica y financiera.

Gráfica 20. Riesgos vs. VPN



Nota. Elaboración propia.

CONCLUSIONES

Luego de conocer y analizar cada uno de los elementos del estudio de prefactibilidad, se han logrado detectar los factores de viabilidad y los riesgos que influirían de manera directa en la toma de decisiones para lograr la sostenibilidad del proyecto en el largo plazo. Este análisis proporciona información clave para dimensionar los recursos, anticipar posibles impactos o contingencias y, a su vez, generar estrategias de mitigación que disminuyan los riesgos. En esta medida, las conclusiones que se presentan a continuación sintetizan la justificación de la viabilidad técnica y financiera de la adquisición del tomógrafo para el Hospital San Rafael de Zarzal Valle del Cauca.

En primer lugar, el estudio sectorial demuestra la necesidad clínica que tiene la población del municipio de Zarzal, debido a la alta carga de enfermedades traumáticas, accidentes cardiovasculares y las lesiones por accidente de tránsito que exigen una atención rápida. El no contar con un equipo especializado en imágenes diagnósticas tiende a limitar la capacidad resolutive de la ESE, dejando en riesgo la vida de los pacientes por largos periodos de espera que implica acceder al servicio en otros municipios. Este estudio también demuestra que el proyecto puede lograr el fortalecimiento de la autosuficiencia financiera del hospital, dado que el área de influencia que impacta está marcada por un crecimiento sostenido de la demanda.

Este análisis sectorial justifica que la adquisición e instalación de este equipo beneficiará a más de 177.000 personas, dando lugar a un acceso equitativo de la salud, como se plantea en el Plan Nacional de Desarrollo, en el Plan Departamental y en las políticas públicas que velan por la disminución de las brechas en salud, el mejoramiento de la calidad de vida y el fortalecimiento de la red pública hospitalaria. En términos generales, la adquisición del tomógrafo desde la visión sectorial va a permitir la disminución los costos adicionales por usuarios, reducción de los retrasos en la atención, además de mejorar la atención desde un avance estratégico que consolida redes y alianzas desde el fortalecimiento institucional y el desarrollo territorial.

En lo que respecta al análisis de involucrados se logra evidenciar un articulación estratégica que apunta no solo a la viabilidad técnica y financiera del proyecto sino también a un impacto social desde una participación tripartita que garantiza la satisfacción de necesidades desde un ecosistema colaborativo en el que la Gobernación del Valle del Cauca articula y financia el proyecto, el hospital lidera la formulación y puesta en marcha de la propuesta y la comunidad que

no solo se visualiza como beneficiarios directos sino también como parte del control social que ayuda a legitimar la inversión pública

En segundo lugar, el estudio de mercado demuestra que la demanda del servicio es creciente, entre 2020 y 2024 se ha pasado de 716 remisiones a 1.560 anuales, lo que quiere decir que el horizonte del proyecto plantea la necesidad de constante de la prestación del servicio, también se argumenta en una cobertura regional significativa que abarca a nueve municipios del Valle del Cauca, que en términos cuantitativos representan un aproximado de 189.032 personas. Adicional a ello, la viabilidad operativa del servicio sustenta que el hospital cuenta con una capacidad instalada para atender alrededor de 728 pacientes por mes, respaldando la proyección financiera de 20 años, que equivale a 14.116 millones, es decir, que se justifica la viabilidad económica del proyecto y se fortalece la sostenibilidad financiera del hospital, dado que en los primeros 10 años se estima un crecimiento de 311,9 %

En tercer lugar, el estudio técnico demuestra la ubicación estratégica del municipio de Zarzal, por su cercanía con múltiples municipios del Valle del Cauca, se convierte en un nodo fundamental para atención en servicios especializados, lo cual reduce significativamente los tiempos de respuesta, dado que, según este estudio, se da una reducción promedio de 38 % en distancia y 33 % en tiempos de desplazamiento. Adicional a ello, los pacientes se pueden tener un ahorro significativo que va desde los \$60.000 a los \$80.000 en viáticos que requieren para desplazarse a otros municipios donde prestan el servicio de imágenes especializadas.

En relación con la evaluación de los proveedores, se destaca que el modelo Neuviz ACE 32 de Neusoft es el más adecuado según los requerimientos técnicos y criterios de calidad debido a imagen, velocidad de procesamiento, versatilidad, diagnóstica y soporte técnico, según los datos recolectados este equipo combina un alto desempeño técnico y precio competitivo con relación en los demás oferentes.

A partir de esta exploración técnica, también emerge un análisis financiero preliminar, en el que los costos y gastos anuales estiman aproximadamente \$288 millones en el primer año de ejecución, dato que resulta coherente con las proyecciones sobre la prestación del servicio y la demanda que sostiene un punto de equilibrio siempre y cuando se mantengan las estrategias de posicionamiento, la calidad en el servicio y las alianzas con otras instituciones.

En cuarto lugar, se presenta el estudio legal y ambiental que destaca la regulación integral de la instalación y operación del tomógrafo. En este se destacan normas técnicas, sanitarias,

ambientales y administrativas que constituyen un enfoque sistémico en el que se articula infraestructura, talento humano y documentos regulatorios que a su vez incluyen elementos como los blindajes estructurales, la capacitación y formación del personal, el uso de señalización, el manejo adecuado de los residuos, la compatibilidad electromagnético del equipo entre otros factores claves que refuerzan la necesidad de la planificación basada en el normatividad vigente para asegurar la sostenibilidad operativa del servicio y el cumplimiento normativo

En quinto lugar, el estudio administrativo demuestra que dentro de la estructura organizacional del hospital si es posible articular el servicio de imágenes diagnósticas con la subdirección científica, garantizando que los procesos clínicos cumplan con estándares de calidad en lo respecta a los apoyos diagnósticos. En esta medida, la nueva unidad de negocio desarrollada con la adquisición del tomógrafo plantea la posibilidad de consolidar el Hospital San Rafael como referente regional en procesos clínicos financiados a través de recursos públicos. Adicional a ello, en la planta de cargos se es enfático en los requerimientos técnicos del equipo de trabajo, por los riesgos ionizantes que representa no solo para el personal operativo sino también para los pacientes.

El análisis administrativo también, arroja que el Hospital San Rafael al ser una Empresa Social del Estado descentralizada de orden departamental tiene la capacidad para gestionar los recursos técnicos, financieros y humanos, por ende, logra optimizar no solo la implementación sino también la sostenibilidad del proyecto, desde los diversos marcos que comprenden la inversión pública en Colombia.

En sexto lugar, el estudio financiero del proyecto indica que alternativa seleccionada para la adquisición del tomógrafo representa una alta rentabilidad y generación de valor para la ESE, esto teniendo en cuenta que indicadores como el VPN es mayor a \$29.460 millones y una TIR de 55,73 %, lo cual al compararlo con la tasa social de descuento del 9 %, contempla un retorno altamente positivo de la inversión. Sumado a ello, al ser una Empresa Social del Estado, goza de beneficios tributarios que la eximen de impuestos como el 4x1000, ICA, IVA, entre otros que de hacerse efectivos podrían restar oportunidad de financiamiento para aspectos como el fortalecimiento del servicio.

Así mismo, se determina que la proyección de los ingresos destaca una proyección sostenible y escalable del servicio, es decir, la capacidad instalada permite 8.736 tomografías anuales, las cuales, estiman que en el año 1 se tendrán ingresos por valor \$5.951 millones y en el año 20 ascenderán a \$14.116 millones, al comparar estas cifras con los costos operacionales y de

personal en el horizonte de 20 años se estima que aproximadamente se emplean \$13.181 millones, lo cual, representa una porción mínima frente a los ingresos.

Finalmente, el estudio de riesgos plantea un análisis exhaustivo a través del Modelo Risk, el cual, muestra como mayor riesgo el daño en el tubo de rayos X, que, según el cálculo del VAR y VPN, puede generar pérdida de alrededor de 840 millones representando una afectación promedio del 37,46 % del valor proyectado. No obstante, al hacer un análisis integral de los riesgos en su conjunto no superan el VPN. Por ende, se puede argumentar que la adquisición del tomógrafo para el Hospital San Rafael es un proyecto con alta viabilidad técnica y financiera, que, gestionado y administrado desde un enfoque de seguimiento constante, puede llegar a su muy exitoso.

REFERENCIAS

- ARCAL/OIEA (2001). *Protocolos de control de calidad en radiodiagnóstico: Implementación de las Normas Básicas de Seguridad Internacional en las prácticas médicas. Acuerdo Regional de Cooperación para la promoción de la ciencia y la tecnología nuclear en América Latina y el Caribe*. Minisalud.
<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/MET/arc49-protocolo-cc.pdf>
- Baca Urbina, G. (2022). *Evaluación de proyectos* (9ª. Ed.). MacGraw-Hill.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2021). *Preparación, evaluación y aprobación de proyectos*. BID.
<https://www.iadb.org/es/quienes-somos/acerca-del-bid/politicas-operativas/preparacion-evaluacion-y-aprobacion-de-proyectos>
- DNP. (2023). *Metodología General Ajustada para la formulación de proyectos de inversión pública en Colombia. Lineamientos conceptuales que soportan la Metodología General Ajustada para Colombia. Versión 2.0*. Subdirección de proyectos.
https://mgaayuda.dnp.gov.co/Recursos/Documento_conceptual_2023.pdf
- Fernández, J. M. (2001). Planificación de proyectos orientados a objetivos: ZOPP. *Cuadernos de Trabajo Social*, 1, 115-124.
- Franco, M. A. & Montoya, L. M. (2012). *Aplicación de la metodología ONUDI para proyectos de crecimiento orgánico en Grupo EMI* [Tesis de maestría, Universidad EAFIT].
<https://repository.eafit.edu.co/items/e5b266c9-5c57-40ec-bfff-5f0aeb94796c>
- Gobernación del Valle del Cauca. (2024). *Plan de Desarrollo Zarzal Siempre Presente 2024-2027*.
Gobernación del Valle del Cauca.
<https://ogpt.valledelcauca.gov.co/storage/Clientes/ogpt/principal/imagenes/contenidos/4925-76895-plan%20de%20desarrollo%20territorial%202024%20-%202027.pdf>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). MacGraw Hill.
- Hospital San Rafael. (2023). *Proyecto dotación. Adquisición de un tomógrafo para el Hospital Departamental San Rafael ESE de Zarzal. Documento técnico del proyecto. Construcción de la infraestructura para el Servicio de Imágenes Diagnosticas del Hospital Departamental San Rafael ESE de Zarzal*. Hospital San Rafael.

- JICA. (2004). JICA Project Cycle Management (PCM) Manual Tokyo: Japan.
- Meza Orozco, J de J. (2013). *Evaluación financiera de proyectos*. (3ª ed.). Editorial Buena Semilla. Ecoe Ediciones.
- Ministerio de Minas y Energía. (2 de abril de 2024). *Resolución 40117 de 2024, por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE)*.
https://www.minenergia.gov.co/documents/11563/Resolución_40117_de_2024.pdf
- Ministerio de Salud y Ministerio del Medio Ambiente. (2002). *Resolución 1164 de 2002. Por la cual se adopta el Manual de Procedimientos para la Gestión Integral de los residuos hospitalarios y similares*. <https://www.mincit.gov.co/ministerio/normograma-sig/procesos-de-apoyo/gestion-de-recursos-fisicos/resoluciones/resolucion-1164-de-2002.aspx>
- Ministerio de Salud y Protección Social (25 de noviembre de 2019). *Por la cual se definen los procedimientos y condiciones de inscripción de los prestadores de servicios de salud y de habilitación de los servicios de salud y se adopta el Manual de Inscripción de Prestadores y Habilitación de Servicios de Salud*.
https://www.minsalud.gov.co/normatividad_nuevo/resolución%20no.%203100%20de%202019.pdf
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2022). Plan decenal de Salud Pública 2022-2031.
<https://www.minsalud.gov.co/plandecenal/Paginas/PDSP-2022-2031.aspx>
- Ministerio de Salud y Protección Social. (22 de febrero de 2018). *Resolución 482 de 2018. Por la cual se reglamenta el uso de equipos generadores de radiación ionizante, su control de calidad como la prestación de servicios de protección radiológica y se dictan otras disposiciones*.
https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resolución%20No.%20482%20de%202018.pdf
- Ministerio de Salud y Protección Social. (26 de julio de 2018). *Circular externa número 29 de 2018: instrucciones para la aplicación de la resolución 482 de 2018*.
https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Circular%20No.%2029%20de%202018.pdf
- Ministerio de Salud y Protección Social. (28 de mayo de 2014). *Resolución 2003 de 2014 como por la cual se definen los procedimientos y condiciones de inscripción de los prestadores*

de servicios de salud y de habilitación de servicios de salud.

https://www.minsalud.gov.co/normatividad_nuevo/resolución%202003%20de%202014.pdf

Ministerio de Salud y Protección Social. (8 de abril de 2016). *Resolución 0567 de 2016, por la cual se otorga una autorización para la prestación de servicios de protección radiológica.*

https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resolución%200567%20de%202016.pdf

Morales Castro, A., y Morales Castro, J.A. (2009). *Proyectos de inversión. Evaluación y formulación.* MacGraw Hill.

Ortegón, E., Pachecho, J. F. & Prieto, A. (2005). *Metodología del Marco Lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas.* CEPAL. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/2d86ecfb-f922-49d3-a919-e4fd4d463bd7/content>

Rodríguez, M., y Paredes, J. (2018). Aplicación de la MGA en proyectos hospitalarios: Caso de estudio en hospitales públicos de Colombia. *Revista Planeación y Desarrollo*, 9(2), 35-49.

Sapag Chain, N., Shapag Chain, R., y Sapag Puelma, J.M. (2014). *Preparación y evaluación de proyectos* (6ª. Ed.) MacGraw Hill.

Superintendencia Nacional de Salud (24 de diciembre de 2004). Resolución 1804 de 2004 como por la cual se emite el plan único de cuentas para las entidades promotoras de salud y entidades de prepago privadas. https://www.redjurista.com/Documents/resolucion_1804_de_2004_superintendencia_nacional_de_salud.aspx#/

Valencia, L. (2019). La Metodología General Ajustada como instrumento de planeación en el sector salud: avances y retos. *Revista de Administración Pública*, 56(110), 101-125.

ANEXOS

Anexo 1. Estudio financiero

Anexo 2. Modelo Risk