

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN ECONOMÍA



TESIS

**ANÁLISIS DE RIESGO DEL PROYECTO DE INVERSIÓN PÚBLICA DEL
SECTOR SANEAMIENTO: CASO PROYECTO TINICACHI – YUNGUYO**

PRESENTADA POR:

OMAR MOISÉS RODRÍGUEZ LIMACHI

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAGISTER SCIENTIAE EN ECONOMÍA

MENCIÓN EN PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN PÚBLICA

PUNO, PERÚ

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN ECONOMÍA



TESIS

ANÁLISIS DE RIESGO DEL PROYECTO DE INVERSIÓN PÚBLICA DEL
SECTOR SANEAMIENTO: CASO PROYECTO TINICACHI – YUNGUYO

PRESENTADA POR:

OMAR MOISES RODRIGUEZ LIMACHI

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAGISTER SCIENTIAE EN ECONOMÍA
MENCIÓN EN PLANIFICACION Y GESTIÓN PÚBLICA

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

.....
Dr. ALCIDES HUAMANI PERALTA

PRIMER MIEMBRO

.....
Dr. POLAN FRANBALT FERRO GONZALES

SEGUNDO MIEMBRO

.....
Dr. RONALD PAUL AVILA CHOQUE

ASESOR DE TESIS

.....
Dr. JUAN WALTER TUDELA MAMANI

Puno, 25 de enero de 2018

ÁREA: Políticas públicas y sociales.

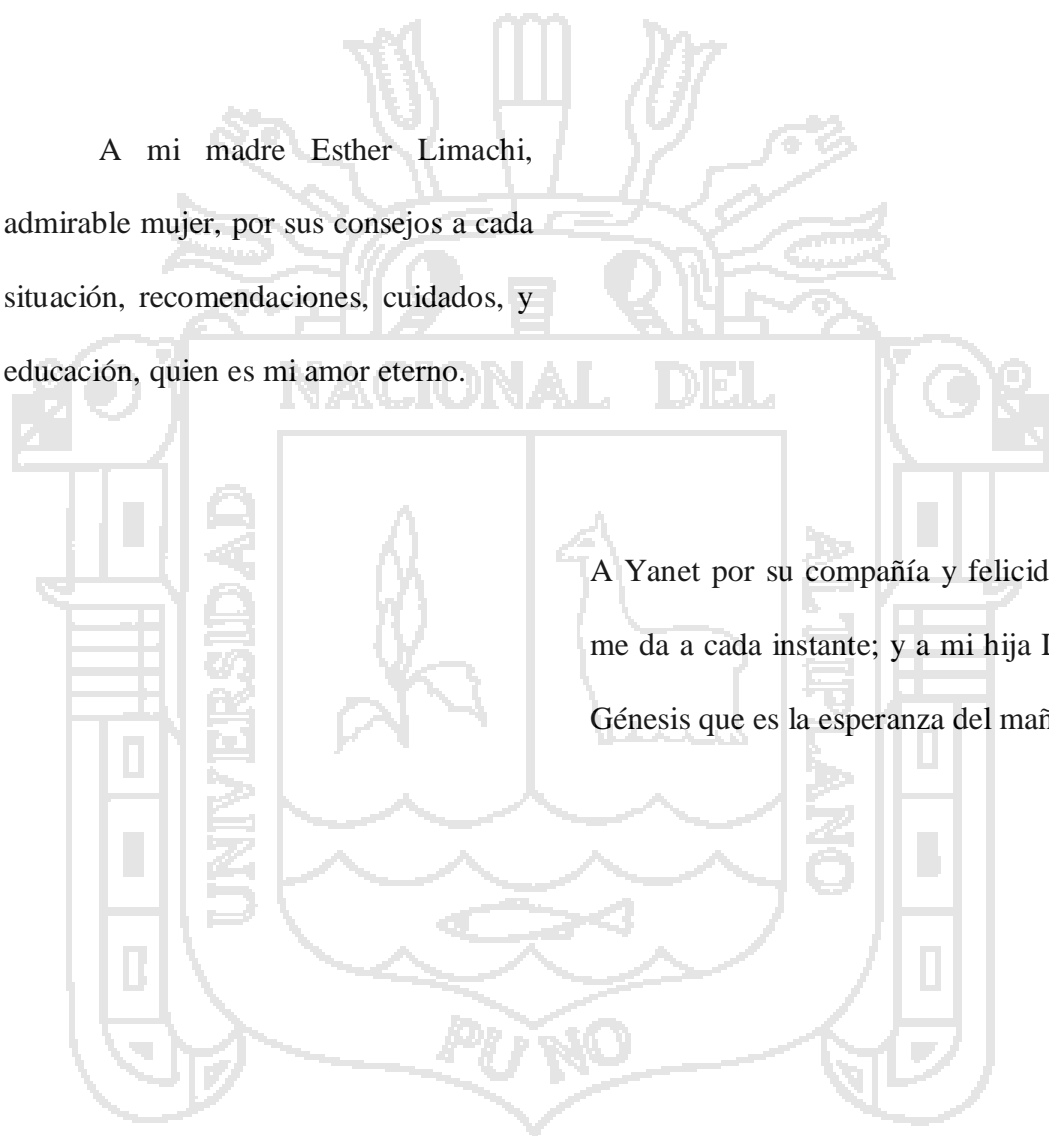
TEMA: Inversión y riesgo.

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida y por su
protección desde el cielo; y a la memoria
de mi padre Teófilo Rodríguez.

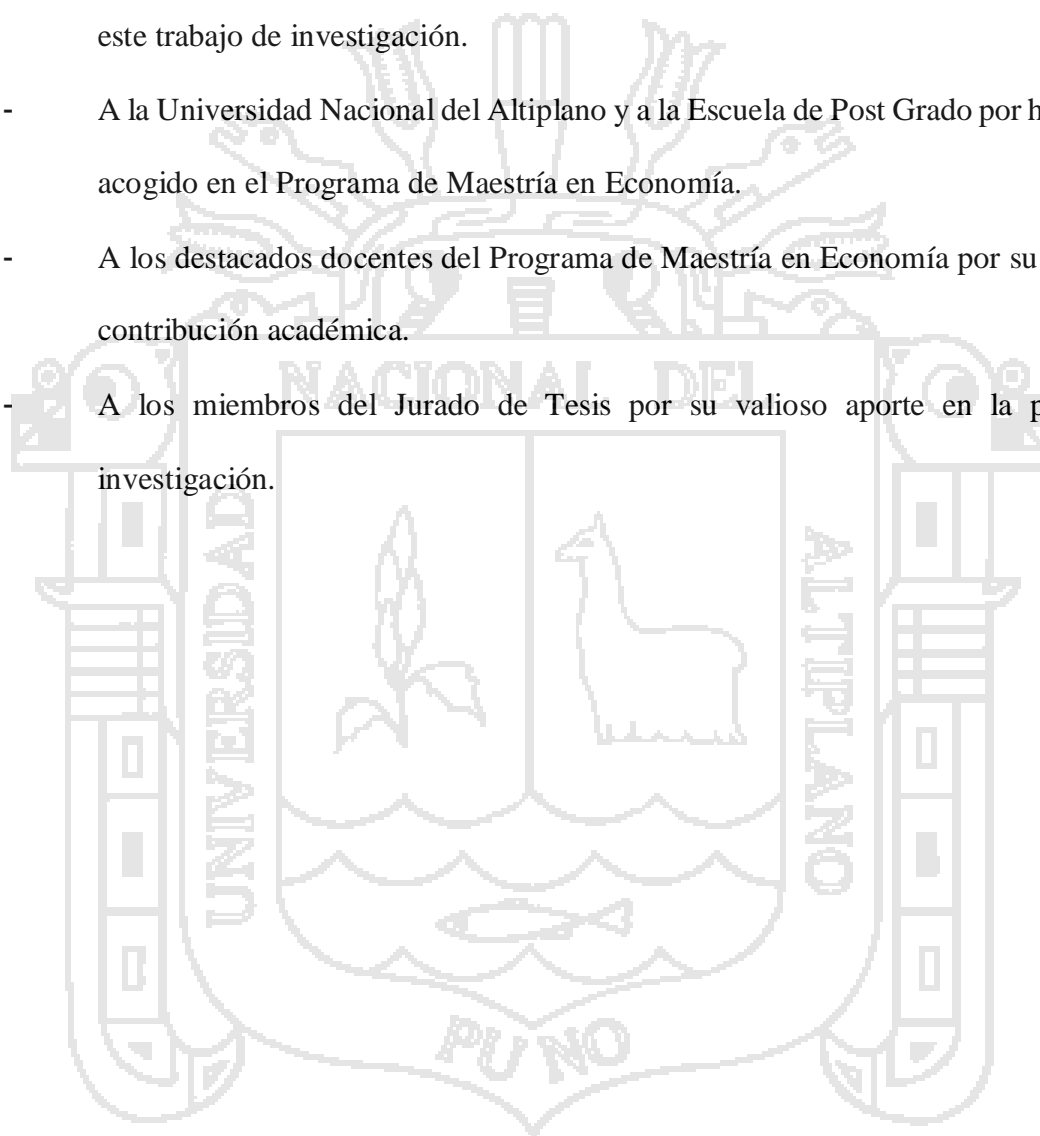
A mi madre Esther Limachi,
admirable mujer, por sus consejos a cada
situación, recomendaciones, cuidados, y
educación, quien es mi amor eterno.

A Yanet por su compañía y felicidad que
me da a cada instante; y a mi hija Luhana
Génesis que es la esperanza del mañana.



AGRADECIMIENTOS

- Un especial agradecimiento y reconocimiento a Dios por la realización del presente trabajo de investigación.
- Un especial agradecimiento a mi Director de Tesis Dr. Juan Walter Tudela Mamani por su guía, interés, apoyo, y sobre todo paciencia para la elaboración de este trabajo de investigación.
- A la Universidad Nacional del Altiplano y a la Escuela de Post Grado por haberme acogido en el Programa de Maestría en Economía.
- A los destacados docentes del Programa de Maestría en Economía por su valiosa contribución académica.
- A los miembros del Jurado de Tesis por su valioso aporte en la presente investigación.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	
REVISIÓN DE LITERATURA	
1.1 Marco teórico	3
1.1.1 Riesgo e incertidumbre en la evaluación de proyectos	3
1.1.2 El riesgo y la incertidumbre	4
1.1.3 Modelo de simulación de Montecarlo	5
1.1.4 Distribuciones de probabilidad	7
1.2 ANTECEDENTES	8
CAPÍTULO II	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
2.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	19
2.2 ENUNCIADOS DEL PROBLEMA	20
2.2.1 Problema general	20
2.2.2 Problemas específicos	20
2.3 JUSTIFICACIÓN	20
2.4 OBJETIVOS	21
	iii

2.4.1	Objetivo general	21
2.4.2	Objetivos específicos	21
2.5	HIPÓTESIS	21
2.5.1	Hipótesis general	21
2.5.2	Hipótesis específicas	21

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	LUGAR DE ESTUDIO Y POBLACIÓN	22
3.2	MÉTODOS	23
3.2.1	La medición del riesgo de un proyecto de inversión	23
3.2.2	El método de simulación de Montecarlo	27
3.2.3	Modelo metodológico para realizar el análisis de riesgo en los proyectos de inversión pública	28

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	FLUJO DE FONDOS DEL PROYECTO E INDICADORES DE RENTABILIDAD SOCIAL DEL PROYECTO	30
4.1.1	Costos de inversión	30
4.1.2	Costos de operación y mantenimiento	33
4.1.3	Beneficios sociales	35
4.1.4	Indicadores de rentabilidad social del proyecto	36
4.1.5	Análisis de sensibilidad ante cambios porcentuales en las variables críticas	38
4.2	VARIABLES DE ENTRADA Y DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDADES	43
4.2.1	Variable inversión	44
4.2.2	Variable costos de operación y mantenimiento	44
4.2.3	Beneficios sociales	45

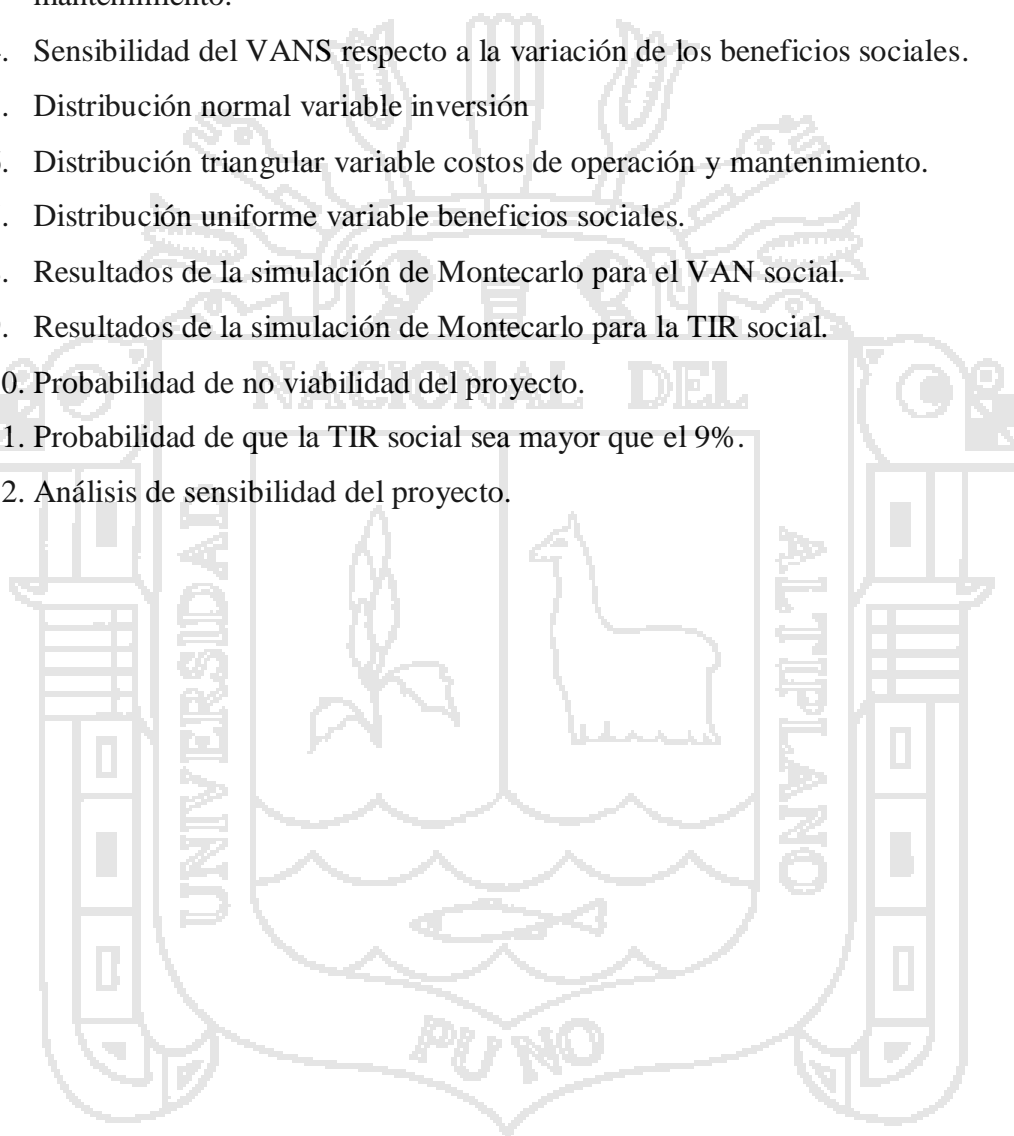
4.3	VARIABLES DE SALIDA	46
4.3.1	Valor Actual Neto VAN	46
4.3.2	Tasa Interna de Retorno TIR	46
4.4	SIMULACIÓN DEL MODELO DE MONTECARLO	46
4.4.1	Simulación del modelo de Montecarlo para el VAN	46
4.4.2	Simulación del modelo de Montecarlo para la TIR	47
4.4.3	Probabilidad de no viabilidad del proyecto de inversión pública	47
4.4.4	Probabilidad de que la TIR sea mayor que el 9%	48
4.4.5	Análisis de sensibilidad del proyecto de inversión pública	49
4.5	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA EVALUACIÓN DETERMINÍSTICA Y LA EVALUACIÓN CON RIESGO	50
4.5.1	Evaluación determinística	50
4.6	LA INCORPORACIÓN DEL RIESGO EN EL CONTEXTO DE LATINOAMÉRICA Y EL CARIBE	54
4.6.1	El riesgo en la evaluación de proyectos	55
4.6.2	En Uruguay	55
4.6.3	En México	55
4.6.4	En Perú	56
	CONCLUSIONES	57
	RECOMENDACIONES	58
	BIBLIOGRAFÍA	59
	ANEXOS	63

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
1. Costos de inversión de la alternativa recomendada	31
2. Resumen de inversión de la alternativa recomendada	31
3. Costos de inversión a precios sociales	32
4. Resumen de inversión a precios sociales	33
5. Costo de operación y mantenimiento sin proyecto	33
6. Costos de operación y mantenimiento con proyecto	34
7. Costos operación y mantenimiento S/P a precios sociales	34
8. Costos de operación y mantenimiento C/P a precios sociales	35
9. Beneficios sociales del proyecto	36
10. Flujo de costos y beneficios	37
11. Resultados de la evaluación social	37
12. Sensibilidad del VANS respecto a la variación de los costos de inversión	38
13. Porcentaje máximo de variación de los costos de inversión	40
14. Sensibilidad del VANS respecto a la variación de los costos de operación y mantenimiento	40
15. Porcentaje máximo de variación de los costos de operación y mantenimiento	41
16. Sensibilidad del VANS respecto a la variación de los beneficios sociales	42
17. Porcentaje máximo de variación de los beneficios sociales	43

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Distribuciones de probabilidad.	28
2. Sensibilidad del VANS respecto a la variación de los costos de inversión.	39
3. Sensibilidad del VANS respecto a la variación de los costos de operación y mantenimiento.	41
4. Sensibilidad del VANS respecto a la variación de los beneficios sociales.	43
5. Distribución normal variable inversión	44
6. Distribución triangular variable costos de operación y mantenimiento.	45
7. Distribución uniforme variable beneficios sociales.	45
8. Resultados de la simulación de Montecarlo para el VAN social.	46
9. Resultados de la simulación de Montecarlo para la TIR social.	47
10. Probabilidad de no viabilidad del proyecto.	48
11. Probabilidad de que la TIR social sea mayor que el 9%.	49
12. Análisis de sensibilidad del proyecto.	50



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
1. Ficha de viabilidad del proyecto de inversión pública	64



RESUMEN

Esta investigación apoya (complementa) a algunas escasas investigaciones que han ayudado a la incorporación del riesgo en los proyectos de inversión pública formulados y evaluados en el marco del sistema nacional de inversión pública en Latinoamérica y el Caribe, y en el actual sistema nacional de programación multianual y gestión de inversiones del Perú Invierte.pe. El objetivo de esta investigación es presentar una metodología que nos permita medir e incorporar el riesgo en la evaluación de proyectos de inversión pública. Para lo cual se ha utilizado el método de simulación de Montecarlo puesto que incorpora la probabilidad de ocurrencia en las variables aleatorias y en los indicadores de rentabilidad social del proyecto de inversión. Dentro de los resultados se puede apreciar que para el proyecto de inversión pública de agua potable la probabilidad de que el VANS sea menor que cero [$p(\text{VANS} < 0)$] es de 0.00%, consecuentemente la probabilidad de viabilidad del proyecto de inversión pública es de 100.00%; y la probabilidad de que la TIRS sea mayor que la tasa social de descuento [$p(\text{TIRS} > 9\%)$] es del 100.00%, este resultado evidencia que existe una elevada probabilidad de que el proyecto de inversión pública es rentable económicamente. El análisis de sensibilidad muestra que la variable crítica inversión es la que más impacta en el VANS con un -87.3%, la variable crítica beneficios sociales afecta en un 12.7% sobre el VANS, y la variable crítica costos de operación y mantenimiento no afecta en los resultados del VANS.

Palabras clave: Evaluación social, incorporación, probabilidad, proyecto de inversión pública y riesgo.

ABSTRACT

This research supports (complements) some few investigations that have helped the incorporation of risk in public investment projects formulated and evaluated within the framework of the national system of public investment in Latin America and the Caribbean, and the current national system of multi-annual programming and the Perú investment management Invierte.pe. The objective of this study is to present a methodology that allows us to measure and incorporate the risk in the evaluation of public investment projects. It has been used the method of Montecarlo simulation since incorporating the probability of occurrence in the random variables and indicators of social profitability of the investment project. Within the results you can see that for the public investment project of drinking water the probability that the VANS would be less than zero. $[p(\text{VANS} < 0)]$ is of 0.00%, as a result the probability of viability of the public investment project is of 100.00%; and the probability that the TIRS is greater than the social rate of discount $[p(\text{TIRS} > 9\%)]$ is of the 100.00%, This result demonstrates that there is a high probability that the public investment project is economically profitable. The sensitivity analysis shows that the critical variable investment is which has more impact on the VANS with a -87.3%, the critical variable affects social benefits in a 12.7% on the VANS, and the critical variable operation and maintenance costs does not affect the results of the VANS.

Keywords: incorporation, probability, public investment, risk project and social assessment,

INTRODUCCIÓN

En el presente año 2017 a nivel nacional se implementó el sistema nacional de programación multianual y gestión de inversiones como sistema administrativo del estado peruano en remplazo al sistema nacional de inversión pública (SNIP), con la finalidad de orientar el uso de los recursos públicos destinados a la inversión para la efectiva prestación de servicios y la provisión de la infraestructura necesaria para el desarrollo del país. Para lo cual se elaboran fichas técnicas y estudios de pre inversión según la complejidad del proyecto, para sustentar y justificar la inversión del proyecto de acuerdo a su viabilidad económica, ambiental y social.

En el llenado de las fichas técnicas y desarrollo de los estudios de pre inversión no se toma en cuenta el análisis de riesgo e incertidumbre en la evaluación social del proyecto de inversión pública cuando se estima los indicadores de rentabilidad económica VAN social y TIR social. Puesto que en los instructivos y guías metodológicas específicas presentadas por la dirección general de inversión pública del ministerio de economía y finanzas, señala que la gestión de riesgos de desastres en el proyecto identifica los posibles peligros que podría enfrentar el proyecto. Los peligros podrían ser Tsunamis, heladas, friajes, erupciones volcánicas, sequías, granizadas, lluvias intensas, avalanchas, flujos de lodo (huaycos), deslizamientos, inundaciones, entre otros. Además se plantean las medidas de mitigación de peligros y su respectivo costo para la implementación de las medidas de reducción de riesgos de desastres.

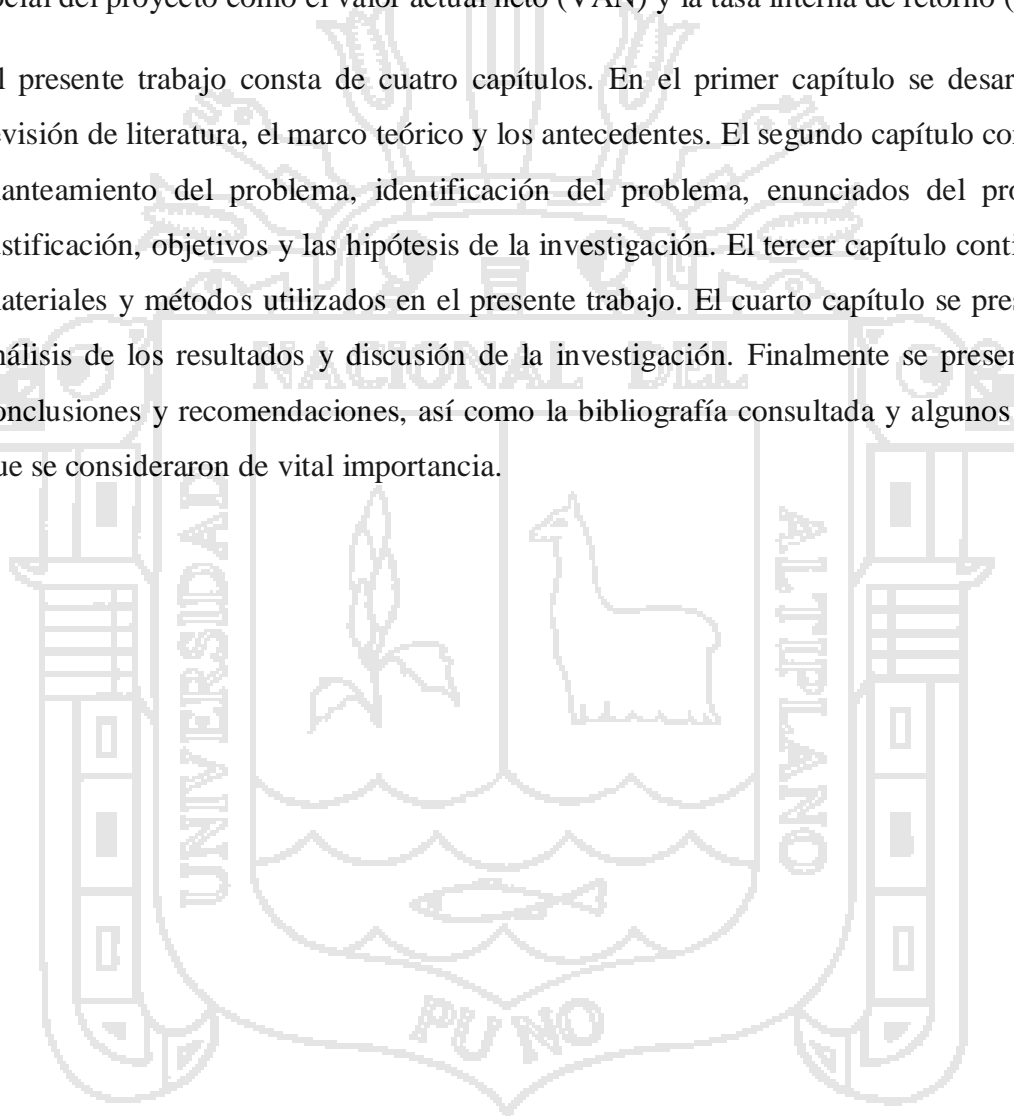
Por todo lo antes mencionado el análisis de gestión de riesgo de desastres en proyectos de inversión que comúnmente se realiza en la elaboración de fichas técnicas y estudios de pre inversión, es distinto al análisis de riesgo debido a la importancia de conocer el efecto de las variables críticas del proyecto en la rentabilidad económica de la evaluación social de un proyecto de inversión pública.

Cuando estimamos los indicadores de rentabilidad social, no se conoce las variaciones que pueden sufrir las variables críticas del proyecto, como los cambios en el monto de inversión, cambios en los montos de los costos de operación y mantenimiento, y cambios en montos de los beneficios sociales; los cuales pueden tener un impacto positivo o negativo en el cálculos de los indicadores de rentabilidad.

El propósito de la presente investigación es proponer una metodología que incorpore el análisis de riesgo e incertidumbre en la evaluación social de un proyecto de inversión pública. Para conocer la probabilidad de los indicadores de rentabilidad económica puedan ser favorables para el proyecto.

Para ello se utilizó como instrumento de investigación el modelo de simulación de Montecarlo, para calcular el impacto del factor riesgo en los indicadores de rentabilidad social del proyecto como el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR).

El presente trabajo consta de cuatro capítulos. En el primer capítulo se desarrolla la revisión de literatura, el marco teórico y los antecedentes. El segundo capítulo consta del planteamiento del problema, identificación del problema, enunciados del problema, justificación, objetivos y las hipótesis de la investigación. El tercer capítulo contiene los materiales y métodos utilizados en el presente trabajo. El cuarto capítulo se presenta el análisis de los resultados y discusión de la investigación. Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones, así como la bibliografía consultada y algunos anexos que se consideraron de vital importancia.



CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 MARCO TEÓRICO

1.1.1 Riesgo e incertidumbre en la evaluación de proyectos

Beltrán y Cueva (2005) detallan que la evaluación de uno o varios proyectos se basa en la proyección de sus respectivos flujos de caja. A partir de ellos se calculan los índices de rentabilidad que permitirán al inversionista tomar decisiones respecto a la viabilidad económica y financiera del proyecto. Hasta el momento se habían considerado como ciertas dichas proyecciones; es decir, se había supuesto que los flujos proyectados iban a ser los efectivos. Sin embargo, en términos generales, resulta obvio que este supuesto no necesariamente se cumple.

Además menciona que las situaciones en las cuales las proyecciones realizadas son inciertas. Es necesario analizar este problema ya que, si las condiciones económicas bajo las cuales una inversión es declarada rentable cambian drásticamente con el tiempo, la rentabilidad pronosticada también variara. Por ello, seleccionar los proyectos sobre la base del valor actual neto (VAN) o la tasa interna de rentabilidad estimados sin considerar el riesgo asociado con el proyecto y la posible variabilidad de los supuestos sobre los que se basa la evaluación, no sería de mucha utilidad (Beltrán y Cueva, 2005).

Sapag (2011), manifiesta que para analizar los proyectos de inversión en condiciones de riesgo e incertidumbre, debemos diferenciar los conceptos de riesgo e incertidumbre, mientras que el primero considera que los supuestos de la proyección se basan en probabilidades de ocurrencia que se pueden estimar, el

segundo enfrenta una serie de eventos futuros a los que es imposible asignar una probabilidad. En otras palabras, existe riesgo cuando los posibles escenarios y sus resultados se conocen, y cuando hay antecedentes para estimar su distribución de frecuencia. Tal es el caso de la cantidad de madres que llegan a una clínica para tener un parto normal y terminan con cesárea.

Hay incertidumbre cuando los escenarios, o la distribución de frecuencia de sus resultados, se desconocen, como por ejemplo la posibilidad de que un avión caiga sobre una fábrica.

El evaluador de proyectos debe incorporar cualquier información adicional que permita al inversionista conocer las posibilidades de que su rentabilidad suba o baje por el riesgo, o la incertidumbre de que cambie el valor de cualquier variable pronosticada para medir dicha rentabilidad. Cuando el proyecto enfrenta condiciones de incertidumbre, se dispone de dos metodologías de análisis no excluyentes entre sí. Cuando enfrenta condiciones de riesgo, además de poder usar las dos anteriores, dispone de una potente herramienta que cuantifica el riesgo total de la inversión e identifica las variables pertinentes de las cuales depende el resultado de su proyecto, permitiendo, en consecuencia, tomar anticipadamente decisiones para su mitigación (Sapag, 2011).

Los procesos de simulación pueden, a su vez, clasificarse de dos formas: simulación determinista o simulación aleatoria. En referencia a la simulación determinista, se denominan deterministas los procesos que, ante un mismo cambio en el valor de las variables, dan el mismo resultado. Los modelos de análisis de escenarios y de cálculo de puntos críticos caen bajo esta categoría. Una simulación aleatoria es aquella donde no se puede predecir el resultado, ya que depende de la distribución de probabilidades de cada variable y del valor probabilístico que asuma en cada análisis (Sapag, 2011).

1.1.2 El riesgo y la incertidumbre

Beltrán y Cueva (2005) mencionan que cuando no se tiene certeza sobre los valores que tomarán los flujos netos futuros de una inversión, nos encontramos ante una situación de riesgo o incertidumbre. El riesgo se presenta cuando una variable puede tomar distintos valores, pero se dispone de información suficiente para conocer las probabilidades asociadas a cada uno de estos posibles valores.

En general, nos encontramos ante una situación de riesgo si se conoce la distribución de probabilidad de un evento. Un ejemplo podría ser lanzar una moneda y apostar a cara o sello con la esperanza de ganar: si resulta cara se ganan S/.10 y si resulta sello se pierden los S/.5.

Obviamente, la ganancia de participar en este juego no es segura, pero conocemos los eventos (solo son dos, ganar 10 si resulta cara o perder los 5 si es sello) y las probabilidades (para cada evento sería igual a 0.5, siempre que la moneda sea equiprobable).

Por el contrario, en una situación de incertidumbre no se conocen los posibles resultados de un evento o suceso y/o su distribución de probabilidades del elemento en estudio (del flujo de caja, por ejemplo), la incertidumbre es el grado de desconfianza de que la distribución de probabilidades analizada sea la correcta.

Para analizar un proyecto con riesgo. Ante la incertidumbre, como se explicó líneas arriba, se determinan probabilidades de ocurrencia subjetivas sobre la base de la experiencia del evaluador. Una vez definidas estas probabilidades, el desarrollo del análisis es similar al caso de riesgo.

1.1.3 Modelo de simulación de Montecarlo

Según Beltrán y Cueva (2005) el modelo de simulación de Montecarlo se puede definir como un método de ensayos estadísticos por ser una técnica de simulación de situaciones inciertas que permite definir valores esperados para variables no conocidas. Lo que permiten definir estos valores es una selección aleatoria, la probabilidad de elegir un proyecto esta asociado con sus respectivas distribuciones de probabilidades. Así este método se utiliza para derivar la distribución de probabilidad de una determinada variable de interés que está relacionada con una serie de sucesos o eventos con probabilidades teóricas definidas.

La simulación de Montecarlo realiza una combinación de todas las variaciones posibles de las variables. Por lo tanto, realiza un análisis multidimensional y no un análisis para una sola variable en forma independiente.

Específicamente, el método de Montecarlo consiste en generar números aleatorios basados en una de ley de probabilidad teórica y convertirlos luego en observaciones de las variables del proyecto, para llegar a determinar una distribución de probabilidad que se aproxime más a la real. De esto se deduce que se pueden realizar varias simulaciones de Montecarlo, con la finalidad de llegar a una mejor aproximación. Pero el número de simulaciones que se debe hacer depende de las variaciones en la respuesta que nos da este método. Cuando la respuesta generada se haya vuelto estable, significa que ya no deben realizar más simulaciones por ser similares a los resultados que ya se tienen.

Para Sapag (2011) el modelo de simulación de Montecarlo genera numerosos resultados que puede tomar el VAN del proyecto, si a cada factor que condiciona el flujo de caja se le asigna, aleatoriamente, un valor probable de ocurrencia. Al aplicar repetidas veces la selección de valores aleatorios para cada uno de los factores, dentro de su propia distribución de probabilidad, se logra obtener un número suficiente de resultados como para pronosticar la forma de la distribución del comportamiento probabilístico del VAN. La definición de la distribución de probabilidades asignada a la ocurrencia de cada uno de los factores se denomina supuesto de entrada. Cuando se selecciona un valor para cada factor, se obtiene una proyección para el VAN (o la variable que se desee simular), la que se denomina supuesto de salida o pronóstico. Al realizar muchas pruebas probabilísticamente posibles, se puede observar la probabilidad con que se repite un VAN o la probabilidad de que su resultado sea negativo o positivo.

Los supuestos de entrada no se aplican a aquellos factores que dependen del comportamiento de otros. Por ejemplo, si en el estudio de elasticidad se estimó una relación entre el precio y la cantidad, solo uno de ellos se selecciona para hacer las pruebas y el otro se define como una función del anterior.

La simulación permite experimentar para observar los resultados que va mostrando el VAN, especialmente cuando existen dudas del comportamiento de más de una variable a la vez; aunque no es un instrumento que busca su optimización, sí cuenta con una herramienta de optimización y simulación simultánea que permite obtener resultados más precisos bajo un conjunto de restricciones.

1.1.4 Distribuciones de probabilidad

Para Palizade (2017) la simulación de Montecarlo las variables críticas de un proyecto pueden generar diferentes distribuciones de probabilidad los cuales pueden producir diferentes resultados de distribuciones de probabilidad. Las distribuciones de probabilidad son una forma mucho más realista de describir la incertidumbre en las variables críticas de un análisis de riesgo. Las distribuciones de probabilidad más comunes son:

Normal o curva de campana: Con esta distribución se define la media o valor esperado y una desviación estándar para describir la variación con respecto a la media. Los valores intermedios cercanos a la media tienen mayor probabilidad de producirse. Ejemplos de variables que se pueden describir con distribuciones normales son la estatura de una población, los índices de inflación y los precios de la energía.

Lognormal: Los valores muestran una clara desviación; no son simétricos como en la distribución normal. Se utiliza para representar valores que no bajan por debajo del cero, pero tienen un potencial positivo ilimitado. Ejemplos de variables descritas por la distribución lognormal son los valores de las propiedades inmobiliarias y bienes raíces, los precios de las acciones de bolsa y las reservas de petróleo.

Uniforme: Todos los valores tienen las mismas probabilidades de producirse; sólo se define el mínimo y el máximo. Ejemplos de variables que se distribuyen de forma uniforme son los costos de manufacturación o los ingresos por las ventas futuras de un nuevo producto.

Triangular: Define los valores mínimo, más probable y máximo. Los valores situados alrededor del valor más probable tienen más probabilidades de producirse. Las variables que se pueden describir con una distribución triangular son el historial de ventas pasadas por unidad de tiempo y los niveles de inventario.

1.2 ANTECEDENTES

En el ámbito nacional e internacional existen múltiples investigaciones realizadas para evaluar proyectos de inversión privada afectadas por el riesgo, y solo unas pocas investigaciones que evalúan proyectos de inversión pública influenciadas por el riesgo.

Alvarado y Gálvez (2017) consideran tres variables importantes para la evaluación del proyecto del sector de pequeños hoteles de San Salvador en incertidumbre: el primero es el precio, seguido por la inflación, y finalmente el porcentaje de ocupación de la empresa; se elabora un flujo de caja aleatorio que parte del flujo de caja determinístico para diseñar un modelo que refleje un escenario incierto, se parte de definir los supuestos que serán las tres variables en incertidumbre como lo son, el precio de kWh, la tasa de inflación y el rendimiento requerido por el accionista, estas serán simuladas con 10,000 escenarios posibles al mismo tiempo en el software Crystall Ball, obteniendo un panorama mucho más amplio de un solo escenario en método determinístico. En un escenario de confiabilidad del 95%, los resultados del pronóstico del VAN probabilístico es de 80%, y los resultados del pronóstico de la TIR probabilística es de 80%; además hace una comparación de los indicadores de rentabilidad en donde el VAN probabilístico es de 15,843 dólares y el VAN determinístico es de 21,351 dólares, Así mismo el TIR determinístico es de 18.47% y el TIR probabilístico es de 14.76%. Los resultados de la evaluación probabilística son mucho menores a los de la evaluación determinística pero siempre es rentable el proyecto.

Huamaní (2017) desarrolla su investigación en el contexto en el que el estado peruano tiene como una de sus prioridades alcanzar la cobertura universal del servicio de agua potable. El incremento de la cobertura de servicio de agua a las familias es relevante para una sociedad debido a que eleva los beneficios sociales mediante: i) el incremento del consumo de agua potable y la reducción del precio debido a la sustitución del abastecedor de agua, ii) el ahorro en el tiempo de traslado del agua desde el lugar de compra hasta la vivienda y iii) el ahorro en el gasto del tratamiento para evitar enfermedades diarreicas.

Sin embargo, la implementación de políticas para el incremento de la cobertura de agua potable desarrolladas por el estado requiere de costos de inversión, de operación y mantenimiento. En ese sentido, la investigación tiene como principal objetivo cuantificar los beneficios y costos sociales del acceso al servicio de agua potable en Lima Metropolitana y evaluar la rentabilidad social mediante la metodología de análisis costo-

beneficio, en el marco de la nueva política nacional de saneamiento. Además, mediante una simulación de Montecarlo se estimó que la probabilidad de que el ratio beneficio/costo sea mayor a uno con un flujo de caja de 10 y 11 años es de 52,3% y 94,3%, respectivamente, es decir, existe un alto grado de certidumbre en los resultados obtenidos en el análisis costo-beneficio.

Hoyos *et al.* (2016) exponen consideraciones de viabilidad y riesgo financiero de una entidad sin ánimo de lucro (ESAL) que se dedicará a promocionar proyectos que mejoren condiciones de vivienda rural, en el departamento de Cundinamarca en Colombia. Se adelanta un análisis de riesgo financiero que simula el tiempo y costo de ejecución de un proyecto de mejoramiento de vivienda mediante la dinámica de sistemas. Los resultados inicialmente obtenidos garantizan un flujo de caja positivo para sus primeros cinco años de operación, por lo que se encontró viabilidad financiera de esta ESAL. Los resultados indicaron un potencial de instalación de 248 sanitarios y la construcción de 345 pisos en concreto con un área promedio por piso de 20 m². Se determinó el flujo de caja mediante las simulaciones de Montecarlo a fin de evaluar el riesgo presente en las variaciones esperadas del flujo de caja, se realizó la simulación con 250,000 replicaciones con un nivel de confianza del 95 %.

Zevallos (2015) tuvo como objetivo realizar la evaluación social del proyecto de instalación del sistema de agua potable en las comunidades de San José, Circa Pampa, Catacora, Chapi, Nueva Esperanza de Quilloacota, Tacnapata, Phorke, Conduriri y San Salvador del distrito de Conduriri, usando indicadores cualitativos y cuantitativos; se ha verificado que los beneficios son mayores que los costos de inversión, operación y mantenimiento, por lo que se recomienda ejecutar el proyecto. Los beneficios se han calculado mediante la reducción de costos de abastecimiento de agua, el mayor consumo de agua y ahorro en tratamiento de enfermedades. La disponibilidad a pagar (DAP) por agua potable de la población, se ha calculado utilizando el método de valoración contingente, en base a 131 encuestas, se ha podido obtener el valor económico que tiene para el poblador promedio del distrito de Conduriri el beneficio de contar con agua potable domiciliaria. Para el cálculo de la DAP se utilizó el modelo Logit, dando como resultado que el 40.46 % de la población está dispuesta a pagar mensualmente por familia S/. 3.35.

Además dentro de la investigación se realizó un análisis de sensibilidad conjunta (prueba de Montecarlo) para el proyecto de inversión pública, el cual se utilizó el modelo de simulación de Montecarlo con el software Crystal Ball, con 1,000 iteraciones, para la estimación se supone de que las variables inversión, beneficios, operación y mantenimiento presentan una distribución normal. Los resultados obtenidos del pronóstico que presenta el proyecto presenta una probabilidad de rentabilidad del 97.99% ($VAN > 0$), mientras que la probabilidad de obtener un VAN negativo es de 2.01%. Del análisis de sensibilidad incorporando el riesgo se puede apreciar que el beneficio familiar incide positivamente en un 44.4% sobre el VAN, y la inversión bruta, los costos de Operación y mantenimiento, y el COK inciden negativamente en un 15.6%, 0.5% y 39.5% en el VAN respectivamente.

Tudela (2015) expone una metodología para la evaluación social de un proyecto de inversión pública que incorpora el componente riesgo e incertidumbre, con la finalidad de mejorar los procesos de evaluación de proyectos. Se demuestra que la simulación de Montecarlo definitivamente aporta una mejor aproximación al análisis del riesgo en la evaluación de proyectos y es perfectamente aplicable a la evaluación de un proyecto que sea identificado, formulado y evaluado en el marco del sistema nacional de inversión pública.

Los resultados de la investigación demuestran que la probabilidad de no viabilidad del proyecto de inversión pública para que el VAN sea menor que cero [$p(VAN < 0)$] es del 19.7%, esta probabilidad también se conoce como la probabilidad de no viabilidad y consiguientemente la probabilidad de viabilidad en este caso sería 80.93%. Por lo tanto la rentabilidad del proyecto social está garantizada. Además, la probabilidad de que la TIR sea mayor que el 14% (tasa de descuento utilizado para descontar el flujo de fondos del proyecto), según resultados de la investigación existe la probabilidad del 80.93%, de que la TIR sea superior a la tasa de descuento.

Tito (2015) concluye que la incertidumbre en la producción de trucha en la región Puno, determinado por su nivel de riesgo, limita un adecuado nivel de inversión y operación de la actividad, siendo importante conocer el Nivel de riesgo de pérdida del productor de trucha en función a los riesgos asociados (mercado, técnico y financiero) para cada escala productiva, que permitirá que productores, empresas financieras y el estado tomen mejores decisiones. Se han aplicado encuestas en una muestra de 175 productores de

trucha beneficiarios del programa de PROCOMPITE segmentándolos en 5 escalas representativas de producción (sobrevivencia, menor escala inicial, menor escala intermedia, menor escala avanzada y mayor escala inicial). El uso del método de Montecarlo basada en el método del valor presente neto y en la identificación de los riesgos asociados, permite que mediante una simulación de 100,000 escenarios se determine el nivel de riesgo de pérdida del productor de trucha por cada escala productiva. El modelo de probabilidad representativo es la distribución logística con sesgo cercano a 0 y curtosis de 4, la variable de riesgo de mayor impacto es el precio de la trucha. Para una tasa de descuento del 3.25% (tasa de referencia BCRP), el nivel de pérdida del productor se incrementa de S/. 32,775 en la escala 1 a S/. 488,602 en la escala 5, y la probabilidad de pérdida disminuye de un 61% de la escala 1 a un 8% a la escala 5.

Iniesta y Lamothe (2015), las técnicas tradicionales de la metodología Project Finance empleadas en la evaluación de proyectos resultan insuficientes para analizar adecuadamente el nivel de riesgo que soportan los accionistas y los prestamistas en los proyectos de infraestructuras.

La consideración explícita de la aleatoriedad de las proyecciones mediante funciones de distribución de probabilidad permite mejorar considerablemente el análisis de los resultados de los principales parámetros de un proyecto, como son las tasas de rentabilidad, los ratios de cobertura de la deuda o el nivel de riesgo de crédito de un proyecto.

Para ello se propone una metodología alternativa basada en el empleo de técnicas estadísticas para la evaluación, en los proyectos de infraestructuras, del nivel de riesgo de crédito para los prestamistas y del nivel de rentabilidad para los inversores.

Para medir el nivel de riesgo de las diferentes medidas de rentabilidad de un proyecto (flujos de caja del proyecto o flujos de caja de los accionistas) además de los métodos clásicos como el análisis de sensibilidad o análisis de escenarios, se propone emplear funciones de distribución de probabilidad de las principales variables de rentabilidad de un proyecto – ejemplo, VAN y TIR – mediante el uso de funciones estadísticas y simulaciones con Montecarlo. Los resultados muestran que la estimación de que la TIR con una probabilidad del 70% es superior al 12%, y de que tan sólo en el 30% de los casos la TIR se situará por debajo del 12%; y la estimación del VAN con una probabilidad del

70% es superior a 30'000,000 de euros, y de que tan sólo en el 30% de los casos el VAN se situará por debajo de 30'000,000 de euros.

Toro, Ledezma y Escobar (2015) proponen un modelo de evaluación de proyectos de inversión bajo condiciones de riesgo en instituciones de educación superior. Es común que estas instituciones se enfrenten al proceso de toma de decisiones en un proyecto de inversión, esperando que el panorama sea lo más acertado posible. Por esto deben contar con herramientas que les permitan una valoración de riesgos alrededor de la inversión. El modelo propuesto ha sido validado con información real y simulado con pruebas computacionales en Crystal Ball. El desarrollo del modelo ha hecho posible la incorporación y el uso de conceptos de riesgo para el proceso de toma de decisiones. El modelo de evaluación propuesto utilizado es el análisis de riesgo cuantitativo mediante la simulación Montecarlo, una vez realizada la simulación de las variables de entrada y salida se puede observar que el VPN del proyecto tiene un 33,34 % de probabilidad de ser menor que cero, a su vez, también se puede analizar que existe un 66 % de probabilidad de que la institución de educación superior tenga VPN mayor a cero. Del análisis de sensibilidad y las variables más importantes en la evaluación del proyecto, se puede observar que la variable tasa de ingreso de los estudiantes tiene un impacto positivo en la recuperación de la inversión, con un valor del 55,9 %, lo contrario sucede con la variable tasa de deserción, que es la que más contribuye de manera negativa al VPN con un 27,5 %.

Proeva (2013) hace una introducción de las técnicas usuales para el manejo de la incertidumbre en la evaluación de proyectos de inversión. El objetivo de evaluar un proyecto de inversión es valorar su rentabilidad económica esperada a partir de los pronósticos de los flujos de caja correspondientes a las múltiples interrelaciones de las variables del proyecto. Frente a las incertidumbres que rodea las variables del proyecto de inversión existen varias metodologías para tomar en cuenta el riesgo asociado a dicha incertidumbre: el análisis de sensibilidad, el método de los escenarios y el análisis de riesgo.

El análisis de riesgo o método de simulación probabilística permite introducir la dinámica en el análisis de evaluación costo-beneficio de los proyectos de inversión, mediante el empleo de la técnica de simulación de Montecarlo. De esta manera, se incorpora al análisis costo-beneficio una evaluación de la incertidumbre asociada a las principales

variables del proyecto y de esta manera estimar el impacto del riesgo sobre la rentabilidad del proyecto. Los resultados de la investigación generados por el programa Crystal Ball durante una simulación de 1000 escenarios del modelo muestran el perfil de riesgo/rentabilidad del proyecto de inversión el cual el valor promedio del VAN ($r=12\%$) del proyecto es \$6,396 y la probabilidad de obtener un $VAN > 0$ es 90%.

León (2013) manifiesta que el sector eléctrico constituye parte fundamental en el desarrollo del país, cada proyecto que se realice implica un aporte considerable en beneficio del país, al mismo tiempo representa un esfuerzo económico importante. Realizar un correcto análisis de riesgo es primordial al momento de planificar el desarrollo de un proyecto. El sector eléctrico está clasificado en 3 partes, generación, transmisión y distribución. Para este trabajo se considera la generación. Los casos de estudio son considerados con información histórica y herramientas de análisis de riesgo que son de gran utilidad para este tipo de trabajos. Durante el desarrollo de esta investigación se analiza la estructura del sector eléctrico, su operatividad financiera, teorías sobre análisis de riesgo, herramientas y metodologías que serán aplicadas para las particularidades del sector.

Para obtener resultados más cercanos a la realidad se utiliza la metodología Montecarlo utilizando la herramienta Crystal Ball, la metodología de Montecarlo ya no sólo permite saber si el proyecto es rentable (VAN positivo) sino también conocer en mayor profundidad los riesgos asociados al proyecto. Con el modelo definido se obtuvo en primera instancia un VAN de -91,180.36 y una TIR -6.18%, estos son datos determinísticos, posteriormente utilizando la metodología Montecarlo se realizan 10,000 iteraciones en la que se obtiene que existe una probabilidad del 99,13% de que el VAN este dentro de un rango de -131,445.24 a -29,525.06 y la TIR de -8.45% a -3.56%.

Morales (2012) menciona que la falta de acceso a agua potable es el causante de miles de muertes de niños, jóvenes y adultos alrededor del mundo. Es por esto que es prioritario llevar fuentes de agua saludables a todas aquellas regiones que carecen de ellas. Por lo cual presenta una evaluación socioeconómica que busca determinar la viabilidad de construcción de un sistema de abastecimiento de agua para la comunidad indígena de La Rivera, del municipio de Florida en el Valle del Cauca. Se realiza una valoración a través de una adaptación de una metodología sugerida por la Organización Mundial de la Salud, en la cual se incluye un análisis de riesgo a través de simulaciones de Montecarlo que

incorporan la incertidumbre de ciertas variables claves en el cálculo del VPN, TIR y razón beneficio/costo del proyecto. El análisis de riesgo se realizó con la ayuda del paquete estadístico Risk de Pallsade para la simulación del modelo de Montecarlo, por lo que se encontró un noventa por ciento de probabilidad de que el VPN del proyecto se encuentre entre - \$131'000,000 y \$384'000,000. El valor más probable a obtener en el VPN es de \$254'000,000 aproximadamente el cual se ve reflejado por la media; y en cuanto a la Tasa interna de retorno, se encuentra que el valor más probable de dicho indicador es del 23%, claramente superior a la tasa social de descuento. Adicionalmente con un 90% de confianza se puede afirmar que la TIR del proyecto estará entre el 18% y el 29%.

Guigui (2012) busca demostrar una metodología eficiente y confiable para evaluar proyectos de inversión dentro de un ámbito de riesgo, con el objeto de facilitar la toma de decisiones en cuanto a la aceptación o rechazo de inversiones de capital, y tiene como objetivo fundamental proponer y validar, empíricamente, una metodología para evaluar los proyectos seleccionados, estableciendo como propuesta básica, la aplicación de la estimación del valor presente neto en riesgo (VPNR) en la evaluación de proyectos de inversión, por medio de rangos de aceptación o rechazo, con el objeto de que esta medida financiera, sea la fundamental para la toma de decisiones. Se efectuó una simulación Montecarlo en Crystal Ball, para cada uno de los proyectos con 1'000,000 iteraciones, tomando como base el flujo libre de caja, por lo que la $P(VPN > 0)$ del proyecto de producción de pantalones de mezclilla es de 78.65%, y la $P(VPN > 0)$ del proyecto de producción de lingotes en base a zinc y aluminio es de 75.85%. Por lo tanto la aplicación de un modelo racional empírico para la evaluación de inversiones de capital, utilizando como medida fundamental el valor presente en riesgo (VPNR), predice el desempeño del proyecto de manera más eficiente y confiable, que las medidas tradicionales, para aceptar o rechazar un determinado proyecto de inversión.

Aparacio, Duran y Giesecke (2011), quien tuvo como objetivo demostrar si los eventos de riesgo alto determinan de manera integral en variaciones de costos de inversión y de duración del cronograma, en la ejecución de un proyecto público turístico de sol y playa. Aplicando la metodología de Montecarlo, en la gestión de riesgos para el proyecto: "Acondicionamiento Turístico de la Zona Centro de la Playa del Distrito de Máncora", Se ha verificado que el no uso del análisis de riesgos significa un valor en términos monetarios ascendente a S/ 1'656,317.26, dicha cifra recoge el efecto conjunto del atraso

en el cronograma y el aumento en el presupuesto del proyecto como consecuencia de la presencia de los eventos de riesgo. Sobre el particular, se ha estimado el valor del efecto de los riesgos por el lado de los costos ascendente de S/. 626,556.84 (reserva de contingencia en costos); asimismo, se ha determinado el efecto de los riesgo por el lado del cronograma asciende a S/. 1'029,760, estas cifras indican sobre la necesidad de prever recursos adicionales a fin de lograr el cumplimiento de los entregables del proyecto.

Castro (2011) con el objetivo de diseñar y elaborar un modelo que permita identificar los riesgos financieros en un proyecto de inversión, que contribuya a la toma de decisiones en el sector de la administración aeroportuaria, sobre la relación entre el riesgo y la rentabilidad de un proyecto de inversión y las características del negocio aeroportuario, de tal manera que se pueda plantear un modelo financiero que optimice la toma de decisiones bajo los escenarios de riesgo en que están involucrados los proyectos.

A partir de la construcción del tradicional modelo financiero determinístico se han evaluado las variables críticas que deben considerarse al momento construir un modelo aleatorio, para que, a través de la determinación de las distribuciones de probabilidades que las caracterizan, proyectar la influencia de la variabilidad que pueden tomar sus valores a lo largo del tiempo en los resultados financieros que se evalúan antes de tomar las decisiones de inversión. Con la utilización del software Crystal Ball se han generado simulaciones de Montecarlo que han dado como resultado distribuciones probabilísticas de variables de salida las cuales se han comparado con los valores del modelo determinístico para tener la debida certeza razonable sobre la posibilidad de obtener los resultados esperados.

Se realizó la simulación Montecarlo, con diez mil ensayos y un nivel de confianza del 95%, donde se puede observar que con el modelo aleatorio existe un 100% de probabilidad de que el VAN sea positivo, y que la probabilidad de que el VAN sea mayor al obtenido en el modelo determinístico es de 7.43%; además la probabilidad de que la TIR sea mayor al 20% (tasa de oportunidad del proyecto) es del 100%, y la probabilidad de que la TIR sea mayor que 36.73% es 5.01%. Del análisis de sensibilidad se puede apreciar que las variables que más impactan los resultados finales del proyecto son el ingreso por tasa de salida de pasajeros internacionales que afecta de forma favorable con el 63.1%, seguida por la tasa de salida de pasajeros nacionales en un 16.1%, en tercer y cuarto lugar aparecen el Tipo de cambio y la inflación, y posteriormente la concesión y

los sueldos afectando en forma negativa al representar costos que disminuyen la variable de estudio.

Sánchez (2009) menciona que en casi todos los proyectos privados utilizan conceptos como demanda, oferta, aversión al riesgo, etc.; sin embargo, pocas veces observamos la aplicación de instrumentos propios del análisis económico para evaluar estos aspectos. Además permite verificar la importancia del instrumental económico al medir el impacto del grado de aversión al riesgo del decisor, en particular, y el análisis de riesgos, en general. Ante escasos recursos, alta incertidumbre y escasas alternativas de elección elevan la certeza en las decisiones; sin embargo, pocas veces son utilizados por su “complicada” aplicación, percepción que pretendemos reducir.

Manifiesta que resulta necesario calcular la probabilidad de obtener algún VAN, es decir, debemos recurrir al método de simulación, el cual incorpora todo valor con posibilidad de realización (implícitamente considera todos los escenarios posibles) de cualquier variable (principalmente de las variables críticas). Mediante el método de simulación de Montecarlo con un nivel de confianza del 95%, se estima una probabilidad de que el VAN sea mayor a cero del 84%, y una de probabilidad del 16% de que el VAN sea menor que cero.

Bazzani y Cruz (2008), identifica los riesgos financieros en los proyectos de inversión de las empresas, su análisis y manejo, con el objetivo de cumplir con los objetivos Institucionales (Misión y Visión); dentro del análisis de los resultados obtenidos, La rentabilidad de la inversión esperada, según el modelo estocástico, es del -9.77%, es decir, no alcanza a cumplir con la tasa de oportunidad propuesta para el proyecto de 30%. Además la utilidad neta esperada, es de \$2'925,018.00, una desviación estándar hacia la derecha daría \$13'233,205.00, es decir, muestra un nivel de sensibilidad muy alto ante el comportamiento de las variables de entrada. La probabilidad de ocurrencia del valor hallado en el modelo determinístico de \$3'560,407.00, es de 49.60%. La utilidad neta puede darse en un rango de valores entre -\$26'000,000 y \$26'000,000.

El flujo de caja esperado es de \$5'863,012.00, una desviación estándar hacia la derecha de \$24'453,594.00, los valores de fluctuación están en un rango aproximado entre -\$60'000,000 y \$60'000,000. La probabilidad de ocurrencia del valor hallado en el modelo determinístico de -\$4'310,469 es de 30.40%. Dentro de las conclusiones la metodología presentada amplía el panorama de análisis para los proyectos, incluyendo el

comportamiento de las variables exógenas y endógenas que en países en vía de desarrollo como Colombia son volátiles e inestables y obligan a la realización de este tipo de técnicas para la toma de decisiones con mejores elementos de juicio.

Bazzani (2007) detalla que en la gerencia moderna de proyectos la administración de riesgos y la gerencia de riesgos han tomado un papel importante para definir estrategias y mantener la estabilidad de la empresa procurando minimizar las pérdidas económicas por la ocurrencia de riesgos. Los riesgos financieros son una preocupación para las empresas en Colombia puesto que tomado importancia a nivel nacional y mundial. Por lo que en su trabajo de investigación pretende desarrollar una metodología técnica, que permita identificar los riesgos financieros en los proyectos de inversión de las empresas, su análisis y manejo para garantizar la supervivencia de las empresas en Colombia.

Para el análisis de riesgo se utilizó la simulación del método de Montecarlo mediante el programa Crystal Ball, la simulación muestra la probabilidad de obtener una tasas de rentabilidad de la inversión del 30%, se obtiene el resultado de 27.57%, probabilidad bastante baja, que muestra al fragilidad del proyecto y el riesgo del mismo ante el comportamiento del entorno en que se ejecutara.

Del Carpio y Eyzaguirre (2007), menciona que la aplicación de la técnica de simulación de Montecarlo, aporta a elegir mejores decisiones. Además concluye: En el desarrollo del ejemplo de aplicación se muestra que la técnica de simulación de Montecarlo aporta significativamente en el análisis de inversión bajo condiciones de riesgo. Pues el método determinístico produce un solo valor como es el caso del VANE igual a S/. 1,223.98. En tanto que la aplicación de Montecarlo indica una distribución de probabilidades del VANE, determinando que la probabilidad del VANE sea mayor que S/. 1,100.00 se estima en 97.63%. La ayuda de un software como Crystal Ball simplifica el análisis de riesgo en las decisiones de inversión. De esta manera, los modelos determinísticos pueden ser enriquecidos con el uso de aplicaciones informáticas que permitirán enfrentar con mayor éxito situaciones tan cambiantes como las vigentes.

Retana y Meza (2007), menciona que la el análisis de VPN proporciona criterios de decisión sistemáticos y claros para todos los proyectos. No obstante, también tiene sus limitaciones; la maximización del valor de la empresa como el fin que guía el proceso decisional de la firma que desarrolla su actividad en un entorno incierto y dinámico. La incertidumbre y el riesgo son inherentes a toda actividad económica, manifestándose de

múltiples formas, y su presencia e impactos se han magnificado como resultado de los procesos de globalización. En las empresas, el riesgo se ha hecho presente principalmente en la toma de decisiones en proyectos de inversión, cuyos parámetros (flujos de efectivo, tasas de interés, etc.) están sujetos a fluctuaciones impredecibles. Estos cambios desfavorables afectan los ingresos y la estabilidad financiera de las empresas, los individuos y las naciones. El objetivo es obtener las herramientas para la evaluación de proyectos utilizando técnicas actuales de evaluación que nos permitan administrar el riesgo de una manera efectiva y eficiente. El ahorrar dinero mediante procedimientos modernos es importante ya que conduce a una utilización más efectiva de los recursos con la finalidad de maximizar el valor de una organización.

Para el análisis de riesgo se utilizó modelos por medio de la simulación, mediante el método de Montecarlo, se realiza la distribución de posibles resultados se genera mediante el cálculo repetido, la simulación se realizó con Risk y Crystall Ball, que permiten la realización de pronóstico y análisis de riesgo. Para el proyecto laboratorios Vision Research se realiza la simulación de Montecarlo con el programa crystal ball con un nivel de la certeza del 100%, la probabilidad de alcanzar un beneficio positivo es de 79.40%, por lo que podemos considerar un 20.60% de probabilidad de tener un beneficio negativo.

De la Garza (2006) tiene como objetivo evaluar como proyecto de inversión autónomo la explotación de las reservas de petróleo y gas en México, para lo cual se aplicó el paquete de simulación de crystal ball y diferentes formas de evaluar un proyecto de inversión.

Las variables que afectan la rentabilidad del proyecto son los cambios en las tasas de interés, la inflación, los precios del crudo y el gas, la carga fiscal. La evaluación del proyecto se realizó mediante la simulación de Montecarlo y el paquete crystal ball, los resultados nos muestran que el proyecto es rentable, su rentabilidad estimada esta entre 5,600 y 57,900 millones de dólares. La simulación de la TIR es positiva, la probabilidad es que su valor esté entre 8% y 12%.

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad se creó el sistema nacional de programación multianual y gestión de inversiones como sistema administrativo del estado, con la finalidad de orientar el uso de los recursos públicos destinados a la inversión para la efectiva prestación de servicios y la provisión de la infraestructura necesaria para el desarrollo del país. Dentro del ciclo del proyecto, la formulación del proyecto, de las propuestas de inversión consideradas en la programación multianual, y la evaluación respectiva sobre la pertinencia de su ejecución, debiendo considerarse los recursos para la operación y mantenimiento del proyecto y las formas de financiamiento. La formulación se realiza a través de una ficha técnica, y solo en caso de los proyectos que tengan alta complejidad se requerirá el nivel de estudio que sustente la concepción técnica y el dimensionamiento del proyecto (MEF-DGPMI-DL, 2017).

En esta situación, según el Contenido Mínimo del Estudio de Preinversión a Nivel de Perfil (MEF-DGPMI-CONTENIDO, 2017), en un proyecto de inversión de debe Identificar los peligros que pueden afectar a la unidad productora de bienes y/o servicios (UP), si existe, y al proyecto, así como las dimensiones ambientales que se esté afectando o se pudiera afectar. Se analiza y evalúa la exposición y vulnerabilidad de la UP frente a los peligros identificados en el diagnóstico del área de estudio, así como los efectos del cambio climático asociados con la gestión del riesgo.

Para Tudela (2015) la literatura de proyectos y en particular en los manuales y guías metodológicas no se tiene claramente explicitada la metodología a seguir cuando se requiere analizar el riesgo e incertidumbre en el proceso de evaluación de un proyecto de

inversión pública. Además señala, que al momento de evaluar un proyecto suele existir desconocimiento sobre muchos aspectos relacionados con el proyecto, como por ejemplo: el incremento de costos de operación y mantenimiento, aumentos en los montos de inversión, disminución de beneficios, etc. Todas estas variables pueden afectar los indicadores de rentabilidad.

Por lo antes mencionado, es necesario realizar una propuesta metodológica para un análisis de riesgo e incertidumbre en la evaluación de proyectos de inversión mediante la metodología costo-beneficio.

2.2 ENUNCIADOS DEL PROBLEMA

A partir de esta premisa, con este trabajo de investigación se busca responder a la siguiente pregunta general:

2.2.1 Problema general

¿Cómo medir e incorporar el análisis de riesgo en un proyecto de inversión pública del sector saneamiento?

2.2.2 Problemas específicos

- ¿Cómo medir el riesgo en la rentabilidad del proyecto?
- ¿Cómo incorporar el análisis de riesgo en un proyecto del sector saneamiento?

2.3 JUSTIFICACIÓN

En la siguiente investigación se pretende contribuir al sistema nacional de programación multianual y gestión de inversiones Invierte.pe., del Ministerio de Economía y Finanzas - Perú, una metodología que incorpore el análisis de riesgo que mejore la evaluación social de proyectos de inversión. Dentro del análisis de riesgo se pretende estimar el nivel de riesgo de los proyectos, afectados por factores críticos de variabilidad que influyen en los indicadores de rentabilidad social del proyecto como el VAN y la TIR.

En la actualidad Invierte.pe., dentro de la formulación y evaluación de proyectos de inversión solo realiza un análisis y evaluación de gestión de riesgos de desastres,

vulnerabilidad y ambiental; más no un análisis de riesgo que incluyen las variables críticas que afectan la rentabilidad social del proyecto.

Así mismo, con la presente investigación se plantea mejorar el proceso de evaluación social de proyectos del sistema nacional de programación multianual de inversiones Invierte.pe., del Ministerio de Economía y Finanzas – Perú, utilizando el modelo de simulación de Montecarlo para tomar mejores decisiones en la selección de las alternativas de solución del proyecto.

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 Objetivo general

Presentar una metodología que permita medir y analizar el riesgo en un proyecto de inversión pública del sector saneamiento.

2.4.2 Objetivos específicos

- Analizar y medir el riesgo en los indicadores de rentabilidad.
- Hacer recomendaciones metodológicas para analizar el riesgo en un proyecto de inversión pública del sector saneamiento.

2.5 HIPÓTESIS

2.5.1 Hipótesis general

Es posible construir un modelo metodológico que permita medir y analizar el riesgo en un proyecto de inversión pública del sector saneamiento

2.5.2 Hipótesis específicas

- El proyecto de inversión pública del sector saneamiento presenta bajos niveles de riesgo en los resultados de los indicadores de rentabilidad.
- Existen vacíos metodológicos en el análisis de riesgo de un proyecto de inversión pública del sector saneamiento.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la siguiente investigación se realiza un análisis cualitativo y cuantitativo de los riesgos del proyecto, se analiza el afecto del riesgo en los indicadores de rentabilidad del proyecto de inversión pública denominado: Mejoramiento y ampliación de los servicios de agua potable y alcantarillado de la localidad de Tinicachi, distrito de Tinicachi - Yunguyo - Puno; y el impacto de los aumentos y reducciones de las variables críticas en el VAN social y la TIR social.

3.1 LUGAR DE ESTUDIO Y POBLACIÓN

Para analizar el caso de estudio, se utilizó un proyecto de inversión pública del sector saneamiento de la municipalidad distrital de Tinicachi, de la provincia de Yunguyo, de la región de Puno; el cual en la actualidad se encuentra viable, y contiene la siguiente información:

- Código del proyecto : 2314374
- Código SNIP : 351951
- Monto de inversión : S/.3'093,164.00

La alternativa recomendada del proyecto de inversión pública consiste en: la construcción de infraestructura de agua potable mediante la captación en ladera, construcción reservorio de 16m³, construcción reservorio de 4m³, redes de conducción, redes de distribución, y 224 conexiones domiciliarias; construcción del sistema de red de alcantarillado, buzones de inspección, cajas de inspección; se instalara un tanque imhoff,

y finalmente se desarrollara talleres de capacitación acerca de la práctica de higiene, conocimiento de operación y mantenimiento, y educación sanitaria.

3.2 MÉTODOS

Dentro de nuestro análisis cualitativo se identifica las probabilidades de ocurrencia de los posibles riesgos en los indicadores de rentabilidad del proyecto de inversión pública. Por lo que estas probabilidades de riesgo pueden ser: primero bajo, segundo moderado y tercero alto de acuerdo los resultados obtenidos. Para el análisis cuantitativo se estima la probabilidad de ocurrencia de riesgo con un porcentaje, el cual calcula el valor esperado del evento riesgoso.

El riesgo en la evaluación de proyectos se diferencia en los siguientes dos casos: primero el riesgo propiamente dicho cuando hay situaciones en las que se conoce la probabilidad de ocurrencia de un evento en particular, y segundo la incertidumbre cuando hay situaciones en las que no se conoce la probabilidad de ocurrencia.

Las técnicas utilizadas para el análisis de las variaciones de las variables críticas en la evaluación de un proyecto de inversión pública son la metodología del análisis de sensibilidad, y la metodología del modelo de simulación de Montecarlo.

El análisis de sensibilidad no considera las probabilidades de ocurrencia, el proyectista es el que asigna los valores a las variables críticas mediante rangos los cuales producen efectos en los indicadores de rentabilidad social como el VAN social y la TIR social. Este análisis a diferencia de la simulación de Montecarlo se analiza solo para el caso de un escenario.

El modelo de simulación de Montecarlo utiliza las probabilidades de ocurrencia, por lo que cada una de las variables críticas del proyecto tiene una distribución de probabilidades.

3.2.1 La medición del riesgo de un proyecto de inversión

Según Beltrán y Cueva (2005), Para medir el riesgo en la evaluación de un proyecto de inversión se debe tener en cuenta que el objetivo principal es maximizar la esperanza del VAN y de al TIR.

Para calcular el riesgo, se supone que la principal fuente de riesgo esta generado por la variabilidad de los flujos de caja pronosticados. Además se supone que las otras variables (vida útil, COK, inversión, etc.) son verdaderas y ciertas.

Por lo tanto, primero se debe calcular el valor esperado o promedio del flujo de caja de cada periodo, mediante la siguiente ecuación.

$$E(FC_t) = \sum_{i=1}^s FC_{ti} \times P_i$$

Donde:

FC_{ti} : FC del periodo (t) si se diera el resultado (i)

s : Número de posibles resultados del FC_t .

P_i : Probabilidad de ocurrencia del resultado (i).

Luego, a partir de los flujos de caja promedio se determina el valor esperado del VAN:

$$E[VAN] = E \left[-Inv + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+r)^t} \right]$$

$$E[VAN] = E[-Inv] + E \left[\sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+r)^t} \right]$$

$$E[VAN] = -Inv + \sum_{t=1}^n \frac{E(FC_t)}{(1+r)^t}$$

Donde:

n : Número de períodos

r : Tasa de descuento

Si el VAN esperado del proyecto es positivo es decir mayor a cero, se debería invertir en el proyecto.

Pero es preciso mencionar que la esperanza matemática del VAN mide el valor de la tendencia de una variable aleatoria cuando se repite varias veces el mismo experimento.

Pero, es importante que el inversionista tome una decisión en función al nivel de riesgo o grado de variabilidad de los indicadores de rentabilidad. Es por tal motivo que se pretende estimar el nivel de riesgo.

Además, el riesgo de un proyecto de inversión está relacionado con los cambios o variabilidad de los flujos calculados para cada periodo; por consiguiente el riesgo está vinculado con la dispersión de los flujos.

Con estas variaciones de los flujos podremos calcular las variaciones (variabilidad) del VAN, y finalmente calcular la medida para el nivel de riesgo del proyecto de inversión.

Para calcular la dispersión calculamos la varianza del flujo de caja:

$$V(FC_t) = \sigma_t^2 = \sum_{i=1}^s (FC_{ti} - E(FC_t))^2 X P_i$$

Donde:

$V(FC_t)$: Varianza del FC_t

Luego, calculamos la desviación estándar:

$$DS(FC_t) = \sigma_t = \sqrt{\sum_{i=1}^s (FC_{ti} - E(FC_t))^2 X P_i}$$

Pero, el objetivo de esta metodología es calcular la desviación estándar del VAN, para lo cual primero calculamos la variación del VAN:

$$V[\text{VAN}] = V \left[-\text{Inv} + \sum_{t=1}^n \frac{\text{FC}_t}{(1+r)^t} \right]$$

$$V[\text{VAN}] = \frac{\sigma^2(\text{FC}_1)}{(1+r)^2} + \dots + \frac{\sigma^2(\text{FC}_n)}{(1+r)^{2n}} + \frac{2\text{Cov}(\text{FC}_1, \text{FC}_2)}{(1+r)^3} + \dots + \frac{2\text{Cov}(\text{FC}_{n-1}, \text{FC}_n)}{(1+r)^{2n-1}}$$

Luego reducimos la ecuación de la varianza del VAN, para lo cual debemos estimar la dependencia entre flujos de caja, es decir, si la variabilidad del flujo de caja explica o no la variabilidad de los otros flujos de caja.

Para ello vamos a suponer que los flujos de caja son independientes en los periodos restantes, en este sentido la covarianza será igual a cero. Por lo tanto la ecuación para calcular la varianza del VAN sería la siguiente:

$$V[\text{VAN}] = V \left[-\text{Inv} + \sum_{t=1}^n \frac{\text{FC}_t}{(1+r)^t} \right]$$

$$V[\text{VAN}] = \frac{\sigma^2(\text{FC}_1)}{(1+r)^2} + \frac{\sigma^2(\text{FC}_2)}{(1+r)^4} + \dots + \frac{\sigma^2(\text{FC}_n)}{(1+r)^{2n}}$$

$$V[\text{VAN}] = \sum_{t=1}^n \frac{\sigma^2(\text{FC}_t)}{(1+r)^{2t}}$$

Por lo tanto la ecuación para calcular la desviación estándar de la VAN sería:

$$DS[VAN] = \sqrt{\sum_{t=1}^n \frac{\sigma^2(FC_t)}{(1+r)^{2t}}}$$

Con las ecuaciones anteriores podemos calcular el coeficiente de variabilidad, para que el inversionista tome decisiones para minimizar el riesgo y escenarios más seguros para su elección.

El coeficiente de variabilidad es un valor aproximado del riesgo, para (Beltrán & Cueva, 2005) el coeficiente de variabilidad mide el grado de dispersión por unidad de rendimiento esperado; para (Contreras, 2009), el coeficiente de variación (CV) indica cuantas unidades de riesgo (\$ del VAN) se están tomando por cada unidad obtenida del VAN esperado.

$$CV = \frac{\sigma(VAN)}{E(VAN)}$$

Este coeficiente es una medida relativa de riesgo, para elegir el proyecto, es mejor que el coeficiente de variabilidad sea menor.

3.2.2 El método de simulación de Montecarlo

Para el presente trabajo de investigación utilizaremos el programa Crystal Ball para la simulación del modelo de Montecarlo el cual está al alcance de cualquier usuario.

Aparacio *et al.* (2012) La simulación de Montecarlo puede incluir todas las combinaciones posibles de las variables que afectan los resultados de un proyecto. Por ejemplo, se puede evaluar cuál será la duración del proyecto si cambian todas las variables al mismo tiempo, teniendo en cuenta la interrelación que existe entre ellas.

Palizade (2017) La simulación Montecarlo realiza el análisis de riesgo con la creación de modelos de posibles resultados mediante la sustitución de un rango de valores con una distribución de probabilidad para cualquier factor con incertidumbre inherente. Luego, calcula los resultados una y otra vez, cada vez

usando un grupo diferente de valores aleatorios de las funciones de probabilidad. Dependiendo del número de incertidumbres y de los rangos especificados, para completar una simulación Montecarlo puede ser necesario realizar miles o decenas de miles de recálculos. La simulación Montecarlo produce distribuciones de valores de los resultados posibles.

A las variables críticas se le asigna una distribución de probabilidad las cuales pueden tener una distribución normal, triangular, uniforme, etc.

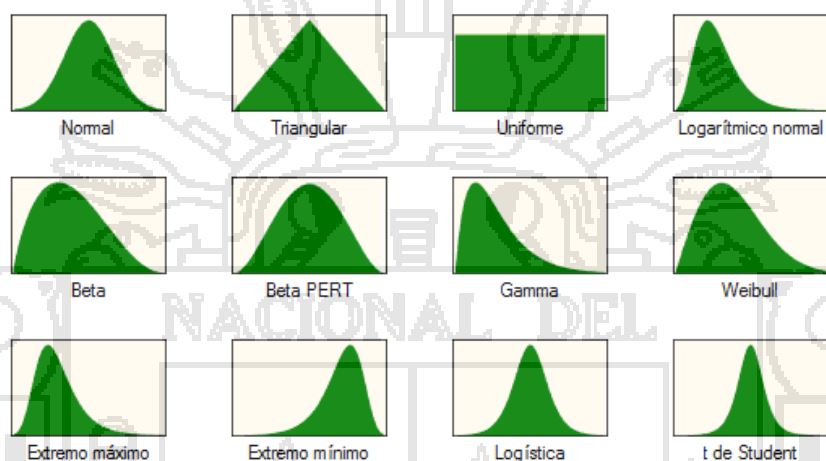


Figura 1. Distribuciones de probabilidad.

Fuente: Programa Crystal Ball.

3.2.3 Modelo metodológico para realizar el análisis de riesgo en los proyectos de inversión pública

El diseño metodológico que se plantea para este trabajo de investigación y que llevara al logro de los objetivos según (Botteon, 2011; Tudela, 2015) es como sigue:

1. Procesar el flujo de fondos del proyecto e indicadores de rentabilidad social del proyecto de acuerdo al siguiente detalle:
 - Costos de inversión
 - Costos de operación y mantenimiento
 - Beneficios sociales
 - Indicadores de rentabilidad social del proyecto

- Análisis de sensibilidad ante cambios porcentuales en las variables críticas.
2. Definir las variables de entrada y distribución de probabilidades
 - Variable inversión
 - Variable costos de operación y mantenimiento
 - Variable beneficios sociales
 3. Definir las variables de salida
 - Valor actual neto VAN
 - Tasa interna de retorno TIR
 4. Aplicar la simulación del modelo de Montecarlo
 - Simulación del modelo de Montecarlo para el VAN
 - Simulación del modelo de Montecarlo para la TIR
 5. Identificar la probabilidad de no viabilidad del proyecto de inversión pública
 6. Identificar la probabilidad de que la TIR sea mayor que la tasa social de descuento (9%).
 7. Realizar el análisis de sensibilidad del proyecto de inversión pública

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 FLUJO DE FONDOS DEL PROYECTO E INDICADORES DE RENTABILIDAD SOCIAL DEL PROYECTO

En esta sección se realiza el procesamiento del flujo de fondos del proyecto, con el objetivo de estimar los indicadores de rentabilidad de la evaluación social del proyecto, de los que se obtuvieron los siguientes resultados:

4.1.1 Costos de inversión

El costo de inversión del proyecto a precios de mercado se establece según los requerimientos previos a la puesta en marcha del proyecto para la alternativa recomendada. Se presenta los costos de inversión para la alternativa recomendada.

La inversión total requerida a precios de mercado asciende a S/.3'093,164.00 que comprende el mejoramiento del sistema de agua potable (captación tipo manantial), mejoramiento del sistema de alcantarillado y tratamiento de aguas servidas.

Tabla 1
Costos de inversión de la alternativa recomendada

DESCRIPCION		UND. DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
A. COSTO DIRECTO					
1	SISTEMA DE AGUA POTABLE				
2	CAPTACION EN LADERA	UND.	4.00	5,852.70	23,410.80
3	RESERVORIO 16 M3	UND.	1.00	22,466.63	22,466.63
4	RESERVORIO 4 M3	UND.	1.00	18,408.72	18,408.72
5	REDES DE CONDUCCION Y DISTRIBUCION	ML.	11,428.00	33.02	377,395.06
6	VALVULAS DE PURGA Y CONTROL	UND.	16.00	843.06	13,488.88
7	CAMARA DE REUNION	UND.	1.00	1,300.45	1,300.45
8	CRUCE DE RIACHUELO	UND.	3.00	368.00	1,104.00
9	VALVULA ROMPE PRESION	UND.	1.00	450.00	450.00
10	CONEXIÓN DOMICILIARIA DE AGUA	UND.	224.00	225.00	50,400.00
B. COSTO INDIRECTO					508,424.54
GASTOS GENERALES		11.38%			56,824.32
UTILIDAD		6%			30,505.47
SUB TOTAL					595,754.34
IGV		18%			107,235.78
SUPERVISIÓN		4.63%			27,279.74
EXPEDIENTE TECNICO		1.68%			9,882.53
INVERSION TOTAL					740,152.40

Fuente: Perfil de proyecto

Tabla 2
Resumen de inversión de la alternativa recomendada

ÍTEM	DETALLE	TOTAL
Costo directo		
1	AGUA POTABLE	508,424.54
2	ALCANTARILLADO Y TANQUE IMHOFF	1,583,604.44
3	EDUCACIÓN SANITARIA	32,723.15
SUB TOTAL		2,124,752.13
4	GASTOS GENERALES 11.38%	237,473.99
5	UTILIDAD 6%	127,485.13
SUB TOTAL		2,489,711.25
6	IGV 18%	448,148.03
7	SUPERVISIÓN 4.63%	114,004.52
8	EXPEDIENTE TÉCNICO 1.68%	41,300.00
TOTAL		3,093,164

Fuente: Perfil de proyecto

En la tabla 3 se detalla los costos de inversión a precios sociales, para tal efecto, se aplica los factores de corrección para convertirlos a precios sociales. De acuerdo a las características del proyecto de inversión pública se vio por conveniente ejecutar el proyecto por administración indirecta, más conocido como ejecución por contrata; es por tal motivo que se aplicó como factor de corrección para bienes y servicios nacionales (no transables).

Tabla 3
Costos de inversión a precios sociales

DESCRIPCCION	UND. DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	PRECIOS PRIVADOS	FC	PRECIOS SOCIALES	
A. COSTO DIRECTO							
1	SISTEMA DE AGUA POTABLE						
2	CAPTACION EN LADERA	UND.	4.00	5,852.70	23,410.80	0.847	19,828.95
3	RESERVORIO 16 M3	UND.	1.00	22,466.63	22,466.63	0.847	19,029.24
4	RESERVORIO 4 M3	UND.	1.00	18,408.72	18,408.72	0.847	15,592.19
5	REDES DE CONDUCCION Y DISTRIBUCION	ML.	11,428.00	33.02	377,395.06	0.847	319,653.62
6	VALVULAS DE PURGA Y CONTROL	UND.	16.00	843.06	13,488.88	0.847	11,425.08
7	CAMARA DE REUNION	UND.	1.00	1,300.45	1,300.45	0.847	1,101.48
8	CRUCE DE RIACHUELO	UND.	3.00	368.00	1,104.00	0.847	935.09
9	VALVULA ROMPE PRESION	UND.	1.00	450.00	450.00	0.847	381.15
10	CONEXIÓN DOMICILIARIA DE AGUA	UND.	224.00	225.00	50,400.00	0.847	42,688.80
B. COSTO INDIRECTO					508,424.54		430,635.59
GASTOS GENERALES		11.38%			56,824.32	0.847	48,130.20
UTILIDAD		6%			30,505.47	0.847	25,838.14
SUB TOTAL					595,754.34		504,603.92
IGV		18%			107,235.78	0.847	90,828.71
SUPERVISIÓN		4.63%			27,279.74	0.847	23,105.94
EXPEDIENTE TECNICO		1.68%			9,882.53	0.847	8,370.51
INVERSION TOTAL					740,152.40		626,909.08

Fuente: Perfil de proyecto

Tabla 4
Resumen de inversión a precios sociales

ÍTEM	DETALLE	TOTAL
Costo directo		
1	AGUA POTABLE	430,635.59
2	ALCANTARILLADO Y TANQUE IMHOFF	1,341,312.96
3	EDUCACIÓN SANITARIA	27,716.51
	SUB TOTAL	1,799,665.05
4	GASTOS GENERALES	201,140.47
5	UTILIDAD	107,979.91
	SUB TOTAL	2,108,785.43
6	IGV	379,581.38
7	SUPERVISIÓN	96,561.83
8	EXPEDIENTE TÉCNICO	34,981.10
	TOTAL	2,619,909.73

Fuente: Perfil de proyecto

4.1.2 Costos de operación y mantenimiento

Los costos de operación y mantenimiento en una situación sin proyecto se muestran en la tabla 5.

Tabla 5
Costo de operación y mantenimiento sin proyecto

ÍTEM	COMPONENTE	A PRECIOS DE MERCADO
1	COSTOS DE OPERACIÓN	2,025.00
1.1	COSTOS FIJOS DE OPERACIÓN	525
	Personal Obrero	525
1.2	COSTOS VARIABLES DE OPERACIÓN	1,500.00
	Hipoclorito de Calcio al 70%	1,000.00
	Control de Calidad	500
2	COSTOS DE MANTENIMIENTO	1,940.00
	COSTOS FIJOS DE MANTENIMIENTO	900
	Personal Obrero	900
2.2	COSTOS VARIABLES DE MANTENIMIENTO	1,040.00
	Materiales	500
	Equipos y Herramientas	120
	Personal Obrero	420
	TOTAL	3,965.00

Fuente: Perfil de proyecto

Los costos de operación y mantenimiento en una situación con proyecto son los siguientes: los costos de operación son para lograr la continuidad del proyecto, son costos regulares que se tendrán que asumir a lo largo de la vida útil del proyecto de inversión, y los costos de mantenimiento son para mantener en perfecto estado los equipos, mobiliario de escritorio, computadoras y demás bienes adquiridos en el marco de la ejecución del proyecto.

Tabla 6
Costos de operación y mantenimiento con proyecto

ÍTEM	COMPONENTE	A PRECIOS DE MERCADO
1	COSTOS DE OPERACIÓN	8,000.00
1.1	COSTOS FIJOS DE OPERACIÓN	3,500.00
	Personal Obrero	3,500.00
1.2	COSTOS VARIABLES DE OPERACIÓN	4,500.00
	Hipoclorito de Calcio al 70%	3,000.00
	Control de Calidad	1,500.00
2	COSTOS DE MANTENIMIENTO	3,160.00
	COSTOS FIJOS DE MANTENIMIENTO	360
	Personal Obrero	360
2.2	COSTOS VARIABLES DE MANTENIMIENTO	2,800.00
	Materiales	800
	Equipos y Herramientas	650
	Personal Obrero	1,350.00
	TOTAL	11,160.00

Fuente: Perfil de proyecto

Precios sociales

En las siguientes tablas se muestran los costos de operación y mantenimiento a precios sociales, estos costos representan el valor que tiene para la sociedad dichos recursos disponibles para solucionar una necesidad. En la tabla 7 se presenta costos de operación y mantenimiento en una situación sin proyecto, y en la tabla 8 se observa los costos en una situación con proyecto.

Tabla 7
Costos operación y mantenimiento S/P a precios sociales

ÍTEM	COMPONENTE	PRECIOS SOCIALES
1	COSTOS DE OPERACIÓN	1625.25
1.1	COSTOS FIJOS DE OPERACIÓN	330.75
	Personal Obrero	330.75
1.2	COSTOS VARIABLES DE OPERACIÓN	1294.5
	Hipoclorito de Calcio al 70%	840
	Control de Calidad	454.5
2	COSTOS DE MANTENIMIENTO	1352.4
	COSTOS FIJOS DE MANTENIMIENTO	567
	Personal Obrero	567
2.2	COSTOS VARIABLES DE MANTENIMIENTO	785.4
	Materiales	420
	Equipos y Herramientas	100.8
	Personal Obrero	264.6
	TOTAL	2977.65

Fuente: Perfil de proyecto

Tabla 8
Costos de operación y mantenimiento C/P a precios sociales

ÍTEM	COMPONENTE	PRECIOS SOCIALES
1	COSTOS DE OPERACIÓN	6,088.50
1.1	COSTOS FIJOS DE OPERACIÓN	2,205.00
	Personal Obrero	2,205.00
1.2	COSTOS VARIABLES DE OPERACIÓN	3,883.50
	Hipoclorito de Calcio al 70%	2,520.00
	Control de Calidad	1,363.50
2	COSTOS DE MANTENIMIENTO	2,295.30
	COSTOS FIJOS DE MANTENIMIENTO	226.8
	Personal Obrero	226.8
2.2	COSTOS VARIABLES DE MANTENIMIENTO	2,068.50
	Materiales	672
	Equipos y Herramientas	546
	Personal Obrero	850.5
	TOTAL	8,383.80

Fuente: Perfil de proyecto

4.1.3 Beneficios sociales

Los beneficios sociales del proyecto de agua potable están asociados a la liberación de recursos debido a la reducción de los costos de abastecimiento que los pobladores en una situación sin el proyecto tenían que dedicar, dado el tiempo y esfuerzo de acarrear el agua y/o adquirirlo a un precio unitario mucho mayor que la tarifa del servicio público; y al incremento del consumo de agua por reducirse el precio unitario de abastecimiento de agua, incrementando el nivel de bienestar de la población, valorada a través de la máxima disposición a pagar (DAP) por el mayor consumo de agua.

La disposición a pagar incorpora la valoración del usuario al impacto favorable del proyecto en la reducción en sus costos de salud al disminuir la incidencia de morbilidad al mejorarse la calidad del servicio de agua potable.

La función de demanda se define como el máximo precio que se está dispuesto a pagar por cada unidad adicional del bien, equivalentemente es la máxima cantidad que se está dispuesto a consumir del bien dado su precio.

Así mismo, los beneficios sociales del proyecto de inversión pública de abastecimiento de agua potable se calculan:

- Por la liberación de recursos
- Por mayor consumo de agua

Tabla 9
Beneficios sociales del proyecto

Año	Antiguos Usuarios	Nuevos Usuarios	Beneficios Sociales
1	205	22	229,411.19
2	205	25	239,528.44
3	205	28	249,772.16
4	205	30	260,143.93
5	205	33	270,645.34
6	205	36	281,278.02
7	205	39	292,043.60
8	205	42	302,943.76
9	205	45	313,980.17
10	205	49	325,154.53
11	205	52	336,468.58
12	205	55	347,924.05
13	205	58	359,522.71
14	205	62	371,266.36
15	205	65	383,156.80
16	205	68	395,195.87
17	205	72	407,385.43
18	205	75	419,727.36
19	205	79	432,223.57
20	205	82	444,875.97

Fuente: Perfil de proyecto

4.1.4 Indicadores de rentabilidad social del proyecto

Para la evaluación social del proyecto se ha utilizado la metodología costo/beneficio. El criterio de decisión para que el proyecto sea viable se da cuando el valor actual neto (VAN) sea mayor que cero, y la TIR sea mayor que la tasa social de descuento (9%) establecida por el Ministerio de Economía y Finanzas.

Se ha establecido como horizonte de evaluación 20 años. En tal sentido se consideran las inversiones necesarias para asegurar la prestación del servicio en las mismas condiciones de calidad y cantidad.

Cuando los resultados de rentabilidad son favorables se puede concluir que invertir en el proyecto de agua potable es rentable para la sociedad.

- 1) Valor Actual Neto Social (VANS): es la diferencia de los beneficios sociales con los costos sociales actualizados a una tasa social de descuento (TSD).

$$VANS > 0$$

2) Tasa Interna de Retorno Social (TIRS): es la rentabilidad promedio social de un proyecto de inversión pública.

$$TIRS > TSD$$

Tabla 10
Flujo de costos y beneficios

AÑO	COSTOS DE INVERSIÓN	COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	BENEFICIOS SOCIALES	FLUJO NETO
0	626,909.08			-626,909.08
1		5406.15	229411.19	224,005.04
2		5406.15	239528.44	234,122.29
3		5406.15	249772.16	244,366.01
4		5406.15	260143.93	254,737.78
5		5406.15	270645.34	265,239.19
6		5406.15	281278.02	275,871.87
7		5406.15	292043.6	286,637.45
8		5406.15	302943.76	297,537.61
9		5406.15	313980.17	308,574.02
10		5406.15	325154.53	319,748.38
11		5406.15	336468.58	331,062.43
12		5406.15	347924.05	342,517.90
13		5406.15	359522.71	354,116.56
14		5406.15	371266.36	365,860.21
15		5406.15	383156.8	377,750.65
16		5406.15	395195.87	389,789.72
17		5406.15	407385.43	401,979.28
18		5406.15	419727.36	414,321.21
19		5406.15	432223.57	426,817.42
20		5406.15	444875.97	439,469.82
VAN SOCIAL (S/.)				2,084,052.79
TIR SOCIAL (%)				39.82%

Fuente: Perfil de proyecto

Los resultados de la evaluación social del proyecto, muestran que el VANS es de S/. 2'084,052.79, y la TIRS de 39.82% por lo que el proyecto es aceptable debido a sus indicadores de rentabilidad muy elevados. Por lo que el proyecto de inversión de agua potable es rentable para la sociedad en su conjunto.

Tabla 11
Resultados de la evaluación social

ALTERNATIVA RECOMENDADA	AGUA POTABLE	
	VANS (9%)	TIRS
	2,084,052.79	39.82%

Fuente: Perfil de proyecto

4.1.5 Análisis de sensibilidad ante cambios porcentuales en las variables críticas

El análisis de sensibilidad ante cambios porcentuales en las variables críticas es desarrollado comúnmente por los formuladores de proyectos en nuestro medio; Este método busca conocer cómo influyen los cambios porcentuales de las variables críticas en los indicadores de rentabilidad como el VAN y la TIR. Para lo cual vamos a identificar las variables críticas del proyecto, y luego planteamos el rango de variación porcentual de las variables críticas.

Variación en los costos de inversión

A aumentos entre 300% a 400% de los costos de inversión, el VANS del proyecto de inversión pública se convierte en negativo, y a reducciones porcentuales de los costos de inversión los resultados del VANS serán positivos.

En nuestro caso se fijó un rango de variaciones porcentuales entre -500.00% a 600.00%, desde reducciones a aumentos de la inversión.

Tabla 12
Sensibilidad del VANS respecto a la variación de los costos de inversión

CAMBIOS EN LA INVERSIÓN	VARIACIÓN PORCENTUAL (Porcentaje x 100%)	VARIACIÓN DEL VANS
2507636.32	-5.00	5,218,598.19
1880727.24	-4.00	4,591,689.11
1253818.16	-3.00	3,964,780.03
626909.08	-2.00	3,337,870.95
0.00	-1.00	2,710,961.87
-626909.08	0.00	2,084,052.79
-1253818.16	1.00	1,457,143.71
-1880727.24	2.00	830,234.63
-2507636.32	3.00	203,325.55
-3134545.40	4.00	-423,583.53
-3761454.48	5.00	-1,050,492.61
-4388363.56	6.00	-1,677,401.69

En la tabla 12 y en la figura 2, se observa como estos cambios afectan positivamente y negativamente en los resultados del valor actual neto social del proyecto de inversión pública.

El análisis de sensibilidad del VANS respecto a los cambios en los costos de inversión para nuestro caso muestra una pendiente negativa, tal como se puede apreciar en la figura 2.

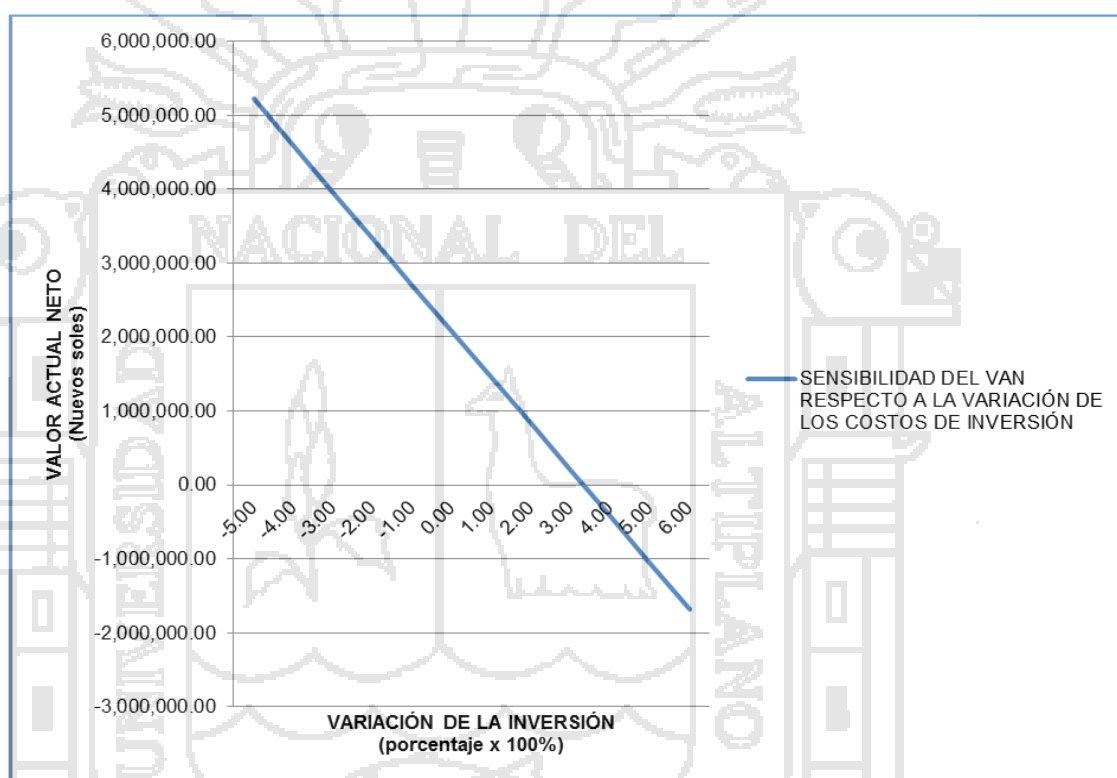


Figura 2. Sensibilidad del VANS respecto a la variación de los costos de inversión.

De acuerdo a los resultados de la metodología del punto de nivelación, se puede apreciar en la tabla 13 que la máxima resistencia del VANS con respecto a las variaciones de los costos de inversión es del 332.43%, esto significa que este porcentaje es el valor máximo que puede incidir en forma negativa para que el VANS sea igual a cero.

Tabla 13
Porcentaje máximo de variación de los costos de inversión

MÁXIMA RESISTENCIA DEL VANS	
CAMBIO DE LOS COSTOS DE INVERSIÓN (%)	VANS (S/.)
332.43	0.00

Variación en los costos de operación y mantenimiento

A aumentos entre 4,000% a 6,000% de los costos de operación y mantenimiento, el VANS del proyecto de inversión pública se convierte en negativo, y a reducciones porcentuales de los costos de operación y mantenimiento los resultados del VANS son positivos.

En nuestro caso se fijó un rango de variaciones porcentuales entre -10,000.00% a 12,000.00%, desde reducciones a aumentos en los costos de operación y mantenimiento.

Tabla 14
Sensibilidad del VANS respecto a la variación de los costos de operación y mantenimiento

CAMBIOS EN LOS COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	VARIACIÓN PORCENTUAL (Porcentaje x 100%)	VARIACIÓN DEL VANS
4,885,678.43	-100.00	7,019,081.51
3,898,672.69	-80.00	6,609,634.56
2,911,666.94	-60.00	5,622,628.82
1,924,661.20	-40.00	4,635,623.07
937,655.46	-20.00	3,648,617.33
-49,350.29	0.00	2,661,611.59
-1,036,356.03	20.00	1,674,605.84
-2,023,361.77	40.00	687,600.10
-3,010,367.52	60.00	-299,405.64
-3,997,373.26	80.00	-1,286,411.39
-4,984,379.00	100.00	-2,273,417.13
-5,971,384.75	120.00	-3,260,422.87

El análisis de sensibilidad del VANS respecto a los cambios en los costos de operación y mantenimiento también muestra una pendiente negativa, tal como se puede apreciar en la figura 3.

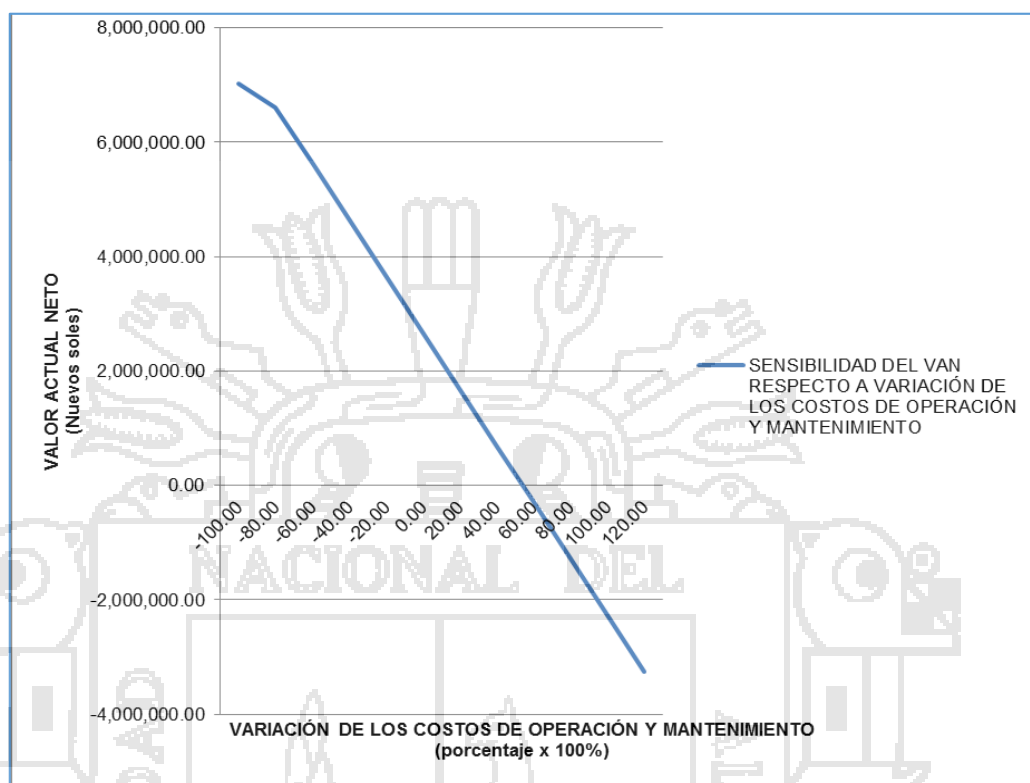


Figura 3. Sensibilidad del VANS respecto a la variación de los costos de operación y mantenimiento.

De acuerdo a los resultados de la metodología del punto de nivelación, se puede apreciar en la tabla 15 que la máxima resistencia del VANS con respecto a las variaciones de los costos de operación y mantenimiento es de 5,393.31%, esto significa que este porcentaje es el valor máximo que puede incidir en forma negativa para que el VANS sea igual a cero.

Tabla 15
Porcentaje máximo de variación de los costos de operación y mantenimiento

MÁXIMA RESISTENCIA DEL VANS	
CAMBIO DE LOS COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (%)	VANS (S./.)
5,393.31	0.00

Variación en los beneficios sociales

Los beneficios sociales pueden variar entre -75.00% a -100.00% para que el VANS del proyecto no sea rentable. En nuestro caso se determinó un rango de variaciones porcentuales entre -200.00% a 75.00%, desde reducciones a aumentos en los beneficios sociales.

Tabla 16
Sensibilidad del VANS respecto a la variación de los beneficios sociales

CAMBIOS EN LOS BENEFICIOS SOCIALES	VARIACIÓN PORCENTUAL (Porcentaje x 100%)	VARIACIÓN DEL VANS
-2,760,312.16	-2.00	-3,436,571.53
-2,070,234.12	-1.75	-2,746,493.49
-1,380,156.08	-1.50	-2,056,415.45
-690,078.04	-1.25	-1,366,337.41
0.00	-1.00	-676,259.37
690,078.04	-0.75	13,818.67
1,380,156.08	-0.50	703,896.71
2,070,234.12	-0.25	1,393,974.75
2,760,312.16	0.00	2,084,052.79
3,450,390.20	0.25	2,774,130.83
4,140,468.24	0.50	3,464,208.87
4,830,546.28	0.75	4,154,286.91

El análisis de sensibilidad del VANS respecto a los cambios en los beneficios sociales muestra una pendiente positiva, tal como se puede observar en la figura

4.

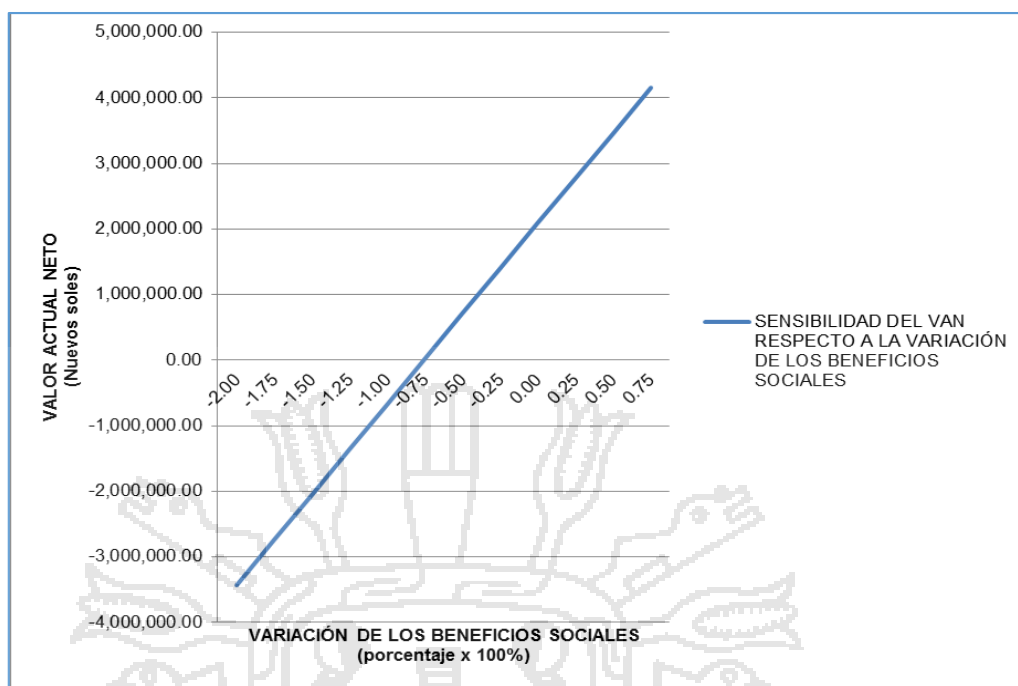


Figura 4. Sensibilidad del VANS respecto a la variación de los beneficios sociales.

Los resultados de la metodología del punto de nivelación, muestran en la tabla 17 que la máxima resistencia del VANS con respecto a las variaciones de los beneficios sociales es negativo con -75.50%, esto significa que este porcentaje es el mínimo valor que puede incidir en forma positiva para que el VANS del proyecto sea igual a cero.

Tabla 17
Porcentaje máximo de variación de los beneficios sociales

MÁXIMA RESISTENCIA DEL VANS	
CAMBIO DE LOS BENEFICIOS SOCIALES (%)	VANS (S/.)
-75.50	0.00

4.2 VARIABLES DE ENTRADA Y DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDADES

Se han visto por conveniente utilizar como variables críticas las variables que utiliza en el análisis de sensibilidad de un proyecto de inversión pública los cuales son: primero variable critica inversiones, segundo variable critica costos de operación y

mantenimiento, y tercero la variable crítica beneficios sociales. Estas variables críticas serán analizadas cada una con sus respectivas distribuciones de probabilidades.

4.2.1 Variable inversión

Dentro de la investigación se ha supuesto que para la variable crítica inversión se plantea una distribución de probabilidades normal, el cual tiene una media de S/. 629,909.08 con una desviación estándar de S/ .62,990.91. En la figura 5 se muestra la distribución normal de la variable inversión.

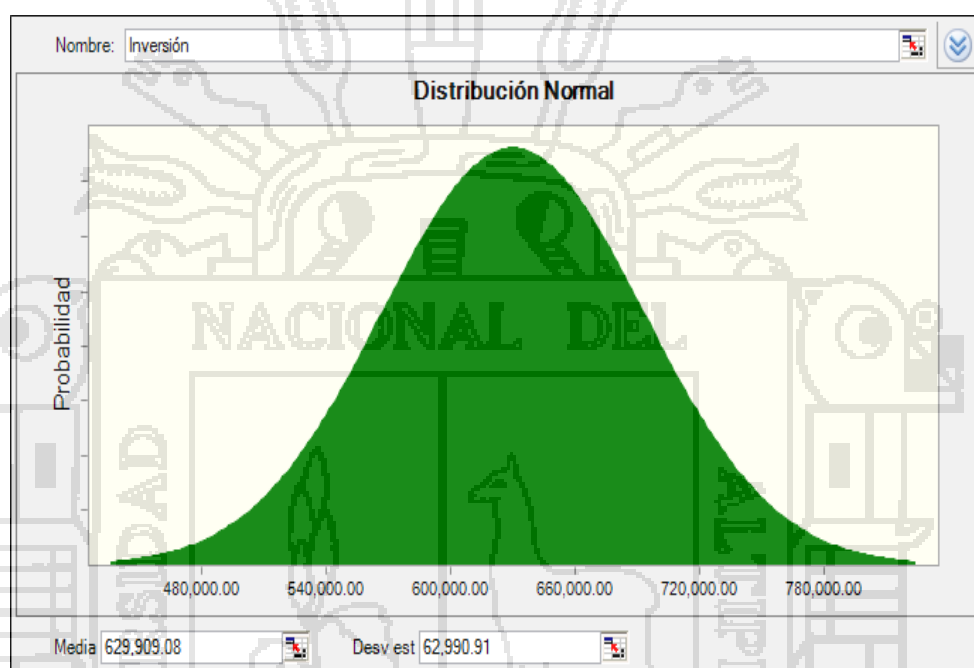


Figura 5. Distribución normal variable inversión

Fuente: Programa Crystal Ball.

4.2.2 Variable costos de operación y mantenimiento

Para la variable costos de operación y mantenimiento se ha supuesto una distribución de probabilidades de forma triangular con un costo mínimo S/. 4,865.54, un costo máximo de S/. 5,946.77 y el costo más probable de S/. 5,406.15. En la figura 6 se muestra la distribución triangular de la variable costos de operación y mantenimiento.

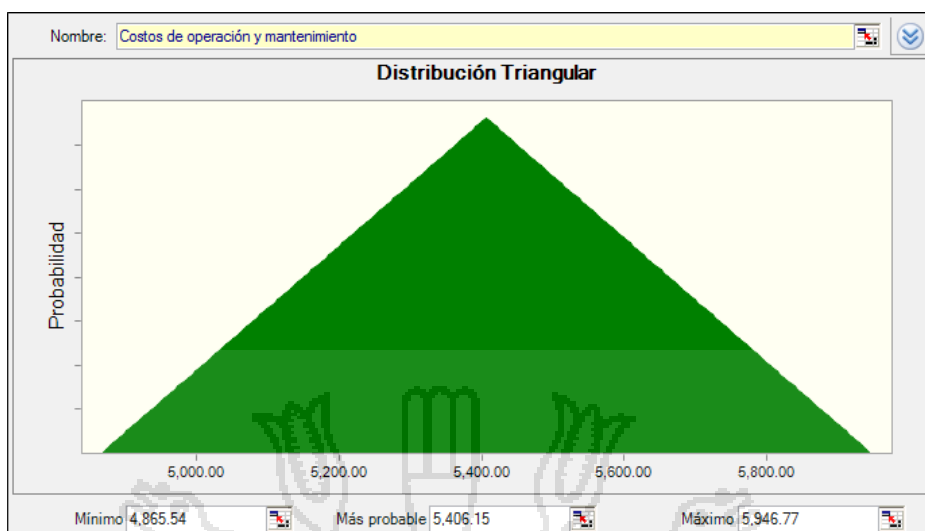


Figura 6. Distribución triangular variable costos de operación y mantenimiento.
Fuente: Programa Crystal Ball.

4.2.3 Beneficios sociales

Para la variable crítica beneficios sociales se asume una función de distribución uniforme, con un mínimo de beneficios sociales de S/. 229,411.19 y un máximo de S/. 444,875.97. En la figura 7 se muestra la distribución uniforme de la variable beneficios sociales.

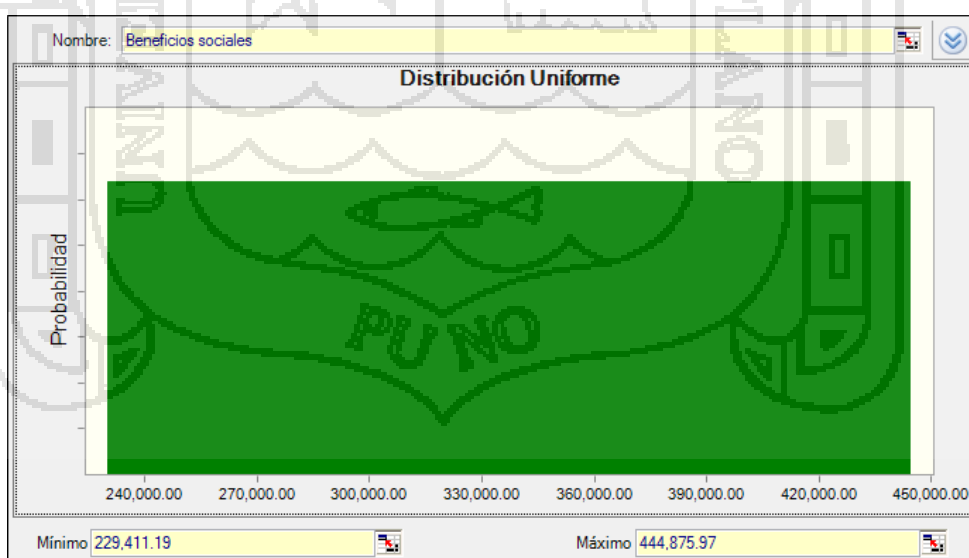


Figura 7. Distribución uniforme variable beneficios sociales.
Fuente: Programa Crystal Ball.

4.3 VARIABLES DE SALIDA

4.3.1 Valor Actual Neto VAN

Como variable de salida del modelo presentamos al valor actual neto (VAN), el cual se pronostica la probabilidad de ocurrencia de esta variable dependiente.

4.3.2 Tasa Interna de Retorno TIR

También consideramos como variable de salida a la tasa de interna de retorno (TIR), el cual se pronostica la probabilidad de ocurrencia de esta variable dependiente.

4.4 SIMULACIÓN DEL MODELO DE MONTECARLO

Para la simulación del modelo de Montecarlo utilizamos 1,000 escenarios como número de pruebas de simulación.

4.4.1 Simulación del modelo de Montecarlo para el VAN

Los resultados del pronóstico tienen un nivel de certeza del 100%. El resultado del VAN promedio es de S/. 2'081,052.79 estos resultados de la simulación son similares a los obtenidos tradicionalmente mediante el análisis costo/beneficio para proyectos de inversión pública. Aunque, la ventaja de la incorporación de la análisis de riesgo en los proyectos de inversión constituye en la probabilidad de ocurrencia de viabilidad y no viabilidad de un proyecto de inversión pública.

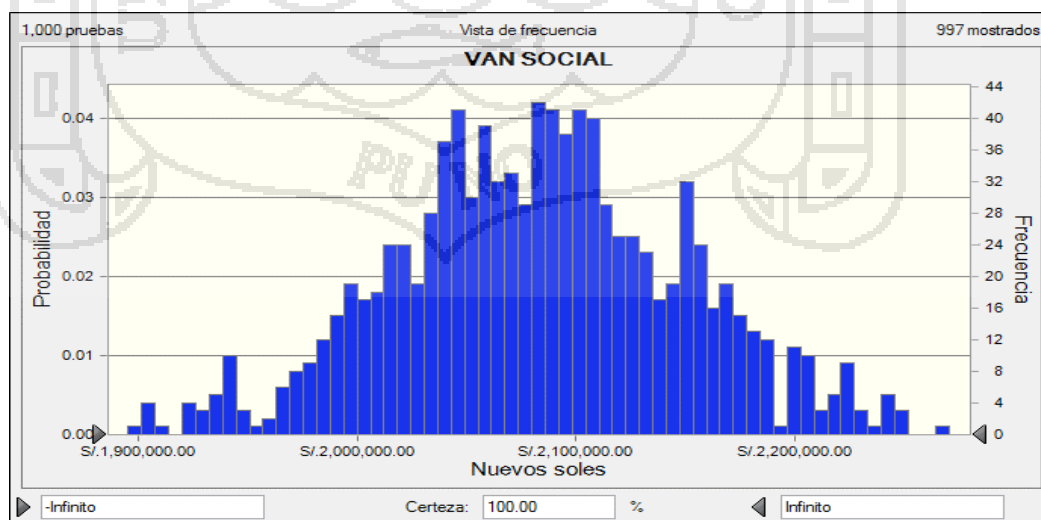


Figura 8. Resultados de la simulación de Montecarlo para el VAN social.
Fuente: Programa Crystal Ball.

4.4.2 Simulación del modelo de Montecarlo para la TIR

Los resultados del pronóstico tienen un nivel de certeza del 100%. El resultado de la TIR promedio es de 39.65% estos resultados de la simulación son similares a los obtenidos tradicionalmente mediante el análisis costo/beneficio para proyectos de inversión pública. Aunque, la ventaja de la incorporación del análisis de riesgo en los proyectos de inversión constituye en probabilidad de ocurrencia de viabilidad y no viabilidad de un proyecto de inversión pública.

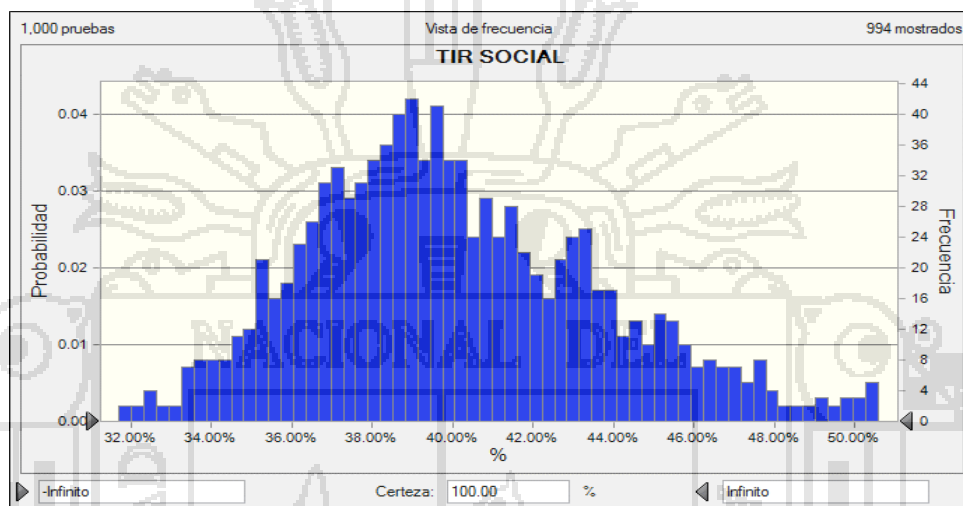


Figura 9. Resultados de la simulación de Montecarlo para la TIR social.

Fuente: Programa Crystal Ball.

4.4.3 Probabilidad de no viabilidad del proyecto de inversión pública

Dentro de la probabilidad de no viabilidad del proyecto de inversión pública, se tiene los siguientes resultados: la probabilidad de que el VAN sea menor que cero [$p(VAN < 0)$] es de 0.00%, este resultado representa la probabilidad de no viabilidad de un proyecto de inversión, consecuentemente la probabilidad de viabilidad del proyecto de inversión pública es de 100.00%.

Por lo tanto este resultado del análisis de riesgo indica que la rentabilidad social del proyecto de inversión pública está garantizada.

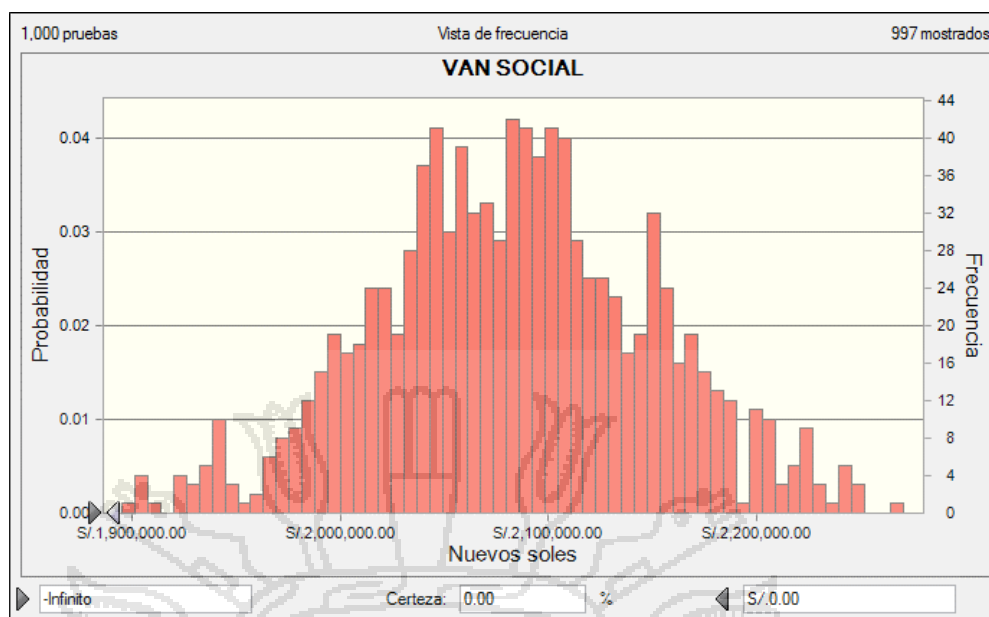


Figura 10. Probabilidad de no viabilidad del proyecto.

Fuente: Programa Crystal Ball.

4.4.4 Probabilidad de que la TIR sea mayor que el 9%

La probabilidad de que la TIR sea mayor a la tasa de social de descuento del 9%, el cual aplicamos al flujo de fondos en la evaluación social del proyecto de inversión pública, presenta el siguiente resultado: la probabilidad de que la TIR sea mayor que la tasa social de descuento [$p(TIR > 9\%)$] es del 100.00%, este resultado evidencia que existe una elevada probabilidad que el proyecto de inversión pública es rentable socialmente.

Por lo tanto la ejecución del presente proyecto de inversión pública es viable económicamente y desde el punto de vista de la sociedad, en consecuencia el instrumento de simulación de riesgo del modelo de Montecarlo perfecciona la evaluación económica mediante el análisis costo/beneficio y el análisis de sensibilidad.

Además en el desarrollo de la evaluación de proyectos de inversión pública se puede perfeccionar con el análisis de riesgo mediante la simulación de Montecarlo para un uso efectivo de los recursos públicos en las inversiones del estado.

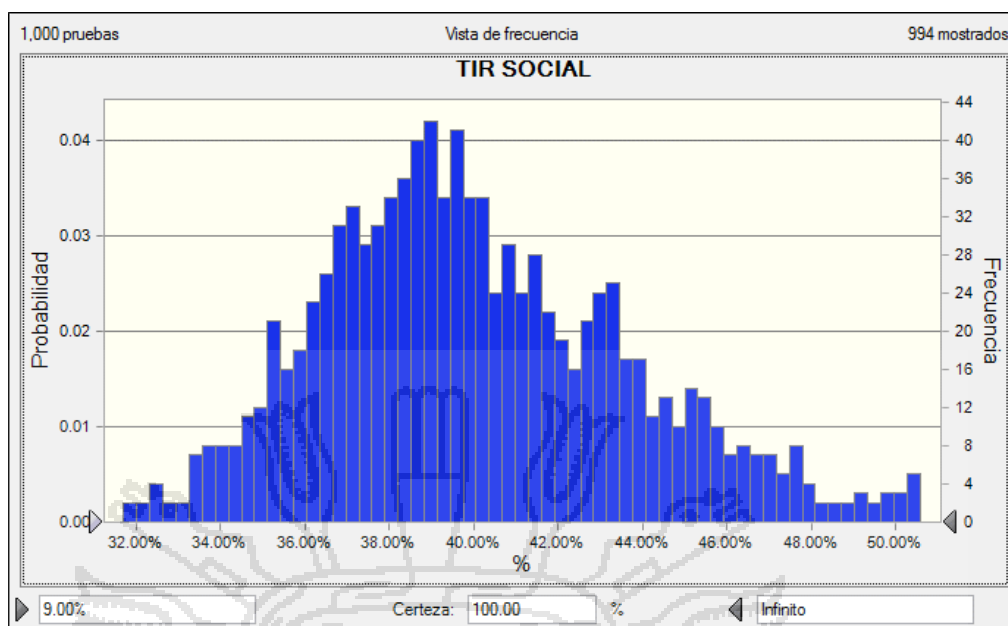


Figura 11. Probabilidad de que la TIR social sea mayor que el 9%.

Fuente: Programa Crystal Ball.

4.4.5 Análisis de sensibilidad del proyecto de inversión pública

Del pronóstico del análisis de sensibilidad del proyecto de inversión, se puede apreciar las variables críticas del proyecto y definir el nivel de importancia de estas variables críticas en el modelo de simulación de Montecarlo.

Del pronóstico del análisis de sensibilidad se puede identificar que las variables más influyentes son las siguientes: primero la variable crítica inversión, segundo la variable crítica beneficios sociales, y tercero los costos de operación y mantenimiento.

Con los resultados obtenidos del análisis de sensibilidad se puede tomar medidas de control en las variables más influyentes del proyecto conociendo el elevado nivel de incertidumbre que generan dichas variables críticas.

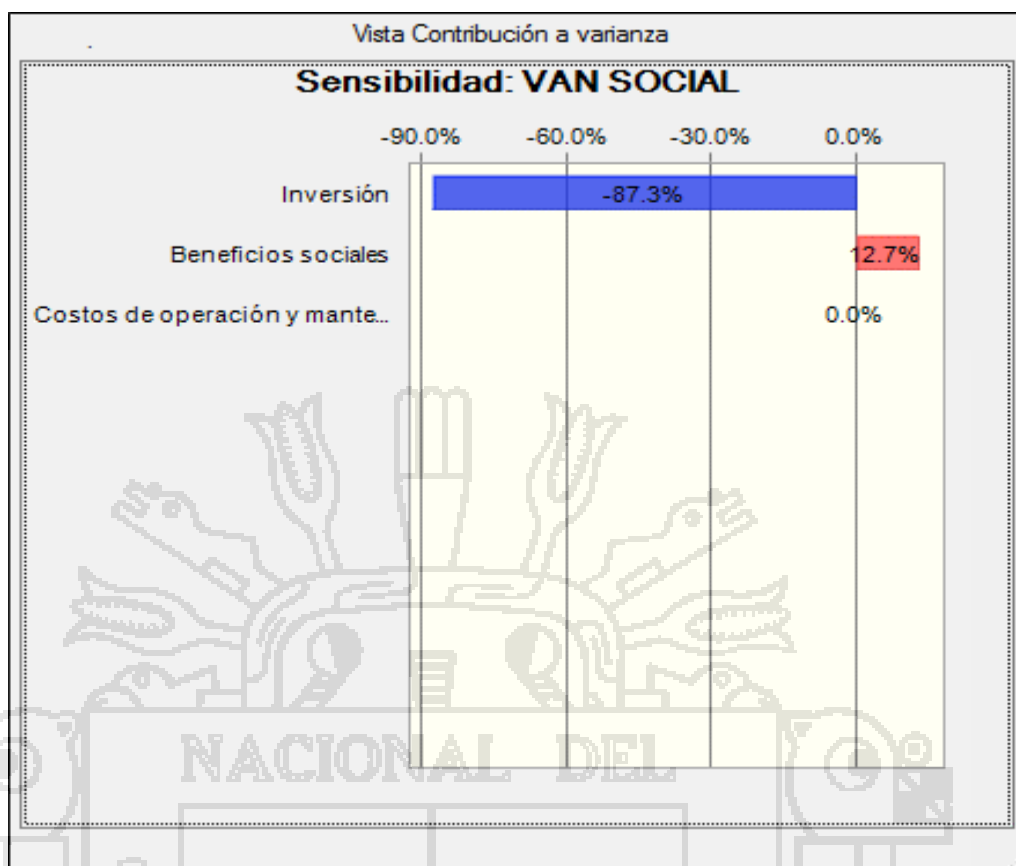


Figura 12. Análisis de sensibilidad del proyecto.

Fuente: Programa Crystal Ball.

4.5 ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA EVALUACIÓN DETERMINÍSTICA Y LA EVALUACIÓN CON RIESGO

Para la incorporación del riesgo en la evaluación de proyectos de inversión pública, primero analizaremos la evaluación determinística y luego analizaremos la evaluación incorporando el riesgo.

4.5.1 Evaluación determinística

La evaluación determinística es una evaluación con certeza supuesta, en este caso se supone que se tiene certeza de los valores esperados que tomarán los flujos netos para estimar los indicadores de rentabilidad social del proyecto como el VANS y la TIRS. En cambio, no se consideran los posibles cambios que podrían presentar las variables críticas del proyecto los cuales afectan los resultados de la evaluación social del proyecto.

En la evaluación determinística de un proyecto de inversión pública se determina:

1. Los costos de inversión del proyecto: Implica los costos por elaboración de estudios, ejecución de obras, adquisición de equipos, contratación de servicios y supervisión.
2. Los costos de operación y mantenimiento del proyecto: Son recursos para el funcionamiento del proyecto en la fase de postinversión.
3. Los beneficios sociales del proyecto: Es el valor que le asigna la sociedad en su conjunto por recibir un bien o servicio público.
4. El flujo neto del proyecto: se estima para cada periodo del proyecto mediante la diferencia entre los beneficios sociales y los costos del proyecto.
5. Los indicadores de rentabilidad social del proyecto: se calcula bajo el supuesto de que no existe riesgo en el proyecto, bajo el supuesto de que los resultados son seguros y ciertos.
6. El análisis de sensibilidad del proyecto: Este análisis se realiza ante variaciones de una sola variable crítica del proyecto, y no ante variaciones simultáneas o en conjunto de todas las variables críticas que se identificaron.

Ventajas y desventajas de la evaluación determinística:

Dentro de las ventajas de la evaluación determinística tenemos:

- El procedimiento de la evaluación determinística es más fácil en su aplicación.
- La fácil comprensión de los resultados de los valores esperados.

Las desventajas de la evaluación determinística son:

- Los cálculos de la evaluación no son totalmente seguros o ciertos.
- Se utiliza en escenarios donde no existe un alto nivel de riesgo.
- Se suponen que los resultados de los indicadores de rentabilidad social son totalmente válidos.

- No se examina la posibilidad de que los indicadores de rentabilidad social pueden tomar valores diferentes, debido a cambios en las variables críticas.
- No se utiliza distribuciones de probabilidad de las variables críticas del proyecto.
- No se estiman las distribuciones de probabilidad de los resultados de la evaluación del proyecto (VANS y TIRS).

4.5.2 Evaluación incorporando el riesgo

Para incorporar el análisis de riesgo en la evaluación de un proyecto de inversión pública, debemos conocer las variables críticas que impactan en los indicadores de rentabilidad social del proyecto. Es por tal motivo que es necesario conocer el riesgo que pueden producir estas variables riesgosas en la evaluación del proyecto.

El riesgo desde la perspectiva de un proyecto de inversión pública es la variabilidad de los indicadores de rentabilidad social del proyecto como son el VANS y la TIRS. Esto significa que a mayor variabilidad de la rentabilidad mayor el riesgo del proyecto (Botteon, 2011).

Para Botteon (2011), se puede apreciar que hay dos tipos de variables que inciden en los indicadores de rentabilidad; primero las variables ciertas o no aleatorias que se conoce su valor de manera segura y cierta, bajo este supuesto de certeza de los valores que tomaran las variables se evalúa y declara viable el proyecto para su ejecución.

El segundo tipo son las variables aleatorias, donde sus valores no son conocidos con exactitud, y son estas variables la que producen el riesgo en los proyectos de inversión pública.

Para medir el riesgo en los proyectos de inversión pública existen varios métodos que pueden aplicarse, los resultados de estos métodos no son perfectos, es por tal motivo que todos estos métodos se complementan para tomar una buena decisión.

Resultado del análisis de sensibilidad

Del análisis de sensibilidad del proyecto de inversión pública del sector saneamiento, podemos apreciar que la variable crítica más riesgosa son los beneficios sociales, puesto que su nivel máximo de resistencia es de -75.50%, este es el porcentaje máximo que puede soportar ante reducciones en los beneficios sociales para que el proyecto siga siendo rentable desde el punto de vista social.

La segunda variable más riesgosa son los costos de inversión, puesto que la máxima resistencia del VANS es de 332.43% por incrementos en los costos de inversión para que el VANS siga siendo rentable; y la tercera variable crítica más riesgosa son los costos de operación y mantenimiento, debido a que el VANS puede soportar un incremento máximo hasta 5,393.31% sin que deje de ser rentable el proyecto.

De los resultados anteriores se puede concluir que cuando aplicamos la metodología de análisis de sensibilidad las dos variables más riesgosas del proyecto en orden de prioridad son: primero los beneficios sociales, y segundo los costos de inversión. Estos resultados se han obtenido en un contexto donde solo varía una variable crítica en forma independiente el cual afecta en los cálculos del VANS y la TIRS, y no en un contexto donde varían todas las variables críticas en forma conjunta.

Además para introducir riesgo en los proyectos de inversión debemos diferenciar que el método de análisis de sensibilidad no incluye para probabilidad de ocurrencia, en cambio el método de simulación de Montecarlo incluye la probabilidad de ocurrencia en la evaluación social de proyectos de inversión pública. Así mismo, es preciso mencionar que estas dos metodologías se complementan y nos ayudan a que las decisiones de ejecutar el proyecto sea la más conveniente (Botteon, 2011). Por consiguiente el método de simulación de Montecarlo es la que realiza una mejor aproximación del análisis de riesgo en la evaluación de proyectos de inversión pública (Tudela, 2015).

Utilizando el método de simulación de Montecarlo

Utilizamos el método de simulación de Montecarlo por que incorpora un factor muy importante para la toma de decisiones de un proyecto de inversión, el cual es

la probabilidad de ocurrencia de saber si el proyecto es o no es rentable efectivamente. Es decir, con este método podemos conocer la probabilidad de que el valor actual neto social sea mayor que cero [$p(VANS > 0)$]. Es por tal motivo que necesitamos conocer esta información para poder decidir más fácilmente la inversión que deseamos ejecutar.

Además esta técnica de simulación de Montecarlo es uno de los métodos más utilizados que incorpora las probabilidades de ocurrencia en el análisis de riesgo de los proyectos de inversión. Con esta técnica se pueden calcular las distribuciones de probabilidad de los indicadores de rentabilidad social (VANS y TIRS), en base a las distribuciones de probabilidad de las variables aleatorias del proyecto de inversión pública (Costos de Inversión, costos de operación y mantenimiento, y beneficios sociales).

Análisis de sensibilidad aplicando el método de simulación de Montecarlo

Después de haber aplicado el método de simulación de Montecarlo, el análisis de sensibilidad nos muestra que la variable crítica inversión es la que más impacta en un -87.3% sobre el VAN social del proyecto, la variable crítica beneficios sociales afecta en un 12.7% en el VAN social, y la variable crítica costos de operación y mantenimiento no afecta en los resultados del VAN social.

Es preciso mencionar que el método de simulación de Montecarlo a través del programa informático Crystal Ball efectúa un análisis multivariable, en donde varían todas las variables críticas simultáneamente en diversos escenarios.

De los resultados anteriores podemos concluir que las dos variables más importantes que afectan el VAN social son primero la inversión y segundo los beneficios sociales.

4.6 LA INCORPORACIÓN DEL RIESGO EN EL CONTEXTO DE LATINOAMÉRICA Y EL CARIBE

Los países de Latinoamérica y el Caribe forman parte de una red de sistemas nacionales de inversión pública, los cuales realizan la evaluación social de los proyectos de inversión pública. Esta red tiene la misión de apoyar en el desarrollo de la gestión de la inversión pública de los países integrantes mediante el intercambio de experiencias,

documentos e información sobre evaluación de proyectos, sistemas de información y otras actividades correspondientes a los sistemas de los países de América Latina y el Caribe, (Candia, Perrotti, & Aldunate, 2015).

4.6.1 El riesgo en la evaluación de proyectos

El análisis riesgo en la evaluación de proyectos no es común en los proyectos que formulan y evalúan los sistemas de inversión pública de los países de América Latina y el Caribe.

Por lo que se ha ido mejorando las metodologías, guías generales y sectoriales hasta lograr introducir el riesgo en la evaluación de proyectos de inversión pública. Este desarrollo de las metodologías fue en base a un constante trabajo y esfuerzo de los países que actualmente han incorporado el análisis de riesgo en la evaluación de proyectos. Este método plantea supuestos sobre las distribuciones de probabilidades de las variables riesgosas para estimar las distribuciones de probabilidad del VANS y la TIRS, estos resultados de los indicadores de rentabilidad representan valores más seguros y ciertos.

Para (Candia et al., 2015), solo los países de Uruguay, y México consideraron el riesgo y la incertidumbre en las metodologías de formulación y evaluación de proyectos dentro de la región.

4.6.2 En Uruguay

En Uruguay dentro de sus metodologías de formulación y evaluación de proyectos ha alcanzado incorporar el análisis de riesgo a través de la técnica de simulación de Montecarlo, el cual en la elaboración del proyecto utiliza el modelo de riesgo e incertidumbre en la estimación de los indicadores de rentabilidad social del proyecto de inversión.

4.6.3 En México

En este país dentro de sus metodologías, guías generales y sectoriales se desarrolla el análisis de sensibilidad y el análisis de riesgos para la evaluación de los proyectos de inversión pública. Así mismo dentro de la evaluación ex post descubren la presencia de los riesgos para prevenirlos, y controlan los riesgos de ampliaciones de costos y plazos en la ejecución de proyectos.

4.6.4 En Perú

En nuestro país se cuenta solo con metodologías para la incorporación del análisis de riesgos de desastres en los proyectos, y solo se realiza un análisis de sensibilidad definiendo las variables inciertas y determinando sus rangos de variación, para calcular los cambios en los flujos e indicadores de rentabilidad social del proyecto.

Según la penúltima metodología general y sectorial presentada en el año 2015, menciona se podría realizar un análisis multivariable para hallar la variación en los indicadores de rentabilidad social del proyecto. Para lo cual sugiere la aplicación del programa Crystal Ball.

Con los últimos instructivos, metodologías, anexos y formatos implementados por el nuevo sistema de programación multianual y gestión de inversiones Invierte.pe., nuevamente se nota la ausencia del análisis de riesgo en la evaluación de proyectos, y solo se le da énfasis al análisis de riesgos de desastres naturales.

Consideraciones finales

Del anterior análisis podemos apreciar que solo hay unos cuantos países en latino América y el caribe que han logrado avanzar y desarrollar sus metodologías de evaluación de proyectos incorporando el análisis de riesgo. Por lo cual con esta investigación se puede apoyar a mejorar las metodologías actuales para tomar una mejor decisión al momento de invertir en un proyecto social que beneficie a la población en su conjunto en nuestro país.

CONCLUSIONES

- En el presente trabajo a modo de conclusión general, según los resultados obtenidos se puede mencionar que es posible la aplicación de la simulación del modelo de Montecarlo en la evaluación económica de los proyectos de inversión del estado.
- En la presente investigación se utilizó un criterio técnico según el uso y características de las variables críticas para asumir las distribuciones de probabilidades como son: primero se asumió una distribución normal para la variable crítica inversión, segundo se asumió una distribución triangular para la variable crítica costos de operación y mantenimiento, y tercero se asumió una distribución uniforme para la variable crítica beneficios sociales.
- Se concluye que es posible incorporar una metodología para analizar el análisis de riesgo en los proyectos de inversión del sector saneamiento. Puesto que los proyectistas según las metodologías planteadas por el MEF y la DGPI utilizan un análisis sencillo y no tan perfeccionado al momento de decidir la viabilidad económica del proyecto de inversión mediante la metodología costo/beneficio, el cual se pretende que se incorpore la simulación del modelo de Montecarlo en la evaluación económica de los proyectos de inversión.
- Finalmente se plantea la implementación del análisis de riesgo en la elaboración, formulación, y evaluación de los proyectos de inversión del sector saneamiento que el estado pretende ejecutar.

RECOMENDACIONES

- Incorporar el análisis de riesgo en la evaluación económica de los proyectos de inversión pública que formula y evalúa el sistema nacional de programación multianual y gestión de inversiones Invierte.pe.
- Utilizar el modelo de simulación de Montecarlo como instrumento de análisis de riesgo en la evaluación de proyectos de inversión.
- Usar los resultados obtenidos de la simulación del modelo de Montecarlo para sustentar mejor la viabilidad económica de los indicadores de rentabilidad social; como son el VAN social y el TIR social de los proyectos de inversión del estado.
- Se debe incentivar o motivar para que los proyectistas fortalezcan sus capacidades para asimilar esta metodología para el análisis de riesgo económico en la elaboración de los proyectos de inversión del estado peruano.
- Se debe continuar con el mejoramiento de las metodologías de elaboración, formulación y evaluación de los proyectos de inversión pública del Invierte.pe.
- Finalmente, se recomienda la realización de nuevos estudios de investigación que apoyen a la incorporación del análisis de riesgo económico en la formulación y evaluación de proyectos de inversión del estado mediante el sistema nacional de programación multianual y gestión de inversiones Invierte.pe.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, H. y Gálvez, E. (2017). *Incertidumbre en Evaluación de Proyectos de Inversión del Sector de Pequeños Hoteles en el Área Metropolitana de San Salvador*. Universidad de El Salvador.
- Aparacio, M., Duran, D. y Giesecke, C. R. (2012). *Análisis de Gestión de Riesgos de un Proyecto de Inversión Pública de Sol y Playa Durante su Fase de Inversión: El Caso del Proyecto Acondicionamiento Turístico de la Playa de Centro Máncora*. Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.
- Bazzani, C. y Cruz, E. (2008). *Análisis de Riesgo en Proyectos de Inversión un Caso de Estudio*. Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia, (38), 309–314.
- Bazzani, C. L. (2007). *Modelo Metodológico para Evaluar Riesgo en Proyectos de Inversión*. Universidad Tecnológica de Pereira. Colombia. p. 267.
- Beltrán, A. y Cueva, H. (2005). *Evaluación Privada de Proyectos* (2da ed.) Universidad Del Pacífico. Lima, Perú.
- Castro, G. (2011). *Diseño y Elaboración de un Modelo para Evaluar Riesgos en Proyectos de Inversión Aplicado al Sector de la Administración Aeroportuaria*. Universidad Andina Simón Bolívar Sede Ecuador, 1–102.
- Contreras, E. (2009). *Evaluación de inversiones bajo incertidumbre: teoría y aplicaciones a proyectos en Chile*. Instituto Latinoamericano Y Del Caribe de Planificación Económica Y Social (ILPES), Naciones Unidas (CEPAL), Santiago de Chile., 115. Retrieved from <https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=g7x7BVNZKmoC&oi=fnd&pg=PA9&dq=Evaluaci%3Fn+de+inversiones+bajo+incertidumbre:+teor%3Fa+y+aplicaciones+a+proyecto+s+en+Chile&ots=14V9E->

QvN0&sig=DIL4IMyT1LCx3M2utNV71HIEOjU#v=onepage&q=Evaluaci%3Fn%20de%20inve
rsiones%20bajo%20incertidumbre%3A%20teor%3Fa%20y%20aplicaciones%20a%20proy
ectos%20en%20Chile&f=false

- De la Garza, M. A. (2006). *Rentabilidad de las inversiones futuras en Pemex. Universidad de las Américas Puebla, Maestría en Administración de Empresas con especialidad en Proyectos de Inversión, México.* Universidad de las Américas Puebla.
- Del Carpio, J. y Eyzaguirre, R. (2007). *Análisis de riesgo en la evaluación de alternativas de inversión utilizando Crystal Ball. Gestión y Producción*, 10(1), 55–58.
- Guigui, R. (2012). Análisis del riesgo en proyectos de inversión: Propuesta metodológica para la selección de inversiones de capital, a través de una prueba empírica de la medición del desempeño del Valor Presente Neto en Riesgo (VPNR) de proyectos de diferentes. *In Universidad Panamericana, Retos de las ciencias administrativas desde las economías emergentes: Evolución de sociedades.* México. (pp. 1–31).
- Hoyos, A., Díaz, M. y Montero, C. (2016). Análisis de riesgo financiero para una Entidad Sin Ánimo de Lucro (ESAL) dedicada a proyectos de mejoramiento de vivienda rural en Cundinamarca, Colombia. *Cuadernos Latinoamericanos de Administración*, 12(22), 51. <https://doi.org/10.18270/cuaderlam.v12i22.1785>
- Huamaní, S. A. (2017). *Estimación de la rentabilidad social de incrementar la cobertura de agua potable en Lima Metropolitana.* Repositorio de La Universidad Del Pacifico-UP, Escuela de Postgrado, Perú, 84. Retrieved from <http://repositorio.up.edu.pe/handle/11354/1734>
- Iniesta, F. y Lamothe, P. (2015). *Aplicación de la Metodología Project Finance para la financiación de infraestructuras y Evaluación de la Rentabilidad y del Riesgo de Crédito.* Universidad Autónoma de Madrid, España, 311. Retrieved from https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/671170/iniesta_soria_fernando.pdf?sequence=1
- León, G. A. (2013). *Análisis de riesgo de un proyecto de inversión de generación eléctrica en el Ecuador.* Universidad Andina Simón Bolívar Sede Ecuador, Programa de Maestría, 9–85. Retrieved from <http://bit.ly/2ybsTS2>
- MEF-DGPMI. (2017a). Contenido Mínimo del Estudio de Preinversión a Nivel de Perfil.

- Perú, Ministerio de Economía Y Finanzas - Dirección General de Inversión Pública.
Lima, Setiembre, 2017.
- MEF-DGPMI. (2017b). *Decreto Legislativo N° 1252*. Perú, Ministerio de Economía Y Finanzas - Dirección General de Inversión Pública. Lima, Enero, 2017. Retrieved from <https://www.mef.gob.pe/es/documentacion-sp-30574/instrumento/decretos-legislativos/15603-decreto-legislativo-n-1252/file>
- Morales, E. (2012). *Evaluación socioeconómica de una proyecto de inversión en un sistema de abastecimiento de agua para la comunidad indígena la Rivera, del municipio de Florida en el valle del Cauca*. Maestría en finanzas. Universidad ICESI Cali, Colombia.
- Palizade (2017). *Análisis de riesgo*. Fabricante Del Software Líder a Nivel Mundial de Análisis de Riesgo Y de Decisiones.
- Proeva. (2013). *Material de apoyo: El análisis de riesgo de un proyecto de inversión*. Universidad de La República Uruguay, Facultad de Ciencias Económicas Y de Administración, 9(1987), 1–371.
- Retana, J. y Meza, J. (2007). *Integración del Valor Presente Neto, la Simulación y las Opciones Reales en el Desarrollo Estratégico de la Evaluación de Proyectos*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sánchez, E. (2009). Análisis de riesgos en proyectos de inversión. *Pensamiento Crítico N°11*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. p. 129–138.
- Sapag, N. (2011). *Proyectos de Inversión: Formulación y Evaluación* (2da ed.). Chile: Pearson Educación.
- Tito, E. J. (2015). *Simulación de Montecarlo del Nivel de Riesgo de Pérdida del Productor de Trucha en Función de los Factores Asociados a la Actividad y al Tamaño Mayo - Junio Departamento Puno*. Universidad Nacional Del Altiplano de Puno. Puno, Perú. p.96.
- Toro, S. M., Ledezma, J. E. y Escobar, J. W. (2015). *Modelo de evaluación de Proyectos de Inversión en condiciones de riesgo para apertura de programas de pregrado en instituciones de educación superior de Colombia: caso de estudio*. Pontificia Universidad Javeriana Cali, Colombia. p. 99–132.

Tudela, J. W. (2015). Análisis de Riesgo en la evaluación de Proyectos de Inversión Pública utilizando Crystal Ball. *Revista de Investigaciones Altoandinas, UNAP-Perú*, 17(2), 237–242.

Zevallos, N. (2015). *Evaluación social del sistema de agua potable en las comunidades del distrito de Conduriri, provincia de El Collao-Puno*(tesis para grado de magister en economía). EPG Universidad Nacional del Altiplano de Puno. Puno, Perú.





Anexo 1. Ficha de viabilidad del proyecto de inversión pública

**FORMATO SNIP-03:
FICHA DE REGISTRO - BANCO DE PROYECTOS**

[La información registrada en el Banco de Proyectos tiene carácter de Declaración Jurada]

Fecha de la última
actualización:

14/11/2017

1. IDENTIFICACIÓN

1.1 Código SNIP del Proyecto de Inversión Pública: 351951

1.2 Nombre del Proyecto de Inversión Pública: MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN LA LOCALIDAD DE TINICACHI, DISTRITO DE TINICACHI - YUNGUYO - PUNO

1.3 Responsabilidad Funcional del Proyecto de Inversión Pública:

Función	18 SANEAMIENTO
División Funcional	040 SANEAMIENTO
Grupo Funcional	0088 SANEAMIENTO URBANO
Responsable Funcional (según Anexo SNIP 04)	VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO

1.4 Este Proyecto de Inversión Pública NO pertenece a un Programa de Inversión

1.5 Este Proyecto de Inversión Pública NO pertenece a un Conglomerado Autorizado

1.6 Localizacion Geográfica del Proyecto de Inversión Pública:

Departamento	Provincia	Distrito	Localidad
PUNO	YUNGUYO	TINICACHI	tinicachi

1.7 Unidad Formuladora del Proyecto de Inversión Pública:

Sector:	GOBIERNOS LOCALES
Pliego:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TINICACHI
Nombre:	UNIDAD FORMULADORA

Persona Responsable de Formular:	ING. ECONOMISTA OMAR MOISES RODRIGUEZ LIMACHI
Persona Responsable de la Unidad Formuladora:	YESICA ANCACHI PUMA

1.8 Unidad Ejecutora del Proyecto de Inversión Pública:

Sector:	GOBIERNOS LOCALES
Nombre:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TINICACHI
Persona Responsable de la Unidad Ejecutora:	ING. WALTER CALDERON CAPIA

2 ESTUDIOS

2.1 Nivel Actual del Estudio del Proyecto de Inversión Pública

Nivel	Fecha	Autor	Costo (Nuevos Soles)	Nivel de Calificación
PERFIL	18/03/2016	ING. ECONOMISTA OMAR MOISES RODRIGUEZ LIMACHI		APROBADO

2.2 Nivel de Estudio propuesto por la UF para Declarar Viabilidad: PERFIL

3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO DE INVERSIÓN PÚBLICA

3.1 Planteamiento del Problema

EL PROBLEMA CENTRAL DEL PROYECTO ES PARTE DE LA POBLACION DE LA LOCALIDAD DE TINICACHI ACCEDE A LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO, PERO ESTOS NO CUMPLEN CON LOS ESTANDARES DE CALIDAD ESTABLECIDOS

3.2 Beneficiarios Directos

3.2.1 Número de los Beneficiarios Directos 896 (N° de personas)

3.2.2 Característica de los Beneficiarios

LOS BENEFICIARIOS DIRECTOS CON EL PIP, SON LOS POBLADORES DE LA LOCALIDAD DE TINICACHI LAS PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONÓMICAS A LAS QUE SE DEDICAN LOS POBLADORES DE LA ZONA SON: EL 52.18% SE DEDICA AL GRUPO DE ACTIVIDADES ECONÓMICAS DE AGRICULTURA Y GANADERÍA, TRABAJOS NO CALIFICADOS, PEÓN O VENDEDOR AMBULANTE, EL 18.93% SE DEDICA AL GRUPO DE ACTIVIDADES ECONÓMICAS SE DEDICA A OBRERO OPERARIO DE MINAS INDUSTRIA O MANUFACTURA Y OTRAS, EL 13.7% SE DEDICA AL GRUPO DE ACTIVIDADES ECONÓMICAS VENDEDOR COMERCIAL, 6.85% SE DEDICA A OBREROS DE CONSTRUCCIÓN. EN EL DIAGNOSTICO SE PUDO INFORMAR QUE LA POBLACIÓN DE LA LOCALIDAD DE TINACACHI REGISTRA MA YORES PORCENTAJES DE ENFERMEDADES DE NIVEL HÍDRICO, ASÍ 34% DE LA POBLACIÓN DE NIÑOS SE ENFERMA DE DIARREA Y

EL 31.4% DE LA POBLACIÓN DE ADULTOS TAMBIÉN SUFRE ESTA ENFERMEDAD, 30.2 % DE LA POBLACIÓN DE NIÑOS SE ENFERMA DE INFECCIONES ESTOMACALES Y 28.6% DE LA POBLACIÓN DE ADULTOS TAMBIÉN SUFRE ESTA ENFERMEDAD, 35% DE LA POBLACIÓN DE NIÑOS SE ENFERMÓ DE PARASITOSIS; ESTOS DATOS SON RESULTADOS DE ENCUESTAS CON LA PREGUNTA DE ¿CUÁL FUE LA ENFERMEDAD QUE PADECIÓ EL ÚLTIMO AÑO? ASI MISMO, EL 81% DE LA POBLACIÓN SE ABASTECE DE AGUA POR CONEXIÓN DOMICILIARIA, EL 7% SE ABASTECE DE RIO O ACEQUIA, 6% SE ABASTECE DE MANANTIAL, 6% DE POZO PÚBLICO. SEGÚN RESULTADOS DE ENCUESTAS APLICADOS A LA LOCALIDAD DE TINICACHI, 50% TIENE QUE TRASLADARSE ALREDEDOR DE 300 A 400 METROS DE DISTANCIA PARA PODER ABASTECERSE DE ESTE LÍQUIDO, 17% SE TRASLADA ALREDEDOR DE 100 A 200 METROS, 16% TIENE QUE HACER CAMINATA ALREDEDOR DE 50 A 100 DE DISTAN, 17 % CAMINA MÁS DE 400 METROS PARA PODER ABASTECERSE DE AGUA EN LA VIVIENDA.

3.3 Objetivo del Proyecto de Inversión Pública

EL OBJETIVO DEL PROYECTO ES LA POBLACION DE LA LOCALIDAD DE TINICACHI ACCEDE A LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO, QUE CUMPLEN CON LOS ESTANDARES DE CALIDAD ESTABLECIDOS

3.4 Análisis de la demanda y oferta

Tramo	Longitud	IMD	Costo por tramo
-------	----------	-----	-----------------

4 ALTERNATIVAS DEL PROYECTO DE INVERSIÓN PÚBLICA (Las tres mejores alternativas)

4.1 Descripciones: (La primera alternativa es la recomendada)

Alternativa 1 (Recomendada)	PARA LA INFRAESTRUCTURA DE AGUA POTABLE; - CAPTACIÓN EN LADERA, CONSTRUCCIÓN RESERVORIO DE 16 M3 , CONSTRUCCIÓN RESERVORIO DE 4 M3,REDES DE CONDUCCIÓN, REDES DE DISTRIBUCIÓN, VALVULA DE CONTROL DE 1 1/2 08 UNIDADES, VALVULA DE PURGA DE 1 08 UNIDADES, CÁMARA DE REUNION, 03 CRUCES, VÁLVULA DE ROMPE PRESIÓN, 224 CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA LA INFRAESTRUCTURA DE SISTEMA DE ALCANTARILADO; - TRABAJOS PROVISIONALES, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE LA RED DE ALCANTARILLADO, BUZONES DE INSPECCIÓN, CAJAS DE INSPECCIÓN, EMISOR GENERAL, BUZONES DE INSPECCIÓN (RED EMISOR), CONEXIÓN DOMICILIARIA PARA LA INSTALACIÓN DE TANQUE IMHOFF CAMARA DE REJAS Y DESARENADOR, TANQUE IMHOFF, LECHO DE SECADO, TRANSPORTE DE MATERIALES DE OBRA - PARA EL PROGRAMA DE EDUCACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN - TALLERES PARA LA JASS, EN CUANTO A CAPACITACIÓN TÉCNICA Y ADMINISTRATIVA TALLERES PARA LA LOS USUARIOS ACERCA DE LA PRÁCTICA DE HIGIENE, CONOCIMIENTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO, Y EDUCACION SANITARIA.
--------------------------------	--

Alternativa 2	<p>PARA LA INFRAESTRUCTURA DE AGUA POTABLE; - CAPTACIÓN EN LADERA, CONSTRUCCIÓN RESERVORIO DE 16 M3 , CONSTRUCCIÓN RESERVORIO DE 4 M3, REDES DE CONDUCCIÓN, REDES DE DISTRIBUCIÓN, VALVULA DE CONTROL DE 1 1/2 08 UNIDADES, VALVULA DE PURGA DE 1 08 UNIDADES, CÁMARA DE REUNION, 03 CRUCES, VÁLVULA DE ROMPE PRESIÓN, 224 CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA LA INFRAESTRUCTURA DE SISTEMA DE ALCANTARILADO; - TRABAJOS PROVISIONALES, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE LA RED DE ALCANTARILLADO, BUZONES DE INSPECCIÓN, CAJAS DE INSPECCIÓN, EMISOR GENERAL, BUZONES DE INSPECCIÓN (RED EMISOR), CONEXIÓN DOMICILIARIA PARA LA INSTALACIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO ESTRUCTURAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO, CANAL DE INGRESO, DESARENADOR, TRAMPA DE GRASA Y ACEITE, SEDIMENTADOR PRIMARIO, FILTRO ANAEROBICO ASCENDENTE, REACTOR AEROBICO FRBR 1ST, SEDIMENTADOR SECUNDARIO, FILTRO LENTO DE ARENA, CÁMARA DE CONTACTO, DIGESTOR ANAERÓBICO DE LODOS, LECHO DE SECADO DE LODOS, CAJAS DE VÁLVULA, SEÑALIZACIÓN. - PARA EL PROGRAMA DE EDUCACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN - TALLERES PARA LA JASS, EN CUANTO A CAPACITACIÓN TÉCNICA Y ADMINISTRATIVA TALLERES PARA LA LOS USUARIOS ACERCA DE LA PRÁCTICA DE HIGIENE, CONOCIMIENTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO, Y EDUCACION SANITARIA.</p>
Alternativa 3	N

4.2 **Indicadores**

		Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Monto de la Inversión Total (Nuevos Soles)	A Precio de Mercado	3,093,164	3,622,542	0
	A Precio Social	2,619,910	3,068,293	0
Costo Beneficio (A Precio Social)	Valor Actual Neto (Nuevos Soles)	2,084,053	2,084,053	0
	Tasa Interna Retorno (%)	39.82	39.82	0.00
Costos / Efectividad	Ratio C/E	424.31	955.50	0.00
	Unidad de medida del ratio C/E (Ejms Beneficiario, alumno atendido, etc.)	896	896	0

4.3 **Análisis de Sostenibilidad de la Alternativa Recomendada**

EL DISTRITO DE TINICACHI NO CUENTA CON LOS RECURSOS SUFICIENTES PARA FINANCIAR EL PRESENTE PROYECTO, POR LO QUE PARTICIPARA CON EL 3% DEL COSTO TOTAL DEL PIP PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO, PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO CADA FAMILIA CONTRIBUIRA CON UNA CUOTA MENSUAL DE 4 NUEVOS SOLES APROXIMADAMENTE.

4.4 GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES EN EL PIP (EN LA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN RECOMENDADA)

4.4.1 Peligros identificados en el área del PIP

PELIGRO	NIVEL
---------	-------

4.4.2 Medidas de reducción de riesgos de desastres

4.4.3 Costos de inversión asociado a las medidas de reducción de riesgos de desastres

5 COMPONENTES DEL PROYECTO DE INVERSIÓN PÚBLICA (En la Alternativa Recomendada)

5.1 Cronograma de Inversión según Componentes:

COMPONENTES	Trimestres(Nuevos Soles)				Total por componente
	2do Trimestre 2016	3er Trimestre 2016	4to Trimestre 2016		
AGUA POTABLE	0	317,968	317,969	635,937	
ALCANTARILLADO Y TANQUE IMHOFF	0	990,386	990,386	1,980,772	
EDUCACION SANITARIA	0	20,465	20,465	40,930	
GASTOS GENERALES	0	140,110	140,110	280,220	
SUPERVISIÓN	0	57,003	57,002	114,005	
EXPEDIENTE TECNICO	41,300	0	0	41,300	
Total por periodo	41,300	1,525,932	1,525,932	3,093,164	

5.2 Cronograma de Componentes Físicos:

COMPONENTES	Unidad de Medida	Trimestres			Total por componente
		2do Trimestre 2016	3er Trimestre 2016	4to Trimestre 2016	
AGUA POTABLE	GBL	0	50	50	100
ALCANTARILLADO Y TANQUE IMHOFF	GBL	0	50	50	100
EDUCACION SANITARIA	GBL	0	50	50	100
GASTOS GENERALES	GBL	0	50	50	100
SUPERVISIÓN	GBL	0	50	50	100

EXPEDIENTE TECNICO	DOC.	100	0	0	100
--------------------	------	-----	---	---	-----

5.4 Operación y Mantenimiento:

COSTOS		Años (Nuevos Soles)									
		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Sin PIP	Operación	2,670	2,670	2,670	2,670	2,670	2,670	2,670	2,670	2,670	2,670
	Mantenimiento	2,060	2,060	2,060	2,060	2,060	2,060	2,060	2,060	2,060	2,060
Con PIP	Operación	13,040	13,040	13,040	13,040	13,040	13,040	13,040	13,040	13,040	13,040
	Mantenimiento	10,980	10,980	10,980	10,980	10,980	10,980	10,980	10,980	10,980	10,980

5.5 Inversiones por reposición:

	Años (Nuevos Soles)											Total por componente
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026		
Inversiones por reposición	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Monto Total de Componentes: 287,500.00

Monto Total del Programa: 3,093,164.00

5.6 Fuente de Financiamiento (Dato Referencial): DONACIONES Y TRANSFERENCIAS

5.9 Modalidad de Ejecución Prevista: ADMINISTRACION INDIRECTA - POR CONTRATA

6 MARCO LOGICO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

		Indicador	Medios de Verificación	Supuestos
Fin	MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE VIDA A LOS POBLADORES DE LA LOCALIDAD DE TINICACHI, DISTRITO DE TINICACHI - YUNGUYO - PUNO	Disminución de las necesidades básicas insatisfechas de la zona en un 85% para el año 5. Al año 5: el 80% de la población encuestada considera que ha mejorado su calidad de vida	INEI: Encuestas a hogares. - Encuestas de evaluación de impacto.	El gobierno siga teniendo políticas de intervención social (proyectos de saneamiento)
Propósito	LA POBLACION DE LA LOCALIDAD DE TINICACHI ACCEDE A LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y	Las enfermedades dérmicas gastrointestinales y parasitarias disminuyen de 30 casos a 10 casos en	Reportes del Centro de Salud del distrito de Tinicachi	Ejercicios de buenas prácticas de higiene. Infraestructura se mantiene en

	<p>ALCANTARILLADO, QUE CUMPLEN CON LOS ESTANDARES DE CALIDAD ESTABLECIDOS</p>	<p>menores de 5 años y en mayores de 5 años de 50 a 10 casos, del 2do año de operación de proyecto.</p>		<p>Óptimo estado. Se mantiene el nivel de ingreso real de la población.</p>
<p>Componentes</p>	<p>- Adecuado Infraestructura sistema de agua. - Adecuada infraestructura para el sistema de alcantarillado. - Existencia de infraestructura de planta de tratamiento. - Presencia Programa de educación sanitaria (capacitación).</p>	<p>- Captación en ladera, construcción reservorio de 16 m³, construcción reservorio de 4 m³, redes de conducción, redes de distribución, válvula de control de 1 1/2" 08 unidades, válvula de purga de 1" 08 unidades, cámara de reunión, 03 cruces, válvula de rompe presión, 224 conexiones domiciliarias. - Trabajos provisionales, Suministro e instalación de la red de alcantarillado, Buzones de inspección, Cajas de inspección, Emisor general, Buzones de inspección (red emisor), Conexión domiciliaria. - Instalación de tanque IMHOFF, cámara de rejillas y desarenador, tanque IMHOFF, lecho de secado, transporte de materiales de obra. - Talleres para la JASS, en cuanto a Capacitación técnica y administrativa Talleres para los usuarios acerca de la práctica de higiene, Conocimiento de operación y mantenimiento, y educación sanitaria.</p>	<p>- Padrón anual de usuarios de la JASS. - Reportes e informes de las JASS. Padrón de usuarios de la JASS. Reportes e informes de las JASS Registro de asistencia, acta de reuniones, actas de elección, registro fotográfico, acta de asamblea, informe de actividades, informes y reportes de las capacitaciones</p>	<p>Las familias del ámbito de influencia cumplen con sus obligaciones de pago del servicio. La JASS cumple con responsabilidad su gestión</p>

Actividades	1.- CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE.2.- CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO. 3.- CAPACITACION A LA COMUNIDAD Y PERSONAL DE LA JASS. 4. SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE - GASTOS GENERALES 5.- UTILIDAD 6.- IMPUESTOS 7.- GASTOS DE SUPERVISIÓN 8.- EXPEDIENTE TÉCNICO	Obras Provisionales, trabajos Preliminares Cámara de Captación RED DE CONDUCCION RED DE CONDUCCION RESERVORIO RED DE DISTRIBUCION RED DE DISTRIBUCION DEL RESERVORIO CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN LA LOCALIDAD DE TINICACHI. CAPACITACIÓN A LA POBLACION EN EDUCACION SANITARIA Y SALUBRIDAD EN LA LOCALIDAD DE TINICACHI	- Valorizaciones de Obra - expediente técnico aprobado - Cuadernos de Obra - Acta de recepción de Obra - informe de avance de la unidad ejecutora. - planilla de pagos - Encuestas a las familias - Informes y Reportes de las capacitaciones	La obra es supervisada en forma permanente y finalizada dentro de los plazos establecidos Existe disponibilidad presupuestal y financiera para la ejecución de la obra. Interés de la población en participar en los talleres de capacitación.
--------------------	--	--	---	--

7 OBSERVACIONES DE LA UNIDAD FORMULADORA

No se han registrado observaciones

8 EVALUACIONES REALIZADAS SOBRE EL PROYECTO DE INVERSIÓN PÚBLICA

Fecha de registro de la evaluación	Estudio	Evaluación	Unidad Evaluadora	Notas
11/06/2016 10:27 Hrs.	PERFIL	EN MODIFICACION	OPI DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TINICACHI	No se han registrado Notas
16/06/2016 16:35 Hrs.	PERFIL	APROBADO	OPI DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TINICACHI	No se han registrado Notas

9 DOCUMENTOS FÍSICOS

9.1 Documentos de la Evaluación

Documento	Fecha	Tipo	Unidad
INFORME N 011 - 2016 -MDT/UF	16/04/2016	SALIDA	UNIDAD FORMULADORA
INFORME N 011 - 2016 -MDT/UF	16/04/2016	ENTRADA	OPI DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TINICACHI
INFORME N° 017 - 2016 – MDT/JCCHS/OPI	16/06/2016	SALIDA	OPI DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TINICACHI

INFORME TECNICO N° 001-2016-MDT/OPI/JCCHS	16/06/2016	SALIDA	OPI DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TINICACHI
---	------------	--------	--

9.2 Documentos Complementarios

No se han registrado Documentos Complementarios

10 DATOS DE LA DECLARATORIA DE VIABILIDAD

N° Informe Técnico: INFORME TECNICO N° 001-2016-MDT/OPI/JCCHS

Especialista que Recomienda la Viabilidad: ING. JUAN CARLOS CHAMA SUMI

Jefe de la Entidad Evaluadora que Declara la Viabilidad: ING. JUAN CARLOS CHAMA SUMI

Fecha de la Declaración de Viabilidad: 16/06/2016

11 COMPETENCIAS EN LAS QUE SE ENMARCA EL PROYECTO DE INVERSIÓN PÚBLICA

11.1 La Unidad Formuladora declaró que el presente PIP es de competencia Local y se ejecutará en su circunscripción territorial.

Asignación de la Viabilidad a cargo de **OPI DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TINICACHI**

