



ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

APLICACIÓN DE LA SIMULACIÓN DE MONTECARLO PARA EL ANÁLISIS DE
RIESGOS AMBIENTALES EN PROYECTOS PÚBLICOS-HOSPITALES

Línea de investigación:

Construcción sostenible y sostenibilidad ambiental del territorio

Tesis para optar el Grado Académico de Maestro en Gerencia de
Proyectos de Ingeniería

Autor

Apolaya Ruiz, William Alexander

Asesor

Mayhuasca Guerra, Jorge Víctor
(ORCID: 0000-0002-6465-4738)

Jurado

Martinez Alban, Pascual Alejandro

Flores Vidal, Higinio Exequiel

Marín Machuca, Olegario

Lima - Perú

2022

Referencia:

Apolaya, W. (2022). *Aplicación de la simulación de Montecarlo para el análisis de riesgos ambientales en proyectos públicos - hospitales* [Tesis de maestría en la Universidad Nacional Federico Villarreal]. <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/6465>



Reconocimiento - No comercial - Sin obra derivada (CC BY-NC-ND)

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede generar obras derivadas ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

APLICACIÓN DE LA SIMULACIÓN DE MONTECARLO PARA EL ANÁLISIS DE RIESGOS AMBIENTALES EN PROYECTOS PÚBLICOS-HOSPITALES

Línea de Investigación:

Construcción sostenible y sostenibilidad ambiental del territorio

Tesis para optar el Grado Académico de maestro en Gerencia de Proyectos
de Ingeniería

Autor:

Apolaya Ruiz, William Alexander

Asesor(a):

Mayhuasca Guerra, Jorge Víctor
(ORCID:0000-0002-6465-4738)

Jurado:

Martinez Alban, Pascual Alejandro
Flores Vidal, Higinio Exequiel
Marin Machuca, Olegario

Lima – Perú
2022

Dedicatoria

A mi madre Rosa Ruiz Zavala.

A mi hermana Rosario Apolaya Ruiz.

A mi sobrina Zoe Tomairo Apolaya.

A mis abuelos Felipe y Bernardina (Q. E. P. D.)

A Ezequiel y Napoleón.

Agradecimiento

A mi asesor de tesis Dr. Víctor
Mayhuasca Guerra.

A los docentes de la presente
maestría de la EUPG-UNFV.

Índice

I. Introducción.....	9
1.1. Planteamiento del problema.....	9
1.2. Descripción del problema.....	11
1.3. Formulación del problema	12
Problema general	12
Problemas específicos.....	12
1.4. Antecedentes	12
1.5. Justificación de la investigación.....	18
1.6. Limitaciones de la investigación	19
1.7. Objetivos	19
Objetivo general	19
Objetivos específicos	20
1.8. Hipótesis.....	20
II. Marco teórico	21
2.1. Marco conceptual	21
III. Método	26
3.1. Tipo de investigación	26
3.2. Población y muestra	27
3.3. Operacionalización de variables.....	29
3.4. Instrumentos	29
3.5. Procedimientos	29
3.6. Análisis de datos.....	30
3.7. Consideraciones éticas	30
IV. Resultados.....	31
4.1. Contrastación de hipótesis.....	31
4.2. Análisis e interpretación.....	32
VI. Conclusiones.....	42
VII. Recomendaciones	43
VIII. Referencias.....	44
IX. Anexos	47
Anexo A: Matriz de consistencia.....	48
Anexo B: Instrumento.....	49

Índice de tablas

Tabla 1: Nivel de confianza.....	28
Tabla 2: Fórmulas para el muestreo aleatorio simple.....	28
Tabla 3: Contratación de hipótesis nula con la hipótesis alterna, estadístico de Mann-Whitney.....	31
Tabla 4: Tabla de resultados de la aplicación del instrumento. Población 24 profesionales. Variable X.1. Identificación de riesgos.....	32
Tabla 5: Tabla de resultados de la aplicación del instrumento. Población 24 profesionales. Variable Y.1. Elementos de la simulación de Montecarlo.....	33
Tabla 6: Tabla de resultados de la aplicación del instrumento. Población 24 profesionales. Variable Y.2. Costos potenciales de riesgos ambientales materializados.....	34
Tabla 7: Riesgos ambientales materializados encontrados en la simulación.....	35
Tabla 8: Riesgos ambientales no materializados encontrados en la simulación.....	35
Tabla 9: Costos potenciales simulados de riesgos ambientales materializados en la simulación.....	36
Tabla 10: Costos potenciales simulados de riesgos ambientales no materializados en la simulación.....	36

Índice de figuras

Figura 1: Gestión de riesgos en las organizaciones.....	11
Figura 2: Estructura desglosable de la Simulación de Montecarlo.....	22
Figura 3: Formato para identificar, analizar y dar respuesta a riesgos.....	24
Figura 4: Matriz de probabilidad e impacto según Guía PMBOK.....	25
Figura 5: Formato para asignar los riesgos.....	25
Figura 6: Gráfico de resultados de la variable X.1. Identificación de riesgos.....	33
Figura 7: Gráfico de resultados de la variable Y.1. Elementos de la simulación de Montecarlo.....	33
Figura 8: Simulación de Montecarlo a través de software Crystal Ball – R002.....	37
Figura 9: Simulación de Montecarlo a través de software Crystal Ball – R003.....	37
Figura 10: Simulación de Montecarlo a través de software Crystal Ball – R004.....	38
Figura 11: Simulación de Montecarlo a través de software Crystal Ball – R005.....	38
Figura 12: Simulación de Montecarlo a través de software Crystal Ball – R006.....	38
Figura 13: Simulación de Montecarlo a través de software Crystal Ball – R011.....	39
Figura 14: Simulación de Montecarlo a través de software Crystal Ball – R012.....	39
Figura 15: Simulación de Montecarlo a través de software Crystal Ball – R013.....	39

Resumen

El objetivo fundamental de la presente investigación fue determinar en qué medida la propuesta de una metodología de análisis cuantitativo a través de la aplicación de la simulación de Montecarlo influye en la gestión de riesgos ambientales en los proyectos públicos del sector construcción-hospitales. Se realizó la evaluación de dos escenarios diferenciados; uno de ellos fue un análisis cualitativo mediante la aplicación del instrumento de investigación propuesto para una muestra de 24 profesionales en la materia, el otro escenario fue el análisis cuantitativo mediante la aplicación de la simulación de Montecarlo para 10 000 mil iteraciones ejecutadas con un nivel de confianza del 90 %. Para hacer el análisis de la relación existente entre ambos escenarios se utilizó la regla teórica para toma de decisiones del estadístico de Mann-Whitney bajo el supuesto: Si $U \leq U(\alpha, m, n)$ se rechaza la hipótesis nula (H_0), obteniéndose como resultado $28 \leq 33$, donde se rechaza la hipótesis nula (H_0), por tanto, se acepta la hipótesis alterna propuesta (H_a) en la investigación. Como conclusión se logró determinar que el desarrollo de una metodología de análisis cuantitativo influye favorablemente en la gestión de riesgos ambientales en los proyectos públicos del sector construcción-hospitales.

Palabras claves: Simulación de Montecarlo, Gestión de riesgos, Análisis cualitativo de riesgos, Análisis cuantitativo de riesgos, Mann-Whitney.

Abstract

The main objective of this research was to determine to what extent the proposal of a quantitative analysis methodology through the application of the Monte Carlo simulation influences the management of environmental risks in public projects in the construction-hospital sector. The evaluation of two differentiated scenarios was carried out; one of them was a qualitative analysis through the application of the proposed research instrument for a sample of 24 specialized professionals; the other scenario was the quantitative analysis through the application of the Montecarlo simulation for ten thousand interactions executed with a level of confidence of 90 percent. To analyze the relationship between both scenarios, the theoretical rule for decision making of the Mann-Whitney statistic was used under the assumption: if $U \leq U(\alpha, m, n)$ the null hypothesis (H_0) is rejected, obtaining as a result $28 \leq 33$, where the null hypothesis (H_0) is rejected, therefore, the proposed alternative hypothesis (H_a) is accepted in the investigation. As a conclusion, it was possible to determine that the development of a quantitative analysis methodology influences favorably the management of environmental risks in public projects in the construction-hospital sector.

Keywords: Montecarlo simulation, risk management, qualitative risk analysis, quantitative risk analysis, Mann-whitney.

I. Introducción

Haciendo un diagnóstico de la situación actual, la metodología existente para la gestión de riesgos a nivel estatal propone una evaluación cualitativa sujeta a la apreciación y experiencia del evaluador, sin embargo, esto no puede configurarse en su verdadero impacto ya que su repercusión debería ser reflejado en valores cuantificables.

Como toda actividad productiva, el sector de la construcción no es ajena a estos fenómenos, existen riesgos inherentes que pueden ser consecuencia de aspectos asociados a la naturaleza (lluvias, granizadas, terremotos, maremotos, etc) y aspectos originados por el hombre, los cuales necesitan ser identificados antes de cada etapa de un proyecto en particular, tienen que ser evaluados cada uno de ellos (los riesgos) inicialmente desde sus cualidades para finalmente identificar su impacto a través de valores cuantificables, a partir de allí, de esta evaluación anticipada, se deben elaborar una serie de medidas de carácter preventivo, buscando que tales fenómenos no se susciten durante la puesta en marcha de un proyecto en particular; las medidas correctivas también deben ser elaboradas anticipadamente cuando la materialización de un aspecto no deseado sea inminente.

Por lo expuesto, es necesario e importante contar con este tipo de instrumento de gestión de mejora continua a nivel estatal, lo que ayudará a orientar y canalizar mejor los recursos de la población del país.

1.1. Planteamiento del problema

Para Hasper et al. (2017) se realizó una encuesta a partir del análisis de la bibliografía de 155 estudios para determinar una encuesta en materia de gestión de riesgos en el rubro empresarial y sus tendencias de investigación. Los países donde más se estudia esta materia son Estados Unidos, Reino Unido y China. El desarrollo y comprensión de este campo de estudio se efectúa a través del cálculo de indicadores numéricos, de calidad y estructurales.

La implementación de la gestión de riesgos a nivel empresarial como estrategia de gestión está aumentando significativamente. Tuvo su inicio aproximadamente en la década de 1990 y fue producto de dos elementos: consideraciones económicas racionales y cambios significativos en el entorno competitivo (Rasmussen, 1997; Floricel y Miller, 2001; Rahman y Kumaraswamy, 2002; Chapman y Ward, 2003; Giddens, 2003). Estos elementos se identifican debido a los cambios estratégicos que las organizaciones corporativas han comenzado a desarrollar. Una de ellas fue externalizar el proceso. Esta tendencia era menos común en ese momento, pero debido a que la organización no la creó internamente, ofrecía la oportunidad de obtener productos y servicios que no tenían que depender de los riesgos que planteaba la implementación del nuevo proceso. En consecuencia, Scapens y Bromwich (2009) percibieron nuevas tendencias en la creación de estudios científicos sobre gestión de riesgos que cambia del dominio funcional de la organización al nivel empresarial.

Según Ai et al. (2015), los riesgos existen en toda la ciencia de la economía de una empresa y deben gestionarse de manera íntegra. Sin embargo, así como la prioridad de decisiones se efectúa con un enfoque íntegro, la gestión de riesgos y la disminución de riesgos deben realizarse igual (Fraser et al., 2011).

Para Vilchez (2006), El desarrollo de modelos de tratamiento de riesgos para proyectos civiles peruanos no pretende ser aplicado directamente en todos los proyectos civiles, pero con ejemplos para posibles habituaciones y atenciones de técnicas de tratamiento de riesgos en proyectos de otra índole, pretende servir como guía.

El análisis de riesgo se ha materializado siguiendo las buenas prácticas de tratamiento de Riesgos del Instituto de Dirección de Proyectos (Project Management Institute – PMI) y efectuando el análisis cuantitativo de riesgos por medio de la simulación de Monte Carlo, utilizando simulaciones en Excel con la creación de modelos estadísticos. El modelo estadístico creado hace uso de elementos numéricos recomendados por el Instituto de

Dirección de Proyectos (PMI) cuyo nombre del documento es "Una Guía a los Fundamentos de la Dirección de Proyectos" ("A Guide to the Project Management Body Of Knowledge" - PMBOK Guide). La simulación de Monte Carlo puede calcular la probabilidad de que ocurra un evento a partir de la interacción de diferentes escenarios con diferentes alternativas y cuantificar el riesgo. Puede usar esta información para estimar el desempeño futuro de su proyecto de manera bastante precisa y probabilística.

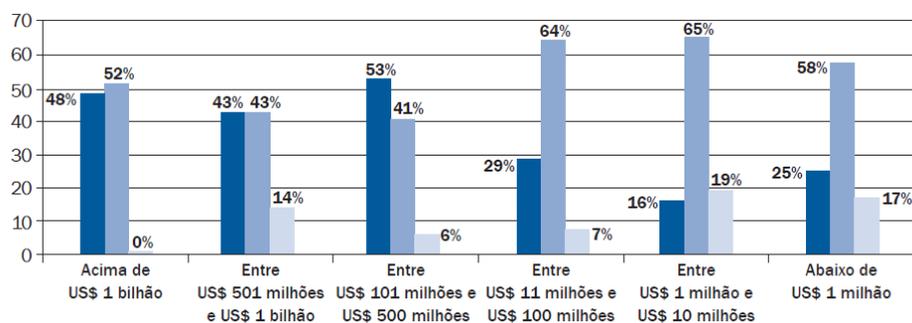
1.2. Descripción del problema

La importancia de tener una metodología para el tratamiento integral de riesgos en el sector construcción, y que implique una evaluación cualitativa y cuantitativa de estos fenómenos, ayudará a disminuir la exposición de los recursos del estado sean estos humanos o técnicos.

En la Figura 1 se presenta como el tratamiento de riesgos está presente en las organizaciones, siendo el de color azul la adopción de una metodología formal, color azul claro adopta una metodología informal y color celeste no utiliza una metodología para el tratamiento de riesgo.

Figura 1

Gestión de riesgos en las organizaciones



Durante el desarrollo de vida de un proyecto civil, el manejo integral de los riesgos

implica que estos hayan sido identificados en su fase inicial con la finalidad de generar estrategias de monitoreo, medidas preventivas y correctivas.

El desconocimiento de la importancia del tratamiento de riesgos, no solo desde el punto de vista cualitativo como es desarrollado en la actualidad por parte del estado peruano para el sector construcción, se configura como una amenaza para las inversiones públicas y su implicancia en el desarrollo sostenible.

En concordancia con lo expuesto, la elaboración de una metodología que mejore el análisis cualitativo existente y proponga un análisis cuantitativo, es necesaria para optimizar los recursos dentro de la gestión pública.

1.3. Formulación del problema

Problema general

¿En qué medida la propuesta de una metodología de análisis cuantitativo influye en la gestión de riesgos ambientales en los proyectos públicos del sector construcción-hospitales?

Problemas específicos

- a) ¿En qué medida la propuesta de una metodología de análisis cuantitativo influye en la probabilidad de materialización de riesgos ambientales en los proyectos públicos del sector construcción-hospitales?

- b) ¿En qué medida la propuesta de una metodología de análisis cuantitativo influye en la determinación de costos de riesgos ambientales materializados en los proyectos públicos del sector construcción-hospitales?

1.4. Antecedentes

Ayala et al. (2018) Señalan que en los proyectos inmobiliarios solo se genera una gestión de riesgos en relación con la seguridad, la salud y seguridad en las labores y el ambiente. El riesgo empresarial en sí no ha sido analizado. Esto le permite estudiar no únicamente las amenazas, sino todas las oportunidades que pueden ocurrir y afectar su proyecto. Luego de realizar un análisis cuantitativo del proyecto, se identificó un valor de confianza del nivel del 6%. Esta es una eventualidad de 96 días para escenarios extremos, y si necesita al menos un 50% de confianza, necesita administrar una reserva de \$ 84,951. Esto es 2.57% del costo total. Este análisis muestra el elevado nivel de dudas que existe en este proyecto, pero sin un análisis previo, no se pueden tomar medidas preventivas y se puede lograr una acción al riesgo mediante el desarrollo de un plan de acción al riesgo.

Rodrigues et al. (2018) como modelo práctico para que las empresas de servicios financieros manejen la gestión de riesgos en sus proyectos, presentaron un análisis comparativo entre las metodologías, marcos y métodos de mejora de procesos que existen en la literatura. PMBOK y CMMI, que generalmente se comparan y contrastan, acuerdan la estructura como un modelo adaptado a la empresa. Scrum es el modelo más distante porque no sugiere prácticas o herramientas específicas y no es ágil en su aplicación.

Coelho (2017) concluye que los defectos de diseño y fabricación son comunes y tienen un impacto significativo en la cantidad, el costo, el tiempo y la calidad, lo que lleva a la insatisfacción del cliente o usuario final con el producto. Gestionar un proyecto de construcción sin gestionar los riesgos que implica es una tarea muy compleja y casi imposible. El tratamiento de riesgos para las obras de civiles es fundamental para el buen desarrollo del proyecto.

Simantob (2017) sostiene que la industria de la ingeniería civil afirma desempeñar un papel fundamental en la economía del mundo, principalmente debido a la escala de sus proyectos. El trabajo investigado proporciona una gama muy amplia de herramientas útiles

para guiar e implementar proyectos complejos. Es importante señalar que la materialización del tratamiento de riesgos no es una herramienta obligatoria, sino una buena práctica destinada a incrementar las capacidades de éxito de un proyecto.

Dos Santos (2017) concluye que la gestión del proyecto fue muy complicada debido a las diversas tareas. El presupuesto inicial antes de la tramitación del riesgo fue de R \$ 18.800.000,00. Después de cuantificar solo riesgo moderado y alto, se observan nuevos valores que pueden llegar a R \$ 19.652.046,34. Según la simulación Monte Carlo, el valor aproximado del proyecto después de 100.000 simulaciones es de R \$ 19.580.908,13. Para manejo de riesgo negativo y mejora de riesgo, el valor es de R \$ 318.023,64. Esto es 1.70%.

Wolfgang (2015) concluye que la simulación de Monte Carlo con Excel proporciona herramientas que permiten a los no estadísticos modelar y simular eventos, actividades y resultados de proyectos del mundo real. Entre los principales beneficios, clasifique la disponibilidad y distribución relativamente económicas de Excel o paquetes de software equivalentes. Otra ventaja es que, al adoptar una ruta crítica única, puede superar algunos de los desafíos tradicionales de las herramientas analíticas tradicionales como PERT.

Pasca (2019) Señala que la capacidad de una empresa para completar un proyecto a tiempo es una ventaja competitiva comercial, especialmente en un entorno cada vez más competitivo. CPMPERT es una forma para que la gerencia calcule la duración de un proyecto de construcción, lo que les permite planificar mejor su presupuesto financiero y sus recursos. Como complemento al método CPMPERT, se utiliza una técnica de simulación para obtener una estimación de la duración del proyecto y el valor del riesgo potencial de retrasos en un cronograma de proyecto en particular. Utiliza el método Monte Carlo para simular la duración de cada actividad y analizar su probabilidad de completar cada fase y todo el proyecto a tiempo. Según la simulación, la probabilidad de culminar un proyecto de construcción en 197 días (estimada por CPMPERT) es de 62,04%, que es de 95% en 203,1 \approx

204 días. Si bien se puede obtener una posibilidad de puntualidad del 100% en mínimo 208.6 \approx 209 días. Ese rango de posibilidades ayudará a la gerencia a determinar el horario para su proyecto, tanto para cada fase del proyecto como para el proyecto general.

Iqbal (2015) describe la forma en que los encuestados perciben los diferentes tipos de riesgo particulares de la construcción. De los 37 riesgos incorporados al cuestionario, los diez principales riesgos se han destacado y discutido en detalle: a) demoras en los pagos; b) financiación del proyecto problemas; c) accidentes / seguridad durante la construcción; d) diseño defectuoso; e) ejecución inexacta plan / horario; f) bajo rendimiento de los subcontratistas; g) fluctuación del tipo de cambio e inflación; h) definición inadecuada del alcance del trabajo en un contrato; i) mala calidad de los materiales y equipo; y j) escasez / retraso del suministro de material. En cuanto a la responsabilidad del riesgo, 6 riesgos fueron asignados a un contratista, 8 - a un cliente y 8 - como responsabilidad compartida. Responsabilidad de 5 riesgos fue indeciso. Esto muestra que un contratista es responsable de la mayoría de los riesgos bajo su responsabilidad directa.

Bahamid y Doh (2017) señala que las técnicas de gestión de riesgos se utilizan con moderación debido al desconocimiento y costumbre de la población. También hay una falta de antecedentes en la gestión del riesgo del proyecto, lo que afecta los objetivos del proyecto. Se enfoca principalmente en el desarrollo de procesos de riesgo, especialmente en naciones en auge de desarrollo. El enfoque cuantitativo utiliza más recursos y es más complejo que el enfoque cualitativo.

Himawan et al. (2018) El análisis de componentes principales se utiliza para determinar la clasificación del valor de riesgo para realizar trabajos de civiles en función de la probabilidad de ocurrencia, algunos de los cuales son los siguientes: Difícil llegar a la ubicación del proyecto, la burocracia de la gestión de permisos de construcción, la dificultad de adquisición de terrenos, las condiciones climáticas, las regulaciones gubernamentales, las

valores de interés de los créditos de los bancos, especialmente la calidad de los materiales no es buena.

Irlayici y Tezel (2018) señala que ningún proyecto de construcción está libre de riesgos. Puede administrar, minimizar, compartir, transferir o aceptar el riesgo. Pero eso no se puede ignorar. Para completar el proyecto y seguir siendo competitivo, debe seguir el objetivo correcto del tratamiento de riesgos. Porque los investigadores se centraron en el tratamiento de riesgos dentro de las obras de construcción, en lugar de los riesgos y sus consecuencias en las empresas constructoras y la industria de la construcción.

Sanchez y Viscardo (2016) pudieron determinar en esta investigación que este tipo de proyectos (movimientos de tierra) conllevan o establecen una serie de riesgos de tipo natural, de diseño y por el contexto. La gestión adecuada del riesgo dentro de un proyecto de riesgo ayuda a reducir las amenazas identificadas y minimizar su impacto, y también puede reubicarse de manera proactiva para convertirse en un aspecto positivo del proyecto. La simulación Monte Carlo nos permitió determinar el fondo de reserva. Este no puede pasar el valor de \$ 2.883.889,64, que es el valor en porcentaje del 4,9% del valor total de la obra.

Castañeda (2015) muestra que la gestión integral de riesgos ha cobrado mucha importancia, especialmente a partir de la década de 1990, posibilitando el surgimiento de modelos de tratamiento de riesgos como el AS/NZS 4630 y la norma ISO 31000 de carácter más general. Concluye que el riesgo es inherente al negocio, el riesgo justifica la existencia del negocio y justifica los intereses de cada uno. Hasta cierto punto, las ganancias generadas son recompensas para los inversores que asumen ciertos riesgos. El modelo presentado por el autor en este estudio consistió en aplicar la simulación Monte Carlo del proyecto PERTS/CPM y analizar la ruta crítica del proyecto en base a una serie de pruebas.

Lavielle (2016) La aplicación del análisis de tratamiento de riesgos afirma haber sido desarrollado por la empresa Claro Vicuña Valenzuela, y para cumplir con los requisitos se

realizaron investigaciones de riesgos a nivel de contrato en las fábricas pertenecientes a esta empresa. Se elaboró una lista de riesgos priorizados utilizando los criterios de evaluación de riesgos potenciales y de impacto, y finalmente se propuso un plan de respuesta y un mecanismo de seguimiento. Debido a la respuesta general a las situaciones identificadas como desventajosas como resultado de la investigación, las personas y los profesionales en el lugar de trabajo están preparados para responder y es menos probable que tomen decisiones no obligatorias. Corresponde al costo y plazo de obra.

Martínez y Aliaga (2018) concluyen que la experiencia de los contratistas que realizan proyectos relacionados con el estado es importante porque es un valor fundamental de la gestión de riesgos. También tenga en cuenta que la metodología utilizada es una herramienta muy útil que le permite tomar decisiones de inversión informadas.

Mata (2016) puede ver que el análisis de riesgo de ML Construcciones S.A. se realiza a través de lecciones periódicas que se realizan realmente. Muestra que el riesgo necesita ser analizado de forma estructurada para identificar las causas que conducen al riesgo.

Kumar y Thakkar (2018) concluye que el análisis actual se limita a cuantificar el riesgo en términos de escalas de tiempo asociadas con los factores individuales de cada riesgo. El estudio de valor de sensibilidad, que se emplea para analizar diferentes respuestas, también muestra que puede haber varias estrategias de mitigación de riesgos que los gerentes de proyecto pueden desarrollar. Se han demostrado varias estrategias que se pueden utilizar para riesgos tales como baja productividad, mala coordinación y diseños defectuosos.

Purohit et al. (2018) concluye que la identificación de riesgos y la evaluación de riesgos se pueden utilizar para priorizar, de modo que las situaciones más peligrosas se puedan abordar primero, y las situaciones que es poco probable que ocurran y que probablemente no causen problemas importantes se puedan considerar más adelante. El estudio también mostró que se utilizaron métodos sistemáticos para evaluar el riesgo a través

de lluvia de ideas, listas de verificación y estándares de seguridad.

Himawan (2018) determinó que el estudio de componentes principales se emplea para señalar la clasificación del valor de riesgo para los trabajos de civiles en función de la probabilidad de ocurrencia. Se encontraron aspectos como la dificultad para llegar a la ubicación del proyecto, la burocracia en la gestión de permisos de construcción, la dificultad para adquirir terrenos y el clima. Condiciones, salud y seguridad, pagos fuera de plazo, retraso en la entrega de materiales, proyectos difíciles de encontrar, demostraciones, regulaciones gubernamentales, tasas de interés de préstamos bancarios, mala calidad de los materiales.

1.4. Justificación de la investigación

Justificación teórica

Este trabajo de investigación ayudará a contribuir a los estudios teóricos y prácticos de la Gestión de Proyectos, específicamente al área del conocimiento denominado Gestión de Riegos.

Justificación metodológica

La presente investigación se desarrolla y está justificada a través del método científico quien secuencialmente nace de una observación de la realidad, se plantea preguntas, propone una hipótesis, busca una predicción, desarrolla una pre experimentación, hace un análisis de los resultados encontrados y expone las conclusiones encontradas.

Justificación práctica

Esta investigación contribuye mejorar el uso de los recursos estatales que son transferidos a la ejecución de obras civiles, reduciendo sus costos, tiempo y alcance a través de un correcto tratamiento integral de los riesgos asociados a cada proyecto de construcción-hospitales.

También contribuye con el enriquecimiento técnico y conceptual de la actual metodología empleada en nuestro país que es de carácter general y no específica.

1.5. Limitaciones de la investigación

Espacial

El estudio de investigación presentado por ser una alternativa metodológica de carácter general puede ser aplicado no solo dentro del territorio nacional sino en otros proyectos constructivos hospitalarios externos.

Temporal

El estudio de investigación presentado se centrará en su elaboración entre los años 2021-2022, para su aplicación a partir de su aceptación formal como tesis de grado académico.

Conceptual

Para el presente trabajo de investigación su delimitación está enfocada en el desarrollo de los objetivos general y específicos propuestos, de esta manera se identificarán cuáles son las variables que formarán parte de la investigación y los marcos conceptuales que ayudarán a comprender el trabajo.

Sectorial

La metodología que se propone desarrollar a través del presente trabajo de investigación involucra únicamente a proyectos públicos del sector construcción-hospitales, que están bajo la jurisdicción del Ministerio de Salud y sus órganos adscritos.

1.6. Objetivos

Objetivo general

Determinar en qué medida la propuesta de una metodología de análisis cuantitativo influye en la gestión de riesgos ambientales en los proyectos públicos del sector construcción-hospitales.

Objetivos específicos

- a) Proponer una metodología de análisis cuantitativo para determinar la probabilidad de materialización de riesgos ambientales en los proyectos públicos del sector construcción-hospitales.
- b) Proponer una metodología de análisis cuantitativo para la determinación de costos de riesgos ambientales materializados en los proyectos públicos del sector construcción-hospitales.

1.7. Hipótesis

Hipótesis general

H0: El desarrollo de una metodología de análisis cuantitativo influye favorablemente en la gestión de riesgos ambientales en los proyectos públicos del sector construcción-hospitales.

Hipótesis específicas

H1: El análisis cuantitativo propuesto para determinar la probabilidad de materialización de riesgos ambientales influye favorablemente en los proyectos públicos del sector construcción-hospitales.

H2: El análisis cuantitativo propuesto para la determinación de costos de riesgos ambientales materializados influye favorablemente en los proyectos públicos del sector construcción-hospitales.

II. Marco teórico

2.1. Marco conceptual

Project Management Institute (PMI)

Se considera una organización internacional que involucra a profesionales de la gestión de proyectos. Considerada la organización más grande desde 2011, se tiene en cuenta este valor ya que cuenta con más de 700.000 miembros en aproximadamente 170 países.

PMBOK 6th Edición 2017

La organización antes mencionada ha materializado una guía para la gestión de proyectos, el cual es acreditada mundialmente como una guía de buenas prácticas, está basada en el desarrollo de 10 áreas del conocimiento la cual una de ellas es la Gestión de Riesgos. Esta guía propone 6 procesos para el tratamiento de riesgos:

Planificar la Gestión de los Riesgos: Describir cómo realizar las actividades para el tratamiento de riesgos de un proyecto determinado.

Identificar los Riesgos: Identificación e individualización de riesgos, los antecedentes generales y documentar sus detalles de cada uno de ellos.

Análisis Cualitativo de Riesgos: Valor de prioridad de los riesgos, para su análisis o acción después, determinando la probabilidad de ocurrencia e impacto.

Análisis Cuantitativo de Riesgos: Analizar cuantitativamente el resultado combinado de los riesgos y otras fuentes de dudas sobre los objetivos del proyecto.

Planificar la Respuesta a los Riesgos: Determinar posibilidades, seleccionar métodos y consensuar acciones para abordar los riesgos identificados.

Implementar la Respuesta a los Riesgos: Materializar planes consensuados de respuesta a los riesgos.

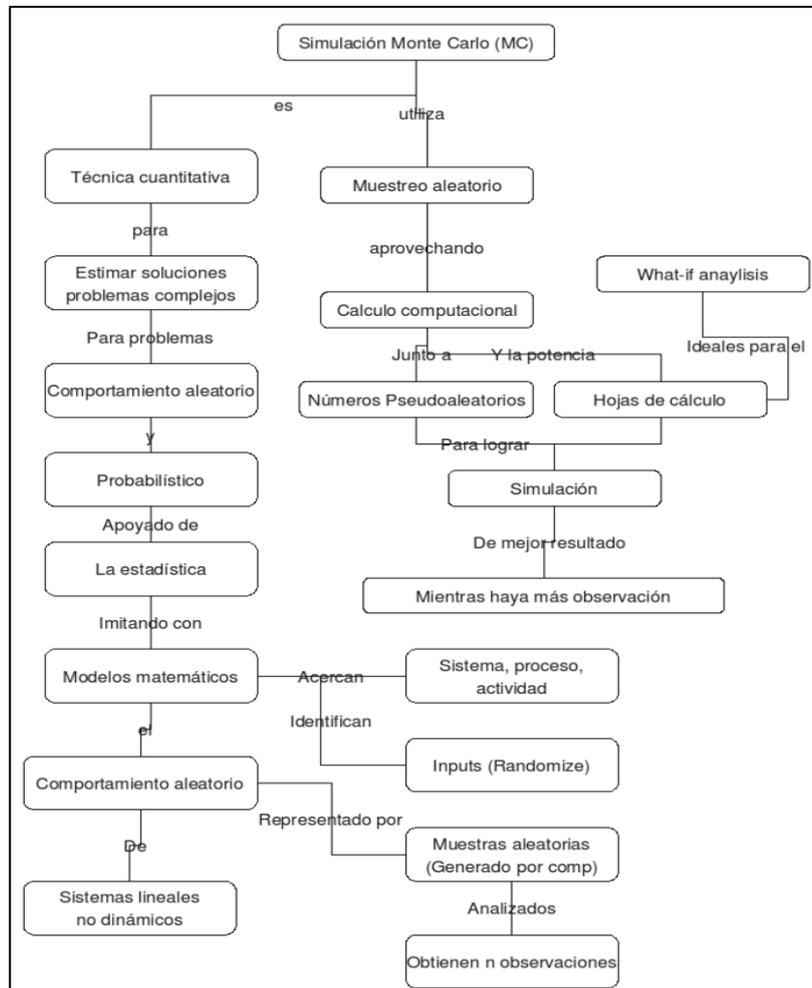
Monitorear los Riesgos: Controlar la puesta en marcha de los planes de respuesta a los riesgos, hacer vigilancia a los riesgos identificados.

Simulación de Montecarlo

Estructura desglosable de la Simulación de Montecarlo

Figura 2

Estructura desglosable de la Simulación de Montecarlo



Fases del proceso de simulación

- Definir y describir el problema.
- Determinación del modelo.
- Sistematización.
- Comprobación y reconocimiento del modelo.
- Delineación de experimentos y corridas.
- Resultados y su análisis.

Matemáticamente se desarrolla de la siguiente manera:

$$\int_b^a f(x) d(x) \approx \frac{\text{Números de éxitos} \times (b-a) \times M}{\text{Número total}} \quad \dots (1)$$

$$0 \leq f(x) d(x) \leq (b-a) \times M \quad \dots (2)$$

Puntos en el plano

$$X_i = a + \text{random1} \times (b-a) \quad \dots (3)$$

$$Y_i = \text{random2} \times M \quad \dots (4)$$

Validación

$$Y_i \leq f(X_i) \quad \dots (5)$$

SOFTWARE ORACLE CRYSTAL BALL

Oracle Crystal Ball es una puesta en marcha basada en elementos de cálculo para el modelamiento anticipado, la predicción, la simulación y la mejora, que brinda un alcance de los elementos críticos que atienden el riesgo. Con Crystal Ball, ayuda a tomar las decisiones estratégicas para alcanzar metas y obtener una ventaja de competencia, incluso en un mercado dudoso.

Utiliza la simulación de Monte Carlo para calcular y registrar automáticamente los resultados de miles de casos hipotéticos diferentes, compartiendo resultados a través de gráficos, tablas e informes que le permitan visualizar e informar los hallazgos de los análisis encontrados.

NORMA ISO 31010:2018

Presentan las técnicas para la evaluación y análisis de los riesgos: Tormentas de ideas, entrevistas, método Delphi, verificación en lista o check list, análisis anticipado de peligros (PHA), evaluaciones de peligros y operatividad (EPO-HAZOP), estudios de peligros y puntos críticos para su control (APPCC), calificación de riesgo toxicológico, estructura ¿qué

ocurriría sí?, estudio de escenario, estudio de consecuencia del negocio, estudio de la causa principal, estudio de modo y efectos de falla (AMFE y AMFEC), estudio de árbol de fallas (FTA), estudio de árbol de sucesos, evaluación de consecuencia, evaluación de causa y efecto, evaluación de capas de protección (LOPA), árbol de decisión, estudio de contabilidad humana, evaluación de esquema de pajarita o Bow tie, mantenimiento enfocado en la contabilidad, evaluación de circuito furtivo (SNEAK), estudio de Markov, simulación de Montecarlo, estadísticas y redes Bayesianas, curvas FN, entre otros.

Directiva N° 012-2017-OSCE/CD, Gestión de Riesgos en la Planificación de la Ejecución de Obras 2017

El alcance que tiene esta directiva es para todas aquellas instituciones que forman parte de las normas asociadas con las contrataciones con el estado.

A continuación, se presenta los tres anexos que componen esta directiva para el tratamiento de integral de los riesgos:

Figura 3

Formato para identificar, analizar y dar respuesta a riesgos

Anexo N° 01						
Formato para identificar, analizar y dar respuesta a riesgos						
1	NÚMERO Y FECHA DEL DOCUMENTO		Número			
			Fecha			
			Nombre del Proyecto			
2	DATOS GENERALES DEL PROYECTO		Ubicación Geográfica			
3	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS					
	3.1	CÓDIGO DE RIESGO				
	3.2	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO				
	3.3	CAUSA(S) GENERADORAS)				
			Causa N° 1			
		Causa N° 2				
		Causa N° 3				
4	ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS					
	4.1	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA			IMPACTO EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA	
		Muy baja	0.10		Muy bajo	0.05
		Baja	0.30		Bajo	0.10
		Moderada	0.50		Moderado	0.20
		Alta	0.70		Alto	0.40
	Muy alta	0.90		Muy alto	0.80	
	4.3 PRIORIZACIÓN DEL RIESGO					
		Puntuación del Riesgo = Probabilidad x Impacto	0.000	Prioridad del Riesgo		
5	RESPUESTA A LOS RIESGOS					
	5.1	ESTRATEGIA		Mitigar Riesgo	Evitar Riesgo	
				Aceptar Riesgo	Transferir Riesgo	
	5.2	DISPARADOR DE RIESGO				
5.3	ACCIONES PARA DAR RESPUESTA AL RIESGO					

III. Método

3.1. Tipo de investigación

Aplicada: A través de la descripción y formulación general y específica de los problemas, los objetivos generales y específicos planteados, el presente trabajo investigación busca solucionar problemas específicos en un determinado campo de acción definido y delimitado.

Nivel de Investigación

- a) Explicativa: El trabajo de investigación tiene una relación de causa-efecto que se enmarca en la presencia o ausencia de riesgos y su influencia en el análisis metodológico.

Diseño de la Investigación

No experimental, transversal.

Línea de investigación

Área de investigación: Ingenierías y arquitectura.

Línea 40: Construcción sostenible y sostenibilidad ambiental del territorio.

Técnicas de investigación

- a) Observación: Exploración del objeto de estudio y de la realidad problemática como parte de la experiencia profesional del autor.
- b) Hipótesis: A través de esta técnica se formulan posibles soluciones de carácter tentativo para dar solución a los problemas identificados.
- c) Experimentación específica: Mediante de la aplicación de un caso general de estudio se pretende poner en marcha el desarrollo de la metodología propuesta.
- d) Juicio de expertos: Se busca profesionales con experiencia que ayuden a enriquecer y ayuden a identificar los principales ambientales.

3.2. Población y muestra

Población

Para el presente trabajo se tomará como referencia cuantitativa a aquellos profesionales registrados en el Capítulo del PMI-Lima Perú como un valor referencial para la Gestión de Proyectos. Este valor esta dado por 2200 miembros registrados.

Muestra

Cálculo de muestra probabilística:

a) Componentes

Tamaño de población o universo	= N
Tamaño de muestra	= n
Máximo error aceptable	= E
Población presenta todas las características del trabajo	= p
Población no presenta todas las características del trabajo	= q
Nivel de confianza	= z

b) Población

N = 2200 profesionales en Gestión de Proyectos.

c) Ocurrencia

Donde: $p + q = 1$

Entonces:

$$p = 90/100 = 0.9$$

$$q = 10/100 = 0.1$$

d) Error aceptable

Error máximo aceptable: 10% $E = 10/100 = 0.10$

e) Nivel de confianza

Tabla 1

Nivel de confianza

Confianza	90%	95%	99%
	1.64	1.96	2.576

Valores estadísticos - nivel de confianza

Nota: Elaboración propia.

Considerando que el valor del máximo error permitido es del 10% entonces el nivel de confianza es del 90%.

f) Fórmula para hallar aleatoriamente una muestra representativa

Tabla 2

Fórmulas para el muestreo aleatorio simple

Variable	Población	Formula
	Infinita	$n = \frac{(Z)^2 \cdot p \cdot q}{E^2}$ $n = N \cdot \frac{Z^2 \cdot p \cdot q}{(N-1)E^2}$
Cualitativa (Categorica)	Finita	$Z^2 \cdot p \cdot q$

Nota: Elaboración propia.

g) Muestra obtenida

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{(N-1) E^2 + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Remplazando los valores:

$$n = \frac{(2200) \cdot (1.64)^2 \cdot (0.9) \cdot (0.1)}{(2200-1)(0.10)^2 + (1.64)^2 \cdot (0.9) \cdot (0.1)} = 23.95$$

El valor de la muestra como resultado es de **“n” = 24 profesionales en Gerencia de Proyectos**, pero para efectos de esta investigación se considerarán a profesionales inmersos en proyectos civiles de construcción de hospitales; Ing. Ambientales, Ing. Civiles, Arquitectos entre otros.

3.3. Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES Y ESCALA	INSTRUMENTO
<u>Variable dependiente</u>			
Gestión de riesgos. (Y)	Y.1. Identificación de riesgos.	Y.1.1. <u>Juicio de expertos</u> “R” es el nombre del riesgo. “n” es el número asignado al riesgo.	<u>Identificación de riesgos</u> Formato para identificar, analizar y dar respuesta a riesgos
		X.1.1. <u>Nivel de probabilidad</u> 0.90 (muy alto) 0.70 (alto) 0.50 (moderado) 0.30 (bajo) 0.10 (muy bajo)	
<u>Variable independiente</u>			
Análisis cuantitativo (X)	X.1. Elementos de la Simulación de Montecarlo	X.1.2. <u>Nivel de impacto</u> 0.80 (muy alto) 0.40 (alto) 0.20 (moderado) 0.10 (bajo) 0.05 (muy bajo)	<u>Análisis cuantitativo</u> Formato para identificar, analizar y dar respuesta a riesgos
		X.1.3. <u>Nivel de riesgo</u> (Probabilidad x Impacto)	
		X.1.4. <u>Prioridad del riesgo</u> 0.180 – 0.720 (alto) 0.060 – 0.140 (moderado) 0.005 – 0.050 (bajo)	
	X.2. Cotos de riesgos ambientales materializados.	X.2.1. <u>Valor de costo</u> S/. valor estimado	

3.4. Instrumentos

El instrumento empleado en el presente trabajo es el “Formato para identificar, analizar y dar respuesta a riesgos” el cual consta de 6 partes:

- Número y fecha del documento.
- Información general del proyecto.
- Identificación de riesgos.
- Elementos de la simulación de Monte Carlo.
- Valor de costo.
- Respuesta a los riesgos.

3.5. Procedimientos

- a) Búsqueda información y de antecedentes bibliográficos: Revisión de instigaciones, metodologías, normas legales, informes y otros asociados al tema de estudio.
- b) Elaboración del instrumento de investigación: Se procederá a elaborar el instrumento de investigación que para efectos de esta investigación será un Formato para identificar, analizar y dar respuesta a riesgos que serán desarrollado por el responsable de la investigación.
- c) Revisión de Expediente Técnico: Revisión de Expediente Técnico de Obra en general, revisión del Informe de Gestión de Riesgo de la obra.
- d) Elaboración de la metodología cuantitativa para la gestión de riesgos ambientales: Se propone una metodología a través de la Simulación de Montecarlo, haciendo uso de Microsoft Excel y Crystal Ball como herramientas.
- e) Aplicación de un caso de estudio: Se utilizará de la nueva metodología desarrollada a través de un caso de estudio real.

3.6. Análisis de datos

Método de comprobación	Descripción	Técnica	Resultado
Distribución muestral de diferencia de medias	Considera como resultado todas las muestras posibles de una población que hayan sido tomadas. Su evaluación permite determinar la probabilidad, dada una sola muestra, de tener un valor de acercamiento al parámetro de la población.	Prueba U de Mann-Whitney	28

3.7. Consideraciones éticas

- (a) El investigador propone una tesis autentica y original;
- (b) Los resultados presentados son reales y no sujetos a manipulación;
- (c) Toda la información plasmada fue citada respetando el derecho de autor.

IV. Resultados

4.1. Contratación de hipótesis

Tabla 3

Contratación de hipótesis nula con la hipótesis alterna, estadístico de Mann-Whitney.

Hipótesis general	Hipótesis específica 1	Hipótesis específica 2
Ho: El desarrollo de una metodología de análisis cuantitativo no influye favorablemente en la gestión de riesgos ambientales en los proyectos públicos del sector construcción-hospital.	Ho: El análisis cuantitativo propuesto para determinar la probabilidad de materialización de riesgos ambientales no influye favorablemente en los proyectos públicos del sector construcción-hospital.	Ho: El análisis cuantitativo propuesto para la determinación de costos de riesgos ambientales materializados no influye favorablemente en los proyectos públicos del sector construcción-hospitales.
Ha: El desarrollo de una metodología de análisis cuantitativo influye favorablemente en la gestión de riesgos ambientales en los proyectos públicos del sector construcción-hospital.	Ha: El análisis cuantitativo propuesto para determinar la probabilidad de materialización de riesgos ambientales influye favorablemente en los proyectos públicos del sector construcción-hospital.	Ha: El análisis cuantitativo propuesto para la determinación de costos de riesgos ambientales materializados influye favorablemente en los proyectos públicos del sector construcción-hospitales.
Regla Teórica para Toma de Decisiones:		
Si $U \leq U_{(\alpha, m, n)}$, Se rechaza la hipótesis nula.		
Si $U > U_{(\alpha, m, n)}$, No existe evidencia significativa para no aceptar la hipótesis nula.		
Calculo:		
$U1 = (n_1 * n_2) + (n_1(n_1 + 1)) / 2 - R_1 = 28$	$U = 28$	
$U2 = (n_1 * n_2) + (n_2(n_2 + 1)) / 2 - R_2 = 92$	$U_{(0.05, 15, 8)} = 33$ (Tabla 11C.1 Valores críticos U (α, m, n) del estadístico de Mann-Whitney)	
Interpretación:		
El valor de U calculado es de 28 y el valor de U establecido en la Tabla 11C.1 Valores críticos U (α, m, n) del estadístico de Mann-Whitney es de 33 y el sign (bilateral) es de 0.05; por tanto, siendo $28 \leq 33$, Se rechaza la hipótesis nula (H0) aceptando la hipótesis alterna propuesta (Ha). El desarrollo de una metodología de análisis cuantitativo influye favorablemente en la gestión de riesgos ambientales en los proyectos públicos del sector construcción-hospitales.		

4.2. Análisis e interpretación

4.2.1 Análisis muestral antes de la simulación de Montecarlo

Tabla 4

Tabla de resultados de la aplicación del instrumento. Población 24 profesionales. Variable X.1. Identificación de riesgos.

ID	Descripción del riesgo	Código	%
1	No tener y/o mantener un registro interno sobre la generación y manejo de residuos sólidos en el proyecto.	R001	71%
2	No reportar en el sistema SIGERSOL la Declaración anual de Manejo de Residuos Sólidos de acuerdo a lo descrito en las normas vigentes y aplicables del DL N° 1278.	R002	63%
3	No trasladar o informar el manifiesto de manejo de residuos peligrosos a la autoridad competente de fiscalización ambiental.	R003	54%
4	No tener espacios, infraestructura y/o recipientes apropiados para juntar y almacenar adecuadamente los residuos no municipales generados.	R004	71%
5	No segregar en el lugar o no manejar independientemente los residuos generados, separándolos de acuerdo a criterios establecidos apropiados a la naturaleza intrínseca de cada residuo.	R005	46%
6	Almacenar residuos sin establecer las acciones descritas en el DL N° 1278.	R006	29%
7	Proveer los residuos no municipales generados a personas o empresas que no forman parte a las EO-RR.S.	R007	21%
8	No garantizar el manejo y/o la óptima disposición final de los residuos que se generen.	R008	38%
9	Realizar separación de residuos en los lugares donde se realiza su disposición final.	R009	4%
10	Dejar, arrojar y/o entregar los residuos en espacios no autorizados por la autoridad competente o prohibida por ley vigente.	R010	29%
11	No establecer medidas de corrección y/o rehabilitación y/o compensación en áreas afectadas por el inadecuado manejo de residuos sólidos no municipales producto de la actividad productiva.	R011	8%
12	Usar el material de descarte resultantes de actividades productivas o efectuar coprocesamiento sin haber modificado anticipadamente su instrumento de gestión ambiental vigente.	R012	29%
13	No entregar el Plan de Minimización y Manejo de Residuos Sólidos a la autoridad competente cuando se necesite la modificación y/o actualización de su instrumento de gestión ambiental vigente.	R013	29%
14	No incluir en el instrumento de gestión ambiental opciones de gestión para la adecuada valorización y/o disposición final de residuos, cuando los generadores de residuos sólidos no municipales se establezcan en zonas en las que no exista infraestructura autorizada y/o empresas operadoras de residuos sólidos.	R014	4%
15	Tener infraestructura de disposición final dentro de las instalaciones extractivas, productivas o de servicios; áreas concesionadas; o, lote del titular del proyecto, sin haber cambiado anticipadamente su instrumento de gestión ambiental.	R015	8%

Figura 6

Gráfico de resultados de la variable X.1. Identificación de riesgos

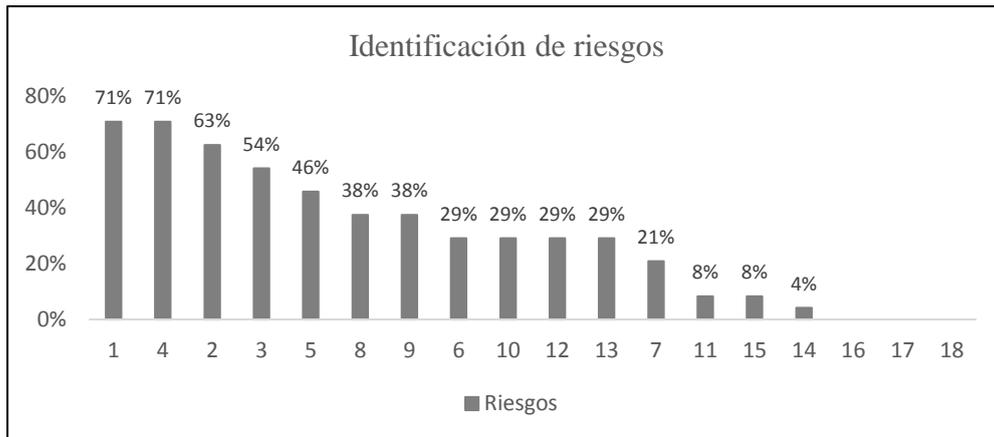


Tabla 5

Tabla de resultados de la aplicación del instrumento. Población 24 profesionales. Variable Y.1. Elementos de la simulación de Montecarlo.

Nivel de riesgo	Riesgo														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Alto	76%	80%	92%	29%	36%	43%	100%	89%	0%	100%	50%	86%	86%	0%	50%
Moderado	24%	20%	0%	65%	64%	29%	0%	11%	100%	0%	50%	14%	14%	100%	50%
Bajo	0%	0%	8%	6%	0%	29%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Figura 7

Gráfico de resultados de la variable Y.1. Elementos de la simulación de Montecarlo

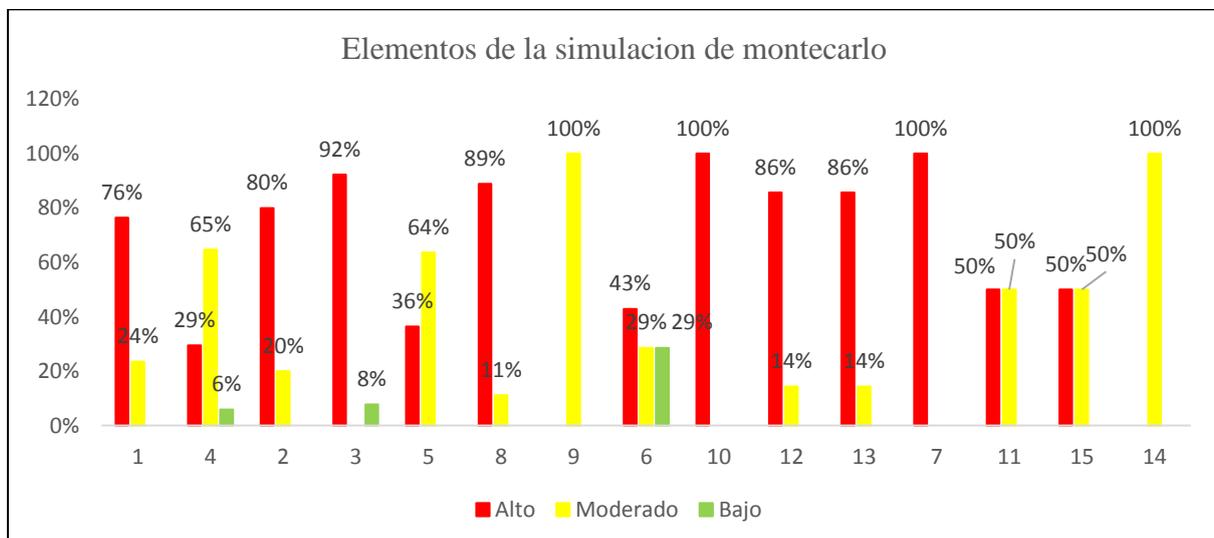


Tabla 6

Tabla de resultados de la aplicación del instrumento. Población 24 profesionales. Variable Y.2. Costos potenciales de riesgos ambientales materializados.

Código	Descripción del riesgo	Multa *
R001	No tener y/o mantener un registro interno sobre la generación y manejo de residuos sólidos en el proyecto.	S/. 3,511.20
R002	No reportar en el sistema SIGERSOL la Declaración anual de Manejo de Residuos Sólidos de acuerdo a lo descrito en las normas vigentes y aplicables del DL N° 1278.	S/. 6,010.00
R003	No trasladar o informar el manifiesto de manejo de residuos peligrosos a la autoridad competente de fiscalización ambiental.	S/. 6,760.00
R004	No tener espacios, infraestructura y/o recipientes apropiados para juntar y almacenar adecuadamente los residuos no municipales generados.	S/. 4,226,880.00
R005	No segregarse en el lugar o no manejar independientemente los residuos generados, separándolos de acuerdo a criterios establecidos apropiados a la naturaleza intrínseca de cada residuo.	S/. 3,169,706.67
R006	Almacenar residuos sin establecer las acciones descritas en el DL N° 1278.	S/. 2,932,000.00
R007	Proveer los residuos no municipales generados a personas o empresas que no forman parte a las EO-RR.S.	S/. 5,732,160.00
R008	No garantizar el manejo y/o la óptima disposición final de los residuos que se generen.	S/. 5,732,160.00
R009	Realizar separación de residuos en los lugares donde se realiza su disposición final.	S/. 2,966,000.00
R010	Dejar, arrojar y/o entregar los residuos en espacios no autorizados por la autoridad competente o prohibida por ley vigente.	S/. 6,375,000.00
R011	No establecer medidas de corrección y/o rehabilitación y/o compensación en áreas afectadas por el inadecuado manejo de residuos sólidos no municipales producto de la actividad productiva.	S/. 5,655,000.00
R012	Usar el material de descarte resultantes de actividades productivas o efectuar coprocesamiento sin haber modificado anticipadamente su instrumento de gestión ambiental vigente.	S/. 3,927,500.00
R013	No entregar el Plan de Minimización y Manejo de Residuos Sólidos a la autoridad competente cuando se necesite la modificación y/o actualización de su instrumento de gestión ambiental vigente.	S/. 4,052,500.00
R014	No incluir en el instrumento de gestión ambiental opciones de gestión para la adecuada valorización y/o disposición final de residuos, cuando los generadores de residuos sólidos no municipales se establezcan en zonas en las que no exista infraestructura autorizada y/o empresas operadoras de residuos sólidos.	S/. 4,552,500.00
R015	Tener infraestructura de disposición final dentro de las instalaciones extractivas, productivas o de servicios; áreas concesionadas; o, lote del titular del proyecto, sin haber cambiado anticipadamente su instrumento de gestión ambiental.	S/. 3,675,000.00

* “Metodología para el cálculo de las multas base y la aplicación de los factores agravantes y atenuantes a utilizar en la graduación de sanciones”; Resolución de Presidencia del Consejo Directivo N° 035-2013-OEFA/PCD y Anexos y su actualización Resolución del Consejo Directivo N° 024-2017-OEFA/CD.

4.2.2. Análisis muestral con la simulación de Montecarlo

Tabla 7

Riesgos ambientales materializados encontrados en la simulación.

**Código	Descripción del riesgo
R002´	No reportar en el sistema SIGERSOL la Declaración anual de Manejo de Residuos Sólidos de acuerdo a lo descrito en las normas vigentes y aplicables del DL N° 1278.
R003´	No trasladar o informar el manifiesto de manejo de residuos peligrosos a la autoridad competente de fiscalización ambiental.
R004´	No tener espacios, infraestructura y/o recipientes apropiados para juntar y almacenar adecuadamente los residuos no municipales generados.
R005´	No segregarse en el lugar o no manejar independientemente los residuos generados, separándolos de acuerdo a criterios establecidos apropiados a la naturaleza intrínseca de cada residuo.
R006´	Almacenar residuos sin establecer las acciones descritas en el DL N° 1278.
R011´	No establecer medidas de corrección y/o rehabilitación y/o compensación en áreas afectadas por el inadecuado manejo de residuos sólidos no municipales producto de la actividad productiva.
R012´	Usar el material de descarte resultantes de actividades productivas o efectuar coprocesamiento sin haber modificado anticipadamente su instrumento de gestión ambiental vigente.
R013´	No entregar el Plan de Minimización y Manejo de Residuos Sólidos a la autoridad competente cuando se necesite la modificación y/o actualización de su instrumento de gestión ambiental vigente.

Tabla 8

Riesgos ambientales no materializados encontrados en la simulación.

**Código	Descripción del riesgo
R001´	No tener y/o mantener un registro interno sobre la generación y manejo de residuos sólidos en el proyecto.
R007´	Proveer los residuos no municipales generados a personas o empresas que no forman parte a las EO-RR.S.
R008´	No garantizar el manejo y/o la óptima disposición final de los residuos que se generen.
R009´	Realizar separación de residuos en los lugares donde se realiza su disposición final.
R010´	Dejar, arrojar y/o entregar los residuos en espacios no autorizados por la autoridad competente o prohibida por ley vigente.
R014´	No incluir en el instrumento de gestión ambiental opciones de gestión para la adecuada valorización y/o disposición final de residuos, cuando los generadores de residuos sólidos no municipales se establezcan en zonas en las que no exista infraestructura autorizada y/o empresas operadoras de residuos sólidos.
R015´	Tener infraestructura de disposición final dentro de las instalaciones extractivas, productivas o de servicios; áreas concesionadas; o, lote del titular del proyecto, sin haber cambiado anticipadamente su instrumento de gestión ambiental.

** Simulación de Montecarlo (software Crystal Ball), 10 000 iteraciones ejecutadas, 90 % nivel de confianza, fecha 10/08/2022, hora 11:08 a.m.

Tabla 9

Costos potenciales simulados de riesgos ambientales materializados en la simulación.

Código	Descripción del riesgo	Multa **
R002	No reportar en el sistema SIGERSOL la Declaración anual de Manejo de Residuos Sólidos de acuerdo a lo descrito en las normas vigentes y aplicables del DL N° 1278.	S/. 3, 990.72
R003	No trasladar o informar el manifiesto de manejo de residuos peligrosos a la autoridad competente de fiscalización ambiental.	S/. 4, 617.12
R004	No tener espacios, infraestructura y/o recipientes apropiados para juntar y almacenar adecuadamente los residuos no municipales generados.	S/. 2, 291, 411.3
R005	No segregar en el lugar o no manejar independientemente los residuos generados, separándolos de acuerdo a criterios establecidos apropiados a la naturaleza intrínseca de cada residuo.	S/. 4, 985,734.92
R006	Almacenar residuos sin establecer las acciones descritas en el DL N° 1278.	S/. 1, 966,700.35
R011	No establecer medidas de corrección y/o rehabilitación y/o compensación en áreas afectadas por el inadecuado manejo de residuos sólidos no municipales producto de la actividad productiva.	S/. 2, 377, 132.14
R012	Usar el material de descarte resultantes de actividades productivas o efectuar coprocesamiento sin haber modificado anticipadamente su instrumento de gestión ambiental vigente.	S/. 2, 269, 794.78
R013	No entregar el Plan de Minimización y Manejo de Residuos Sólidos a la autoridad competente cuando se necesite la modificación y/o actualización de su instrumento de gestión ambiental vigente.	S/. 2, 764, 755.45

** Simulación de Montecarlo (software Crystal Ball), 10 000 iteraciones ejecutadas, 90 % nivel de confianza, fecha 10/08/2022, hora 11:08 a.m.

Para un valor de probabilidad menor e igual al 30% no se considera la manifestación del riesgo y la multa por costos calculados, siendo los siguientes:

Tabla 10

Costos potenciales simulados de riesgos ambientales no materializados en la simulación.

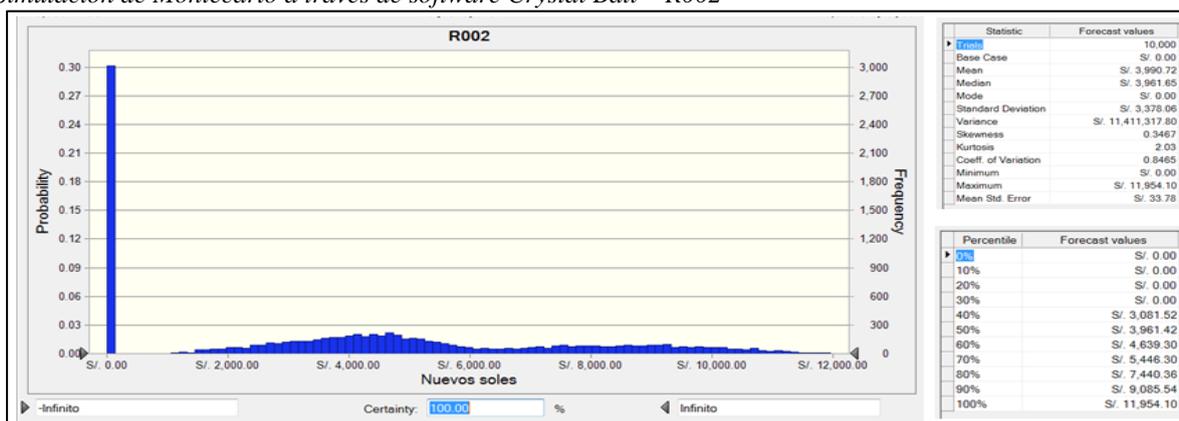
Código	Descripción del riesgo	Multa
R001	No tener y/o mantener un registro interno sobre la generación y manejo de residuos sólidos en el proyecto.	S/. 1, 254.89
R007	Proveer los residuos no municipales generados a personas o empresas que no forman parte a las EO-RR.S.	S/. 3, 010, 654.07
R008	No garantizar el manejo y/o la óptima disposición final de los residuos que se generen.	S/. 1, 853, 955.79

Código	Descripción del riesgo	Multa
R009	Realizar separación de residuos en los lugares donde se realiza su disposición final.	S/. 496,523.06
R010	Dejar, arrojar y/o entregar los residuos en espacios no autorizados por la autoridad competente o prohibida por ley vigente.	S/. 2,983,439.18
R014	No incluir en el instrumento de gestión ambiental opciones de gestión para la adecuada valorización y/o disposición final de residuos, cuando los generadores de residuos sólidos no municipales se establezcan en zonas en las que no exista infraestructura autorizada y/o empresas operadoras de residuos sólidos.	S/. 1,045,040.86
R015	Tener infraestructura de disposición final dentro de las instalaciones extractivas, productivas o de servicios; áreas concesionadas; o, lote del titular del proyecto, sin haber cambiado anticipadamente su instrumento de gestión ambiental.	S/. 391,453.67

Simulación de Montecarlo (software Crystal Ball) gráficos:

Figura 8

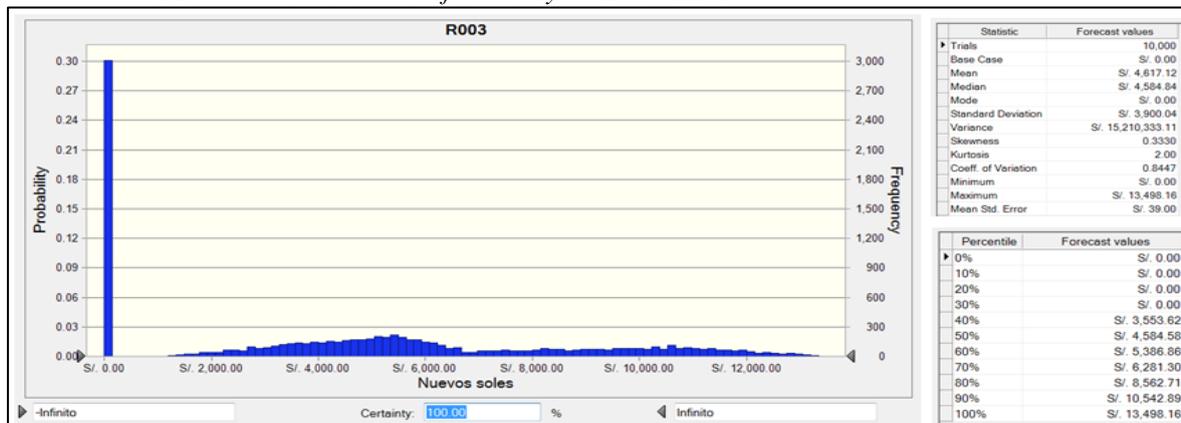
Simulación de Montecarlo a través de software Crystal Ball – R002



Nota: Elaboración propia.

Figura 9

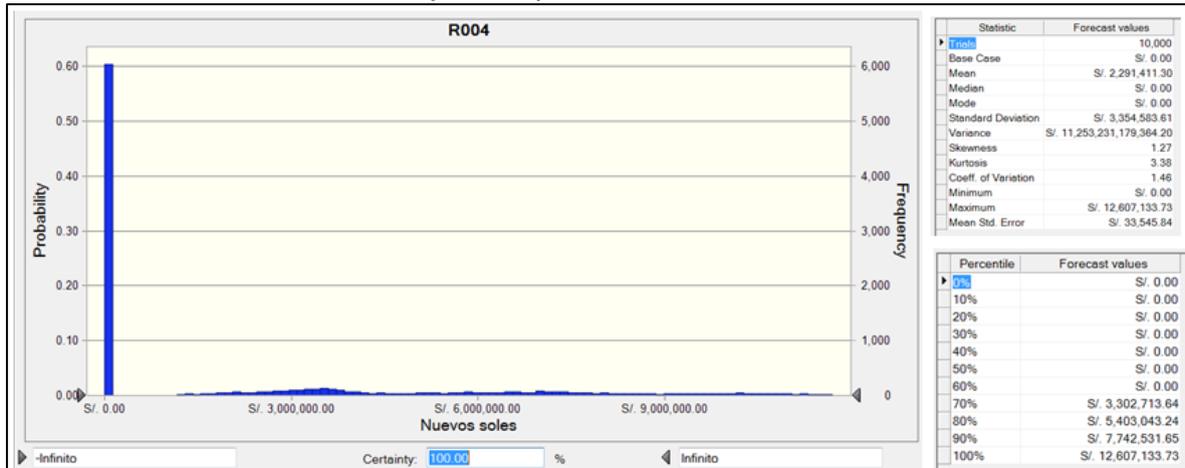
Simulación de Montecarlo a través de software Crystal Ball – R003



Nota: Elaboración propia.

Figura 10

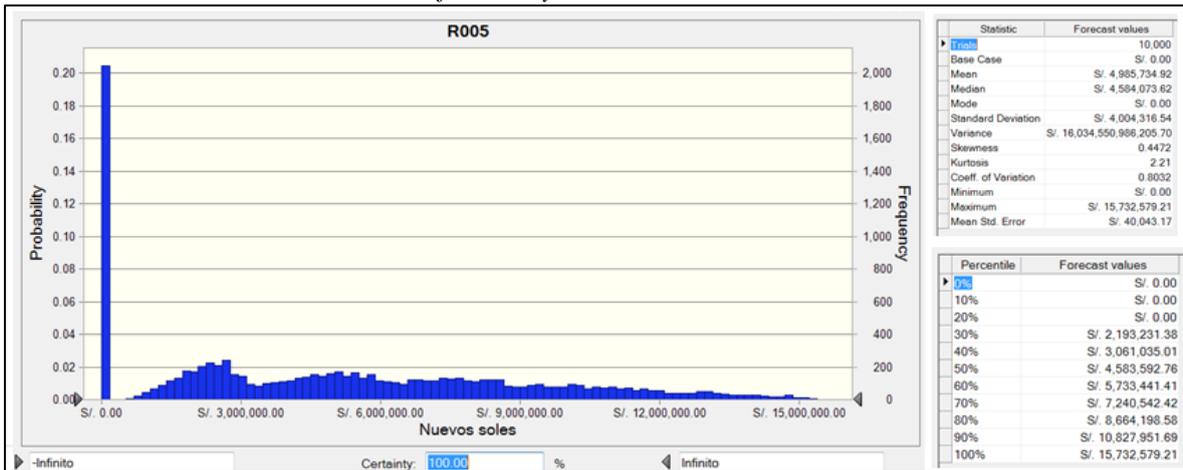
Simulación de Montecarlo a través de software Crystal Ball – R004



Nota: Elaboración propia.

Figura 11

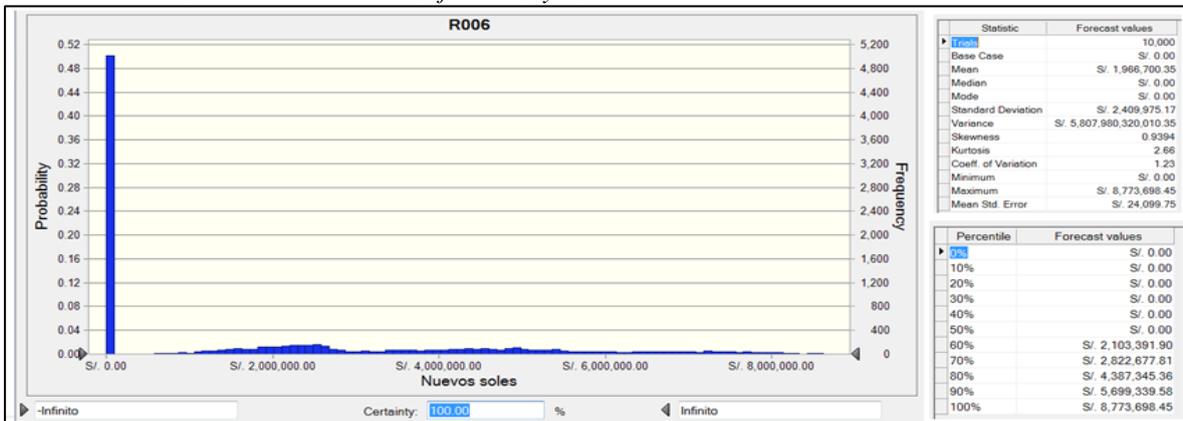
Simulación de Montecarlo a través de software Crystal Ball – R005



Nota: Elaboración propia.

Figura 12

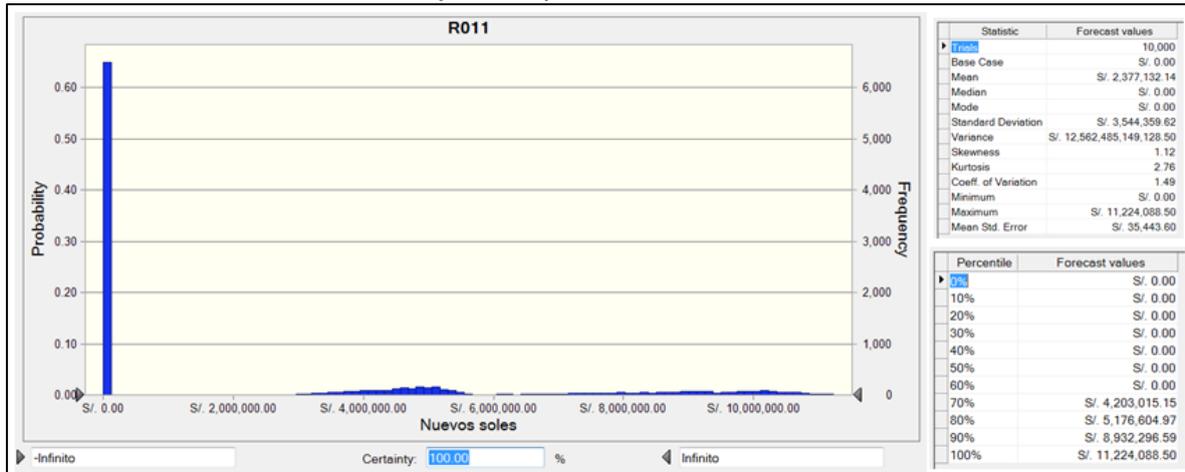
Simulación de Montecarlo a través de software Crystal Ball – R006



Nota: Elaboración propia.

Figura 13

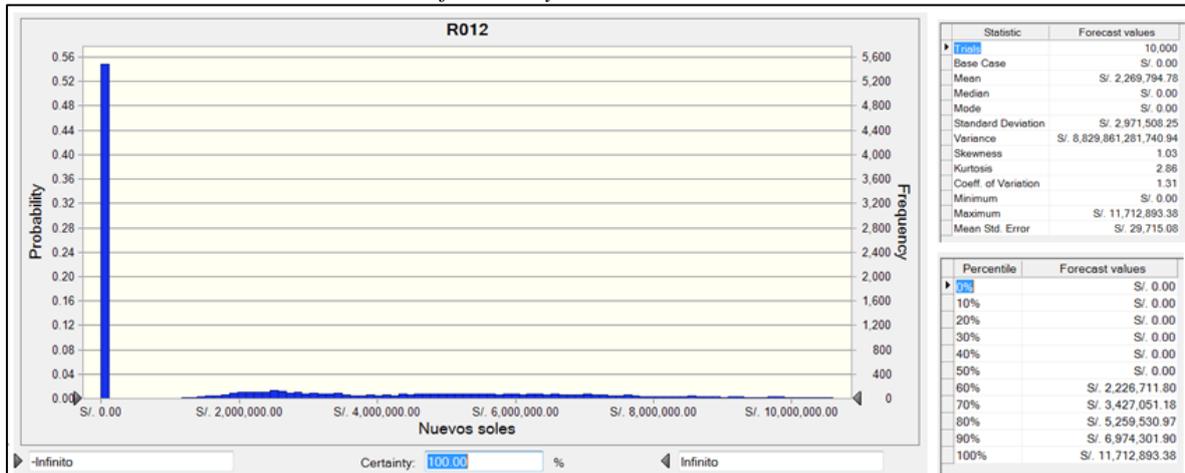
Simulación de Montecarlo a través de software Crystal Ball – R011



Nota: Elaboración propia.

Figura 14

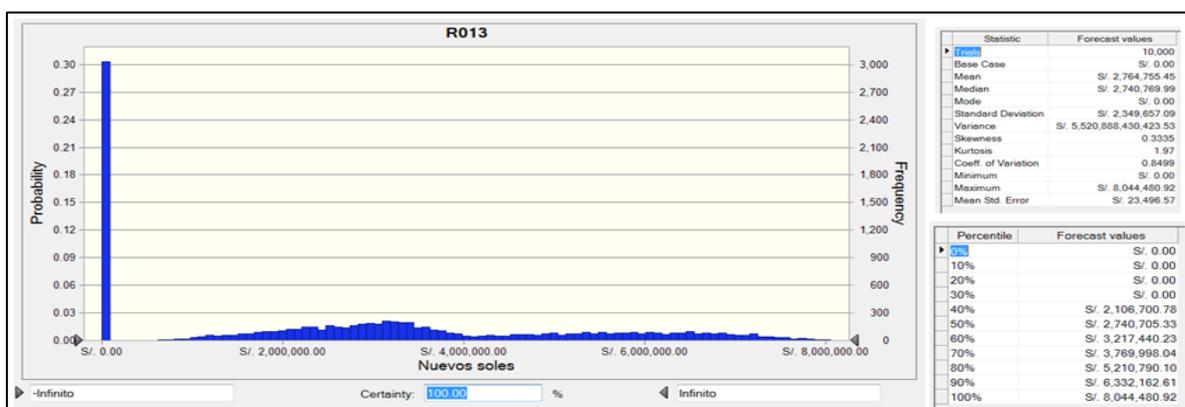
Simulación de Montecarlo a través de software Crystal Ball – R012



Nota: Elaboración propia.

Figura 15

Simulación de Montecarlo a través de software Crystal Ball – R013



Nota: Elaboración propia.

V. Discusión de resultados

Ayala (2018) concluyen que en los proyectos inmobiliarios solo se genera una gestión de riesgos en relación con la seguridad, la salud y seguridad laboral y el ambiente a nivel cualitativo. El riesgo empresarial en sí no ha sido analizado. De acuerdo con esto en el desarrollo de la investigación no se ha llegado a concluir de la misma manera ya que se hace uso de una gestión de riesgos a nivel cualitativo, y no cuantitativo, siendo este último una manera óptima de analizar el riesgo empresarial en las inversiones.

Coelho (2017) concluye que los defectos de diseño y fabricación son comunes y tienen un impacto significativo en la cantidad, el costo, el tiempo y la calidad, lo que lleva a la insatisfacción del cliente o usuario final con el producto. Gestionar un proyecto de construcción sin gestionar los riesgos que implica es una tarea muy compleja y casi imposible. El tratamiento de riesgos para los proyectos de obras civiles es fundamental para el buen desarrollo del proyecto. Bajo este concepto la presente investigación concluye la importancia que se tiene que los riesgos sean gestionados de manera correcta, haciendo énfasis no solo en el estudio cualitativo sino también en el estudio cuantitativo que se aproxima más a la realidad de un proyecto civil.

Simantob (2017) indica que la aplicación del tratamiento de riesgos no es una herramienta obligatoria, sino una buena práctica destinada a incrementar las opciones de éxito de un proyecto, para efectos del presente trabajo y considerando que en obras públicas la gestión de riesgos si es obligatoria dentro de la elaboración de los expedientes técnicos, es por esta razón que se concluye que la aplicación de la simulación de Montecarlo (análisis cuantitativo) para el estudio de riesgos otorga un valor agregado significativo a la metodología actual.

Dos Santos (2017) concluye que la gestión del proyecto fue muy complicada debido a las diversas tareas. El presupuesto inicial antes de la tramitación del riesgo fue de R \$

18.800.000,00. Después de cuantificar solo riesgo moderado y alto, se observan nuevos valores que pueden llegar a R \$ 19.652.046,34. Según la simulación Monte Carlo, el valor aproximado del proyecto después de 100.000 simulaciones es de R \$ 19.580.908,13. Para manejo de riesgo negativo y mejora de riesgo, el valor es de R \$ 318.023,64. En el análisis de resultados del presente trabajo se concluye que es altamente complejo el análisis de riesgo y maneja una clara diferencia entre los parámetros cualitativos y cuantitativos es por esta razón que ambas metodologías en la regla teórica para toma de decisiones del estadístico de Mann-Whitney (Si $U \leq U(\alpha, m, n)$), Se rechaza la hipótesis nula; obteniendo como resultado $28 \leq 33$, donde se rechaza la hipótesis nula (H_0), y por tanto, se acepta la hipótesis alterna propuesta (H_a).

Iqbal (2015) describe la forma en que los encuestados perciben los diferentes tipos de riesgo particulares de la construcción. De los 37 riesgos incorporados al cuestionario, los diez principales riesgos se han destacado y discutido en detalle. Esto mismo se puede percibir el análisis cualitativo de la muestra asignada para la investigación, de los 18 riesgos propuestos solo se identificaron 15, siendo los primeros en mayor número de repeticiones.

Wolfgang (2015) concluye que la simulación de Monte Carlo con Excel proporciona herramientas que permiten a los no estadísticos modelar y simular eventos, actividades y resultados de proyectos del mundo real. Entre los principales beneficios, clasifique la disponibilidad y distribución relativamente económicas de Excel o paquetes de software equivalentes. Otra ventaja es que, al adoptar una ruta crítica única, puede superar algunos de los desafíos tradicionales de las herramientas analíticas tradicionales como PERT, esto mismo se concluye en la investigación donde se destaca el beneficio de la aplicación de la simulación como análisis cuantitativo y su impacto en el tratamiento de riesgos en obras estatales.

VI. Conclusiones

- A través de la metodología de análisis cuantitativo para identificar la probabilidad de materialización de riesgos ambientales en los proyectos públicos del sector construcción -hospitales propuesta en la presente investigación se lo logro determinar que solo 8 riesgos llegarían a materializarse en comparación con los 15 riesgos identificados por medio del análisis cualitativo antes de la simulación de Montecarlo.
- A través de la metodología de análisis cuantitativo para la determinación de costos de riesgos ambientales materializados en los proyectos públicos del sector construcción -hospitales propuesta en la presente investigación se lo logro determinar que solo 8 riesgos llegarían a materializarse en términos monetarios en comparación con los 15 riesgos identificados a través del análisis cualitativo antes de la simulación de Montecarlo, además que sus valores estarían afectados no solo por la probabilidad de materialización y el impacto, sino también por el número de veces que se manifieste un mismo riesgo en eventos simulados con iteraciones de 10 000 eventos distintos y un nivel de confianza del 90 %.
- Se logró determinar que existen diferencias entre los dos grupos independientes (riesgos identificados cualitativamente y riesgos identificados cuantitativamente) con variables cuantitativas que tienen libre distribución (costos de materialización de riesgos), la regla teórica para toma de decisiones estadístico de Mann-Whitney (Si $U \leq U(\alpha, m, n)$, Se descarta la hipótesis nula; teniendo como resultado $28 \leq 33$, donde se rechaza la hipótesis nula (H_0), y por tanto, se acepta la hipótesis alterna propuesta (H_a) en la presente investigación.
- La aplicación de la simulación de Montecarlo influye favorablemente en el tratamiento de riesgos ambientales en los proyectos públicos del sector construcción-hospitales.

VII. Recomendaciones

- La metodología tradicional y actualmente aplicada para el análisis de riesgo en general (riesgos ambientales y otras especialidades) en obras públicas en general (obras públicas de hospitales y otros tipos) debe incluir el análisis cuantitativo (simulaciones, análisis directos u otros de los riesgos con potencial de materializarse.
- La presente investigación está limitada a la especialidad de riesgos ambientales con potencial de materializarse en una obra de hospital a través de la simulación de Montecarlo; se debe extender el análisis cuantitativo a las demás especialidades que forman parte de un expediente técnico de obra.
- La propuesta de una metodología de análisis cuantitativo a través de la simulación de Montecarlo en el tratamiento de riesgos ambientales en los proyectos públicos del sector construcción-hospitales está limitada al análisis de costos (multas por incumpliendo normativo); se debe extender el análisis a otro parámetro numérico importante y determinante que es el tiempo.
- El análisis cuantitativo de riesgos (ambientales y otros) debe extenderse a otros sectores económicos de inversión pública para la toma de decisiones.

VIII. Referencias

- Ai, J. et al. (2015), *Optimal Enterprise Risk Management and Decision Making With Shared and Dependent Risks*. Journal of Risk and Insurance.
- Association for Project Management (2018). *Project risk analysis and management*. https://www.apm.org.uk/media/10466/pram_web.pdf.
- Ayala, J. et al. (2017). *Implementación de un sistema de gestión de riesgos en un proyecto inmobiliario multifamiliar, fase de ejecución, en la ciudad de Lima*. [Tesis de Maestría]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- Bahamid, R. y Doh, S. (2017). *A review of risk management process in construction projects of developing countries*. Universiti Malaysia Pahang. https://www.researchgate.net/publication/321662322_A_review_of_risk_management_process_in_construction_projects_of_developing_countries.
- Castañeda, C. (2015). *Gestión de riesgos en el planteamiento de actividades de proyectos en obras civiles*. [Tesis de Título Profesional]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Coelho, A. (2017). *A Gestão de Riscos em Projetos de Construção*. [Tesis de Maestría]. Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Porto, Portugal.
- Directiva N° 012-2017-OSCE/CD. *Gestión de riesgos en la planificación de la ejecución de obras*. Diario Oficial de la República del Perú, Lima, Perú, 23 de mayo del 2017.
- Dos Santos, M. (2017). *Gerenciamento de Riscos no planejamento da construção de um empreendimento imobiliário utilizando Simulação de Monte Carlo*. Universidade Presbiteriana Mackenzie. <https://www.researchgate.net/publication/319097637>.
- Florice, S. y Miller, R. (2001), *Strategizing for anticipated risks and turbulence in large-scale engineering projects*. International Journal of Project Management, vol. 19, N°8, pp. 445-455.
- Fraser, J. et al. (2011), *Who Reads What Most Often?: A Survey of Enterprise Risk Management Literature Read by Risk Executives*. Journal of Applied Finance, vol. 18, N°1, pp. 385-417.
- González, J. (2015). *Introducción del Factor Humano al Análisis de Riesgo*. [Tesis de Doctorado]. Universidad Politécnica de Catalunya, España.
- Hasper, J. et al. (2017). *Tendencias en la investigación sobre gestión del riesgo empresarial: un análisis bibliométrico*. Revista Venezolana de Gerencia. vol. 22, núm. 79. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/290/29055964010/html/index.html>.
- Himawan, F. et al. (2018). *The analysis of risk management implementation on hospital*

- construction project*. [Tesis de Maestría]. National Institute of Technology Malang - Malang, Indonesia.
- Himawan, F et al. (2018). *The Analysis of Risk Management Implementation on Hospital Construction Project*. International Journal of Civil Engineering and Technology. <http://www.iaeme.com/ijciet/issues.asp?JType=IJCIET&VType=9&IType=7>.
- Igunza, C. (2016). *Gestión de proyectos para la reducción de riesgos en la planificación de edificios multifamiliares (caso: edificio Velasco Astete – San Borja – Lima)*. [Tesis de Título Profesional]. Universidad de San Martín de Porres, Lima, Perú.
- Iqbal, S. et al. (2015). *Risk Management in Construction Projects. Technological and economic development of economy*. https://www.researchgate.net/publication/273960162_Risk_management_in_construction_projects.
- Irlayici, P. y Tezel, E. (2018). *A Guide for Risk Management in Construction Projects: Present Knowledge and Future Directions*. IntechOpen. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.84361>.
- Kumar, V. y Thakkar, J. (2018). *A quantitative risk assessment methodology for construction project*. <https://www.ias.ac.in/public/Volumes/sadh/043/07/0116.pdf>.
- Lavielle, V. (2016). *Desarrollo de gestión de riesgos en contratos de construcción, bajo el estándar ISO 31000, orientado hacia la calidad y la sustentabilidad*. [Tesis de Maestría]. Universidad de Chile, Santiago de Chile, Chile.
- Martínez, P. y Aliaga, D. (2018). *Aplicación de gestión de riesgos en proyectos con el Estado para la construcción de los puestos de control de alimentos de SENASA-PRODESA*. [Tesis de Título Profesional]. Universidad Privada de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- Mata, A. (2006). *Plan de proyecto para la construcción de la obra de infraestructura de un condominio horizontal residencial*. [Tesis de Maestría]. Universidad para la Cooperación Internacional – San José, Costa Rica.
- Norma Internacional ISO 31000 (2018). *Gestión del riesgo*. Secretaría Central de ISO en Ginebra, Suiza.
- Pasca, A. (2019). *Schedule Risk Analysis by Different Phases of Construction Project Using CPM-PERT and Monte-Carlo Simulation*. Industrial Engineering Department, Faculty of Industrial Technology, Universitas Islam Indonesia. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/528/1/012035>.
- Project Management Institute (2017). *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK)*. 6ta Edición.
- Purohit et al. (2018). *Hazard Identification and Risk Assessment in Construction Industry*.

https://www.ripublication.com/ijaer18/ijaerv13n10_56.pdf.

- Rahman, y Kumaraswamy, M. (2002), *Risk management trends in the construction industry: Moving towards joint risk management*. Engineering Construction and Architectural Management, vol. 9, N°2, pp. 131-151.
- Rasmussen, N. (1997), *Picture control: The electron microscope and the transformation of biology in America, 1940-1960*. Stanford, CA: Stanford University Pres.
- Rodrigues, R. et al. (2018). *Gestão de riscos em projetos: Um estudo de caso em uma empresa de serviços financeiros*. Universidade Presbiteriana Mackenzie.
<https://www.researchgate.net/publication/324412300>.
- Sánchez, A. y Vizcardo, J. (2016). *Gestión de riesgos en obras de movimiento de tierra en la sierra del Perú – ámbito minero*. [Tesis de Maestría]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- Scapens, B. y Bromwich, M. (2009), Editorial. Management Accounting Research, vol. 20, N°1.
- Simantob, F. (2017). *Mitigação dos Riscos de cumprimento de Projetos de Construção Civil no Setor Privado Brasileiro à Luz do Performance Bond*. (MBA em Gerenciamento de Projetos). Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro – Brasil.
- Taco, D. (2017). *Simulación de Monte Carlo para la Gestión de Costos en la Evaluación de Proyectos de Inversión, caso: Construcción del Hotel Wyndham Gran Condor PRONOBIS S.A. Ecuador (2014-2015)*. [Tesis de Maestría]. Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.
- Vilchez, W. (2006). *Modelo de gestión de riesgos para proyectos de construcción en el Perú*. [Tesis de Título Profesional]. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Wolfgang, A. (2015). Monte Carlo Simulation in Risk Management in Projects Using Excel. University of Applied Sciences Dortmund.
<https://www.researchgate.net/publication/224085463>.

IX. Anexos

Anexo A: Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES Y ESCALA	INSTRUMENTOS
<p><u>Problema general</u></p> <p>¿En qué medida la propuesta de una metodología de análisis cuantitativo influye en la gestión de riesgos ambientales en los proyectos públicos del sector construcción-hospitales?</p>	<p><u>Objetivo general</u></p> <p>Determinar en qué medida la propuesta de una metodología de análisis cuantitativo influye en la gestión de riesgos ambientales en los proyectos públicos del sector construcción-hospitales.</p>	<p><u>Hipótesis general</u></p> <p>H0: El desarrollo de una metodología de análisis cuantitativo influye favorablemente en la gestión de riesgos ambientales en los proyectos públicos del sector construcción-hospitales.</p>	<p><u>Variable dependiente</u></p> <p>Gestión de riesgos (Y)</p>	<p>Y.1. Identificación de riesgos.</p>	<p>Y.1.1. Juicio de expertos “R” es el nombre del riesgo. “n” es el número asignado al riesgo.</p>	<p><u>Identificación de riesgos</u></p> <p>Formato para identificar, analizar y dar respuesta a riesgos</p>
<p><u>Problemas específicos</u></p> <p>a) ¿En qué medida la propuesta de una metodología de análisis cuantitativo influye en la probabilidad de materialización de riesgos ambientales en los proyectos públicos del sector construcción-hospitales?</p> <p>b) ¿En qué medida la propuesta de una metodología de análisis cuantitativo influye en la determinación de costos de riesgos ambientales materializados en los proyectos públicos del sector construcción-hospitales?</p>	<p><u>Objetivos específicos</u></p> <p>a) Proponer una metodología de análisis cuantitativo para determinar la probabilidad de materialización de riesgos ambientales en los proyectos públicos del sector construcción-hospitales.</p> <p>b) Proponer una metodología de análisis cuantitativo para la determinación de costos de riesgos ambientales materializados en los proyectos públicos del sector construcción-hospitales.</p>	<p><u>Hipótesis específicas</u></p> <p>H1: El análisis cuantitativo propuesto para determinar la probabilidad de materialización de riesgos ambientales influye favorablemente en los proyectos públicos del sector construcción-hospitales.</p> <p>H2: El análisis cuantitativo propuesto para la determinación de costos de riesgos ambientales materializados influye favorablemente en los proyectos públicos del sector construcción-hospitales.</p>	<p><u>Variable independiente</u></p> <p>Análisis cuantitativo (X)</p>	<p>X.1. Elementos de la Simulación de Montecarlo</p> <p>X.2. Cotos de riesgos ambientales materializados.</p>	<p>X.1.1. Nivel de probabilidad 0.90 (muy alto) 0.70 (alto) 0.50 (moderado) 0.30 (bajo) 0.10 (muy bajo)</p> <p>X.1.2. Nivel de impacto 0.80 (muy alto) 0.40 (alto) 0.20 (moderado) 0.10 (bajo) 0.05 (muy bajo)</p> <p>X.1.3. Nivel de riesgo (Probabilidad x Impacto)</p> <p>X.1.4. Prioridad del riesgo 0.180 – 0.720 (alto) 0.060 – 0.140 (moderado) 0.005 – 0.050 (bajo)</p> <p>X.2.1. Valor de costo S/. valor estimado en UIT</p>	<p><u>Análisis cuantitativo</u></p> <p>Formato para identificar, analizar y dar respuesta a riesgos</p>

Anexo B: Instrumento

INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN								
Tesis: APLICACIÓN DE LA SIMULACIÓN DE MONTECARLO PARA EL ANÁLISIS DE RIESGOS AMBIENTALES EN PROYECTOS PÚBLICOS-HOSPITALES								
Autor: William A. Apolaya Ruiz								
Formato para identificar, analizar y dar respuesta a riesgos								
1	NÚMERO Y FECHA DEL DOCUMENTO	Número						
		Fecha						
2	DATOS GENERALES DEL PROYECTO	Nombre del Proyecto						
		Ubicación Geográfica						
IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS								
3	3.1	CÓDIGO DE RIESGO						
	3.2	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO						
	3.3	CAUSA(S) GENERADORA(S)	Causa N° 1					
			Causa N° 2					
Causa N° 3								
ELEMENTOS DE LA SIMULACIÓN DE MONTECARLO								
4	4.1	NIVEL DE PROBABILIDAD		4.2	NIVEL DE IMPACTO			
		INGRESO	Muy baja		0.10	INGRESO	Muy bajo	0.05
			Baja		0.30		Bajo	0.10
			Moderada		0.50		Moderado	0.20
			Alta		0.70		Alto	0.40
	Muy alta		0.90	Muy alto	0.80			
	4.3	NIVEL DE RIESGO						
		SALIDA	(PROBABILIDAD X IMPACTO)					
	4.4	PRIORIDAD DEL RIESGO						
		SALIDA	Alto	0.180 – 0.720				
Moderado			0.060 – 0.140					
Bajo	0.005 – 0.050							
VALOR DE COSTO								
5	5.1	SALIDA	Nº EVENTOS x MULTA CALCULADA		Referencia normativa			
RESPUESTA A LOS RIESGOS								
6	6.1	ESTRATEGIA	Mitigar Riesgo		Evitar Riesgo			
			Aceptar Riesgo		Transferir Riesgo			
	6.2	DISPARADOR DE RIESGO						
	6.3	ACCIONES PARA DAR RESPUESTA AL RIESGO						
Responsable de la identificación:		Fecha:		Firma:				
Profesión:								

Lista de riesgos más frecuentes presentados en obra de hospitales, **marcar los 5 más frecuentes:**

ID	Descripción del riesgo	Marcar
1	No contar y/o administrar un registro interno sobre la generación y manejo de residuos sólidos en sus instalaciones.	
2	No reportar a través de SIGERSOL la Declaración anual de Manejo de Residuos Sólidos conforme a lo establecido en las normas reglamentarias y complementarias del DL N° 1278.	
3	No presentar o reportar el manifiesto de manejo de residuos peligrosos a la autoridad de fiscalización ambiental.	
4	No contar con áreas, instalaciones y/o contenedores apropiados para el acopio y almacenamiento adecuados de residuos no municipales desde su generación.	
5	No segregar en la fuente o no manejar selectivamente los residuos generados, caracterizándolos conforme a criterios técnicos apropiados a la naturaleza de cada tipo de residuos.	
6	Almacenar residuos sin adoptar las medidas establecidas en el DL N° 1278.	
7	Entregar los residuos no municipales generados a personas o empresas distintas a operadores autorizados.	
8	No asegurar el tratamiento y/o la adecuada disposición final de los residuos que se generen.	
9	Realizar segregación de residuos en las áreas donde se realiza su disposición final.	
10	Abandonar, verter y/o disponer de residuos en lugares no autorizados por la autoridad competente o prohibida por la norma vigente.	
11	No implementar medidas de restauración y/o rehabilitación y/o reparación y/o compensación en áreas degradadas por el inadecuado manejo de residuos sólidos no municipales producto de su actividad.	
12	Aprovechar el material de descarte provenientes de actividades productivas o realizar coprocesamiento sin haber modificado previamente su instrumento de gestión ambiental aprobado.	
13	No presentar el Plan de Minimización y Manejo de Residuos Sólidos a la autoridad competente cuando corresponda la modificación o actualización de su instrumento de gestión ambiental.	
14	No establecer en el instrumento de gestión ambiental alternativas de gestión para la adecuada valorización y/o disposición final de residuos, cuando los generadores de residuos sólidos no municipales se encuentren ubicados en zonas en las cuales no exista infraestructura autorizada y/o empresas operadoras de residuos sólidos.	
15	Contar con infraestructura de disposición final dentro de las instalaciones extractivas, productivas o de servicios; áreas de la concesión; o, lote del titular del proyecto, sin haber modificado previamente su instrumento de gestión ambiental.	
16	Otro:	
17	Otro:	
18	Otro:	