

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS**

PROYECTO DE TITULACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

**“MAGÍSTER EN ESTADÍSTICA CON MENCIÓN EN GESTIÓN LA
CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD”**

TEMA:

**ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD DE UN ÁREA DE RESONANCIA
MAGNÉTICA EN EL HOSPITAL DE ESPECIALIDADES MÉDICAS
MEDIANTE SIMULACIÓN**

AUTOR:

HUGO ANDRÉS VINUEZA PERALTA

Guayaquil - Ecuador

2017

RESUMEN

El presente trabajo analiza la viabilidad financiera de un proyecto de inversión en un resonador magnético para el Hospital de Especialidades utilizando el análisis de riesgo mediante la simulación de Monte Carlo; el objetivo es determinar si los flujos de caja futuros relevantes del proyecto son suficientes para justificar la inversión en el resonador utilizando el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), y el Índice de Rentabilidad (IR) como indicadores de factibilidad financiera, en tres escenarios, el esperado, el optimista y el pesimista. El capítulo 1 es introductorio y trata sobre el problema, los objetivos, las hipótesis de investigación y el alcance del estudio; en el capítulo 2 se establece el marco teórico referente, y se incluyen los elementos necesarios para preparar el flujo de caja del proyecto, los criterios de evaluación del mismo y la metodología de simulación de Monte Carlo para analizar la sensibilidad del proyecto; en el capítulo 3 se describe la metodología, los datos y los supuestos sobre los que se basa el análisis; en el capítulo 4 se realiza una corrida de prueba del modelo de simulación para determinar el tamaño de cada simulación y luego se realizan diez simulaciones del tamaño obtenido en la corrida de prueba para los tres escenarios establecidos, calculando en cada simulación el VAN, TIR y el IR, así como la prueba de normalidad de las distribuciones probabilísticas obtenidas de los indicadores; finalmente en el capítulo 5 se detallan las conclusiones y recomendaciones sobre la investigación.

Términos clave: resonancia magnética, simulación, proyectos, riesgo.

ABSTRACT

This paper analyzes the financial viability of an investment project in a magnetic resonator for the Hospital de Especialidades using risk analysis through the Monte Carlo simulation; the objective is to determine if the project's future relevant cash flows are sufficient to justify the investment in the resonator using the Net Present Value (NPV), the Internal Rate of Return (IRR), and the Profitability Index (PI) as indicators of financial feasibility, in three scenarios, the expected, the optimist and the pessimist. Chapter 1 is introductory and deals with the problem, the objectives, the research hypotheses and the scope of the study; Chapter 2 establishes the theoretical reference framework, and includes the necessary elements to prepare the cash flow of the project, the criteria for evaluating it and the Monte Carlo simulation methodology to analyze the sensitivity of the project; Chapter 3 describes the methodology, the data and the assumptions on which the analysis is based: in chapter 4 a test run of the simulation model is carried out to determine the size of each simulation and then ten simulations are carried out of the size obtained in the test run for the three established scenarios, calculating in each simulation the VAN, IRR and PI, as well as the normality test of the probabilistic distributions obtained from the indicators; finally in chapter 5 the conclusions and recommendations on the investigation are detailed.

Key terms: magnetic resonance, simulation, projects, risk.

DEDICATORIA

A Dios por sus provisiones inmerecidas lo largo de mi vida, a mis padres por su apoyo, oraciones y amor incondicional, a mi abuelito por su ejemplo de hombre de hogar y trabajador, y familia en general que han sido y serán el núcleo de mi felicidad.

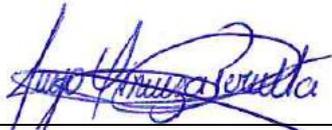
AGRADECIMIENTO

A Dios por su fidelidad inquebrantable, a mis padres, hermano y demás familiares, profesores, compañeros y colegas que han aportado en mi crecimiento personal y profesional durante toda esta etapa y vida.

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuestas en este Proyecto de Titulación me corresponde exclusivamente y ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría. El patrimonio intelectual del mismo corresponde exclusivamente a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.



Hugo Andrés Vinueza Peralta

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Sandra García Bustos, Ph.D.
PRESIDENTE



Mgr. Mario David Solórzano Carvajal
DIRECTOR



Mgr. Wendy Plata Alarcón
VOCAL 1



Omar Ruiz Barzola, Ph.D.
VOCAL 2

AUTOR DEL PROYECTO



Hugo Andrés Vinueza Peralta

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1	1
PROBLEMA	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Descripción del problema.....	3
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo General.....	3
1.3.2. Objetivos Específicos	4
1.4. Hipótesis	4
1.5. Alcance	4
CAPÍTULO 2	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1. La Resonancia Magnética.....	6
2.2. Proyectos de Inversión.....	6
2.2.1. ¿Qué es un proyecto de inversión?.....	6
2.2.2. Preparación de un proyecto de inversión	7
2.2.3. Criterios de evaluación de proyectos de inversión	13
2.2.4. El costo de capital	15
2.3. Simulación	17
2.3.1 ¿Qué es la simulación estocástica?	17
2.3.2 Simulación de Monte Carlo	18
2.4 Estado del Arte	19
CAPÍTULO 3	22

METODOLOGÍA	22
3.1 Proceso de estudio y análisis.....	22
3.2 Datos y supuestos	24
CAPÍTULO 4	26
RESULTADOS.....	26
4.1 Capacidad del ERM	26
4.2 Inversión en activos fijos	26
4.3 Inversión en activos diferidos.....	28
4.4 Inversión en capital de trabajo	28
4.5 Costos variables unitarios	28
4.6 Costos fijos	29
4.7 Los precios.....	30
4.8 Tasa de interés en deuda	30
4.9 Tasa de impuestos.....	31
4.10 Análisis de la demanda histórica	31
4.11 Elaboración del Flujo de Caja	34
4.12 Elaboración del cuadro de amortización de la deuda	35
4.13 Corrida de prueba.....	36
4.14 Indicadores financieros	39
4.14.1. Van sin deuda	39
4.14.2. TIR del proyecto.....	41
4.14.3. IR del proyecto	43
4.14.4. Van de la deuda	46
4.14.5. VAN ajustado del proyecto.....	47
CAPÍTULO 5	50

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50
REFERENCIAS.....	52

ÍNDICE DE CUADROS

Tabla 4-1: Inversión en Activos Fijos	27
<i>Tabla 4-2 Cuadro de depreciación de activos fijos.....</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 4-3 Costo variable unitario de la resonancia</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 4-4 Costos fijos de Operación.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 4-5 Precios unitarios de resonancias</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 4-6 Media y varianza de la demanda de resonancias por tipo</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 4-7 Pruebas de normalidad de la demanda de resonancias por tipo</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 4-8 Una simulación del flujo de caja del proyecto</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 4-9 Una simulación de la Tabla de amortización de la deuda.....</i>	<i>35</i>
Tabla 4-10 Media y desviación estándar del VAN sin deuda por escenarios...	40
Tabla 4-11 Pruebas de normalidad del VAN sin deuda	40
Tabla 4-12 Intervalo de confianza del VAN sin deuda al 95%	41
Tabla 4-13 Media y desviación estándar de la TIR por escenarios.....	42
Tabla 4-14 Pruebas de normalidad de la TIR.....	42
Tabla 4-15 Intervalos de confianza de la TIR.....	43
Tabla 4-16 Media y desviación estándar del IR	45
Tabla 4-17 Intervalos de confianza para el IR.....	45
Tabla 4-18 Media y desviación estándar del VAN ajustado	49
Tabla 4-19 Pruebas de normalidad del VAN ajustado	49
Tabla 4-20 Intervalos de confianza para el VAN ajustado	49

CAPÍTULO 1

PROBLEMA

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

La Imagenología por Resonancia Magnética (IRM) o Resonancia Magnética Nuclear (RMN), es el estudio de diagnósticos, en este caso médicos, a través de imágenes, basadas en el principio de interacción entre el campo magnético externo y el núcleo de atómico que tiene un momento magnético diferente de cero, usando un gran imán y ondas de radio para observar órganos y estructuras que se encuentran al interior del cuerpo (Pebet, 2004).

Hoy en día en el mundo futbolístico, las exigencias competitivas demandan mayor desgaste físico, ya sea en el sistema óseo o cardiovascular, por lo que muchos de los deportistas de alto nivel son sometidos a exámenes minuciosos para analizar las condiciones internas de sus cuerpos y prevenir lesiones a corto o largo plazo, y más aún cuando se ha sufrido algún tipo de lesión o fractura; por lo cual son sometidos a un examen de resonancia magnética.

Los profesionales del campo de la salud utilizan estas imágenes para diagnosticar una variedad de afecciones, que van desde rupturas de ligamentos hasta tumores; son muy útiles para examinar el cerebro y la médula espinal. Durante el escaneo, el paciente se acuesta en una mesa que se desliza dentro de un aparato con forma de túnel. La realización del estudio suele demorar entre 30 a 45 minutos, y el paciente debe permanecer inmóvil.

La exploración no causa dolor. La máquina de IRM hace mucho ruido. El técnico puede ofrecerle tapones para los oídos.

La RMN es un examen médico no invasivo que ayuda a que los médicos diagnostiquen y traten enfermedades, que toma gran valor en cuanto al perfil médico debido que permite identificar enfermedades que a lo largo de los años éstas pueden causar inclusive la muerte, sin embargo en la actualidad el Ecuador cuenta con 50 equipos de resonancia según los datos del INEC 2016, por medio del método de Monte Carlo se busca realizar una simulación de la demanda de exámenes de resonancia magnética, para determinar la factibilidad de implementar un departamento de RMN en Milagro, con la finalidad de aportar a ésta comunidad un bien de salud muy importante a usuarios que urgen ser atendidos con esta tecnología.

El método Montecarlo (Platon, V., & Constantinescu, 2014) es un método numérico que permite resolver problemas físicos y matemáticos mediante la simulación de variables aleatorias. Se considera aquí desde un punto de vista didáctico para resolver un problema del que conocemos tanto su solución analítica como numérica. La importancia actual del método Montecarlo se basa en la existencia de problemas que tienen difícil solución por métodos exclusivamente analíticos o numéricos, pero que dependen de factores aleatorios o se pueden asociar a un modelo probabilístico artificial (resolución de integrales de muchas variables, minimización de funciones, etc.). Gracias al avance en diseño de los ordenadores, cálculos Montecarlo que en otro tiempo hubieran sido inconcebibles, hoy en día se presentan como asequibles para la resolución de ciertos problemas.

1.2. Descripción del problema

El Hospital de Especialidades Médicas, ubicado en el cantón Milagro, de la provincia del Guayas, administrado por un grupo misionero, abrió sus puertas en el año de 1998 en el área de oftalmología por medio de brigadas médicas, conformadas por misioneros estadounidenses; lo cual tuvo una gran acogida entre los ciudadanos. De acuerdo con conversaciones con los actuales administradores del hospital la demanda por sus servicios ha ido en aumento con el pasar de los años.

En la actualidad el Hospital, al contar con una base de datos de más de 60.000 clientes, se ven en la necesidad de abrir nuevas áreas de servicio para satisfacer las demandas, no sólo de sus clientes sino también de la comunidad milagreña y sus alrededores; se ha podido detectar que uno de los servicios con mayor crecimiento de demanda en estos años ha sido el examen de resonancia magnética, es por ello que el Hospital de Especialidades Médicas desea implementar un área para brindar dicho servicio, por lo cual surge la necesidad de realizar un estudio estadístico de viabilidad para determinar la factibilidad de implementar dicha área, y al mismo tiempo poder realizar diferentes simulaciones que otorguen a la directiva y sus administradores visualizar los diferentes panoramas y tomar las decisiones más acertadas.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Analizar la factibilidad de la apertura de un área de resonancia magnética, mediante simulación de Monte Carlos y el uso de técnicas estadísticas.

1.3.2. Objetivos Específicos

- ✓ Determinar la distribución de probabilidad de la llegada de los pacientes que necesitan el servicio de resonancia magnética.
- ✓ Realizar un estudio de simulación estocástica para determinar la demanda estimada del servicio de resonancia magnética.
- ✓ Determinar la capacidad del equipo e infraestructura que debe instalarse para atender la demanda estimada.
- ✓ Determinar las inversiones necesarias en activos y los costos de operación.
- ✓ Realizar un análisis de beneficio costo de la implementación del área de resonancia magnética.

1.4. Hipótesis

Las hipótesis del presente trabajo son:

1. Los flujos de caja futuros actualizados del proyecto de RMN superan las inversiones realizadas en la adquisición y operación del equipo de resonancia magnética
2. Los indicadores de viabilidad financiera del proyecto de inversión VAN, TIR y el IR son tales que el proyecto es viable en los escenarios pesimista, esperado y optimista.

1.5. Alcance

El presente estudio es para los usuarios del servicio de atención médica en el hospital de especialidades del cantón Milagro, ubicado en la provincia del Guayas, y temporalmente dicho estudio se proyecta para un horizonte de cinco años a partir del año 2018, tomando en cuenta los requerimientos de

**ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD DE UN ÁREA DE MAGÍSTER EN ESTADÍSTICA CON
RESONANCIA MAGNÉTICA EN EL HOSPITAL DE MENCIÓN EN GESTIÓN LA CALIDAD Y
ESPECIALIDADES MÉDICAS MEDIANTE SIMULACIÓN PRODUCTIVIDAD**

resonancia magnética mensuales solicitadas por los pacientes a partir del año
2013 hasta 2017.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1. La Resonancia Magnética

Las imágenes por resonancia magnética (Hore, 2015) es una técnica de exploración del interior del cuerpo humano que utiliza el fenómeno físico denominado resonancia magnética que se produce en el equipo de resonancia utilizado en medicina para obtener imágenes de tejidos, tumores y órganos.

Los equipos de resonancia magnética (ERM) tienen imanes que producen campos magnéticos que posibilitan la alineación de los átomos del interior del cuerpo humano, y mediante el procesamiento de esta información por radiación electromagnética generan imágenes de los órganos internos del cuerpo humano. Existen distintos tipos de riesgos para los pacientes que se exponen a una resonancia magnética, por lo que es necesario especialistas en el manejo del equipo y del tratamiento de los pacientes, para tratar de minimizar los efectos que produce.

Los ERM son equipos que utilizan centros de salud públicos y privados, pero la inversión necesaria para la adquisición y los costos de operación son bastante elevados, lo que hace necesaria una evaluación de la viabilidad financiera del proyecto de inversión en un ERM.

2.2. Proyectos de Inversión

2.2.1. ¿Qué es un proyecto de inversión?

Un proyecto de Inversión es un estudio en el que se analizan y determinan los recursos monetarios que deben ser invertidos para poder iniciar

un nuevo negocio, los costos y gastos de operación durante un período determinado, y los beneficios que pueda generar el negocio durante dicho período de análisis, para de esta manera, evaluar si el proyecto es financieramente viable o no (Sapag, 2007).

El estudio de un proyecto de inversión consta de dos etapas: la formulación y preparación del proyecto; y la evaluación del proyecto. En la formulación se define el proyecto y su horizonte temporal, en la preparación se determinan las inversiones, costos y beneficios asociados con la inversión (Sapag, 2007), y en la evaluación del proyecto se determina si se emprende el proyecto en base a criterios de decisión desarrollados para este efecto (Mellado, 2007).

2.2.2. Preparación de un proyecto de inversión

En la etapa de preparación de un proyecto de inversión a nivel de factibilidad se debe obtener información cualitativa y cuantitativa de fuentes primarias de algunos elementos que componen el Flujo de Caja Proyectado, que es el instrumento que permite la evaluación financiera de la viabilidad del proyecto. Durante la preparación del proyecto se deben establecer:

El horizonte temporal del proyecto, que es el tiempo en años de vida del proyecto, y para cada año de vida del proyecto deben estimarse las inversiones, costos, gastos, ingresos, y al final, el valor residual del proyecto.

La demanda estimada del proyecto y su tasa de crecimiento durante la vida útil en años del mismo, lo que permitirá obtener la cantidad de unidades del producto que se podrían vender en este período. Existen varios métodos de proyección de demanda dependiendo del comportamiento histórico de los

datos, (Hanke, 2010) explica los distintos métodos de pronóstico, tales como: regresión múltiple, promedios móviles, suavización exponencial, modelos ARIMA, entre otros.

Las inversiones pre-operativas del proyecto que deben incluir activos fijos tales como: edificaciones, instalaciones, maquinarias, herramientas, equipos de fábrica, equipos de oficina, equipos de cómputo, mobiliario, etc. Estos activos fijos pierden valor por el uso y paso del tiempo, esta pérdida de valor se llama depreciación (Blank & Tarquin, 2006) y debe registrarse en el flujo de caja proyectado como un costo no desembolsable, cuyo efecto es una reducción en los impuestos a pagar. Los activos intangibles: (Mellado, 2007) patentes, marcas, derechos de llave, gastos de constitución, etc., de los cuales se debe registrar la amortización en el flujo de caja proyectado, que, al igual que la depreciación, su efecto es la reducción de impuestos por ser un gasto no desembolsable.; y el capital de trabajo que incluye: materiales, mano de obra y costos indirectos para iniciar las operaciones del negocio, y se realiza para cubrir el desfase entre el cobro a los clientes y el pago a los proveedores, cuando ambos se realizan a crédito (Sapag, 2007)

El monto de estas inversiones guarda relación con la estimación de la demanda previamente establecida, ya que esta proyección permitirá determinar la capacidad productiva a instalar.

Los costos de operación que, por su comportamiento, se clasifican en variables y fijos. Los costos variables son aquellos que varían cuando cambia el nivel de producción y los costos fijos son aquellos que no cambian cuando varía el nivel de producción (Garrison, Noreen, & Brewer, 2007). Ejemplos de costos

variables son: materiales directos, mano de obra directa, consumos de energía eléctrica, siempre que varíen cuando cambia el nivel de producción; ejemplos de costos fijos son: sueldos de supervisores y gerentes de producción, mantenimiento periódico de equipos y planta, seguros de equipos y planta, entre otros.

El precio de venta de los productos o servicios, lo que permitirá, en conjunto con la demanda estimada, obtener el ingreso total por ventas en el horizonte temporal del proyecto.

Los gastos de ventas y administrativos, tales como: publicidad, comisiones a vendedores, sueldos de gerentes de venta y administrativo, suministros de oficina, depreciación de equipos de oficina y de cómputo, y todos aquellos gastos relacionados con la gestión administrativa y de ventas del proyecto en particular. (Burbano, 2005) muestra una lista bastante detallada de estos gastos de ventas y administrativos.

Si el proyecto se financia con préstamos deben considerarse los flujos de caja relacionados con el préstamo que son: monto del préstamo, amortización del capital y los intereses pagados (Sapag, 2007)

La tasa de impuestos que se aplica a los ingresos gravables del proyecto, que es la diferencia entre los ingresos totales por ventas menos los costos y gastos de operación (Blank & Tarquin, 2006). Una vez calculados los impuestos, se la resta del ingreso gravable y se obtiene la utilidad neta después de impuestos.

El valor residual del proyecto o valor de desecho, que corresponde al valor remanente del proyecto al finalizar el horizonte de análisis. Se pueden utilizar tres métodos para el cálculo del valor residual del proyecto, dependiendo del

enfoque que se vaya a utilizar: el método contable, el método comercial y el método económico (Sapag, 2007). El método contable calcula el valor residual considerando el valor en libros de los activos, que corresponde al costo de adquisición menos la depreciación acumulada; es un método muy conservador y no se suele utilizar a nivel de factibilidad de un proyecto.

El método comercial calcula el valor residual considerando los valores de mercado de los activos después de impuestos, para esto debe estimarse el valor al que podrían venderse los activos en el mercado al final del proyecto. El método económico usa un enfoque de los flujos que podría generar el proyecto después de la finalización de su vida útil, calcula el valor presente de los flujos futuros considerados como una renta perpetua.

El flujo de caja proyectado, que toma distintas formas de acuerdo al objetivo del análisis que se realice. (Sapag, 2007) hace referencia a tres flujos de caja que se construyen de forma diferente: los que sirven para evaluar el proyecto puro, los que sirven para evaluar la rentabilidad de los recursos propios invertidos en el proyecto y los que sirven para medir la capacidad del proyecto para enfrentar las deudas adquiridas para su realización.

Un esquema general de un flujo de caja para evaluar un proyecto se muestra en la figura 2.1

Figura 1-1 Esquema general del flujo de caja

FLUJO DE CAJA PROYECTADO						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas		xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx
(-) Costos Variables		(xxxxx)	(xxxxx)	(xxxxx)	(xxxxx)	(xxxxx)
(-) Costos y Gastos Fijos		(xxxxx)	(xxxxx)	(xxxxx)	(xxxxx)	(xxxxx)
(-) Depreciación		(xxxxx)	(xxxxx)	(xxxxx)	(xxxxx)	(xxxxx)
(=) Utilidad antes de Impuestos		xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx
(-) Impuestos		(xxxxx)	(xxxxx)	(xxxxx)	(xxxxx)	(xxxxx)
(=) Utilidad Neta		xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx
(+) Depreciación		xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx
Planta y Equipo	(xxxxx)					
Capital de Trabajo	(xxxxx)	(xxxxx)	(xxxxx)	(xxxxx)	(xxxxx)	xxxxx
Valor de Desecho						xxxxx
Flujo de Caja Neto	(xxxxx)	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx

Elaborado por: Hugo Vinueza P.

Las xxxx representan valores monetarios y las que están entre paréntesis corresponden a valores negativos, las inversiones iniciales en planta, equipo y capital de trabajo se ubican en año 0, que es el inicio del horizonte temporal de análisis del proyecto, que, para este ejemplo, es de 5 años. Los costos, gastos y depreciación se ubican en los períodos 1 al 5, el impuesto se calcula aplicando la tasa de impuestos al valor de la utilidad antes de impuestos, y la utilidad neta equivale a la utilidad después de impuestos.

Debido a que la depreciación es un gasto no desembolsable debe revertirse al flujo una vez que se ha considerado su efecto en el cálculo del impuesto. Los valores que aparecen en los períodos del 1 al 4 en el capital de trabajo corresponden a incrementos de inversión en capital de trabajo necesarios para enfrentar el crecimiento de la demanda del proyecto, y el valor que aparece en el año 5 es la recuperación del capital de trabajo de los años 0 al 4 una vez finaliza el proyecto.

El valor residual o de desecho que aparece al final de la vida del proyecto en el año 5 corresponde a la recuperación por venta de los activos fijos de acuerdo a

uno de los métodos de cálculo para el valor residual: método contable, método comercial o método económico, previamente establecido.

El flujo de caja neto para cada período es la suma de las filas desde la utilidad neta hasta el valor de desecho, y son estos valores los que servirán para evaluar la viabilidad financiera del proyecto.

Si el proyecto ha de financiarse con préstamo, debe elaborarse el flujo de caja correspondiente a la amortización, los intereses y el efecto de los impuestos en la financiación del proyecto; un modelo de flujo de caja para el préstamo se muestra en la figura 2.2

Figura 1-2 Flujo de caja de la deuda

FLUJO DE CAJA DEL PRÉSTAMO						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
(-) Intereses		(xxxxx)	(xxxxx)	(xxxxx)	(xxxxx)	(xxxxx)
(+) Impuestos		xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx
(=) Intereses después de impuestos		(xxxxx)	(xxxxx)	(xxxxx)	(xxxxx)	(xxxxx)
(+) Préstamo	xxxxx					
(-) Amortización		(xxxxx)	(xxxxx)	(xxxxx)	(xxxxx)	xxxxx
Flujo de Caja Neto de la deuda	xxxxx	(xxxxx)	(xxxxx)	(xxxxx)	(xxxxx)	(xxxxx)

Elaborado por: Hugo Vinueza P.

Los valores de los intereses del año 1 al 5 son negativos ya que corresponden a un gasto financiero para el proyecto y se calculan en base al cuadro de amortización de la deuda en donde se muestran las cuotas a pagar en cada período, así como los intereses y la amortización de capital; los impuestos son positivos, debido a que representan un ahorro por la presencia de los intereses, y de la resta de estos valores se obtiene los intereses después de impuestos.

A continuación, en el año 0, se ubica el valor positivo del préstamo, ya que para el proyecto representa una entrada de efectivo, y la amortización del préstamo

en los años 1 al 5 representan una salida de efectivo. El flujo de caja neto de la deuda corresponde a la suma de los valores de las filas desde los intereses después de impuestos hasta la amortización de la deuda, estos valores servirán para evaluar el efecto de la deuda en el financiamiento del proyecto.

2.2.3. Criterios de evaluación de proyectos de inversión

Una vez que se ha elaborado el flujo de caja del proyecto, se debe evaluar su viabilidad financiera tomando en consideración la rentabilidad exigida a la inversión o costo de capital. Existen varios criterios para evaluar un proyecto entre los cuales se tienen el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Índice de Rentabilidad (IR)

El VAN es la diferencia entre la suma de los valores presentes de los flujos de caja proyectados desde el período 1 hasta el final del horizonte del proyecto (n) y el valor de la inversión inicial. El valor presente se realiza descontando los flujos de caja futuros a la tasa de rentabilidad (r) exigida a la inversión, expresado en una fórmula se tiene la expresión (Gitman & Zutter, 2012):

$$VAN = -FE_0 + \sum_{i=1}^n \frac{FE_i}{(1+r)^i}$$

En donde:

FE_0 = Inversión inicial

FE_i = Flujo de efectivo en el período i

r = Tasa de rentabilidad exigida a la inversión o costo de capital

n = horizonte en años del proyecto

La sumatoria en el lado derecho de la ecuación corresponde al valor presente de los flujos de caja netos del período 1 al n descontados a la tasa de rentabilidad exigida a la inversión.

El criterio del VAN es el siguiente (Ross, Westerfield, & Jordan, 2010):

Si $VAN \geq 0$, el proyecto se acepta

Si VAN < 0, el proyecto no se acepta

Este es el criterio más utilizado en la evaluación de proyectos, ya que no presenta los problemas que algunos de los criterios que se exponen a continuación suelen tener.

La TIR es la tasa de retorno para que el VAN sea cero; es decir, la TIR es la tasa que resuelve la ecuación:

$$0 = -FE_0 + \sum_{i=1}^n \frac{FE_i}{(1 + TIR)^i}$$

El criterio de la TIR es el siguiente (García J. , 2008):

Si TIR ≥ r, el proyecto se acepta

Si TIR < r, el proyecto no se acepta

El IR está definida como el cociente de la suma de los valores presentes de los flujos netos de caja de los períodos 1 al n sobre el valor de la inversión inicial, la fórmula es:

$$B/C = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{FE_i}{(1 + r)^i}}{FE_0}$$

El criterio del IR es (Gitman & Zutter, 2012):

Si IR ≥ 1, el proyecto se acepta

Si IR < 1, el proyecto no se acepta

Cuando el proyecto se financia con deuda, el criterio para aceptar o no aceptar el proyecto se basa en el VAN ajustado que es el VAN del proyecto sin deuda descontado a la rentabilidad exigida a la inversión más en VAN de la deuda descontado a la tasa de interés del préstamo (Sapag, 2007), es decir:

$$VAN \text{ ajustado} = VAN \text{ proyecto} + VAN \text{ deuda}$$

Mediante el VAN ajustado se podrá determinar la rentabilidad del inversionista.

2.2.4. El costo de capital

Un parámetro importante para la evaluación de un proyecto de inversión es la rentabilidad exigida a la inversión o costo de capital, ya que su valor influye en forma determinante en la decisión de aceptar o rechazar el proyecto. Si la empresa se financia únicamente con recursos propios el costo de capital equivale al costo de las acciones de la empresa; y si la empresa se financia con recursos propios y deuda, el costo de capital equivale a un promedio ponderado por la estructura de capital de la empresa del costo de los recursos propios y el costo de la deuda (Court, 2009).

El costo de capital también se puede ver como el costo del dólar adicional de financiamiento necesario para incurrir en un nuevo proyecto de inversión (Gitman & Zutter, 2012). El costo de capital o rendimiento requerido está relacionado directamente con el riesgo asociado al proyecto; es decir, proyectos con mayor riesgo requerirán rendimientos mayores para justificar que el inversionista emprenda el proyecto (Ross, Westerfield, & Jordan, 2010).

Cuando una empresa cotiza en la bolsa de valores, el valor de sus acciones puede estimarse mediante el modelo de crecimiento de Gordon o el modelo de fijación de los precios de activos de capital (CAPM). El modelo de crecimiento de dividendos de Gordon es (Gitman & Zutter, 2012):

$$k_s = \frac{D_1}{P_0} + g$$

Donde:

k_s = *rendimiento requerido de las acciones*

D_1 = *Dividendo esperado por acción el año 1*

P_0 = Precio actual de la acción

g = Tasa de crecimiento de los dividendos

Este modelo hace énfasis en la proyección a futuro de los dividendos repartidos a los accionistas comunes.

El modelo CAPM es el siguiente (Court, 2009):

$$k_e = R_f + \beta(R_M - R_f)$$

Donde:

k_e = Rentabilidad mínima exigida a las acciones

R_f = Tasa libre de riesgo

β = Coeficiente Beta de la industria

R_M = Rendimiento del mercado

Este modelo hace énfasis en el riesgo del proyecto en el cual se invierte. Ambos modelos poseen limitaciones, (Sapag, 2007) indica que en el modelo CAPM no es observable la tasa libre de riesgo, el beta no suele ser representativo por las empresas que cotizan en bolsa o porque cambian de actividad, y aún no hay evidencia empírica que respalde a beta. De igual manera, el modelo de Gordon que implica una tasa de crecimiento constante de dividendos de forma indefinida, hipótesis que difícilmente se cumple.

Si una empresa no cotiza en bolsa surgen problemas en la utilización de los métodos anteriores debido a la falta de información de los precios de la acción, betas, tasas de mercado. En (Vélez Pareja, 2002) se detallan algunas maneras de estimar el costo de capital de empresas que no cotizan en bolsa, uno de estos métodos consiste en tomar como referencia una empresa del mismo sector del proyecto y del mismo tamaño y adaptar estos datos a la empresa

inversionista, y calcular el costo de capital de los recursos propios, para posteriormente ponderarla con el costo de la deuda y obtener el costo de capital promedio ponderado.

Otro método, más subjetivo, es preguntar al inversionista ¿cuánto estaría dispuesto a ganar por bonos libres de riesgo? y, a ese valor, agregarle una prima subjetiva de riesgo; o también, se le podría preguntar directamente al inversionista ¿cuánto estaría dispuesto a ganar en su inversión con el nivel de recursos propios y nivel de deuda actual? Estos métodos deberían usarse en el caso de ausencia de información para aplicar el CAPM, lo que generalmente ocurre en las pequeñas y medianas empresas (PYMES).

2.3. Simulación

2.3.1 ¿Qué es la simulación estocástica?

El término simulación en el contexto de este trabajo significa la generación de eventos que podrían ocurrir en la realidad, pero que son simulados con la utilización de medios tecnológicos. Un ejemplo puede ser la simulación de la operación de una planta de producción automotriz usando un software de simulación, o la simulación de vuelo de un avión usando una cabina de aprendizaje virtual, o la simulación de las utilidades netas de una empresa utilizando una hoja de cálculo.

En los ejemplos anteriores se puede notar que el campo de aplicación de la simulación es muy amplio y se aplica de diversas formas, de acuerdo al área de interés de la investigación. La simulación de modelos estocásticos (Azarang & García, 1996) hace referencia a la utilización de variables aleatorias con sus respectivas distribuciones de probabilidad en la generación de los eventos en la

simulación, por ejemplo: el tiempo entre llegadas de los clientes a un banco podría ser modelada a través de una variable aleatoria con distribución exponencial con un tiempo medio entre llegadas de 5 min.; el tiempo de empaquetado de un producto en un proceso de producción podría ser modelado usando una variable aleatoria con distribución uniforme con parámetros mínimo 5 min. y máximo 10 min.; o la demanda de un producto en un mes específico puede ser simulado con una variable aleatoria con distribución triangular con parámetros mínimo 10.000 und., máximo 100.000 und. y más probable 40.000 und.

Existen modelos de simulación estocástica dinámicos y estáticos. Los modelos de simulación dinámicos consideran la evolución de ciertas variables aleatorias en función del tiempo, y los modelos estáticos corresponden a la asignación de un único valor a una variable aleatoria en un único momento del tiempo (Azarang & García, 1996).

Ejemplos de modelos de simulación dinámicos son aquellos que se aplican a los sistemas de producción industrial, a las líneas de espera de los clientes de un banco o supermercado, a la operación de llegadas y salidas de aviones en un terminal aéreo, etc. Ejemplos de simulación estática son los modelos de simulación de Monte Carlo, Cálculo del áreas planas o volúmenes en el espacio, modelos de programación lineal con variables aleatorias, etc.

2.3.2 Simulación de Monte Carlo

La simulación de Monte Carlo apareció alrededor del año 1944 y ha recibido varias definiciones y modificaciones desde entonces, pero básicamente el método consiste en (Platon & Constantinescu, 2014):

- a) Construir un modelo paramétrico con variables de entrada X's y variables de salida Y's.
- b) Generar un conjunto de datos aleatorios para las variables X's de acuerdo a la distribución de probabilidad de cada una.
- c) Obtener un conjunto de resultados para las variables Y
- d) Repetir los pasos a) y b) n veces.
- e) Analizar estadísticamente la distribución de las Y's mediante histogramas, intervalos de confianza.

En un proyecto de inversión el modelo paramétrico sería el flujo de caja del proyecto, las variables aleatorias de entrada podrían ser: la demanda estimada y el crecimiento anual; las variables de salida podrían ser: el VAN y la TIR. Luego, se generarían datos aleatorios para la demanda y la tasa de crecimiento, y se calcularía el VAN y TIR respectivos, esto se repetiría n veces, y finalmente se estudiaría las distribuciones obtenidas del VAN y la TIR de forma estadística.

2.4 Estado del Arte

En relación con investigaciones recientes, (Platon & Constantinescu, 2014) utiliza el método de Monte Carlo para analizar 2 tipos de proyectos: de residuos y de aguas con aguas residuales de la Autoridad de Gestión para Proyectos Sectoriales de Rumania. Se analiza el riesgo de que se sobrepase el valor de los contratos efectuados y el riesgo de sobrepasar el tiempo estipulado en la implementación del proyecto.

Para analizar el riesgo que se sobrepase el monto de los contratos, se separa el valor del contrato en 6 componentes y a cada uno se le asigna una

distribución de probabilidad triangular especificando valores máximos, mínimo y el valor propio del contrato para cada componente; se realizan 1.000 simulaciones, se determinan los estadísticos descriptivos del monto de los contratos y se determina la probabilidad de que se exceda el monto de los contratos resultando en un 32,74%.

Para estudiar el riesgo de sobrepasar el tiempo de implementación de los proyectos se dividieron los proyectos en cuatro etapas y a cada una se le asignó una distribución de probabilidad triangular con tres escenarios: optimista, pesimista y más probable a la duración en meses de cada etapa. De igual forma se realizaron 1.000 simulaciones y se obtuvieron los estadísticos descriptivos del tiempo de implementación del proyecto, obteniendo una probabilidad de que la duración sobrepase al tiempo estimado de 95,23%.

En (Rodrigues, Ferreira, Alves, Camargo, & Rosa, 2017) se estudia la viabilidad financiera de comprar una granja estructurada como hostel para destinarla al turismo ubicada en Joanópolis, Sao Paulo Brasil. Debido a la incertidumbre y riesgos asociados al proyecto, se realiza el análisis utilizando el método de Monte Carlo, se proyecta un flujo de caja a 10 años donde se incluyen las inversiones, costos fijos y variables, y se calcula el VAN, la TIR y el período de recuperación de la inversión utilizando tres escenarios: real, optimista y pesimista.

La variable aleatoria es la demanda futura, y se logra establecer que en los escenarios real y optimista las distribuciones de probabilidad de los indicadores de viabilidad (VAN, TIR y Payback) proveen valores altos de probabilidad para

el éxito del proyecto; en tanto que en el escenario pesimista existe una alta probabilidad de que estos indicadores no sean favorables.

El trabajo de (Dragan, Rosi, & Avzner, 2017) estudia las sinergias potenciales de la asociación de un puerto en el mar Mediterráneo y una empresa logística ferroviaria de Europa Central, para esto se utiliza el Flujo de Caja Descontado y la simulación de Monte Carlo. Se estiman los rendimientos sinérgicos de la asociación para el período 2008-20012 simulando una serie de variables financieras de entrada tales como: el coeficiente beta, la inflación, la tasa libre de riesgo, valor de mercado de la deuda, tasa de crecimiento a perpetuidad, el patrimonio, costo de capital promedio ponderado, el ingreso por tonelada de carga, entre otras, y se determina los valores de variables de salida como: valor presente neto de flujos de caja futuros basados en sinergia tanto por tipo de carga y por total de carga. Para las variables aleatorias de entrada se realiza la simulación en base a distribuciones normales con sus parámetros correspondientes.

Como resultados del estudio se obtiene que existe alta probabilidad de obtener valores sinérgicos importantes para todos los tipos de carga del puerto y del total, lo que respalda la decisión de la alianza entre el puerto y la empresa logística.

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA

3.1 Proceso de estudio y análisis

El proceso de estudio y análisis del presente proyecto consta de varias partes de naturaleza cualitativa y cuantitativa que se detallan a continuación:

Se recopilará información técnica, financiera, organizacional y de mercado, necesaria para la elaboración del flujo de caja del proyecto, y el análisis de riesgo de los indicadores de viabilidad mediante simulación. Debido a que la información requerida es diversa, las fuentes también son distintas, de acuerdo con el tipo de información requerida. En la sección 3.2 se describen los datos obtenidos y se especifica las fuentes utilizadas y el método de obtención de los datos.

Se establecerán los supuestos sobre los que se basará la construcción del flujo de caja del proyecto. Todo proyecto de inversión se basa en ciertos supuestos sobre la estimación de una o más variables necesarias en la preparación o evaluación del proyecto, tratando de que esta aproximación sea razonable y tenga un fundamento adecuado.

Se realizará un análisis de las demandas históricas de resonancias magnéticas por tipo de resonancia (cráneo, tórax, abdomen-pelvis y extremidades) de los pacientes particulares del Hospital de Especialidades, mediante gráficos de series de tiempo, construcción de histogramas y pruebas de normalidad para las variables de demanda.

Con la información anterior se elaborará el flujo de caja proyectado que servirá de base para el análisis de la viabilidad financiera del proyecto, mediante el VAN del proyecto puro, TIR y el índice de rentabilidad (IR).

Dado que el proyecto se financiará con deuda, se elaborará el cuadro de amortización de la deuda, que servirá para determinar el VAN de la deuda y el VAN ajustado proyecto.

Con el flujo de caja proyectado, la tabla de amortización del préstamo y la simulación de las 4 variables de demanda de resonancias, se realizará una corrida de prueba de tamaño 300 para estimar la desviación estándar del VAN y luego se determinará el tamaño de la corrida para un nivel de confianza del 95% en la estimación del intervalo de confianza del VAN del proyecto con la fórmula (Azarang & García, 1996):

$$n = \frac{\sigma^2 (z_{\alpha/2})^2}{k^2} \quad (1)$$

En donde:

Z = Percentil Alpha medios de una distribución normal estandar

k = error absoluto de diseño muestral

σ^2 = varianza de la variable

También se realizará un gráfico de promedio móvil para establecer el tamaño de la corrida a partir del cual se estabiliza el VAN, y se comparará este tamaño con el calculado a partir de la expresión (1), y se escogerá el mayor, ya que esto garantizará que el intervalo del VAN tenga la confianza del 95% por lo menos.

g) Se realizarán 10 réplicas del tamaño establecido en el literal anterior, para 3 escenarios: el esperado que corresponde al 90% de la capacidad instalada, el

optimista que corresponde al 100% de la capacidad instalada, y el pesimista que corresponde al 80% de la capacidad instalada.

h) Con los valores obtenidos de la simulación en las 10 corridas se calculará para cada variable la media y la desviación estándar, se probará la normalidad y se construirá el intervalo de confianza al 95% para cada indicador

i) Finalmente se resumirán en un cuadro los resultados obtenidos y los histogramas de los indicadores de los indicadores de viabilidad.

3.2 Datos y supuestos

El proyecto tiene como objetivo adquirir un equipo de resonancia magnética (ERM) que pueda realizar los análisis en todo el cuerpo humano dividido en 4 regiones: cráneo, tórax, abdomen-pelvis, y extremidades.

Los supuestos sobre los que se basa el presente estudio son los siguientes:

a) Se considerarán 3 escenarios probables: el pesimista, que corresponde al 80% de la capacidad instalada, es decir, 3.600 resonancias; el escenario esperado, que corresponde al 90% de la capacidad instalada, es decir, 4.050 resonancias; y el escenario optimista, que corresponde al 100% de la capacidad instalada, es decir, 4.500 resonancias.

b) Se asume que el hospital tendrá 2 tipos de pacientes para las resonancias: los particulares y los pacientes derivados del IESS. Se supondrá un crecimiento anual del 5% para los pacientes particulares, en tanto que para los pacientes derivados del IESS corresponderá el resto de resonancias que faltan para completar la capacidad usada de cada escenario, dividida en 4 partes iguales para cada tipo de resonancia (cráneo, tórax, abdomen y extremidades)

- c) El costo de los recursos propios se establece en el 12% por consulta con un especialista financiero.
- d) Se asume un 30% de recursos propios y un 70% de deuda como estructura de capital de la financiación del proyecto.
- e) Se asume que el valor de desecho corresponde a la recuperación del capital de trabajo y al valor en libros de los activos fijos, que es el costo de la inversión inicial en activos fijos menos la depreciación acumulada.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS

4.1 Capacidad del ERM

Debido a que este es un equipo especial y muy costoso, los fabricantes no pueden diseñar un equipo a medida del comprador, sino que debe adquirirse necesariamente un equipo de los disponibles en el mercado, y por esta razón, en este proyecto, se analiza primero la capacidad del equipo y luego la demanda proyectada, lo que generalmente en proyectos de inversión se realiza al revés.

Mediante una entrevista personal realizada a un experto en imagenología, las resonancias de abdomen suelen durar más tiempo que las de cráneo, tórax y extremidades, pero se puede considerar un tiempo promedio estándar de 40 min. para todos los tipos de resonancia; y entre prueba y prueba se puede tomar 10 min., lo que significa que cada resonancia toma en promedio 50 min. Si el equipo trabaja 12 horas al día, 6 días a la semana y 52 semanas al año, la capacidad máxima del ERM es de aproximadamente 4.500 resonancias en un año. Esta capacidad se tomará en cuenta al momento de realizar las proyecciones de demanda de resonancias, ya que no se la puede sobrepasar.

4.2 Inversión en activos fijos

La Tabla 4.1 muestra los activos necesarios para la adquisición, instalación y adecuación del ERM, su costo y la vida útil de cada uno. La inversión total es de \$1.473.395, esta información ha sido recabada de distintos fabricantes y proveedores de servicio.

ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD DE UN ÁREA DE MAGÍSTER EN ESTADÍSTICA CON RESONANCIA MAGNÉTICA EN EL HOSPITAL DE MENCIÓN EN GESTIÓN LA CALIDAD Y ESPECIALIDADES MÉDICAS MEDIANTE SIMULACIÓN PRODUCTIVIDAD

Tabla 0-1: Inversión en Activos Fijos

ACTIVOS FIJOS					
ITEM	NOMBRE	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)	VIDA ÚTIL (años)
1	Equipo de Resonancia - Magnética	1	1.187.500	1.187.500	5
2	Papelera Metálica	1	45	45	10
3	Silla metálica giratoria rodable	2	300	600	10
4	Sistema de Enfriamiento	1	42.000	42.000	10
5	Sistema de aire acondicionado	1	19.000	19.000	10
6	Escritorios para personal técnico	2	250	500	10
7	Cuarto Control de Resonancia 9.54 m ²	1	28.984	28.984	20
8	Cuarto de Equipos Varios - 9.54 m ²	1	28.984	28.984	20
9	Sala de resonancia - 50.04 m ²	1	75.031	75.031	20
10	Instalación eléctrica (materiales, protecciones)	1	25.500	25.500	10
11	Detector de metales	1	5.000	5.000	10
12	Equipo de computo	1	2.250	2.250	3
13	Equipo de anestesia y control	1	58.000	58.000	10
TOTAL				\$ 1.473.395	

Elaborado por: Hugo Vinueza P.

Fuente: Diseños arquitectónicos para hospitales – Organización Panamericana de la Salud

Con los valores de la tabla anterior y los años de vida útil de los activos se obtiene la depreciación anual para cada uno de ellos, la Tabla 4-2 muestra el cuadro de depreciación anual para un horizonte de 5 años que es el periodo de evaluación del proyecto.

Tabla 0-2 Cuadro de depreciación de activos fijos

CUADRO DE DEPRECIACIÓN ANUAL DE ACTIVOS FIJOS					
ACTIVO	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Equipo de Resonancia - Magnética	237.500	237.500	237.500	237.500	237.500
Papelera Metálica	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50
Silla metálica giratoria rodable	60	60	60	60	60
Sistema de Enfriamiento	4.200	4.200	4.200	4.200	4.200
Sistema de aire acondicionado	1.900	1.900	1.900	1.900	1.900
Escritorios para personal técnico	50	50	50	50	50
Cuarto Control de Resonancia 9.54 m ²	1.449	1.449	1.449	1.449	1.449
Cuarto de Equipos Varios - 9.54 m ²	1.449	1.449	1.449	1.449	1.449
Sala de resonancia - 50.04 m ²	3.752	3.752	3.752	3.752	3.752
Instalación eléctrica (materiales, protecciones)	2.550	2.550	2.550	2.550	2.550
Detector de metales	500	500	500	500	500
Equipo de computo	750	750	750		
Equipo de anestesia y control	5800	5800	5800	5800	5800
TOTAL DEPRECIACIÓN ANUAL	\$ 259.965	\$ 259.965	\$ 259.965	\$ 259.215	\$ 259.215

Elaborado por: Hugo Vinueza P.

Fuente: Cotizaciones realizadas por proveedores

4.3 Inversión en activos diferidos

Puesto que el Hospital de especialidades ya está en funcionamiento, no se necesitan activos diferidos como gastos de constitución, patentes o algún otro; es decir, la inversión en activos diferidos es cero.

4.4 Inversión en capital de trabajo

En una entrevista personal un experto en el área de operaciones de ERM, el capital de trabajo inicial se tomará como el equivalente a 3 meses de costos variables y fijos totales del primer año, y para cada año posterior se incrementará o disminuirá de acuerdo al incremento o disminución de estos costos. Debido a que la demanda del primer año y los subsiguientes se calcularán por simulación, el capital de trabajo será una variable aleatoria cuyos valores se establecerán para cada simulación, ya que los costos variables dependen de la demanda, y el capital de trabajo depende de los costos variables.

4.5 Costos variables unitarios

Los costos variables de realizar una resonancia se muestran en la Tabla 4-3, están clasificados de acuerdo con la categoría del costo:

ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD DE UN ÁREA DE MAGÍSTER EN ESTADÍSTICA CON RESONANCIA MAGNÉTICA EN EL HOSPITAL DE MENCIÓN EN GESTIÓN LA CALIDAD Y ESPECIALIDADES MÉDICAS MEDIANTE SIMULACIÓN PRODUCTIVIDAD

Tabla 0-3 Costo variable unitario de la resonancia

COSTO VARIABLE UNITARIO DE RESONANCIA					
ITEM	DETALLE	CANTIDAD	UND	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
Energía					
1	Energía eléctrica (durante resonancia)	20	KWh	\$ 0,0800	\$ 1,60
2	Energía eléctrica (equipo en reposo)	6,7	KWh	\$ 0,0800	\$ 0,54
Oficina					
3	CD entrega de informacion	1	und	\$ 0,6500	\$ 0,65
4	Informe entidad médica (reporte y sobre)	1	und	\$ 0,0500	\$ 0,05
Insumos:					
5	Algodón hidrófilo	3	trda	\$ 0,0030	\$ 0,01
6	Alcohol yodado	5	ml	\$ 0,0010	\$ 0,01
7	Esparadrapo antialergico plastificado	30	cm	\$ 0,0039	\$ 0,12
8	Mascarilla descartable triple costura con 4 tiras	2	und	\$ 0,0750	\$ 0,15
9	Oxígeno (4l x min)	200	l	\$ 0,0015	\$ 0,30
10	Tubo corrugado descartable 2,4 m para equipo de anest	0,5	und	\$ 9,0000	\$ 4,50
Desinfectantes:					
12	Jabón líquido antibacterial	15	ml	\$ 0,0052	\$ 0,08
13	Papel toalla	12	und	\$ 0,0091	\$ 0,11
Medicamentos y material médico					
14	Sodio Cloruro de 0.9% x 1000 ml	1	ml	\$ 0,6954	\$ 0,70
15	Equipo de Venoclisis	1	und	\$ 0,2100	\$ 0,21
16	Cateter Intravenoso n° 24 x 3/4" ó n° 20 x 1 1/4"	1	und	\$ 0,6750	\$ 0,68
17	Atropina Sulfato 0.50 mg/ml iny	1	amp	\$ 0,1275	\$ 0,13
18	Extensión de 3 Vias	1	und	\$ 0,9300	\$ 0,93
19	Jeringa Desc.10 cc C/A 21x1 1/2	1	und	\$ 0,0600	\$ 0,06
20	Equipo Microgotero con Volutrol	1	und	\$ 0,7761	\$ 0,78
21	sonda de aspiracion n° 8	1	und	\$ 0,3060	\$ 0,31
22	Mascara de Oxigeno	0,5	und	\$ 1,8750	\$ 0,94
23	GUANTE QUIRURGICO ESTERIL DESCARTABLE N° 7	2	PAR	\$ 0,1860	\$ 0,37
TOTAL					\$ 13,19

Elaborado por: Hugo Vinueza P.

Fuente: Especificaciones equipo RMN, Especialista en Imagenología

Se ha estimado los costos variables unitarios considerando un tiempo de 40 min. Para todos los tipos de resonancia y sin contraste. El valor obtenido es de \$13,19 por resonancia.

4.6 Costos fijos

Los costos fijos de realizar una resonancia magnética, tanto el personal técnico, mantenimiento y de servicios básicos para el funcionamiento se muestran en la Tabla 4-4:

Tabla 0-4 Costos fijos de Operación

COSTOS FIJOS			
ITEM	NOMBRE	COSTO MENSUAL (\$)	COSTO ANUAL (\$)
1	Mantenimiento preventivo + correctivo	6.927,08	83.125,00
2	Oficinista	817,00	9.804,00
3	Técnico en RX	1.644,00	19.728,00
4	Anestesiólogo	2.775,00	33.300,00
5	Enfermera	600,00	7.200,00
6	Radiólogo / Imagenólogo	2.641,00	31.692,00
7	Seguro	923,01	11.076,14
8	Servicios Básicos	75,00	900,00
TOTAL		\$ 16.402	\$ 196.825

Elaborado por: Hugo Vinueza P.
 Fuente: IESS

Los costos de operación ascienden a \$196.825 anuales.

4.7 Los precios

Los precios por tipo de resonancia para los pacientes particulares y pacientes del IESS se muestran en la Tabla 4-5

Tabla 0-5 Precios unitarios de resonancias

Tipo de resonancia	Precio por resonancia (\$)	
	IESS	Particulares
Resonancia de cráneo	123,30	210,50
Resonancia de tórax	123,30	210,50
Resonancia de abdomen	205,45	320,50
Resonancia de extremidades	123,30	210,50

Elaborado por: Hugo Vinueza P.
 Fuente: Tarifario IESS vigente desde el 2014 – Hospital privado

4.8 Tasa de interés en deuda

La tasa de interés en préstamos es del 10,21% que corresponde a la tasa de interés de la Corporación Financiera Nacional en proyectos de inversión de empresas en marcha (CFN, 2018).

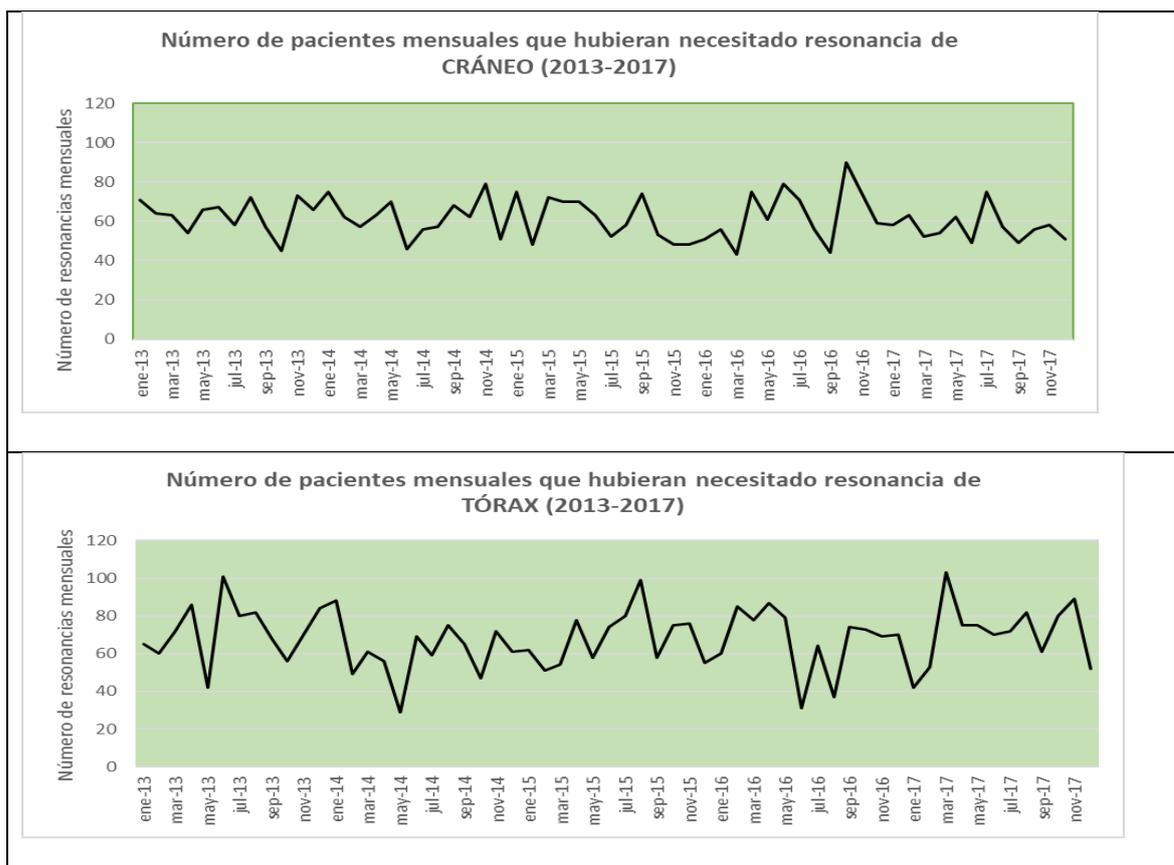
4.9 Tasa de impuestos

La tasa de impuestos corresponde al 15% de la participación de los trabajadores y al 25% de impuesto a la renta, que, de forma combinada resulta en el 36,25%.

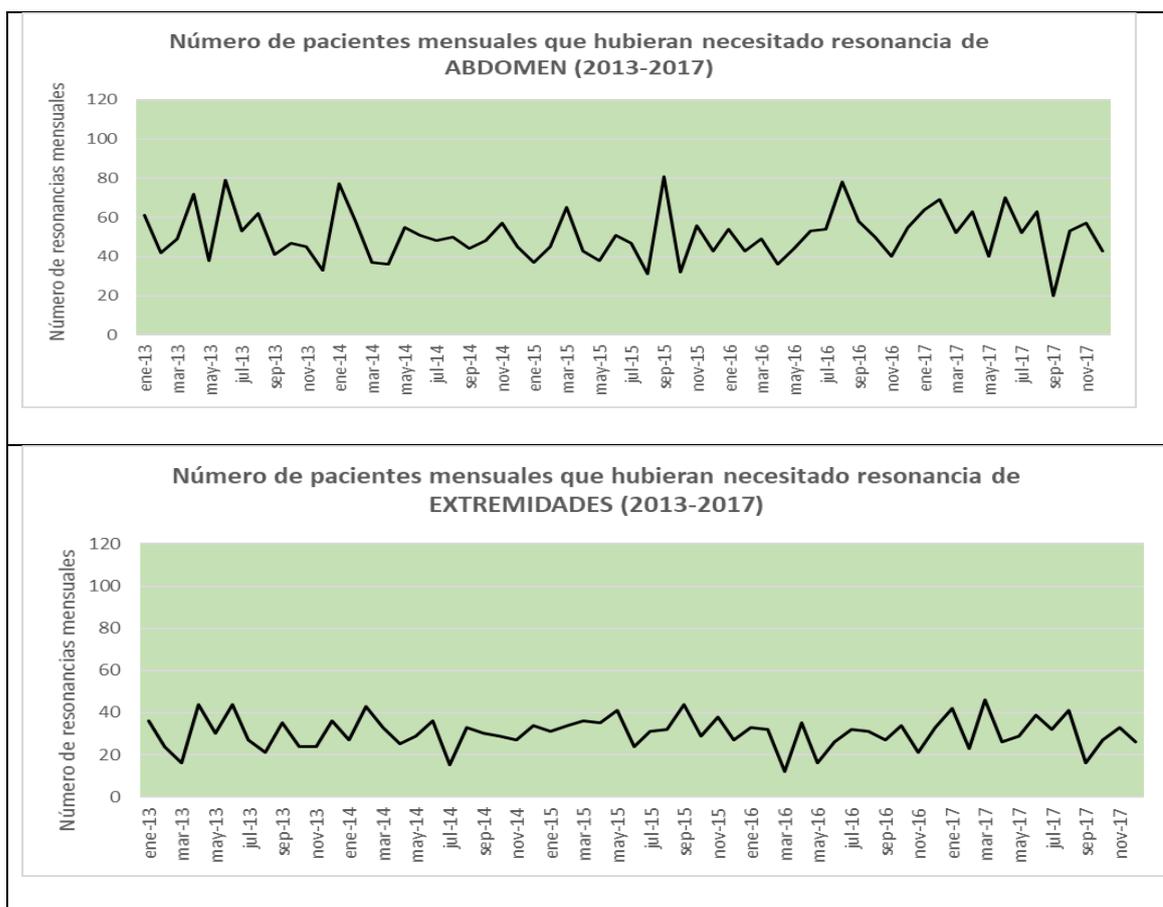
4.10 Análisis de la demanda histórica

En la figura 4-1 se muestra las series históricas del número de resonancias mensuales por cada tipo de resonancia para el período 2013 al 2017:

Figura 0-1: Series históricas de demanda mensual de resonancias en el hospital



**ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD DE UN ÁREA DE MAGÍSTER EN ESTADÍSTICA CON
RESONANCIA MAGNÉTICA EN EL HOSPITAL DE MENCIÓN EN GESTIÓN LA CALIDAD Y
ESPECIALIDADES MÉDICAS MEDIANTE SIMULACIÓN PRODUCTIVIDAD**



Elaborado por: Hugo Vinueza P.

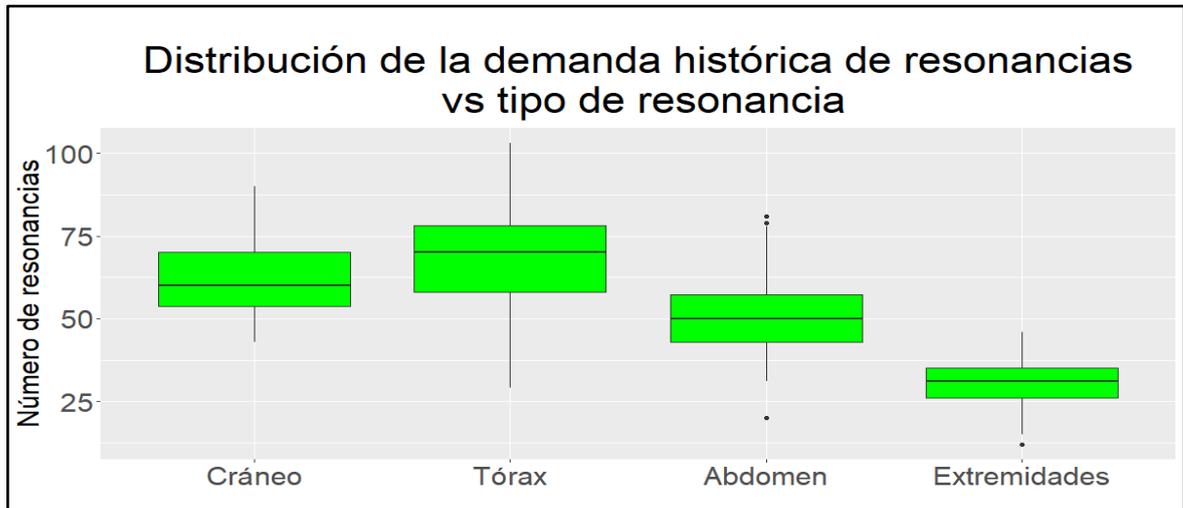
Fuente: Hospital de Especialidades Médicas

Estos datos han sido obtenidos del mismo hospital, incluyendo un campo adicional a la base de datos que registra la atención a pacientes y registrando si cada paciente hubiera necesitado una resonancia o no, clasificado por tipo de resonancia.

De los gráficos anteriores se puede observar que ninguna de las resonancias muestra tendencias crecientes o decreciente, ni estacionalidad, de manera que los datos se pueden tratar como una misma distribución a lo largo del tiempo, es decir se presumen son estacionarios.

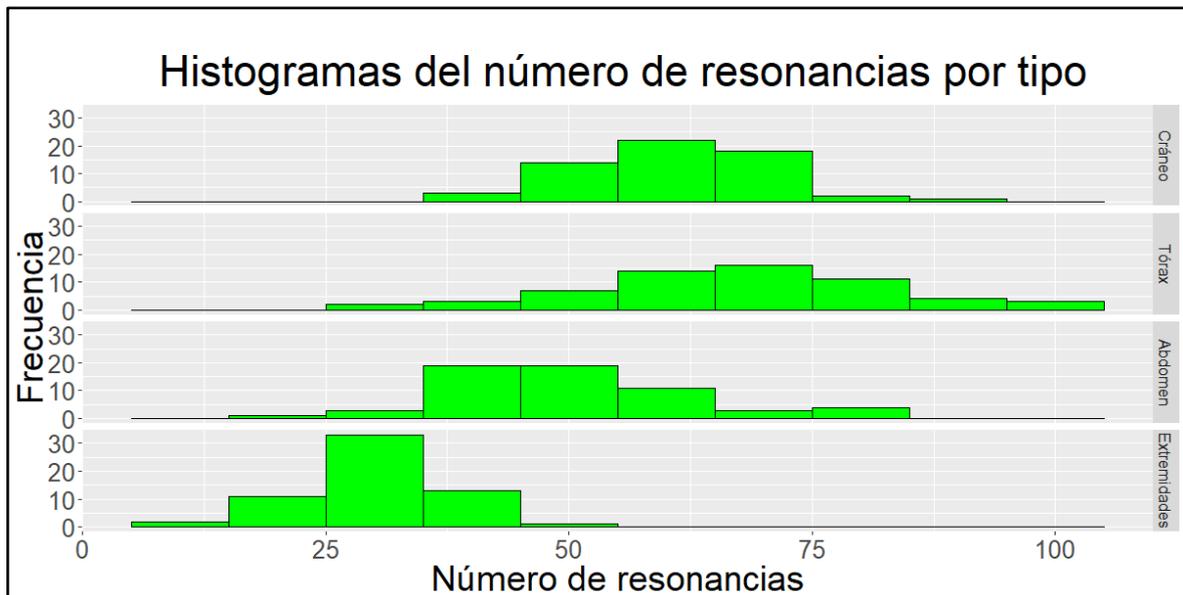
La figura 4-2 muestra las distribuciones de las resonancias mediante un diagrama de cajas y la figura 4.3 muestra los histogramas correspondientes:

Figura 0-2 Distribución de la demanda vs tipo de resonancia



Elaborado por: Hugo Vinueza P.
 Fuente: Hospital de Especialidades Médicas

Figura 0-3 Histograma de la demanda de resonancias



Elaborado por: Hugo Vinueza P.
 Fuente: Hospital de Especialidades Médicas

De los diagramas anteriores se puede establecer que la demanda de resonancias de cráneo y tórax son las que más se requieren y las de extremidades son las que menos se requieren, sin embargo, las dispersiones de todos los tipos son grandes.

Los estadísticos muestrales para cada tipo de resonancia se muestran en la
 Tabla 4-6:

Tabla 0-6 Media y varianza de la demanda de resonancias por tipo

Tipo de resonancia	ESTADÍSTICOS MUESTRALES	
	Media	Desviación estándar
Resonancia de cráneo	61,3	10,4
Resonancia de tórax	67,9	15,9
Resonancia de abdomen	50,9	12,7
Resonancia de extremidad	30,6	7,7

Elaborado por: Hugo Vinueza P.
 Fuente: Hospital de Especialidades Médicas

La Tabla 4-7 muestra las pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk y de
 Kolmogorov-Smirnov para las 4 distribuciones de resonancias:

Tabla 0-7 Pruebas de normalidad de la demanda de resonancias por tipo

Tipo de resonancia	PRUEBA DE NORMALIDAD			
	PARÁMETROS		p-value	
	Media	Desviación estándar	Shapiro-Wilk	Kolmogorov-Smirnov
Resonancia de cráneo	60	10	0,1930	0,3086
Resonancia de tórax	68	16	0,7517	0,8892
Resonancia de abdomen	51	13	0,3161	0,8464
Resonancia de extremidad	30	8	0,3738	0,6733

Elaborado por: Hugo Vinueza P.
 Fuente: Hospital de Especialidades Médicas

De la Tabla 4.7 se puede observar que las 4 distribuciones de resonancia se
 ajustan a una distribución normal con los parámetros indicados, por lo tanto, la
 demanda de cada resonancia será simulada usando estas distribuciones.

4.11 Elaboración del Flujo de Caja

Con los datos de inversiones, costos fijos y variables, depreciaciones, precios
 de venta, y valores de desecho se realiza el flujo de caja del proyecto sin
 deuda, pero como los escenarios son distintos y los ingresos y costos varían de

acuerdo a los valores simulados, la Tabla 4-8 muestra un flujo de caja particular de los posible en la simulación para el escenario esperado:

Tabla 0-8 Una simulación del flujo de caja del proyecto

FLUJO DE CAJA PROYECTADO						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
INGRESOS:						
Ventas		844.523	857.622	871.376	885.818	900.982
Total Ingresos		844.523	857.622	871.376	885.818	900.982
COSTOS:						
(-) Costos Variables		-53.433	-53.433	-53.433	-53.433	-53.433
(-) Costos Fijos		-196.825	-196.825	-196.825	-196.825	-196.825
(-) Depreciación		-259.965	-259.965	-259.965	-259.215	-259.215
(-) Amortización						
Total Costos		-510.222	-510.222	-510.222	-509.472	-509.472
Utilidad Antes de Impuestos		334.301	347.400	361.154	376.346	391.510
(-) Impuestos		-121.184	-125.933	-130.918	-136.425	-141.922
Utilidad después de Impuestos		213.117	221.468	230.236	239.920	249.587
(+) Depreciación		259.965	259.965	259.965	259.215	259.215
(+) Amortización		-	-	-	-	-
Inversión en Activos Fijos	-1.473.395					
Inversión en Activos Diferidos	0					
Inversión en Capital de Trabajo	-20.855	-	-	-	-	20.855
Valor de Desecho Act. Fijos						175.073
FLUJO DE CAJA NETO	-1.494.250	473.081	481.432	490.200	499.135	704.729

Elaborado por: Hugo Vinueza P.

Fuente: Programa de simulación

Este flujo de caja será descontado a la tasa de costo de los recursos propios del 12%

4.12 Elaboración del cuadro de amortización de la deuda

De igual forma la deuda depende del escenario y los valores simulados, en la Tabla 4-9 se muestra un caso particular para el escenario esperado:

Tabla 0-9 Una simulación de la Tabla de amortización de la deuda

TABLA DE AMORTIZACIÓN DE LA DEUDA						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
(-) Intereses		-103.813	-86.880	-68.217	-47.650	-24.982
(+) Impuestos		37.632	31.494	24.729	17.273	9.056
(=) Intereses después de Impuestos		-66.181	-55.386	-43.489	-30.377	-15.926
(+) Préstamo	1.016.778					
(-) Amortización		-165.851	-182.784	-201.447	-222.014	-244.682
(=) Flujo de caja neto de la deuda	1.016.778	-232.032	-238.170	-244.935	-252.391	-260.608

Elaborado por: Hugo Vinueza P.

Fuente: Programa de simulación

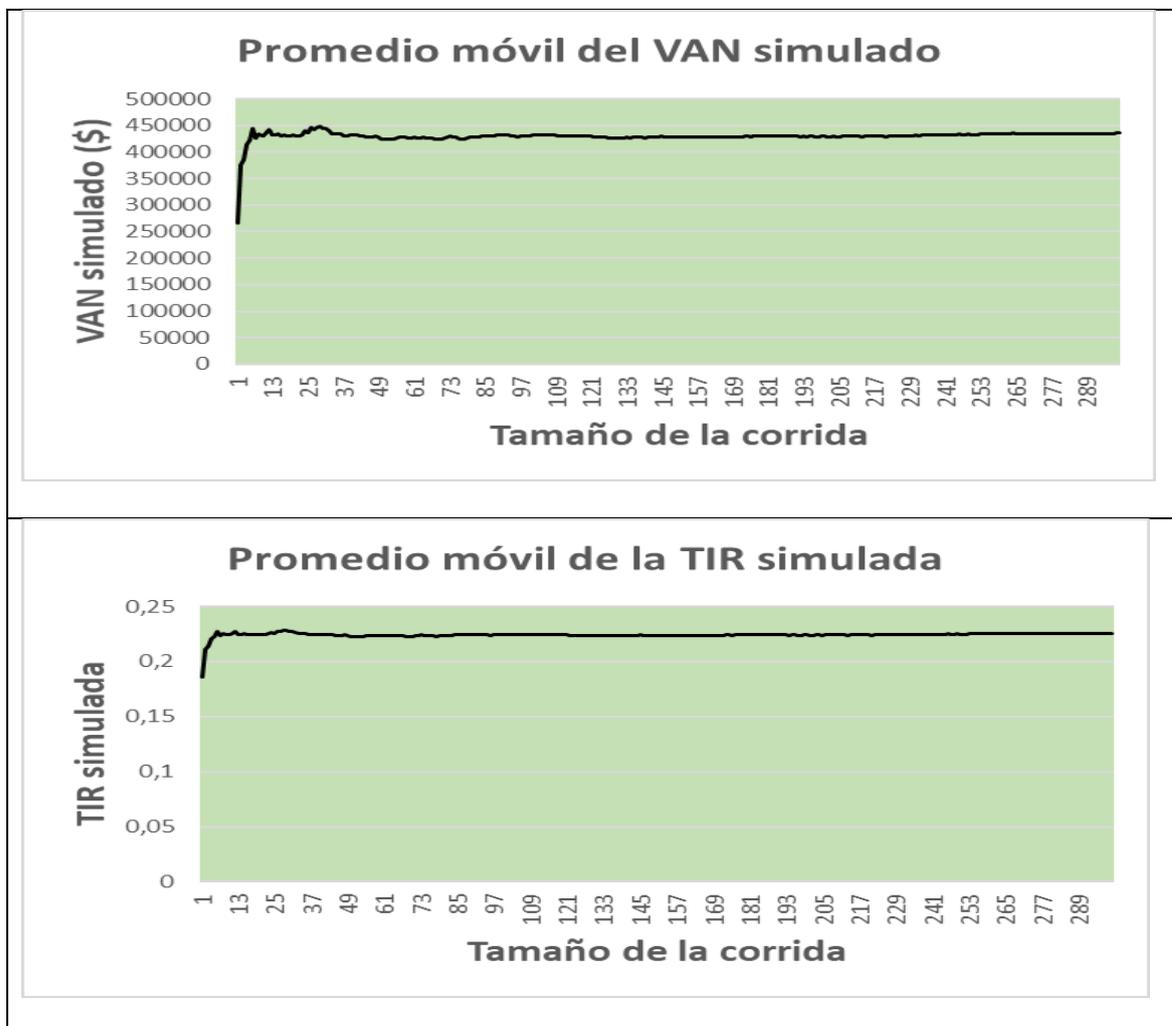
El flujo de la deuda será descontado a la tasa del préstamo del 10,21%

4.13 Corrida de prueba

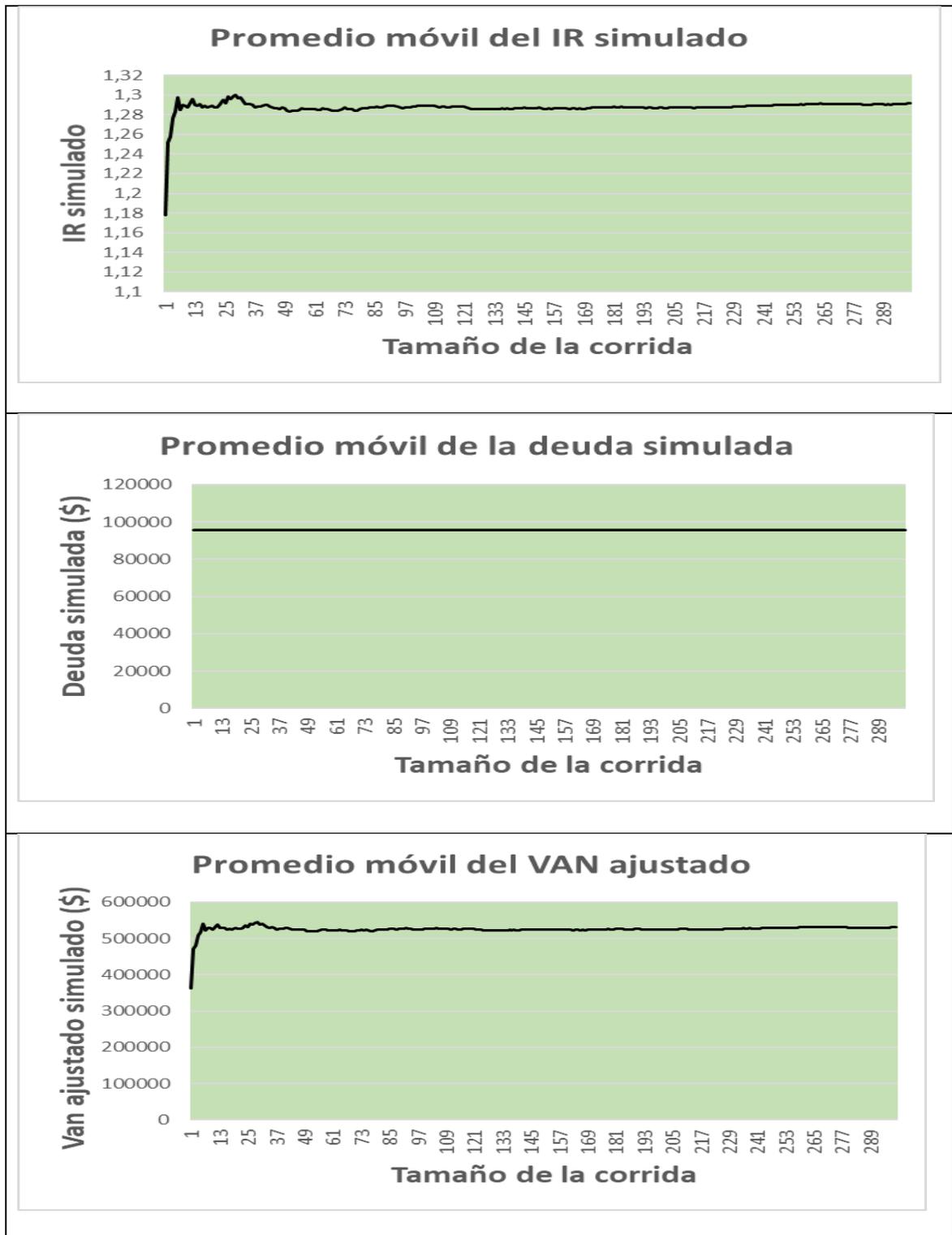
Se ha realizado una corrida de prueba de tamaño 300 utilizando Microsoft Excel para determinar una aproximación de la desviación estándar del VAN en el escenario optimista, que se necesita para calcular el tamaño de las corridas.

En primer lugar, se tiene los gráficos de promedios móviles del VAN, TIR, IR, Deuda y VAN ajustado a la deuda en la figura 4-4

Figura 0-4 Promedios móviles en la corrida de prueba



ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD DE UN ÁREA DE MAGÍSTER EN ESTADÍSTICA CON RESONANCIA MAGNÉTICA EN EL HOSPITAL DE MENCIÓN EN GESTIÓN LA CALIDAD Y ESPECIALIDADES MÉDICAS MEDIANTE SIMULACIÓN PRODUCTIVIDAD

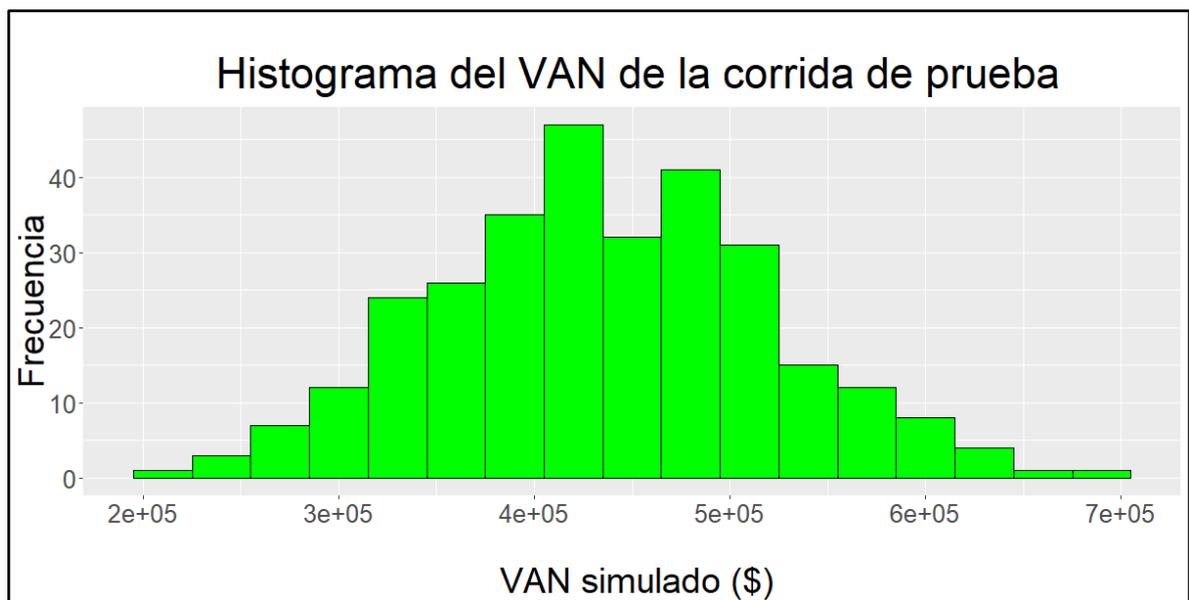


Elaborado por: Hugo Vinueza P.
Fuente: Programa de simulación

En todos los gráficos de la figura 4.4 se puede observar que el promedio se estabiliza en un tamaño de corrida alrededor de 250. La media y desviación

estándar del VAN para esta corrida son respectivamente \$435.536 y \$85.288,
la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk da un p-value de 0,9086 y la de
Kolmogorov-Smirnov de 0,995. El histograma del VAN para esta corrida de
prueba se muestra en la figura 4-5:

Figura 0-5 Distribución del VAN de prueba



Elaborado por: Hugo Vinueza P.
Fuente: Programa de simulación

Se puede apreciar claramente que la distribución se ajusta a la normal.

Con esta información se procede a calcular el tamaño de la corrida para
estimar la media del VAN con el 95% de confianza y con un error absoluto de
\$10.000 en la expresión (1) resultando en un tamaño de muestra de 279
simulaciones, sin embargo, se realizarán las corridas con un tamaño de 300
simulaciones que tendría mayor precisión en la estimación del VAN.

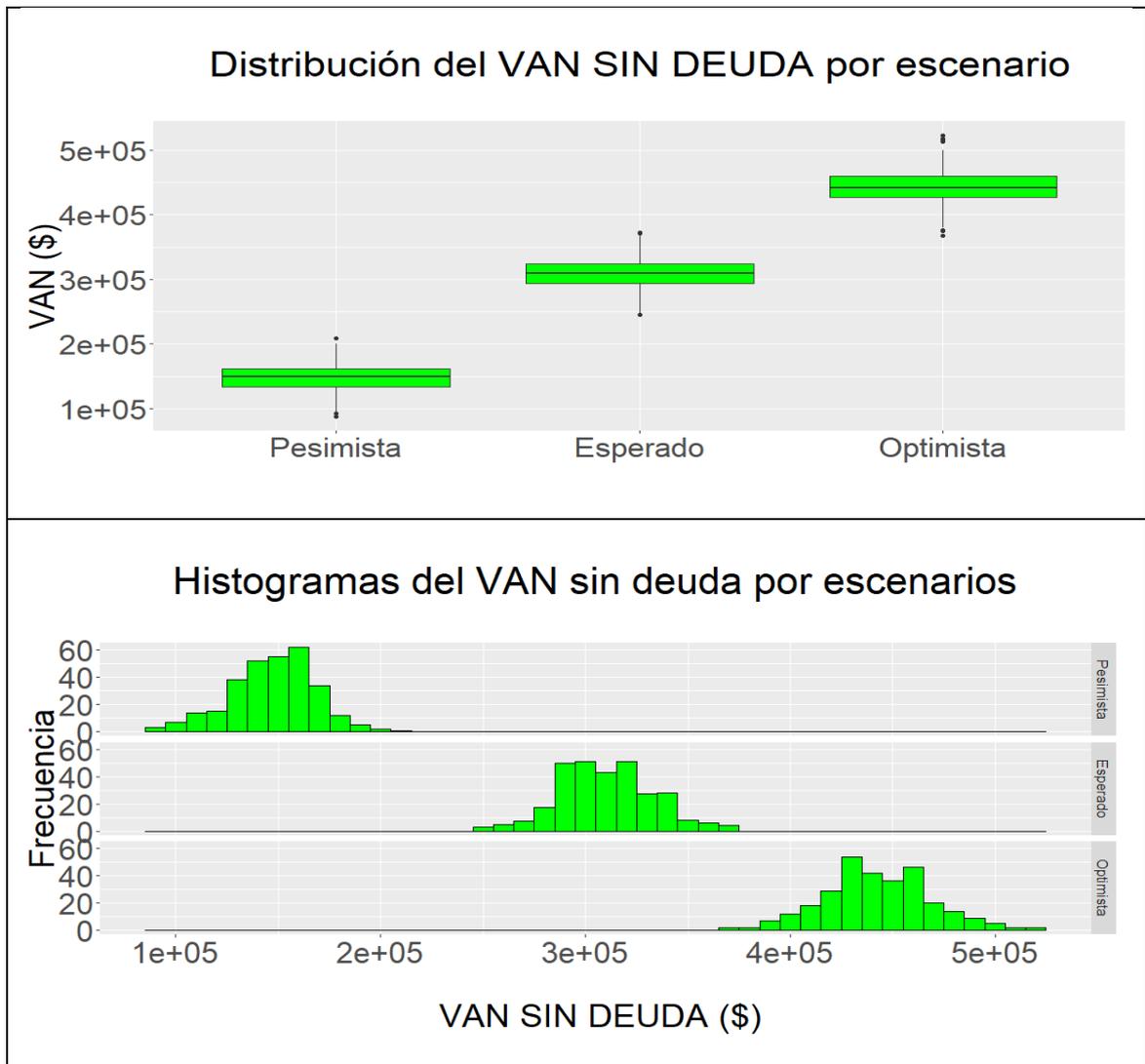
4.14 Indicadores financieros

Una vez que se han realizado las 10 corridas de 300 simulaciones cada una, se ha obtenido el promedio del VAN, TIR, IR, VAN de la deuda y VAN ajustado a la deuda se han obtenido los siguientes resultados:

4.14.1. Van sin deuda

En la figura 4-6 se muestra el diagrama de cajas y el histograma del VAN para los escenarios pesimista, esperado y optimista:

Figura 0-6 Distribución del VAN sin deuda simulado



Elaborado por: Hugo Vinueza P.
 Fuente: Programa de simulación

Del diagrama de cajas se puede observar que los 3 escenarios producen valores del VAN por arriba del cero, lo que implica que en el peor de los casos (pesimista) el proyecto es viable ya que el VAN siempre es mayor que cero. De los histogramas se puede apreciar que las distribuciones para cada escenario son más o menos normales. La Tabla 4-10 contiene las medias y desviaciones estándar para cada escenario obtenidos de las simulaciones:

Tabla 0-10 Media y desviación estándar del VAN sin deuda por escenarios

ESCENARIOS	ESTADÍSTICOS DEL VAN SIN DEUDA	
	Media (\$)	Desviación estándar (\$)
Pesimista	147.462	20.907
Esperado	309.810	22.895
Optimista	442.423	26.275

Elaborado por: Hugo Vinueza P.
Fuente: Programa de simulación

La Tabla 4-11 muestra los resultados de las pruebas de normalidad para el VAN sin deuda en cada escenario, con los parámetros elegidos y resulta que en cada escenario la distribución es normal:

Tabla 0-11 Pruebas de normalidad del VAN sin deuda

ESCENARIOS	PRUEBA DE NORMALIDAD DEL VAN SIN DEUDA			
	PARÁMETROS		p-value	
	Media (\$)	Desviación estándar (\$)	Shapiro-Wilk	Kolmogorov-Smirnov
Pesimista	147.000	21.000	0,1259	0,4207
Esperado	310.000	23.000	0,1707	0,3897
Optimista	442.000	26.000	0,7316	0,9397

Elaborado por: Hugo Vinueza P.
Fuente: Programa de simulación

La Tabla 4-12 muestra los intervalos de confianza al 95% para el VAN sin deuda en cada escenario:

Tabla 0-12 Intervalo de confianza del VAN sin deuda al 95%

ESCENARIOS	INTERVALO DE CONFIANZA DEL VAN SIN DEUDA 95%	
	Límite inferior (\$)	Límite superior (\$)
Pesimista	144.624	149.376
Esperado	307.397	312.603
Optimista	439.058	444.942

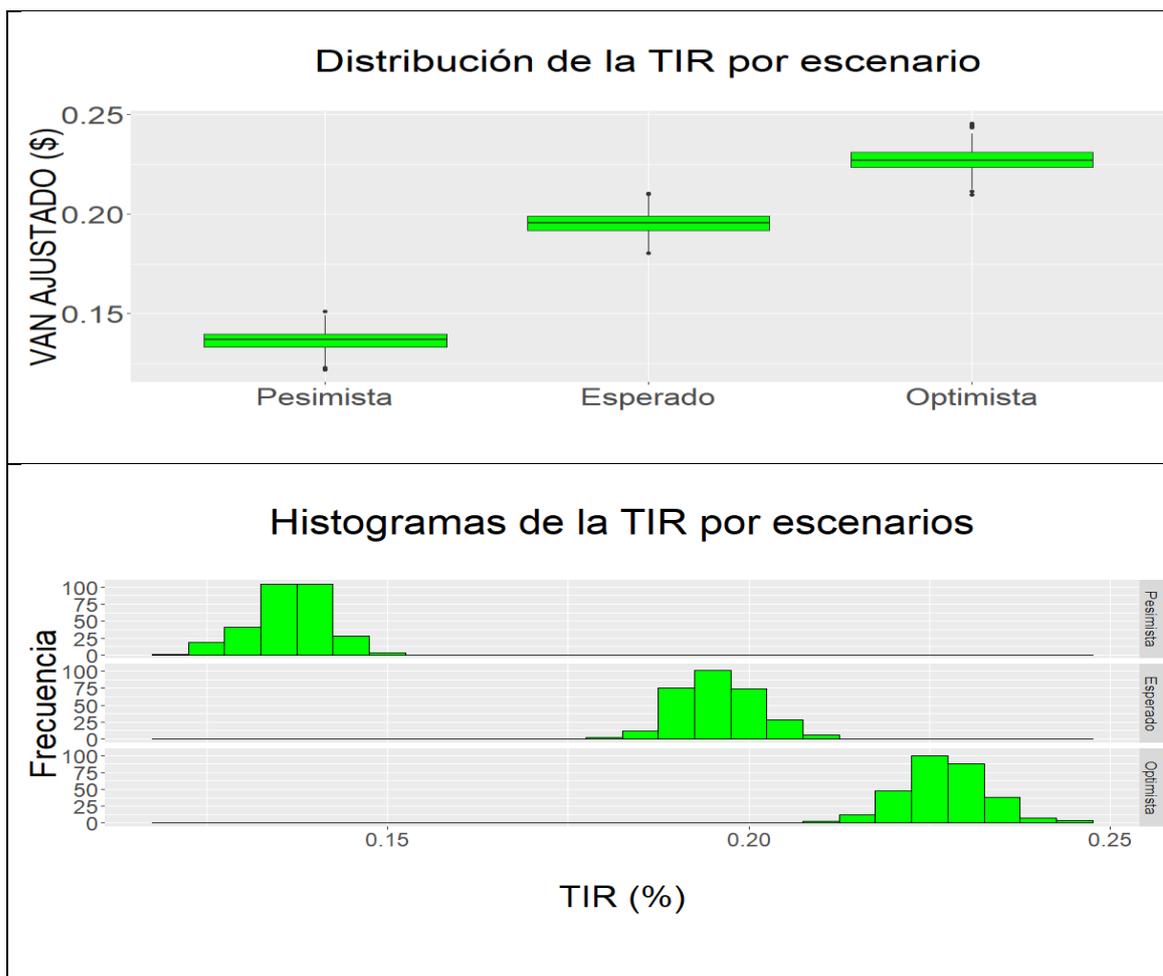
Elaborado por: Hugo Vinueza P.

Fuente: Programa de simulación

4.14.2. TIR del proyecto

La figura 4-7 muestra el diagrama de cajas y los histogramas para la TIR del proyecto en los 3 escenarios:

Figura 0-7 Distribución de la TIR



Elaborado por: Hugo Vinueza P.

Fuente: Programa de simulación

En ambos diagramas se puede visualizar que las distribuciones de la TIR son normales, y el escenario pesimista tiene la menor media, y el optimista la mayor. La Tabla 4.13 contiene las medias y desviaciones estándar de la TIR para cada escenario obtenidos de las simulaciones:

Tabla 0-13 Media y desviación estándar de la TIR por escenarios

ESCENARIOS	ESTADÍSTICOS DE LA TIR	
	Media	Desviación estándar
Pesimista	13,65%	0,50%
Esperado	19,65%	0,54%
Optimista	22,71%	0,61%

Elaborado por: Hugo Vinueza P.
 Fuente: Programa de simulación

La Tabla 4.14 muestra los resultados de las pruebas de normalidad para la TIR en cada escenario, con los parámetros correspondientes a los estadísticos muestrales y resulta que en cada escenario la distribución es normal:

Tabla 0-14 Pruebas de normalidad de la TIR

ESCENARIOS	PRUEBAS DE NORMALIDAD p-value TIR	
	Shapiro-Wilk	Kolmogorov-Smirnov
Pesimista	0,10	0,89
Esperado	0,18	0,14
Optimista	0,75	0,85

Elaborado por: Hugo Vinueza P.
 Fuente: Programa de simulación

Los intervalos de confianza para la TIR al 95% para cada escenario se muestran en la Tabla 4-15:

Tabla 0-15 Intervalos de confianza de la TIR

ESCENARIOS	INTERVALOS DE CONFIANZA TIR	
	Límite inferior	Límite superior
Pesimista	12,67%	14,63%
Esperado	18,59%	20,71%
Optimista	21,51%	23,91%

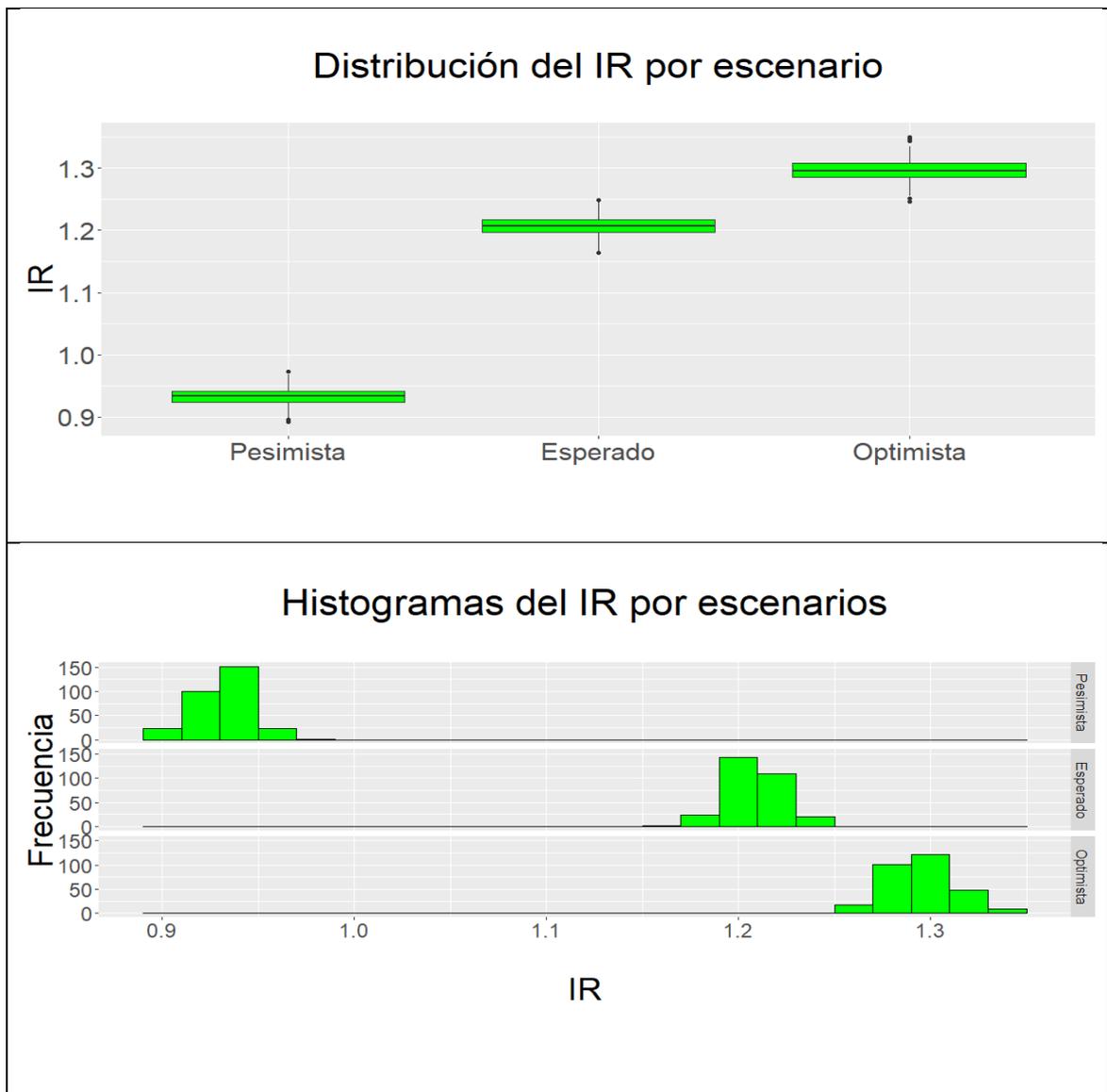
Elaborado por: Hugo Vinueza P.
Fuente: Programa de simulación

Se puede establecer que en todos los escenarios la TIR es mayor que el costo de los recursos propios del 12% con un 95% de confianza.

4.14.3. IR del proyecto

La figura 4-8 muestra el diagrama de cajas y los histogramas para el IR del proyecto en los 3 escenarios:

Figura 0-8 Distribución del IR



Elaborado por: Hugo Vinueza P.
 Fuente: Programa de simulación

De ambos gráficos se puede observar que en el escenario pesimista el IR es menor que 1, lo que indicaría que el proyecto no es viable en este escenario y tal vez estaría en contradicción en las conclusiones obtenidas con el VAN. Lo que ocurre es que el IR es una razón, y al obtener promedios de razones, es posible que los resultados queden distorsionados un poco, por esta razón las

conclusiones deben basarse en un análisis del VAN, ya que este indicador no posee los problemas de la TIR o el IR.

La Tabla 4-16 muestra la media y la desviación estándar del IR par cada uno de los escenarios en las simulaciones realizadas:

Tabla 0-16 Media y desviación estándar del IR

ESCENARIOS	ESTADÍSTICOS DEL IR	
	Media	Desviación estándar
Pesimista	0,93	0,01
Esperado	1,27	0,01
Optimista	1,3	0,02

Elaborado por: Hugo Vinueza P.
 Fuente: Programa de simulación

La prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para los escenarios pesimista, esperado y optimista son 0.13, 0,17 y 0,73 lo que indica normalidad en la distribución del IR en los 3 escenarios.

La Tabla 4-17 muestra los intervalos de confianza al 95% del IR para cada escenario:

Tabla 0-17 Intervalos de confianza para el IR

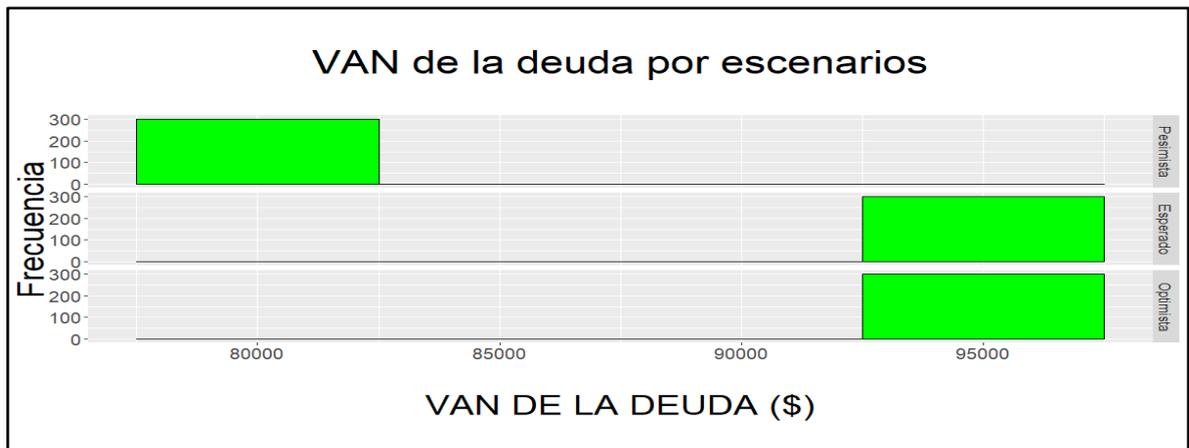
ESCENARIOS	INTERVALOS DE CONFIANZA IR	
	Límite inferior	Límite superior
Pesimista	0,9104	0,9496
Esperado	1,2504	1,2896
Optimista	1,2608	1,3392

Elaborado por: Hugo Vinueza P.
 Fuente: Programa de simulación

Se puede observar numéricamente que en el escenario pesimista el intervalo de confianza es menor que 1. Lo que indicaría que en este escenario el proyecto no es viable.

4.14.4. Van de la deuda

La figura 4-9 muestra que el VAN de la deuda tiene un valor único para cada escenario cuyos valores son \$79.882 para el escenario pesimista, \$95.826 para el esperado y \$95.793 para el escenario optimista. Figura 0-9 Van de la deuda por escenarios



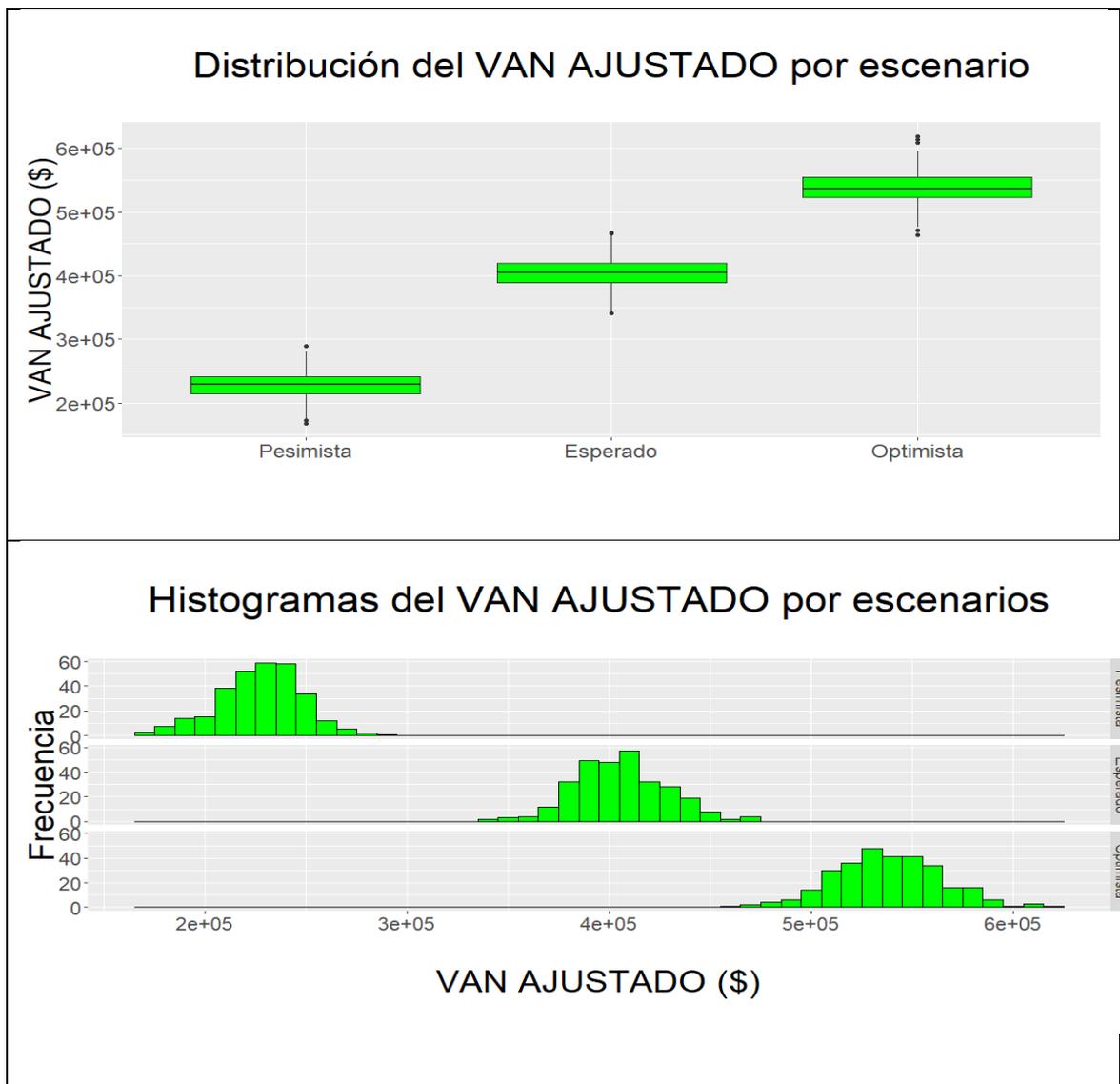
Elaborado por: Hugo Vinueza P.
 Fuente: Programa de simulación

Podría decirse que la deuda en el escenario esperado y optimista es prácticamente la misma. La explicación de por qué la deuda tiene un valor único en cada escenario es la siguiente: el activo fijo ya tiene un valor definido que no cambia para cada escenario y por lo tanto no puede variar en las simulaciones, el capital de trabajo se lo estableció como un mes de costos operativos fijos y variables, pero los costos variables dependen de la cantidad de resonancias realizadas y como ya se ha dicho antes que en cada escenario se utiliza toda la capacidad disponible, entonces los costos variables terminan siendo una cantidad fija para cada escenario, por lo tanto el capital de trabajo también es fijo, lo que conlleva a que el monto de la deuda sea fijo para cada escenario.

4.14.5. VAN ajustado del proyecto

Para analizar el VAN ajustado del proyecto financiado se suma el VAN del proyecto sin deuda más el VAN de la deuda. En la figura 4-10 se muestra el diagrama de cajas y el histograma del VAN ajustado para cada escenario:

Figura 0-10 Distribución del VAN ajustado



Elaborado por: Hugo Vinueza P.
 Fuente: Programa de simulación

De los gráficos se puede observar que VAN ajustado es mucho mayor que el VAN sin deuda, y además las distribuciones por escenario tienen comportamiento normal. La Tabla 4-18 muestra la media y la desviación estándar del IR par cada uno de los escenarios en las simulaciones realizadas:

Tabla 0-18 Media y desviación estándar del VAN ajustado

ESCENARIOS	ESTADÍSTICOS DEL VAN AJUSTADO	
	Media (\$)	Desviación estándar (\$)
Pesimista	227.344	20.906
Esperado	405.636	22.894
Optimista	538.216	26.276

Elaborado por: Hugo Vinueza P.
 Fuente: Programa de simulación

Las Tablas 4-19 y 4-20 muestra las pruebas de normalidad y los intervalos de confianza para cada escenario:

Tabla 0-19 Pruebas de normalidad del VAN ajustado

ESCENARIOS	PRUEBA DE NORMALIDAD DEL VAN AJUSTADO			
	PARÁMETROS		p-value	
	Media (\$)	Desviación estándar (\$)	Shapiro-Wilk	Kolmogorov-Smirnov
Pesimista	227.000	21.000	0,1259	0,4773
Esperado	406.000	23.000	0,1707	0,3285
Optimista	538.000	26.000	0,7316	0,8962

Elaborado por: Hugo Vinueza P.
 Fuente: Programa de simulación

Tabla 0-20 Intervalos de confianza para el VAN ajustado

ESCENARIOS	INTERVALO DE CONFIANZA DEL VAN AJUSTADO 95%	
	Límite inferior (\$)	Límite superior (\$)
Pesimista	224.624	229.376
Esperado	403.397	408.603
Optimista	535.058	540.942

Elaborado por: Hugo Vinueza P.
 Fuente: Programa de simulación

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como conclusiones del trabajo se tienen las siguientes:

- a) La demanda histórica de resonancias correspondientes a datos mensuales de los 5 últimos años, se comportan como series de tiempo sin tendencia a crecer o decrecer.
- b) Las distribuciones de la demanda histórica de resonancias de cráneo, tórax, abdomen y extremidades se ajustan a distribuciones normales, lo que permite obtener valores simulados para cada tipo de resonancia.
- c) Todos los indicadores de viabilidad, excepto el IR, permiten llegar a la conclusión de que el proyecto es viable en los escenarios pesimista, esperado y optimista. El IR en el escenario pesimista tiene un intervalo de confianza de 0,9104 a 0,9496 que son valores menores que 1, mientras que en los otros escenarios el intervalo de confianza tiene límites mayores que 1.
- d) El proyecto con deuda es viable financieramente de acuerdo con los valores obtenidos para el VAN ajustado en los 3 escenarios, esto es beneficioso para el inversionista, ya que invirtiendo el 30% del monto de la inversión total obtiene mayores beneficios que lo que exige el costo de los recursos propios del 12%.

Entre las recomendaciones se pueden considerar para estudios posteriores:

- a) La simulación de otras variables que influyen en el flujo de caja, tales como: la tasa de crecimiento de la demanda, el valor de desecho, la demanda de los pacientes del IESS, etc.

b) Considerar otros escenarios posibles de acuerdo a la capacidad instalada o la inversión en el equipo de resonancia de mayor capacidad, variabilidad en ciertos costos, etc.

REFERENCIAS

- Azarang, M., & García, E. (1996). *Simulación y Análisis de Modelos Estocásticos*. México: McGraw-Hill Interamericana Editores S.A. de C.V.
- Arisitizábal, I. (2007). La resonancia magnética y sus aplicaciones en la agroindustria.
- Hore, Peter (2015). Nuclear Magnetic Resonance - second edition. Reino Unido: Oxford.
- Blank, L., & Tarquin, A. (2006). *Ingeniería Económica - sexta edición*. México: McGraw-Hill/Interamericana Editores S.A. de C.V.
- Burbano, J. (2005). *Presupuestos. Enfoque de gestión, planeación y control de recursos*. Bogotá: McGraw-Hill Interamericana S.A.
- CFN. (1 de septiembre de 2018). *Tasas de interés septiembre 2018*. Obtenido de Corporación Financiera Nacional: <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/09/Tasas-interes-Septiembre-2018.pdf>
- Court, E. (2009). *Aplicaciones para Finanzas Empresariales*. México: Pearson Educación de México S.A. de C.V.
- Dragan, D., Rosi, B., & Avzner, T. (Mayo de 2017). *Synergies between an Observed Port and a Logistic Company: Application of the Discounted Cash-Flow Model and the Monte Carlo Simulation*. Obtenido de Logistics & Sustainable Transport: <https://www.degruyter.com/view/j/jlst.2017.8.issue-1/jlst-2017-0001/jlst-2017-0001.xml>

- García, E., García, H., & Cárdenas, L. (2006). *Simulación y Análisis de Sistemas con Promodel*. México: Pearson Educación.
- García, J. (2008). *Matemáticas Financieras con ecuaciones en diferencia finita - Sta edición*. Bogotá: Pearson Educación de Colombia Ltda.
- Garrison, R., Noreen, E., & Brewer, P. (2007). *Contabilidad Administrativa - undécima edición*. México: McGraw-Hill Interamericana Editores S.A. de C.V.
- Gitman, L., & Zutter, C. (2012). *Principios de Administración Financiera*. México: Pearson Educación México.
- Hanke, J. (2010). *Pronóstico en los Negocios, 9na. edición*. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Horngren, C., Datar, S., & Foster, G. (2012). *Contabilidad de Costos - Un enfoque Gerencial*. México: Pearson Educación.
- Jiambalvo, J. (2003). *Contabilidad Administrativa*. México: Limusa.
- Mao, J. (1986). *Análisis Financiero*. Argentina: El Ateneo Pedro García S.A.
- Mellado, M. (2007). *Evaluación de Proyectos de Inversión*. Chile: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas - Universidad Central de Chile.
- Platon, V., & Constantinescu, A. (8 de Diciembre de 2014). *Monte Carlo Method in risk analysis for investment projects*. Obtenido de ScienceDirect: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212567114004638>
- Polimeni, R., Fabozzi, F., Adelberg, A., & Kole, M. (1997). *Contabilidad de Costos - Conceptos y aplicaciones para la toma de decisiones gerenciales - Tercera edición*. Colombia: McGraw-Hill Interamericana S.A.

- Rodrigues, F., Ferreira, B., Alves, E., Camargo, P., & Rosa, J. (Diciembre de 2017). *ANALYSIS OF THE ECONOMIC VIABILITY OF A RURAL TOURISM ENTERPRISE IN BRAZIL: AN APPLICATION OF THE MONTE CARLO METHOD*. Obtenido de INDEPENDENT JOURNAL OF MANAGEMENT & PRODUCTION (IJM&P): <http://www.paulorodrigues.pro.br/ojs/ijmp/index.php/ijmp/article/view/662>
- Ross, S., Westerfield, R., & Jordan, B. (2010). *Fundamentos de Finanzas Corporativas - Novena Edición*. México: McGraw-Hill Interamericana S.A. de C.V.
- Sapag, N. (2007). *Proyectos de Inversión. Formulación y Evaluación*. México: Pearson Educación S.A. de C.V.
- Vélez Pareja, I. (2002). Costo de capital para firmas no transadas en bolsa. *Academia. Revista Latinoamericana de Administración* (29), pp. 45-75.