

·Análisis de riesgos, contingencias probables, y sistémicas, del presupuesto y cronograma, de los proyectos desarrollados por la empresa, aplicando la Práctica Recomendada AACE RP 113R – 20.

Jenny Carolina Calderón Mogollón y Robinson Yarsinio Rueda Hernández

Trabajo de Grado para Optar al Título de Especialista en Gerencia de Proyectos de Construcción

Director

Guillermo Mejía Aguilar

Doctorado en Ingeniería Civil

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Especialización en Gerencia de Proyectos de Construcción

Bucaramanga

2022

Dedicatoria

Empezar a trazar una ruta dentro del camino académico y laboral, está basado en el esfuerzo, tiempo, y en la estabilidad, mi dedicación está dirigida para mis padres, esposa, familia, tía, suegros, los cuales estuvieron acompañándome en los momentos difícil, es un orgullo presentar esta monografía, la cual servirá de base para otras personas, en especial a mi hija, que emprenden sus primeros pasos académicos, encaminado a un legado que en los años podría seguir, escalar metas ha sido difícil, pero no imposible, gracias a dios padre, por permitirnos vivir, y aprender de las experiencia para obtener siempre una mejora continua. <<RR>>.

Principalmente a mi mama, hoy y siempre te dedico mis logros por lo que has dado de tu vida para formarme... Eres mi orgullo y siempre serás lo mejor del mundo porque has estado a mi lado siempre te amo. A mi padre que me ha ayudado en esta etapa de mi vida por lo poco que me has podido dar y compartir ... gracias por estar ahí apoyándome, a mi familia y a los ángeles guardianes que nos cuidan. <<JC>>.

Agradecimientos

Que es la suerte, algunos dicen que es cuando se combina la preparación, experiencia y el momento en el tiempo, donde resulta las cosas que traen un bien o beneficio, agradecemos a dios, por permitir disfrutar este camino académico, junto a la universidad de Industrial de Santander (UIS), por la preparación por medio de la especialización en Gerencia de Proyectos de Construcción, a cada docente que dedicó su tiempo y buena onda, en espacios de alto nivel de aprendizaje, en especial al Ph.D. Ingeniero Guillermo Mejía Aguilar, a su equipo administrativo, por su compromiso, seguimiento, acompañamiento, y control.

Agradecemos a los compañeros de especialización, por compartir sus conocimientos, experiencia, y amistad, a nuestro padres, familiares, que han estado en constante apoyo.

Tabla de Contenido

Introducción	11
1.1 Justificación	11
1.2 Alcance.	12
1.3 Planteamiento del Problema.	13
2. Objetivos	14
2.1 Objetivo General	14
2.2 Objetivos Específicos	14
3. Marco Teórico	16
4. Diagnóstico	21
4.1 Identificación de la Empresa	21
4.2 Organigrama	21
4.3 Plan de Gestión	23
4.4. Revisión e identificación de factores recomendados por la PR AACE 113R-20	25
5. Metodología	26
5.1. Antecedentes de uso RP 113R-20	26
5.2. Uso de aplicación práctica recomendada 113R-20.	29
5.3 Pasos de aplicación híbrida caso de estudio proyecto inmobiliario.	31
Anexos	66

Lista de Tablas

Tabla 1. Diagnóstico de implementación de pautas sugeridas por la práctica recomendada PR AACE 113R-20 en la empresa constructora analizada.....	25
Tabla 2. Resumen de toma de decisiones	29
Tabla 3. Plan para la dirección del proyecto implementado en la empresa.....	31
Tabla 4. Matriz de Clasificación de la Estimación de Costo del proyecto actual de la empresa..	32
Tabla 5. Lista o matriz de clasificación de madurez del proyecto que actualmente trabaja la empresa en fortalecimiento de la estimaciones.....	33
Tabla 6. Niveles de madurez o fases del proyecto.....	34
Tabla 7. Requisitos típicos y restricciones dentro del proceso de la empresa	34
Tabla 8. Resultados probabilísticos	35
Tabla 9. Paralelo de análisis cuantitativos y cualitativos de riesgos.....	37
Tabla 10. Matriz identificación de Riesgos.	38
Tabla 11. Escala de probabilidad.....	40
Tabla 12. Escala del impacto	40
Tabla 13. Evaluación del impacto de un riesgo en los objetivos principales del proyecto.....	41
Tabla 14. Matriz Probabilidad x impacto	41
Tabla 15. Plantilla del registro de riesgos del proyecto. (Priorización).....	42
Tabla 16. Escala de calificación del riesgo general del proyecto	42
Tabla 17. Información de costos del proyecto.....	43
Tabla 18. Matriz de Riesgo: Registro de riesgos, valoración y respuesta a riesgos.	45
Tabla 19. Límites críticos de desviación sugeridos para el seguimiento de los riesgos	47
Tabla 20. Límites críticos de desviación sugeridos para el seguimiento de los riesgos.	47

Tabla 21. Estimación paramétrica tres puntos aplicado a proyectos comercializados.	53
Tabla 22. Matriz de riesgo para proyecto mirador de la ribera.....	54
Tabla 23. Estimación paramétrica por índice m^2 costo total proyecto.	55
Tabla 24. Estimación paramétrica por índice m^2 costo total proyecto comercializado.	57
Tabla 25. Estimación paramétrica por índice m^2 costo total proyecto comercializado.	58
Tabla 26. Estimación paramétrica por índice m^2 costo total proyecto comercializado.	60
Tabla 27. Clasificación tipo decisión de la empresa.....	61

Lista de Figuras

Figura 1. Organigrama de la empresa	22
Figura 2. Levantamiento actual del proceso en la empresa fase, control de costo en la ejecución y comercialización del proyecto	24
Figura 3. Flujo de procesos para la implementación de la práctica recomendada 113R-20 AACE	28
Figura 4. Diagrama de estructura de los procesos.	30
Figura 5. Estructura de desglose de Riesgo (RBS)	38
Figura 6. Ejemplo de cálculo del valor esperado.	51

Lista de Anexos

Anexo A. Practica Recomendada AACE RP 113R – 20 adaptada al español

Resumen

Título:

Análisis de riesgos, contingencias probables, y sistémicas, del presupuesto y cronograma, de los proyectos desarrollados por la empresa, aplicando la Práctica Recomendada AACE RP 113R – 20. ^{1*}

Autor:

Jenny Carolina Calderón Mogollón y Robinson Yarsinio Rueda Hernández^{2*}

Palabras Clave:

Gestión, Costos, Cronogramas, Riesgos, Contingencias, Construcción

Descripción:

Este RP proporciona orientación a los profesionales en el desarrollo o selección de métodos apropiados para su situación con el entendimiento de que ningún método es el mejor para cuantificar todos los tipos de riesgo. Este RP integra el análisis de riesgos de costos y programación (y es compatible con JCL) utilizando un enfoque híbrido; y documenta los pasos para combinar los métodos paramétrico y de valor esperado cubiertos por otros PR. Proporciona un ejemplo utilizando un conjunto de herramientas de demostración. También documenta situaciones en las que un enfoque híbrido requiere o puede beneficiarse de consideraciones especiales.

^{1*} Trabajo de Grado

^{2**} Facultad de Ingenierías Físico mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Especialización en Gerencia de Proyectos de Construcción. Director: Guillermo Mejía Aguilar. PhD. en ingeniería civil.

Abstract

Title:

Analysis of risks, probable and systemic contingencies, budget and schedule of the projects developed by the company, applying the AACE Recommended Practice RP 113R - 20.

Author(s):

Jenny Carolina Calderon Mogollon and Robinson Yarsinio Rueda Hernandez ³

Key Words:

Management, Costs, Schedules, Risks, Contingencies, Construction

Description:

This PR provides guidance to practitioners in developing or selecting methods appropriate for their situation with the understanding that no single method is best for quantifying all types of risk. This PR integrates cost and schedule risk analysis (and is JCL compliant) using a hybrid approach; and documents the steps for combining the parametric and expected value methods covered by other PRs. It provides an example using a set of demonstration tools. It also documents situations where a hybrid approach requires or may benefit from special considerations.

³Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Civil Engineering. Specialization in Construction Project Management. Director: Guillermo Mejía Aguilar. PhD. in Civil Engineering.

Introducción

1. Generalidades del Proyecto

1.1 Justificación

La AACE, es una organización AMERICANA, donde sus prácticas recomendadas, y metodológicas, sirven para mejorar los procesos en cuanto al tiempo y costo, y más aún cuando no se tiene un alcance de ingeniería a detalle del nivel de madurez del proyecto, la empresa evaluada, basa sus estimaciones en datos empíricos, no medibles, cuantificables, la aplicación de RP 113R-20, nos ayuda a identificar, evaluar, bases paramétricas desde el, EV, MCS, combinadas por medio de un modelo híbrido. Para el análisis de riesgos, contingencias probables, y sistémicas, del presupuesto y cronograma, de los proyectos desarrollados actualmente en el área metropolitana de Bucaramanga, zona de influencia es el municipio de girón. En la mayoría de los casos, las utilidades no generan las ganancias esperadas, las estimaciones son basadas en sus fases temprana, lo cual es de gran importancia, ya que es el punto de inicio en la toma de decisiones de los stakeholders, si el proyecto es viable, medible, y se pueda desarrollar.

1.2 Alcance.

Mediante la aplicación de la metodología RP 113R-20, en los procesos de planeación, dentro de las etapas tempranas, del alcance y madurez de los proyectos inmobiliarios que viene desarrollando la empresa, sirva como modelo de estimación, evaluación, de las contingencias y riesgos paramétricos a un nivel de detalle clase 5,4, lo cual mejora la toma decisiones acertadas por los socios, representante legal, y profesionales, previo del resultado obtenido de datos históricos, empíricos en una fase de detalle Fell 1, Fell 2, que integración los costos y cronograma, dando como resultado aún más la viabilidad de inversión de capital y recursos económicos de los inversionistas.

Usando esta RP, con la combinación del análisis integrado con el método de simulación de Monte Carlo, y el valor esperado (P+EV), combinando en un modelo hídrico y no por separado las prácticas, RP 42R-08, RP 44R-08, RP 65 R-11, para solucionar las problemáticas del costo total, tiempo de finalización, comprendiendo el riesgo a un nivel más detallado y un análisis de contingencia.

Se propone hacer diagnóstico actual de empresa, identificar los stakeholders, y crear una matriz de riesgos críticos, sistémicos, cualitativos y cuantitativos, elaborar un flujo de procesos en la etapa; Comercialización del proyecto inmobiliario. y finalmente aplicar los datos entrada de procesos anteriores por la empresa vs valores, coeficientes, y estimaciones según de la RP 113R-20, mediante cálculos sencillos, los cuales fácilmente se podrán ser aplicados, dentro de una mejora continua.

1.3 Planteamiento del Problema.

Los procesos desarrollados por la empresa, en la comercialización de sus inmuebles y la ejecución inicial del mismo, presentan gran dificultad desde su etapa temprana de madurez del activo, al no comprender el riesgo y las contingencias a un nivel más detallado en sus fases Fel 1, 2, el cual no se estima las amenazas ni se prevén las oportunidades del negocio inmobiliario.

Los métodos de estimación de riesgo y contingencia sobre los costó y cronograma, su selección no son los apropiados para solucionar las situaciones, problemas, e impactos, ya que basan sus experiencias transformando en datos empíricos, no cuantitativos, lo que genera gran incertidumbre en la toma de decisiones a los stakeholders.

Un riesgo o contingencia es tomado por medio de un porcentaje empírico que determinan a una base dentro del presupuesto como AIU, el imprevisto en la mayoría de los casos, no es medible, los datos reales, probabilístico, e históricos, no son conceptualizado dentro ciclo de vida del proyecto.

La situación socio económica, que vive actualmente el país en su coyuntura política, la pandemia a causa del COVID 19- reflejó la capacidad que tiene la empresa, en situación previsible y no previsible, el desarrollo inmobiliario sufre cambios que impactan del desarrollo económico por los siguientes factores; Alza en precio de los materiales, escasez de insumos, restricciones del personal “Recurso Humano”, la inestabilidad por las tasas de interés aplicada por la banco interamericano de desarrollo, IPC. etc.

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

Implementación de la combinación híbrida de los modelos paramétricos basado en un análisis del valor esperado y cronogramas integrados con métodos de simulación monte Carlo (P+EV), en la etapa del costo y tiempo de ejecución de los proyectos que desarrolla la empresa en sus proyecto inmobiliarios en el municipio de Girón - Santander, basado en la RP 113R-20, mejorando los procesos en sus etapas tempranas del costo y tiempo, para toma de decisiones, de la prefactibilidad de inversión y ejecución, identificado los riesgos, contingencias y reservas, que involucran los procesos basados en datos empíricos, las tres prácticas.

RP 42R-08 (Análisis De Riesgos Y Determinación De Contingencias Mediante Estimación Paramétrica), RP 44R-08 (Análisis De Riesgos Y Determinación De Contingencias Utilizando El Valor Esperado), y RP 65 R-11 (Análisis De Riesgo Integrado De Costos Y Cronogramas Y Determinación De Contingencias Utilizando El Valor Esperado), combinado en una estimación paramétrica e híbrida, EV, MCS. logrando un modelo paramétrico basado en cálculos sencillos, utilizando herramientas como excel, y project, en decisiones centralizadas en el resultado del costo y cronograma en sus etapas tempranas de las actividades dentro de la planificación del alcance del proyecto.

2.2 Objetivos Específicos

- La intención de esta PR, es proporcionar pautas, a la empresa sobre la estimación de riesgos y contingencias dentro de los costos y cronogramas en sus etapas tempranas de nivel de madurez

y definición del alcance, como una buena práctica de los procesos, para futuros proyectos inmobiliarios.

- Cuantificar las incertidumbres EV, de los riesgos críticos del proyecto en la etapa de cronograma y presupuesto, que incluyen tanto amenazas como oportunidades, es decir los riesgos y contingencias para los cuales la probabilidad de ocurrencia es menor al 100%.
- Mejorar la estimación de datos, para la toma de decisiones que involucra a los stakeholders del proyecto, tomando las acciones dentro de la metodología desarrollada en esta RP, teniendo en cuenta el criterio, del modelo paramétrico, EV, modelo MSC, e híbrido.

3. Marco Teórico

¿Cuál es el ciclo de vida del proyecto?

Se describe aplicado a esta RP, como un conjunto de etapas o fases del proyecto que facilita la gestión, teniendo en cuenta que las situaciones, económicas y financieras son volátiles, de allí el valor del dinero en el tiempo debe ser controlado, del cual depende la existencia como empresa, el objetivo a cubrir es la necesidad sea de un bien privado o común proyectos a ejecutar por la entidad, relacionando la PHVA con los stakeholders del proyecto, la implementación de la RP113R-20, al ciclo, nos ayuda a aclarar el mayor aprovechamiento de una oportunidad o estimar, predecir, las contingencia o incertidumbres de los riesgos, en el costo, cronograma.

Es una recomendación de la AACE que, siempre que se utilice el término riesgo, se defina claramente su significado a los propósitos de la práctica.

¿Qué métodos y parámetros se involucran en la RP113R-20?.

- **El método de modelado paramétrico(P):** Cuantifica el impacto de los riesgos sistémicos que incluyen tanto amenazas como oportunidades y, desde una perspectiva cuantitativa, son incertidumbres; es decir, como medidas de atributos o hechos sobre un sistema de proyecto, la probabilidad de que ocurra es del 100%.

Nota: de ahí que el MÉTODO PARAMÉTRICO sea ideal para las estimaciones de las primeras fases.

- **El método del Valor Esperado (EV):** Se centra en los riesgos críticos específicos del proyecto que incluyen tanto amenazas como oportunidades y pueden ser incertidumbres (como se ha descrito anteriormente) o eventos de riesgo (es decir, riesgos contingentes) para los que la probabilidad de ocurrencia es inferior al 100%.

Siendo este un modelo que se basa en las probabilidades de ocurrencia de un suceso en particular y resulta de la suma ponderada de los valores correspondientes a la alternativa de la toma de decisión, es modelo cuantitativo. Corresponde a la Alternativa de decisión

$$VE(X) = \sum_{i=1}^m Xi * p(Xi)$$

Nota: Se centra en los riesgos críticos específicos del proyecto que incluyen tanto amenazas como oportunidades y pueden ser incertidumbres o eventos de riesgo (es decir, riesgos contingentes) para los cuales la probabilidad de ocurrencia es menor al 100%.

En el método EV valor esperado, sólo se cuantifican los riesgos críticos específicos del proyecto, es decir los que tienen un potencial impacto material en el éxito del proyecto.

- **El método integrado o híbrido (P+EV):** Integra y cuantifica los riesgos de costos y cronograma combinando el modelado paramétrico de los riesgos sistémicos (paramétricos) y el valor esperado con el modelado de simulación de Monte-Carlo

(EV con MCS) de riesgos específicos del proyecto. ó sea

(P+EV) se utiliza como designación abreviada para la combinación.

Se combinan 2 métodos porque ninguno es óptimo para cuantificar los riesgos sistémicos como los específicos del proyecto.

El modelo paramétrico, ofrece una aportación empírica a la cuantificación de los riesgos que no existe con el MCS.

La Simulación de Monte Carlo es necesaria en esta combinación híbrida para modelar la parte del EV e integrar los resultados de los análisis. Solo los valores medios de los resultados de los métodos son adaptativos.

- **Modelo EV vs Simulación Monte Carlo:**

La necesidad de conocer los conceptos, para relacionar e implementar la RP 113R-20, son fundamentales, los cuales se busca que la empresa tome decisiones en situaciones nulas o con variables altas, del análisis de estas variables no dará la solución final al problema, lo cual se busca tener un número de planes a implementar.

- **Modelo Montecarlo:**

Es una herramienta estadística, que permite la modelación de resultados acorde con el comportamiento histórico de los datos y su probabilidad de ocurrencia, incorporando condiciones de incertidumbre, riesgo, por medio del uso de una herramienta sencilla como excel, los resultados establecen escenarios como punto de partida para el análisis y la gestión financiera del recurso.

Tipos de riesgos:

- **Riesgos sistémicos - paramétricos :** Son aquellos que tienen relaciones sistemáticamente predecibles con los resultados del crecimiento del costo general del proyecto y los resultados del crecimiento del cronograma.

Ejemplo: la Cultura, las capacidades, las competencias, la toma de decisiones, la complejidad, el nivel de tecnología, etc....

Los riesgos sistémicos son dominantes en los proyectos mal definidos y/o en los sistemas débiles de los proyectos,

Nota 1: eso incluye las incertidumbres en el proceso de las estimaciones y la programación. puede ser; las tasas, el cálculo de las cantidades, las productividades, las tasas de producción, etc...) de esta forma lo podríamos llamar riesgo inherente o de fondo o incertidumbre general

Nota 2: Los impactos del riesgo sistémico se modelan en base a la investigación empírica de proyectos anteriores, es decir, la regresión lineal multivariable (MLR) o un análisis similar por

ejemplo , el aprendizaje automático de los Datos Históricos sobre los impulsores del riesgo y sus impactos en el costo y cronograma.

- **Riesgos Específicos Abreviatura (PS):** son aquellos que no tienen relaciones predecibles y sistemáticas con los resultados, es decir, son específicos del proyecto. Por lo general, estos son eventos o condiciones de riesgo, aunque también pueden incluir incertidumbres específicas del proyecto (por ejemplo, variabilidad climática).

Nota 1: La evaluación de los riesgos específicos del proyecto se presta a los tradicionales talleres de lluvia de ideas o entrevistas y se puede modelar de forma realista utilizando métodos del EV valor esperado.(es decir, probabilidad multiplicada por el impacto con MCS simulación de Monte Carlo)

Nota 2: Se tiene en cuenta para los riesgos críticos, el análisis cuantitativo primero asegurará que se comprenda bien la naturaleza del riesgo Ejemplo. ¿se comprende la causa, se ha dado demasiado crédito a la eficacia de la mitigación, etc?. y se revisará la probabilidad de que se produzca y su impacto, es decir la información de un registro de riesgo nunca se acepta ni se utiliza al pie de la letra.

Análisis Cualitativo de los Riesgos

Dentro del proceso de Identificación de los riesgos se consideró todo el panorama del proyecto entre los costos, el cronograma, la calidad, los recursos humanos, el alcance proyecto, las actividades, los interesados, las adquisiciones, con el ánimo de poder encontrar los factores de riesgo que puedan abarcar todas las áreas del Proyecto. Para el análisis cualitativo, evaluamos las probabilidades de ocurrencia e impacto.

¿Qué son las contingencias?.

La contingencia es ese valor adicional que se agrega a una actividad con el objetivo de cubrir futuras condiciones o elementos que puedan afectar el valor del supuesto inicial, usualmente este valor adicional se tiene en cuenta en las actividades debido a que de experiencias pasadas se presupone que van a suceder.

¿Qué tasas de consumo se utilizan?

- **Tasa de consumo:** Es el gasto aproximado por mes (u otro período utilizado) durante la duración prevista del retraso.

Incluye: Mano de obra directa en el campo, mano de obra indirecta ejemplo; instalaciones temporales, servicios generales, campamentos y de la gestión de proyectos de propietarios y contratistas.

- **Tasa de quemado :** Se puede estimar caso por caso o predeterminarse para contratos de proyecto ejemplo, preparación del sitio o fases.

Nota: Las estimaciones son de Clase 5 en calidad al darse cuenta de que el flujo de efectivo puede variar ampliamente, una parte de la mano de obra puede emplearse productivamente en otras actividades.

4. Diagnóstico

4.1 Identificación de la Empresa

La aplicación de los pasos y procedimientos de la, RP113R-20, se utilizó en una empresa del sector de la construcción, que se dedica a la comercialización de proyectos inmobiliarios de vivienda multifamiliar en edificación hasta cinco (5) pisos, de estrato 2 y 3, que se mantenga dentro del valor (VIS), esta es una entidad privada, microempresa, que se ubica en la ciudad de Girón - Santander. Con una trayectoria de cuatro (4) años, su propósito es mejorar los procesos de costo y cronograma, teniendo en cuenta los riesgos y contingencias. lo cual ofrecería al mercado innovación en sus acabados, tiempos de entrega y las posibilidades económicas para obtener vivienda propia al usuario final, con un costo bajo y rentable de sus productos inmobiliarios. Su organización administrativa cuenta con una junta de socios, gerente general, representante legal, equipo de trabajo en obra, supervisor de obra, auxiliar contable, auxiliar administrativo, residente de obra, arquitecto de proyecto, que ayudan al buen desarrollo, operatividad.

4.2 Organigrama

Su estructura organizacional, encabezada por los socios estratégicos ó inversionista, el rol que desempeña el gerente general y ingeniero de costo, es de gran importancia lo cual depende la visión a futuros proyectos, los demás roles se desempeñan en la organización de la siguiente manera; un departamento de ingeniería, que se basa estimación, consultoría, pre-viabilidad y estudios de ingeniería a detalle, un departamento administrativo, contable, jurídico, comercial, y de obras, con su personal calificado para un correcto desarrollo de los procesos en cada fases de los proyectos de la empresa.

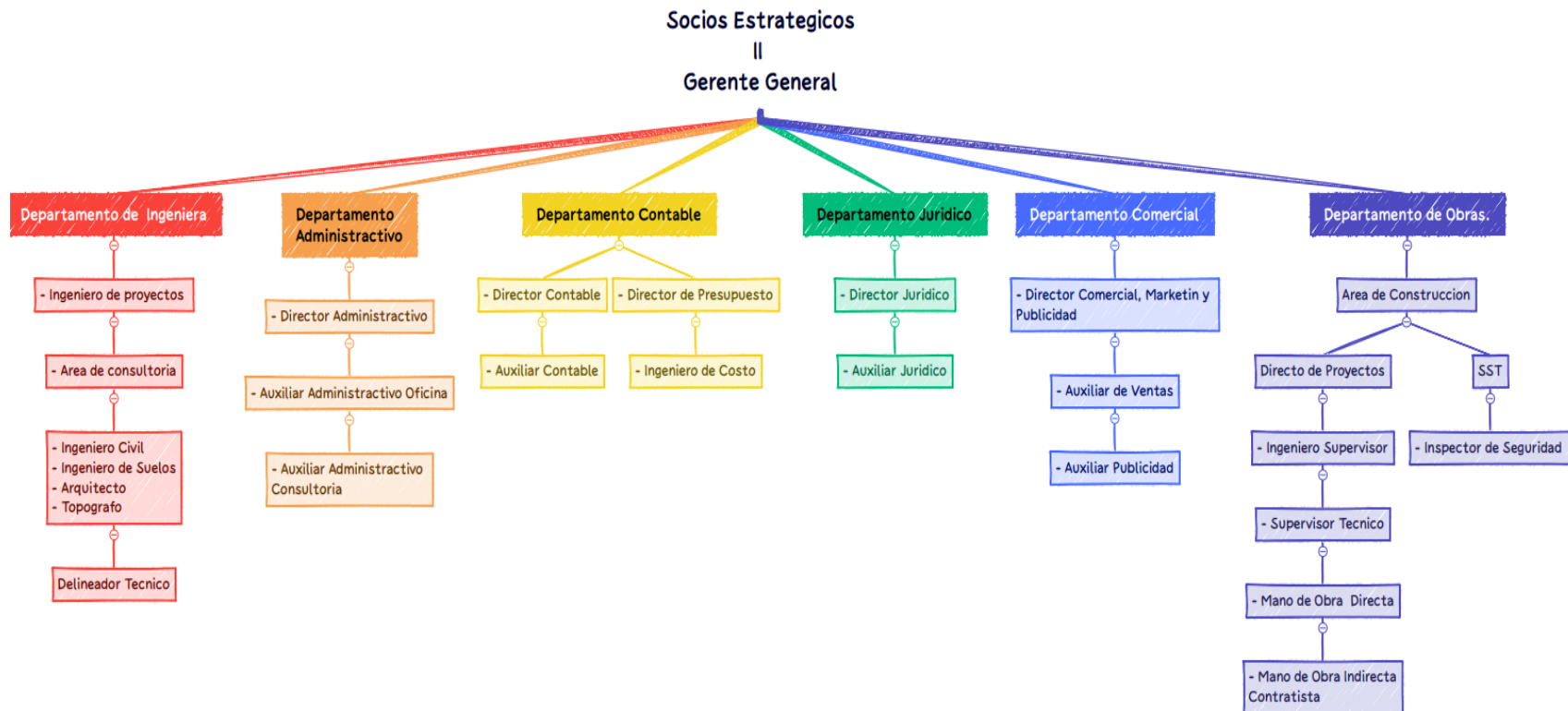


Figura 1. Organigrama de la empresa

4.3 Plan de Gestión

La empresa dentro de sus departamentos existen falencia organizativas, administrativas, contables, del costo y tiempo, actualmente el control de estas generan gran incertidumbre, ya que su estimación son basada en datos históricos cualitativos “empíricos”, el implementar la RP 113R-20, en la fase de comercialización inmobiliaria de los proyectos. Dentro de este proceso se inicia con la revisión del sector, que con lleva a un estudio de avalúo comercial, continua con recopilación de información de datos, para la legalizaciones previas y posteriores al inicio la consulta con entidades gubernamentales, catastrales, allí el departamento de costo, administrativos, jurídico y comercial, analiza la toma de decisiones de la compra del bien y comercialización del resultado de la ejecución y construcción del inmueble.

La comercialización estratégicas que busca la empresa aplicando los modelos paramétricos en la estimación de riesgo y contingencia en el costo y cronograma es brindar información a un socio o interesado en invertir en proyectos inmobiliarios, en busca de una rentabilidad económica, sea un 70% de probabilidad acertada en las fases tempranas del activo. A continuación se presentan los flujos de procesos relacionados en las etapas 1 y 2 y la aplicación metodología combinando la RP113R-20.

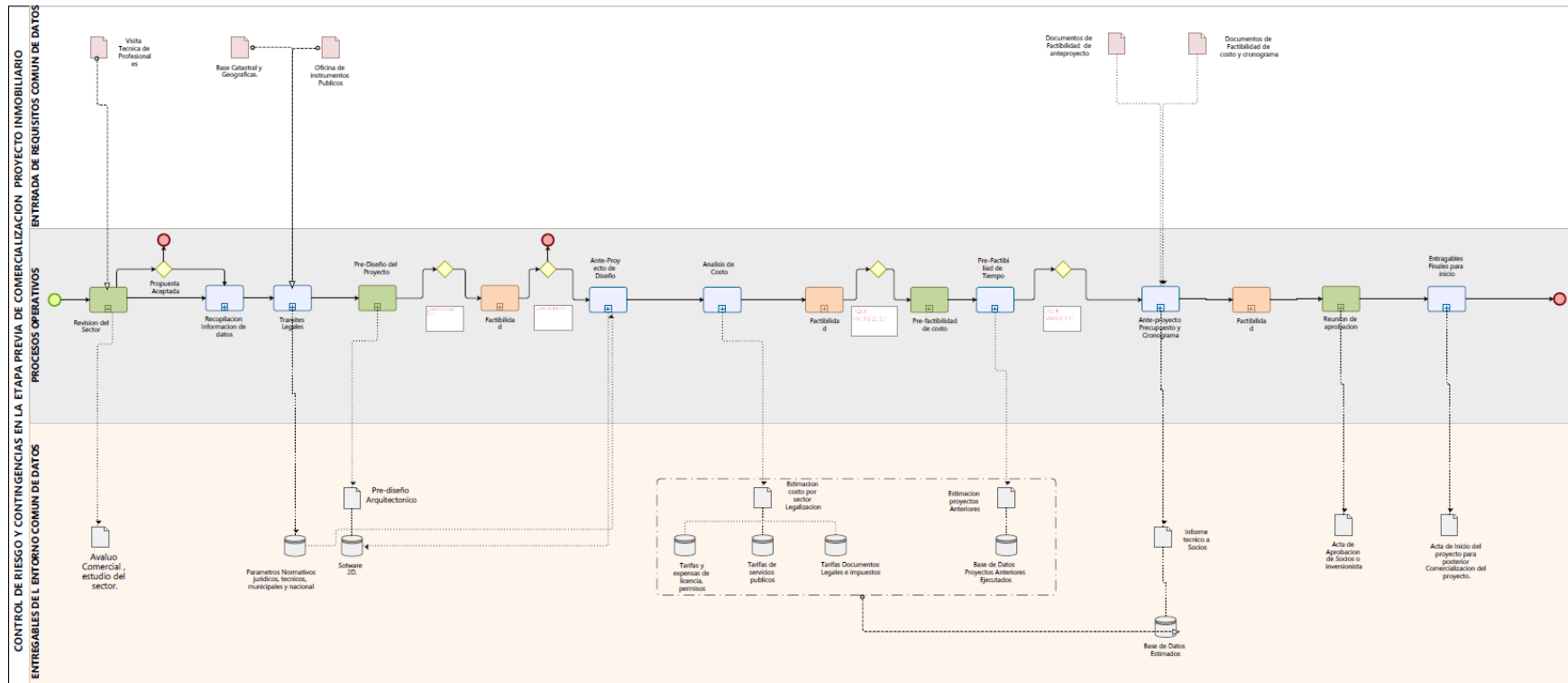


Figura 2. Levantamiento actual del proceso en la empresa fase, control de costo en la ejecución y comercialización del proyecto

4.4. Revisión e identificación de factores recomendados por la PR AACE 113R-20

Es bueno realizar un cuadro comparativo entre las pautas enmarcadas en la PR AACE 113R-20 y los procedimientos realizados actualmente por la empresa en la comercialización de sus proyectos inmobiliarios, el identificar las causas de las falencias, en el costo y tiempo, la siguiente tabla ayudará a un futuro el tomar decisiones más acertadas teniendo en cuenta la aplicación del método RP.

Tabla 1. Diagnóstico de implementación de pautas sugeridas por la práctica recomendada PR AACE 113R-20 en la empresa constructora analizada

Ítem	Proceso	SI	NO	Observaciones
1	En la empresa se contempla un análisis de riesgo en cada proyecto que se planea realizar		x	En la empresa se evidencian falencias al momento de no contemplar estos análisis de riesgo.
2	En la empresa se determina unos costos a partir de unos datos históricos de proyectos con características similares	x		Los datos son resultado de la ejecución de los proyectos anteriores. y experiencia realizadas.
3	En la empresa se contempla un modelo de estimación de costos ya sea paramétricas o analogías.		x	En la empresa efectúa modelos que no logran definir la rentabilidad o factibilidad del proyecto, en un rango de probabilidad del 100%.
4	En la empresa se manejan niveles de entregables de un proyecto a partir de una matriz de definición de riesgo.		x	No se evidencia una matriz que defina el nivel de cada proyecto.
5	En cada proyecto de la empresa se tienen claro las reservas de contingencias en cuanto a costo y tiempo		x	No se evidencia en las matrices de riesgo el rango de reservas para dichas contingencias.
6	En cada proyecto se hace el estudio de riesgo y un plan de respuesta de cada uno de estos riesgos.		x	Los planes que tiene la empresa responden a datos de entrada con poca información.
7	Los plazos de entrega comercial de cada inmueble desarrollado cumplen con el cronograma estimado.		x	El tiempo estimado se extiende, ya que resulta más de lo esperado, a falta de estimar, los riesgos y las contingencias en el cronograma.
8	Los costos de rentabilidad o utilidad esperados en la comercialización de cada inmueble desarrollado cumple con el costo estimado.		x	El costo estimado se aumenta, ya que resulta un valor al final más elevado, a falta de estimar, los riesgos y las contingencia en el costo.

5. Metodología

La práctica 113R-20, nos recomienda una metodología de implementación de las estimaciones paramétricas, combinadas (híbridas), del EV, MCS, de los riesgos y contingencia en el costo y cronograma, dentro de la etapa temprana de madurez y alcance del activo, lo cual se ajusta a las necesidades que tiene la empresa, por el déficit de información asertiva en los datos empíricos en el campo inmobiliario, de esta manera se concibe el presente trabajo de aplicación, de la RP, inicialmente se hará un diagnóstico de la situación actual, se identificara los riesgos y contingencias, haciendo la evaluación a tres proyectos desarrollados en el municipio de girón - Santander, mediante los siete paso de uso del modelo paramétrico.

Finalmente se procede a determinar cómo se puede mejorar la toma de decisiones, basado en cálculos sencillos partiendo desde sus etapa clase 5,4 del ciclo de vida, de los modelos combinado de EV, MSC, con las prácticas 42R-08 (Análisis De Riesgos Y Determinación De Contingencias Mediante Estimación Paramétrica), RP 44R-08 (Análisis De Riesgos Y Determinación De Contingencias Utilizando El Valor Esperado), y RP 65 R-11 (Análisis De Riesgo Integrado De Costos Y Cronogramas Y Determinación De Contingencias Utilizando El Valor Esperado), que servirá al futuro y evolución de la definición del alcance, adaptados a los procesos actuales para una mejora continua de la comercialización inmobiliaria de los proyectos de la empresa.

5.1. Antecedentes de uso RP 113R-20

El método integrado o híbrido de cuantificación de los riesgos de costos y de cronograma que se contempla en esta RP combina el modelado paramétrico de los riesgos sistémicos (paramétricos) y el valor esperado con el modelado de simulación de Monte-Carlo (EV con MCS) de los riesgos específicos del proyecto. P+EV se utiliza como una designación abreviada para la

combinación. Los métodos componentes se abordan en las RP 42R-08, 44R-08 y 65R-11 respectivamente. Se combinan dos métodos porque ninguno es óptimo para cuantificar los riesgos sistémicos como los específicos del proyecto, este documento ayudará a la empresa a identificar su nivel de madurez dependiendo del nivel de detalle.

La metodologías útiles de análisis de riesgos y estimación de contingencias; este documento de referencia como guía a los profesionales de la empresa a desarrollar o seleccionar los métodos adecuados para su situación en esas fases tempranas.

5.2. Flujo de procesos de la práctica recomendada 113R-20.

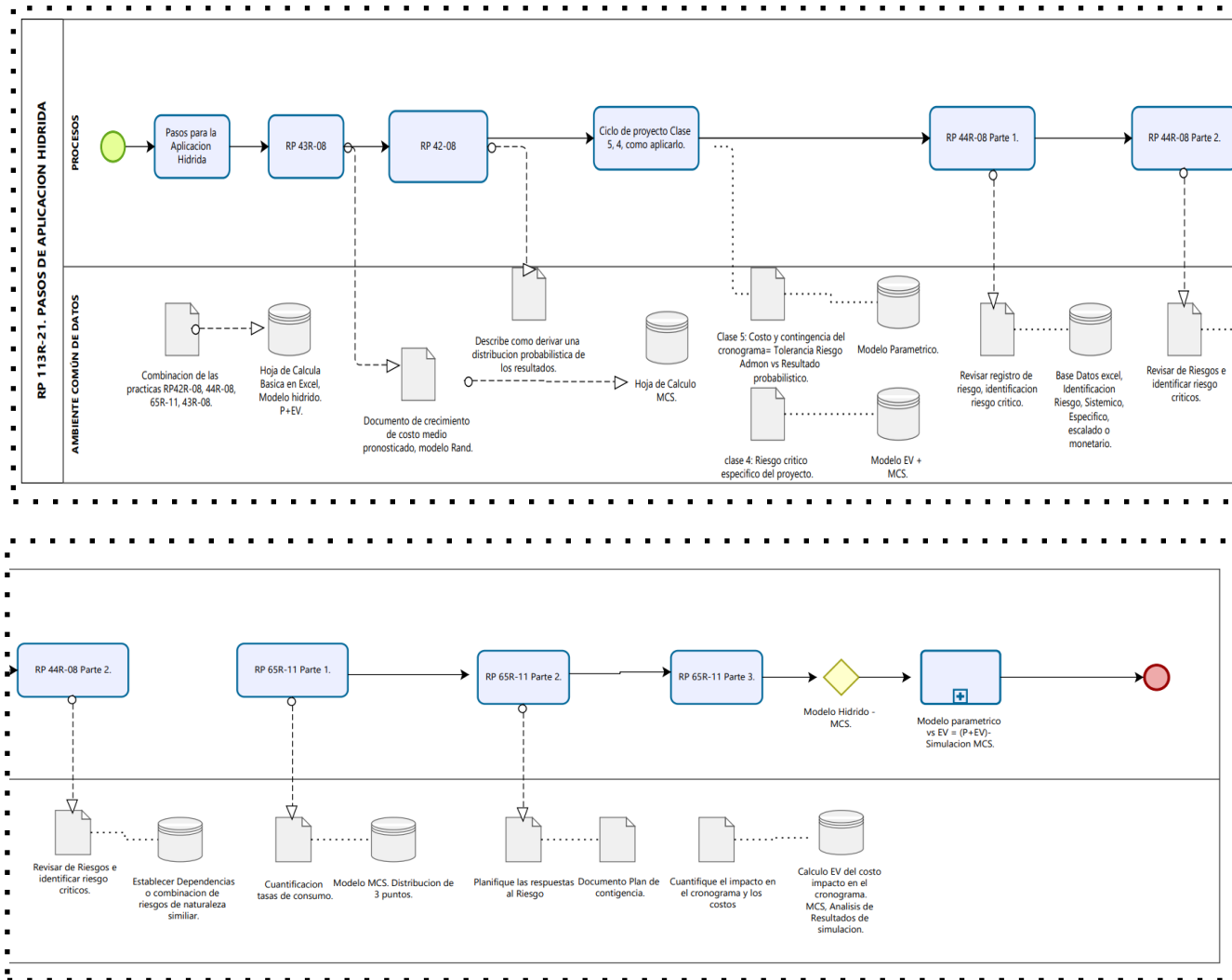


Figura 3. Flujo de procesos para la implementación de la práctica recomendada 113R-20 AACE

El modelo paramétrico ofrece una aportación empírica a la cuantificación de los riesgos que en gran medida no existe con el MCS puro. La MCS es necesaria en esta combinación híbrida para modelar la parte del EV e integrar los resultados de los análisis. Solo los valores medios de los resultados de los métodos son adaptativos (por ejemplo, el costo o la duración global con un nivel de confianza p70 no es la suma de los valores p70 de los análisis por separado).

Tabla 2. Resumen de toma de decisiones

Las Organizaciones Empresariales ejecutan sus actividades en medio de las interacciones.	stakeholders.
El resultado de la información	Relaciones organizacionales sistematizadas
Tomar Decisiones	Optimizar recursos, Evitar despilfarros, Programar producción, Definir estrategias de mercado.
Base de Datos histórica, periódica	Anticipar a las ocurrencias
Reconoce la probabilidad de ocurrencia	Software, Métodos de Simulación.
Herramienta Rápida	Escenarios deseables o no deseables.
Contar con suficiente información	Corto Plazo
Implementación Práctica Recomendada 113R-20	Permite establecer cómo se comportan las variables y cómo afectan o son afectadas por otras variables.

Nota: Metodología, que la tomamos según la clasificación del sistema de estimación según RP 18 R-97.

5.2. Uso de aplicación práctica recomendada 113R-20.

La estimación de clasificación utilizada en la implementación de la práctica 113R-20, se toma clasificación 5, 4, a un nivel de detalle FEL - 1 y FEL -2 dónde define el activo de madurez de los entregables y actividades en las fases tempranas, en el desarrollo del proceso actualmente

en la empresa, el modelo de la comercialización del proyecto inmobiliario tomamos la perspectiva de uso final en el costo y cronograma, de la toma de decisiones, lo cual se debe tener en cuenta el análisis de riesgos y contingencias probables.

Los datos de información que se requiere para aplicar la RP113R-20, dentro del proceso actual de la empresa:

- Cotizaciones de materiales y mano de obra anteriores.
- Costo y Cronogramas de proyectos ejecutados.
- Área intervenida construida del inmueble.
- Área intervenida de zonas comunes.

Estructura del proceso datos.

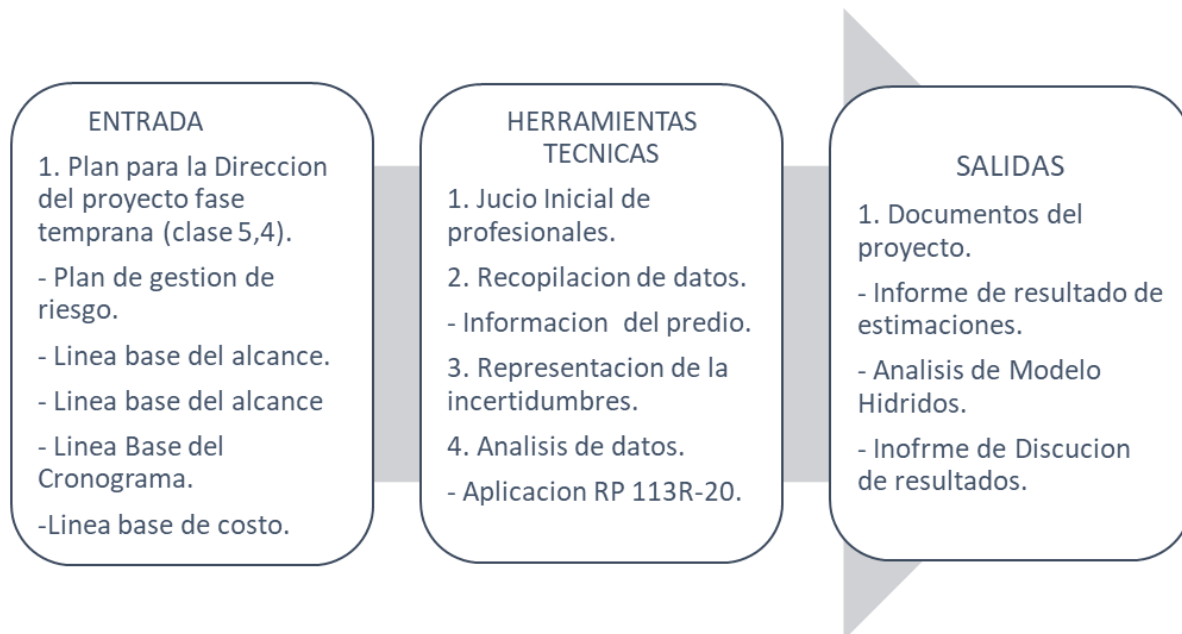


Figura 4. Diagrama de estructura de los procesos.

Entrada del proceso datos.

Tabla 3. Plan para la dirección del proyecto implementado en la empresa.

A. PLAN PARA LA DIRECCIÓN DEL PROYECTO IMPLEMENTADO EN LA EMPRESA.
1. Plan de gestión de riesgos: Determina si se requiere o no el análisis cuantitativo, Detalla los recursos disponibles y la frecuencia de los análisis, si fueran requeridos.
2. Línea base del Alcance: Describe el punto de partida a partir del cual se puede evaluar el efecto de los riesgos individuales del proyecto.
3. Línea base del Cronograma: Describe el punto de partida a partir del cual se puede evaluar el efecto de los riesgos individuales del proyecto.
4. Línea base de Costos: Describe el punto de partida a partir del cual se puede evaluar el efecto de los riesgos individuales del proyecto.
B. DOCUMENTOS DEL PROYECTO.
1. Registro de supuestos: Los supuestos y las restricciones deben tenerse en cuenta ya que su evaluación puede indicar que representan un riesgo para los objetivos.
2. Base de las estimaciones: puede incluir información sobre la precisión supuesta, la metodología ya la fuente de las estimaciones
3. Informe de riesgos: Donde se describen las fuentes del riesgo general del proyecto y el estado actual del riesgo general del proyecto. se hace una Matriz de Riesgo.
4. Estimaciones de costos: proporcionan el punto de partida a partir del cual se evalúa la variabilidad de costos.
5. Estimación de la duración: proporcionan el punto de partida desde el cual se evalúa la variabilidad del cronograma estimado en proyectos anteriores.

5.3 Pasos de aplicación híbrida caso de estudio proyecto inmobiliario.

La práctica recomendada de la AACE Internacional 113R - 20, los pasos para aplicar estos métodos, RP 42R-08, 44R-08 y 65R-11 en un enfoque combinado o híbrido P+EV, nos sirve como herramientas para hacer un análisis paramétrico de riesgos sistémicos y un análisis de valor esperado con MCS para riesgos específicos del proyecto inmobiliario, basado en los modelos Hackney o Rand, la empresa busca, seguir con el modelo de aplicación, para la toma de decisiones acertadas, en su fase tempranas, lo cual es de gran importancia, por lo cual se toma del punto inicial, la viabilidad del proceso, para que posteriormente se pueda generar o siguiente, inversión, inicio de los estudio y diseños, inicio de negociaciones.

Con las herramientas implementadas, los pasos para aplicarlas como una aplicación híbrida son los siguientes:

Paso 1

Aplicación el modelo paramétrico Según RP 42R-08:

La siguiente RP, evalúa y cuantifica los riesgos sistémicos, lo cual se deben ingresar en un modelo de estimación de contingencia de costo y cronogramas paramétricos con las bases de datos empíricos de la empresa, teniendo en cuenta el nivel de madurez dentro del ciclo de vida del proyecto, si este es de clase 5, se ha completado toda la estimación, si es de clase 4, se pueden identificar los riesgos críticos específicos del proyecto, lo cual se puede continuar al paso 2, método EV, con MCS. Por ello está RP, ayuda a los profesionales a determinar una base temprana de estimación, a si sea teniendo poca información.

Nota 1: Clase 5 está entre rango de 0 y 2% de definición de los entregables del proyecto, y con este nivel (bajo) de información, uno podría esperar que los costos reales tengan una variación entre -50% y +100%.

Tabla 4. Matriz de Clasificación de la Estimación de Costo del proyecto de la empresa.

Identificación	Característica Primaria	Característica Secundaria		
Clase del Estimado	NIVEL DE DEFINICIÓN DEL PROYECTO Expresado en % de la definición	FIN DE USO Propósito típico de la estimación	METODOLOGÍA Método típico de estimación	RANGO DE PRECISIÓN ESPERADO Variación típica en rangos bajos y altos
Clase 5	0% a 2%	Evaluación Conceptual	Modelos Paramétricos y Analogías.	L: - 20% a - 50% H: +30% a +100%
Clase 4	1% a 15%	Estudio de Factibilidad	Factores de Equipos o Modelos Paramétricos	L: -15% a -30% H: +20% a +50%

L= Rango Esperado Bajo. **H**: Rango Esperado Alto.

Nota 2: Si el valor del índice de rango de “1” representa el 0.005% de los costo del proyecto, un valor del índice 100 representa el 0.5%, El esfuerzo de preparación de la estimación depende en gran medida del tamaño del proyecto y la calidad de los datos y herramienta de estimación.

Tabla 5. Lista o matriz de clasificación de madurez del proyecto que actualmente trabaja la empresa en fortalecimiento de la estimaciones.

Clasificación Estimativa		
Datos generales del proyecto	Clase 5	Clase 4
Descripción del alcance del Proyecto	General	Preliminar
Estrategia de Escalada de los procesos revisión de documentos	Ninguno	Preliminar
Estructura de desglose del proyecto	Ninguno	Preliminar
Estimación de costo del proyecto	Ninguno	Preliminar
Estimación de cronograma del proyecto	Ninguno	Preliminar
Estrategia de contratación	Supuesto	Supuesto
Productos de Ingeniería:		
Plano de Topografía		S
Diagrama de Flujo de procesos (PFD)		S

Lista de Aprobación de la matriz de madurez.

- Ninguno (En Blanco): El desarrollo del entregable no ha comenzado
- Iniciado (S): Se ha comenzado a trabajar en el entregable. puede ser una financiación temprana, prediseños.
- Preliminar (P): El trabajo sobre el entregable está avanzado, ya se ha realizado revisiones intermedias y multifuncionales, queda pendiente la aprobación final por la junta directiva.

- Completo (C): El entregable ha sido revisado por equipo técnico y aprobado por la junta directiva.

Tabla 6. Niveles de madurez o fases del proyecto.

Clase de Estimado	Nivel de madurez de proyecto y Fases y Metodologías.
Clase 5	FEL - 1: VISUALIZAR Identificación de Oportunidad: Valida la oportunidad de negocio, basada en estudio de factibilidad técnica económica.
Clase 4	FEL - 2: CONCEPTUALIZAR Proyecto Conceptual: Inicio del planteamiento del proyecto a fin de seleccionar una alternativa y avanzar en la definición de las mismas.
Clase 3	FEL - 3: DEFINIR Ingeniería básica: Desarrollo detallado del alcance, se recrea un plan de ejecución y una estimación final.

FEL-1, FEL - 2; ENTRADA: DOMINIO DEL NEGOCIO: DECISIÓN: SI/NO.

FEL -3, FEL – 4; SALIDA: DOMINIO DEL PROYECTO: DECISIÓN: SI.

FEL – 5; SALIDA: DOMINIO DE LA OPERACIÓN, PUESTA EN MARCHA:
DECISIÓN: SI.

Tabla 7. Requisitos típicos y restricciones dentro del proceso de la empresa

Determinación de Requisitos	Clase de presupuesto: Para el caso desarrollado por la RP, en la empresa caso de estudio, la estimación de clase 5, del propietario, los métodos paramétricos son extremadamente valiosos.
	Tipos de proyectos y Riesgos: Si la empresa estima y financia proyectos utilizando nuevas tecnologías, complejas, procesos, etc. El modelo paramétrico aumenta el valor e identifica, analiza el tipo de riesgo.
	Estrategias corporativas de gestión de riesgo: Si la empresa es responsable de analizar no solo los riesgos de costo y cronograma , si no también los riesgos técnicos, es RP aborda los riesgo de costo.
	Recursos y competencias disponibles: Debido a la dependencia del análisis de datos empíricos, el desarrollo de modelos requiere recursos significativos con habilidades especiales de análisis (Particularmente estadísticos).

Una vez recopilados los datos de resultados y riesgos del proyecto, incluidas las medidas cuantitativas para el modelado, se deben limpiar para garantizar que la muestra que se utilizará para la construcción o evaluación del modelo esté libre de errores significativos y sea representativa (es decir, sin valores atípicos extremos que tienden a sesgar los análisis).

Los datos de resultados también deben normalizarse (es decir, corregirse) para los impactos de cambio de escala, moneda y alcance que no están cubiertos por la contingencia, para la evaluación se utilizará un análisis de regresión lineal multivariable.

Resultado probabilístico.

Tabla 8. Resultados probabilísticos

Estimación base (sin contingencia)	100
Contingencia del modelo paramétrico	20
Costo total (en p 50%)=100 + 20	120

Probabilidad	Total de costo proyecto \$ Millones	Contingencia \$
	DISTR.NORM.INV (probabilidad,120,20)	(total-base)
10%	\$ 94	\$ 6
20%	\$ 103	\$ 3
30%	\$ 110	\$ 10
40%	\$ 115	\$ 15
50%	\$ 120	\$ 20
60%	\$ 125	\$ 25
70%	\$ 130	\$ 30
80%	\$ 137	\$ 37
90%	\$ 146	\$ 46

Paso 2:**Examinar el registro de riesgos e identificar los riesgos críticos Según RP 44R-08:**

La examinación, de manera óptima del registro de riesgos eventuales dentro de las actividades prevista del desarrollo de los procesos en las obras civiles hechas para la comercialización y venta de los inmuebles, se hará una categorización de cada riesgo por tipo de método de cuantificación, creando una columna en el registro de riesgos para identificar si el riesgo es sistémico, específico, escalado o monetario.

Nota 1: Entre más ambiguo sea el riesgo, es mayor la probabilidad de que este se vuelva sistémico.

Se debe hacer una lista de los riesgos específicos que sean más críticos, refinarlos y describir sus naturaleza y causa, haciendo una verificación antes de su tratamiento, y después de la mitigación si este no es crítico.

Nota 2: Si los riesgos críticos normalmente están más de 5 a 15, cualquier podría colocar en peligro el éxito del proyecto.

¿Cómo se categoriza el riesgo?

Siempre que se utilice el término *riesgo*, se defina claramente su significado a los propósitos de esta RP. El método de modelo paramétrico descrito aquí cuantifica el impacto de los riesgos sistémicos, que incluyen tanto amenazas como oportunidades y, desde una perspectiva cuantitativa, son incertidumbres; es decir, como medidas de atributos o hechos sobre un sistema de proyecto, la probabilidad de ocurrencia es del 100%.

Los principales propósitos del análisis cuantitativo de riesgos son, entre otros los siguientes:

- Determinar que eventos de riesgo requieren una respuesta

- Determinar el riesgo global del proyecto, lo cual se denomina “exposición al riesgo”
- Determinar la probabilidad cuantificada de cumplir los objetivos del proyecto por ejemplo: existe un 80% de posibilidades de terminar el proyecto dentro del plazo requerido por el proyecto o un 70% de posibilidades de completar el proyecto dentro del presupuesto aprobado.
- Determinar la fecha y el costo más probable de finalización del proyecto.
- Como consecuencia del anterior, definir unos objetivos realistas y alcanzables de alcance y tiempo y costes.

El siguiente cuadro muestra una comparación del alto nivel entre el análisis cualitativo y el cuantitativo.

Tabla 9. Paralelo de análisis cuantitativos y cualitativos de riesgos.

ANÁLISIS CUALITATIVO	ANÁLISIS CUANTITATIVO
1. Evalúa la probabilidad de ocurrencia e impacto de los riesgos individuales en los objetivos	1. Predice los resultados más probables del proyecto basado en los efectos combinados sobre los objetivos
2. Prioriza los riesgos individuales para su tratamiento posterior	2. Utiliza modelos, simulaciones y distribuciones de probabilidades para representar los datos.
3. Amplia en registro de riesgos con nueva información	3. Estima las probabilidades de cumplir los objetivos.
4. Conduce al proceso de realizar el análisis cuantitativo de riesgos.	4. Calcula las reservas de contingencia necesarias para alcanzar el nivel de confort deseado

- La identificación de los riesgos se hace por medio de una matriz.

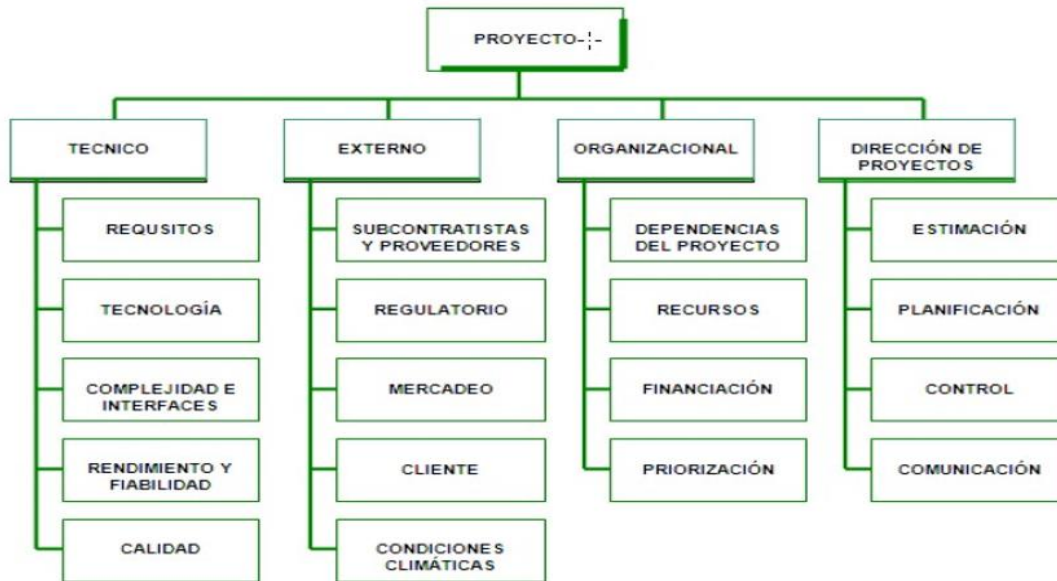


Figura 5. Estructura de desglose de Riesgo (RBS)

Descripción de campos de la matriz registros de riesgos.

- **Código de Riesgo:** Considerar lo incluido al final de la tabla como nomenclatura de categoría, con un consecutivo.
- **Categoría del Riesgo:** Sería una subcategoría de la RBS.
 1. **Descripción del evento de Riesgo:** Que evento es posible que pase que puede afectar el proyecto, para facilitar la identificación una forma nemotécnica es pensar en forma tácita en "(si) sucede.
 2. **Referencia:** Que documento o fuente de información sirve como referencia sobre el riesgo, ejemplo estadísticas, informes, actas, contratos, etc...
 3. **Causa:** Que puede ocasionar que suceda el evento.
 4. **Consecuencias:** En caso que el evento suceda que puede ocasionar.

Tabla 10. Matriz identificación de Riesgos.

Descripción Informal					Descripción en el Meta-Lenguaje					
Fecha	Autor	Proyecto	ID	Descripción	Causa		Evento		Impacto	
		General								
dd-mm-yy	Nombre	x	Serie	Descripción informal de la preocupación	Debido a	Descripción	Entonces	Descripción	Puede Ocurrir	Y las consecuencias son
				Investigación de mercado desenfocada	Debido a	La investigación de mercado dejó de enfocarse en el producto mientras hacía esta investigación	Entonces	Una pérdida en las nuevas tendencias en los requisitos	Puede ocurrir	Y las consecuencias son
					Debido a	El contrato es tiempo y materiales, y porque el proveedor rara vez es crítico con el cambio solicitado por el cliente.	Entonces	El alcance puede "deslizarse" (scope creep)	Puede ocurrir	Y las consecuencias son
					Debido a	Si nos comprometemos con un diseño de proyecto que nunca hemos utilizado.	Entonces	Podemos malinterpretar los requisitos del diseño	Puede ocurrir	Y las consecuencias son
					Debido a	Si podemos apalancar gran parte del trabajo desde el corporativo principal en LATAM (Incluyendo cargas útiles para la creación de pedidos, respuestas a órdenes, cancelación de órdenes)	Entonces	El trabajo en este proyecto puede ser simplificado.	Puede ocurrir	Y las consecuencias son

Paso 3:**Cuantificar las probabilidades de ocurrencia, según Rp 44R-08:**

Una vez capturado los títulos de riesgos críticos, con su descripción clara, se evalúa y se ingresa el porcentaje de probabilidad de ocurrencia para cada uno, esta probabilidad se puede tratar como una distribución según la confianza del equipo en su evaluación. El valor de probabilidad (por ejemplo, 50%) generalmente se trata como un riesgo binomial (en cada iteración de MCS, ocurre o no). Sin embargo, la entrada a la función binomial puede tratarse como una estimación de 3 puntos para abordar la incertidumbre y el sesgo del equipo sobre la ocurrencia (por ejemplo, bajo / más probable / alto de 40%, 50%, 60%).

Algunos pueden usar una distribución triangular donde el nivel de confianza del valor "alto" lo define el analista o la política (por ejemplo, el valor alto del equipo se trata como si fuera el p90, no el alto).

Las escalas a utilizar se especifican previamente en el plan de Gestión de Riesgos y producto de la combinación de las mismas se crea la matriz Pxl. En este proyecto utilizaremos las siguientes escalas:

Tabla 11. Escala de probabilidad

Muy probable	0,9
Bastante Probable	0,7
Probable	0,5
Poco probable	0,3
Muy poco probable	0,1

Tabla 12. Escala del impacto

Muy alto	0,8
Alto	0,4
Moderado	0,2
Bajo	0,1
Muy bajo	0,05

Para ubicar el impacto de cada riesgo en la escala utilizamos los siguientes criterios:

Tabla 13. Evaluación del impacto de un riesgo en los objetivos principales del proyecto.

Objetivo del Proyecto	Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
	.05	.1	.2	.4	.8
Costo	Insignificante incremento del costo	Incremento del costo < 5%	Incremento del costo entre el 5 – 10 %	Incremento del costo entre el 10 – 20 %	Incremento del costo > 20%
Cronograma	Insignificante variación del cronograma	Variación del cronograma < 5%	Desviación general del Proyecto 5 – 10 %	Desviación general del Proyecto 10 – 20 %	Desviación general del Proyecto > 20 %
Alcance	Reducción del alcance apenas perceptible	Áreas menores del alcance son afectadas	Áreas mayores del alcance son afectadas	Reducción del alcance inaceptable para el cliente	El producto final del proyecto es inservible
Calidad	Degradación de la calidad apenas perceptible	Solo aplicaciones muy específicas son afectadas	La reducción de la calidad demanda la aprobación del cliente	Reducción de la calidad es inaceptable para el cliente	El producto final del proyecto es inservible

Tabla 14. Matriz Probabilidad x impacto

	Marcador de riesgo para un riesgo específico (P x I)					
	Impacto	Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
Escala de Probabilidad		.05	.1	.2	0.4	.8
Probabilidad						
Muy Probable	0.9	0.05	0.09	0.18	0.36	0.72
Bastante Probable	0.7	0.04	0.07	0.14	0.28	0.56
Probable	0.5	0.03	0.05	0.10	0.20	0.40
Poco Probable	0.3	0.02	0.03	0.06	0.12	0.24
Muy poco probable	0.1	0.01	0.01	0.02	0.04	0.08

Verde: Riesgo bajo, **Amarillo:** Riesgo Moderado, **Rojo:** Riesgo alto

Combinando las escalas de la probabilidad y el impacto obtenemos la matriz PxL, que se muestra en el Tabla 11, La cual nos permite calificar cada riesgo según la escala.

Continuando con nuestra (matriz de riesgo) diligenciamos las siguientes columnas

Probabilidad: Para cada riesgo, utilizando la escala de probabilidad, le asignamos el valor correspondiente.

Impacto: Para cada riesgo, utilizando la escala de impacto, le asignamos el valor correspondiente.

Rango (Pxl) : Multiplicación de la probabilidad por el impacto.

Tabla 15. Plantilla del registro de riesgos del proyecto. (Priorización)

Código	Causa	Descripción del riesgo	Referencia	WBS	Probabilidad	Impacto	Rango
RA008	0,7	0,6	0,42
RE001	0,9	0,2	0,18
R0003	0,3	0,1	0,03
...			
Riesgo General del Proyecto: Alto							0,21

A cada riesgo le asignamos el color correspondiente (rojo, amarillo o verde) según su rango o calificación. Seguidamente se debe ordenar de forma descendente la lista por la columna Rango (Quedando los rojos primeros, después los amarillos y de ultimo los verdes). Así obtenemos la lista de riesgos priorizados o "top list".

Indicar cual es el Riesgo general del proyecto (alto, medio o bajo), según el promedio del rango de todos los riesgos evaluados (promedio general de la columna Pxl) y lo ubicamos en la escala de calificación del riesgo general (Cuadro No. 12).

Tabla 16. Escala de calificación del riesgo general del proyecto

Alto	0,99 - 0,18
Moderado	0,17 - 0,05
Bajo	0,04 - 0,01

Paso 4:**Cuantificar las tasas de consumo y quemado, según RP65R11:**

Esta metodología ayuda a la gestión del proyecto por parte de propietarios y contratistas, a conocer el gasto aproximado por mes, durante la duración prevista del retraso generado en las actividades, esto se conoce como tasa de consumo.

¿Qué se debe incluir?

- Mano de obra directa
- Mano de Obra indirecta

Luego para poder determinar ítems por ítems o fases del proyecto, ejemplo, la preparación del sitio, se conoce como tasa de quemado. Esta estimación puede generarse en clase 5, tomando un rango amplio de cada actividad, a diferencia de la tasa de consumo que puede ingresarse como una distribución de tres puntos, en MCS.

tabla para estimación en porcentaje de índice, costo directos e indirectos.

Tabla 17. Información de costos del proyecto.

INFORMACIÓN DE COSTOS	
CAPÍTULO 1 (COSTOS DIRECTOS)	
Costo Directo de obra	
Ítem	Descripción
1	Preliminares
2	Cimentación
3	Estructura
4	Mampostería
5	Frisos
6	Pintura
7	Pisos y Acabados
8	Enchapes y muros
9	Aluminio y vidrio
10	Metálica
11	Aparatos y Accesorios
12	Red Acueducto - Sanitario - Gas

13	Carpintería Madera
Total costos de Obra	
Imprevistos de Obra	
TOTAL COSTOS DIRECTOS	
CAPITULO II (COSTOS INDIRECTOS)	
HONORARIOS DE ESTUDIOS Y DISEÑOS	
14	Diseño Hidráulico - Sanitario
15	Diseño de Redes de Gas
16	Diseño Planos
17	Control de Presupuesto
18	Diseño Eléctrico.
TOTAL HONORARIOS DE ESTUDIOS Y DISEÑOS	
LICENCIAS	
19	Cargo Fijo licencia de construcción; incluye radicación, norma urbana y publicación.
20	Cargo variable licencia de construcción; incluye propiedad horizontal.
TOTAL LICENCIAS	
SERVICIOS	
21	Amb (Acueducto Metropolitano de Bucaramanga)
22	EMPAS Empresa Sanitaria S.A
23	VANTI
TOTAL DE SERVICIOS	
GASTOS LEGALES	
24	Legales Notariales y Registro; incluye trámites de legalización.
ADMINISTRACIÓN	
25	Vr. Administración, incluye pagos de Oficina, Reiteica, IC, CC, IVA, RUP.
GASTO FINANCIERO INDIRECTO	
26	Vr. Gastos Financiero Indirecto
GASTOS DE VENTA	
27	Vr. Gastos de ventas; incluye publicidad.
31	Costo del Lote
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	
COSTO DEL PROYECTO	

Paso 5:**Planificación respuestas al riesgo:**

Cree un plan de contingencia, para determinar y documentar las respuestas al riesgo asumidas o planificadas.

Nota: Se debe tener en cuenta que no es un tratamiento ni una mitigación las respuesta se definen en gran parte el alcance en las estimaciones del impacto.

tabla, Plan de respuesta al riesgo.

Tabla 18. Matriz de Riesgo: Registro de riesgos, valoración y respuesta a riesgos.

Matriz de Riesgos: Registro de Riesgos, Valoración y Respuesta a Riesgos										
Código Riesgo	Categoría de Riesgo (RBS)	Descripción del Riesgo (Evento)	Referencia	Causas	Consecuencias	WBS	Valoración Riesgo			Plan de Respuesta
							Probabilidad	Impacto	Rango	
						1	0,5	0,4	0,20	
						1	0,3	0,4	0,12	
						1	0,5	0,1	0,05	
Riesgo General del Proyecto										
<small>RA: Riesgo de Administración de proyecto. RE: Riesgo Externo. RO: Riesgo Organizacional. RT: Riesgo Técnico.</small>										

Paso 6:**Cuantificar los impactos en el cronograma y los costos, según RP65-11:**

En este siguiente paso, se debe estimar e ingresar el cronograma y los impactos de costos de cada riesgo crítico, lo cual se puede hacer por medio de una estimación de 3 puntos con la función de distribución de probabilidad (ver tabla), reflejando la respuesta al riesgo.

comportamientos

a) **Cronograma;** el impacto causado considerando la respuesta al riesgo en cuanto a la duración, una de la consideraciones previas dentro del equipo de estimadores de la empresa es

conocer bien la ruta crítica, o red. < SI >, la confianza en la comprensión del impacto es baja, el rango de estimación de retraso es de 3 puntos.

Nota 1: El impacto es una combinación de costo dependiente del tiempo por retrasos en el cronograma.

b) Costo; Depende del tiempo, es el tiempo de demora del cronograma por la tasa de quemado.

Nota 2: El costo no depende del tiempo es un rango de gasto potencial considerando la respuesta al riesgo.

Complementación de RP 65 r-11, con la RP 44R-08, esta combinación como se nombra anteriormente, el valor esperado se ha utilizado habitualmente para la toma de decisiones y la gestión de riesgo. en su forma más básica, el valor esperado puede expresarse como sigue:

Valor esperado = probabilidad que se produzca el riesgo x impacto en el proyecto si se produce el riesgo.

Nota: El valor esperado integrado tiene ventajas adicionales sobre los métodos basados en CPM, en situaciones específicas, se debe disponer de un calendario CPM de alta calidad, (**La aplicación de esta RP, no requiere a detalle CPM**), normalmente no disponen de un camino crítico para la clasificación 5 y 4 que se han desarrollado en la estimación dentro de esta RP113R-20.

La integración del costo y cronograma se debe utilizar una evaluación explícita de los impactos combinados del coste y el calendario de un riesgo en relación con las *reacciones potenciales al riesgo* (y sus pérdidas y ganancias asociadas de coste y calendario en relación con los objetivos del proyecto)

Estimación del impacto si se produce el riesgo y seguimiento de los riesgos críticos.

Tabla 19. Límites críticos de desviación sugeridos para el seguimiento de los riesgos

Desviaciones críticas en el resultado final	
Resultado final (coste o beneficio)	Estimaciones conceptuales (clases AACE 3, 5 y 5)
Coste Δ de coste	± 0,5%
Δ Beneficio	± 5,0%

Un riesgo de calendario que no tenga un impacto importante en el costo, puede afectar significativamente a los beneficios, y habrá que tener en cuenta los flujos de costes de ingresos y gastos (por ejemplo, un cambio $>\pm 5,0\%$ en el valor actual neto es significativo).

Tabla 20. Límites críticos de desviación sugeridos para el seguimiento de los riesgos.

Evento de riesgo específico del proyecto		Rango de impacto de los costes (en millones de pesos)			Valor esperado (probabilidad x impacto)	Rango de impacto del programa (en semanas)			Valor esperado (probabilidad x impacto)
NO.	Descripción	Bajo	Lo más probable	Alta		Bajo	Más probable	Alta	
4	El deslizamiento de un talud durante la preparación del terreno para cimentación.	100 Millones	140 Millones	200 Millones	\$73	2.0	3.0	6.0	1.8
						¿Actividad(es)? Preparación del terreno			
						¿Crítica? El impacto que se muestra es para proyectar el cumplimiento del calendario			
						¿Paralelo? Impacto del riesgo n°6 para la contratación de equipos			
	Presunta reacción al riesgo	Aceptar (retirarse y dar tiempo a que la zona se drene/seca) o mitigar (movilizar equipos de bombeo y equipos para recuperar la zona).							

La figura 1 ofrece un ejemplo simplificado de la estimación de costes y el impacto en el calendario de un riesgo (que tiene una probabilidad de ocurrencia del 50%, suponiendo una distribución de probabilidad triangular).

Paso 7:**Integra las salidas del modelo paramétrico en el modelo EV (Esto crea el híbrido):**

La herramienta EV se configurará para realizar el cálculo del EV del costo y del impacto de la duración del cronograma de cada riesgo (probabilidad por impacto). En MCS, los resultados de la simulación para cada riesgo, o el subtotal de varios riesgos, se pueden capturar de forma independiente si se desea.

El método del valor esperado es recomendado para cuantificación de riesgos proyectos específicos, es decir, eventos y condiciones o riesgos dependientes. Si bien puede ser utilizado en cuantificación de riesgos sistémicos, lo cual el costo puede ser utilizado para determinar las distribuciones probabilísticas de contingencias y administración de reservas.

- Contingencias: se utiliza cuando las condiciones o eventos para los cuales el estado, la ocurrencia o el efecto es incierto y la experiencia muestra que probablemente resulte. algo que la empresa cotidianamente se basa en juicios pasados o experiencia en proyectos las contingencias generalmente excluye:

- 1) Cambios importantes en el alcance en la especificación del producto final, capacidades, tamaños de edificios y ubicación del activo o proyecto.

- 2) Eventos extraordinarios como grandes huelgas y desastres naturales; Reservas de manejo.

- 3) Escalada y efectos cambiarios. Algunos de los elementos, condiciones o eventos para los cuales el estado, ocurrencia y / o efecto es incierto incluyen, pero no se limitan a, errores y omisiones de planificación y estimación, fluctuaciones menores de precios (que no sean escaladas

generales), desarrollos de diseño y cambios dentro del alcance y variaciones en las condiciones ambientales y de mercado

- **Reserva de Administración:** Un monto agregado a una estimación para permitir propósitos de administración discrecional fuera del alcance definido del proyecto, según se estima de otra manera. Puede incluir montos que están dentro del alcance definido, pero para los cuales la administración no desea financiar como contingencia o que no se pueden administrar de manera efectiva utilizando contingencia.

Valor esperado = Probabilidad de que ocurra el riesgo por impacto SI OCURRE.

El valor esperado requiere un conocimiento y una competencia significativos para analizar la naturaleza de los riesgos, la probabilidad de que ocurran y sus impactos potenciales.

Ventajas:

- No requiere que el equipo cambie su método de análisis de riesgo conceptual (P x I) entre el análisis de decisiones, el cribado de riesgos y los pasos de control (es los hallazgos de P e I son los mismos en el cribado que para la cuantificación del riesgo).
- Puede proporcionar una estimación de contingencia en el nivel de confianza medio sin utilizar SCV (sin embargo, se recomienda el uso de SCV).

Desventajas:

- El método, usado solo para el costo, no cuantifica explícitamente los impactos del cronograma y los usuarios pueden subestimar los impactos del costo dependiendo del tiempo.
- El método, usado solo, depende de la opinión subjetiva del equipo para cuantificar los riesgos sistémicos (o inherentes); es decir, es muy susceptible al sesgo de optimismo y debe usarse junto con el método paramétrico más objetivo y empírico según RP 113R-20 metodología a utilizar.

Identifica los tipos de categoría de riesgos: a. sistémico, b. específico, c. escalamiento. d. Residuales.

- Otro paso de identificación para el método de valor esperado es la determinación de los riesgos “críticos”.
- probabilidad de ocurrencia: el valor de probabilidad (por ejemplo, 50%) generalmente se trata como un riesgo binomial (en cada iteración de MCS, ocurre o no). Sin embargo, la entrada a la función binomial puede tratarse como una estimación de 3 puntos para abordar la incertidumbre y el sesgo del equipo sobre la ocurrencia (por ejemplo, bajo / más probable / alto de 40%, 50%, 60%).

Algunos pueden usar una distribución triangular donde el nivel de confianza del valor "alto" lo define el analista o la política (por ejemplo, el valor alto del equipo se trata como si fuera el p90, no el alto).

Resultado de estimación de tres puntos aplicado a tres proyectos desarrollados por la empresa.

Nota: la mayoría de empresas financian la contingencia al valor medio o p50 de la distribución. El proyecto se financió con un valor p más alto (p. Ej., P95%), la diferencia entre p50 (o media) y P95 a menudo se incluye como reserva de gestión.

Para el proyecto es importante que se tenga un impacto significativo en el desempeño general del capital de la empresa, el valor p, a menudo se establece en un nivel de confianza más alto (p. Ej., P70 a p90 dependiendo de la tolerancia al riesgo), según el ejercicio la empresa está recibiendo un nivel de confianza 95%

Recomendación: Para proyectos pequeños, los niveles altos y bajos del capital tenderán a equilibrarse, el financiamiento a menudo se establece en p50 o media.

En el caso de las carteras, a menudo se prefiere el valor medio de la financiación porque está ponderado por riesgo (se considera la asimetría) y porque solo los valores medios de las distribuciones del proyecto son aditivos; es decir, la p50 de la cartera no será igual a la suma de las p50 del proyecto.

Se debe tener en cuenta que este método puede proporcionar una distribución de salida de costos para cada riesgo (incluida la distribución de entrada para los riesgos sistémicos). Si bien los productos medios (valores esperados) se pueden sumar para cada riesgo para llegar a un resultado promedio general o valor esperado, no se pueden sumar los otros rangos (por ejemplo, p90).

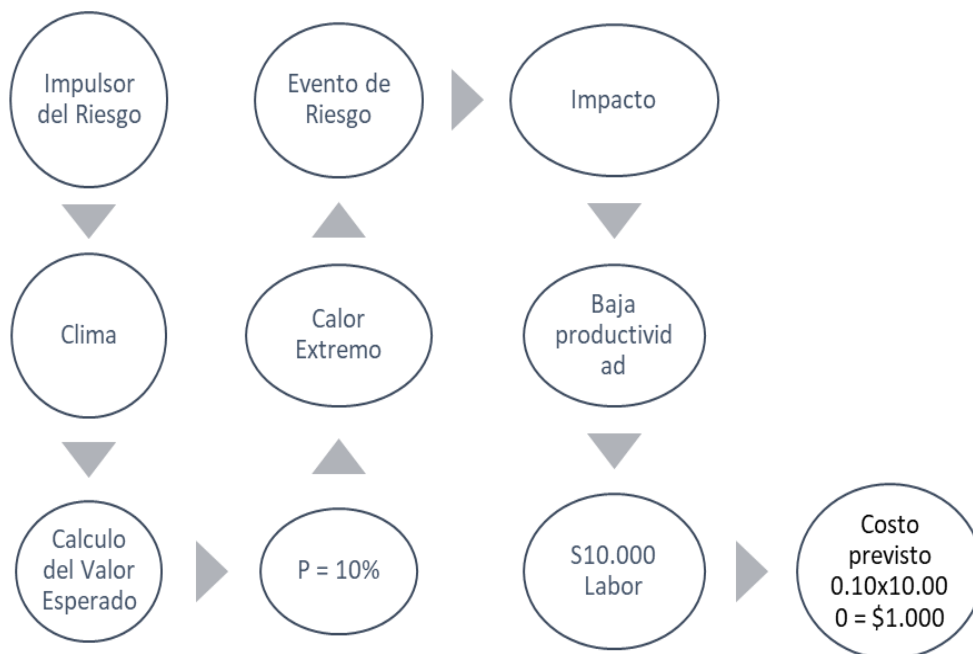


Figura 6. Ejemplo de cálculo del valor esperado.

Ejercicio de aplicación de los pasos 7 y 8, en base a la información anteriormente anunciada, caso de estudio proyecto comercialización desarrollo inmobiliario.

Una vez realizado el proceso de aplicación técnica de la RP 113R-20, descrita anteriormente, el objetivo de esta monografía, es que sirva de guía, a los profesionales encargados de las estimaciones de costo y cronograma en los proyectos de desarrollo y comercialización inmobiliaria, dando claridad a los conceptos expuestos y demostrar, a su vez de forma rápida, clara y sencilla, la metodología los costos y cronogramas de riesgos analizados las estimaciones de contingencia usando una combinación o híbrido de modelos de riesgos paramétricos y análisis del valor esperado de costos y cronogramas integrados con métodos de simulación de Monte Carlo. P+EV (Práctica del Valor Esperado) se utiliza como designación abreviada de la combinación. de las RP 42R-08 (Análisis De Riesgos Y Determinación De Contingencias Mediante Estimación Paramétrica), RP 44R-08 (Análisis De Riesgos Y Determinación De Contingencias Utilizando El Valor Esperado), y RP 65 R-11 (Análisis De Riesgo Integrado De Costos Y Cronogramas Y Determinación De Contingencias Utilizando El Valor Esperado).

La comercialización de proyectos inmobiliarios por parte de la empresa, se elige la zona de influencia del casco urbano de girón - Santander, donde se han desarrollo tres (3) proyectos de obra civil vertical, la empresa busca conocer por medio de esta implementación, seguir invirtiendo en el campo inmobiliario para un nuevo desarrollo del proyecto denominado **MIRADOR DE LA RIBERA**, ubicado en la Calle 4 Sur No 18-51, Barrio Riberas del Río, teniendo en cuenta el análisis, la viabilidad en la etapa temprana del ciclo del activo, al momento de presentarse una oportunidad de negocio de inversión, para determinar la decisión previa, si se sigue adelante o se desiste del proceso.

Se identifican y clasifican los riesgos y la probabilidad de impacto, evaluando el riesgo crítico, se utilizará una distribución trigén de 3 puntos para un intervalo de confianza del 80%, ingresando los valores paramétricos p10, p50, p90, estos tres niveles de confianza, para el caso de la empresa se estable **P50**, por su tamaño.

Tabla 21. Estimación paramétrica tres puntos aplicado a proyectos comercializados.

Estimación de tres puntos				
	PROYECTO	VALOR TOTAL	M2	VALOR M2
OPTIMISTA	DIMITRI	\$ 270.675.324	225	\$ 1.203.001
MÁS PROBABLE	ALTO VIENTO	\$ 748.392.002	200	\$ 1.496.784
PESIMISTA	MAIA II	\$ 370.327.406	240	\$ 1.543.031

Elemento	Optimista	Más probable	Pesimista	Estimado	Desviación St.	Varianza	
Complejo Aptos Maia	\$ 1.203.001	\$ 1.496.784	\$ 1.543.031	\$1.308.636,77	-\$ 7.708	\$ 59.410.320,44	
TOTAL						\$ 1.308.636,77	
						Mínimo	\$ 1.300.928,96
Confianza 95%		Valor Total Maia			Máximo	\$ 1.316.344,58	
Mínimo	\$ 1.293.221,15	\$310.373.077					
Máximo	\$1.32.052,39	\$317.772.573			VALOR TOTAL MAIA		
						Mínimo	\$ 312.222.951
						Máximo	\$ 315.922.699


Tabla 22. Matriz de riesgo para proyecto mirador de la ribera.

PROYECTO: MIRADOR DE LA RIBERA										
Matriz de Riesgos: Registro de Riesgos, Valoración y Respuesta a Riesgos										
Código Riesgo	Categoría de Riesgo (RBS)	Descripción del Riesgo (Evento)	TIPO DE RIESGO	Causas	Consecuencias	WBS	Valoración Riesgo			Estrategia
							Probabilidad	Impacto	Rango	
RE01	TECNICO	(Si) Demoras en los permisos de legalización	SISTEMICO	Malos diseños arquitectónicos y civiles, falta de gestión documentos, no gestión de servicios públicos.	Demora en el cronograma con el inicio del proyecto, demandas.	1	0,5	0,4	0,20	MITIGAR
RT02	TECNICO	(Si) Inestabilidad del talud y posible asentamiento en casas colindantes en etapa de excavación	PARAMETRICO	Escoorrentia de aguas lluvias, deficiencia en la ejecución y resultados de los estudios de suelos, alto nivel de excavación de sótanos	Multas, demandas, atraso en etapa de excavaciones, sobrecostos en diseños, arreglos de los daños generados en los predios colindantes, posibles pérdidas humanas.	1	0,3	0,4	0,12	MITIGAR
RT03	TECNICO	(Si) inundación en etapa de excavaciones	SISTEMICO	Deficiencia y ausencia en los equipo para bombear agua, ejecución de etapa de excavaciones en época de lluvias, mala topografía del terreno.	Atraso en el cronograma de obra, se genera un imprevisto para el presupuesto con aumento en mano de obra y equipos.	1	0,5	0,1	0,05	ACEPTAR
RE04	TECNICO	Modificación de especificaciones de la casa matriz del asesor.	PARAMETRICO	Cambios de especificaciones (dimensiones), avance tecnológico.	Sobrecostos, Atrasos, Ajustes en obra.	1	0,1	0,2	0,02	MITIGAR
RE02	EXTERNO	(Si) Falta de mano de obra calificada	SISTEMICO	Baja oferta de personal para este tipo de trabajos, Inexperiencia o falta de conocimiento de quienes aceptan el trabajo, falta de oferta de mano de obra calificada y no calificada, programación inadecuada.	sobrecosto en presupuesto, accidentes laborales, retrasos de cronograma, falta control, disminución de la calidad del producto final.	2	0,7	0,4	0,28	MITIGAR
RE03	EXTERNO	(Si) Fluctuación de precios y escases de materiales	PARAMETRICO	Condicion socio-política del país, error en la estimación de fluctuación de costos, cambios de especificaciones, alta oferta inmobiliaria,	sobrecosto en presupuesto, falta control, disminución de la calidad del producto final.	2	0,3	0,4	0,12	ACEPTAR
RE04	EXTERNO	(Si) Demora de importaciones de equipos en obra	PARAMETRICO	Debido al problema de salud publica las empresas fabricantes tuvieron una escases de actividades.	Retrasos en la entrega final del proyecto y el cierre del proyecto, sobrecosto en imprevistos.	2	0,1	0,8	0,08	ACEPTAR
RE05	EXTERNO	(Si) Falta de ventas debido a la crisis económica producto del virus Covid-19 e incumplimiento en promesas de	SISTEMICO	Debido al problema de salud publica, la crisis económica, el desempleo, la cuarentena obligatoria, la crisis sociopolítica del país.	Genera endeudamiento con entidad bancaria. No alcanza a ver el punto de equilibrio del edificio.	3	0,9	0,8	0,72	ACEPTAR
Riesgo General del Proyecto									1,59	
RA: Riesgo de Administración de proyecto.										
RE: Riesgo Externo.										
RO: Riesgo Organizacional.										
RT: Riesgo Técnico.										

Se hace la siguiente estimación de tres puntos, paramétrica, de los proyectos inmobiliarios desarrollados por la compañía. calculando por medio de índice por m², para conocer el valor estimado de inversión.

Tabla 23. Estimación paramétrica por índice m² costo total proyecto.

DIMENSIONES FÍSICAS		
Dimensiones	Proyecto Nuevo	Proyecto Anterior
NÚMERO DE APTO	5	10
Área (m ²)	48	55
Costo	¿	\$ 748.392.002,00
Parámetro	\$ 1.360.712,73	M2
Costo Proyecto Nuevo	\$ 326.571.055,42	VALOR APROXIMADO



Ejecución la simulación MCS:

Esta herramienta P+EV es fundamental para el desarrollo del proceso lo cual se configura para sumar todos los impactos de cronograma y costo para los riesgos sistémicos y críticos. A continuación se ejecutará el MCS, donde se generarán las distribuciones de costos y cronogramas generales.

Nota 1: Para determinar el costo general y programar la contingencia los impactos de riesgo específicos del proyecto en el método EV se basan en respuestas de riesgo asumidas que consideran el intercambio de costo/cronograma, los resultados del costo y el cronograma están integrados.

Para aplicar el método paramétrico y EV en un solo modelo para MCS. A continuación se resume la aplicación híbrida P+EV en formato de diagrama de flujo.

Nota 2: Tenga en cuenta que la entrada del modelo paramétrico de riesgos sistémicos en el modelo EV con MCS se muestra en la última fila.

El escalado no está incluido en el método, P+EV, pero se muestra aquí para ilustrar que las distribuciones de costos y cronogramas se pueden usar como entradas para una herramienta de escalado probabilístico.

Situación de la empresa para determinar el valor esperado, a continuación se tiene tres escenarios donde la empresa debe tomar la mejor decisión en su fases tempranas, según ciclo de vida del proyecto.

Escenario 1. Situación actual de subsidios para vivienda de interés social por parte del estado, asignado por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. para el año 2022, No se otorgará para la vigencia año 2023.

Escenario 2. Se otorgarán para la vigencia del primer semestre parcialmente los subsidios del año 2023.

Escenario 3. Sigue la reactivación económica del país, apoyado por el estado, en el campo de la construcción, los subsidios de vivienda (VIS), continúan totalmente para todo el año 2023.

La empresa analiza tres opciones teniendo en cuenta su continuo flujo de caja.

Opción 1. Cambiar la actividad de construir y comercial los inmuebles verticales a casas pequeñas de vivienda rural.

Opción 2. Construir casas residenciales para venta a privados.

Opción 3. Seguir construyendo edificios verticales, para la comercialización de sus proyectos inmobiliarios, a personas que apliquen a subsidios de vivienda de interés social. matriz de utilidad esperada. utilizando método de valor esperado. la empresa escoge la mejor oferta que le convenga, teniendo en cuenta su margen de utilidad.

Tabla 24. Estimación paramétrica por índice m² costo total proyecto comercializado.

Situación Real Comercialización de Inmuebles.	VALOR DE VIVIENDA	Numero casas/ Edificios
Escenario 1. Situación actual de subsidios para vivienda de interés social por parte del estado, asignado por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. para el año 2022, No se otorgará para la vigencia año 2023.	\$ 95.000.000,00	3
Escenario 2. Se otorgarán para la vigencia del primer semestre parcialmente los subsidios del año 2023. recibe porcentaje de utilidad 10%	\$ 220.000.000,00	2
Escenario 3. Sigue la reactivación económica del país, apoyado por el estado, en el campo de la construcción, los subsidios de vivienda (VIS). continúan totalmente para todo el año 2023. Recibe porcentaje de utilidad 15%	\$ 800.000.000,00	1

La empresa analiza tres opciones teniendo en cuenta su continuo flujo de caja	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Porcentaje
Opción 1. Cambiar la actividad de construir y comercial los inmuebles verticales a casas pequeñas de vivienda rural	\$285.000.000	\$313.500.000	\$327.750.000	Utilidad
Opción 2 Construir casas residenciales para venta a privados.	\$440.000.000	-\$396.000.000	-\$374.000.000	Impuesto
Opción 3. Seguir construyendo edificios verticales, para la comercialización de sus proyectos inmobiliarios, a personas que apliquen a subsidios de vivienda de interés social.	\$800.000.000	-\$600.000.000	-\$560.000.000	Impuesto

PROBABILIDAD 1, ESCENARIO	0,1	
PROBABILIDAD 2, ESCENARIO	0,6	
PROBABILIDAD 3, ESCENARIO	0,3	
EV. Escenario 1	\$ 28.500.000,00	Opcion 1.
EV. Escenario 2	\$ 188.100.000,00	
EV. Escenario 3	\$ 98.325.000,00	
	\$ 314.925.000,00	
EV. Escenario 1	\$ 44.000.000,00	Opcion 2.
EV. Escenario 2	-\$ 237.600.000,00	
EV. Escenario 3	-\$ 112.200.000,00	
	-\$ 305.800.000,00	
EV. Escenario 1	\$ 80.000.000,00	Opcion 3.
EV. Escenario 2	-\$ 360.000.000,00	
EV. Escenario 3	-\$ 168.000.000,00	
	-\$ 448.000.000,00	
		opcion a escoger

Aplicación modelo paramétrico ejercicio caso de estudio.

Análisis de la estimación paramétrica, la planificación se está teniendo un retraso respecto al cronograma por un porcentaje más probable 21% y en el crecimiento del costo de p50 son del 19%. de esta manera la empresa cuenta con datos rápidos, sencillos para tomar decisiones dentro de sus fases tempranas.

Tabla 25. Estimación paramétrica por índice m² costo total proyecto comercializado.

CRECIMIENTO DEL COSTE			
CONDUCTOR DE RIESGO	INGRESAR PARÁMETRO (a)	COEFICIENTE (b)	a*b
CONSTANTE			-30,5
ALCANCE	3		
PLANIFICACIÓN	4		
INGENIERÍA	3		
DEFINICIÓN DEL ALCANCE	3,3	9,8	32,7
NUEVA TECNOLOGÍA	0%	0,12	0,0
GRAVEDAD DEL PROCESO	1	1	1
COMPLEJIDAD	3	1,2	3,6
BASE SUBTOTAL (Antes de ajustes)			6,8
AJUSTES	¿Estrategia Ejecutiva Completa?	No	
Desarrollo de equipos	0		4,0
Precio Fijo	10%		
BASE TOTAL (Antes del ajuste de sesgo; redondeado al número entero.			11
Parcialidad			
CONTINGENCIA DE COSTOS SISTÉMICOS (Según la probabilidad de Insuficiencia)			
SIGNIFICAR			11%
10%			-10%
50%			9%
70%	Introducir nivel P de financiación (incrementos del 10%)		19%
90%			37%
CRONOGRAMA DE EJECUCION DURACION LIBRO			
CONDUCTOR DE RIESGO	VALOR PARAMÉTRICO (a)	COEFICIENTE (b)	a*b
CONSTANTE			-23,5
DEFINICIÓN DEL ALCANCE	3,3	9,6	32
NUEVA TECNOLOGÍA	0%	0,1	0,0
GRAVEDAD DEL PROCESO	1	0,5	0,5
COMPLEJIDAD	3	0,5	1,5
SUBTOTAL BASE (Antes de Ajustes)			10,5
AJUSTES			
Base de programación			
BASE TOTAL (Antes del Ajuste de sesgo; redondeado al número entero)			11
Parcialidad	Bajo		3
CONTINGENCIA DE DURACIÓN DEL CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL SISTEMA			
SIGNIFICAR			14%
10%			1%
50%			13%
80%	< Introducir nivel P de financiación (incrementos del 10%)		21%

90%		24%

Tabla 26. Estimación paramétrica por índice m² costo total proyecto comercializado.

Aplicación del modelo P+EV.

1) Base	<table border="1"> <tr><td>Costo Estimado</td><td>\$ 448.000.000,00</td></tr> <tr><td>Duración (mes)</td><td>8</td></tr> </table>	Costo Estimado	\$ 448.000.000,00	Duración (mes)	8																	
Costo Estimado	\$ 448.000.000,00																					
Duración (mes)	8																					
2) Riesgo Crítico	<table border="1"> <tr><th>Entrada de Riesgo Crítico</th><th>Probabilidad</th><th>Datos Matriz de Riesgo</th></tr> <tr><td>La falta de ventas debido a la crisis, actual de estado y covid 19</td><td>0,72%</td><td>RT02</td></tr> <tr><td>Demoras en los permisos de Legalización</td><td>0,20%</td><td>RE01</td></tr> <tr><td>Inundación etapas de excavación</td><td>0,05%</td><td>RT03</td></tr> <tr><td>Riesgo Sistémico</td><td>100%</td><td></td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">\$/ Mes</td><td></td></tr> </table>	Entrada de Riesgo Crítico	Probabilidad	Datos Matriz de Riesgo	La falta de ventas debido a la crisis, actual de estado y covid 19	0,72%	RT02	Demoras en los permisos de Legalización	0,20%	RE01	Inundación etapas de excavación	0,05%	RT03	Riesgo Sistémico	100%		\$/ Mes					
Entrada de Riesgo Crítico	Probabilidad	Datos Matriz de Riesgo																				
La falta de ventas debido a la crisis, actual de estado y covid 19	0,72%	RT02																				
Demoras en los permisos de Legalización	0,20%	RE01																				
Inundación etapas de excavación	0,05%	RT03																				
Riesgo Sistémico	100%																					
\$/ Mes																						
3) Tasa Consumo	<table border="1"> <tr><td>General</td><td>\$ 10.000.000,00</td><td>Durante el tiempo de retraso, estimado por la empresa</td></tr> <tr><td>Contrato Principal</td><td>\$ 40.000.000,00</td><td>Se usa a continuación, pero puede anularse para cada riesgo, asignado Empresa</td></tr> </table>	General	\$ 10.000.000,00	Durante el tiempo de retraso, estimado por la empresa	Contrato Principal	\$ 40.000.000,00	Se usa a continuación, pero puede anularse para cada riesgo, asignado Empresa															
General	\$ 10.000.000,00	Durante el tiempo de retraso, estimado por la empresa																				
Contrato Principal	\$ 40.000.000,00	Se usa a continuación, pero puede anularse para cada riesgo, asignado Empresa																				
4) Riesgo sistémico (Transferido de la herramienta paramétrica)																						
	<table border="1"> <thead> <tr><th>Duración</th><th>Meses</th><th>Costo %</th><th>Costo \$</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>p10</td><td>1%</td><td>-10%</td><td>\$ 44.352.000,00</td></tr> <tr><td>p50</td><td>13%</td><td>9%</td><td>\$ 39.424.000,00</td></tr> <tr><td>p90</td><td>24%</td><td>37%</td><td>\$ 166.760.000,00</td></tr> <tr><td>Programar Meses (EV)</td><td>3,1816</td><td>Costo (EV)</td><td>\$ 69.191.360,00</td></tr> </tbody> </table>	Duración	Meses	Costo %	Costo \$	p10	1%	-10%	\$ 44.352.000,00	p50	13%	9%	\$ 39.424.000,00	p90	24%	37%	\$ 166.760.000,00	Programar Meses (EV)	3,1816	Costo (EV)	\$ 69.191.360,00	<p>Los resultados porcentuales de 3 puntos para el retraso en el cronograma y el crecimiento del costo se transfieren del modelo paramétrico y se multiplican por el costo base.</p>
Duración	Meses	Costo %	Costo \$																			
p10	1%	-10%	\$ 44.352.000,00																			
p50	13%	9%	\$ 39.424.000,00																			
p90	24%	37%	\$ 166.760.000,00																			
Programar Meses (EV)	3,1816	Costo (EV)	\$ 69.191.360,00																			
5) Riesgo críticos: (Solo se muestra uno: misma tabla de trabajo para cada riesgo)		Nota: Los resultados son probabilidad por impacto																				
Respuesta a los riesgos	1. CONTAR CON UN PLAN DE MERCADEO Y PUBLICIDAD QUE IMPULSE LA VENTA DEL PROYECTO 2. PENALIZAR ECONOMICAMENTE A LOS COPROPIETARIOS POR INCUMPLIMIENTO EN CONTRATO DE COMPRAVENTA																					
Impacto del cronograma	Meses	Impulsado por Tiempo \$ / Mes	No controlado por el tiempo \$																			
Bajo	1,0	General \$ 10.000.000,00	Bajo \$ 100.000.000,00																			
Más Probable	1,5	Principal \$ 40.000.000,00	Más Probable \$ 150.000.000,00																			
Alto	2,00	Velocidad Consumo \$ 50.000.000,00	Alto \$ 250.000.000,00																			
Programar meses (EV)	0,3	Impulsado por Tiempo \$EV \$ 15.000.000,00	No controlado por el tiempo \$EV \$ 75.000.000,00																			
	Meses																					
Contingencia media	3,4816	< \$ de sistémicos + impacto críticos de riesgo específico del proyecto >																				
Total INCL. BASE (MEDIA)	11,4816	< \$ de valores base y respectivos impactos >																				
			\$ 159.191.360,00																			
			\$ 607.191.360,00																			
SALIDAS Tablas de Contingencia																						
COSTO		Costo total	Contingencia																			
	10%																					
	20%																					
	30%																					
	40%																					
	50%																					
	60%																					
	70%																					
	80%																					
	90%																					
PROGRAMACION		Duración Total	Contingencia																			
	10%																					
	20%																					
	30%																					
	40%																					
	50%																					
	60%																					
	70%																					
	80%																					
	90%																					

Análisis de Discusión

Para que se de una toma de decisiones se necesita que estén presentes los stakeholders, que deben elegir la alternativa a seguir, estas acción a seguir, mínimamente deben ser 2 para que pueda darse la elección o decisión. teniendo en cuenta el criterio, del modelo paramétrico, EV, modelo MSC, e híbrido según la práctica recomendada 113R-20.

En términos formales, decidir o tomar una decisión es elegir de entre varias alternativas, la mejor, basados en la información con que se cuenta dentro de las variables a resolver, cuando se tiene que realizar una toma de decisiones inicialmente se debe diferenciar cuáles variables o contingencias se pueden controlar (variables de decisión) y cuáles variables no (estados de la naturaleza o eventos), estas últimas son factores externos que influyen en la situación de análisis.

Tabla 27. Clasificación tipo decisión de la empresa.

Clasificación Tipo Decisión de la Empresa		
Condiciones de Certeza	Resultados, estudios, modelos; claros, exactos y completos	Bajo
Condiciones de Riesgo	Probabilidad de Ocurrencia	Medio
Condiciones de Incertidumbre	Probabilidad de Ocurrencia	Alto

- Decisiones en condiciones de certeza. Son aquellas que se toman cuando se dispone de información clara, exacta y completa sobre el tema, lo que hace que la alternativa elegida sea segura y con muy poco riesgo.
- Decisiones en condiciones de riesgo son las decisiones que se toman con información parcial sobre el tema, es decir que se dispone de información pero ésta no es del todo exacta y se tiene probabilidades de ocurrencia, por tanto la elección que se tome, tendrá un riesgo asociado.
- Decisiones en condiciones de incertidumbre. En condiciones de incertidumbre, el decisor no tiene conocimiento de los resultados de ninguno de los estados de la naturaleza y/o es costoso

obtener la información necesaria. En tal caso, la decisión depende netamente del tipo de personalidad que tenga el decisor, como consecuencia el riesgo es muy alto

a. Estimación de clase: Según su nivel de madurez aplicado en la empresa, donde la decisión inicial será evaluada por el propietario, dueño y accionista.

- **CLASE 5 :** El rango evaluado varía \pm , 20% y un 50%, de la fase de estimación, FEL 1, que depende de la ingeniería detalle, lista de entregables iniciales preparando la información actual de la empresa, basados en métodos estadísticos para uso final.

- **CLASE 4:** Dentro del flujo de procesos de la empresa se inicia a una ingeniería básica de detalle, con una información más clara, aportado por la experticia de los involucrados del proyecto.

De esta manera se deja claro la metodología y procesos a utilizar teniendo en cuenta su nivel de detalle que parte la empresa y madurez con del proyecto a iniciar en la modalidad tradicional, lo que buscamos con esta RP es medir la capacidad de gestión, la complejidad previa del proyecto, explorar los mercados, viabilidad inicial, de rentabilidad económica si esta ejecutable, dependiendo del estimado o presupuesto teniendo en cuenta la línea base según las prácticas RP 113R-20, para que finalmente se tome la de decisiones de gestión, en coste real, desde la planificación previa, seguimiento, control, evaluación. según la RP 42R-08, donde nos ayuda a identificar el método, en su nivel de madurez.

Se presenta la matriz actual de riesgo que toma la empresa en planeación previa al desarrollo del proyecto.

Sin embargo hay que tener en cuenta que un atributo del sistema del proyecto (es decir, un riesgo sistémico) puede cambiar o ser cambiado, después del análisis de riesgos. Sin embargo, en el método P+EV, los estados futuros inciertos del sistema no se califican ni se acreditan.

Cualquier cambio planificado o previsto en el sistema del proyecto (es decir, una mitigación) se analiza como un riesgo específico del proyecto que puede o no ocurrir y puede o no ser efectivo. Por ejemplo, el sistema de control del proyecto en el momento del análisis puede ser deficiente, pero está prevista la implementación de un nuevo sistema durante el proyecto. En este caso, el riesgo sistémico es la calificación del estado actual del sistema, y la implementación del nuevo sistema de control es una oportunidad con cierta probabilidad de que se implemente y sea eficaz con alguna supuesta mejora de costo y/o del cronograma (sin embargo, es poco probable que estos cambios sean críticos).

Conclusión

- La siguiente monografía, establece los parámetros técnicos, metodológicos, en las fases tempranas de los proyectos, en la determinación fundamental a la toma de decisiones, si el proyecto es viable, partiendo de una ingeniería al detalle básica.
- La evaluación de riesgo dentro del proyecto se presta para que las empresas desarrollen talleres de lluvias de ideas o entrevistas tradicionales y que puedan modelar de manera realista utilizando métodos EV, que solo cuantifican los riesgos críticos específicos del proyecto, aquellos con potencial de un impacto material en el éxito del proyecto, es decir probabilidad multiplicada por el impacto con MCS.
- La empresa pueda que recupere o estime el impacto al cronograma, de una respuesta al riesgo rápida y menos costosa, si la gerencia no está segura de la respuesta, dentro de esta monografía la combinación de las prácticas recomendadas, 42R-08, 44R-08, 65R-11, le ayudarán a determinar, evaluar, cuantificando el impacto en el cronograma y costos. Por medio del EV, MCS, Modelos paramétricos.
- La aplicación de la práctica recomendada ayudará a la empresa y sus profesionales a desarrollar y seleccionar los métodos apropiados para la buena toma de decisiones, en situaciones previstas y no previstas, entendiendo de que ningún método a qui aplicado es mejor que el otro tomado de manera individual, solo la integración de RPs, en el análisis de riesgo de costos y cronograma, utilizando un enfoque híbrido, combinando los métodos paramétricos y de valor esperado.

Referencias Bibliográficas

AACE International. (2020). *Recommended Practice No. 100R-19: Contract change management - As applied in engineering, procurement, and construction VI*. AACE International.

AACE International. (2022). *Recommended Practice 10S-90: Cost Engineering Terminology*, AACE International. AACE International.

López T., J. (6 de Abril de 2021). *Gestión del Cambio en los Proyectos*. Obtenido de OPM Integral: <https://opmintegral.com/gestion-del-cambio-organizacional/gestion-del-cambio-en-los-proyectos/>

Waddell, H. (28 de diciembre de 2020). *La gestión de cambios o variaciones en los proyectos de infraestructura*. Obtenido de Pinsent Masons: <https://www.pinsentmasons.com/es-es/out-law/guia/cambios-o-variaciones-infraestructuras>

Anexos

Apéndice A.

Práctica recomendada AACE RP 113R – 20 adaptada al español

Nota: El presente escrito corresponde a la traducción al español realizada de la práctica recomendada AACE RP 113R – 20

Introducción

1.1. Alcance

Esta práctica recomendada (RP) de AACE internacional (AACE) define las prácticas y consideraciones generales para el análisis de riesgo integrado de costos y cronogramas y la estimación de la contingencia utilizando una combinación o un híbrido del modelo paramétrico del riesgo y el análisis del valor esperado integrado de costos y cronogramas con métodos de simulación de Monte Carlo. P+EV (Práctica del Valor Esperado) se utiliza como una designación abreviada para la combinación. En esta RP, EV siempre se refiere al valor esperado (No al valor ganado). Los métodos básicos se tratan por separado en RP 42R-08 (Análisis de Riesgo Y Determinación De Contingencias usando Estimaciones Paramétricas), RP 44R-08 (Análisis De Riesgos Y Determinación De Contingencias usando Valor Esperado), y RP 65R-11 (Análisis De Riesgo y Determinación de Contingencias Integrado De Costo Y Cronograma usando Valor Esperado) respectivamente [1,2,3]. Estas RPs deben ser revisadas para conocer los detalles de los respectivos métodos; esta RP se centra en cómo utilizarlos en combinación. Las descripciones de otras prácticas de cuantificación de riesgos recomendadas pueden encontrarse en el Documento De Orientación Profesional PGD-02 de AACE, Guía para el Análisis Cuantitativo de Riesgos [4].

El método P+EV es un método práctico, adecuado y basado en el riesgo, cuyo objetivo es apoyar la necesidad de la dirección de distribuir de forma integrada los posibles resultados de los

costos y el cronograma del proyecto para apoyar la toma de decisiones de inversión y a partir de los cuales se pueden establecer contingencias y reservas. Se centra en el costo final y la fecha de finalización. Este no es un método ideal para comprender el riesgo a un nivel más detallado, como cuál podría ser el impacto del riesgo en un hito intermedio del cronograma o en un elemento de la EDT. Para un análisis y una comprensión tan profundos, se recomienda la combinación híbrida del método paramétrico con el método de programación de ruta crítica basado en el riesgo (es decir, P+CPM) (117R-21 [5])

1.2. Objetivo.

El objetivo de este documento de referencia es proporcionar directrices, no una norma, para la estimación de contingencias que la mayoría de los profesionales consideran como buenas prácticas en las que se puede confiar y que recomendarían que se considerarían para su uso cuando fuera aplicable. Existe una variedad de metodologías útiles de análisis de riesgos y estimación de contingencias; este documento de referencia ayudará a guiar a los profesionales a desarrollar o seleccionar los métodos adecuados para su situación.

Es una recomendación de la AACE que, siempre que se utilice el término *riesgo*, se defina claramente su significado a los propósitos de la práctica. El método de modelo paramétrico descrito aquí cuantifica el impacto de los riesgos sistémicos (definidos en esta PR) que incluyen tanto amenazas como oportunidades y, desde una perspectiva cuantitativa, son incertidumbres; es decir, como medidas de atributos o hechos sobre un sistema de proyecto, la probabilidad de ocurrencia es del 100%. El método del valor esperado se centra en los riesgos críticos específicos del proyecto que incluyen tanto amenazas como oportunidades y pueden ser incertidumbres (como se ha descrito anteriormente) o eventos de riesgo (es decir, riesgos contingentes) para los que la probabilidad de ocurrencia es inferior al 100%

1.3. Antecedentes.

El método integrado o híbrido de cuantificación de los riesgos de costos y de cronograma que se contempla en esta RP combina el modelado paramétrico de los riesgos sistémicos (paramétricos) y el valor esperado con el modelado de simulación de Monte-Carlo (EV con MCS) de los riesgos específicos del proyecto. P+EV se utiliza como una designación abreviada para la combinación. Los métodos componentes se abordan en las RP 42R-08, 44R-08 y 65R-11 respectivamente. Se combinan dos métodos porque ninguno es óptimo para cuantificar los riesgos sistémicos como los específicos del proyecto. El modelo paramétrico ofrece una aportación empírica a la cuantificación de los riesgos que en gran medida no existe con el MCS puro. La MCS es necesaria en esta combinación híbrida para modelar la parte del EV e integrar los resultados de los análisis. Solo los valores medios de los resultados de los métodos son adaptativos (por ejemplo, el costo o la duración global con un nivel de confianza p70 no es la suma de los valores p70 de los análisis por separado). La figura 1. Ilustra el concepto híbrido:

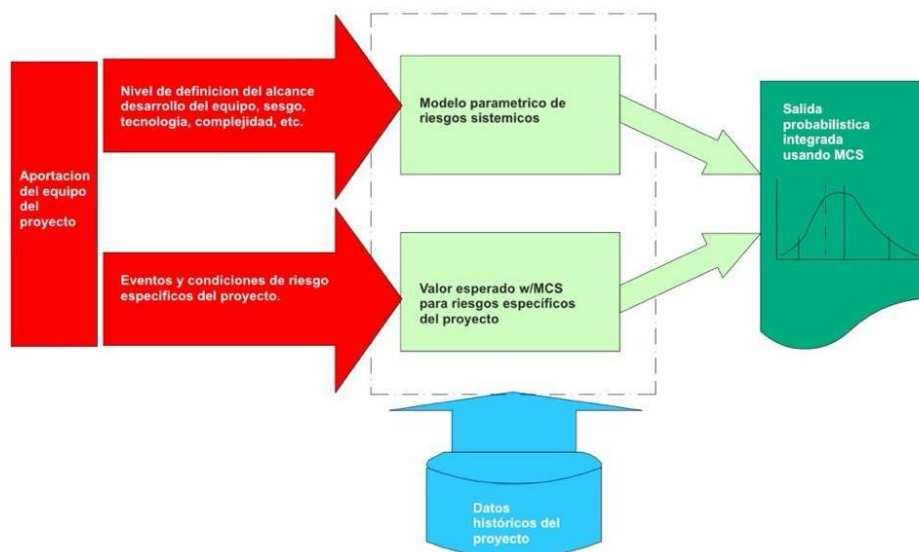


Figura 1 : Método híbrido paramétrico y EV con MCS (P+EV)

Los riesgos sistémicos son aquellos que tienen relaciones sistemáticamente predecibles con los resultados de crecimiento del costo y el calendario del proyecto en general[6]. El término sistémico implica que el riesgo es un artefacto del sistema del proyecto. Es decir, la cultura, las capacidades, las competencias, la toma de decisiones, la complejidad, el nivel de tecnología, etc. Esto incluye también las incertidumbres del proceso de estimación y programación (por ejemplo, las tasas, el cálculo de la cantidad, las productividades, las tasas de producción, etc.) Algunos los llaman riesgo inherente o de fondo o incertidumbre general. Los riesgos sistémicos son dominantes en los proyectos mal definidos y/o en los sistemas débiles de los proyectos; de ahí que el método paramétrico sea ideal para las estimaciones de las primeras fases. Los impactos del riesgo sistémico se modelan mejor sobre la base de la investigación empírica de proyectos anteriores; es decir, la regresión lineal multivariable (MLR) o un análisis similar (por ejemplo, el aprendizaje automático) de los datos históricos sobre los impulsores del riesgo y sus impactos en el costo y el cronograma (RP 42R-08 y, por extensión, este RP solo abordan la MLR).

Los riesgos específicos del proyecto (PS) son aquellos que no tienen relaciones predecibles y sistemáticas con los resultados, es decir, son específicos del proyecto. Por lo general, estos son eventos o condiciones de riesgo, aunque también pueden incluir incertidumbres específicas del proyecto (por ejemplo, la variabilidad climática). La evaluación de los riesgos específicos del proyecto se presta a los tradicionales talleres de lluvia de ideas o entrevistas y se puede modelar de forma realista utilizando métodos EV (es decir, probabilidad multiplicada por el impacto con MCS). En el método EV, solo se cuantifican los riesgos críticos específicos del proyecto, es decir, los que tienen un potencial impacto material en el éxito del proyecto. La mayoría de los riesgos en un registro de riesgos no cumplen con este criterio. En el caso de estos riesgos críticos, el análisis cuantitativo garantiza en primer lugar que se comprende bien la naturaleza del riesgo (por ejemplo,

¿si se entiende la causa, si se ha dado demasiado crédito a la eficacia de la mitigación, etc.?), Y se revisará la probabilidad de que se produzca y su impacto; es decir, la información de un registro de riesgos nunca se acepta ni se utiliza al pie de la letra.

Hay que tener en cuenta que un atributo del sistema del proyecto (es decir, un riesgo sistémico) puede cambiar o ser cambiado, después del análisis de riesgos. Sin embargo, en el método P+EV, los estados futuros inciertos del sistema no se califican ni se acreditan. Cualquier cambio planificado o previsto en el sistema del proyecto (es decir, una mitigación) se analiza como un riesgo específico del proyecto (un evento) que puede o no ocurrir y puede o no ser efectivo. Por ejemplo, el sistema de control del proyecto en el momento del análisis puede ser deficiente, pero está prevista la implementación de un nuevo sistema durante el proyecto. En este caso, el riesgo sistémico es la calificación del estado actual del sistema, y la implementación del nuevo sistema de control es una oportunidad con cierta probabilidad de que se implemente y sea eficaz con alguna supuesta mejora de costo y/o del cronograma (sin embargo, es poco probable que estos cambios sean críticos).

2. Práctica Recomendada

2.1 Pasos de la aplicación híbrida

Como se discutió, los RP 42R-08, 44R-08 y 65R-11 deben revisarse para conocer los antecedentes y los detalles de cada uno de los métodos subyacentes. Este no es un RP independiente. Los pasos para aplicar estos métodos en un enfoque combinado o híbrido P+EV se han resumido en varios artículos de AACE International, pero también en un texto completo sobre el método [7, 8, 9].

Los pasos de este proceso suponen que existen herramientas están implementadas para 1) el análisis paramétrico de los riesgos sistémicos y 2) para el análisis del valor esperado con MCS para los riesgos específicos del proyecto. En la mayoría de los casos, la herramienta paramétrica se basará en los modelos Hackney o de Rand, documentados (y facilitados en formato Excel) en RP 43R-08, Analisis de riesgos y determinación de contingencia mediante estimación paramétrica: ejemplo modelos aplicados a las industrias de procesos [10]. Los modelos en RP 43R-08 generan el crecimiento medio de los costos previstos y, en el caso del modelo de Rand, el deslizamiento del cronograma. La RP 42R-08 describe cómo derivar una distribución probabilística de estos resultados medios. La herramienta EV con MCS es una hoja de cálculo bastante básica (no se necesitan funciones o macros complejas o inusuales) con MCS aplicado. La única conexión entre las herramientas es la necesidad de copiar las distribuciones de salida de la herramienta paramétrica en la herramienta EV, como se discutirá.

Una vez establecidas las herramientas, los pasos para aplicarlas como una aplicación híbrida son los siguientes:

Paso 1: Según RP 42R-08; Aplicar el modelo paramétrico:

Evaluar y cuantificar los riesgos sistémicos e introducirlos en un costo y un calendario paramétricos de base empírica modelo de estimación de contingencia. Si la estimación y el cronograma son de clase 5 de la AACE®, el análisis está completo, y se determina la contingencia del costo y del cronograma basándose en la tolerancia al riesgo de la administración y en los resultados probabilísticos del modelo paramétrico. Si la estimación y el cronograma son de clase 4 de la AACE® o superiores (es decir, se pueden identificar los riesgos críticos específicos del proyecto), continúe con el método EV con MCS en el paso 2.

Paso 2: Según RP 44R-08; Examinar el registro de riesgos e identificar los riesgos críticos:

En el mejor de los casos, el registro de riesgos ya habrá categorizado cada riesgo según el tipo de método de cuantificación que se aplique (es decir, crear una columna en el registro de riesgos para identificar si el riesgo es sistémico, específico del proyecto, de escalada o monetario). Esta categorización puede ser un reto porque los riesgos a menudo no están bien titulados o descritos en cuanto a su naturaleza y causa. En general, cuanto más ambiguo sea el riesgo, o cuanto más se parezca a una preocupación o a un problema, mayor será la probabilidad de que un riesgo sea sistémico.

Se deben examinar más a fondo los riesgos específicos del proyecto para elaborar una lista de los que son críticos y perfeccionar las descripciones de su naturaleza y causa. La definición de riesgos críticos se incluyen en la RP 44R-08, pero en general se trata de riesgos que tienen un impacto material en la economía del proyecto. Los riesgos se seleccionan en función de su estado residual posterior al tratamiento. Compruebe si hay riesgos que eran críticos antes del tratamiento, pero que no son críticos después de la mitigación; asegúrese de que la reducción del riesgo acreditada a la mitigación sea realista. Después del tratamiento, no debería haber más de 5 a 15 riesgos críticos, teniendo en cuenta que, por definición, cualquier riesgo crítico pondrá en peligro el éxito del proyecto. Tener un número demasiado grande de riesgos críticos implica que el proyecto puede no ser viable. Tenga en cuenta que los riesgos de escalada y de divisas no se tratan en esta RP (véase RP 68R-11), estimación de escalamiento usando índices y simulación de Monte Carlo [12].

Paso 3: Según RP 44R-08; Cuantificar las probabilidades de ocurrencia:

Capturar los títulos de los riesgos críticos y una descripción clara en la herramienta EV (no enlazar con el registro de riesgos: empezar de cero). Evaluar e introducir el porcentaje de probabilidad de ocurrencia de cada riesgo crítico (de nuevo, se trata de un riesgo residual posterior al tratamiento). La probabilidad se puede tratar como una distribución, dependiendo de la confianza del equipo en su evaluación, tal y como se explica en la RP 44R-08. Establezca cualquier dependencia entre los riesgos (o combine los riesgos si son de naturaleza similar), de nuevo como se discute en RP 44R-08 y/o 65R-11.

Paso 4: Según RP 65 R-11; Cuantificar los índices de consumo (tasas de quema):

La tasa de consumo es el gasto aproximado por mes (u otro período utilizado) durante la duración prevista del retraso. Esto suele incluir la mano de obra directa sobre el terreno, los gastos indirectos de mano de obra (p. ej., instalaciones temporales), los servicios generales (p. ej., campamentos) y la gestión del proyecto por parte del propietario y el contratista. La tasa de consumo puede estimarse caso por caso o determinarse previamente para los contratos del proyecto (p. ej., la preparación de la obra) o las fases. Las estimaciones son de Clase 5 en calidad, teniendo en cuenta que el flujo de caja puede variar mucho, que una parte de la mano de obra puede emplearse productivamente en otras actividades, etc. Opcionalmente, la(s) tasa(s) de consumo podrían ser introducidas como una distribución de 3 puntos en MCS.

Paso 5: Según RP 65R-11; Planificar las respuestas al riesgo:

Determine y documente la respuesta al riesgo asumida o planificada (es decir, el plan de contingencia o de contingencia). Tenga en cuenta que esta respuesta es la acción(es) que el equipo llevará a cabo si el riesgo se produce y cuando lo haga. No es un tratamiento o mitigación (por lo tanto, de ahí que los términos tratamiento y respuesta sean distintos y únicos en esta metodología).

La respuesta define en gran parte el alcance de las estimaciones de impacto. Por ejemplo, si el proyecto se rige por el cronograma, el dinero puede no ser un obstáculo (dentro de lo razonable) para que la empresa recupere el cronograma; por lo tanto, se define una respuesta al riesgo rápida y costosa. Si la gerencia no está segura de la respuesta, entonces las estimaciones de impacto en el siguiente paso tendrán un rango correspondientemente amplio para cubrir las diversas posibilidades de respuesta.

Paso 6: Según RP 65 R-11; cuantificar el impacto en el cronograma y los costos:

Estimar e introducir los impactos en el cronograma y los costos de cada riesgo crítico. Por lo general, suelen ser estimaciones de 3 puntos con una función de distribución de probabilidad (PDF) asociada de 3 puntos. Las estimaciones de impacto reflejan la(s) respuesta(s) al riesgo previstas, es decir, la respuesta al riesgo define en gran medida el alcance de la estimación de impacto.

Para el cronograma, el impacto de la duración, considerando la respuesta al riesgo, es para el hito de finalización. Como se describe en la RP 65 R-11, es necesario que el equipo conozca lo que está en o cerca de la ruta crítica y el comportamiento general y dinámico de la red. Si la confianza en la comprensión del impacto en la fecha de finalización es baja, esto debería reflejarse en el rango de la estimación de retraso de 3 puntos.

En cuanto al costo, el impacto es una combinación de los costos dependientes del tiempo para los retrasos en el cronograma más el costo no dependiente del tiempo considerando la respuesta al riesgo. El costo dependiente del tiempo es el retraso del cronograma multiplicado por la tasa de consumo aplicable del Paso 4. El costo no dependiente del tiempo es el rango de gastos potenciales teniendo en cuenta la respuesta al riesgo.

La herramienta EV se configurará para realizar el cálculo del EV del costo y del impacto de la duración del cronograma de cada riesgo (probabilidad por impacto). En MCS, los resultados de la simulación para cada riesgo, o el subtotal de varios riesgos, pueden capturarse de forma independiente si se desea. Este resultado subtotal puede utilizarse para evaluar el impacto en hitos intermedios si uno o varios de los riesgos impulsan ese hito (véase RP 65 R-11).

Paso 7: Está RP; integra las salidas del modelo paramétrico en el modelo EV (Esto crea el híbrido):

Para integrar los resultados paramétricos y de la EV, incluya las distribuciones de salida del modelo paramétrico (re: Paso 1) como el primer riesgo crítico en la herramienta EV con MCS. La probabilidad de ocurrencia del riesgo sistémico es del 100% (es decir, es un hecho o atributo del sistema del proyecto). Para este método, los riesgos sistémicos se consideran independientes de los riesgos específicos del proyecto. Las distribuciones de los resultados de los costos y del cronograma se definen como PDFs personalizadas; esto puede ser tan sencillo como utilizar distribuciones de trigen de 3 puntos para un intervalo de confianza del 80% e introducir los valores paramétricos p10, p50 y p90.

Usando el software MCS, se debe establecer un coeficiente de correlación entre el costo del modelo paramétrico y los PDF del cronograma. Se sugiere un coeficiente de 0,5 como regla general razonable 1 ; los riesgos sistémicos por naturaleza están correlacionados positivamente en un grado moderado (por ejemplo, una mala definición del alcance siempre dará lugar a un mayor crecimiento de los costos y retrasos en el cronograma). Sin embargo, un proyecto como la perforación en alta mar cuyo costo (es decir, basado en tarifas diarias) está muy condicionado por el cronograma. puede tener un coeficiente más alto, y un proyecto impulsado por el cronograma

para el que el dinero no es un problema (véase el debate sobre la respuesta al riesgo), puede tener una correlación algo menor. Centrarse excesivamente en esta correlación no aporta valor.

Paso 8: Está RP; Ejecutar la simulación MCS:

La herramienta P+EV se configurará para sumar todos los impactos de cronograma y costo para los riesgos sistémicos y críticos. Ejecute el MCS que generará las distribuciones globales de costos y cronogramas. Determinar la contingencia global del costo y plazos (y las reservas, si corresponde) en función de la política o la tolerancia al riesgo de la gerencia. Debido a que existe una correlación entre el costo sistémico y los del cronograma, y que los impactos de los riesgos específicos del proyecto en el método EV se basan en respuestas de riesgo asumidas que tienen en cuenta el comercio de costo/cronograma, los resultados del costo y del cronograma están integrados.

El paso 7 está resaltado en negrita porque ese paso une los métodos paramétricos y EV en un único modelo para MCS. A continuación se resume la aplicación híbrida P+EV en formato de diagrama de flujo. Tenga en cuenta que la entrada del modelo paramétrico de riesgos sistémicos en el modelo EV con MCS se muestra en la última fila. El escalado no se incluye en el método P+EV, pero se muestra aquí para ilustrar que las distribuciones de costos y plazos pueden utilizarse como entradas para una herramienta de escalamiento probabilístico.

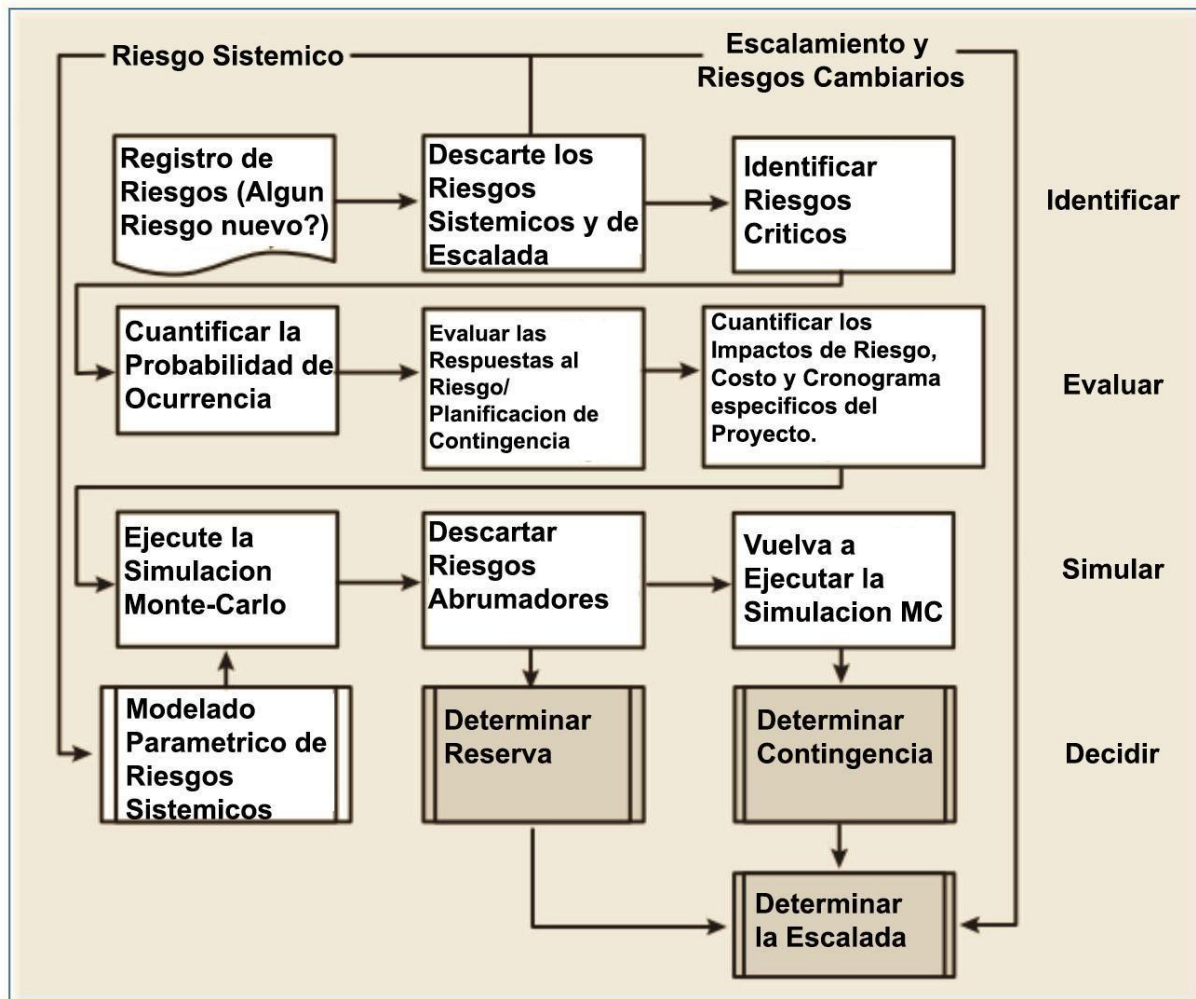


Figura 2 : Diagrama de flujo del método híbrido paramétrico y EV con MCS [9; con permiso]

2.2 Ejemplo de herramienta híbrida

Esta sección proporciona un ejemplo de un conjunto de herramientas P+EV e ilustra los pasos de análisis aplicados en una herramienta. El conjunto de herramientas que se muestra en las figuras de ejemplo son herramientas simplificadas, pero funcionales que se utilizan en la formación sobre el método P+EV [9].

2.2.1 Modelo Paramétrico

La Figura 3 es una instantánea de una hoja de trabajo de modelo paramétrico en Excel®. En la parte superior se definen los parámetros del proyecto; los valores se seleccionan de listas de selección. En una herramienta completamente desarrollada, cada pregunta aquí sería en cambio un conjunto de preguntas para garantizar una calificación objetiva vista desde varias perspectivas. Por ejemplo, la calificación de PLANIFICACIÓN se construiría a partir de las calificaciones del estado de muchos entregables (por ejemplo, ¿se ha completado un cronograma de CPM cargado de recursos?). Tenga en cuenta que hay una sección de programación en la parte inferior, pero solo se deben definir algunos atributos sistémicos más (la mayoría de los atributos determinan tanto el costo como la programación).

Una vez que se califican los parámetros, esta herramienta está completa (es decir, el Paso 1 en la discusión paso a paso). La distribución (simplificada a una base de 3 puntos para el ejercicio) para el impacto del riesgo sistémico se muestra para el costo y para el cronograma. Si se tratara de una estimación de Clase 5, este podría ser el análisis completo. Sin embargo, en el ejemplo, la Clase en promedio es 3.3 (es decir, la planificación va con un retraso respecto a la clase 3 deseado en el momento de la autorización de la totalidad de los fondos). En el ejemplo, el crecimiento del costo de p50 y los retrasos en la programación son del 9% y el 13%, respectivamente.

CRECIMIENTO DEL COSTOS			
CONDUCTOR DE RIESGO	INGRESAR PARÁMETRO (a)	COEFICIENTE (b)	a*b
CONSTANTE			-30.5
ALCANCE	3		
PLANIFICACIÓN	4		
INGENIERÍA	3		
DEFINICIÓN DEL ALCANCE	3.3	9.8	32.7
NUEVA TECNOLOGÍA	0%	0.12	0.0
GRAVEDAD DEL PROCESO	1	1	1.0
COMPLEJIDAD	3	1.2	3.6
BASE SUBTOTAL (antes de los ajustes)			6.8
AJUSTES	Estrategia de Ejecución Compleja? >	No	
Desarrollo de equipos	Justa		0
Control de proyectos	Justa		0
Base de la estimación	Justa		0
Equipo	0%		4
Precio fijo	10%		0
BASE TOTAL (antes del ajuste de sesgo; redondeado al número entero)			11
Parcialidad	Típico		0
CONTINGENCIA DE COSTOS SISTÉMICOS (según la probabilidad de insuficiencia)			
SIGNIFICAR			11%
10%			-10%
50%			9%
70%	< introducir nivel p de financiación (incrementos del 10%)		19%
90%			35%
PROGRAMA DE EJECUCIÓN DURACIÓN LIBRO			
CONDUCTOR DE RIESGO	ENTER PARAMETER (a)	COEFICIENTE (b)	a*b
CONSTANTE			-23.5
DEFINICIÓN DEL ALCANCE	3.3	9.6	32
NUEVA TECNOLOGÍA	0%	0.1	0
GRAVEDAD DEL PROCESO	1	0.5	0.5
COMPLEJIDAD	3	0.5	1.5
SUBTOTAL BASE (antes de los ajustes)			10.5
AJUSTES			
Base de programación	Justa		0
BASE TOTAL (antes del ajuste de sesgo; redondeado al número entero)			11
Parcialidad	Bajo		3
CONTINGENCIA DE DURACIÓN DEL CALENDARIO DE EJECUCIÓN DEL SISTEMA			
SIGNIFICAR			14%
10%			1%
50%			13%
80%	< introducir nivel p de financiación (incrementos del 10%)		22%
90%			28%

Figura 3 : Ejemplo de modelo paramétrico para riesgos sistémicos [9; con permiso]

2.2.2 Modelo P+EV

La Figura 4 es una instantánea de una hoja de trabajo simplificada del modelo de herramienta P+EV en Excel®. Se ha configurado para utilizar los PDF y un complemento de MCS.

En una herramienta completamente desarrollada, habría entradas más completas, características mejoradas como probabilidades de 3 puntos y los índices de consumo, etc. Las distintas secciones de entrada del usuario están numeradas y descritas de la siguiente manera:

- 1) Introduzca la estimación del costo base y la duración del cronograma.
- 2) Introducir los riesgos críticos y la probabilidad de que se produzcan (por ejemplo, en la Figura 4 se introduce un riesgo para el desprendimiento de barro). Esto podría mejorarse con la entrada de 3 puntos y la aplicación PDF. Tenga en cuenta que la probabilidad de riesgo sistémico es del 100%.
- 3) Introducir los índices de consumo para los respectivos contratos / elementos. Normalmente, esto se mejoraría para contener múltiples elementos / fases / contratos posibles de índice de consumo, etc. y el usuario podría seleccionar, para cada riesgo crítico, qué tasa de consumo se aplica. También podría mejorarse la entrada de 3 puntos y la aplicación PDF.
- 4) Esta sección recoge los resultados del modelo paramétrico de la Figura 3 (p. Ej., Tenga en cuenta el crecimiento de los costos p50 y los retrasos en la programación del 9% y 13%, respectivamente, según la Figura 3). Se ha aplicado un PDF trigen; se trata del riesgo #1 en la herramienta P+EV con MCS.
- 5) Finalmente, se ingresan las respuestas de riesgo críticos y los impactos en el cronograma y los costos (solo se muestra uno). Se muestran los resultados medios de probabilidad x impacto. Además, se muestran la suma de las medias de todos los riesgos y la duración media total del cronograma y el costo del proyecto.

Después de ejecutar la simulación MCS, se completan las tablas de distribución de resultados en la parte inferior a partir de las cuales la gerencia puede determinar los valores de contingencia y reservas.

1) Base	Costo Estimado	\$ 1,000,000				
	Duración (mes)	30				
2) Riesgos Críticos	Entrada de riesgo crítico	Probabilidad				
	Avalancha de lodo	20%				
	Ejemplo Riesgo 2	0%				
	Ejemplo Riesgo 3	0%				
	Riesgos Sistemicos	100%				
3) Tasa Consumo	\$ / Mes					
	General	\$ 10,000				
	Contrato Principal	\$ 30,000	Se usa a continuación, pero puede anularse para cada riesgo.			
4) Riesgo sistémico (transferido de la herramienta paramétrica)						
	Duración	Meses			Costo %	Costo \$
p10	1%	0.3	Los resultados porcentuales de 3 puntos para el retraso en el cronograma y el crecimiento del costo se transfieren del modelo paramétrico y se multiplican por el costo base.		-10%	\$ (100,000)
p50	13%	3.9			9%	\$ 90,000
p90	28%	8.4			35%	\$ 350,000
	Programar Meses (EV)	4.3	<Trigen de riesgo aplicado a las estimaciones de 3 puntos>	Costo(EV)		\$ 120,100
5) Riesgos críticos: (solo se muestra uno: misma tabla de trabajo para cada riesgo) Nota: Los resultados son probabilidad por impacto						
Respuesta a los riesgos	Movilizar el máximo de recursos para eliminar rápidamente el lodo, construir un muro de contención y restaurar la carretera					
Impacto del cronograma	Meses	Impulsado por tiempo \$	\$ / Mes	No controlado por el tiempo \$		Costo total
Bajo	1.0	General	\$ 10,000	Bajo	\$ 100,000	
Más probable	1.5	Principal	\$ 30,000	Más probable	\$ 150,000	
Alto	2.0	Velocidad Consumo	\$ 40,000	Alto	\$ 250,000	
Programar meses (EV)	0.3	Impulsado por tiempo \$EV	\$ 12,000	No controlado por el tiempo \$EV	\$ 31,700	
	Meses					Costos
Contingencia media	4.6	< ∑ de sistémico + impactos críticos de riesgo específicos del proyecto >				\$ 163,800
TOTAL INCL. BASE (MEDIA)	34.6	< ∑ de valores base y respectivos impactos >				\$ 1,163,800
SALIDAS Tablas de contingencia						
COSTOS		Costo total	Contingencia	como porcentaje		
	10%	\$ 942,100	\$ (57,900)	-6%		
	20%	\$ 1,011,500	\$ 11,500	1%		
	30%	\$ 1,064,600	\$ 64,600	6%		
	40%	\$ 1,112,400	\$ 112,400	11%		
	50%	\$ 1,152,200	\$ 152,200	15%		
	60%	\$ 1,198,700	\$ 198,700	20%		
	70%	\$ 1,248,300	\$ 248,300	25%		
	80%	\$ 1,314,100	\$ 314,100	31%		
	90%	\$ 1,389,700	\$ 389,700	39%		
PROGRAMACION						
		Duración total	Contingencia	como porcentaje		
10%		30.6	0.6	2%		
20%		31.9	1.9	6%		
30%		33.0	3.0	10%		
40%		33.8	3.8	13%		
50%		34.6	4.6	15%		
60%		35.4	5.4	18%		
70%		36.2	6.2	21%		
80%		37.3	7.3	24%		
90%		38.7	8.7	29%		

Figura 4 : Ejemplo de modelo P+EV que integra riesgos sistémicos y específicos del proyecto [9; con permiso]

3. Consideraciones especiales para aplicaciones híbridas

A continuación se exponen las consideraciones para garantizar que todas las incertidumbres y riesgos críticos están cubiertos por los métodos combinados, al mismo tiempo que garantiza que no haya redundancia.

Atributos extremos del sistema:

En general, no habrá problemas de redundancia entre los riesgos sistémicos y los específicos del proyecto. Los primeros son incertidumbres ($p=100\%$) y los segundos son en su mayoría eventos de riesgo y descubrimiento de condiciones (p. ej., descubrir rocas en el suelo durante la excavación) ($p<100\%$) excepto por incertidumbres específicas del proyecto, como el clima. Sin embargo, la naturaleza de la base del análisis de regresión del modelo paramétrico es tal que el resultado no refleja atributos extraordinarios del sistema. Por ejemplo, si el desarrollo del equipo se califica como deficiente en el modelo paramétrico, el resultado resultante no refleja el gran impacto de la ausencia total de áreas de competencia crítica, su salida del equipo, una huelga o incluso un sabotaje. Los atributos extremos del sistema, si son críticos (es decir, tienen un impacto material en la economía), pueden y deben incluirse también en el análisis EV como riesgos específicos del proyecto.

Puesta en marcha y puesta en servicio:

La investigación en la que se basa el método paramétrico excluye el costo y el cronograma de la fase de arranque y puesta en marcha (tras la finalización mecánica). Identificar y cuantificar los riesgos durante esta fase como riesgos específicos del proyecto. Algunos ejemplos de riesgos

son la repetición de trabajos para corregir problemas de calidad del proceso y/o del producto, las modificaciones importantes para conseguir la operatividad planificada, etc. Hay que tener en cuenta que el hito de finalización de esta fase puede no estar definido de forma consistente (por ejemplo, a veces los proyectos se declaran completos, y se cierran los libros, antes de alcanzar la capacidad planificada). Hay estudios disponibles sobre esta fase. [9,11]

Incertidumbres específicas del proyecto:

Hay dos riesgos que se encuentran habitualmente en los riesgos que son incertidumbres ($p=100\%$) pero que pueden no estar cubiertos por la herramienta paramétrica. Se trata de la variabilidad del clima y la variabilidad de la productividad de la mano de obra que no son causadas por un evento (por ejemplo, un huracán o una huelga). La incertidumbre nominal de estos factores de riesgo está cubierta por la distribución histórica del modelo paramétrico; sin embargo, las condiciones extremas no lo están. Por ejemplo, si la estimación supusiera un promedio de 3 días perdidos por mes debido al clima, no se añadiría un riesgo crítico a la herramienta EV por unos días más o menos que esto. Sin embargo, si el emplazamiento del proyecto estuviera sujeto a una variabilidad extrema, como monzones o temporadas de nieve, que pueden prolongarse durante meses más de lo normal con un impacto significativo, eso podría añadirse como riesgo en la herramienta EV. Tenga en cuenta que la variación extrema del clima no es un evento; hay un 100% de probabilidad de que los días perdidos por el clima no sean exactamente 3 días cada mes. Introduzca este riesgo como una incertidumbre con una probabilidad del 100 %, pero con un impacto más probable de 0 (el plan base), pero con un bajo y un alto que reflejen la variabilidad extrema aplicable a ese sitio.

Impactos a los Hitos intermedios:

Aunque el método EV no puede examinar el impacto del riesgo en los aspectos internos de un modelo CPM, si es capaz de evaluar el impacto en los principales hitos intermedios. Quizás el ejemplo más común sean los proyectos con estacionalidad, en los que un invierno duro, los monzones u otros cambios en las condiciones hacen que sea más importante completar parte del trabajo antes del inicio de la estación adversa. En la RP 65 R-11 se describe cómo modelar esto en EV. Sin embargo, en resumen, se trata de crear un subtotal de los impactos del cronograma para que los eventos de riesgo que ocurren antes de la fecha límite estacional. Este subtotal se convierte en una salida MCS que se puede revisar de forma independiente. Después de ejecutar el MCS, una revisión de este subtotal proporcionará la distribución del retraso previo al hito. A partir de ahí, se puede decidir si se revisa el cronograma para incluir un margen de contingencia adecuado antes del hito intermedio. El método EV es bastante flexible para abordar las distintas situaciones de análisis de riesgo que pueden surgir.

No linealidad:

Otra consideración para el método híbrido se refiere a la suposición en el Paso 7 de la solicitud de que los riesgos sistémicos y los específicos del proyecto son independientes (es decir, no hay correlación). Para la mayoría de los proyectos, es una suposición razonable. Sin embargo, la investigación sugiere que cuando el sistema de un proyecto es débil y/o la complejidad es alta y el proyecto se ve afectado por eventos de riesgo extremo y/o múltiple, es menos probable que las respuestas al riesgo sean eficaces. Si existe un alto riesgo sistémico, el analista puede abordarlo aumentando el valor de alto impacto de los riesgos críticos específicos del proyecto. La correlación podría agregarse al modelo EV MCS; sin embargo, la correlación puede aplicarse en los extremos.

Los métodos más explícitos que abordan las relaciones no lineales entre el riesgo y el impacto, resultantes de la complejidad y/o la acumulación de riesgo, están excluidos de este RP.

3.1 Nota sobre la determinación del nivel de confianza conjunta (JCL)

En 2009, la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA), instituyó una política según la cual ciertos presupuestos de proyectos debían basarse en un “análisis probabilístico conjunto de costos y plazos” con presupuestos que reflejaran un “porcentaje de probabilidad de que el proyecto se completará por un importe igual o inferior al estimado Y en el plazo previsto o antes proyectado.”[13] La NASA lo denomina a esto el nivel de confianza conjunta o JCL. En la práctica de la NASA, el JCL se basa en el método de análisis de riesgo basado en CPM con carga de costos. Sin embargo, el modelado de CPM no es necesario para JCL; el método híbrido P+E integra el costo y el cronograma y apoya la determinación de JCL. La Figura 5 es un ejemplo de diagrama de dispersión de los resultados del SCM de costo y plazos (en este caso usando el software Palisade @Risk®) del método híbrido P+EV. Obsérvese que la RP 65 R-11 también tiene un ejemplo de gráfico de JCL; en ese caso, resultante únicamente de los riesgos específicos del proyecto.

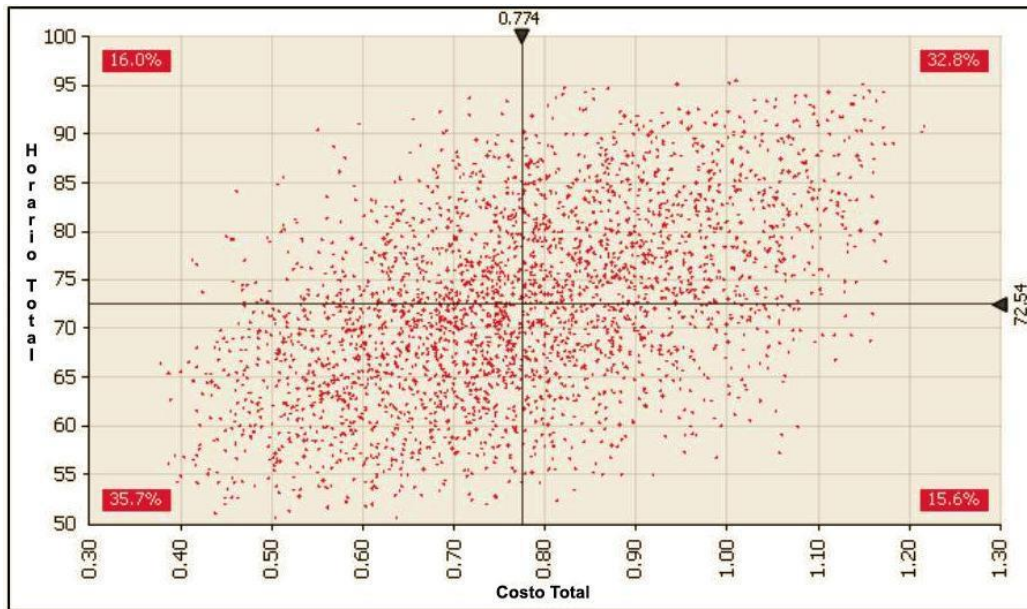


Figura 5 : Ejemplo de gráfico JCL de un modelo híbrido P+EV (Usando el software Palisade Risk]

4. Comparación del método híbrido P + EV con los principio RP 40 R-08

RP 40 R-08, Estimación de contingencias - Principios generales, proporciona principios objetivos con los que se puede evaluar la idoneidad de un método de estimación de contingencias [14]. A continuación se exponen los principios generales de la PR que debe tener en cuenta cualquier metodología desarrollada o seleccionada para cuantificar el impacto del riesgo:

- Cumplir con los objetivos, expectativas y requisitos del cliente.
- Forma parte y facilita un proceso eficaz de decisiones o de gestión de riesgos (por ejemplo, MTC).
- Apto para su uso
- Comienza con la identificación de los factores de riesgo con información de todas las partes interesadas.

- Los métodos vinculan claramente los factores de riesgo y los resultados de costo / programación.
- Evita los riesgos iatrogénicos (autoinfligidos).
- Emplea empirismo.
- Emplea experiencia / competencia.
- Proporciona resultados de estimación probabilística de manera que apoyen la toma de decisiones y la gestión de riesgos.

La tabla 1 resume cómo se comporta el método híbrido P+EV con respecto a los principios.

Primeros principios	Características del método híbrido P+EV
Cumple los objetivos y requisitos del cliente	Es realista y práctico para estimaciones y calendarios de cualquier calidad, fase del proyecto y tamaño. Es altamente personalizable y puede calibrarse. Empírico La base de la investigación añade credibilidad.
Parte de un proceso de gestión de riesgos y decisiones	Se alinea explícitamente con los procesos de desarrollo del alcance de las fases y de toma de decisiones de la industria (y con la práctica de la clasificación de estimaciones de la AACE). Identifica y modela las deficiencias del propio proceso del sistema del proyecto (es decir, en parte, un método de garantía de calidad). El método EV es una elaboración de la matriz de riesgos (no discontinuidad conceptual entre la evaluación cualitativa y la cuantitativa).
Apto para su uso	Puede utilizarse en cualquier estimación o programa de cualquier calidad y puede aplicarse utilizando software común (es decir, hojas de cálculo con el complemento MCS) que puede ser personalizada.
Comienza con la identificación del riesgo conductores	Se identifican y califican explícitamente los factores de riesgo sistémico (incluido el sesgo), y Los riesgos críticos específicos del proyecto se evalúan individualmente.
Vincula los factores de riesgo y resultados de costes/calendario	Los vínculos entre los factores y los resultados son explícitos para todos los tipos de riesgo. El método EV se centra en la planificación de la respuesta a los riesgos, incluida la negociación de costes y plazos. Es compatible con JCL.
Evita los riesgos	El modelo paramétrico sólo incorpora los riesgos sistémicos que la investigación empírica ha considerado estadísticamente

trogénicos autoinfligidos)	significativos. El método EV sólo cuantifica los riesgos críticos específicos del proyecto, lo que minimiza los desafíos de correlación del SCM.
Emplea el empirismo	La modelización paramétrica basada en MLR se basa explícitamente en la experiencia histórica y se adapta fácilmente a la experiencia del usuario.
Emplea la experiencia /competencia	Como todos los métodos, requiere una facilitación experimentada del análisis de riesgos. No utilizar CPM, el método EV requiere la intervención de un planificador/programador experimentado.
Proporciona información probabilística estimación de resultados	Todos los métodos integrados cubiertos por las RP de la AACE producen resultados probabilísticos. Admite evaluaciones de JCL.

Tabla 1: Método Híbrido P+EV versus RP 40 R-08 Principio Generales.

La tabla 2 proporciona una evaluación de los puntos fuertes y debilidad del método híbrido P+EV.

Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> · Vinculación explícita entre riesgo e impacto · Con una base empírica intrínseca · Aplicabilidad universal (cualquier calidad de entrada, clase de estimación, tamaño o tipo de proyecto) · El método paramétrico apoya el aseguramiento/mejora de la calidad del sistema del proyecto · El método paramétrico aborda directamente el sesgo · Aborda la respuesta al riesgo (comercio de costes/calendario) · Permite incluir los cambios en la lógica del calendario debido a los riesgos sin la complejidad de la ramificación en CPM 	<ul style="list-style-type: none"> · Menos usuarios que los métodos basados en el CPM · Al no estar basado en el modelo CPM, requiere una evaluación de la programación más hábil/intuitiva · No soporta fácilmente la evaluación de los riesgos para los hitos intermedios del calendario. · El método EV no fomenta el uso de métodos de planificación y programación de calidad (pero el método paramétrico sí)

Tabla 2: Fortalezas y debilidades del método híbrido P+EV.

5. RESUMEN

Este RP proporciona orientación a los profesionales en el desarrollo o selección de métodos apropiados para su situación con el entendimiento de que ningún método es el mejor para cuantificar todos los tipos de riesgo. Este RP integra el análisis de riesgos de costos y programación (y es compatible con JCL) utilizando un enfoque híbrido; y documenta los pasos para combinar los métodos paramétrico y de valor esperado cubiertos por otros PR. Proporciona un ejemplo utilizando un conjunto de herramientas de demostración. También documenta situaciones en las que un enfoque híbrido requiere o puede beneficiarse de consideraciones especiales.

REFERENCIAS.

1. Práctica Recomendada Internacional AACE No. 42R-08, Análisis de Riesgo y Determinación de Contingencias Utilizando Estimación paramétrica, AACE International, Morgantown, WV, (última revisión).
2. Práctica Recomendada Internacional AACE No. 44R-08, Análisis de Riesgo y Determinación de Contingencias Utilizando Valor esperado, AACE International, Morgantown, WV, (última revisión).
3. Práctica Recomendada Internacional AACE No. 65R-11, Análisis Integrado de Riesgos de Costo y Cronograma y Determinación de contingencia utilizando el valor esperado, AACE International, Morgantown, WV, (última revisión).
4. AACE International, Documento de orientación profesional PGD-02, Guía para el análisis cuantitativo de riesgos, en línea referencia en www.aacei.org.

5. AACE International, Práctica Recomendada No. 117R-21, Análisis Integrado de Costos y Cronograma de Riesgos y Determinación de contingencia utilizando un método híbrido paramétrico y CPM, AACE International, Morgantown, WV (última revisión).
6. Práctica recomendada de AACE International No. 10S-90, Terminología de ingeniería de costos, AACE International, Morgantown, Virginia Occidental, (última revisión).
7. Hollmann, John K., Métodos alternativos para la estimación de contingencias integradas de costos y cronogramas, 2010 AACE International Transactions, AACE International, Morgantown WV, 2010.
8. Hollmann, John K., Cuantificación realista y práctica del riesgo del proyecto (sin CPM), 2017 AACE International Transacciones, AACE International, Morgantown WV, 2017.
9. Hollmann, John, K., Project Risk Quantification, Probabilistic Publishing, Sugarland TX, 2016.
10. Práctica recomendada de AACE International No. 43R-08, Análisis de riesgos y determinación de contingencia mediante estimación paramétrica: modelos de ejemplo aplicados a las industrias de procesos, AACE International, Morgantown, WV, (última revisión)
11. Myers, Christopher W. y Ralph F. Shangraw, Understanding Process Plant Schedule Slippage and Startup Costs, (Ry3215yPSSP/RC), RAND Corporation, 1986.
12. AACE International, Práctica Recomendada No. 68R-11, Escalation Estimating Using Indices and Monte Carlo Simulación, AACE International, Morgantown, WV (última revisión).

13. NASA, NPD 1000.5A; “Política para la adquisición de la NASA”, Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio, Washington, DC, 2010.
14. Práctica recomendada de AACE International No. 40R-08, Estimación de contingencia: principios generales, AACE International, Morgantown, WV, (última revisión).

COLABORADORES.

John K. Hollmann, PE CCP CEP DRMP FAACE Excmo. Vida (Contribuyente principal)

Colin H. Cropley

Francisco Cruz, PE

dr. David T. Hulett, FAACE

Martín Snyman, DRMP