



Quantitative Risk Analysis

*Identificar, Cuantificar y Gestionar Riesgos.
Disminuir la Incertidumbre*

Ricardo Fierro Figueroa - GEDD CONSULTORES - 24-04-2024

Quantitative Risk Analysis (QRA)



Definiciones y Conceptos

- **Riesgos e incertidumbre** son inherentes a todo proyecto. La incertidumbre puede disminuir; el riesgo **puede cuantificarse y gestionarse**

Riesgo: probabilidad de ocurrencia de un resultado indeseado (AAE 2023)

(Riesgo según financieros: *posibilidad de variación de flujos de inversión*)

- **QRA:** *Análisis de riesgo utilizado para estimar un valor numérico (normalmente probabilístico) sobre resultados de riesgo en el que las probabilidades de ocurrencia del riesgo y los valores de impacto se utilizan directamente en lugar de expresar la gravedad de forma narrativa o clasificando como en los métodos cualitativos (AAE 2023)*

Análisis Cuantitativo de Riesgo

Definiciones y Conceptos



- Eventos o circunstancias indeseados en proyectos  desviaciones en costo y plazo
 - *¿A qué riesgos se puede ver enfrentado el proyecto?*
 - *¿Cuál es su naturaleza?*
 - *¿Cuán significativo es el posible impacto del riesgo?*
 - *¿Cuál es la probabilidad de ocurrencia de los riesgos identificados?*
- Una vez identificados los factores de riesgo, pueden caracterizarse y cuantificarse

Análisis Cuantitativo de Riesgo

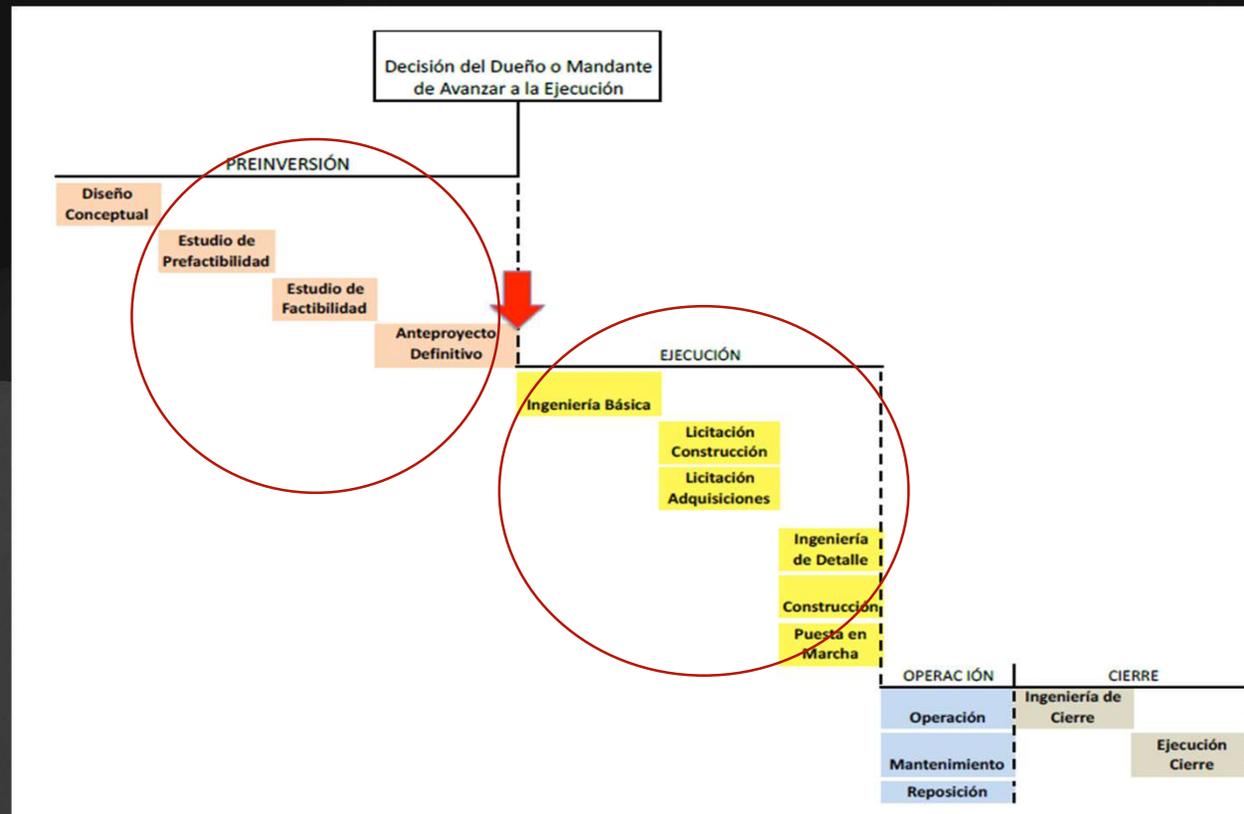


En la mayoría de los casos...

- Las decisiones de inversión en proyectos se toman con mirada determinista, **pensando que costo y plazo son hechos ciertos** o con muy poca variabilidad (asumiendo que las condiciones no cambiarán; la incertidumbre se mantiene)
- *A lo más* las decisiones se adoptan suponiendo 2 o 3 casos posibles, no un espectro amplio de escenarios posibles (análisis de sensibilidad)
- La utilización de *matrices de riesgo* implica sólo un análisis cualitativo, *una clasificación subjetiva del riesgo y su valoración*
- QRA es una poderosa herramienta que otorga esa visión amplia, basada en completos análisis probabilísticos, no en una mirada determinista y subjetiva
- QRA se realiza mediante el **modelamiento matemático probabilístico de los múltiples escenarios** que podría enfrentar el proyecto

Análisis Cuantitativo de Riesgo

Aplicación en las distintas etapas del Proyecto



QRA debe estar presente en la toma de decisiones en las fases de evaluación, de diseño y de construcción, aportando valor al descubrir y cuantificar los escenarios de riesgo que enfrentará el proyecto y sus posibles efectos.

De: Rivas, Jaime: Desarrollo de Proyectos

Análisis Cuantitativo de Riesgo

Algunos casos reales de riesgos generadores de conflictos

- **Periodo prolongado de anidación de Golondrina Negra de Mar** en terrenos para construcción de LAT (impacto plazo; pérdida de productividad; sobrecostos)
- **Presencia de suelo Tipo 1 (roca) en construcción de subestación eléctrica** (cambio en metodología; impacto en plazo; obras adicionales; sobrecostos)
- **Atrasos y deficiencias en aprobación de Planes de Manejo Forestal (PMF)** en construcción de autopista (impacto en plazo; cambios de secuencia; sobrecostos)
- **Cambios de proyecto instruidos por el mandante en construcción de centro comercial** (detenciones; impacto en plazo; sobrecostos)
- **Ingeniería defectuosa y tardía en contrato fabricación y montaje chancador primario** (impacto en plazo; pérdidas de productividad; trabajos extras; sobrecostos)
- **Interferencia por muro subterráneo existente que obliga a modificar ingeniería** (impacto en plazo; obras adicionales; sobrecostos)
- **Error dimensional en suministro de hincas para PFV en suelo duro** (cambio de metodología; impacto en plazo; obras adicionales; pérdida de productividad; sobrecostos)

Análisis Cuantitativo de Riesgo

¿Cuál es su principal aporte?

- En QRA convergen la experiencia en gestión de proyectos para la identificación de los riesgos y el conocimiento para la aplicación correcta de las técnicas de cálculo e interpretación de resultados
- Su principal aporte de valor está en ampliar la visión al tomar las decisiones de inversión, entregando un completo rango de las posibles variaciones que puede enfrentar el proyecto, **en costo y plazo.**
- Se aplica en etapa de evaluación, fase de inversión y/o durante el desarrollo del proyecto (esto último actualizando escenarios de acuerdo a las circunstancias)
- Al considerar el amplio rango de posibles escenarios en que puede desarrollarse el proyecto, **disminuye considerablemente la incertidumbre**
- Permite adoptar decisiones anticipadas para **afrentar la contingencia** y con ello “evitar las sorpresas”

Análisis Cuantitativo de Riesgo

¿Qué tipos de riesgo puede enfrentar un proyecto?



- Errores en estudios previos; errores y omisiones en proyecto de ingeniería; cambio de condiciones de ejecución; tardanza en obtención de permisos; disponibilidad restringida de terrenos; necesidad de introducir cambios de proyecto durante la ejecución, fenómenos climáticos severos, condiciones económicas adversas, etc.
- Planificación y programación sesgada; no disponibilidad de mano de obra adecuada y subcontratos a tiempo; no disponibilidad de equipos; bajos niveles de productividad por condiciones externas; problemas de relaciones laborales; imposibilidad de aplicar metodologías previstas por condiciones externas; alteración de procesos constructivos por condiciones diferentes de ejecución, etc.
- *Más allá de qué parte toma los riesgos, lo fundamental es identificarlos y cuantificar su probabilidad y sus posibles efectos*

Análisis Cuantitativo de Riesgo

Qué se obtiene?

- Un completo estudio del análisis de los múltiples **riesgos** que enfrenta el proyecto, con sus **probabilidades de ocurrencia**
- Las herramientas necesarias para la toma de decisiones oportunas y basadas en **visión amplia y más realista**
- **Información clara y concreta** para cada proyecto específico, con sus propias características y condiciones
- **CONVERTIR RIESGOS EN OPORTUNIDADES**

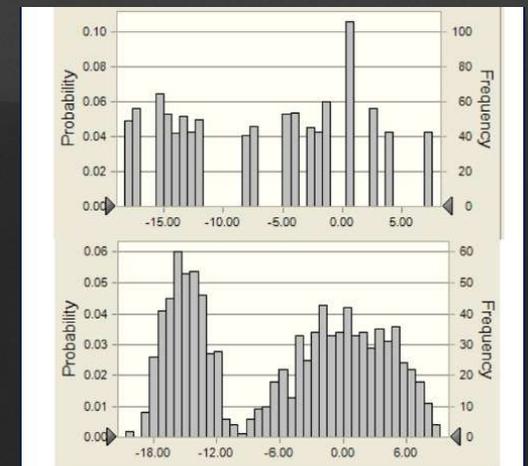
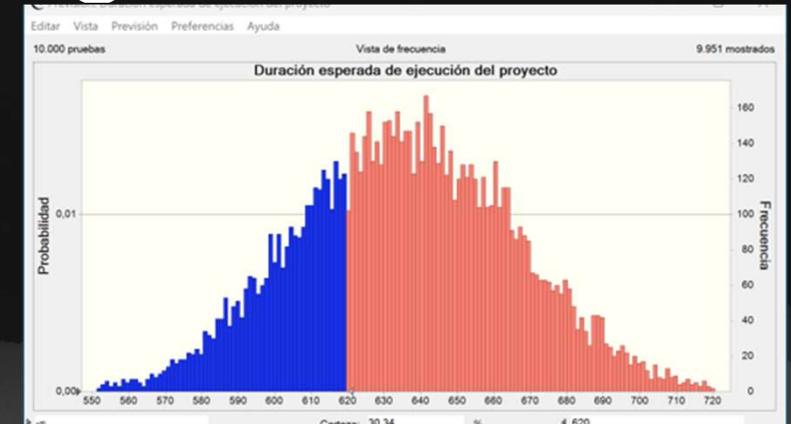


Figure 4: Bootstrap simulation and general Monte Carlo.

Análisis Cuantitativo de Riesgo

Un caso práctico

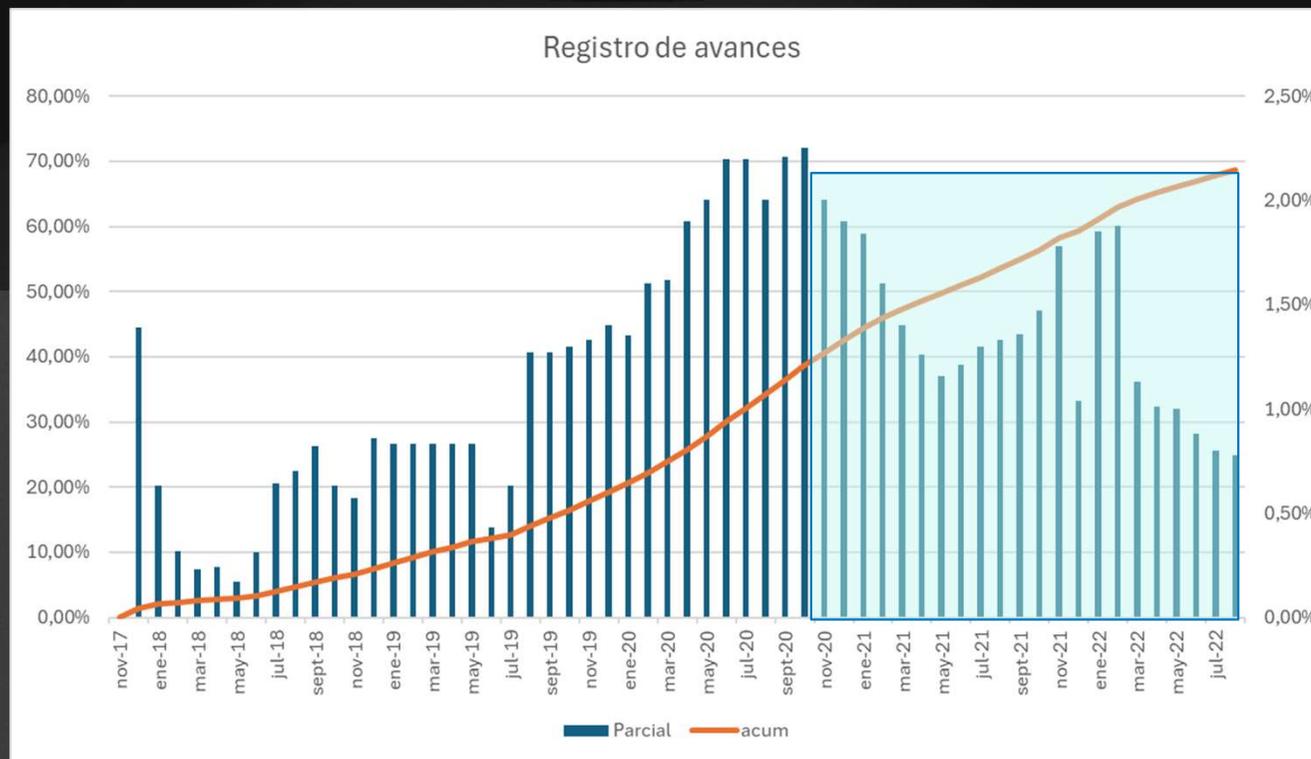


- Construcción de una obra en Concesión. Alto consumo de mano de obra y equipos, dificultad considerable.
- Proyecto en ejecución con más de un 65% de avance, acumula atrasos y proyecta fecha de ejecución con retrasos, causados por una diversidad de situaciones de diverso origen.
- Se desea estimar las proyecciones de plazo a término *lo más realista posible* en comparación con las estimaciones deterministas (caso base) y el plazo disponible
- Contratista registra historial de avances con elevada variabilidad a lo largo de la construcción
- Supuesto: de aquí en adelante no habrá más modificaciones ni interferencias, por lo tanto, todo depende principalmente del desempeño del contratista

Análisis Cuantitativo de Riesgo

Un caso práctico

- Análisis de avances históricos logrados



Muestra adecuada, debido a que contempla etapa de actividades similares a ejecutar y un rango de datos de desempeño más amplio y representativo

Análisis Cuantitativo de Riesgo

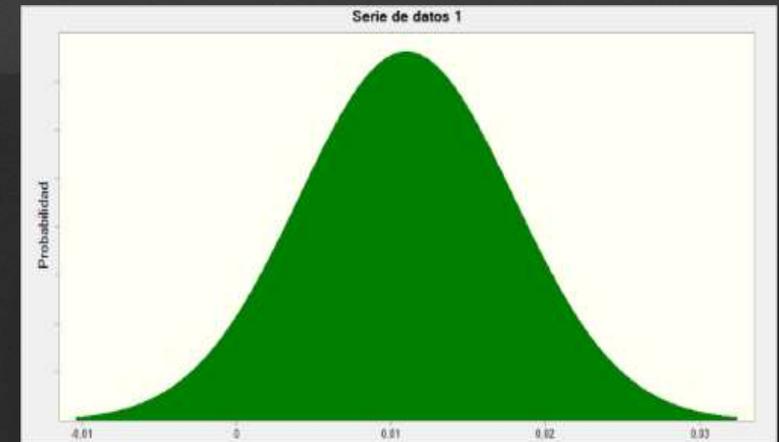
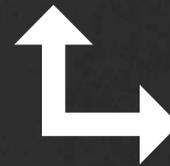
Un caso práctico

- Determinación de distribución de probabilidad



Distribución	A-D	A-D Valor P:	Parámetros
Normal	0,4000	0,353	Media=0.011, Desv est=0.00694
Logística	0,4181	0,265	Media=0.01084, Escala=0.004
Beta	0,4497 ---		Mínimo=-0.00761, Máximo=0.05696, Alfa=5.03252, Beta=12.43196
Weibull	0,4498	0,191	Ubicación=-0.00445, Escala=0.01785, Forma=2.43223
Logarítmico normal	0,5166	0,077	Media=0.01103, Desv est=0.00708, Ubicación=-0.01928
Extremo máximo	0,6447	0,092	Más probable=0.00771, Escala=0.00585
Extremo mínimo	0,7855	0,039	Más probable=0.01452, Escala=0.00738
Triangular	0,8987 ---		Mínimo=0.00078, Más probable=0.0013, Máximo=0.03488
t de Student	1,3531 ---		Punto medio=0.011, Escala=0.00254, Grados de libertad=1
Exponencial	1,5274	0,028	Tasa=90.94089
Beta PERT	1,7974 ---		Mínimo=-0.00761, Más probable=0.00416, Máximo=0.05696
Gamma	2,8755	0,000	Ubicación=0.0013, Escala=0.0193, Forma=0.50239
Uniforme	3,5764	0,000	Mínimo=0.00027, Máximo=0.03013
Pareto	3,6060 ---		Ubicación=0.00121, Forma=0.52086

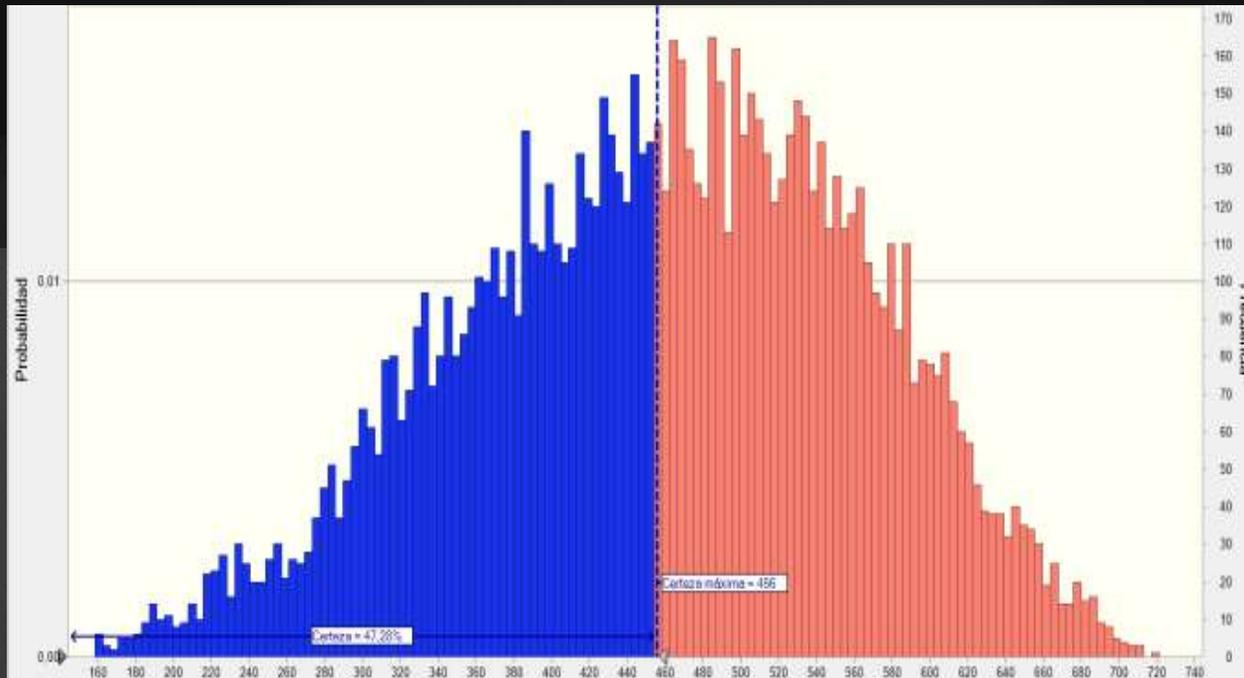
Prueba de bondad de ajuste:
Distribución Normal



Análisis Cuantitativo de Riesgo

Un caso práctico

- Resultado de 10.000 iteraciones de la variable considerada



- La probabilidad de lograr el término de las obras dentro del plazo remanente del contrato es de un 47%
- La probabilidad de exceder el plazo es de un 53%
- Es 75% probable que el plazo se exceda en hasta 130 días

Análisis Cuantitativo de Riesgo

Conclusiones



- La probabilidad de cumplir el plazo es relativamente baja. Puede mejorar si el contratista mejora su desempeño o incorpora recursos adicionales
- Analizar posibles medidas de intervenir al contratista
- Es recomendable considerar provisiones de costos asociadas a mayor permanencia y comparar con costos de aceleración
- Es recomendable evaluar la posibilidad y conveniencia de gestionar aumentos de plazo para evitar multas del mandante
- Es recomendable plantear el inicio de una negociación tendiente a evitar la controversia
- Sin QRA es imposible identificar adecuadamente los riesgos, cuantificar su probabilidad y evaluar sus efectos económicos y contractuales

Gracias!

GEDD CONSULTORES

Soluciones estratégicas para la industria de la construcción y desarrollo de proyectos

www.gedd.cl

