

Planificación y Gestión de Riesgos en Proyectos de Construcción y su adecuación a la Ley de Contrataciones del Estado CURSO - TALLER

Lima, agosto de 2017

Alianza Estratégica

La Asociación Peruana de Consultoría reúne a los consultores de obras del país y donde están las empresas, asociaciones y profesionales más competentes del medio, ofreciendo servicios de Asesoría y Consultoría en las ramas de Ingeniería a empresas nacionales y extranjeras.

<http://www.apcperu.org>

LLV Consultores SAC ofrece un servicio de excelencia en el manejo de controversias contractuales y apoyamos a nuestros clientes en temas de Gerencia de Proyectos. En esos campos tenemos especial fortaleza en el “know how” de la Planificación de Proyectos y la Gestión de Riesgos, tanto de manera teórico – conceptual como de manera práctica.

<http://lvconsultoressac.com>

Objetivos Generales

- ✓ Revisar los conceptos fundamentales de la Planificación de Proyectos.
- ✓ Reforzar en los participantes el conocimiento en el cual se sustenta la Gestión de Riesgos,
- ✓ Desarrollar los temas centrales de la Planificación de Proyectos y la Gestión de Riesgos, bajo el enfoque del Project Management Institute (PMI®).
- ✓ Profundizar en el manejo del análisis cualitativo y cuantitativo de los riesgos
- ✓ Incorporar herramientas de gestión de riesgos y la aplicación práctica de los conceptos fundamentales
- ✓ Adecuar el conocimiento a las nuevas exigencias de la Ley de Contrataciones del Estado.

Objetivos Específicos

Desarrollo del curso basado en la ejecución de diversos tipos de proyectos

Definir riesgos del contratista y el contratante en temas contractuales en las diversas etapas de desarrollo de la obra.

Identificación de riesgos en obras de construcción.

Asignación de riesgos al Contratista o Contratante, en los contratos de construcción

Expositores

- **Carlos López Avilés:** Ingeniero Civil de la Pontificia Universidad Católica del Perú, especialista en Gestión Contractual con más de 38 años de experiencia profesional como Conciliador Extrajudicial, Arbitro, Perito, Mediador y Consultor Internacional en Gestión Contractual.
- **León López Avilés:** Ingeniero Civil de la Pontificia Universidad Católica del Perú, MBA Mención Gestión por la Universidad del Mar, Chile, Project Management Professional (PMP) por el Project Management Institute (PMI), con más de 35 años de experiencia en temas relacionados con la Dirección de Proyectos.
- **José Contreras Jiménez:** Ingeniero Industrial de la Universidad del Bio-Bio, Concepción, Chile, con más de 20 años de experiencia en la Planificación y Control de Proyectos para proyectos de gran envergadura. Especialista en la modelación de la incertidumbre para el análisis de riesgo cuantitativo de las variables plazo y costo de un proyecto.

Temario

Día 1: 28 de agosto

Actividad	Descripción	Responsable	De	A
Inicio	Presentación APC	APC	9:00	9:05
Sesión 1	Aspectos fundamentales de la Planificación de Proyectos	Ing. León López A.	9:05	10:30
	COFFEE BREAK		10:30	11:00
Taller 1	Trabajo Grupal: Definición de Alcances		11:00	12:00
	Explicación de cada grupo		12:00	13:00
	ALMUERZO		13:00	14:30
Sesión 2	Fundamentos de la Gestión de Riesgos – Análisis Cualitativo	Ing. León López A.	14:30	16:00
	COFFEE BREAK		16:00	16:30
Sesión 3	Aspectos normativas vigentes del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado.	Ing. Carlos López A.	16:30	17:30
	Discusión y Consultas		17:30	18:00

Temario

Día 2: 29 de agosto

Actividad	Descripción	Responsable	De	A
Taller 2	Identificación de Riesgos y Análisis Cualitativo	Ing. León López A.	9:00	10:30
	COFFEE BREAK		10:30	11:00
	Explicación de cada grupo	Ing. León López A.	11:00	11:30
Sesión 4	Control de Riesgos	Ing. León López A.	11:30	13:00
	ALMUERZO		13:00	14:30
Sesión 5	Gestión de Riesgos – Análisis Cuantitativo Parte 1	Ing. José Contreras J	14:30	16:00
	COFFEE BREAK		16:00	16:30
Sesión 6	Gestión de Riesgos – Análisis Cuantitativo Parte 2	Ing. José Contreras J.	16:30	17:15
	Ejemplo práctico del Análisis Cuantitativo	Ing. José Contreras J.	17:15	17:45
	Discusión y cierre del curso		17:45	18:00

Sesión N° 1

Aspectos Fundamentales de la Planificación de Proyectos

Ing. León López Avilés

Contexto de los Proyectos

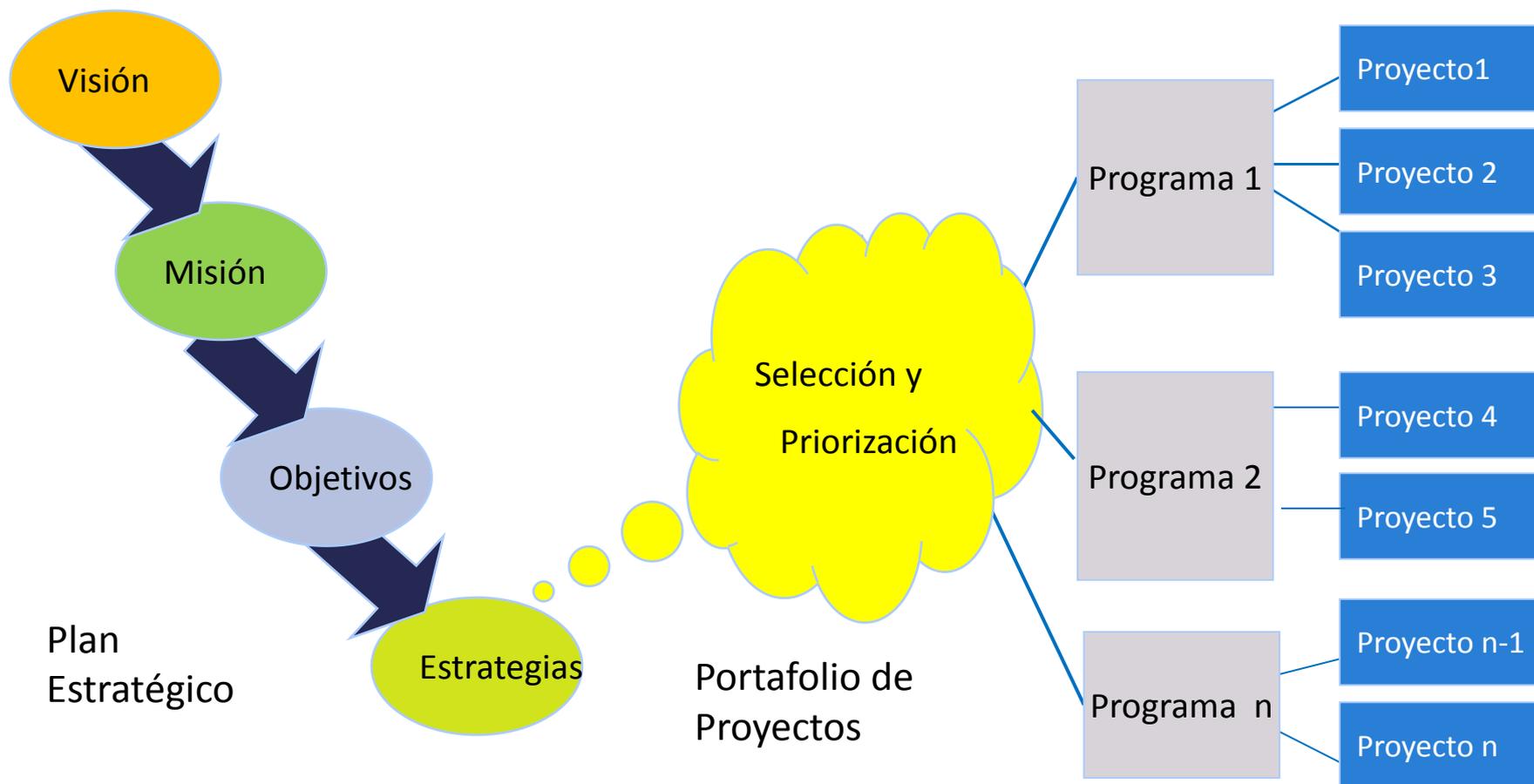
- ✓ Los proyectos de las organizaciones están incluidos dentro de sus **estrategias de negocios**
- ✓ Un negocio es un **emprendimiento** que se desarrolla para atender una **necesidad y obtener un beneficio**
- ✓ El proyecto permite **resolver la necesidad** generando el negocio
- ✓ Las organizaciones **no llevan a cabo proyectos que no les generen un beneficio**, el cual puede ser:
 - Incremento de venta
 - Reducción de costos
 - Social
 - Normativo, etc.

Los Proyectos en el Plan Estratégico



Fuente: *The Standard for Portfolio Management*

Los Proyectos en el Plan Estratégico



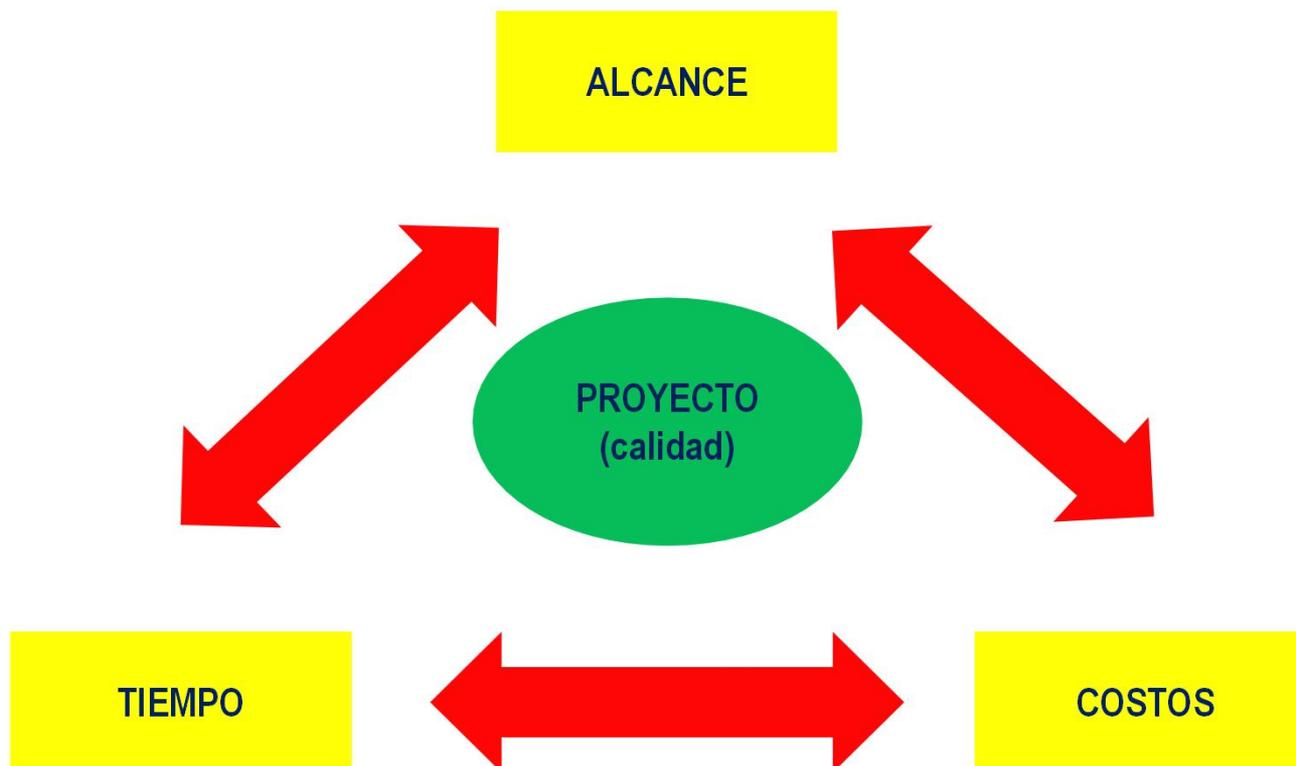
Dirección de Proyectos

Proyectos

Un proyecto es **un esfuerzo temporal** que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado **único**, sujeto a tres "restricciones" principales: **Alcance, Tiempo y Costo.**

(fuente: PMBOK® Guide 2013)

Triple Restricción



Dirección de Proyectos

Es una disciplina que consiste en planear, organizar, asegurar y coordinar recursos y personas para cumplir con los **Objetivos, Entregables y Criterios de Éxito** de los proyectos. .

(fuente: PMBOK® Guide 2013)

Dirección de Proyectos

Dirigir un proyecto implica:

- Identificar **requisitos** (Técnicos, Seguridad, Legales, Ambientales, Sociales, etc.).
- Abordar las diversas necesidades, inquietudes y expectativas de los **interesados** según se planifica y efectúa el proyecto.
- Establecer, mantener y realizar **comunicaciones** activas, eficaces y de naturaleza **colaborativa** entre los interesados.
- Gestionar a los interesados para cumplir los requisitos del proyecto y generar los **entregables** del mismo.
- Equilibrar las **restricciones contrapuestas** del proyecto

Proyectos exitosos

Para que un proyecto sea considerado como **exitoso** debe cumplir con requisitos de:

- a) Calidad
- b) Plazos
- c) Presupuesto
- d) Aceptación del cliente

Proyectos exitosos

Cada proyecto es único y temporal, sin embargo hay **coincidencias** en los que fueron exitosos:

- a) Definieron una visión-misión (objetivo – alcance)
- b) Fijaron objetivos (claros, medibles, transferibles)
- c) Implementaron una estrategia (Planificación)
- d) Se supieron adaptar al cambio permanente
- e) Tuvieron una administración eficiente

Proyectos que fracasan

Una de las principales razones del fracaso de proyectos se debe a una **mala planificación**.

Errores típicos al planificar:

- a) No incluir todos los recursos necesarios para cumplir con los objetivos del proyecto
- b) No dar participación en la elaboración del plan a los responsables de implementar las tareas
- c) Objetivos irreales al no comprender la “restricción triple”

Proyectos que fracasan

- d) El **rol del PM** no está bien definido
- e) Falta de **comunicación y coordinación** para trabajar en equipo
- f) **Rotación excesiva** de personas en las actividades de trabajo.
- g) Controles inapropiados
- h) No realizar **informes de avance** periódico
- i) El PM pierde la **visión de conjunto** controlando detalles minuciosos
- j) No comparar **el estado del proyecto** con el plan original
- k) No planificar la administración de los **riesgos** potenciales

Planificar vs. Programar

Planificación

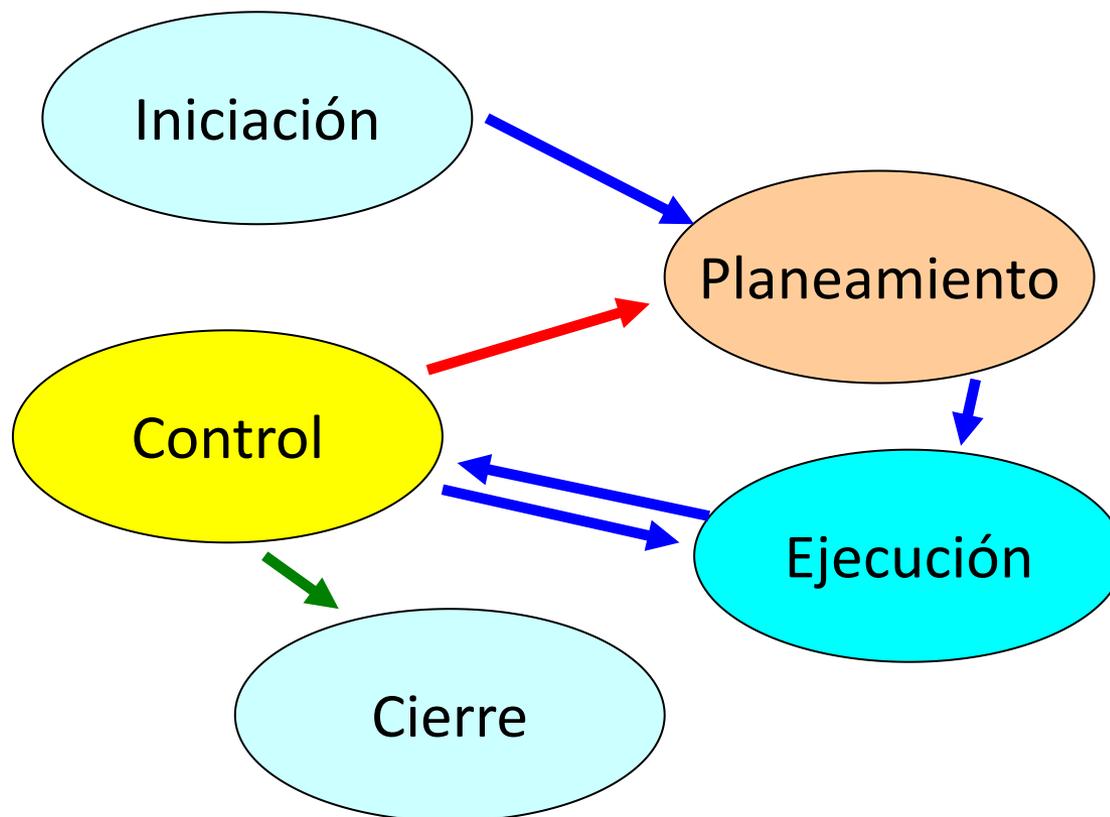
Desarrollo de un plan integral para la ejecución del alcance del trabajo, basado en los **objetivos** de las tareas, alcances, metodología y recursos para la ejecución.

Programación

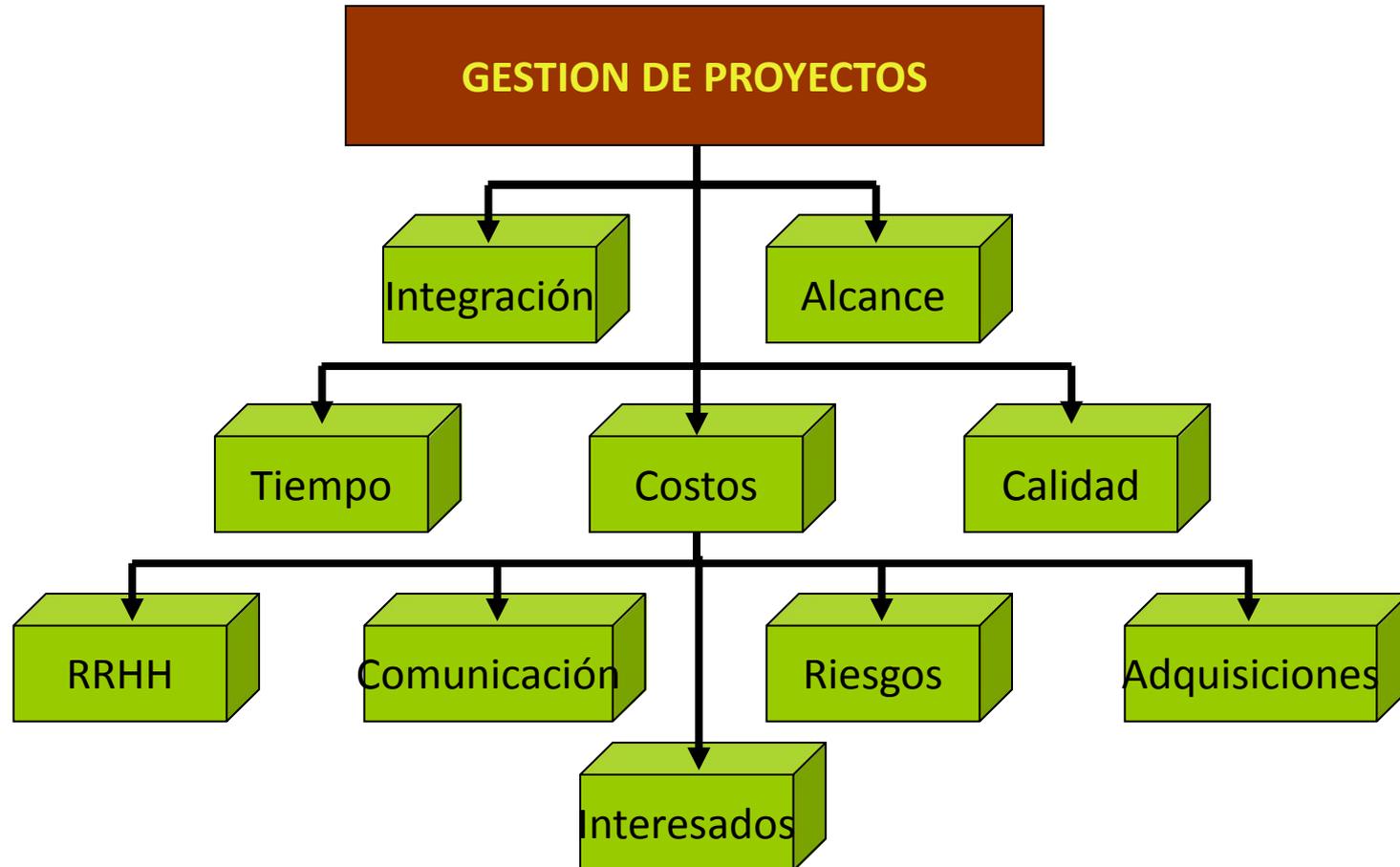
Construcción de un cronograma colocando tareas con una **secuencia lógica** con respecto al tiempo.

Matriz de Procesos de la Dirección de Proyectos

Grupos de Procesos



Áreas del Conocimiento



GRUPO DE PROCESOS DE GERENCIA DE PROYECTOS

Áreas de Conocimiento	GRUPO DE PROCESOS DE GERENCIA DE PROYECTOS				
	Grupo de Procesos de Iniciación	Grupo de Procesos de Planificación	Grupo de Procesos de Ejecución	Grupo de Procesos de Seguimiento y Control	Grupo de Procesos de Cierre
Gestión de la Integración del Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollar el acta de constitución del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollar el plan para la dirección del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> Dirigir y gestionar el trabajo del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> Monitorear y controlar el trabajo del proyecto Realizar Control integrado de cambios 	<ul style="list-style-type: none"> Cerrar proyecto o fase
Gestión del Alcance del Proyecto		<ul style="list-style-type: none"> Planificar la Gestión del Alcance Recopilar Requisitos Definir el alcance Crear EDT 		<ul style="list-style-type: none"> Validar el alcance Controlar el alcance 	
Gestión del Tiempo del Proyecto		<ul style="list-style-type: none"> Planificar la Gestión del Cronograma Definir las actividades Secuenciar las actividades Estimar los recursos de las actividades Estimar la duración de las actividades Desarrollar el cronograma 		<ul style="list-style-type: none"> Controlar el cronograma 	
Gestión de Costos del Proyecto		<ul style="list-style-type: none"> Planificar la Gestión de los Costos Estimar los costos Determinar el presupuesto 		<ul style="list-style-type: none"> Controlar los costos 	
Gestión de la Calidad del Proyecto		<ul style="list-style-type: none"> Planificar la Gestión de calidad 	<ul style="list-style-type: none"> Realizar el aseguramiento de calidad 	<ul style="list-style-type: none"> Controlar la calidad 	

GRUPO DE PROCESOS DE GERENCIA DE PROYECTOS

Áreas de Conocimiento	GRUPO DE PROCESOS DE GERENCIA DE PROYECTOS				
	Grupo de Procesos de Iniciación	Grupo de Procesos de Planificación	Grupo de Procesos de Ejecución	Grupo de Procesos de Seguimiento y Control	Grupo de Procesos de Cierre
Gestión de los RR.HH del Proyecto		<ul style="list-style-type: none"> Planificar la Gestión de los RR.HH 	<ul style="list-style-type: none"> Adquirir el equipo del proyecto Desarrollar el equipo del proyecto Dirigir el equipo del proyecto 		
Gestión de las comunicaciones del Proyecto		<ul style="list-style-type: none"> Planificar la Gestión de las comunicaciones 	<ul style="list-style-type: none"> Gestionar las comunicaciones del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> Controlar las comunicaciones 	
Gestión de los riesgos del Proyecto		<ul style="list-style-type: none"> Planificar la gestión de riesgos Identificar los riesgos Analizar cualitativamente los riesgos Analizar cuantitativamente los riesgos Planificar la respuesta a los riesgos 		<ul style="list-style-type: none"> Controlar los riesgos 	
Gestión de las adquisiciones del Proyecto		<ul style="list-style-type: none"> Planificar la Gestión de las adquisiciones 	<ul style="list-style-type: none"> Efectuar las adquisiciones 	<ul style="list-style-type: none"> Controlar las adquisiciones 	<ul style="list-style-type: none"> Cerrar las adquisiciones
Gestión de los interesados del Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Identificar interesados 	<ul style="list-style-type: none"> Planificar la Gestión de interesados 	<ul style="list-style-type: none"> Gestionar la participación con los interesados 	<ul style="list-style-type: none"> Controlar la participación con los interesados 	

Conceptos de Integración en la Planificación de Proyectos

Plan de Dirección del Proyecto

Preparar el **Plan para la Dirección del Proyecto** incluye las acciones necesarias para definir, integrar y coordinar todos los planes subsidiarios al mismo.

El plan se actualiza y revisa a través del proceso **Control Integrado de Cambios**, a partir de la línea base.

El **Plan para la Dirección del Proyecto** define cómo se ejecuta, se supervisa y controla y se cierra el proyecto.

Gestión del Alcance del Proyecto

Alcance (Scope):

La suma de **productos, servicios y resultados** que se proporcionarán como un *proyecto*.

Alcance del Producto:

Los **rasgos y funciones** que caracterizan a un *producto, servicio o resultado*.

Alcance del Proyecto:

El **trabajo** que debe realizarse para entregar un *producto, servicio o resultado* con las funciones y características especificadas.

(fuente: PMBOK® Guide 2013)

Gestión del Alcance del Proyecto

Entregables

Cualquier producto, resultado o capacidad de prestar un servicio único y verificable que debe producirse para terminar un procesos, una fase o un proyecto.

(fuente: PMBOK® Guide 2013).

Gestión del Alcance del Proyecto

Recopilación de Requisitos

Es la definición y documentación de las **necesidades de los interesados** para cumplir los objetivos del proyecto.

Los requisitos incluyen las necesidades **documentadas y cuantificadas**, así como las expectativas del patrocinador, clientes y otros interesados

(fuente: PMBOK® Guide 2013)

Gestión del Alcance del Proyecto

Definición del Alcance

Es una **descripción detallada** del proyecto y del producto.

La correcta definición del alcance es fundamental para el éxito del proyecto

Las necesidades, deseos y expectativas de los interesados se analizan y convierten en requisitos.

(fuente: PMBOK® Guide 2013)

Gestión del Alcance del Proyecto

Estructura de Desglose del Trabajo (EDT)

- Organiza y define el **alcance total** del proyecto.
- Subdivide el trabajo del proyecto en porciones de trabajo más pequeñas y fáciles de manejar,
- Cada nivel descendente representa una definición cada vez mas detallada del trabajo del proyecto.
- Es la sumatoria de todos los entregables del proyecto
- El nivel más bajo de la estructura son los llamados “**paquetes de trabajo**” (work package).

(fuente: PMBOK® Guide 2013)

“Lo que no está en la EDT, no forma parte del alcance del Proyecto”

Gestión del Alcance del Proyecto

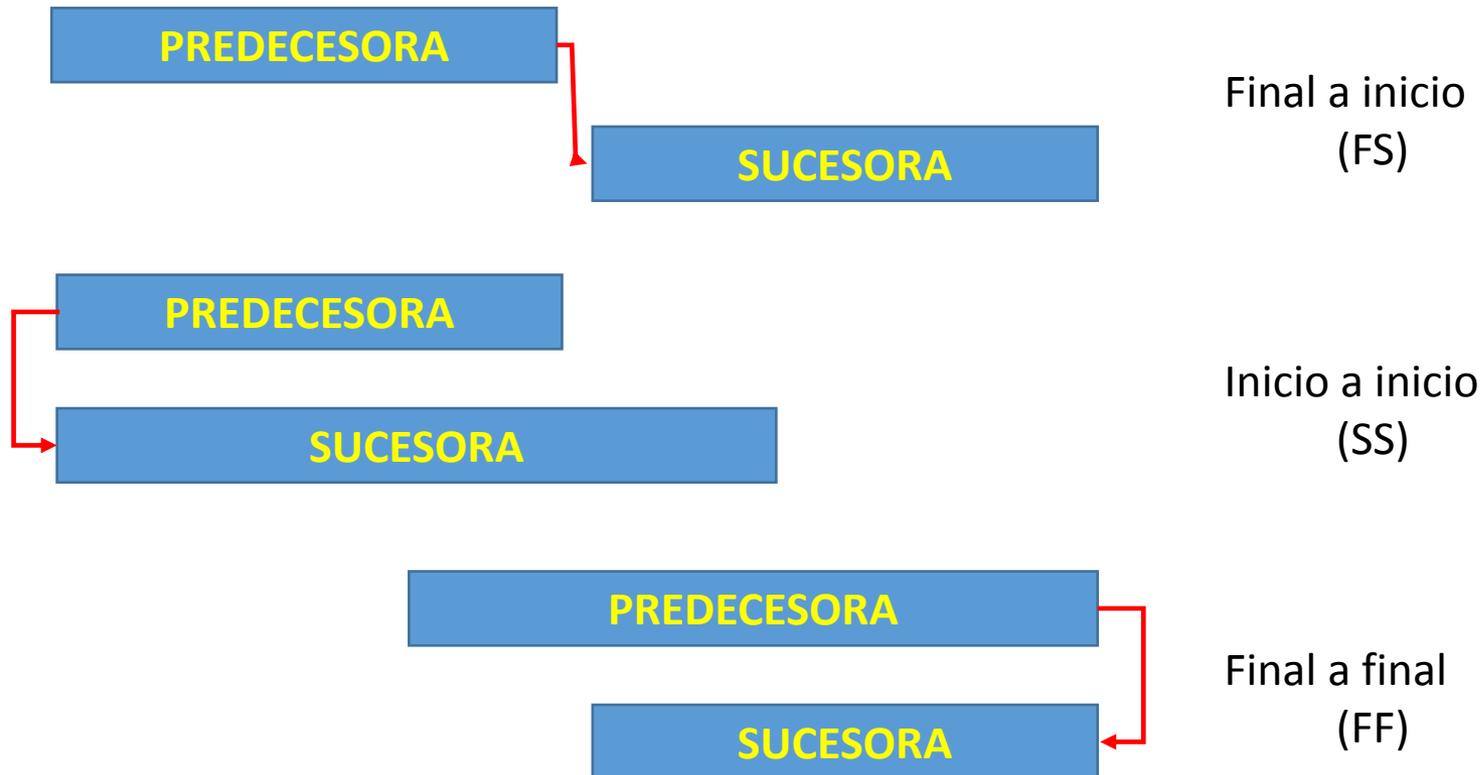
Diccionario de la EDT

- ✓ un identificador de código de cuenta,
- ✓ un enunciado del trabajo,
- ✓ la organización responsable,
- ✓ una lista de hitos del cronograma,
- ✓ las actividades asociadas del cronograma,
- ✓ los recursos necesarios,
- ✓ los estimados de costo,
- ✓ los requisitos de calidad,
- ✓ los criterios de aceptación,
- ✓ las referencias técnicas
- ✓ la información del contrato.

Gestión del Tiempo del Proyecto

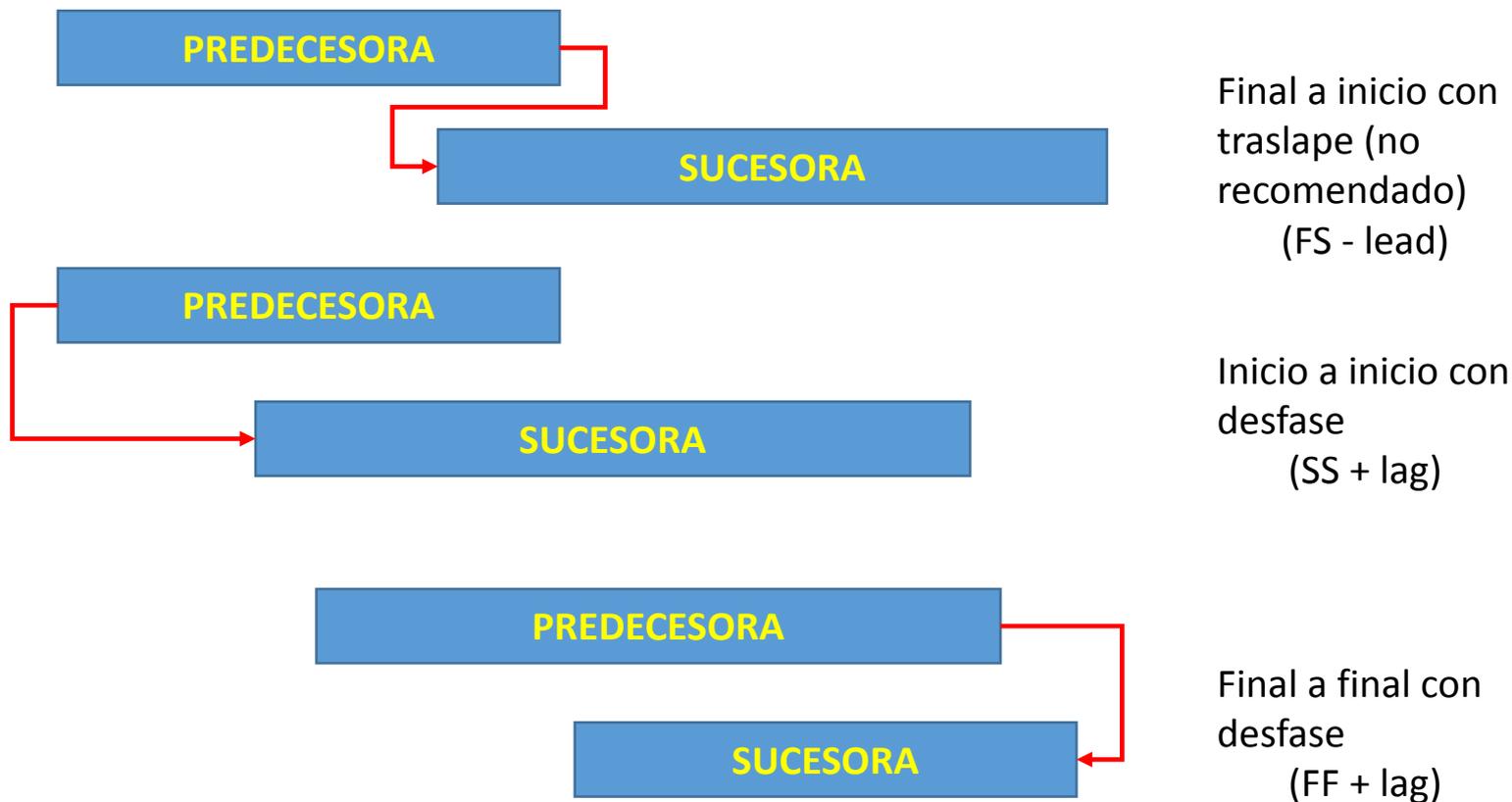
- ✓ Planificar la gestión del tiempo
- ✓ Definir las actividades
- ✓ Secuenciar las actividades
- ✓ Estimar los recursos para las actividades
- ✓ Desarrollar el cronograma
- ✓ Controlar el cronograma

Gestión del Tiempo del Proyecto



SECUENCIAR ACTIVIDADES

Gestión del Tiempo del Proyecto



SECUENCIAR ACTIVIDADES

Gestión del Tiempo del Proyecto

Reglas de las Vinculaciones

Todas las actividades deben tener predecesor y sucesor, a excepción de la primera y la última

- La primera no tiene predecesor
- La última no tiene sucesor
- Evitar los “lag negativos”

Siempre tiene que haber un sucesor al finalizar la actividad

Gestión del Tiempo del Proyecto

Tipos de dependencia

- ✓ Dependencias obligatorias
- ✓ Dependencia discrecionales
- ✓ Dependencias internas
- ✓ Dependencia externa

Gestión del Costo del Proyecto

Planificar la Gestión de Costos

Estimar los costos

Determinar el presupuesto

Controlar los costos

Gestión del Costo del Proyecto

- Costos Directos
- Costos Indirectos
- Costos del Dueño
- Contingencia
- Escalación
- Presupuesto
- Mes Base

Gestión del Costo del Proyecto

- Costo Comprometido
- Costo Incurrido
- Costo Devengado
- Costo Pagado

Gestión del Costo del Proyecto

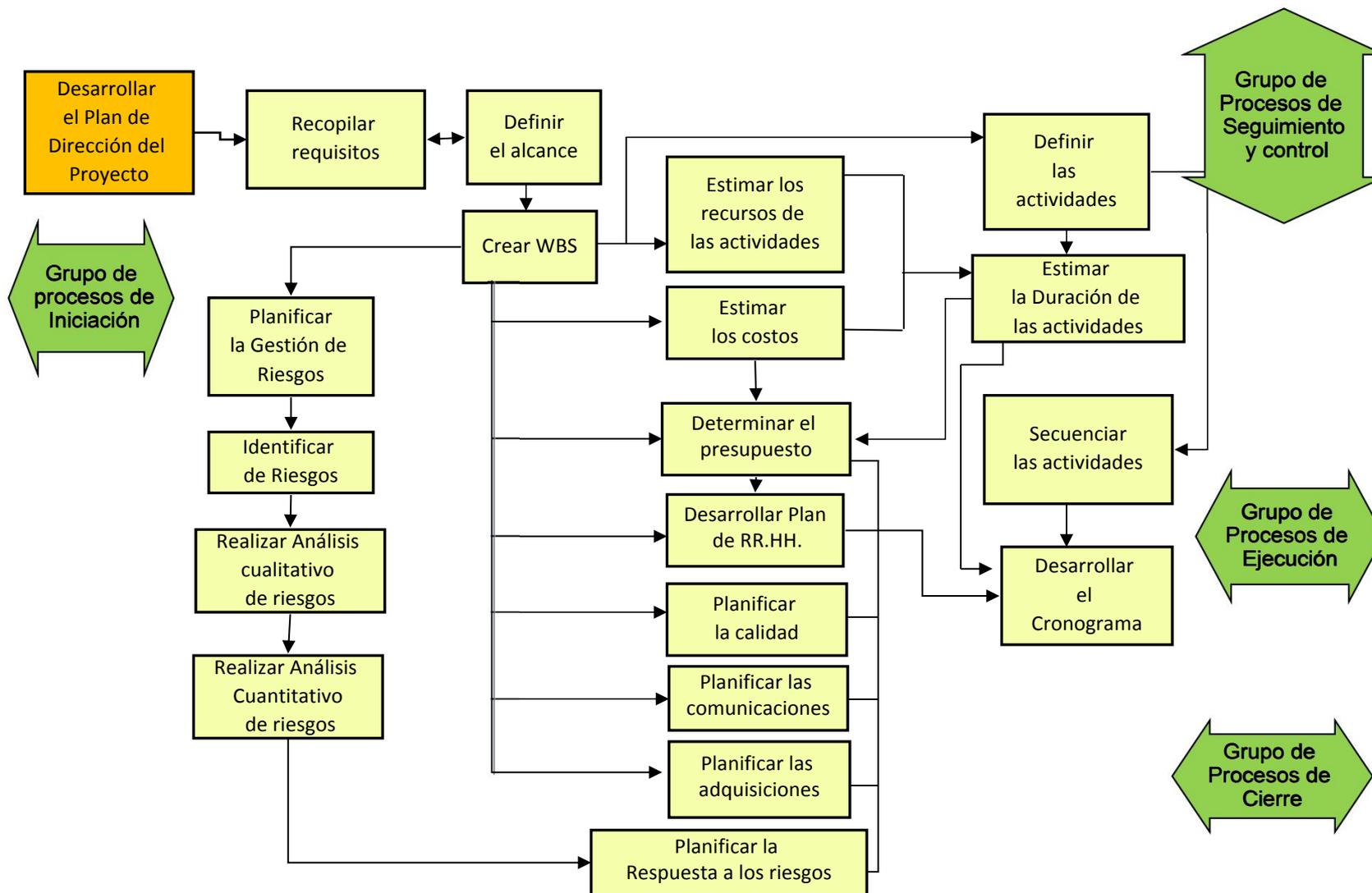
- Presupuesto Original
- Cambios aprobados
- Presupuesto Actualizado o vigente
- Tendencias
- Estimación para Terminar (ETC)
- Estimación al Terminar (EAC)

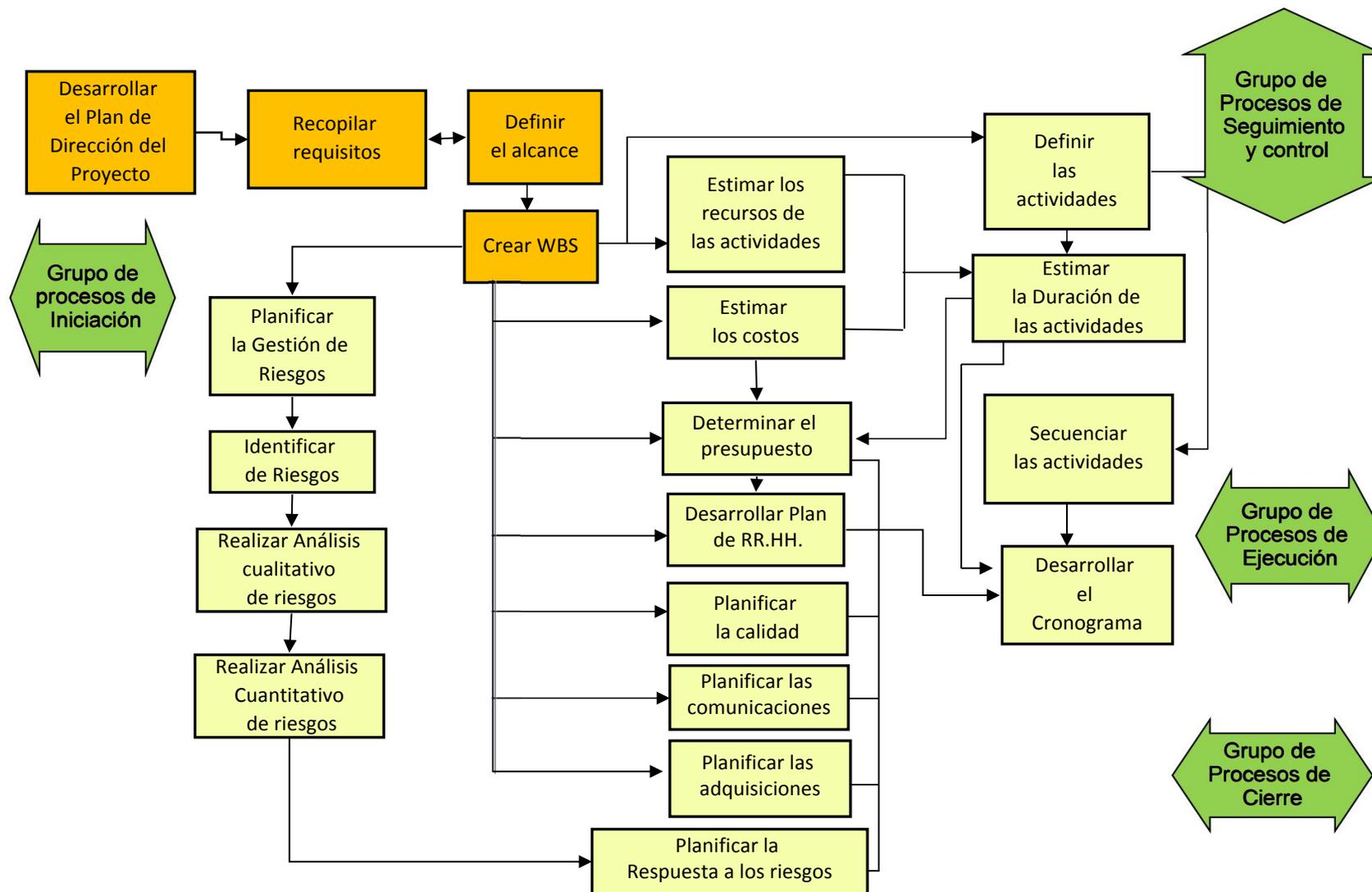
Gestión del Costo del Proyecto

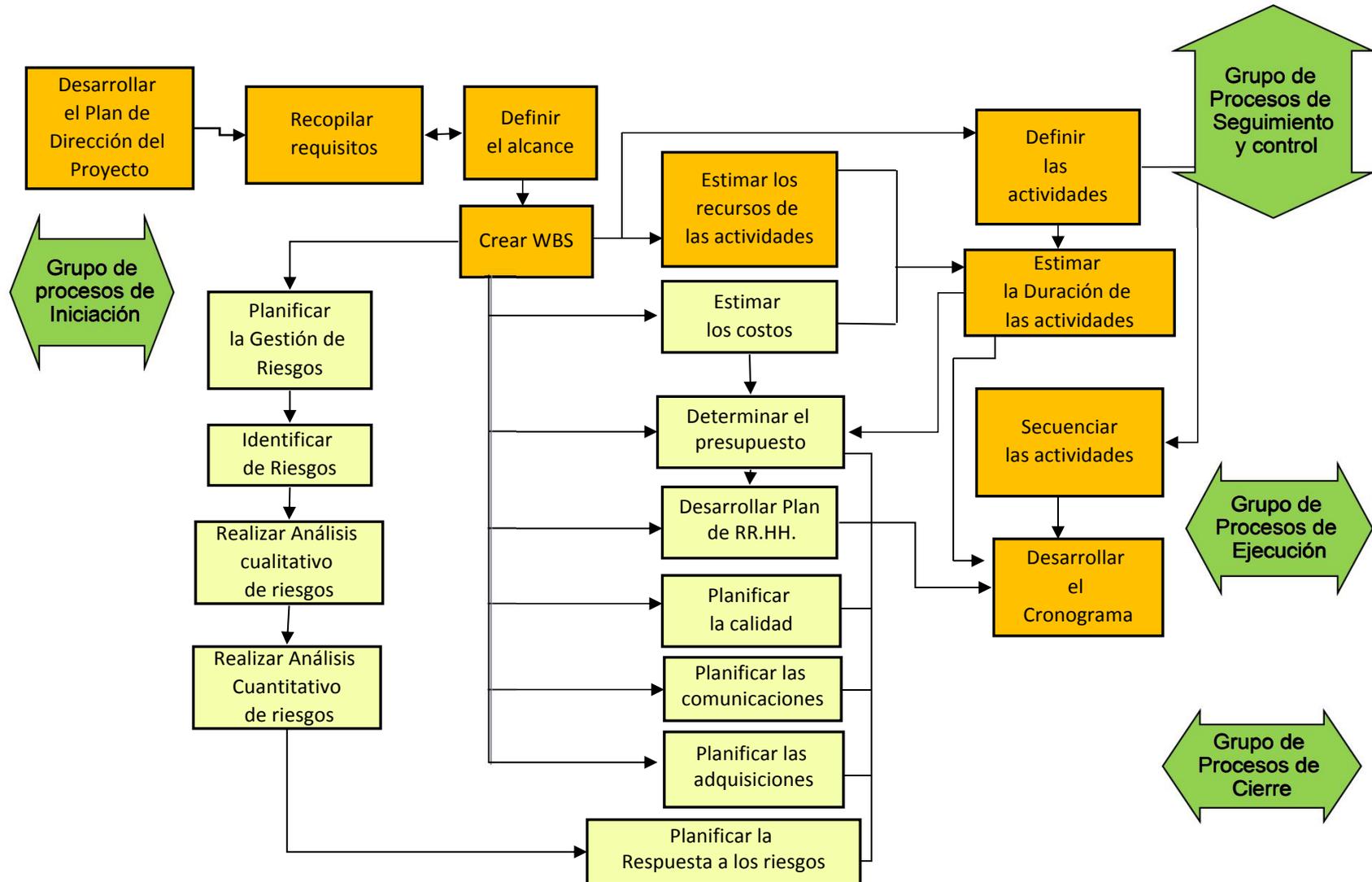
FEL 1 (Clase 5)	FEL 2 (Clase 4)	FEL 3 (Clase 3-2)	FEL 4 (Clase 1)	OPERACIÓN
<p>Determina la factibilidad del proyecto y se alinea con las estrategias del negocio.</p>	<p>Selecciona la(s) opción(es) de desarrollo preferida(s) y la estrategia de ejecución.</p>	<p>Finaliza el alcance del proyecto, costo y programa y sanciona el proyecto. Prepara para la fase de Ejecución.</p>	<p>Produce (construye) el activo operativo en consistente con el alcance, costo y plazo.</p>	<p>Evalúa y opera el activo para asegurar el rendimiento de acuerdo con las especificaciones y el máximo retorno para el cliente.</p>

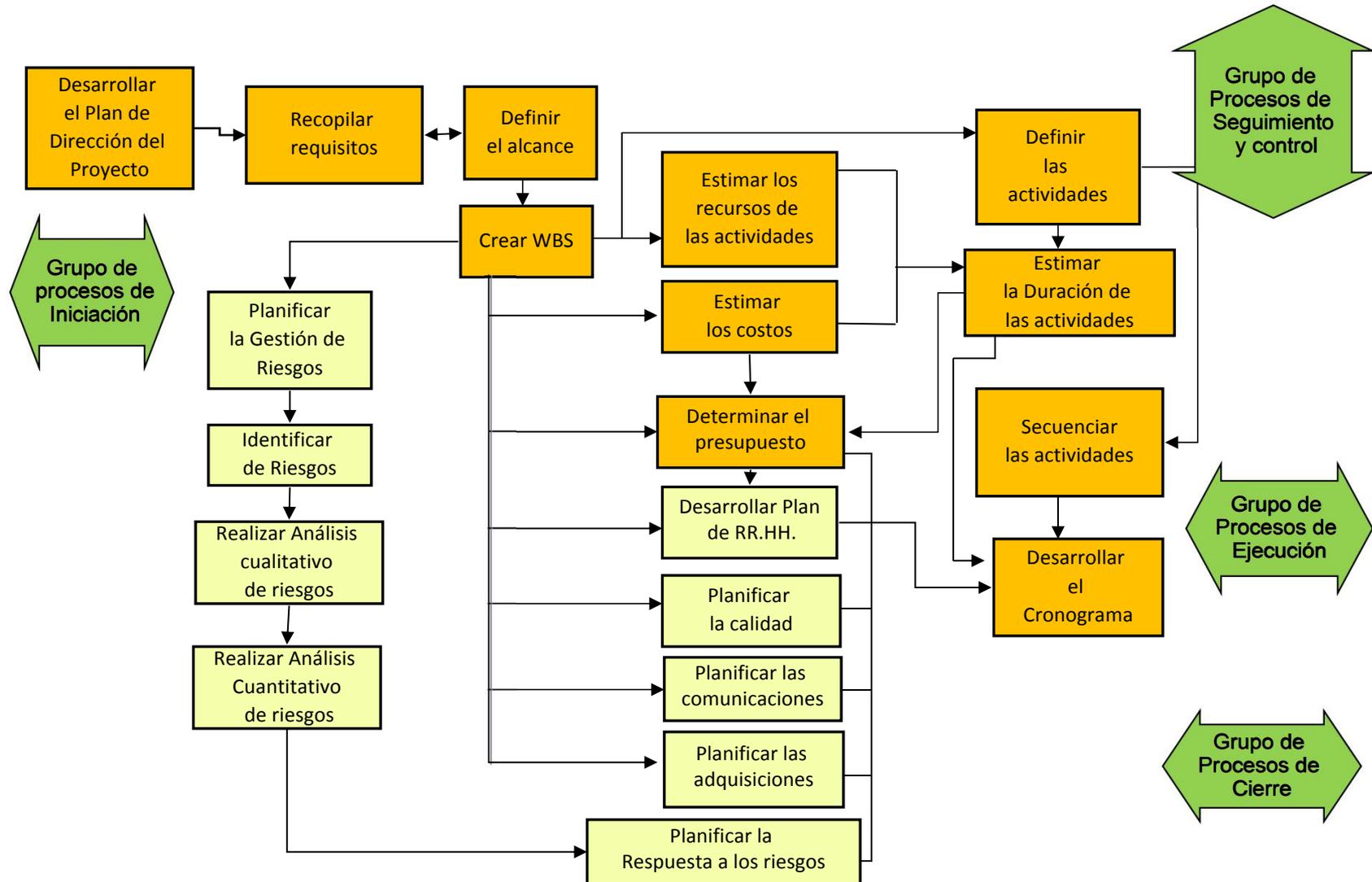
Clases de Estimación según el Ciclo de Vida

Línea Base del Proyecto

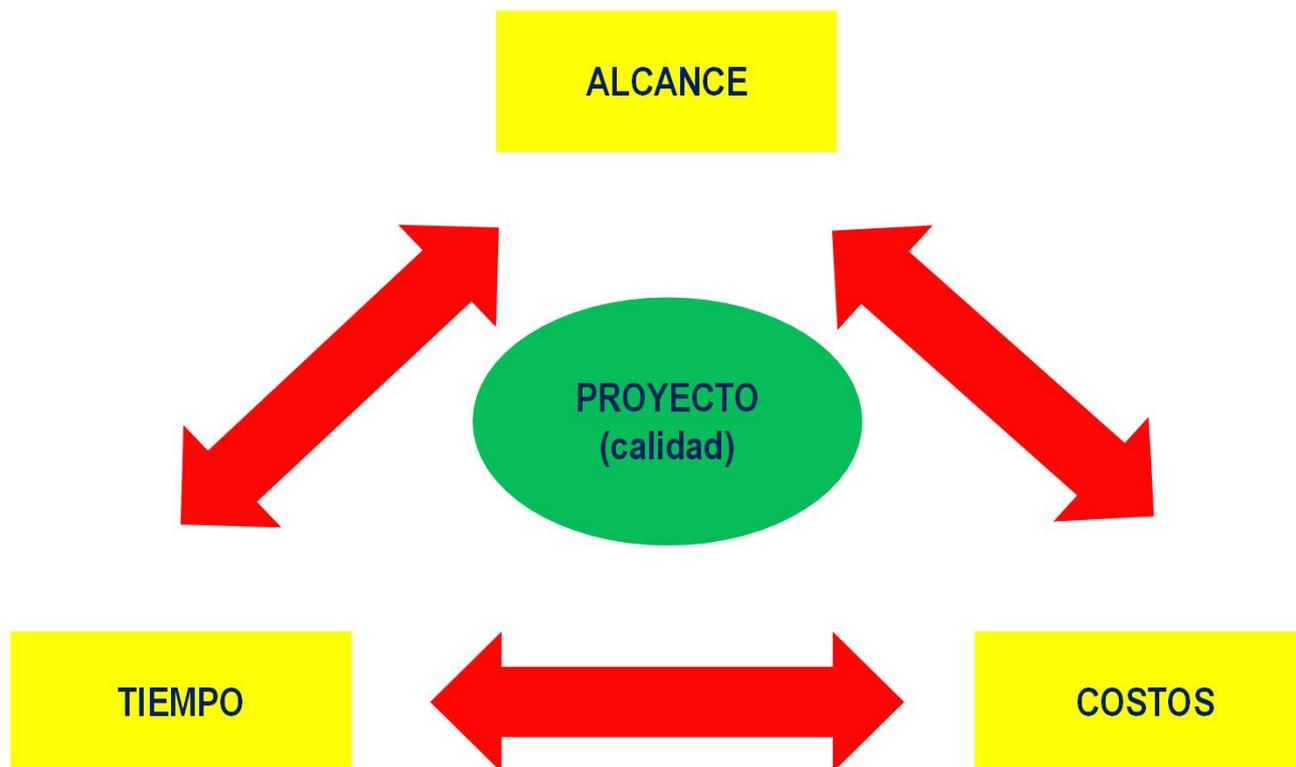




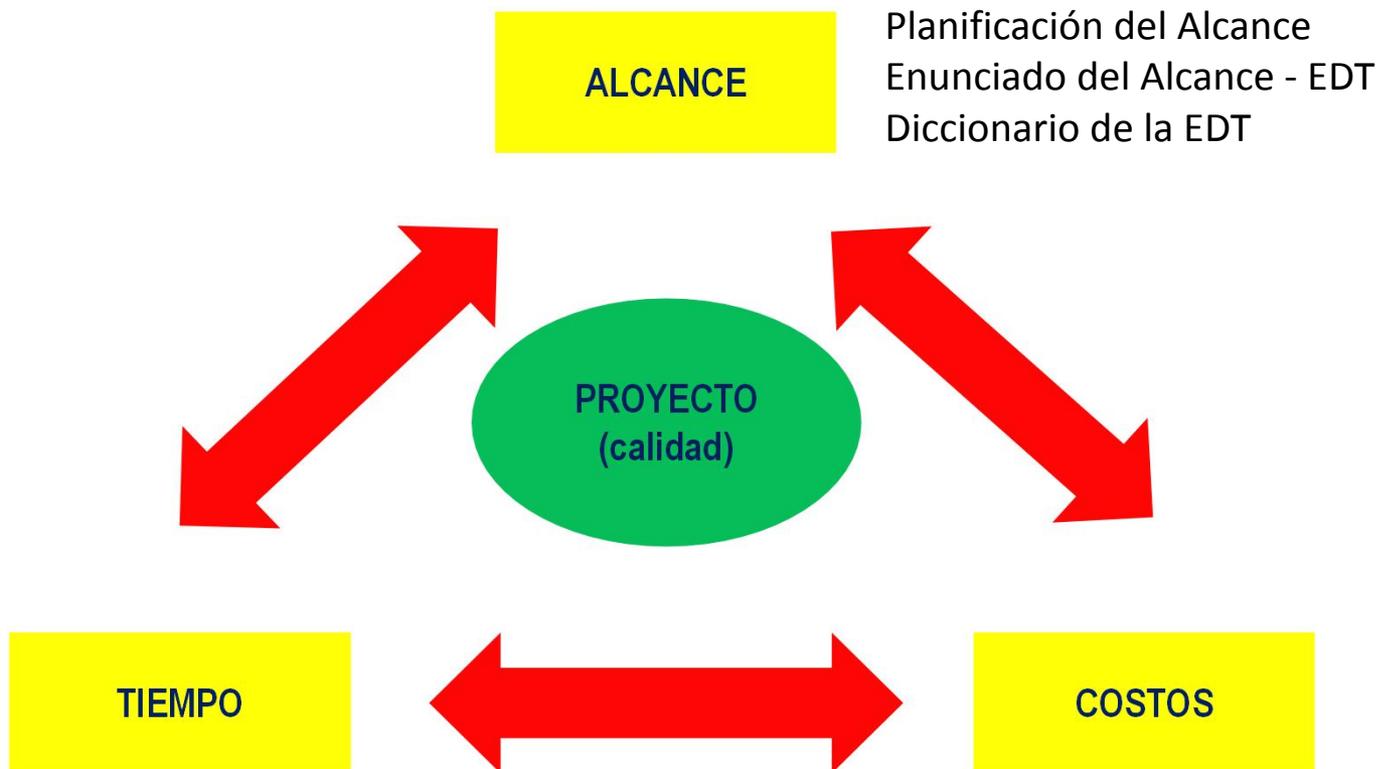




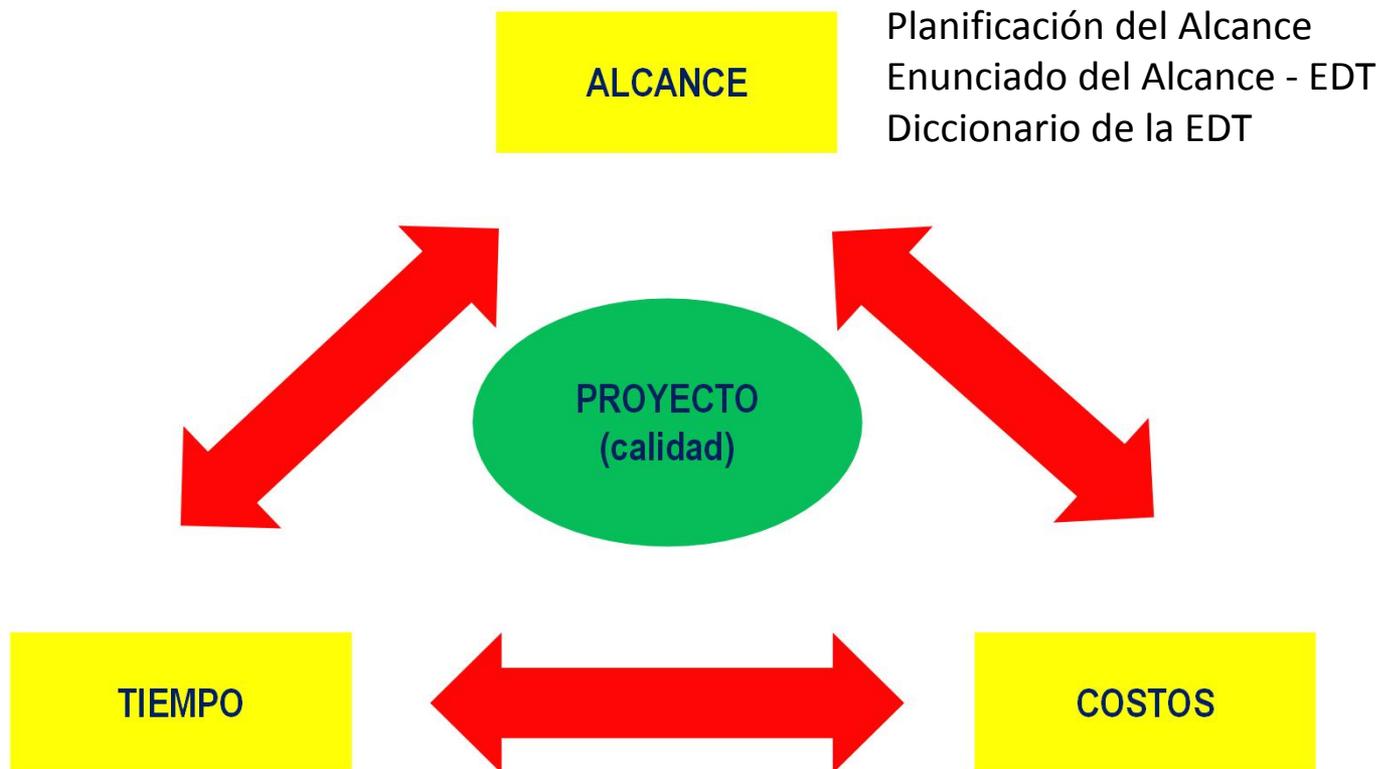
Línea Base de Proyecto



Línea Base de Proyecto



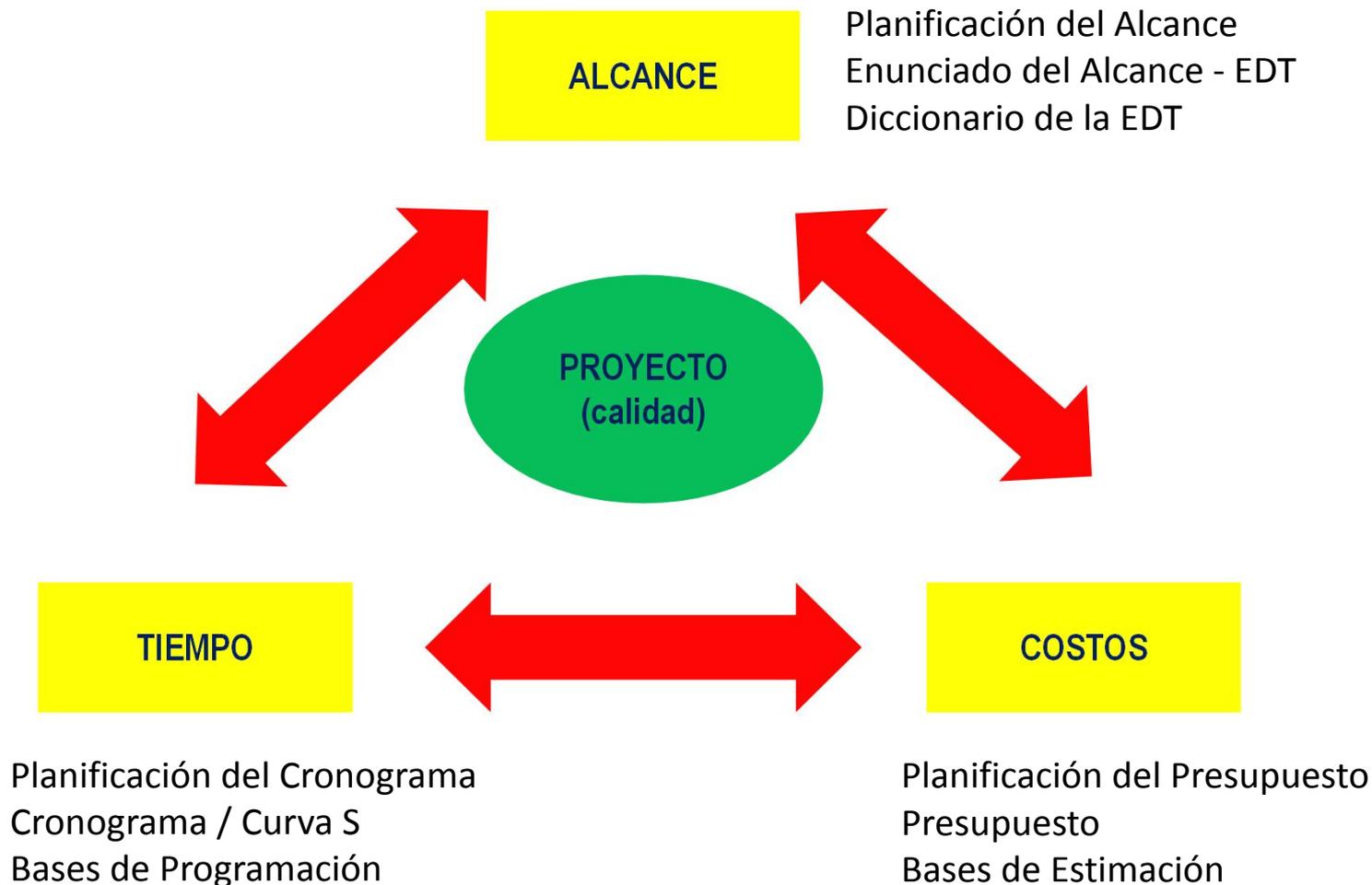
Línea Base de Proyecto



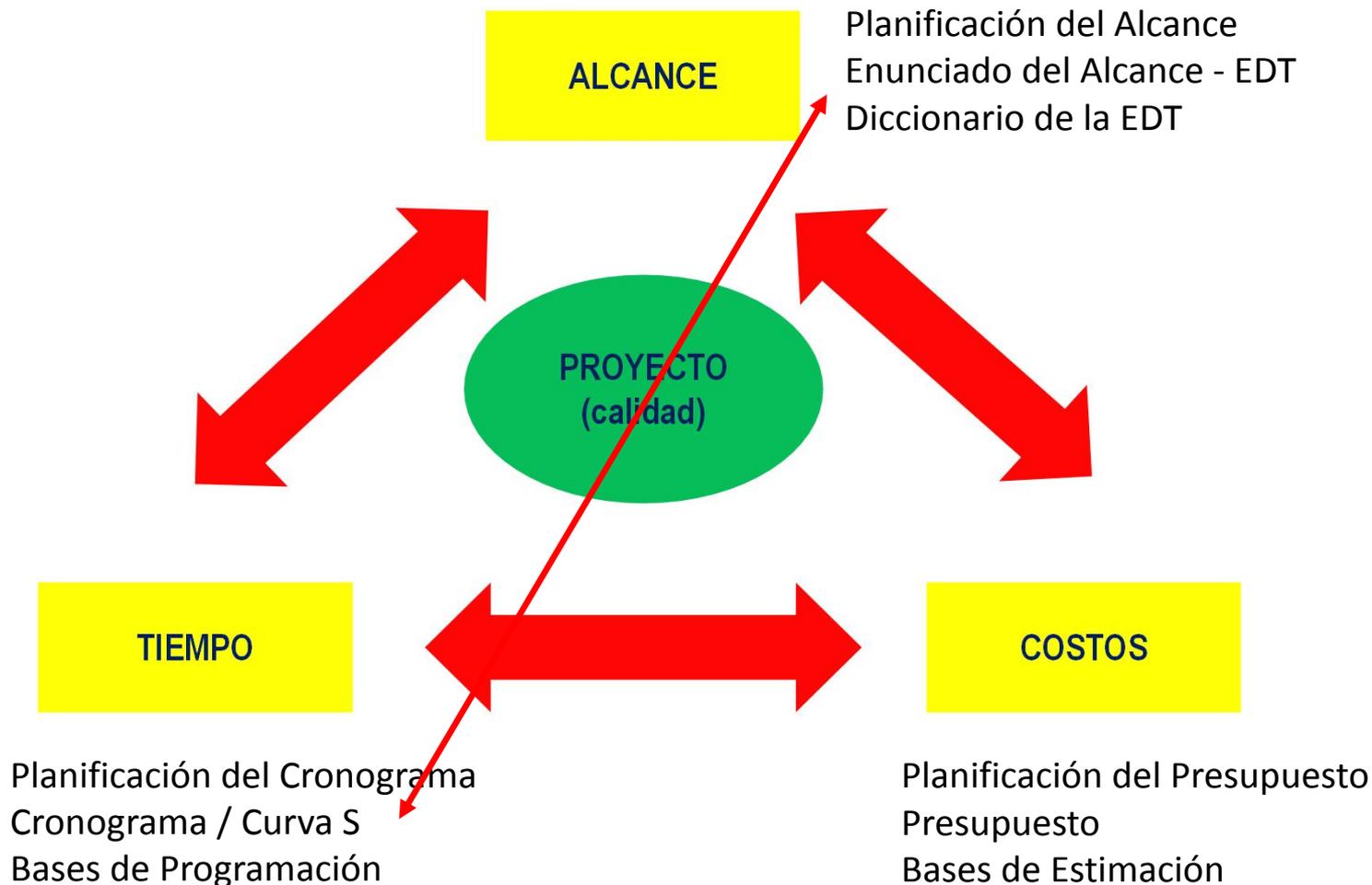
Planificación del Alcance
Enunciado del Alcance - EDT
Diccionario de la EDT

Planificación del Cronograma
Cronograma / Curva S
Bases de Programación

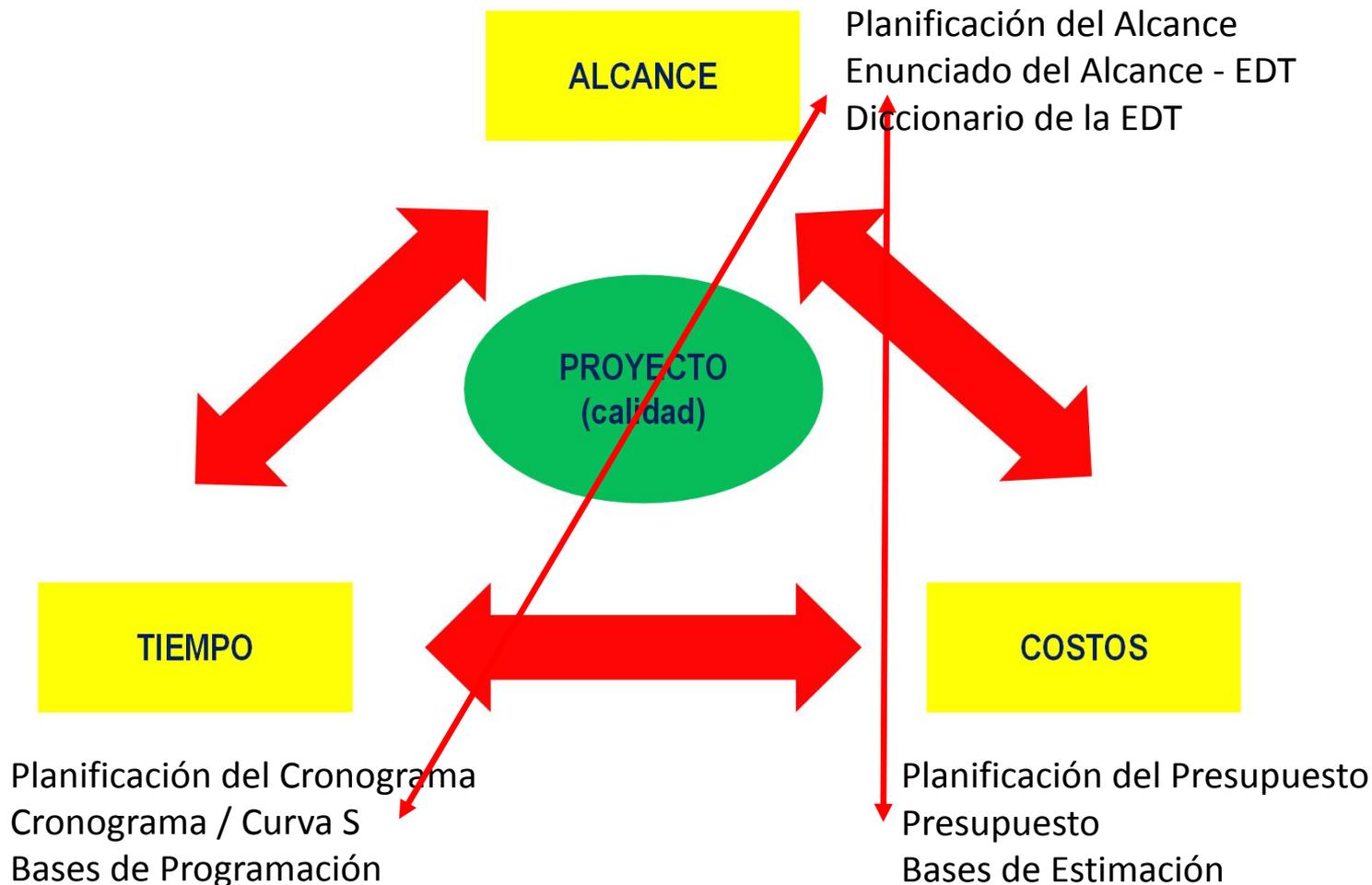
Línea Base de Proyecto



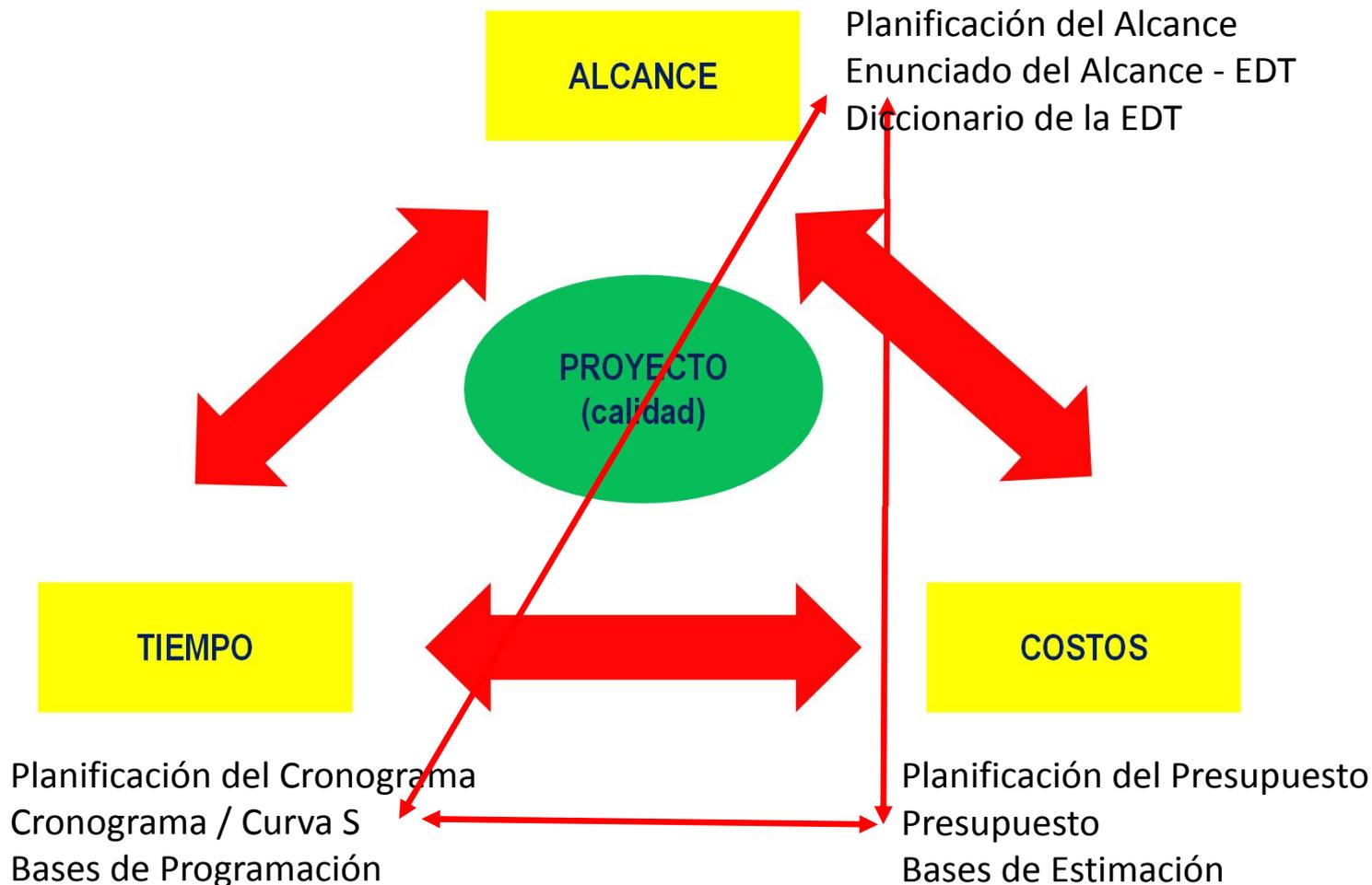
Línea Base de Proyecto



Línea Base de Proyecto



Línea Base de Proyecto



Fin Sesión 1

COFFEE BREAK

Taller N° 1

Definición de Alcances

Proyectos Típicos

- Línea de transmisión
- Carretera
- Hospital
- Escuela
- Sistemas de agua y desagüe
- Habilitación urbana

Diálogo Taller N° 1

Definición de Alcances

Presentación por Grupo

Sesión N° 2

Fundamentos de la Gestión de Riesgos

Ing. León López Avilés

Gestión de Riesgos de Proyecto

Gestión de Riesgos del Proyecto

- ✓ Un riesgo es un evento de condición **incierto** que, de suceder, va a tener impacto en **por lo menos uno** de los objetivos del proyecto.
- ✓ Los impactos pueden ser **positivos o negativos**.
- ✓ Los riesgos de un proyecto se ubican siempre **en el futuro**.
- ✓ Un riesgo puede tener una o más **causas** y uno o más **impactos**.
- ✓ Incluye procesos relacionados con la **planificación de la gestión**, identificación, análisis, planificación de la respuesta a los riesgos así como el monitoreo y control de los mismos.
- ✓ Se busca **aumentar** la probabilidad e impacto de los eventos positivos (oportunidades) y **disminuir** la probabilidad e impacto de los eventos negativos (riesgos) en el proyecto.

Gestión de Riesgos del Proyecto

Los riesgos del proyecto tiene su origen en la **incertidumbre**

Los **riesgos conocidos** son aquellos que han sido identificados y analizados

Los **riesgos desconocidos** no pueden gestionarse de manera proactiva

Las organizaciones perciben los riesgos como el efecto de la incertidumbre sobre los objetivos del proyecto y la organización.

Las organizaciones y los interesados están dispuestos a aceptar diferentes niveles de riesgos (**tolerancia al riesgo**)

Para tener éxito la organización debe **comprometerse** a tratar los riesgos de manera proactiva y consistente a los largo del proyecto.

Gestión de Riesgos del Proyecto

Procesos de la Gestión de Riesgos

- Planificar la Gestión de Riesgos
- Identificar los Riesgos
- Realizar el Análisis Cualitativo de los Riesgos
- Realizar el Análisis Cuantitativo de los Riesgos
- Planificar la Respuesta a los Riesgos
- Monitorear y Controlar los Riesgos

Gestión de Riesgos del Proyecto

Planificar la Gestión de Riesgos

Define cómo se van a realizar las actividades de gestión de riesgos del proyecto.

La planificación **cuidadosa y explícita** mejora la posibilidad de éxito de los otros 5 procesos de la Gestión de Riesgos

Se debe iniciar **tan pronto como se concibe el proyecto** y completarse en las fases tempranas de la planificación.

Gestión de Riesgos del Proyecto

Elementos a tener en cuenta

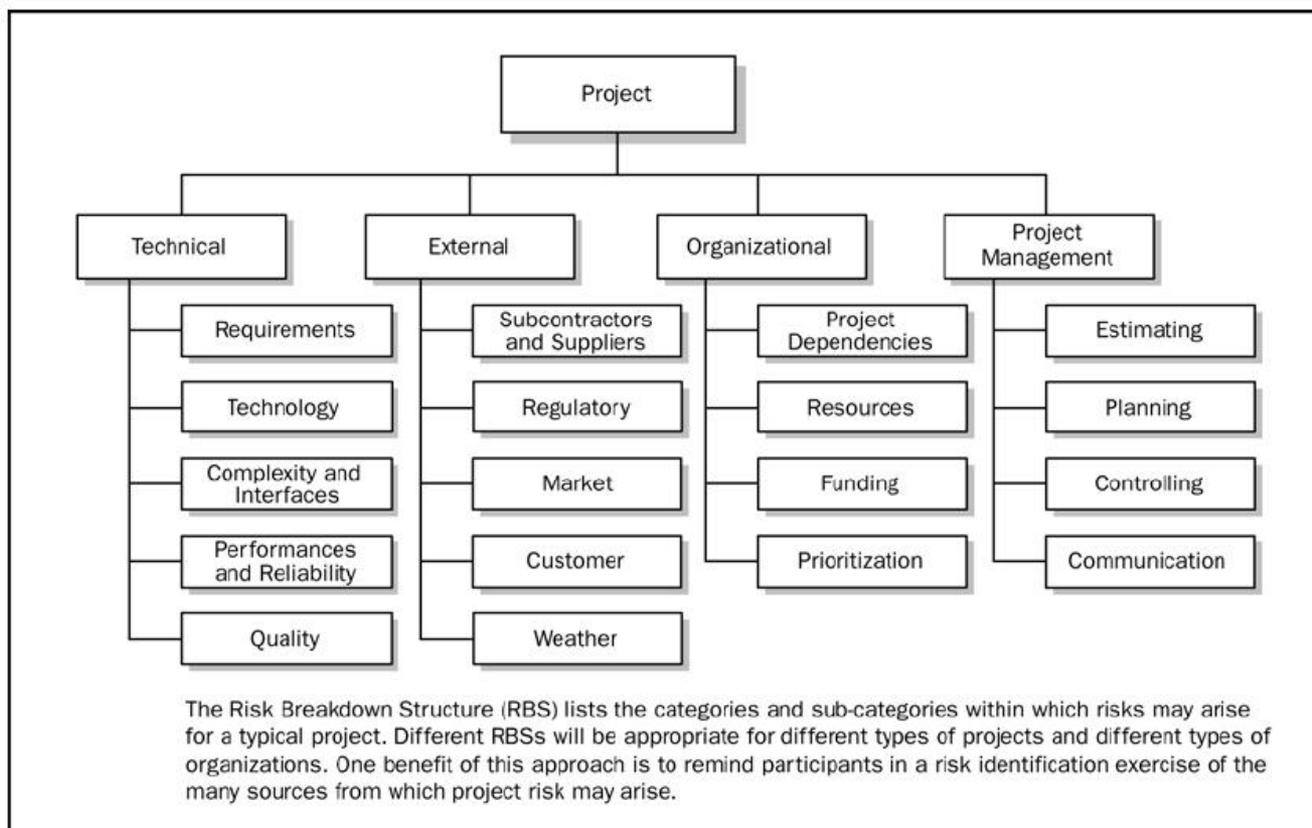
- ✓ Categorías de riesgos
- ✓ Definiciones comunes de conceptos y términos
- ✓ Formatos de declaración de riesgos
- ✓ Plantillas estándar
- ✓ Roles y Responsabilidades
- ✓ Niveles de autoridad para la toma de decisiones
- ✓ Lecciones aprendidas
- ✓ Registro de interesados

Gestión de Riesgos del Proyecto

Contenidos del Plan de Gestión de Riesgos

- ✓ Metodología
- ✓ Roles y Responsabilidades
- ✓ Presupuesto
- ✓ Calendario
- ✓ Categoría de riesgos (Estructura de Desglose de Riesgos: RBS)
- ✓ Definiciones de probabilidad e impacto
- ✓ Matriz de probabilidad e impacto
- ✓ Tolerancias revisadas de los interesados
- ✓ Formatos de informes
- ✓ Seguimiento

Gestión de Riesgos del Proyecto



Estructura de Desglose de Riesgos

Gestión de Riesgos del Proyecto

Defined Conditions for Impact Scales of a Risk on Major Project Objectives (Examples are shown for negative impacts only)					
Project Objective	Relative or numerical scales are shown				
	Very low /.05	Low /.10	Moderate /.20	High /.40	Very high /.80
Cost	Insignificant cost increase	<10% cost increase	10-20% cost increase	20-40% cost increase	>40% cost increase
Time	Insignificant time increase	<5% time increase	5-10% time increase	10-20% time increase	>20% time increase
Scope	Scope decrease barely noticeable	Minor areas of scope affected	Major areas of scope affected	Scope reduction unacceptable to sponsor	Project end item is effectively useless
Quality	Quality degradation barely noticeable	Only very demanding applications are affected	Quality reduction requires sponsor approval	Quality reduction unacceptable to sponsor	Project end item is effectively useless

This table presents examples of risk impact definitions for four different project objectives. They should be tailored in the Risk Management Planning process to the individual project and to the organization's risk thresholds. Impact definitions can be developed for opportunities in a similar way.

Definición de Impacto

Gestión de Riesgos del Proyecto

Identificar los Riesgos

Determinar los **riesgos** que pueden afectar al proyecto y la documentación de sus **características**.

Se debe **involucrar al equipo de proyecto** para desarrollar y mantener un sentido de propiedad y responsabilidad ante los riesgos y acciones

Gestión de Riesgos del Proyecto

Identificar los Riesgos

Análisis de la Documentación

- Registro de supuestos
- Informes de desempeño del trabajo
- Informes sobre valor ganado
- Diagramas de red
- Líneas base
- Cualquier información valiosa

Gestión de Riesgos del Proyecto

Identificar los riesgos

Factores que influyen

- Información publicada
- Investigaciones académicas
- Listas de control publicadas
- Estudios comparativos
- Estudios industriales
- Actitudes frente al riesgo

Información útil

- Archivos de proyecto
- Controles de los procesos de la organización y del proyecto
- Plantilla de declaración de riesgos
- Lecciones aprendidas

Gestión de Riesgos del Proyecto

Técnicas de recopilación de la información

- Tormenta de ideas
- Técnica Delphi
- Entrevistas
- Análisis causal

Técnicas de diagramación

- Diagramas de Causa y efecto
- Diagramas de flujo o de sistemas
- Diagramas de influencia

Gestión de Riesgos del Proyecto

Análisis Cualitativo de Riesgos

Consiste en **priorizar** los riesgos para realizar otro análisis o acciones posteriores, evaluando y combinando la **probabilidad de ocurrencia** y el **impacto** de dichos riesgos.

La organización puede **priorizar los riesgos**, de manera rápida y económica, mejorando así el desempeño del proyecto.

Gestión de Riesgos del Proyecto

Probabilidad	Amenazas					Oportunidades				
0.90	0.05	0.09	0.18	0.36	0.72	0.72	0.36	0.18	0.09	0.05
0.70	0.04	0.07	0.14	0.28	0.56	0.56	0.28	0.14	0.07	0.04
0.50	0.03	0.05	0.10	0.20	0.40	0.40	0.20	0.10	0.05	0.03
0.30	0.02	0.03	0.06	0.12	0.24	0.24	0.12	0.06	0.03	0.02
0.10	0.01	0.01	0.02	0.04	0.08	0.08	0.04	0.02	0.01	0.01
Impacto	0.05	0.10	0.20	0.40	0.80	0.80	0.40	0.20	0.10	0.05

Matriz de Probabilidad e Impacto

Gestión de Riesgos del Proyecto

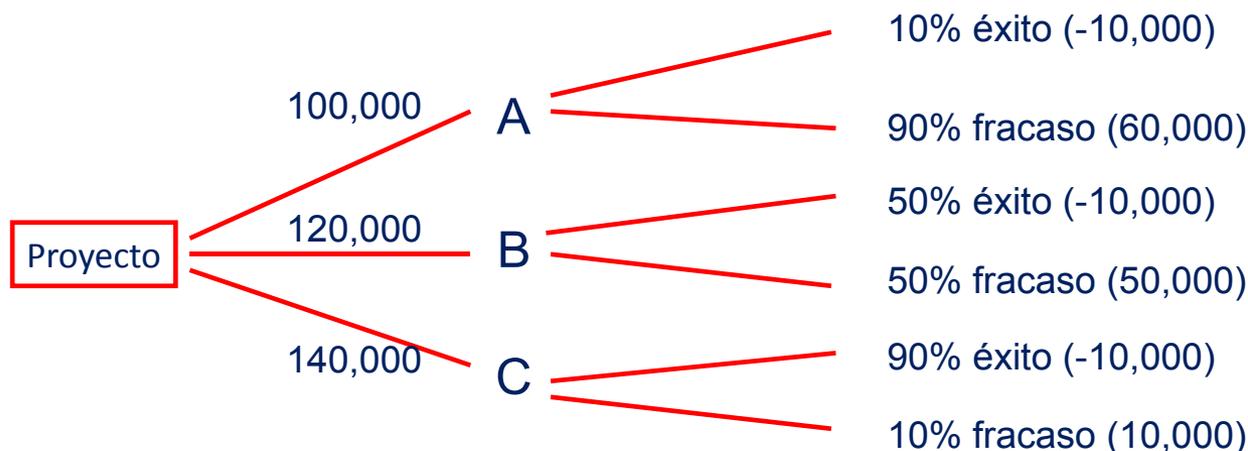
Análisis Cuantitativo de Riesgos

Consiste en **analizar numéricamente** el efecto de los riesgos identificados sobre los objetivos generales del proyecto.

Se realiza a los **riesgos priorizados** en el análisis cualitativo por el impacto que éstos pudiesen tener.

Debe repetirse después de realizar el proceso de planificación de las respuestas y durante el monitoreo y control de los riesgos.

Gestión de Riesgos del Proyecto



$$VME(A) = 100,000 + 10\%(-10,000) + 90\%(60,000) = 153,000$$

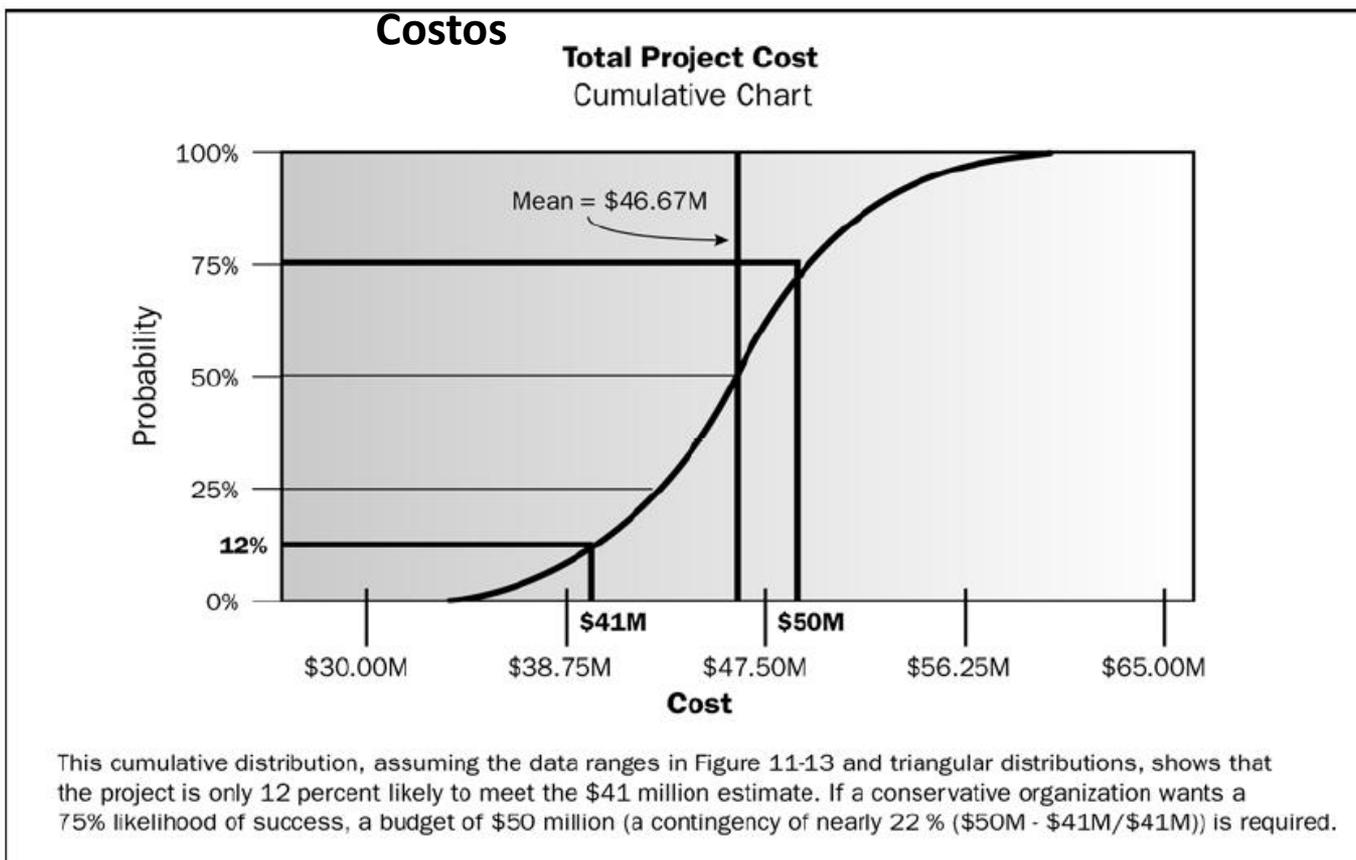
$$VME(B) = 120,000 + 50\%(-10,000) + 50\%(50,000) = 140,000$$

$$VME(C) = 140,000 + 90\%(-10,000) + 10\%(10,000) = 132,000$$

ANÁLISIS DE VALOR MONETARIO ESPERADO

Gestión de Riesgos del Proyecto

Simulación MonteCarlo: Riesgos de



Gestión de Riesgos del Proyecto

Planificar la Respuesta a los Riesgos

Consiste en **desarrollar opciones y acciones** para incrementar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto.

Incluye la designación de una **persona responsable** que será la encargada de implementar las acciones definidas.

La respuesta al riesgo puede implicar riesgos y actividades en el presupuesto.

Gestión de Riesgos del Proyecto

Estrategias para Riesgos negativos o amenazas

- **Evitar**: cambiar el plan de dirección para eliminar por completo la amenaza
- **Transferir**: trasladar el riesgo a un tercero
- **Mitigar**: reducir a un umbral aceptable la probabilidad y/o el impacto del evento adverso
- **Aceptar**: no cambiar el plan por no haberse identificado respuesta adecuada. Puede ser *pasiva* (dar respuesta cuando ocurra) o *activa* (utilizar reservas de contingencia)

Gestión de Riesgos del Proyecto

Estrategias para Riesgos positivos u oportunidades

- **Explotar**: asegurarse que la oportunidad se haga realidad
- **Compartir**: asignar la propiedad de la oportunidad a un tercero mejor capacitado de capturarla
- **Mejorar**: aumentar la probabilidad y/o los impactos positivos
- **Aceptar**: tener la voluntad de tomar ventaja de la oportunidad si se presenta, sin buscarla de manera activa

Gestión de Riesgos del Proyecto

Controlar los Riesgos

Es el proceso de implementación de los **planes de respuesta** a los riesgos, el rastreo de los riesgos identificados, el monitoreo de los **riesgos residuales**, la identificación de **nuevos riesgos** y la evaluación del proceso contra los riesgos a través del proyecto

Gestión de Riesgos del Proyecto

Otras finalidades del proceso

- Prevenir la ocurrencia de riesgos al **identificar** los problemas
- Verificar si los **supuestos del proyecto** siguen siendo válidos
- Los análisis muestran si un riesgo evaluado **ha cambiado o puede descartarse**
- Se respetan las **políticas y los procedimientos** de la gestión de riesgos
- Las **reservas para contingencia** de costo o cronograma deben modificarse para alinearlas con la evaluación actualizada de riesgos
- Selección de **estrategias alternativas**
- **Modificación** del plan de dirección del proyecto

Gestión de Riesgos del Proyecto

Algunos riesgos que pueden ser identificados (DIRECTIVA N° 012-2017-OSCE/CD)

- a) **Riesgo de errores o deficiencias en el diseño** que repercutan en el costo o la calidad de la infraestructura, nivel de servicio y/o puedan provocar retrasos en la ejecución de la obra.
- b) **Riesgo de construcción que generan sobrecostos y/o sobreplazos** durante el periodo de construcción, los cuales se pueden originar por diferentes causas que abarcan aspectos técnicos, ambientales o regulatorios y decisiones adoptadas por las partes.

Gestión de Riesgos del Proyecto

- c) **Riesgo de expropiación de terrenos** de que el encarecimiento o la no disponibilidad del predio donde construir la infraestructura provoquen retrasos en el comienzo de las obras y sobrecostos en la ejecución de las mismas.
- d) **Riesgo geológico / geotécnico** que se identifica con diferencias en las condiciones del medio o del proceso geológico sobre lo previsto en los estudios de la fase de formulación y/o estructuración que redunde en sobrecostos o ampliación de plazos de construcción de la infraestructura.
- e) **Riesgo de interferencias / servicios afectados** que se traduce en la posibilidad de sobrecostos y/o sobreplazos de construcción por una deficiente identificación y cuantificación de las interferencias o servicios afectados.

Gestión de Riesgos del Proyecto

- f) **Riesgo ambiental** relacionado con el riesgo de incumplimiento de la normativa ambiental y de las medidas correctoras definidas en la aprobación de los estudios ambientales.
- g) **Riesgo arqueológico** que se traduce en hallazgos de restos arqueológicos significativos que generen la interrupción del normal desarrollo de las obras de acuerdo a los plazos establecidos en el contrato o sobrecostos en la ejecución de las mismas.
- h) **Riesgo de obtención de permisos y licencias** derivado de la no obtención de alguno de los permisos y licencias que deben ser expedidas por las instituciones u organismos públicos distintos a la Entidad contratante y que es necesario obtener por parte de ésta antes del inicio de las obras de construcción.

Gestión de Riesgos del Proyecto

- i) **Riesgos derivados de eventos de fuerza mayor o caso fortuito**, cuyas causas no resultarían imputables a ninguna de las partes.
- j) **Riesgos regulatorios o normativos** de implementar las modificaciones normativas pertinentes que sean de aplicación pudiendo estas modificaciones generar un impacto en costo o en plazo de la obra.
- k) **Riesgos vinculados a accidentes de construcción** y daños a terceros.

Formatos propuestos por OSCE para la Identificación, Análisis Cualitativo y Respuestas de la Gestión de Riesgos

Formatos OSCE

Anexo N° 01						
Formato para identificar, analizar y dar respuesta a riesgos						
1	NÚMERO Y FECHA DEL DOCUMENTO	Número				
		Fecha				
2	DATOS GENERALES DEL PROYECTO	Nombre del Proyecto				
		Ubicación Geográfica				
3 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS						
3.1		CÓDIGO DE RIESGO				
3.2		DESCRIPCIÓN DEL RIESGO				
3.3		CAUSA(S) GENERADORA(S)		Causa N° 1		
				Causa N° 2		
				Causa N° 3		
4 ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS						
4.1		PROBABILIDAD DE OCURRENCIA		4.2		
		Muy baja	0.10		Muy bajo	0.05
		Baja	0.30		Bajo	0.10
		Moderada	0.50		Moderado	0.20
		Alta	0.70		Alto	0.40
		Muy alta	0.90		Muy alto	0.80
		4.3			PRIORIZACIÓN DEL RIESGO	
		Puntuación del Riesgo =Probabilidad x Impacto	0.000	Prioridad del Riesgo		
5 RESPUESTA A LOS RIESGOS						
5.1		ESTRATEGIA		Mitigar Riesgo		
				Aceptar Riesgo		
5.2		DISPARADOR DE RIESGO		Evitar Riesgo		
				Transferir Riesgo		
5.3		ACCIONES PARA DAR RESPUESTA AL RIESGO				

Ejemplo: Definiciones del Plan de Riesgos

Probabilidad	
1	Muy bajo
2	Bajo
3	Medio
4	Alto
5	Muy alto

Impacto		
1	Muy bajo	<2%
2	Bajo	<8%
3	Medio	<10%
4	Alto	<15%
5	Muy alto	>15%

Probabilidad

5	5	10	15	20	25	
4	4	8	12	16	20	
3	3	6	9	12	15	
2	2	4	6	8	10	
1	1	2	3	4	5	
	1	2	3	4	5	Impacto
	<2%	<8%	<10%	<15%	>15%	

	COSTO		
	Bajo	Medio	Alto
opt	-10%	-7%	-3%
mas prob	PxQ	PxQ	PxQ
pes	10%	15%	35%

	TIEMPO		
	Bajo	Medio	Alto
opt	-10%	-7%	-3%
mas prob	CPM	CPM	CPM
pes	10%	15%	35%

Ejemplo: Matriz de Riesgos

Ítem	Tipo	N°	Causa	Disparador	Descripción del Riesgo Identificado	Asume el riesgo	Prob.	Plazos			Costos			Respuesta / Mitigación	Tipo de respuesta
								Imp.	Severidad	Clasif.	Imp.	Severidad	Clasif.		
1	Operacionales	1.1	Hallazgos arqueológicos en el trazo de ruta de la LP y RP	Discrepancias al momento del replanteo	Cambio del Trazo de Ruta	Entidad	3	4	12	Medio	3	9	Medio	Nuevo trazo; nuevo CIRA y nuevo DIA de tramos afectados. Posible adicional de obra y/o ampliación de plazo	Aceptar
	Operacionales	1.2	Ubicación de nuevas viviendas debajo del trazo de ruta LP	Discrepancias al momento del replanteo	Cambio del Trazo de Ruta	Entidad	2	3	6	Medio	2	4	Bajo	Nuevo trazo del tramo afectado. Posible adicional de obra y/o ampliación de plazo	Aceptar
	Operacionales	1.3	Hallazgos de especies forestales protegidas por el Ministerio de Agricultura	Discrepancias al momento del replanteo	Cambio del Trazo de Ruta	Entidad	2	3	6	Medio	3	6	Medio	Nuevo trazo; nuevo CIRA y nuevo DIA de tramos afectados. Posible adicional de obra y/o ampliación de plazo	Aceptar
	Operacionales	1.4	Oposición de pobladores no beneficiados con el proyecto	Discrepancias al momento del replanteo	Cambio del Trazo de Ruta	Entidad	4	4	16	Alto	4	16	Alto	Nuevo trazo; nuevo CIRA y nuevo DIA de tramos afectados. Posible adicional de obra y/o ampliación de plazo	Aceptar
	Operacionales	1.5	Fallas geológicas en la ubicación de estructuras	Discrepancias al momento del replanteo	Cambio del Trazo de Ruta	Entidad	2	2	4	Bajo	2	4	Bajo	Nuevo trazo; nuevo CIRA y nuevo DIA de tramos afectados. Posible adicional de obra y/o ampliación de plazo	Aceptar
	Operacionales	1.6	Modificación del Punto de Diseño	Discrepancias al momento del replanteo	Cambio del Trazo de Ruta	Entidad	2	4	8	Medio	3	6	Medio	Nuevo trazo; nuevo CIRA y nuevo DIA de tramos afectados. Posible adicional de obra y/o ampliación de plazo	Aceptar
	Operacionales	1.7	Existencia de lotes con aleros sobresaliendo los límites de propiedad u otras instalaciones construidas posteriormente a la aprobación del expediente técnico	Discrepancias al momento del replanteo	Modificación de armados para cumplimiento de Distancias de Seguridad	Entidad	2	2	4	Bajo	2	4	Bajo	Rediseño del armado. Posible adicional de obra y/o ampliación de plazo	Mitigar

Ejemplo: Formato OSCE mejorado

1	NUMERO Y FECHA DEL DOCUMENTO		Número					
			Fecha		05-may-17			
2	DATOS GENERALES DEL PROYECTO		Nombre del Proyecto		"ELECTRIFICACIÓN INTEGRAL DE LAS PROVINCIAS DE CHOTA, CUTERVO, HUALGAYOC Y SANTA CRUZ, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"			
			SNIP		311152			
			Ubicación Geográfica		CAJAMARCA			
3	IDENTIFICACION DE RIESGOS							
	3.1	CODIGO DEL RIESGO	1.1					
	3.2	TIPO DE RIESGO	Operacionales					
	3.3	DESCRIPCION DEL RIESGO	Cambio del Trazo de Ruta					
	3.4	CAUSA(S) GENERADORA(S)	Hallazgos arqueológicos en el trazo de ruta de la LP y RP					
3.5	ASIGNACION	Entidad						
4	ANALISIS CUALITATIVO DE RIESGOS							
	4.1	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA			4.2	IMPACTO EN LA EJECUCION DE LA OBRA		
							Tiempo	Costo
		Muy bajo	1			Muy bajo	1	
		Bajo	2			Bajo	2	
		Moderado	3	3		Moderado	3	3
		Alto	4			Alto	4	4
	Muy alto	5		Muy alto	5			
		3			4	3		
4.3	PRIORIZACION DEL RIESGO							
			Tiempo	Costo		Tiempo Costo		
	Puntuación del riesgo = Probabilidad x Impacto		12	9	Prioridad del riesgo	Medio Medio		
5	RESPUESTA A LOS RIESGOS							
	5.1	ESTRATEGIA			Mitigar		Evitar	
					Aceptar	X	Transferir	
	5.2	DISPARADOR DE RIESGO		Discrepancias al momento del replanteo				
5.3	ACCIONES DE RESPUESTA AL RIESGO		Nuevo trazo; nuevo CIRA y nuevo DIA de tramos afectados. Posible adicional de obra y/o ampliación de plazo					

**No hacer Gestión de Riesgos
puede llevar al fracaso.**

Fin Sesión 2

ALMUERZO

Sesión N° 3

Aspectos Normativas vigentes del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado

Ing. Carlos López Avilés

Artículo 1. Finalidad

La presente Ley tiene por finalidad establecer normas orientadas a **maximizar el valor de los recursos públicos** que se invierten y a promover la actuación **bajo el enfoque de gestión por resultados** en las contrataciones de bienes, servicios y obras, de tal manera que estas se efectúen en forma oportuna y bajo las mejores condiciones de precio y calidad, permitan el cumplimiento de los fines públicos y tengan una **repercusión positiva en las condiciones de vida de los ciudadanos.**

Dichas normas se fundamentan en los principios que se enuncian en la presente Ley.

32.2 En los contratos de obra **deben identificarse y asignarse los riesgos previsibles** de ocurrir durante su ejecución, según el análisis **realizado en la planificación**.

Dicho análisis **forma parte del expediente técnico** y se realizará conforme a las directivas que se emitan para tal efecto, según los criterios establecidos en el reglamento.

Artículo 34. Modificaciones al contrato

34.1 El contrato puede modificarse en los **supuestos contemplados en la Ley y el reglamento**, por orden de la Entidad o a solicitud del contratista, para alcanzar la finalidad del contrato de manera oportuna y eficiente. En este último caso la modificación **debe ser aprobada por la Entidad**.

Dichas modificaciones no deben afectar el equilibrio económico financiero del contrato; en caso contrario, la parte beneficiada debe compensar económicamente a la parte perjudicada para restablecer dicho equilibrio, en atención al principio de equidad.

34.5 El contratista puede solicitar la ampliación del plazo pactado por **atrasos y paralizaciones ajenas a su voluntad** debidamente comprobados y que modifiquen el plazo contractual de acuerdo a lo que establezca el reglamento.

De aprobarse la ampliación de plazo debe reconocerse los gastos y/o costos incurridos por el contratista, **siempre que se encuentren debidamente acreditados.**

Cambios Reglamentarios relacionados con Riesgos

8.2. Para la contratación de obras, **la planificación debe incluir la identificación y asignación de riesgos** previsibles de ocurrir durante la ejecución, así como las acciones y planes de intervención para reducirlos o mitigarlos, **conforme a los formatos que apruebe el OSCE.**

El análisis de riesgos implica clasificarlos por niveles en función a:

- (i) su **probabilidad de ocurrencia** y
- (ii) su **impacto** en la ejecución de la obra.

30.3. En el caso de **consultoría en general o consultoría de obra**, debe establecerse al menos uno de los siguientes factores de evaluación:

- a) La **metodología** propuesta;
- b) Calificaciones y/o experiencia del personal clave con formación, conocimiento, competencia y/o experiencia **similar al campo o especialidad que se propone**, así como en administración de riesgos en obra, de ser el caso;
- c) Referidos al **objeto de la convocatoria**, tales como equipamiento, infraestructura, entre otros;
- d) Otros que se prevean en los documentos estándar que aprueba el OSCE. Adicionalmente, **debe considerarse el precio** como un factor de evaluación.

116.3. Tratándose de los contratos de obra deben incluirse, además, las **cláusulas que identifiquen los riesgos** que pueden ocurrir durante la ejecución de la obra y la determinación de **la parte del contrato que debe asumirlos durante la ejecución contractual.**

Artículo 160.- Funciones del Inspector o Supervisor

160.1. La Entidad controla los trabajos efectuados por el contratista a través del **inspector o supervisor**, según corresponda, quien es el responsable de velar directa y permanentemente por la **correcta ejecución técnica, económica y administrativa de la obra** y del cumplimiento del contrato, además de la debida y **oportuna administración de riesgos** durante todo el plazo de la obra, debiendo absolver las consultas que formule el contratista según lo previsto en los artículos siguientes.

En una misma obra **el supervisor no puede ser ejecutor ni integrante de su plantel técnico.**

164.2. Los profesionales autorizados para anotar en el cuaderno de obra deben **evaluar permanentemente el desarrollo de la administración de riesgos**, debiendo anotar los resultados, cuando menos, **con periodicidad semanal**, precisando sus efectos y los hitos afectados o no cumplidos de ser el caso.

170.1. Para que proceda una ampliación de plazo de conformidad con lo establecido en el artículo precedente, **el contratista**, por intermedio de su residente debe anotar en el cuaderno de obra, **el inicio y el final de las circunstancias** que a su criterio determinen ampliación de plazo y de ser el caso, **el detalle del riesgo no previsto**, señalando su efecto y los **hitos afectados o no cumplidos**.

Dentro de los **quince (15) días** siguientes de concluida la circunstancia invocada, el contratista o su representante legal solicita, **cuantifica y sustenta su solicitud** de ampliación de plazo ante el inspector o supervisor, según corresponda, siempre que **la demora afecte la ruta crítica** del programa de ejecución de obra **vigente**.

170.6. La ampliación de plazo obliga al contratista, **como condición para el pago de los mayores gastos generales**, a presentar al inspector o supervisor un **calendario de avance de obra valorizado actualizado y la programación CPM correspondiente**, la lista de hitos no cumplidos, **el detalle del riesgo acaecido**, su asignación así como su impacto considerando para ello **solo las partidas que se han visto afectadas** y en armonía con la ampliación de plazo concedida, en un plazo que no puede exceder de siete (7) días contados a partir del **día siguiente de la fecha de notificación** al contratista de la aprobación de la ampliación de plazo.

Artículo 171.- Efectos de la modificación del plazo contractual

171.1. Las ampliaciones de plazo en los contratos de obra **dan lugar al pago de mayores costos directos** y los gastos generales variables, ambos directamente vinculados con dichas ampliaciones.

Los costos directos deben encontrarse **debidamente acreditados** y formar parte de aquellos conceptos que **integren la estructura de costos de la oferta económica** del contratista o del valor referencial, según el caso.

Los gastos generales variables se determinan **en función al número de días correspondientes** a la ampliación multiplicado por el gasto general variable diario, salvo en los casos de prestaciones adicionales de obra.

Solo cuando la ampliación de plazo sea generada por la **paralización total de la obra** por causas ajenas a la voluntad del contratista, dará lugar al pago de mayores **gastos generales variables debidamente acreditados**, de aquellos conceptos que **forman parte de la estructura de gastos generales** variables de la oferta económica del contratista o del valor referencial, según el caso.

Como parte de los sustentos se requiere **detallar los riesgos** que dieron lugar a la ampliación de plazo

175.2. La necesidad de ejecutar una prestación adicional de obra debe ser **anotada en el cuaderno de obra, sea por el contratista, a través de su residente, o por el inspector o supervisor, según corresponda.**

En un plazo máximo de cinco (5) días contados **a partir del día siguiente de realizada la anotación**, el inspector o supervisor, según corresponda, debe comunicar a la Entidad la anotación realizada, **adjuntando un informe técnico** que sustente su posición respecto a la necesidad de ejecutar la prestación adicional.

Además, se requiere el **detalle o sustento de la deficiencia del expediente técnico o del riesgo** que haya generado la necesidad de ejecutar la prestación adicional

Programa de ejecución de obra

Es la **secuencia lógica de actividades constructivas** que deben realizarse en un determinado plazo de ejecución; la cual debe comprender **todas las actividades aun cuando no tengan una partida específica de pago**, así como todas las vinculaciones entre actividades que pudieran presentarse.

El Programa de ejecución de obra debe elaborarse aplicando el **método CPM**.

Fin Sesión 3

COFFEE BREAK

Discusión y Consultas

Taller N° 2

Identificación de Riesgos y Análisis Cualitativo

COFFEE BREAK

Diálogo Taller N° 2

Identificación de Riesgos y Análisis Cualitativo

Explicación de cada Grupo

Sesión N° 4

Control de Riesgos

Ing. Carlos López Avilés

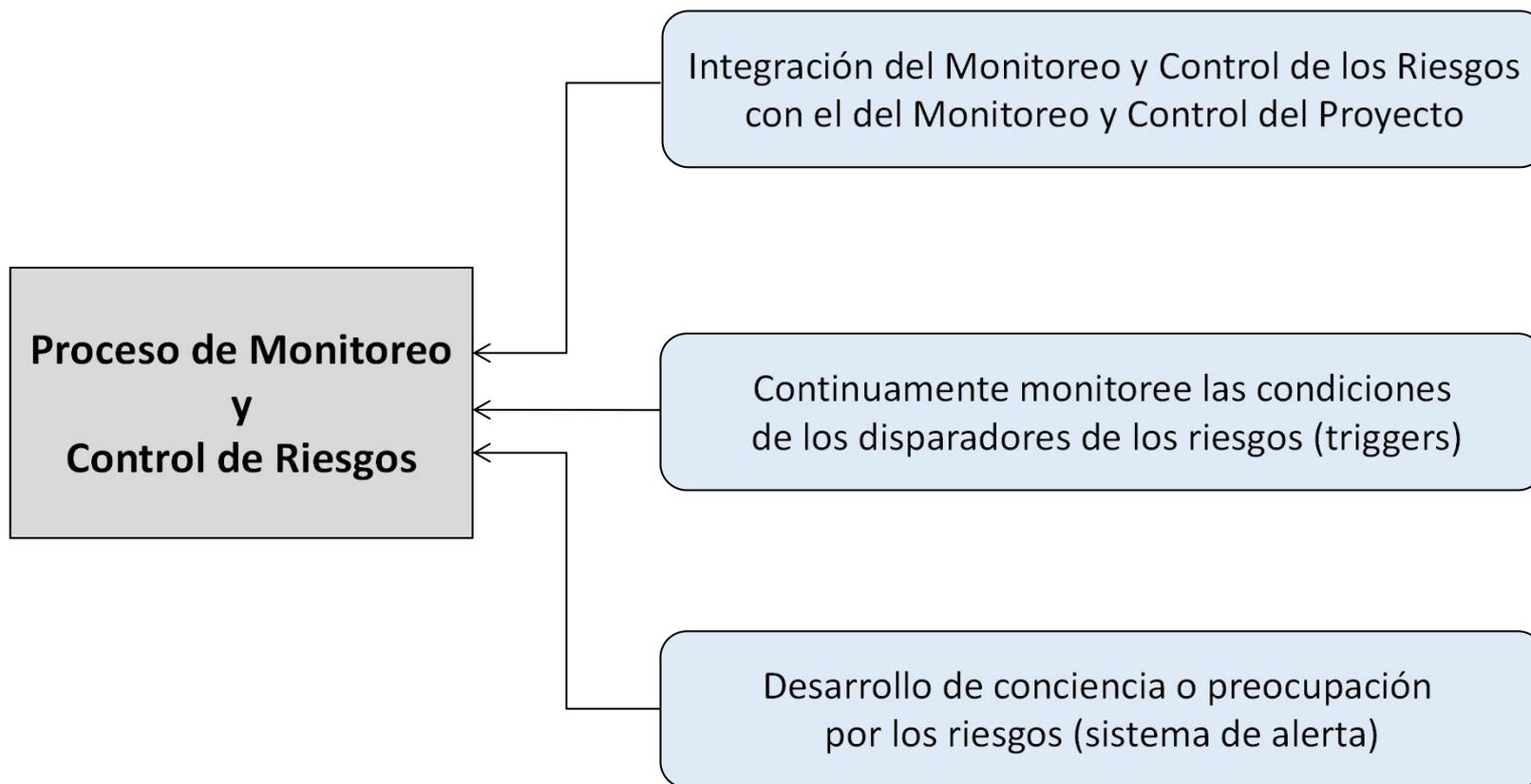
Control de Riesgos

- **Problema:** es todo aquello que genera un obstáculo en el logro de los objetivos del proyecto.
- Los problemas que tienen impacto alto serán monitoreados por el Comité del proyecto.

Problema	Responsable	Impacto	Estrategia de solución	Fecha límite de solución
Usuario sale de vacaciones sin definir los requerimientos	Sponsor	Retrasos en 15 días al proyecto	Que la gerencia designe a los responsables	Nov 15
Ambientes de desarrollo con bajo tiempo de respuesta	Ingeniería de Ambientes	Retrasos de 7 días al proyecto	Solicitar desactivación a otros proyectos que consumen recursos	Nov 15

Control de Riesgos

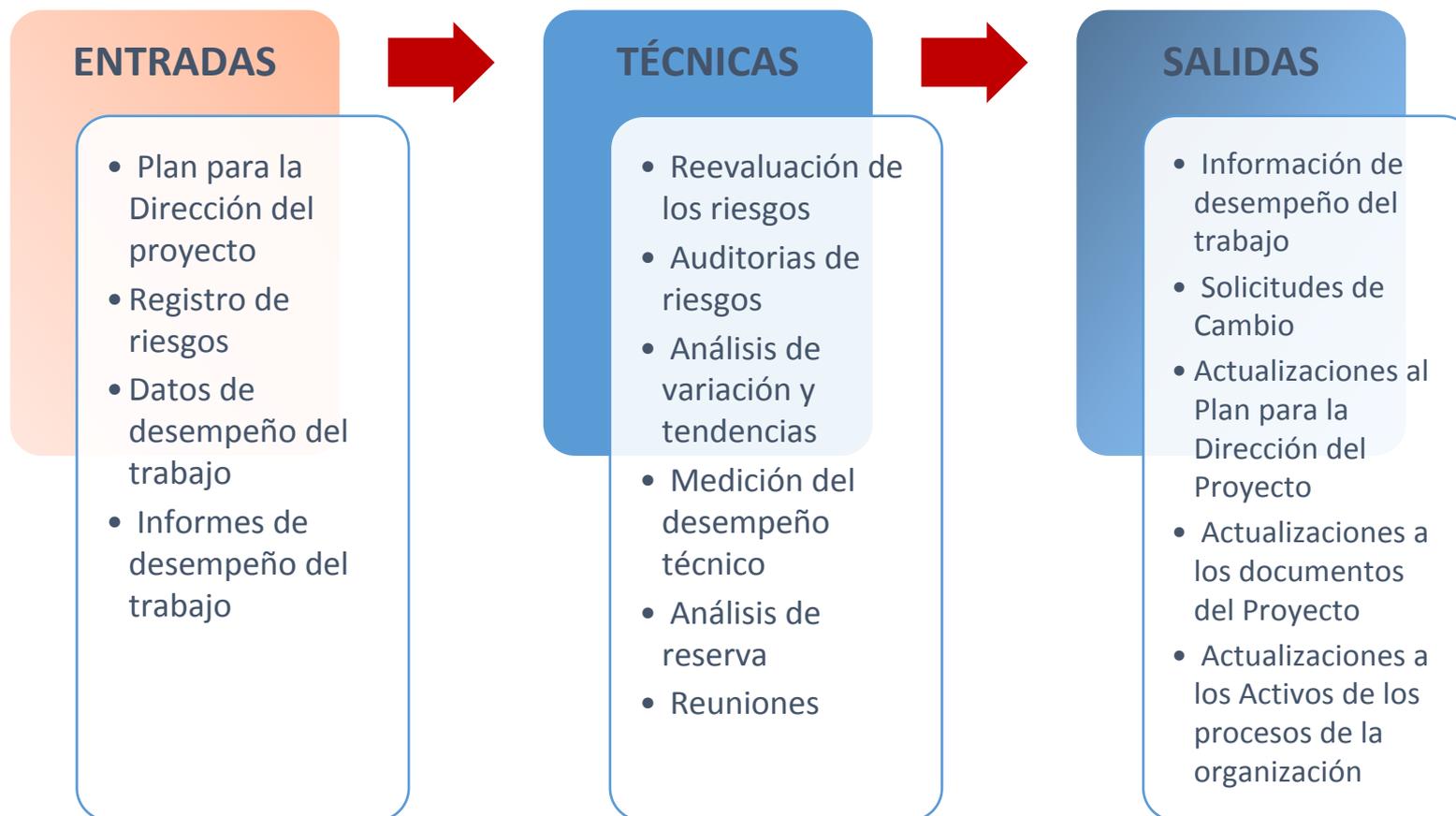
Factores críticos de éxito para el control de los riesgos



Control de Riesgos

- ✓ Las respuestas a los riesgos planificadas que se incluyen en el registro de riesgos se ejecutan durante el ciclo de vida del proyecto.
- ✓ El proceso **Controlar los Riesgos** aplica técnicas tales como el análisis de variación y de tendencias, que requieren el uso de información de desempeño generada durante la ejecución del proyecto.
- ✓ Puede implicar la selección de estrategias alternativas, la ejecución de un plan de contingencia o de reserva, la implementación de acciones correctivas y la modificación del plan para la dirección del proyecto.
- ✓ Controlar los Riesgos también implica una actualización de los activos de los procesos de la organización.

Control de Riesgos



Control de Riesgos

TECNICAS DEL PROCESO

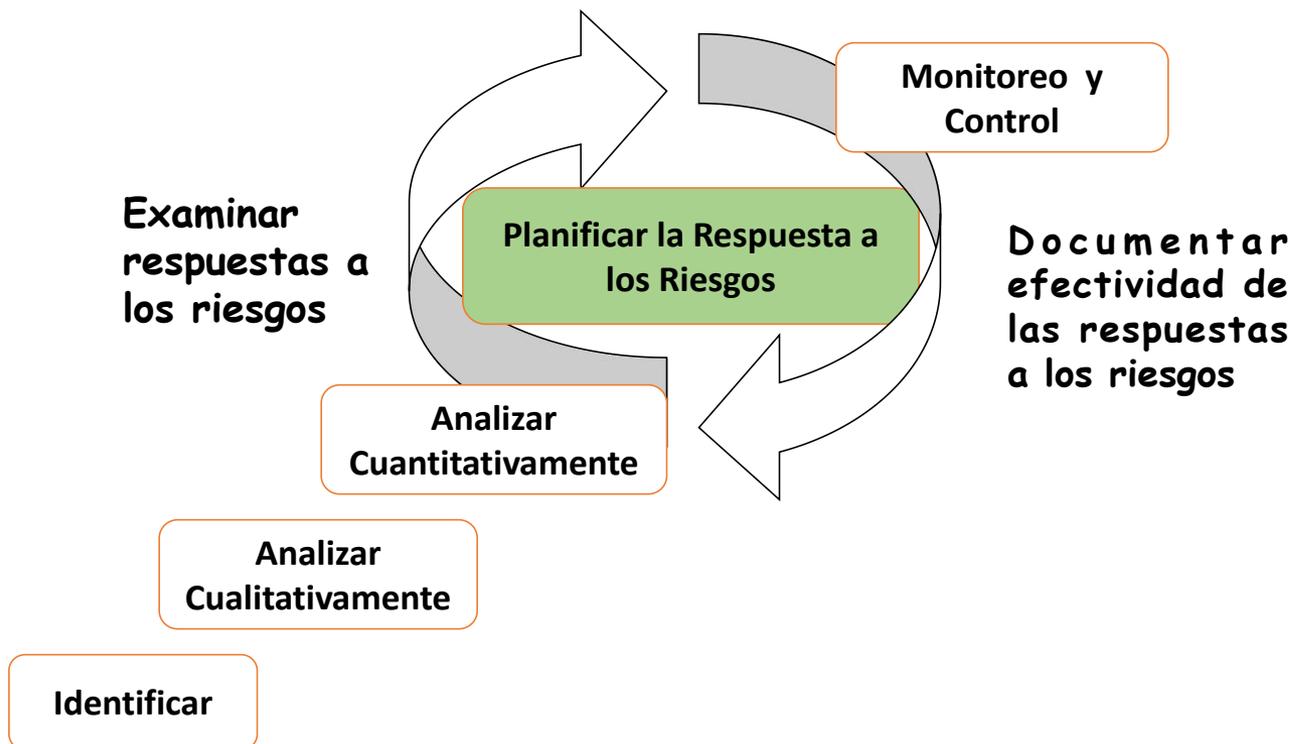
Control de Riesgos

Reevaluación de los riesgos

- ✓ Controlar los Riesgos constantemente da lugar a la identificación de nuevos riesgos, la reevaluación de los riesgos actuales y el cierre de riesgos obsoletos.
- ✓ Deben programarse periódicamente reevaluaciones de los riesgos del proyecto.
- ✓ La cantidad y el nivel de detalle de las repeticiones que corresponda hacer dependerán de la manera en que el proyecto avanza con relación a sus objetivos.

Control de Riesgos

Auditorías de riesgos



Control de Riesgos

Auditorías de riesgos

- ✓ Las auditorías de riesgos examinan y documentan la eficacia de las respuestas a los riesgos identificados y sus causas, así como la eficacia del proceso de gestión de riesgos.
- ✓ El director del proyecto es el responsable de asegurar que las auditorías de riesgos se realicen con una frecuencia adecuada, tal y como se definiera en el plan de gestión de los riesgos del proyecto.
- ✓ Las auditorías de riesgos se pueden incluir en las reuniones de rutina de revisión del proyecto, o bien, pueden celebrarse reuniones específicas de auditoría de riesgos si el equipo así lo decide.

Control de Riesgos

Análisis de variación y tendencias

Numerosos procesos de control utilizan el análisis de variación para comparar los resultados planificados con los resultados reales. Con el propósito de controlar los riesgos, deben revisarse las tendencias en la ejecución del proyecto utilizando la información relativa al desempeño.

Control de Riesgos

Análisis de variación y tendencias

- ✓ El análisis del valor ganado y otros métodos de análisis de variación y de tendencias del proyecto pueden utilizarse para monitorear el desempeño global del proyecto.
- ✓ Los resultados de estos análisis pueden pronosticar la desviación potencial del proyecto en su conclusión con respecto a los objetivos de costo y cronograma.

Control de Riesgos

Medición del desempeño técnico

La medición del desempeño técnico compara los logros técnicos durante la ejecución del proyecto con el cronograma de logros técnicos.

Requiere la definición de medidas objetivas y cuantificables del desempeño técnico que se puedan utilizar para comparar los resultados reales con los planificados.

Dichas mediciones del desempeño técnico pueden incluir pesos, tiempos de transacción, número de piezas defectuosas entregadas, capacidad de almacenamiento, etc.

Una desviación, como por ejemplo ofrecer una mayor o menor funcionalidad con respecto a la planificada para un hito, puede ayudar a predecir el grado de éxito que se obtendrá en el cumplimiento del alcance del proyecto.

Control de Riesgos

Análisis de reserva

A lo largo de la ejecución del proyecto se pueden materializar algunos riesgos, con impactos positivos o negativos sobre las reservas para contingencias del presupuesto o del cronograma.

El análisis de reservas compara la cantidad de reservas para contingencias restantes con la cantidad de riesgo remanente en un momento dado del proyecto, con objeto de determinar si la reserva restante es suficiente.

Control de Riesgos

SALIDAS DEL PROCESO

Control de Riesgos

Información de desempeño del trabajo

La información de desempeño del trabajo, como salida del proceso Controlar los Riesgos, proporciona un mecanismo para comunicar y apoyar la toma de decisiones del proyecto.

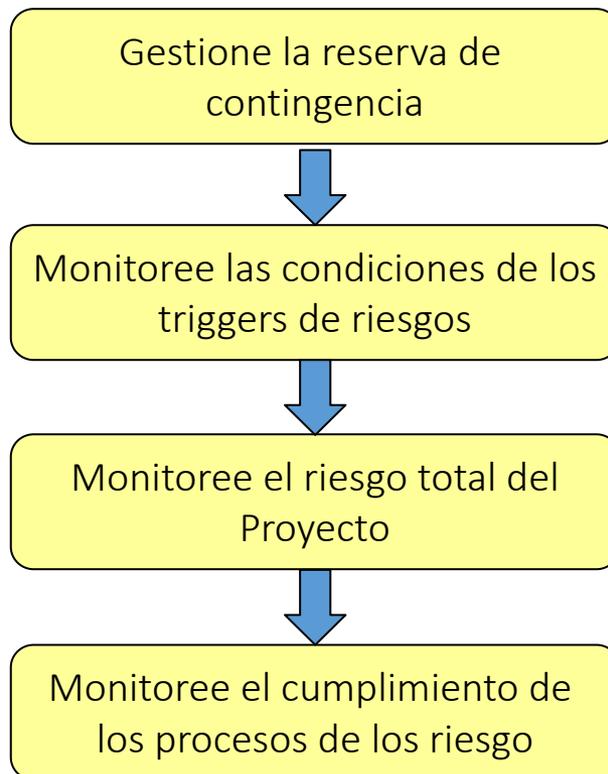
Control de Riesgos

Solicitudes de Cambio

Las solicitudes de cambio pueden incluir acciones recomendadas, tanto correctivas como preventivas.

Control de Riesgos

Flujo de uso de las Herramientas y Técnicas



Control de Riesgos

Recálculo de Reserva de la Contingencia del Proyecto

Un cálculo simple para llegar a una estimación adecuada de contingencia para cubrir las consecuencias de los riesgos puede determinarse utilizando el formato tabular que se muestra en el siguiente Cuadro:

Descripción del riesgo	Probabilidad	Costo Estimado de las consecuencias	Estado del evento del riesgo (Criterio de Valor) U\$
Riesgo # 1	Probabilidad P	Costo C	$P \times C$
Riesgo # 2			
etc.			
Proyecto Estimación de Contingencia basado en:			$\Sigma P \times C$

Fin Sesión 4

ALMUERZO

Sesión N° 5

Análisis Cuantitativo de Riesgos

Parte 1

Ing. José Contreras Jiménez

Análisis de Riesgos en Cronogramas

Temario

1. Definiciones previas del tema del alcance teórico
2. Simulación de Montecarlo aplicada a la programación de Proyectos con CPM
 - Duración de una actividad como Variable Aleatoria (VA)
 - La Función densidad acumulada de probabilidad (FDA) como salida de la simulación de Montecarlo en el CPM
 - Simulación con 1 y 2 rutas críticas en el CPM
 - Relaciones lógicas probabilísticas para modelar eventos
 - Correlación de variables para modelar eventos
 - Simulación con restricciones para modelar eventos
 - Simulación con nivelación de recursos
3. Caso Práctico usando motor estadístico:
 - @Risk para un proyecto Minero
 - Primavera Risk Analysis para P6 de Primavera

1.- Definiciones Previas

- **Evento:** Suceso de algo que tiene una **causa, una frecuencia y un impacto** en la triple restricción (alcance, costos, plazos) de un proyecto. Por ejemplo, la duración de una actividad en construcción es un evento continuo.
- **Riesgo:** Posibilidad de que se produzca un contratiempo o una desgracia, de que el proyecto sufra **perjuicio o daño**. Ejemplo: Riesgos por atrasos en los compromisos de proyecto tales como atraso en entrega de Materiales, suministros, servicios, Ingeniería, Obras, pruebas de equipos, calidad de producto; riesgos en el cumplimiento del programa CPM, en el presupuesto de proyecto, afectando las metas de producción.

1.- Definiciones Previas

- **Probabilidad:** Es un valor porcentual que representa la cuantificación del **nivel de certeza** sobre un cumplimiento u ocurrencia de un evento que genera riesgos en la planificación de proyecto.
- **Variable aleatoria (VA):** En la práctica, se corresponden con variables asociadas con experimentos en los cuales la variable medida puede tomar **cualquier valor en un intervalo**. La duración de una actividad en proyectos en una VA.

1.- Definiciones Previas

- **Incertidumbre:** **Falta de seguridad, de confianza o de certeza** sobre algo, especialmente cuando crea inquietud. El desarrollo de un proyecto con restricciones medioambientales, sociales y políticas, crea incertidumbre en los modelos de proyecto. La incertidumbre afecta la toma de decisiones, las que usualmente los gerentes deben enfrentar en los proyectos.
- **Modelo de Proyecto:** Son considerados modelos el CPM para el programa de proyecto, maquetas electrónicas para los diseños, presupuestos, flujos de caja, planes de producción.

1.- Definiciones Previas

- **Simulación de Montecarlo** es el **método probabilístico** para modelar la incertidumbre en un modelo CPM de proyecto.
- A través de múltiples iteraciones de una variable aleatoria se cuantifica una distribución de probabilidad asociada a la duración de las actividades de una malla CPM o la duración del proyecto como modelo en estudio.

2.- Simulación de Montecarlo

- Una simulación explora todas las combinaciones de duraciones de actividades con incertidumbre en la duración, relaciones lógicas, recursos, calendarios.
- Incorpora múltiples simulaciones de resultados con la variabilidad de elementos individuales para producir una distribución de resultados potenciales.
- Para cada simulación, la herramienta de simulación Montecarlo escoge al azar un valor para cada evento de riesgo dentro de su rango de valores posibles, pero de acuerdo con la probabilidad de ocurrencia de cada uno de éstos.
- Luego se combinan los valores escogidos al azar para generar un solo resultado para una simulación. Este proceso se repite un cierto número de veces (típicamente más de 1,000 iteraciones), y se produce un rango de resultados potenciales igualmente probables.

2.- Simulación de Montecarlo

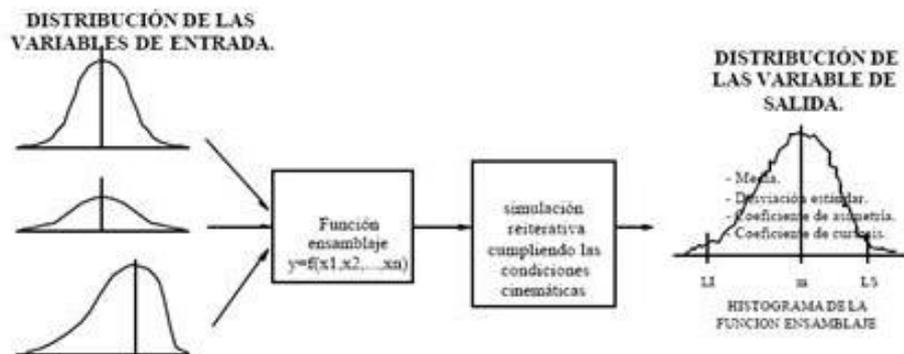
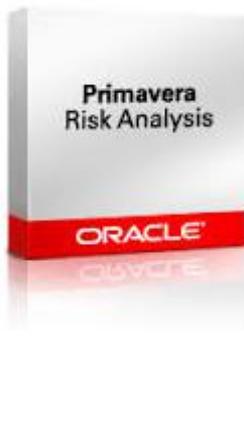
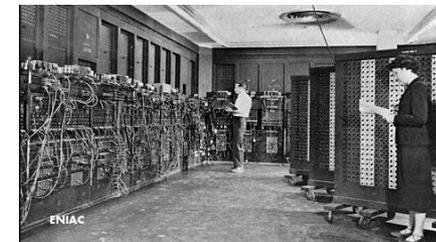
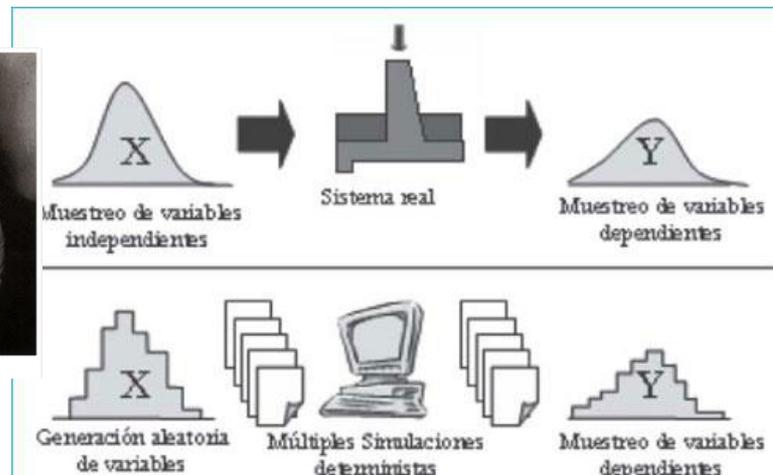
- La invención del método de Monte Carlo se asigna a Stanislaw Ulam y a John von Neumann
- En las distribuciones de probabilidad de entrada del modelo, las duraciones se eligen al azar con el motor @Risk o Primavera Risk Analysis.
- El proyecto se corre con los datos de entrada sobre las variabilidades de las duraciones de las actividades del proyecto.
- Las fechas de finalización se calculan muchas veces para confeccionar histogramas de frecuencia.
- Se dispone de una distribución de las fechas de finalización del proyecto.
- La probabilidad acumulativa proporciona resultados sobre el P10%, P50%, P90% de cumplimiento del proyecto.

2.- Simulación de Montecarlo

Desde Stalislaw Ulan, Richard Feynman y Jonh von Newman en los Alamos, a la evolución Tecnológica de la modernidad de los paquetes computacionales



Stalislaw Ulan, Richard Feynman y Jonh von Newman en los Alamos



2.- Simulación de Montecarlo

Aplicada al CPM de Proyecto

- Metodología del Análisis de Riesgo en la programación CPM determinística:
 - Primero, el cronograma CPM debe ser validado por la gerencia
 - Se calcula el o los caminos críticos del proyecto
 - Se calcula la fecha de finalización determinística
 - Idealmente solo con relaciones Termino-Comienzo (FS), sin extremos abiertos; malla completamente cerrada.
 - Los riesgos se identifican usando listas de verificación y técnicas de lluvia de ideas.

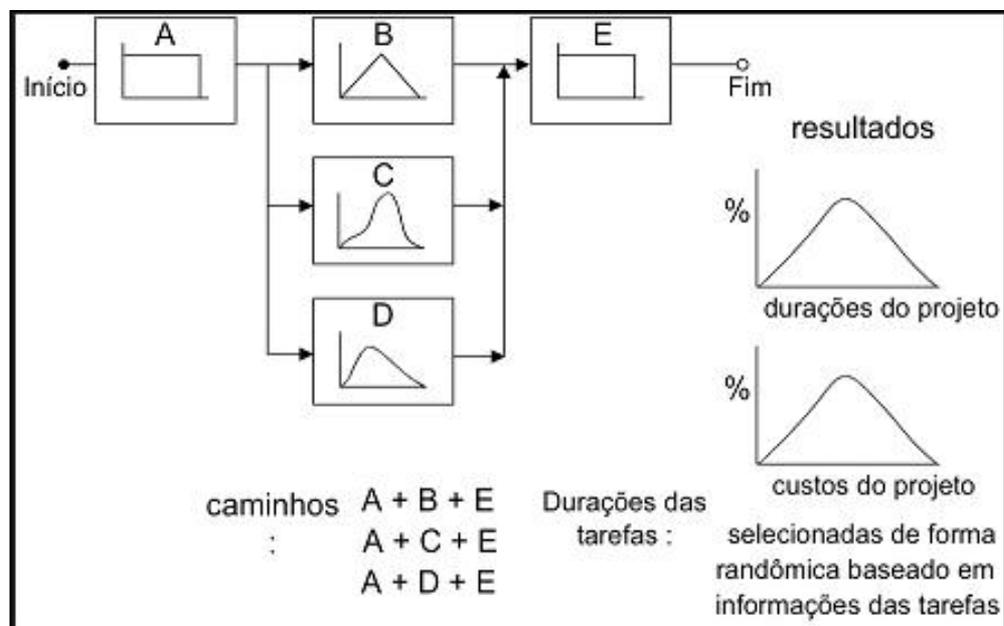
2.- Simulación de Montecarlo

Aplicada al CPM de Proyecto

- Metodología del Análisis de Riesgo en la programación CPM determinística:
 - El riesgo sobre las actividades del programa CPM se cuantifica con apoyo de reuniones de equipo y entrevistas al equipo de proyecto o experiencia experta.
 - Se trasfiere el riesgo al CPM usando distribuciones de probabilidad para modelar la incertidumbre en la duración de las actividades
 - Se corre el modelo probabilístico con muchas iteraciones para observar probabilidades sobre las fechas de término de los Hitos claves del proyecto.
 - Se define la contingencia del programa CPM determinístico

2.- Simulación de Montecarlo

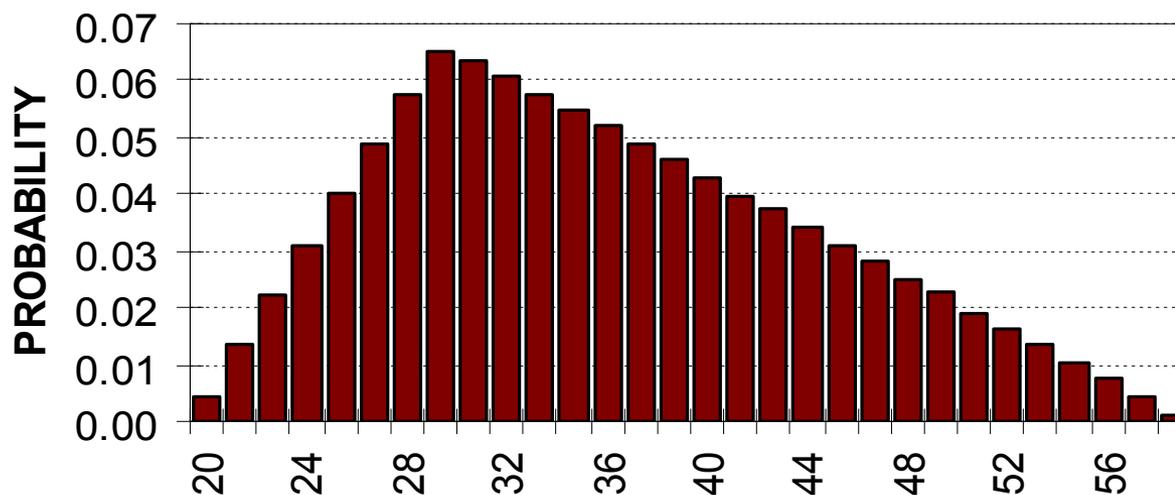
Del modelo CPM determinístico al modelo probabilístico para modelar la incertidumbre en un Proyecto



2.- Simulación de Montecarlo en el CPM

Modelación de la Incertidumbre en la duración de una actividad de diseño del proyecto

Distribution for Design Unit 1
Triangle (20,30,60)



Low=20d

Most
Likely=30d

High=60d

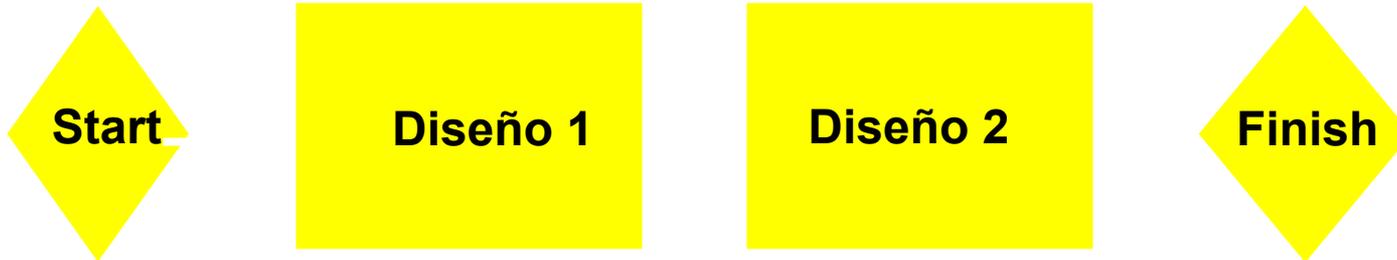
OPTD = 20 d

PROB = 30 d

PESS = 60 d

2.- Simulación de Montecarlo en el CPM

Caso del Riesgo en una Cadena Critica de un programa CPM
Con una Ruta critica simple



2.- Simulación de Montecarlo en el CPM

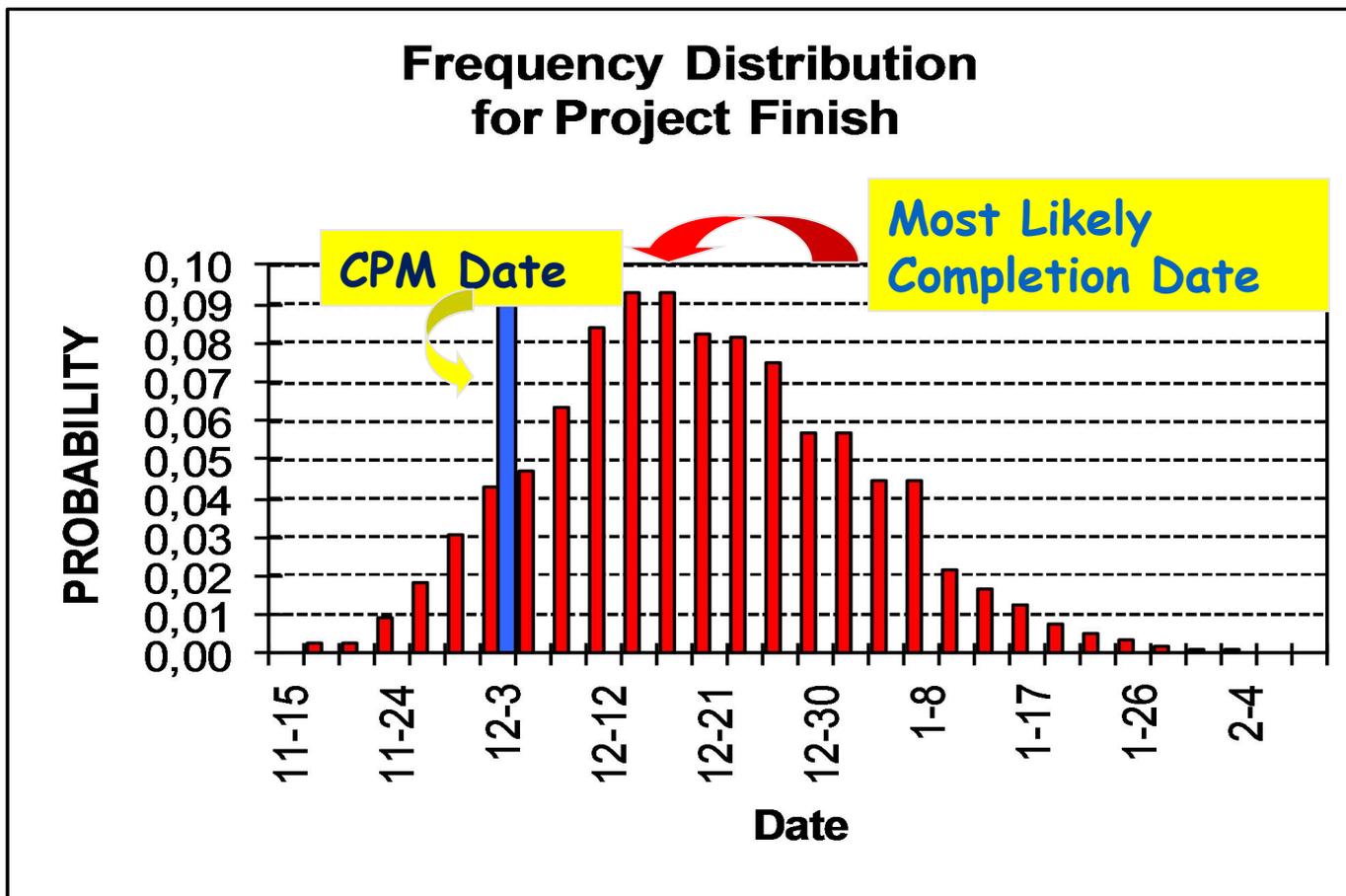
Modelación de la incertidumbre en una cadena Critica del CPM

ID	Name	Duration	Start	Finish	@RISK: Functions	August	September	October	November	December	January
1	Project	95 d	9/1	12/4							
2	Start	0 d	9/1	9/1							
3	Design	30 d	9/1	9/30	Duration=RiskTRIANG(20,30,60)						
4	Build	40 d	10/1	11/9	Duration=RiskTRIANG(30,40,65)						
5	Test	25 d	11/10	12/4	Duration=RiskTRIANG(18,25,50)						
6	Finish	0 d	12/4	12/4	Finish=RiskOUTPUT()						

- Se simula usando el motor estadístico @RISK para MS-Project
- Se asignan distribuciones de probabilidad triangulares con tres estimaciones. OPTD, PROB, PESS son los parámetros de la estimación de la función densidad de probabilidad para la duración de la actividad.
- CPM determinístico termina el 4 de diciembre. ¿Cuál es la probabilidad de cumplimiento de esta fecha importante?
- Herramienta de simulación @RISK for Project Professional from Palisade Corp.

2.- Simulación de Montecarlo en el CPM

Salida del modelo probabilístico es una distribución de probabilidad de fechas posterior a la simulación de Montecarlo

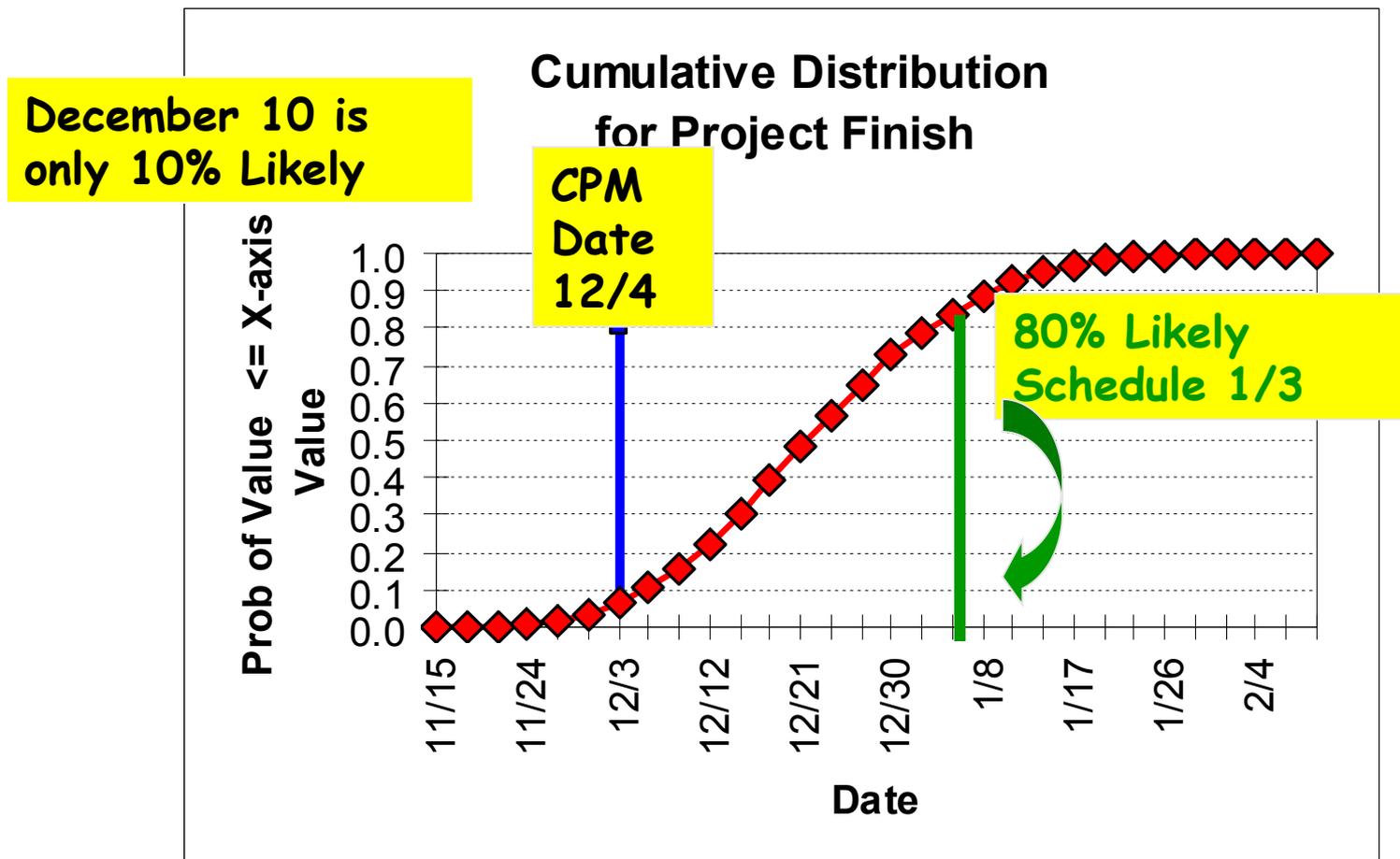


2.- Simulación de Montecarlo en el CPM

- Falacia de la duración más probable:
 - Se dice “al menos si usamos la mejor estimación en nuestro programa, la fecha de finalización CPM es la fecha más probable ¿No es así?”
 - En este caso de la distribución anterior,
 - CPM determinístico es 4 de diciembre
 - Pero la fecha de terminación más probable, es el 15 de diciembre, por efecto de traspasar incertidumbre en la duración de las actividades.

2.- Simulación de Montecarlo en el CPM

Salida del modelo CPM probabilístico es una Función de Densidad Acumulada (FDA) para una fecha clave del proyecto



2.- Simulación de Montecarlo en el CPM

Salida del modelo como Tabla Resultado de la Simulación Ruta Simple

Summary Statistics for Project Finish	
Minimum	11-18
Maximum	2-6
Mean	12-22
Std Deviation	13
Mode	12-15
5%	12-1
10%	12-5
20%	12-11
30%	12-14
40%	12-18
50%	12-21
60%	12-25
70%	12-29
80%	1-3
90%	1-9
95%	1-14

← CPM P10%

← P80%

2.- Simulación de Montecarlo en el CPM Proyecto con Dos o más Rutas Criticas



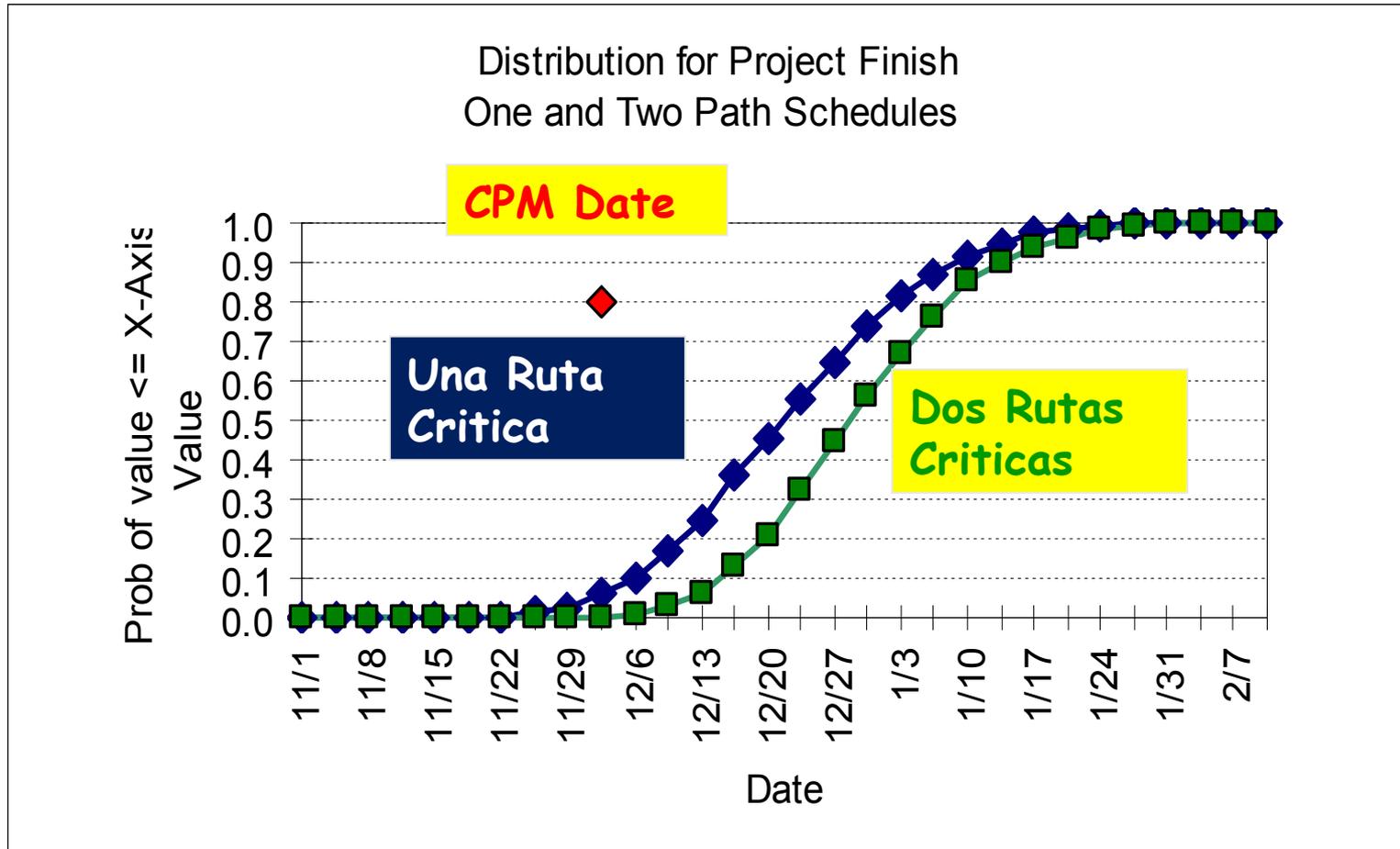
2.- Simulación de Montecarlo en el CPM Proyecto con dos o más rutas críticas

ID	Name	Duration	Start	Finish	@RISK: Functions	August	Septemb	October	Novembe	Decembe	January
1	Project	95 d	9/1	12/4							
2	Start	0 d	9/1	9/1							
3	Component A	95 d	9/1	12/4							
4	Design A	30 d	9/1	9/30	Duration=RiskTRIANG(20,30,60)						
5	Build A	40 d	10/1	11/9	Duration=RiskTRIANG(30,40,65)						
6	Test A	25 d	11/10	12/4	Duration=RiskTRIANG(18,25,50)						
7	Component B	95 d	9/1	12/4							
8	Design B	30 d	9/1	9/30	Duration=RiskTRIANG(20,30,60)						
9	Build B	40 d	10/1	11/9	Duration=RiskTRIANG(30,40,65)						
10	Test B	25 d	11/10	12/4	Duration=RiskTRIANG(18,25,50)						
11	Finish	0 d	12/4	12/4	Finish=RiskOUTPUT()						

- CPM indica que el proyecto se termina el 4 de Diciembre.
- El proyecto tiene más riesgos por haber mayor cantidad de actividades y rutas críticas que ejecutar con éxito en los plazos programados.
- ¿El riesgo aumenta a mayor cantidad de actividades que ejecutar?

2.- Simulación de Montecarlo en el CPM

Efecto de dos Rutas Criticas o más en un proyecto,
disminuye la probabilidad de éxito



2.- Simulación de Montecarlo en el CPM

Comparación Riesgo con 2 Rutas Criticas: CPM <5%

Evidence of the Merge Bias		
	One Path	Two Paths Merge Bias
Mean	12/22	12/29
Mode	12/18	12/31
Std Deviation	13.1	11.5
5%	12/1	12/11
10%	12/5	12/15
20%	12/11	12/19
30%	12/15	12/23
40%	12/18	12/26
50%	12/22	12/29
60%	12/25	1/1
70%	12/29	1/4
80%	1/2	1/8
90%	1/9	1/13
95%	1/14	1/19

2.- Simulación de Montecarlo en el CPM

Definición del Riesgo en las actividades

- Un proyecto con “cientos” o “miles” de actividades, obviamente que es más probable de retrasar por el nivel de incertidumbre en las variables que hay en cada fase de ejecución.
- Depende del riesgo asumido, estructura del proyecto (Holgura internas).
- El programa de simulación registra si una actividad fue crítica en cada iteración de la simulación.

**Percent of iterations each activity was critical
= its Criticality Index**

2.- Simulación de Montecarlo en el CPM

Programa con administración de riesgo sobre la ruta B

ID	Name	Duration	Start	Finish	@RISK: Functions	August	September	October	November	December	January
1	Project	95 d	9/1	12/4		[Gantt bar from 9/1 to 12/4]					
2	Start	0 d	9/1	9/1		[Gantt bar from 9/1 to 9/1]					
3	Component A	93 d	9/1	12/2		[Gantt bar from 9/1 to 12/2]					
4	Design A	28 d	9/1	9/28	Duration=RiskTRIANG(18,28,58)	[Gantt bar from 9/1 to 9/28]					
5	Build A	40 d	9/29	11/7	Duration=RiskTRIANG(30,40,65)	[Gantt bar from 9/29 to 11/7]					
6	Test A	25 d	11/8	12/2	Duration=RiskTRIANG(18,25,50)	[Gantt bar from 11/8 to 12/2]					
7	Component B	95 d	9/1	12/4		[Gantt bar from 9/1 to 12/4]					
8	Design B	30 d	9/1	9/30	Duration=RiskTRIANG(25,30,40)	[Gantt bar from 9/1 to 9/30]					
9	Build B	40 d	10/1	11/9	Duration=RiskTRIANG(35,40,50)	[Gantt bar from 10/1 to 11/9]					
10	Test B	25 d	11/10	12/4	Duration=RiskTRIANG(20,25,30)	[Gantt bar from 11/10 to 12/4]					
11	Finish	0 d	12/4	12/4	Finish=RiskOUTPUT()	[Gantt bar from 12/4 to 12/4]					

Ruta con 2 días de Holgura, no administrada

Ruta Critica requiere administración de riesgo

2.- Simulación de Montecarlo en el CPM

Índice de Criticidad o % de Iteraciones de una actividad sobre la Ruta Crítica

Criticality Index	
Task	Percent Critical
Component A	80%
Design A	80%
Build A	80%
Test A	80%
Component B	20%
Design B	20%
Build B	20%
Test B	20%



La ruta crítica determinística A con cero holgura estuvo el **80%** de las iteraciones como la ruta crítica probabilística



La ruta crítica determinística B con holgura distinta de cero estuvo el **20%** de las iteraciones como la ruta crítica probabilística

2.- Simulación de Montecarlo en el CPM

Correlación entre duración (variable) de las actividades del proyecto

- Correlación cuando un factor de riesgo afecta la duración de 2 actividades juntas
- Dificultad tecnológica para realizar diseños y construir toma mayor tiempo.
- Condiciones severas del trabajo afectan el diseño y la construcción.
- Incertidumbre sobre permisos afecta el diseño y la construcción.

2.- Simulación de Montecarlo en el CPM

Correlación entre duración (variable) de las actividades del proyecto

- La correlación hace que las actividades se muevan juntas.
- Si una actividad toma más tiempo que la estimada, la otra también lo hará.
- Ambas actividades tomarán más o menos tiempo juntas.
- La correlación aumenta el riesgo de resultados extremos

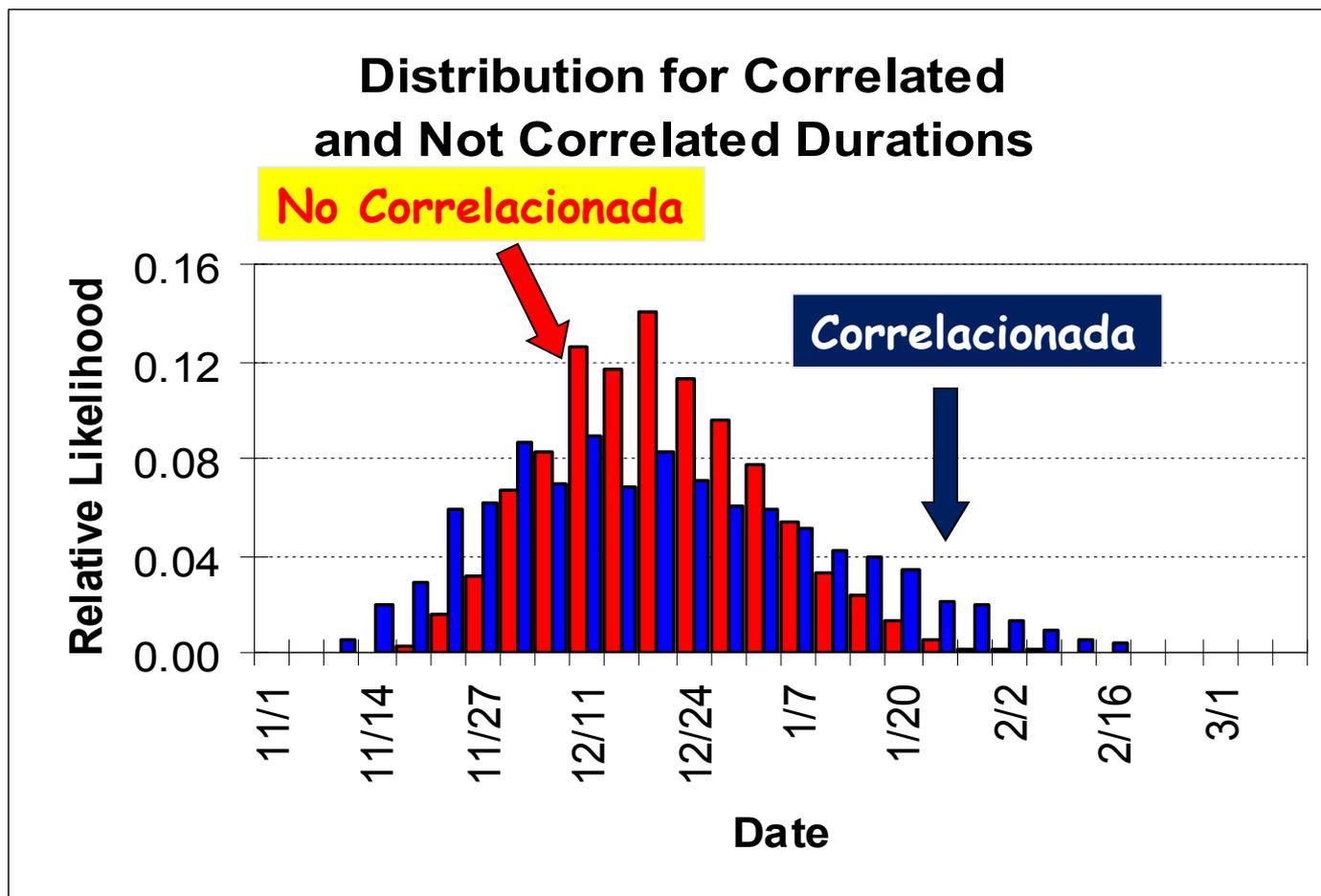
2.- Simulación de Montecarlo en el CPM

Agregando correlación a una ruta critica simple

Correlation Matrix			
	Design / Duration	Build / Duration	Test / Duration
Design/Duration	1	0.8	0.6
Build/Duration	0.8	1	0.9
Test/Duration	0.6	0.9	1

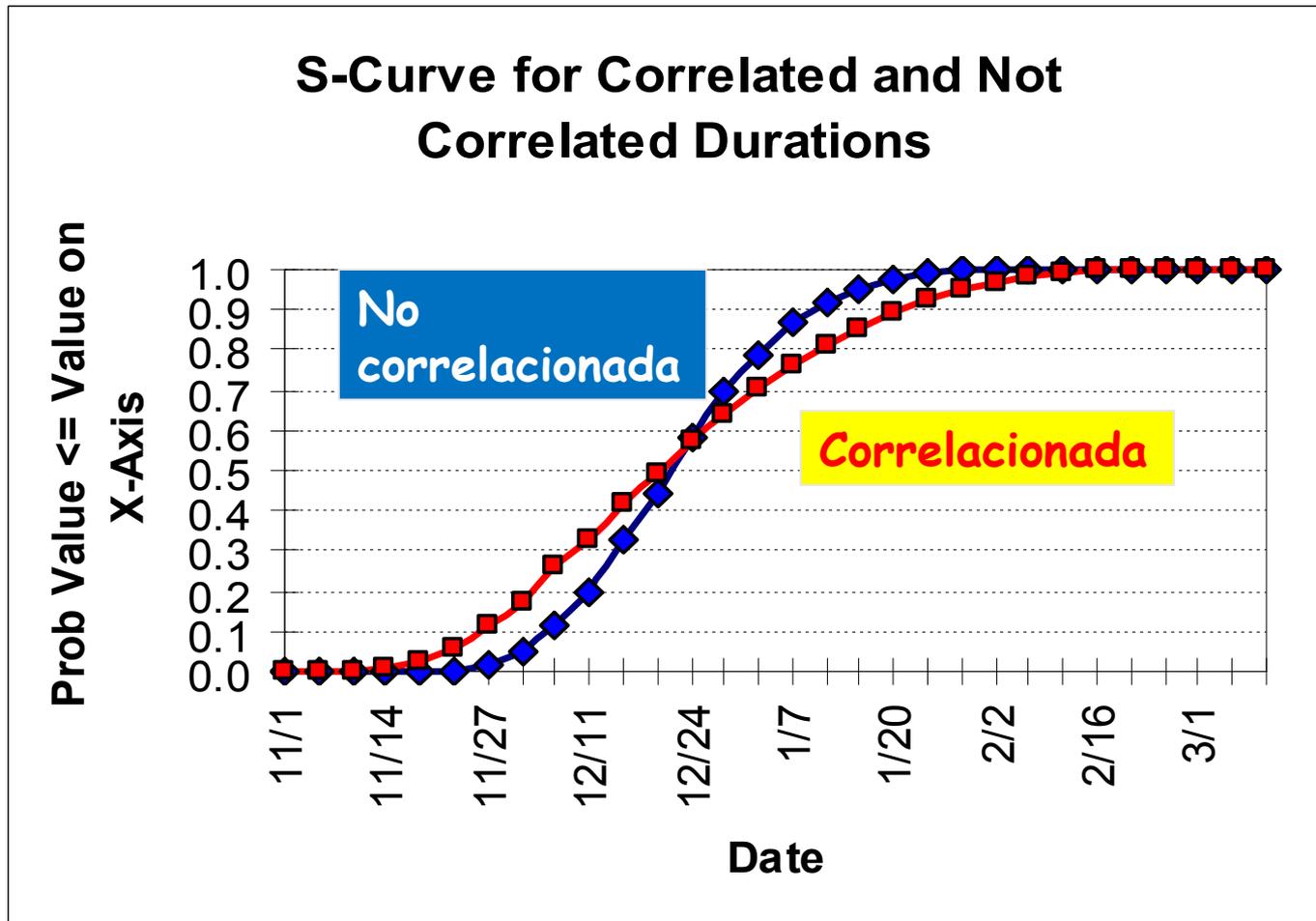
2.- Simulación de Montecarlo en el CPM

Las correlaciones aumentan la dispersión y el rango de la distribución de Resultados



2.- Simulación de Montecarlo en el CPM

Las correlaciones aumentan el rango de la distribución de resultados



2.- Simulación de Montecarlo en el CPM

Arboles probabilísticos – Relaciones lógicas probabilísticas entre las actividades del modelo

- Cuando el resultado de una actividad no es cierto
 - En una inspección de calidad no es seguro pasar la prueba la primera vez.
- La actividad sucesora puede ser una u otra
 - ¿Pasar la prueba? ==> Certificado
 - ¿Falló la prueba? ==> Finalizar la prueba, Diagnosticar, mejorar y volver a probar.
- Cada una de ellas es una "rama" y tiene alguna probabilidad de éxito o fracaso.

2.- Simulación de Montecarlo en el CPM

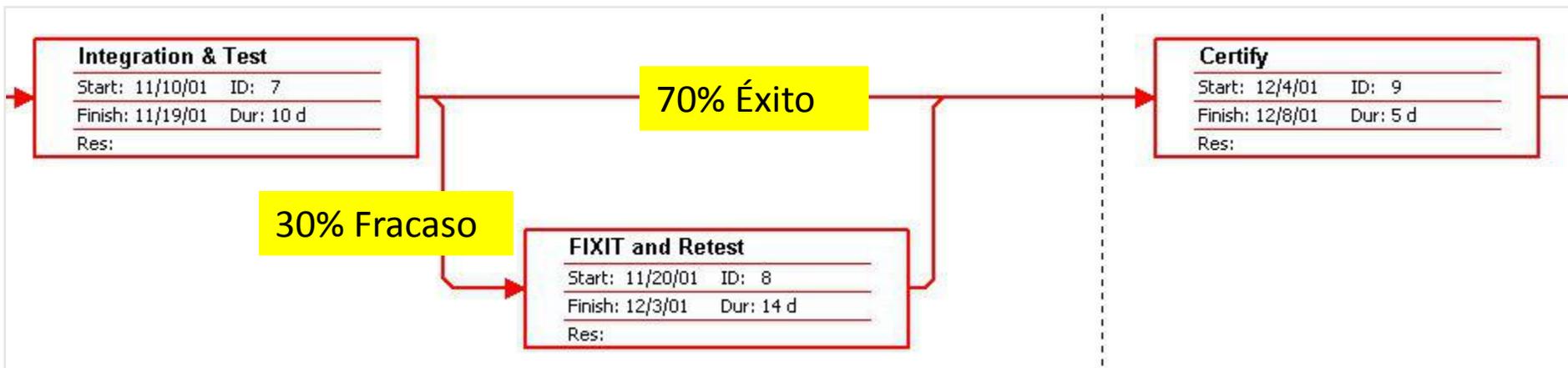
Árbol probabilístico – Link Probabilístico

ID	Name	Duration	Start	Finish	@RISK: Functions	August	September	October	November	December	January
1	Total Project	99 d	9/1	12/8							
2	Start	0 d	9/1	9/1							
3	Design Unit 1	30 d	9/1	9/30	Duration=RiskTRIANG(20,30,60)						
4	Build Unit 1	40 d	10/1	11/9	Duration=RiskTRIANG(30,40,60)						
5	Design Unit 2	30 d	9/1	9/30	Duration=RiskTRIANG(20,30,60)						
6	Build Unit 2	40 d	10/1	11/9	Duration=RiskTRIANG(30,40,60)						
7	Integration & Test	10 d	11/10	11/19	RiskBRANCH(.3,.7,{t8},{t9})						
8	FIXIT and Retest	14 d	11/20	12/3	Duration=RiskTRIANG(40,45,60)						
9	Certify	5 d	12/4	12/8							
10	Finish	0 d	12/8	12/8	Finish=RiskOUTPUT()						

Indicar la probabilidad de fracaso en el programa CPM.
30% al fracaso para rehacer la prueba; 70% al éxito
para lograr el certificado y terminar.

2.- Simulación de Montecarlo en el CPM

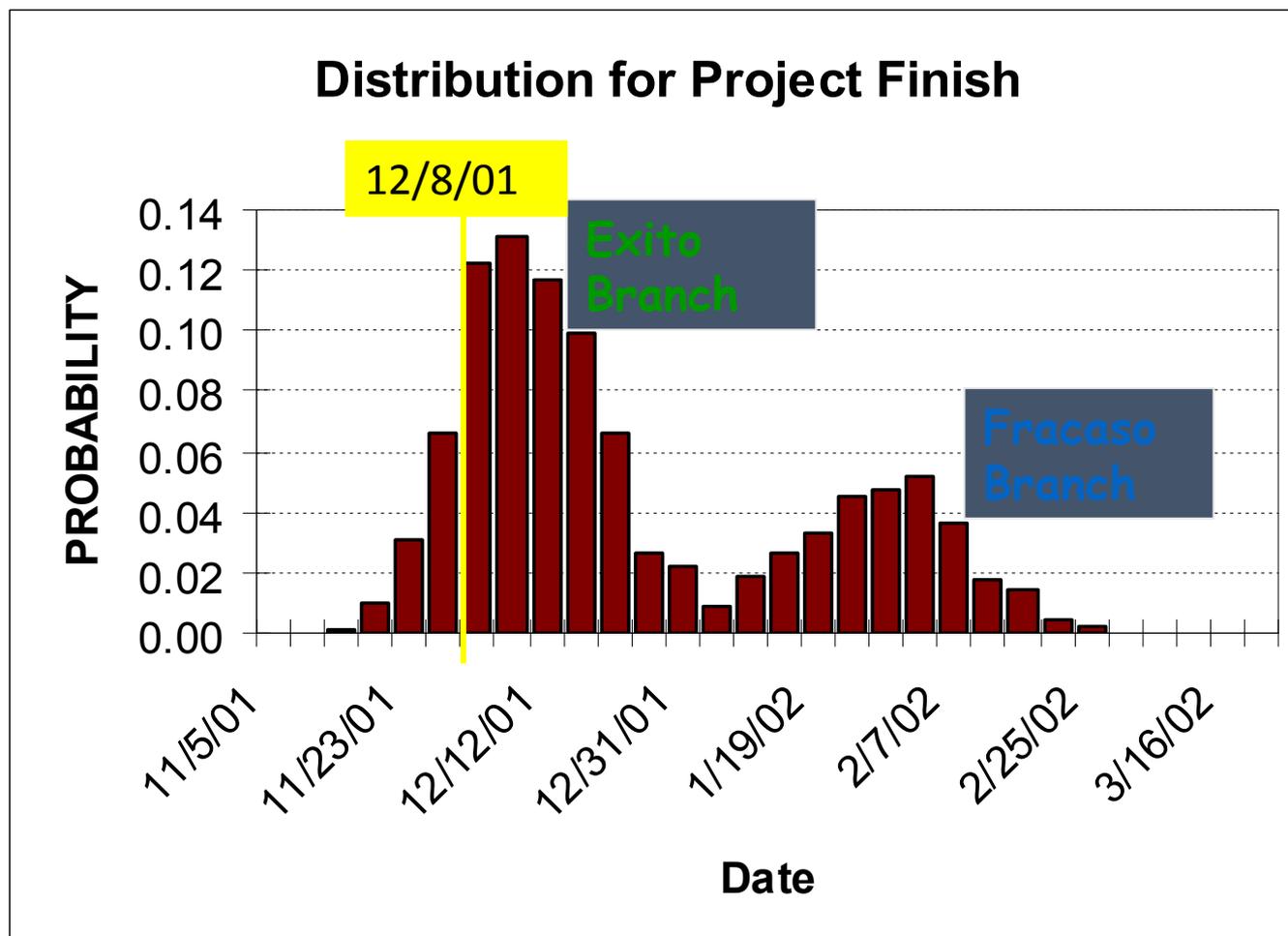
Malla lógica modelando la falla de la prueba como una rama probabilística



2.- Simulación de Montecarlo en el CPM

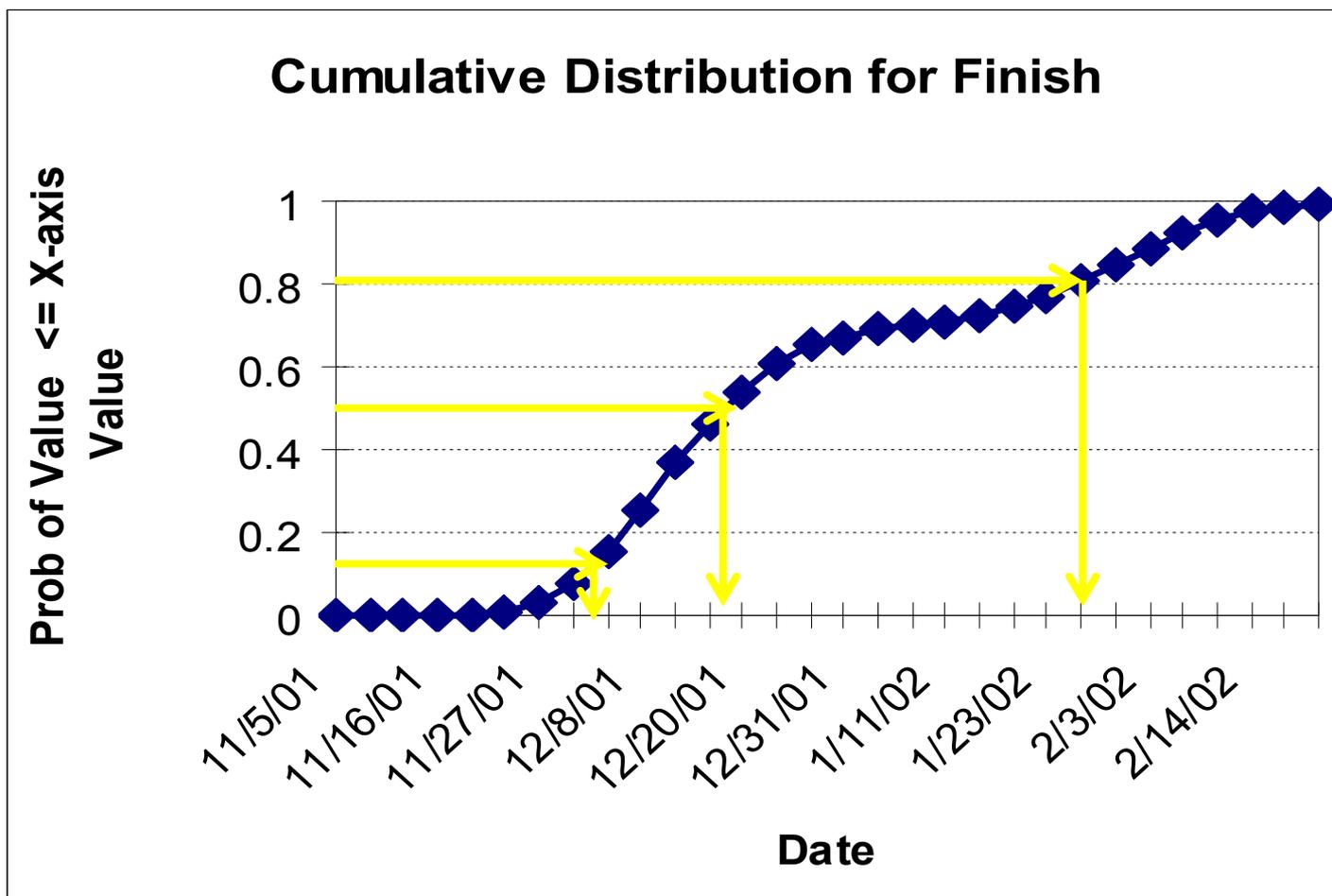
Histograma Probabilístico con un árbol probabilístico

Resultado Bi-modal



2.- Simulación de Montecarlo en el CPM

Distribución acumulada (FDA) con un Árbol probabilístico en la Ruta crítica



2.- Simulación de Montecarlo en el CPM

Restricción condicional

- Modelo de decisión; ejemplo: Decisión de una alternativa tecnológica en Ingeniería de Pre-factibilidad
 - Tecnología A
 - Preferida por el cliente
 - Mucho riesgo en el programa de ejecución
 - Tecnología B
 - No preferida, pero aceptable
 - Menor riesgo en el programa que A

2.- Simulación de Montecarlo en el CPM

Decisión sobre una alternativa tecnológica – árbol condicional

ID	Name	Duration	3rd Quarter	4th Quarter	1st Quarter
1	Start Milestone	0 d			
2	Technology A	125 d			
3	Design Tech. A	50 d			
4	Make & Qual Tech A	75 d			
5	Technology B	125 d			
6	Design Tech. B	50 d			
7	Make & Qual Tech B	70 d			
8	Finish Milestone	0 d			

2.- Simulación de Montecarlo en el CPM

Solo Tecnología A: No Plan B? A = 100%

Cumulative Distribution	
Technology A: No Plan B	
Mean	2/4
Mode	2/2
10%	1/5
20%	1/13
30%	1/20
40%	1/27
50%	2/2
60%	2/9
70%	2/17
80%	2/25
90%	3/10

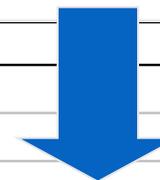
Technology A: No Plan B	
Task	Critical Index
Technology A	100%
Design Tech. A	100%
Make & Qual Tech A	100%
Technology B	0%
Design Tech. B	0%
Make & Qual Tech B	0%

Pr(Plan A) = 100%

2.- Simulación de Montecarlo en el CPM

Si diseño con Tecnología A no está completado al 10/25: Plan B
Link probabilístico condicionado a una fecha

Unique	Name	Duration	@RISK: Functions
2	Start Milestone	0 d	
8	Technology A	125 d	
3	Design Tech. A	50 d	Duration=RiskTRIANG(40,50,100)
5	Make & Qual Tec	75 d	Duration=RiskTRIANG(55,75,150);RiskIF(t3[Finish]>10/25/01,t5[Duration]=0)
9	Technology B	120 d	
4	Design Tech. B	50 d	Duration=RiskTRIANG(45,50,60)
6	Make & Qual Tec	70 d	Duration=RiskTRIANG(60,70,90);RiskIF(t3[Finish]<10/25/01,t6[Duration]=0)
7	Finish Milestone	0 d	Finish=RiskOUTPUT()



ID 5: Instrucción de programación probabilística; Si t3 es mayor que 10/25/01, entonces t5 = 0; el programa usa la actividad DESIGN TECH. A

ID 6: Instrucción de programación probabilística; Si t3 es menor que 10/25/01, entonces t6 = 0; el programa usa la actividad DESIGN TECH. B

2.- Simulación de Montecarlo en el CPM

Plan B si el Diseño para el Plan A no se hace antes del 10/25

Cumulative Distribution	
Switch to Plan B on 10/25	
Mean	1/11/02
Mode	1/2/02
10%	12/30/01
20%	1/2/02
30%	1/4/02
40%	1/6/02
50%	1/8/02
60%	1/10/02
70%	1/13/02
80%	1/18/02
90%	1/29/02

Cumulative Distribution	
Switch to Plan B on 10/25	
Task	Critical Index
Technology A	29%
Design Tech. A	29%
Make & Qual Tech A	29%
Technology B	70%
Design Tech. B	12%
Make & Qual Tech B	71%
Finish Milestone	100%

Pr(Plan A) = 29%

2.- Simulación de Montecarlo en el CPM

Regla de decisión

- Estudio de Alternativas:
 - Probabilidad de ejecutar puntualmente antes del 10/25 es 100% con TECH. A.
 - Probabilidad de ejecutar con Tecnología B después del 10/25 es 71% con TECH. A y 29% con TECH. B.

Model the Technology / Schedule Trade-Off		
Measure	Tech A: No Plan B	Tech. B After 10/25
Optimistic (10%)	1/5	12/30
Mean Completion	2/4	1/11
Pessimistic (90%)	3/10	1/29
Probability of Using Technology A	100%	29%

2.- Simulación de Montecarlo en el CPM

Recursos y restricciones

- El proyecto tiene recursos escasos, no deben estar en conflicto con la programación:
 - En el CPM, los paquetes de actividades deben "nivelar" los recursos, lo que significa cambiar la secuencia de actividades definidas para beneficiar el uso óptimo de recursos (Etapa de Optimización de la programación).
 - Dado que la simulación es una serie de cálculos del CPM, cada iteración debe ser nivelada la distribución de recursos.
- En la programación, los planificadores a menudo utilizan restricciones; por lo tanto:
 - En el modelo probabilístico, elimine las restricciones - deje que el proyecto calcule libremente las rutas críticas para su evaluación.
 - No ocultar el riesgo con restricciones de fechas en las actividades.

2.- Simulación de Montecarlo en el CPM

Recursos nivelados y restricciones causan efectos en los resultados de las simulaciones para modelar la incertidumbre

Steps to a leveled resource

• Red is over-allocation

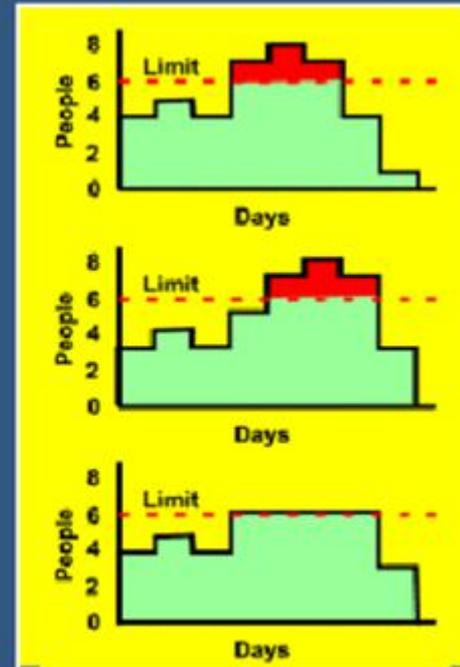
1. Earliest activity start

2. Latest activity start

3. "Planner's best" schedule

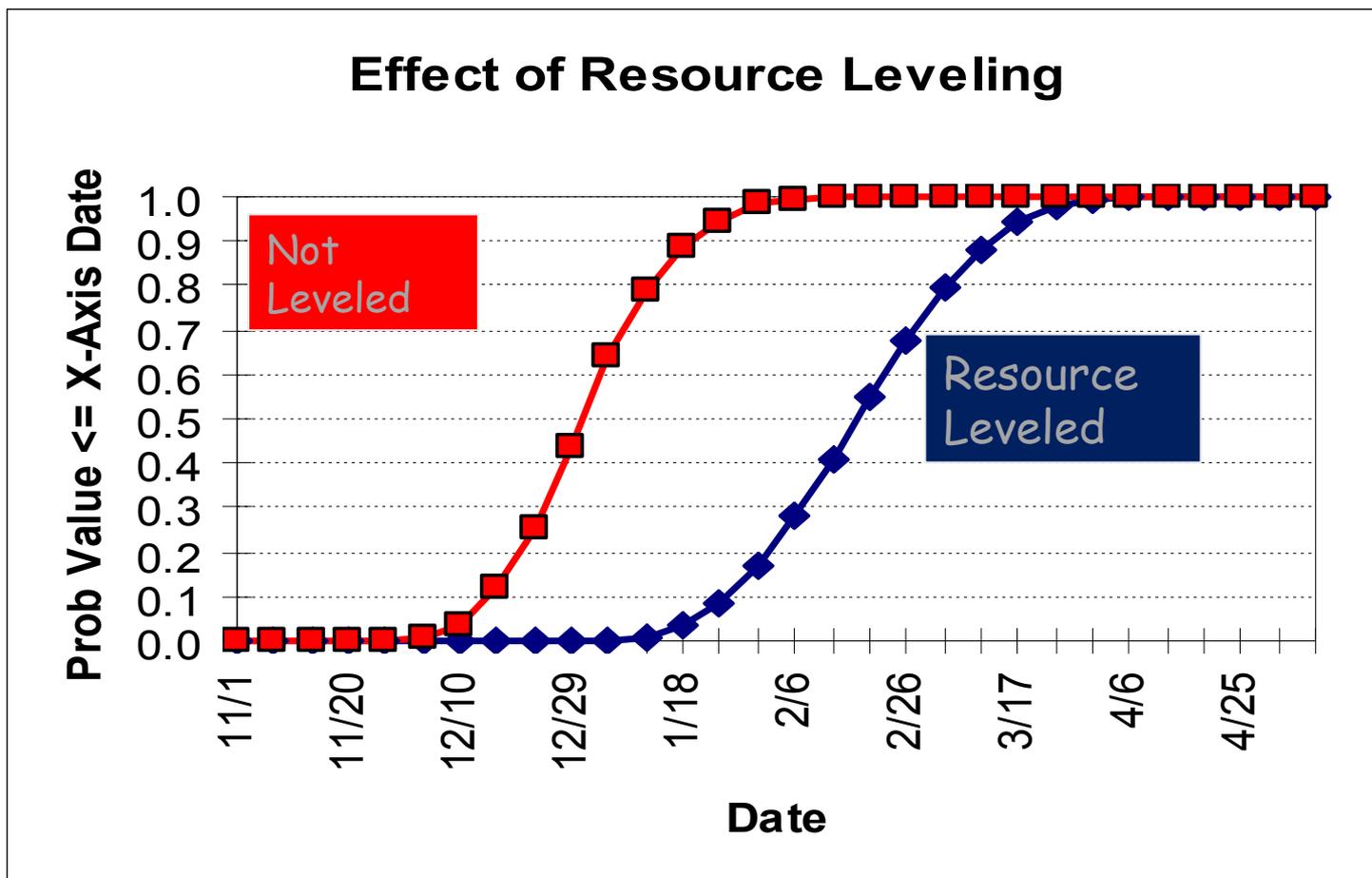
• May involve extended hours on some days

Note: Each illustration totals 40 person days



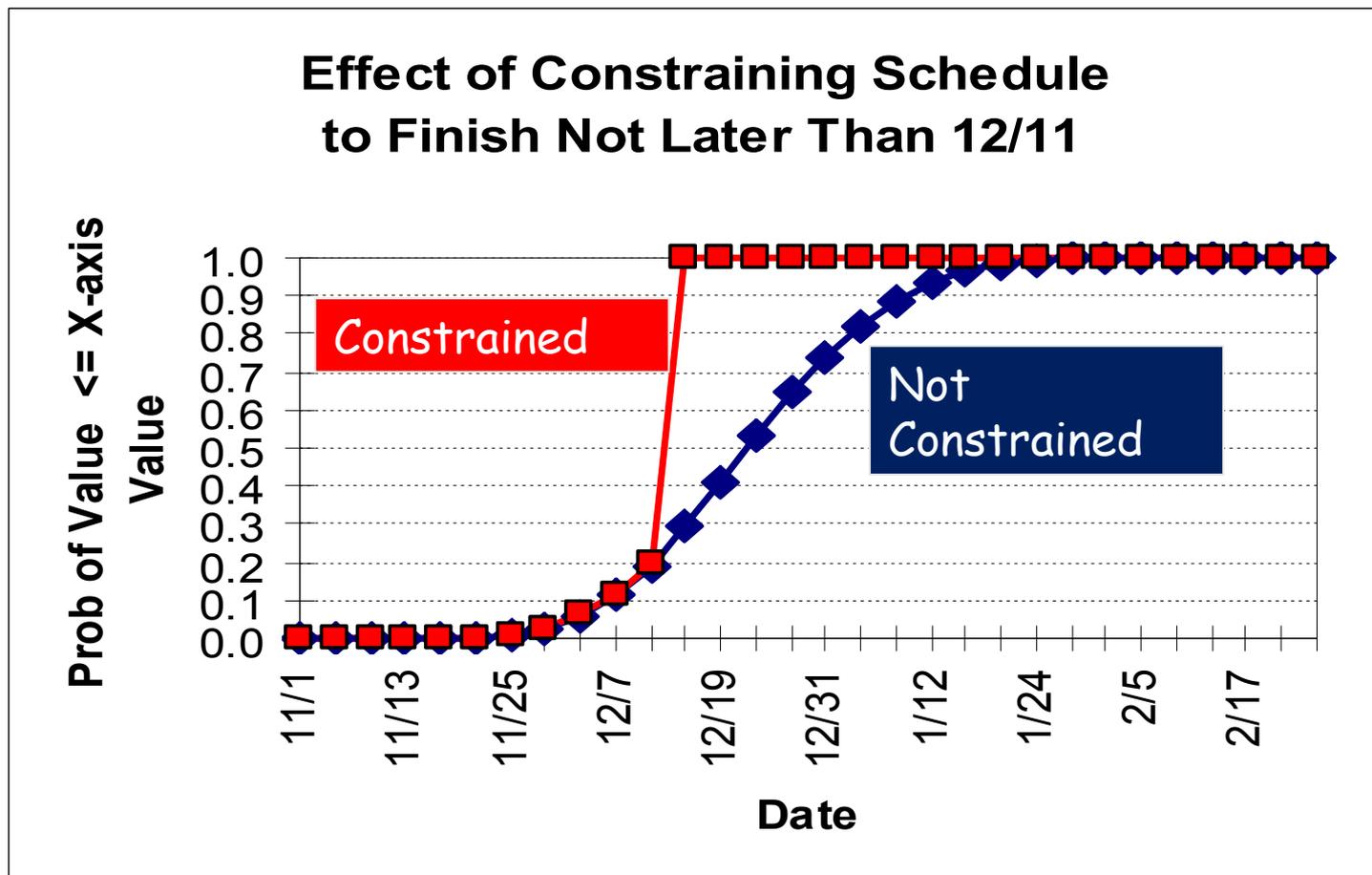
2.- Simulación de Montecarlo en el CPM

FDA con nivelación de recursos muestra escenario probabilístico más tardío que la FDA sin nivelación de recursos



2.- Simulación de Montecarlo en el CPM

Efecto de la restricción de fechas en las salidas de la simulación con una FDA



Fin Sesión 5

COFFEE BREAK

Sesión N° 6

Análisis Cuantitativo de Riesgos

Parte 2

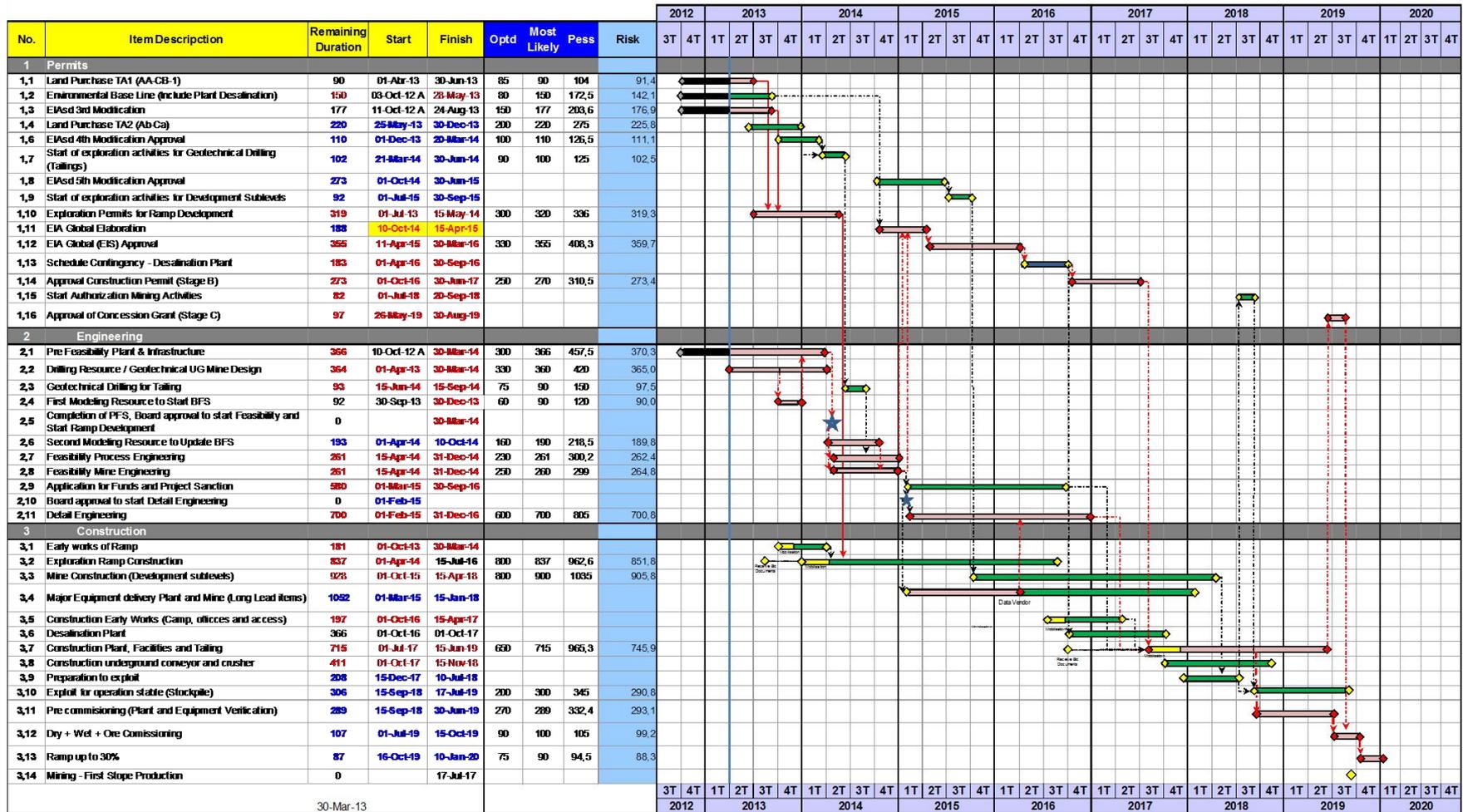
Ing. José Contreras Jiménez

Caso Práctico Aplicado

- Un proyecto minero al cierre de etapa Pre-factibilidad requiere determinar la contingencia del plazo de ejecución total, considerando la mayor evaluación posible de los riesgos en el CPM de proyecto.
 - Realizar una evaluación cualitativa del riesgo
 - Realizar una evaluación cuantitativa del riesgo

Caso de un Proyecto Minero en Etapa PFS

Summary Project - Risk Analysis High Level



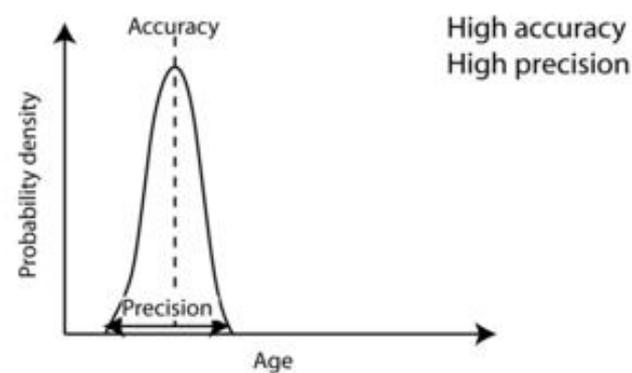
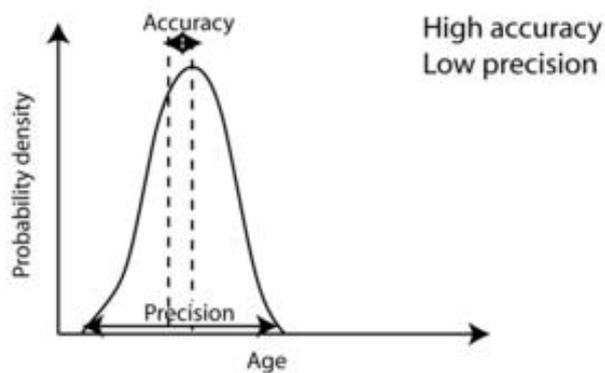
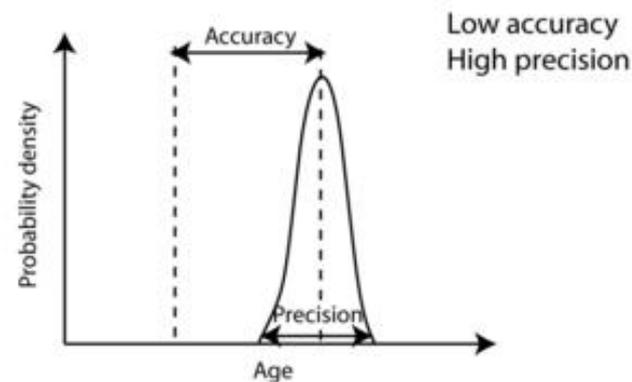
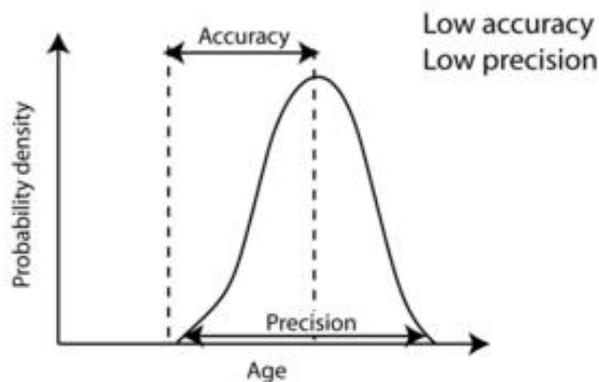
Ruta Crítica Identificada con Planilla XLS

Major Critical Path	Fechas esperadas
3,13 Ramp up to 30%	08-Apr-20
3,12 Dry + Wet + Ore Comissioning	10-Jan-20
3,11 Pre commisioning (Plant and Equipment Verification)	03-Oct-19
3,7 Construction Plant, Facilities and Tailing	05-Jul-19
1,14 Approval Construction Permit (Stage B)	19-Jun-17
1,13 Schedule Contingency - Desalination Plant	19-Sep-16
1,12 EIA Global (EIS) Approval	20-Mar-16
1,11 EIA Global Elaboration	26-Mar-15
2,7 Feasibility Process Engineering	22-Dec-14
2,1 Pre Feasibility Plant & Infrastructure	04-Apr-14

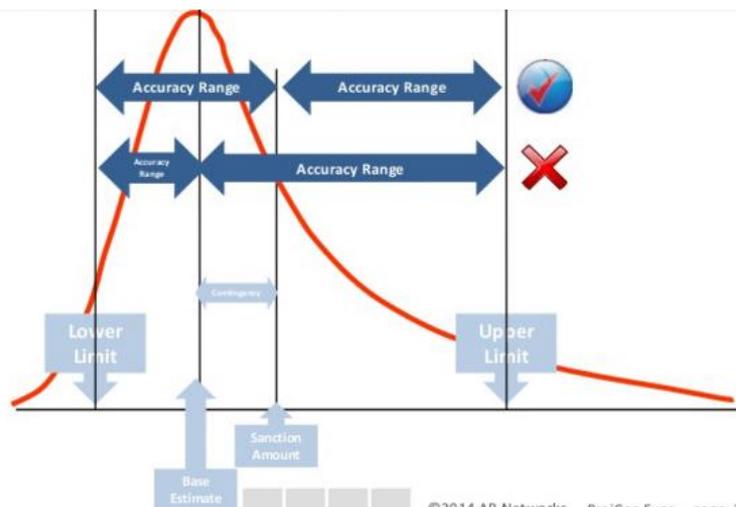
Second Critical Path	Fechas esperadas
1,3 EIAsd 3rd Modification	22-Sep-13
1,10 Exploration Permits for Ramp Development	20-May-14
3,2 Exploration Ramp Construction	13-Oct-15
3,3 Mine Construction (Development sublevels)	06-Apr-18
3,9 Preparation to exploit	05-Jun-18
1,15 Start Authorization Mining Activities	26-Aug-18
3,1 Exploit for operation stable (Stockpile)	13-Jun-19
3,14 Mining - First Stope Production	13-Jun-19

Exactitud de la Estimación

Accuracy al $\pm 35\%$ para un Proyecto en PFS



Exactitud de la Estimación y la Contingencia



ESTIMATE CLASS	Primary Characteristic	Secondary Characteristic			
	LEVEL OF PROJECT DEFINITION Expressed as % of complete definition	END USAGE Typical purpose of estimate	METHODOLOGY Typical estimating method	EXPECTED ACCURACY RANGE Typical variation in low and high ranges [a]	PREPARATION EFFORT Typical degree of effort relative to least cost index of 1 [b]
Class 5	0% to 2%	Concept Screening	Capacity Factored, Parametric Models, Judgment, or Analogy	L: -20% to -50% H: +30% to +100%	1
Class 4	1% to 15%	Study or Feasibility	Equipment Factored or Parametric Models	L: -15% to -30% H: +20% to +50%	2 to 4
Class 3	10% to 40%	Budget, Authorization, or Control	Semi-Detailed Unit Costs with Assembly Level Line Items	L: -10% to -20% H: +10% to +30%	3 to 10
Class 2	30% to 70%	Control or Bid/Tender	Detailed Unit Cost with Forced Detailed Take-Off	L: -5% to -15% H: +5% to +20%	4 to 20
Class 1	50% to 100%	Check Estimate or Bid/Tender	Detailed Unit Cost with Detailed Take-Off	L: -3% to -10% H: +3% to +15%	5 to 100

Notes: [a] The state of process technology and availability of applicable reference cost data affect the range markedly. The +/- value represents typical percentage variation of actual costs from the cost estimate after application of contingency (typically at a 50% level of confidence) for given scope.
[b] If the range index value of "1" represents 0.005% of project costs, then an index value of 100 represents 0.5%. Estimate preparation effort is highly dependent upon the size of the project and the quality of estimating data and tools.

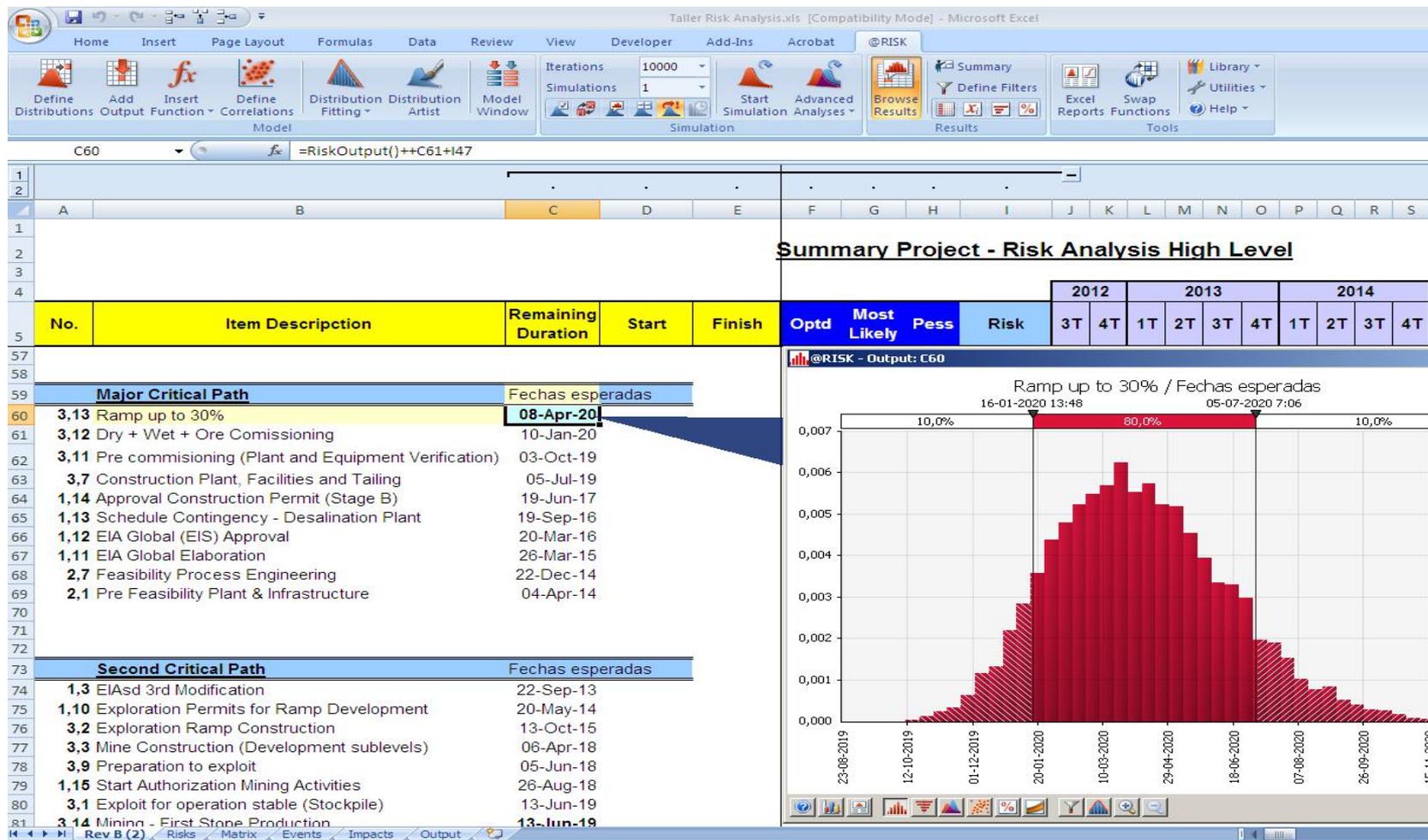
Valoración de la Severidad del Riesgo en las Actividades del Programa

		Residual Risk Rating Matrix				
Probabilidad	5	L	M	H	C	C
	4	L	M	M	H	C
	3	L	L	M	M	H
	2	L	L	L	M	M
	1	L	L	L	L	M
		1	2	3	4	5
		Impacto del Riesgo				
		L	LOW			
		M	MODERATE			
		H	HIGH			
		C	CRITICAL			
		Probabilidad			Severidad (Impacto)	
		1	<i>Improbable</i>		1	<i>Muy Leve</i>
		2	<i>Poco Probable</i>		2	<i>Leve</i>
		3	<i>Probable</i>		3	<i>Moderado</i>
		4	<i>Muy Probable</i>		4	<i>Grave</i>
		5	<i>Totalmente Probable</i>		5	<i>Catastrófico</i>

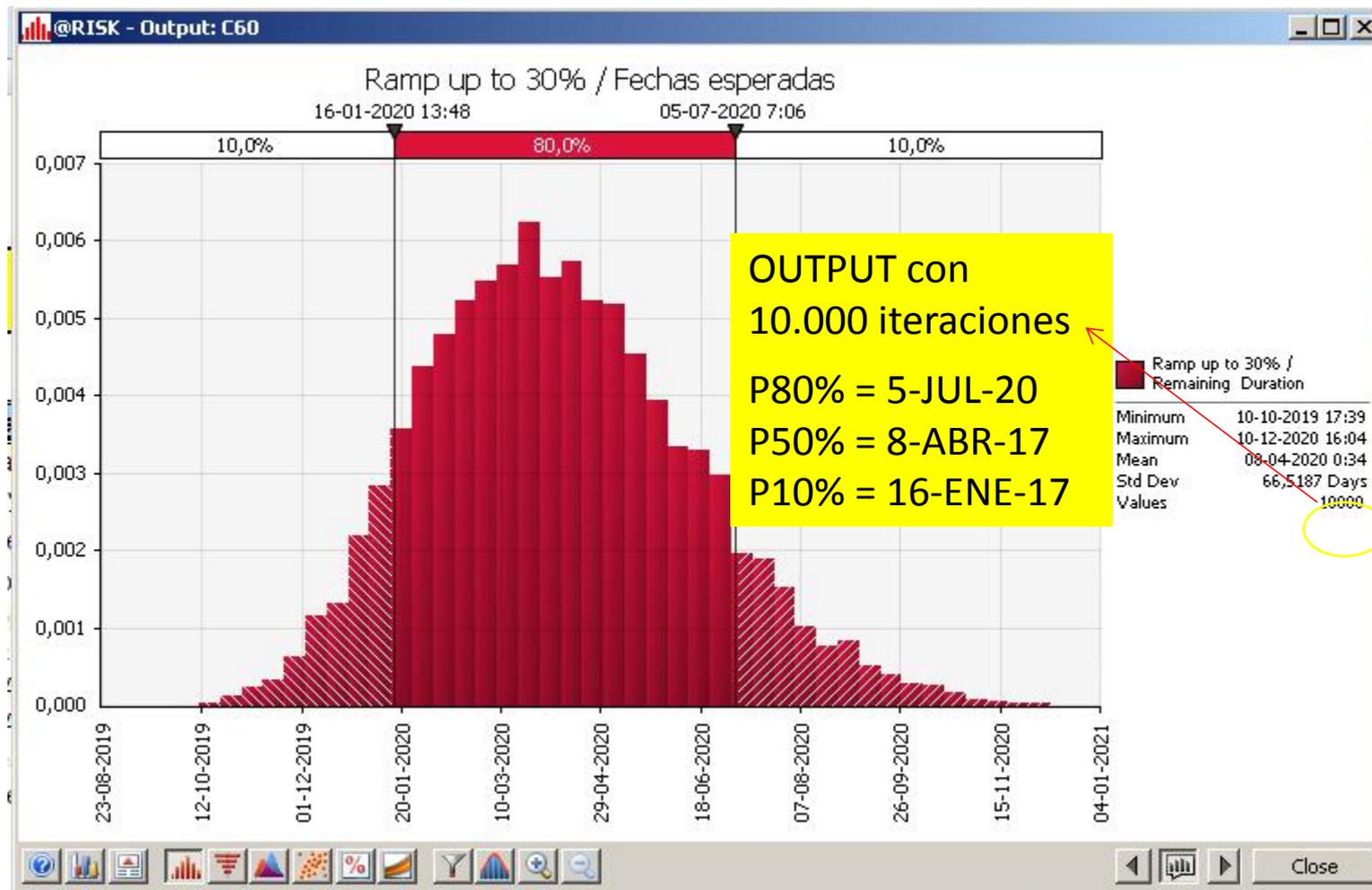
Criterio de Afectación en la Duración de las Actividades del Programa Superposición de eventos

Max of Tiempo	Nivel de Riesgo			
ID Level 1	C	H	L	M
1,1			5%	15%
1,12			5%	15%
1,14				15%
1,2			5%	15%
1,4		25%		
1,6				15%
1,7		25%	5%	15%
1,8			5%	
2,1		25%	5%	15%
2,11			5%	15%
2,2				15%
2,5			5%	15%
2,6			5%	15%
2,8				15%
3,1				15%
3,11			5%	15%
3,2				15%
3,3		25%		15%
3,4	35%			15%
3,5			5%	
3,7	35%	25%	5%	15%
3,8		25%		15%
1,10			5%	
2,7			5%	15%
3,12			5%	

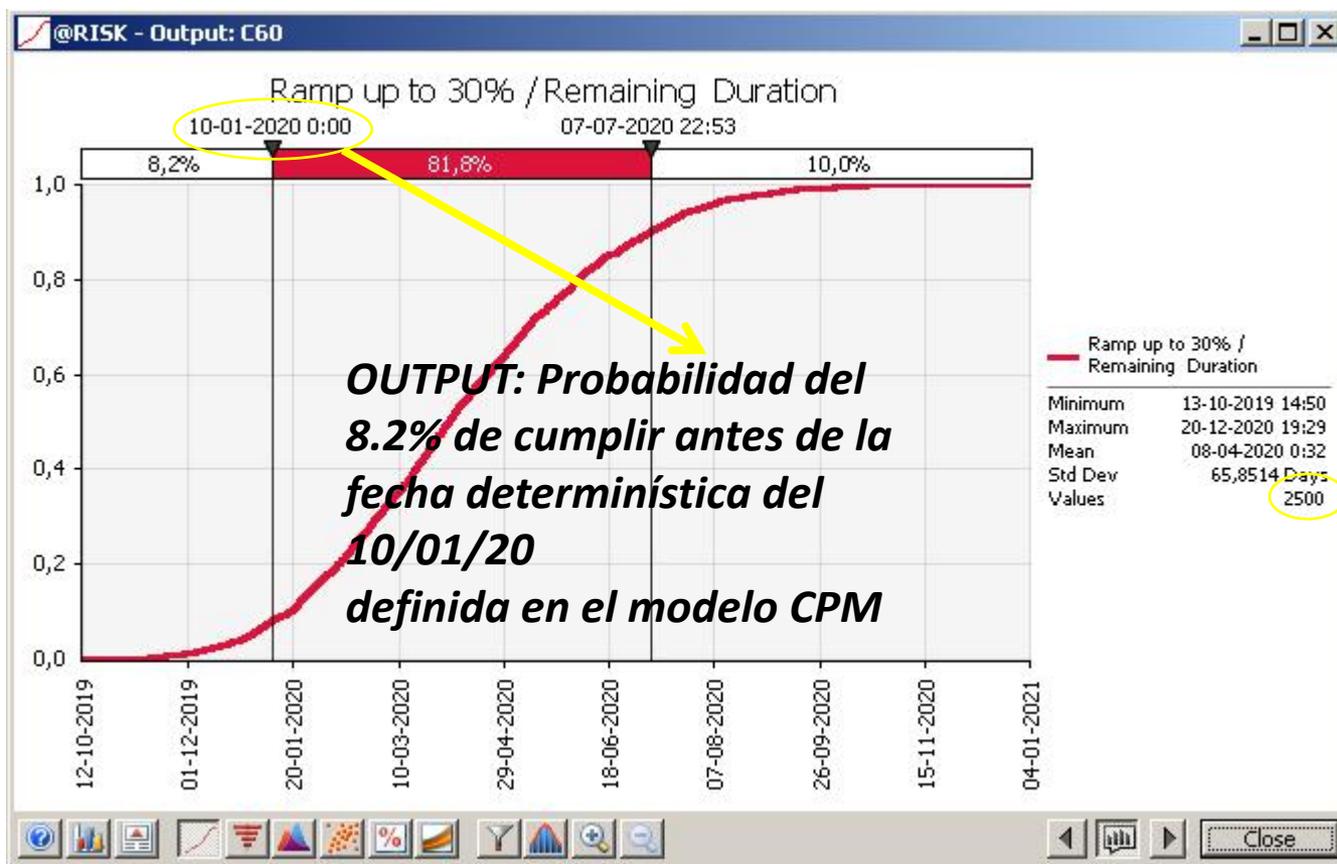
Salidas de la Simulación de Montecarlo



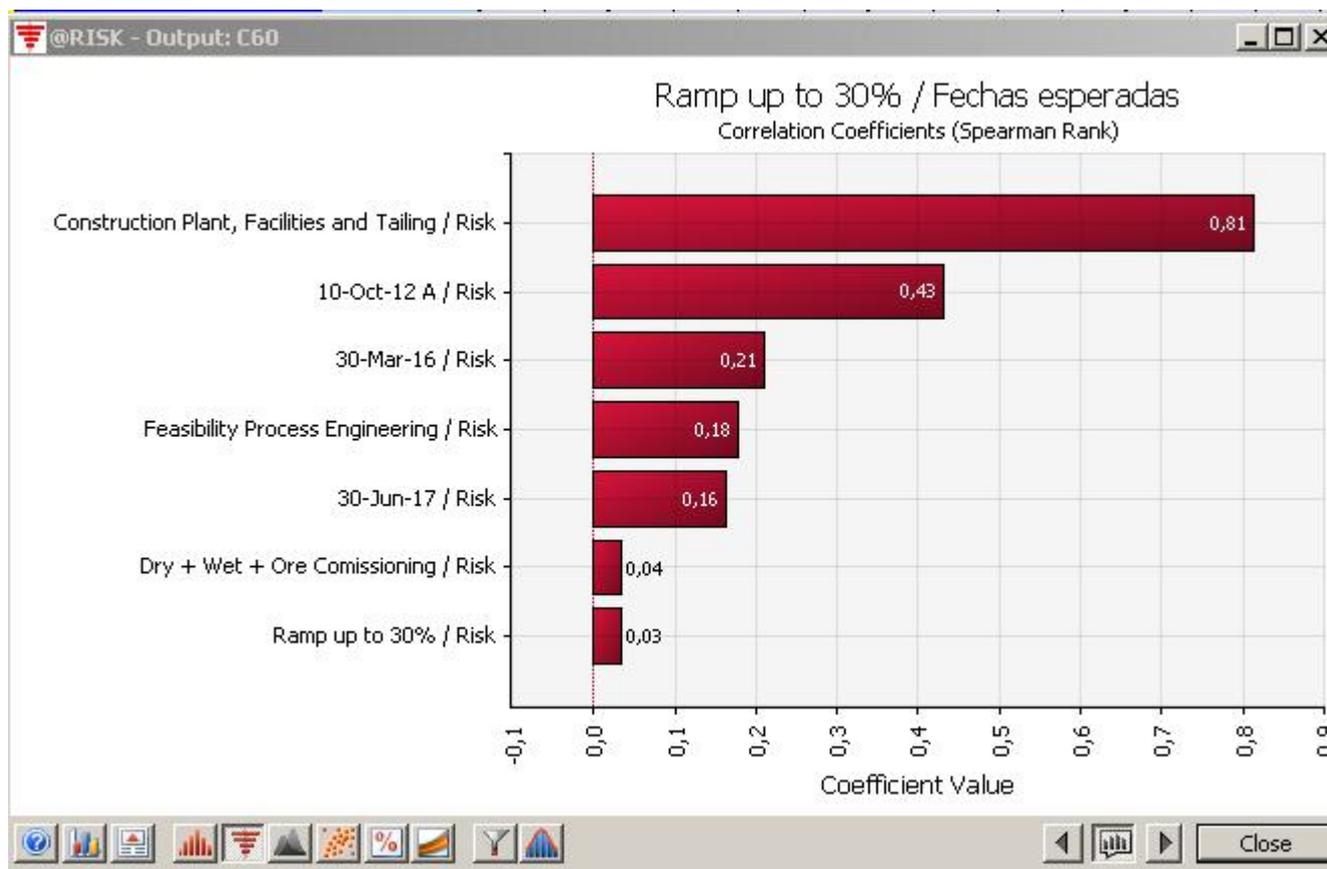
Probabilidad de cumplimiento del Ramp-Up al 30%



Probabilidad de cumplimiento del Ramp-Up al 30%



Coeficientes de Correlación



Coeficientes de Correlación

@RISK - Sensitivity Analysis

Rank Inputs For Output: **C60 / Ramp up to 30% / Fechas esperadas**

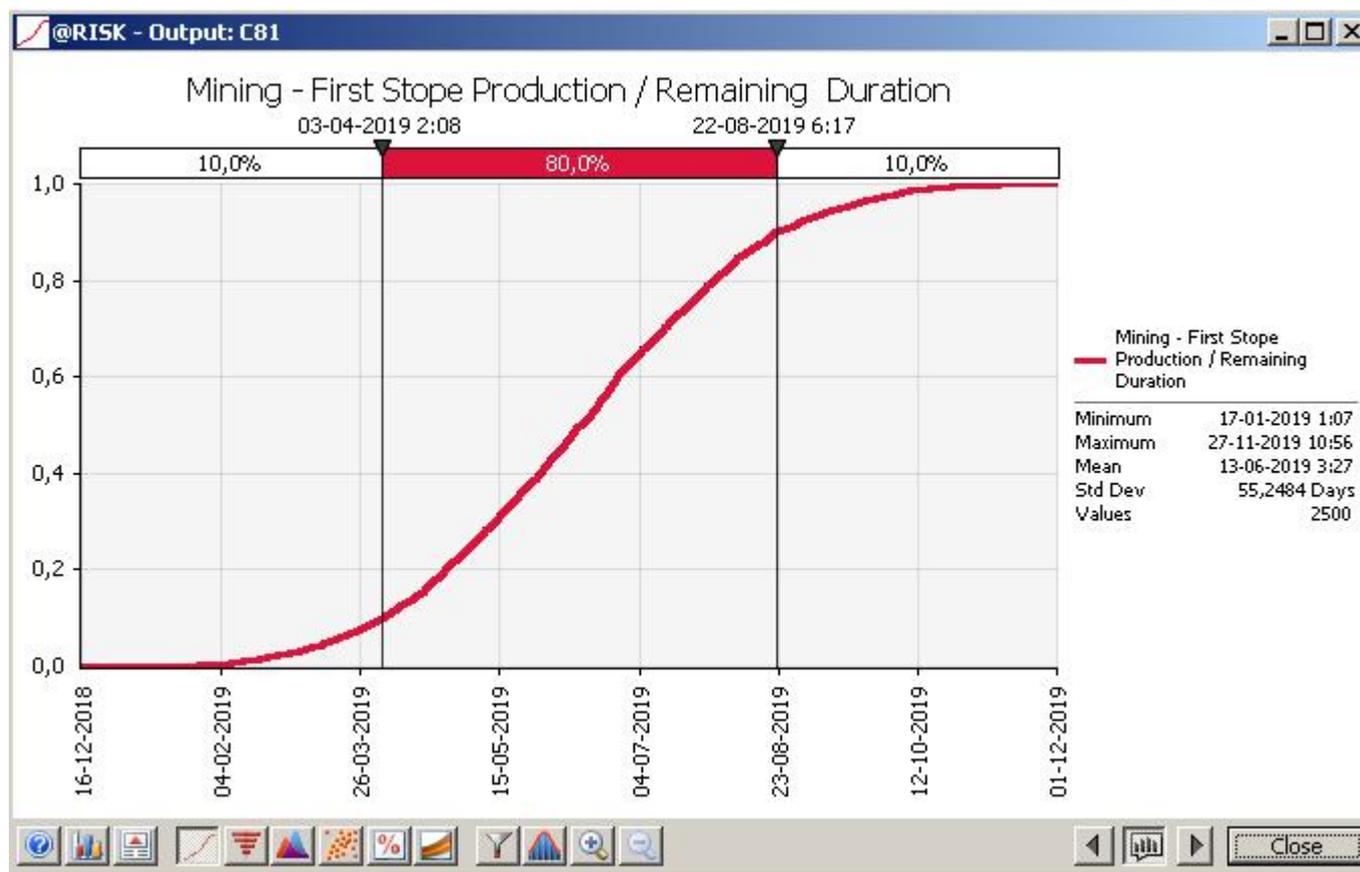
Display Significant Inputs Using: **Correlation (Spearman Rank)**

Rank For C60	Cell	Name	Description	Rev B (2)!C60 Ramp up to 30% / Fechas esperadas Correlation Coeff.	C61 Dry + Wet + Ore Comissioning / Fechas Correlation Coeff.	C63 Construction Plant, Facilities and Tai Correlation Coeff.	C64 Approval Construction Permit (Stage B) Correlation Coeff.
#1	I41	Construction Plant, Facilities and ..	RiskPert(F41;G41;H41)	0,813	0,814	0,816	n/a
#2	I23	10-Oct-12 A / Risk	RiskPert(F23;G23;H23)	0,432	0,432	0,432	0,802
#3	I17	30-Mar-16 / Risk	RiskPert(F17;G17;H17)	0,211	0,211	0,21	0,348
#4	I29	Feasibility Process Engineering / R..	RiskPert(F29;G29;H29)	0,179	0,18	0,18	0,338
#5	I19	30-Jun-17 / Risk	RiskPert(F19;G19;H19)	0,163	0,163	0,163	0,288
#6	I46	Dry + Wet + Ore Comissioning / ..	RiskPert(F46;G46;H46)	0,035	0,034	n/a	n/a
#7	I47	Ramp up to 30% / Risk	RiskPert(F47;G47;H47)	0,033	n/a	n/a	n/a

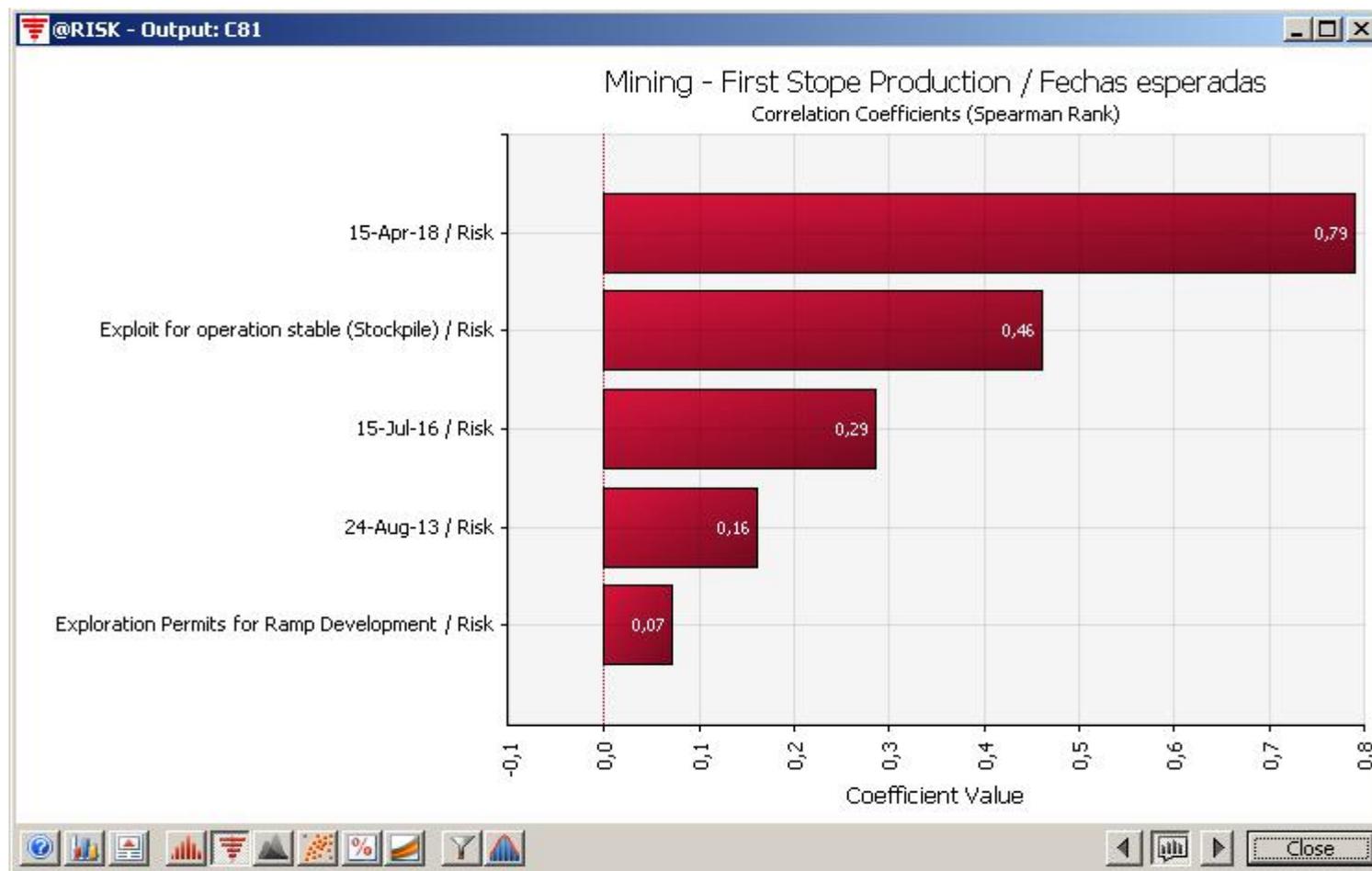
n/a = No Dependency in Spreadsheet Between Output and Input

Close

Probabilidad de cumplimiento “Mining - First Stope Production”



Probabilidad de cumplimiento “Mining - First Stope Production”



Exposición Dialogada Ejemplo real de Análisis Cuantitativo de Riesgos

Fin Sesión 6

Debate y Conclusiones

¡GRACIAS!

Para cualquier consulta o requerimiento contáctenos en:

LLV Consultores SAC

Calle Cantuarias 160, oficina 406, Miraflores, Lima, Perú

Teléfono (01) 277 6731

contacto@llvconsultoressac.com

<http://lvconsultoressac.com>