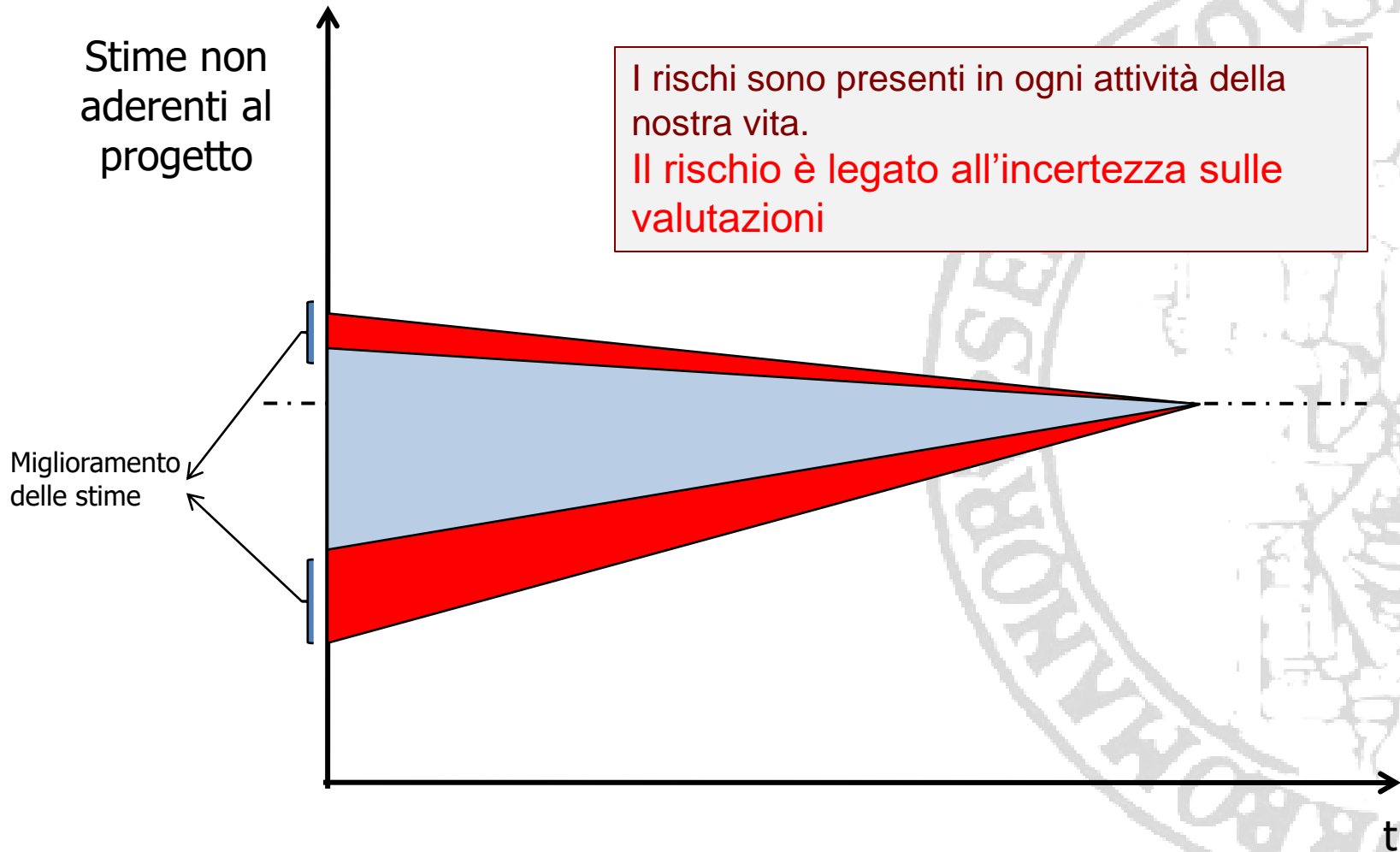




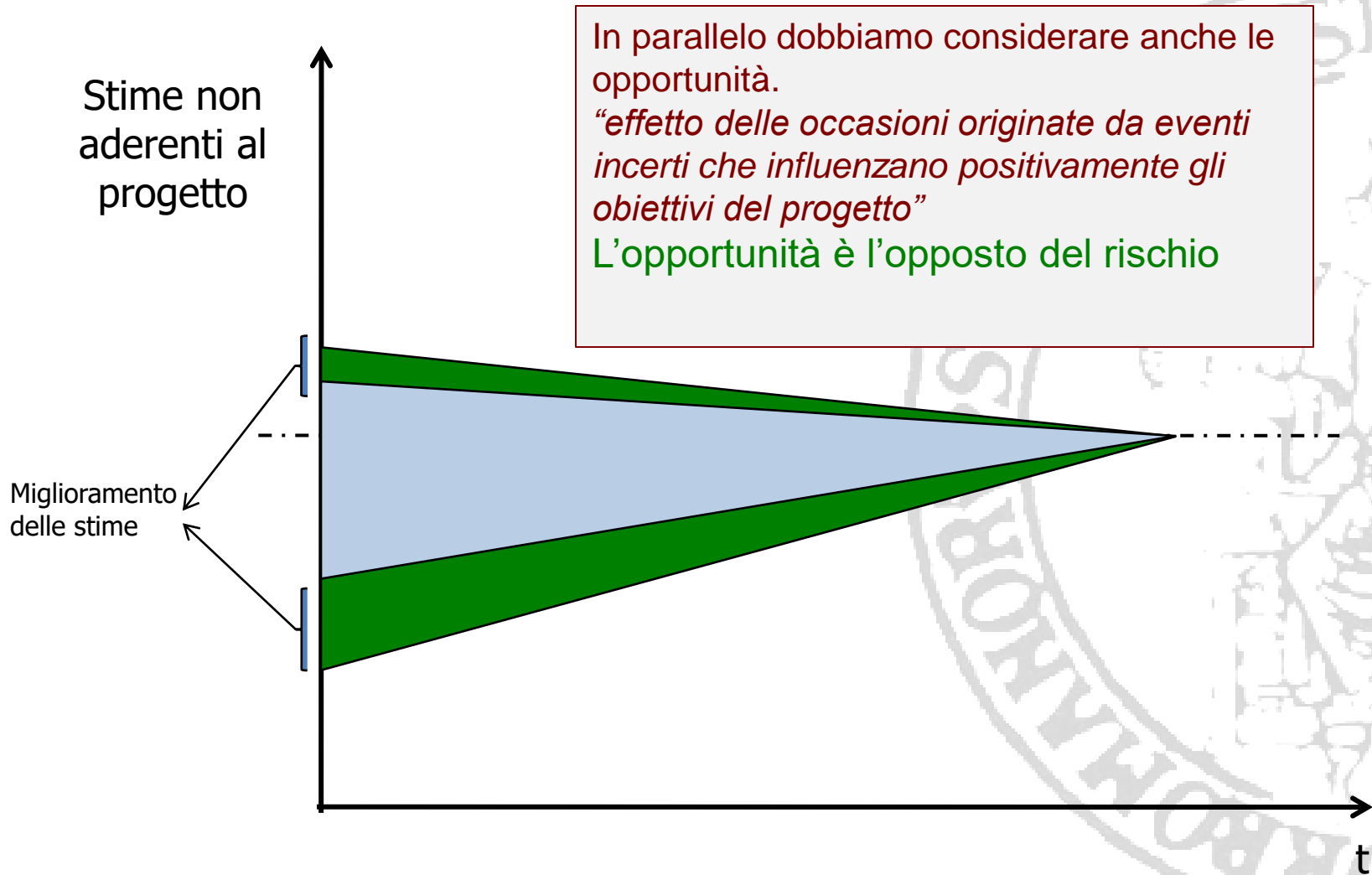
Risk Management

3 Maggio 2024

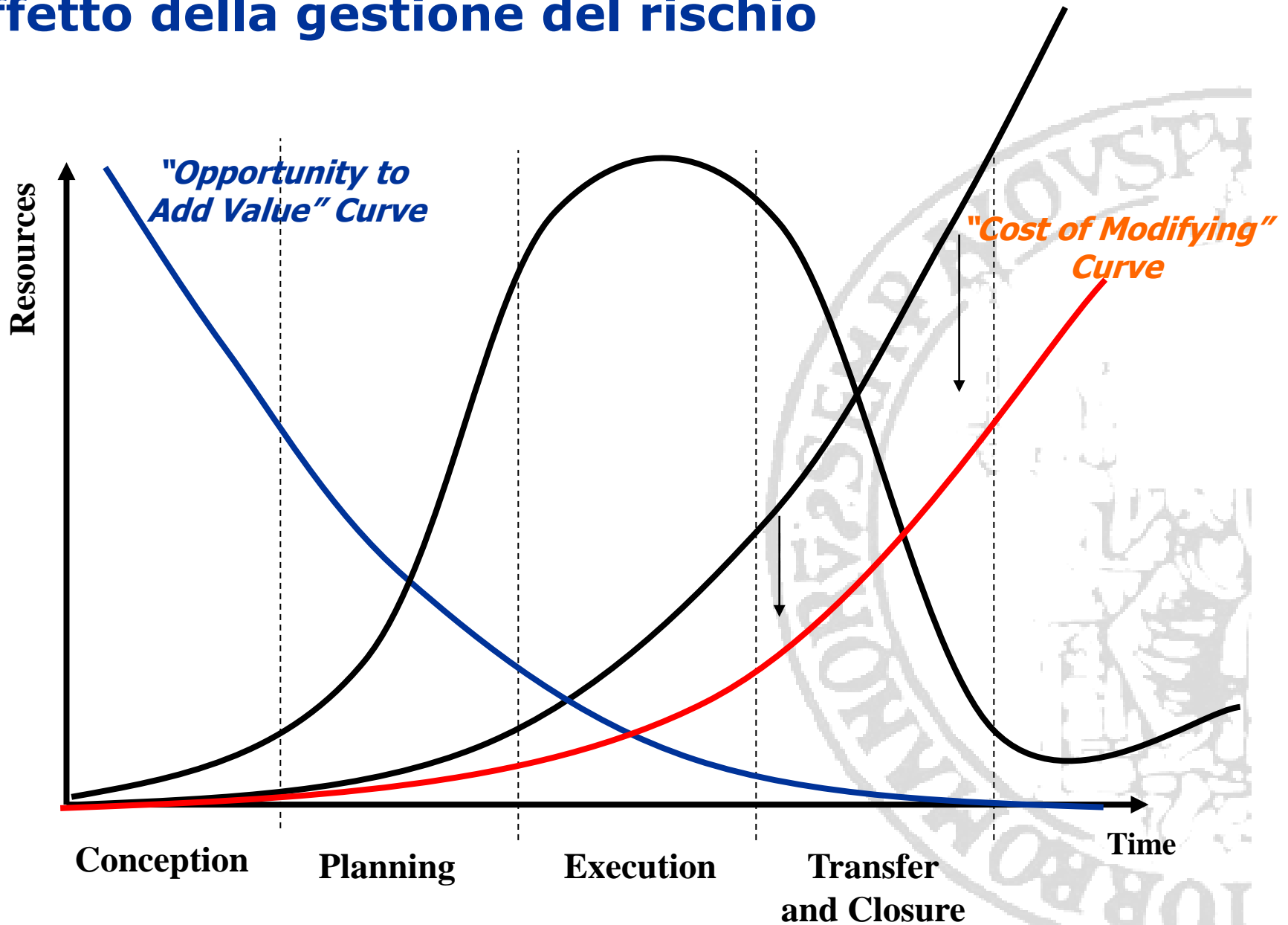
Il cono dell'incertezza



Il cono dell'incertezza



L'effetto della gestione del rischio



Rischio e Risk Management

Secondo il PMBOK 4° edizione pag 304 capitolo 11

“un evento o condizione che, se si verifica, ha effetto su almeno un obiettivo del progetto. Gli obiettivi possono includere ambito, schedulazione, costi e qualità.

Un rischio può avere una o più cause e, se si verifica, può avere uno o più impatti.

Una causa può essere un requisito, un assunto, un vincolo o una condizione che crea la possibilità di risultati negativi e positivi “

Il Risk Management è il processo **sistematico** di identificare, analizzare, rispondere ai rischi di progetto (PMBOK 2008)

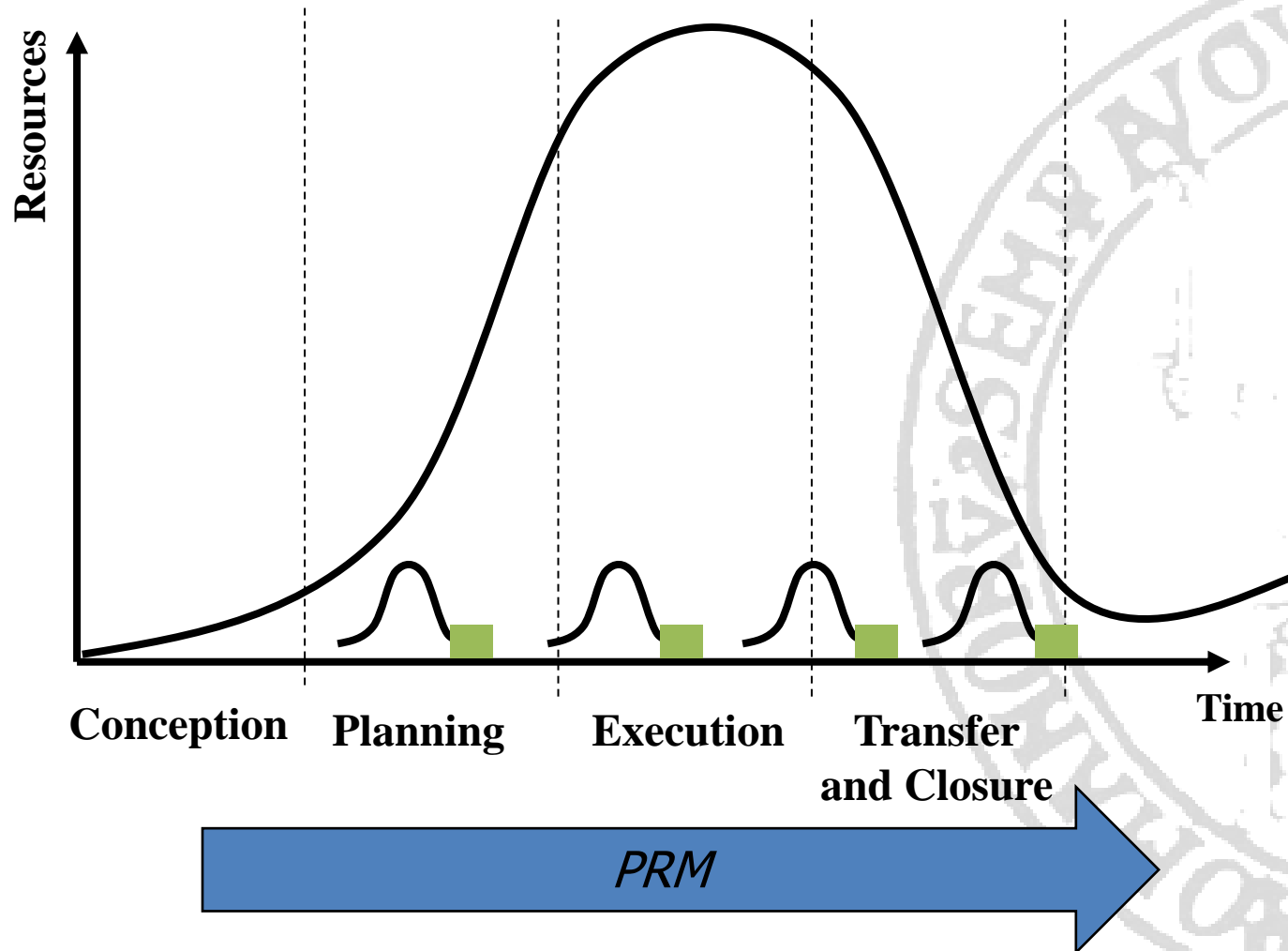
Processi del PMBOK 11,2 - 11,3 - 11,4 - 11,5 - 11,6

Capitolo 7° del libro di testo

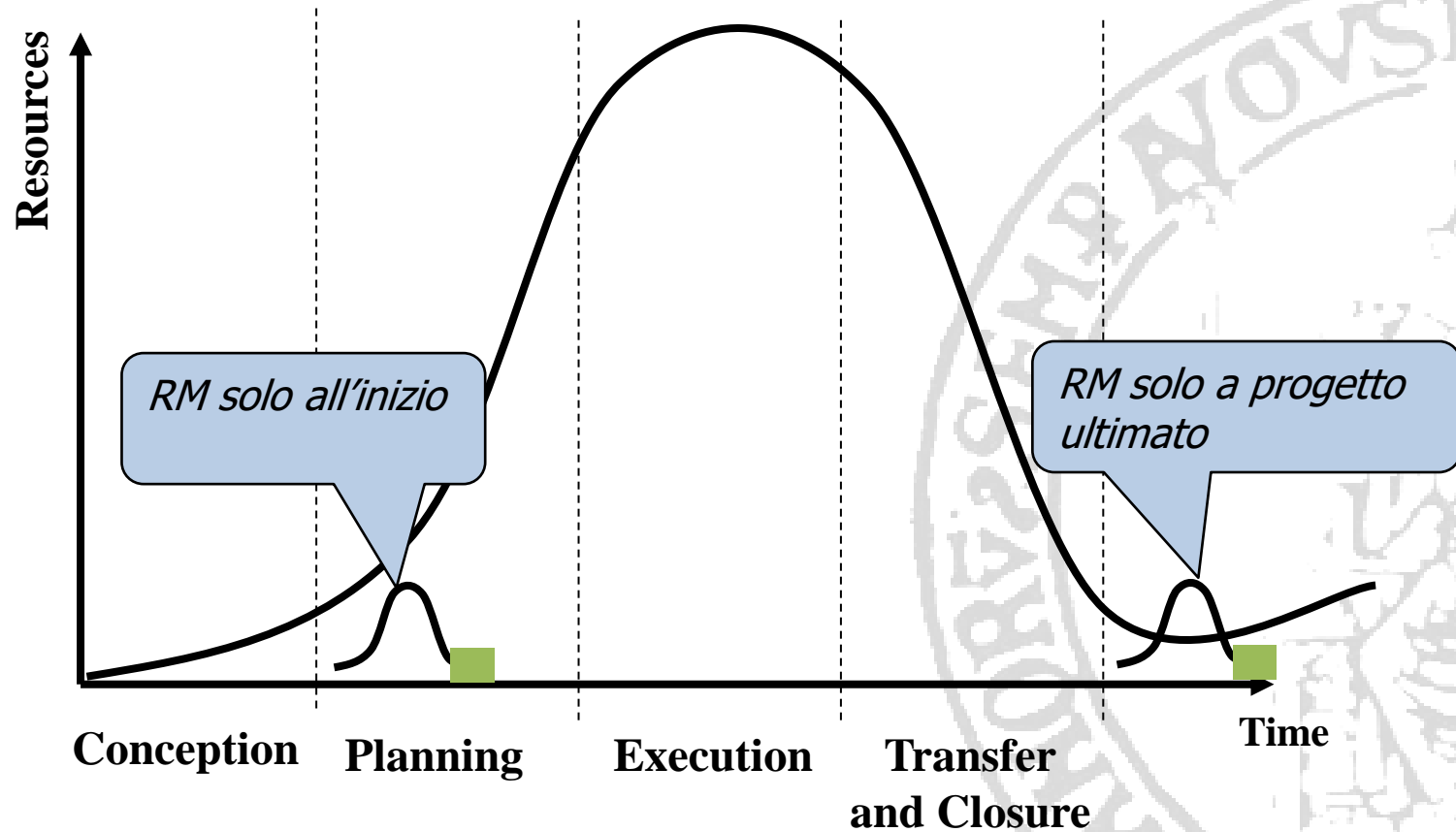
Tipologie di rischio

- Eventi certi che possono far nascere rischi
- Eventi certi che *probabilmente* generano rischi, ma incerti nell'*impatto*
- Eventi incerti di cui non si può definire la *probabilità* di rischio, ma certi nell'*impatto*
- Eventi incerti di cui non si può definire la *probabilità* di rischio e non si può definire l'*impatto*
- Eventi completamente inaspettati

Ottimizzazione della gestione del rischio



Cattiva gestione del rischio



Negli anni scorsi la cultura del rischio veniva gestita nel modo seguente

- ❖ Venivano coperte le incertezze del programma attraverso l'introduzione di una riserva economica denominata Imprevisti alla quale si assegnava un valore compreso tra il 5% e il 15%
- ❖ Spesso venivano inclusi margini nelle commesse di gestione o tecniche, non dichiarati all'azienda, "controllati" esclusivamente dai rappresentanti della commessa
- ❖ Le penali pagate maturate o di previsione, erano un "segreto" del programma e venivano "scoperte" solo a chiusura del contratto
- ❖ Non erano pianificati interventi di contenimento/eliminazione e pertanto i rischi venivano scoperti e "subiti" solo al momento del loro verificarsi con gravi conseguenze sul risultato del progetto

La gestione del rischio

La gestione del rischio o **Risk Management** in alcuni contesti ha acquisito una propria e autonoma organizzazione in seno alle aziende (assicurazione; appalti complessi; attività industriali derivanti da innovazioni; nuovi prodotti; ecc.)

I protagonisti:

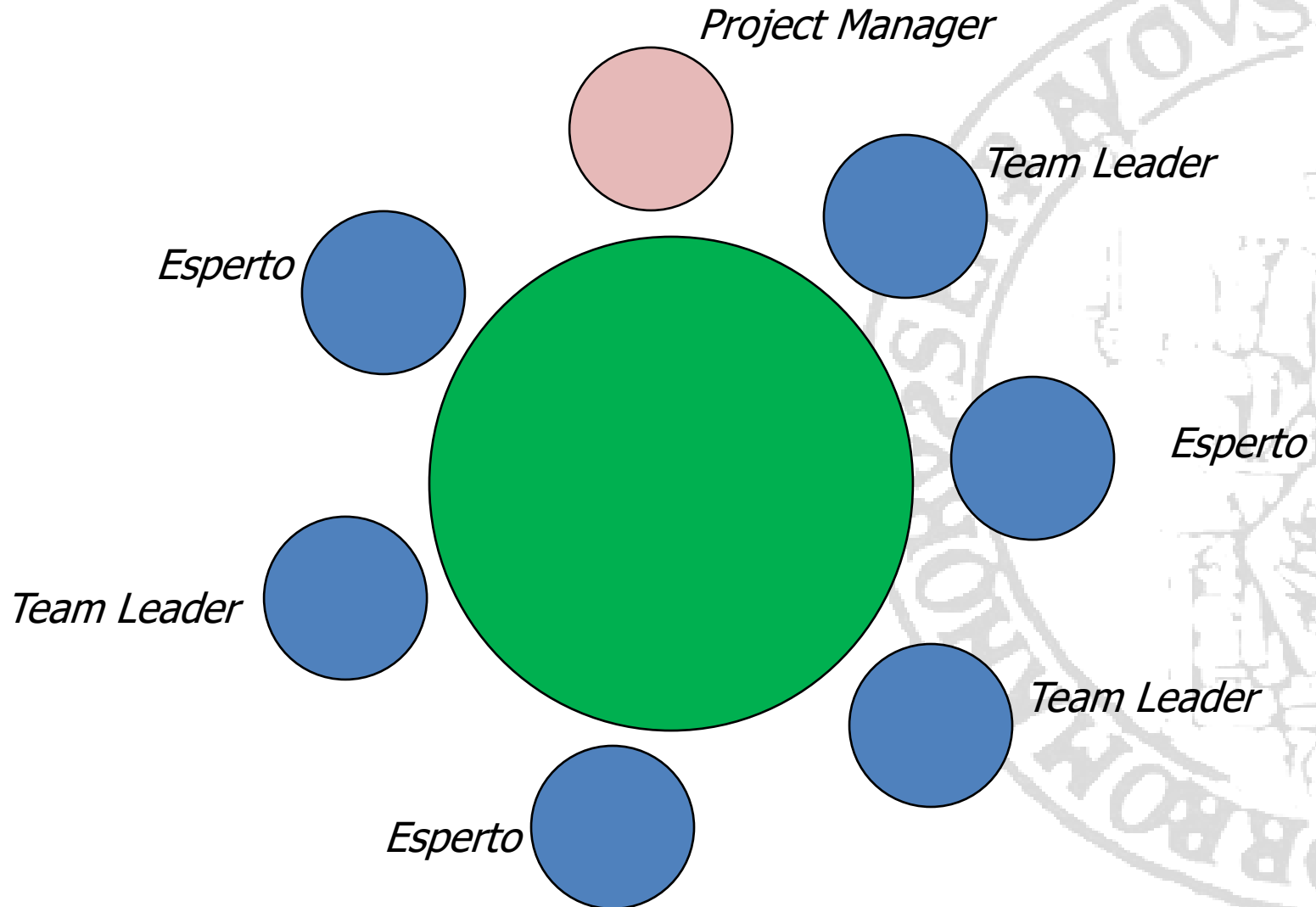
La responsabilità del processo della gestione del rischio è demandata alla **Direzione Aziendale**

Il **Project Manager** deve assicurare che tutti i rischi del progetto siano identificati e gestiti correttamente dai membri del team

Non sempre è presente nei progetti di medie dimensioni la figura del **Risk Manager** che ha la responsabilità della gestione del rischio, comunque, la figura che si occuperà della gestione del rischio dovrà sempre supportare il PM e il Team nell'analisi e identificazione del rischio, verificare la completezza e l'aggiornamento delle informazioni riportate nel Register Risk, proporre modifiche e coordinare incontri di revisione dei rischi

I protagonisti

Non più di 7-8 persone



La gestione del rischio

È un processo articolato che include tutte le attività necessarie a garantire che i rischi siano individuati, analizzati e gestiti in modo preventivo o reattivo, una volta che si sono verificati

Il Risk Management è un processo continuo, che attraversa tutto il ciclo di vita del progetto, possiamo individuare le seguenti fasi:

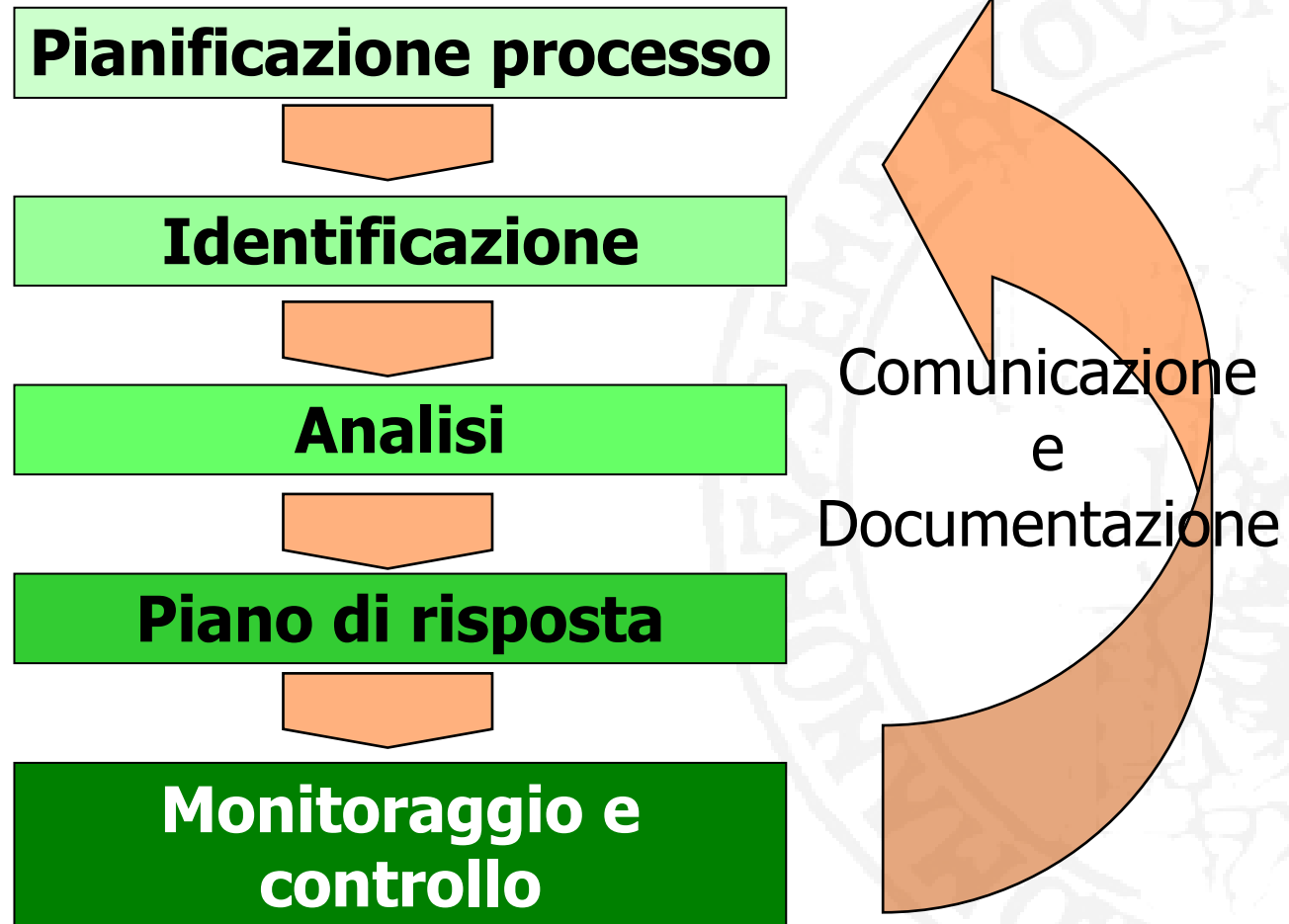
4.1 Identificazione del rischio

4.2 Analisi del rischio

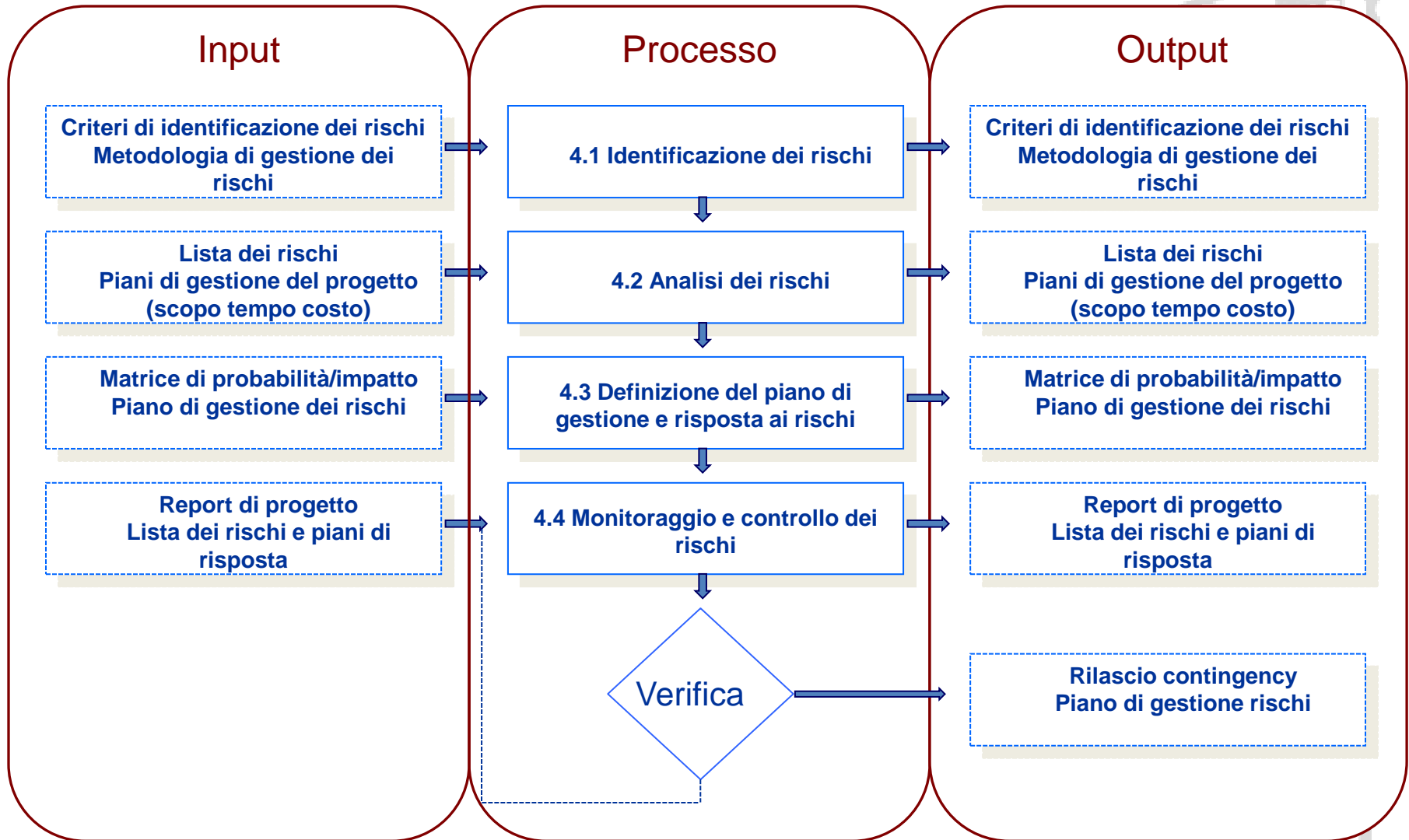
4.3 Definizione del piano di recupero e risposta ai rischi

4.4 Mitigazione e controllo dei rischi

Processo di gestione del rischio



La gestione dei rischi



Strumenti per l'identificazione

- WBS
- Risk Breakdown Structure
- Activity network
- Assumption analysis
- Check list
- Risk DataBase
- Piano approvvigionamenti
- Fonti esterne

- Interviste
- Questionari
- Brain storming
- Delphi Method
- Nominal Group
- Technique
- Diagrammi di influenza
- Crawford slip
- Issue Log

L'identificazione del rischio

I passi fondamentali per l'identificazione dei rischi sono

- *Individuazione del rischio*, ovvero, individuare gli eventi (positivi e negativi) che possono verificarsi
- *Assegnazione di un nome*, anche se sintetico, indicando la condizione che più si teme. L'assegnazione di un nome prevede anche la codificazione attraverso un numero (ID n° ..n)
- *Descrivere il rischio*, ovvero descrivere l'evento o la serie di eventi che potrebbero verificarsi. La descrizione deve comprendere anche l'identificazione della fase o attività legata al rischio e i confini. La corretta descrizione pone le basi per la valutazione e l'individuazione dell'impatto su Tempi Costi e Qualità
- *Individuazione delle cause* o dell'origine del rischio. La corretta individuazione del contesto in cui matura è fondamentale per la valutazione delle azioni da dover intraprendere per dare la giusta risposta ai rischi

%

L'identificazione del rischio

I passi fondamentali per l'identificazione dei rischi sono

- *Individuazione le conseguenze*, ovvero, individuare le conseguenze (positive e negative) che possono ricadere sugli obiettivi di Qualità, Tempo e Costo
- *Definire il tempo*, il periodo temporale di esistenza del rischio con *Data inizio* e *Data fine*. Identificare la Milestone relativa alla parte di progetto che potrebbe essere investita dal rischio associata alla Milestone che identifica la parte di progetto non influenzata dal rischio
- *Nominare il responsabile del rischio*, identificare con nome, cognome e mansione all'interno del team di progetto o stakeholder che avrà il compito di gestire il rischio
- *Definire la lista completa dei rischi* necessaria per la compilazione della Scheda del Rischio e alla redazione del Registro dei rischi

La descrizione dei rischi

- La descrizione dei rischi è fondamentale per chiarire e ricordare il significato.
- Inoltre serve per utilizzare dati passati per il futuro
- Attenzione a descrizioni troppo brevi e acronimi

Una buona descrizione è così formata:

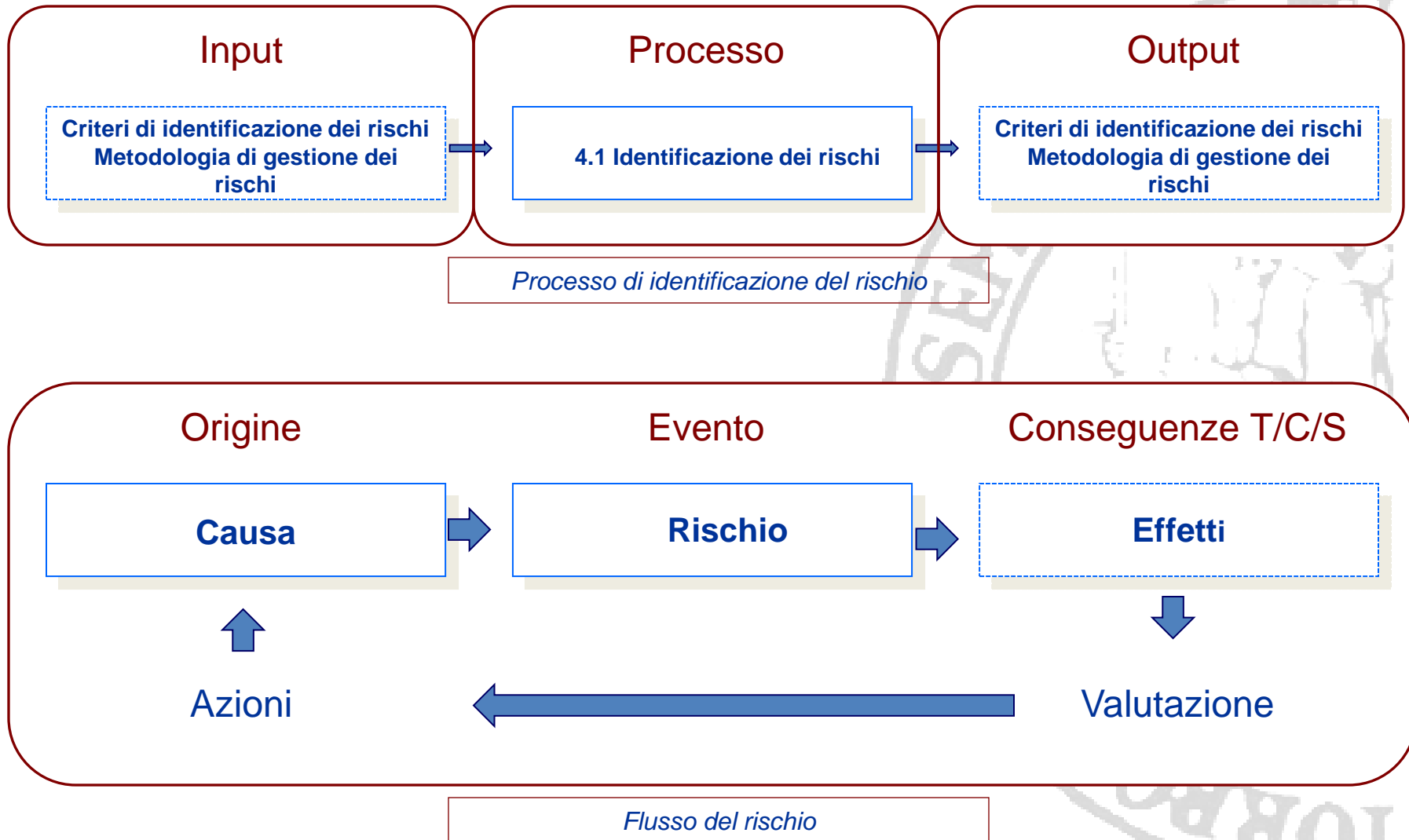
- Condizione → *Dato che...*
- Contesto → *c'è il rischio che...*
- Conseguenza → *Causando...*

Un esempio di descrizione dei rischi

Dato che l'area dove sorgeranno le nuove scuole è vicino ad una dove sono stati fatti dei ritrovamenti archeologici,

C'è *il rischio* che nuovi reperti vengano alla luce

Causando *un ritardo* nelle attività ed *un aumento* dei costi.



Formuliamo un esempio

Dovendo gestire un cantiere edile che prevede le fasi di:

WBS	Attività
1	Fabbricato Pinco
1.1	Scavo fondazioni
1.2	Fondazioni
1.3	Edificazione della struttura
1.4	Realizzazioni delle opere di finitura
1.5	Realizzazioni degli impianti
1.6	Realizzazioni delle opere di urbanizzazione
1.7	Opere di completamento

Si prevedono i seguenti rischi:

- rischi connessi ad eventi meteorologici
- rischi connessi alla fornitura di materiale
- rischi connessi alla progettazione
- rischi connessi alla posa del materiale di finitura

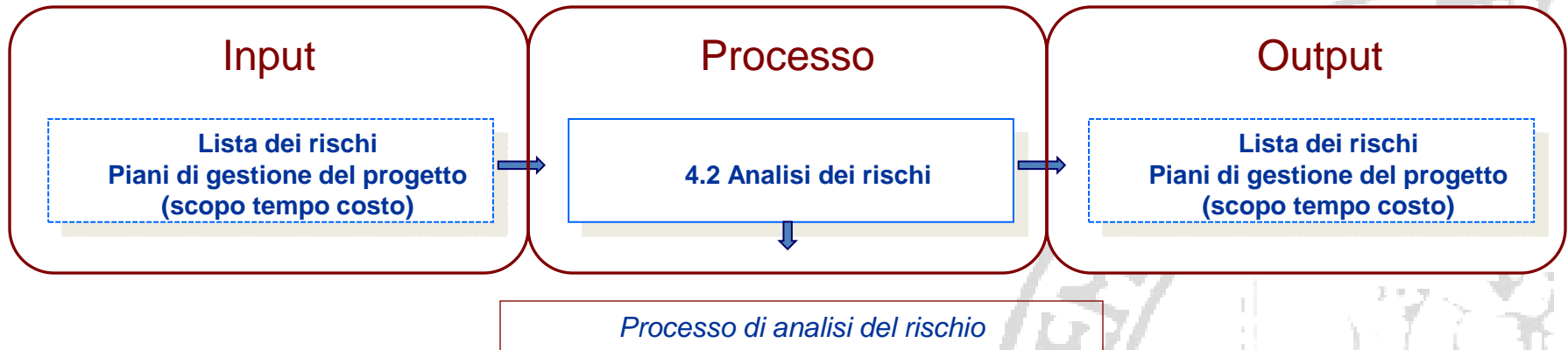
Formuliamo un esempio

SCHEMA RISCHIO					
IDENTIFICAZIONE DEL RISCHIO					
PROGETTO: FABBRICATO PINCO					
ID RISK	1.1				
WBE	1.1	SCAVO DI FONDAZIONE			
PROJECT MANAGER	AAAAAAA				
RISCK MANAGER	BBBBBB				
TITOLO DEL RISCHIO: Rischio connessi ad eventi metereologici Fenomeni di pioggia incessante con livelli superiori a 10 mm legati anche al forte vento e possibile formazione e caduta di grandine					
REV.	0.0	Data:	26-04-12	Stato	Aperto
	data inizio	07-05-12			
	data fine	12-05-12			
Descrizione: Rischio di allagamento del fondo scavo e cedimento del bordo					
Cause Assenza di drenaggio delle acque su fondo scavo, bordi scavo verticali senza conformazione di scarpata					
Conseguenze Ritardo nell'esecuzione dei lavori per attività di ripristino (T); Costi per il noleggio di pompe (C); Ritardi per il proseguimento dei lavori penali (C); Danni agli attrestamenti per la sicurezza (parapetti, sbadacchiature di contenimento, ecc) (S)					

Formuliamo un esempio

SCHEMA RISCHIO					
IDENTIFICAZIONE DEL RISCHIO					
PROGETTO: FABBRICATO PINCO					
ID RISK	1.4				
WBE	1.4	REALIZZAZIONE DELLE OPERE DI FINITURA			
PROJECT MANAGER	AAAAAAA				
RISCK MANAGER	BBBBBB				
TITOLO DEL RISCHIO: Rischio connesso alla fornitura del materiale					
Il fornitore delle pavimentazioni ha già tardato la prima consegna e dietro insistenza del Responsabile degli Approvvigionamenti ha comunicato che la seconda consegna sarà presumibilmente consegnata con 30 gg di ritardo					
REV.	0.0	Data:	26-04-12	Stato	Aperto
	data inizio	11-06-12			
	data fine	25-06-12			
Descrizione:					
Rischio connesso alla fornitura del materiale (pavimentazione seconda consegna)					
Cause					
Il fornitore ha difficoltà a rispettare i tempi di consegna della 2° spedizione					
Conseguenze					
Ritardo nell'esecuzione dei lavori per attività difinitura (T); Costi per il recupero (C); Ritardi per il proseguimento dei lavori penali (C); Le attività di finitura diventano critiche e le azioni correttive prevedono sovrapposizioni di lavoro (S)					

L'analisi del rischio

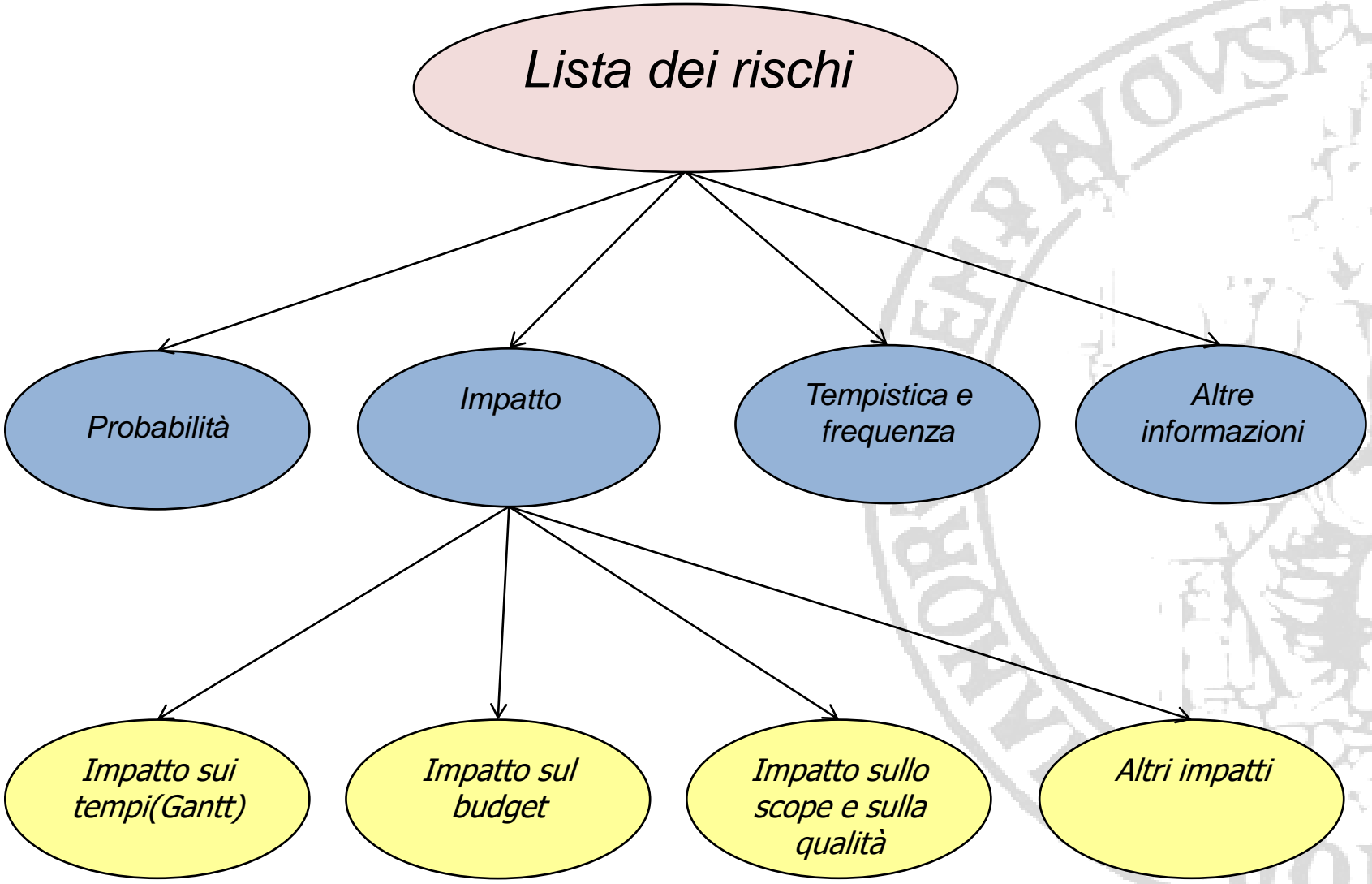


Con l'analisi del rischio bisogna dare una analisi qualitativa e quantitativa del rischio

Si dovrà individuare:

- la **probabilità** che il rischio identificato si verifichi
- l'**impatto** dello stesso sugli obiettivi del progetto in termini di Tempi/Costo/Scopo
- Il **costo** specifico del rischio, il costo per poterlo prevenire, il costo delle conseguenze

L'analisi del rischio



L'analisi del rischio

Input del processo è la lista e/o scheda dei rischi, per ciascun rischio si dovrà definire *l'indice di probabilità* e *l'indice di impatto*

Bisogna avere definito in modo chiaro i criteri di valutazione

di solito si assegna un valore da 1 a 3 dove 1 è il valore più basso, per progetti complessi si possono individuare anche indici diversi espressi con scala numerica più ampia (5 – 7).

L'indice di probabilità esprime la probabilità **P** che un evento si verifichi. Uno dei criteri più diffusi è il seguente:

Probabilità bassa $\longrightarrow P \leq 20\%$ \longrightarrow Indice di Probabilità 1

Probabilità media $\longrightarrow 20\% < P < 50\%$ \longrightarrow Indice di Probabilità 2

Probabilità alta $\longrightarrow P > 50\%$ \longrightarrow Indice di Probabilità 3

Un rischio che presenta una probabilità compresa tra il 90% e il 100% viene considerato una certezza, non un rischio e gestito come tale

L'analisi del rischio

Le aziende stabiliscono metodologie di valutazione al fine di poter ottenere stime oggettive, spesso per appalti complessi sono le Amministrazioni appaltanti che indicano i criteri di stima con indici omogenei tra i dati e valutazioni in loro possesso e i dati dei concorrenti Appaltatori

Tipicamente le aree di rischio sono quattro

- *Programma*: grado di indeterminazione del programma
- *Forniture*: disponibilità delle materie elementari
- *Risorse*: disponibilità delle risorse umane
- *Tecnica*: tecnologie e sistemi di impiego dei materiali e attrezzature

Viene assegnata come probabilità di accadimento dell'evento la maggiore tra quelle stimate per le quattro aree di rischio

Esempio di classificazione dei rischi

Area	Livelli di Rischio	Criteri	Indice
Programma	Basso	L'attività è ben definita e programmata	1
	Medio	Le attività sono nuove ma alcune di esse sono programmate in modo dettagliato	2
	Alto	Molte attività sono nuove e non esistono al momento possibilità di pianificarle	3
Risorse	Basso	Le risorse sono disponibili con adeguate capacità	1
	Medio	Le risorse hanno adeguate capacità ma insufficienti	2
	Alto	Le risorse non sono disponibili e non presenti in azienda	3
Forniture	Basso	Le forniture sono reperibili facilmente sul mercato	1
	Medio	Le forniture sono reperibili sul mercato ma di caratteristiche leggermente diverse da quelle pianificate	2
	Alto	Le forniture non sono facilmente reperibili sul mercato	3
Tecnica	Basso	Le attività richiedono tecnologie consolidate per l'azienda	1
	Medio	Le attività necessitano di tecnologie collaudate e disponibili sul mercato ma mai utilizzate in azienda	2
	Alto	Le attività prevedono tecnologie nuove e mai utilizzate	3

L'analisi del rischio

L'Indice di Impatto esprime una misura quantitativa delle conseguenze del rischio (se si dovesse verificare) suddiviso rispetto il Tempo/Costo/Scopo

L'indice di impatto utilizza gli stessi indici dell'indice di probabilità

La valutazione sarà eseguita in Team coinvolgendo le figure maggiormente coinvolte con l'attività connessa al rischio

Le decisioni, i parametri, le strategie dovranno necessariamente essere approvate e condivise tra tutti i componenti del Team del progetto

L'analisi del rischio

	Livelli di Rischio	Criteri	Indice
Tempi	Basso	Lo slittamento dei tempi non pregiudica il completamento delle attività nei tempi contrattualmente previsti	1
	Medio	Lo slittamento dei tempi pregiudica con live entità il completamento delle attività nei tempi contrattualmente previsti	2
	Alto	Lo slittamento dei tempi ha forte impatto sui tempi contrattualmente previsti e induce l'applicazione di penale	3
Costi	Basso	L'incremento dei costi è di lieve entità e potrà essere facilmente gestibile in budge	1
	Medio	L'incremento del costo è tale da richiedere la revisione del budge	2
	Alto	L'incremento del costo compromette il risultato atteso dall'azienda	3
Prestazioni	Basso	La riduzione dei parametri non impatta in modo notevole rispetto i requisiti attesi	1
	Medio	La riduzione dei paramante può indurre il cliente a richiedere un declassamento dei requisiti con conseguente decurtazione sul prezzo	2
	Alto	La riduzione dei parametri è grave tale da indurre il cliente a richiedere la rifazione del lavoro o totale decirtazione del prezzo	3

L'analisi del rischio

Indice di probabilità

ALTO 3	3	6	9
MEDIO 2	2	4	6
BASSO 1	1	2	3
	BASSO 1	MEDIO 2	ALTO 3

Indice di impatto

Per ciascun rischio si calcola il *Fattore di rischio* Fr dato dall'espressione:

$$Fr = \text{Indice di probabilità} \times \text{indice di impatto}$$

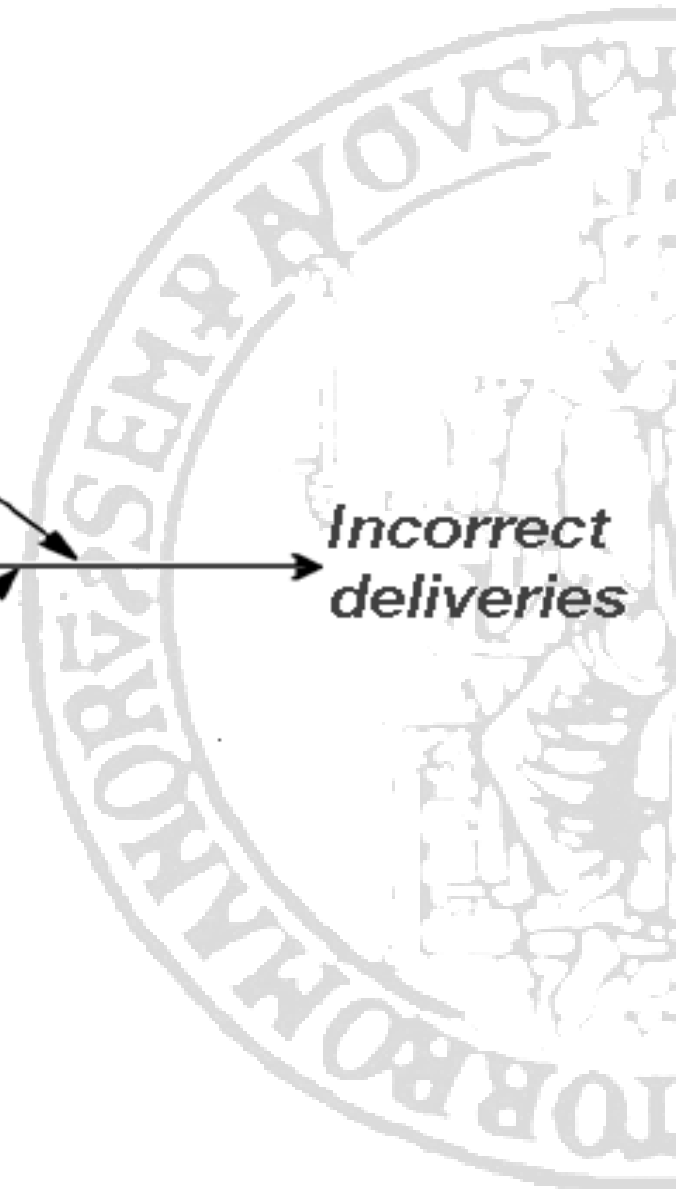
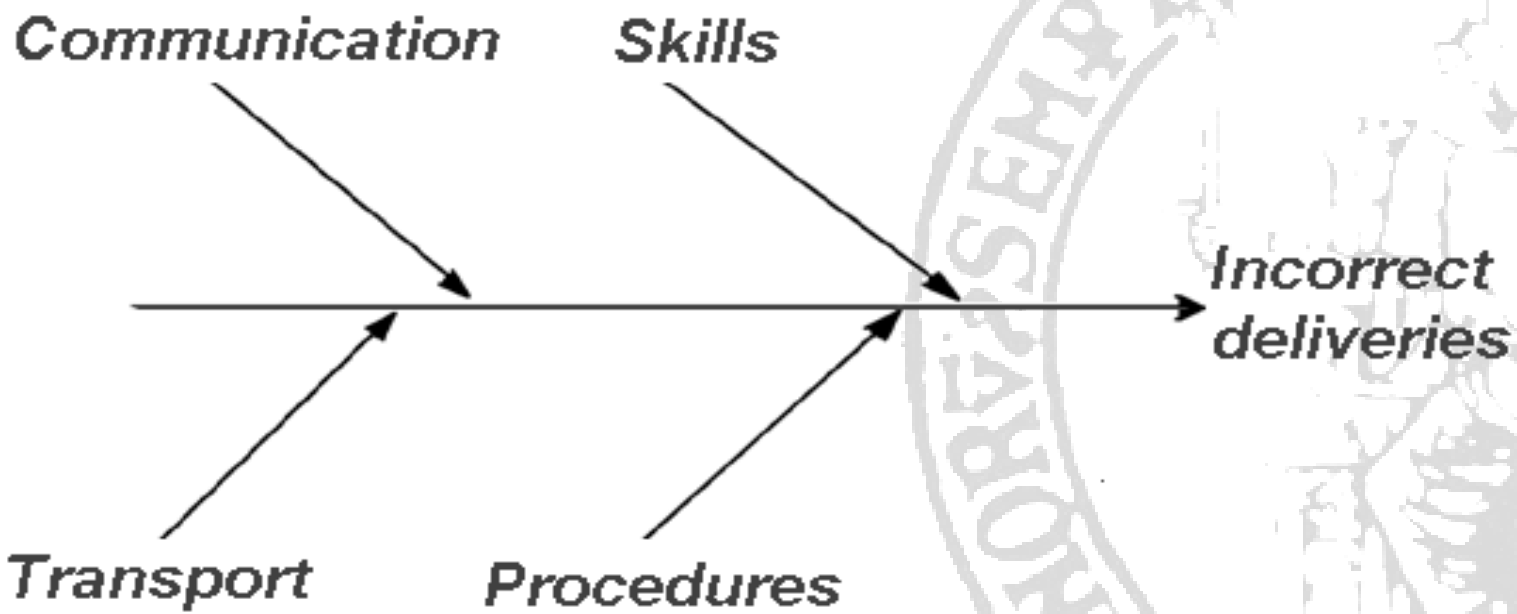
Il Fattore di rischio può assumere valori compresi tra 1 e 9 se la scala degli indici è 1-3

I rischi dovranno essere gestiti e controllati prima che essi assumono un fattore di rischio $FR \geq 6$, in tal caso siamo obbligati ad intervenire.

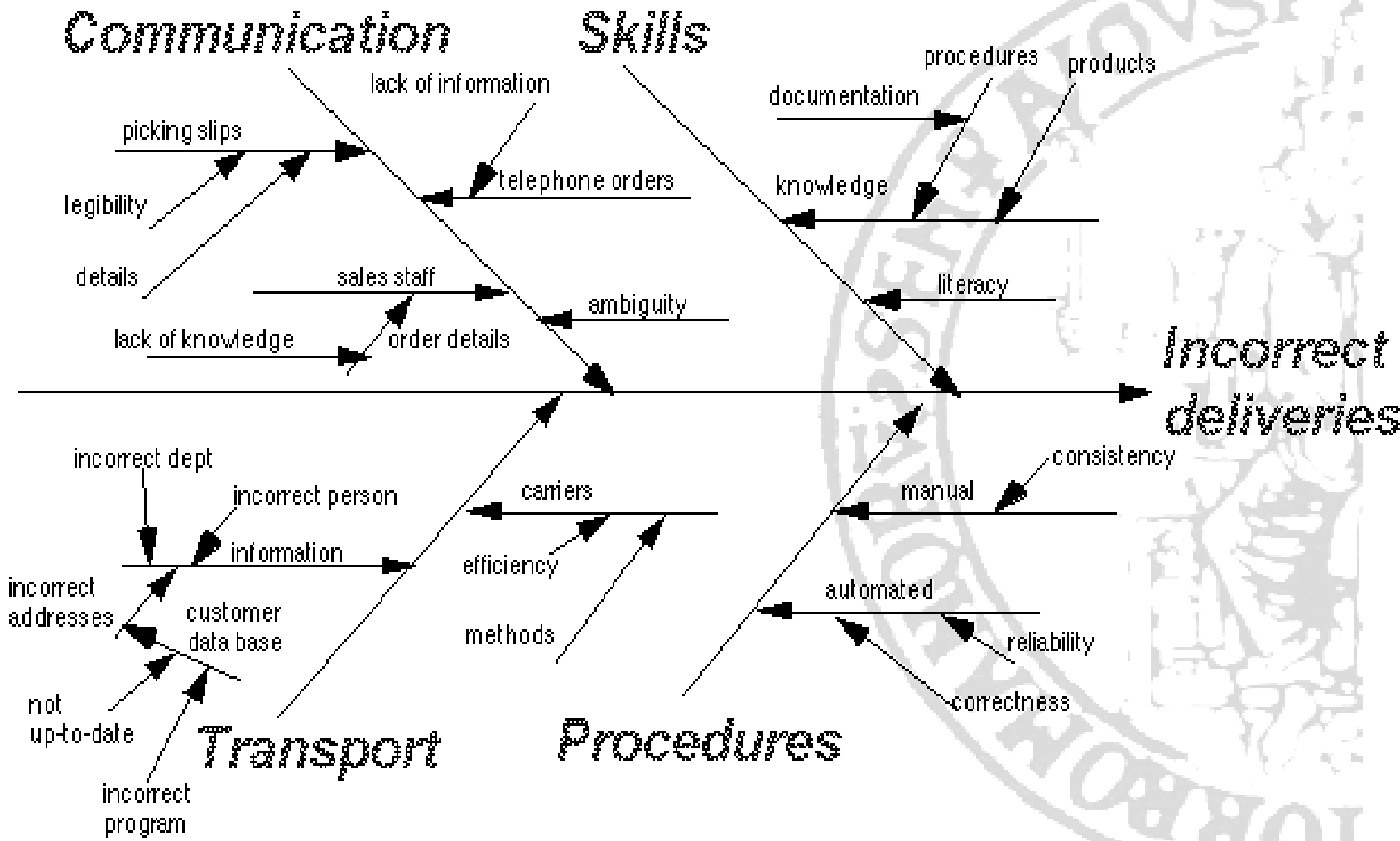
Identificazione delle cause

- I rischi sono la rappresentazione di una catena di eventi.
- Per essere efficaci meglio identificare ed agire sulle **cause**.
- La catena delle cause si dovrebbe fermare in concomitanza con la nostra **capacità di influenza**
- Per ogni rischio ci può essere più di una causa ed ogni causa può generare più rischi
- Una semplice metodologia è il diagramma a lisca di pesce/Fishbone Diagram/Ishikawa diagram

Fishbone Diagram



Fishbone Diagram



Contingency

La *Contingency* rappresenta l'ammontare, stimato su base statistica, da includere nei costi di progetto come riserva economica per coprire i maggiori costi dovuti all'averarsi dei rischi

La Contingency è calcolata per ogni rischio secondo la seguente

$$\text{Contingency} = \text{Probabilità del rischio} \times \text{Costo del rischio}$$

Dove la probabilità è espressa in % con la stessa modalità utilizzata per il calcolo del fattore di rischio

Il Project Manager potrà adottare anche calcoli diversi e indicare importi diversi da allocare al singolo rischio

La contingency dell'intera commessa è data dalla somma delle contingency autorizzate per i singoli rischi

Non è da considerare un costo ma un potenziale margine del progetto da rilasciare nel caso in cui non si manifestino i rischi stimati o si manifestino in misura diversa

Scale di probabilità

Scala	Probabilità	Frequenza (quando ripetuto)	Nome
9	> 75%	> 3/4	Probabilità molto alta
7	50% - 74%	1/2 - 3/4	Probabilità alta
5	25% - 49%	1/4 - 1/2	Probabilità media
3	5% - 24%	1/20 - 1/4	Probabilità bassa
1	< 5%	< 1/20	Probabilità molto bassa

SCHEDA RISCHIO 2

VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Progetto:			
ID Risk:		Project Manager:	
WBE:		Risk Manager:	
ID Risk:		Resp. del Rischio:	
Titolo Rischio:			
Funzione:		Tipo di rischio:	

	tipo	Probabilità				Impatto			Fattore di Rischio
		Programma	Forniture	Risorse	Tecnico	Costi	Tempi	Scopo	
	[%]					[1, 2, 3]	[1, 2, 3]	[1, 2, 3]	[1÷9]
	[1,2,3]								

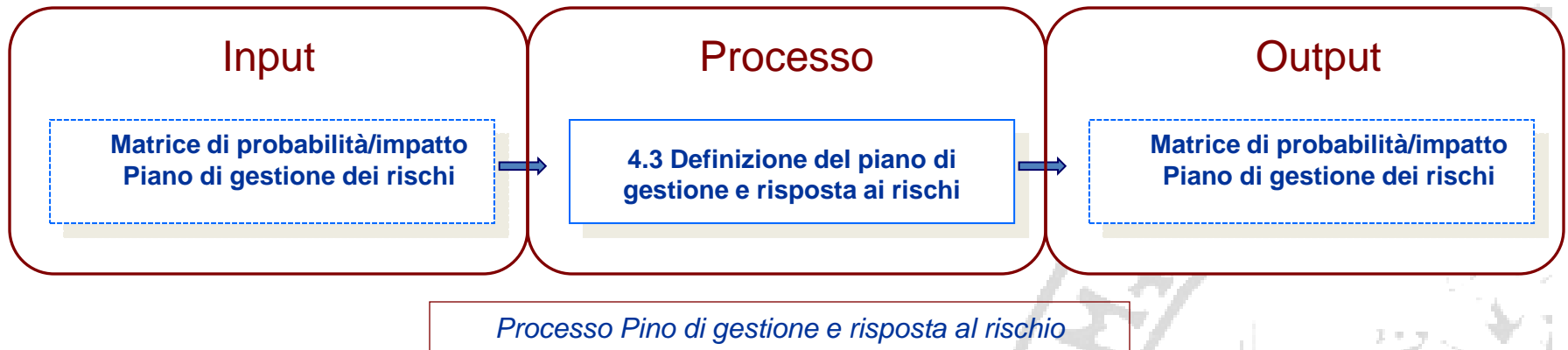
Periodo di valutazione del rischio	
Data inizio:	Eventi:
Data fine:	

Costo del Rischio			
	VOCI DI COSTO	COSTO	DESCRIZIONE
Costo del rischio		0	
		0	
		0	
		0	
		0	
		0	
		0	
		COSTO TOTALE:	0

Il prodotto tra la probabilità ed il costo del rischio fornisce la contingency

Contingency :			
Fattore rischio	0	Contingency Richiesta:	0
Costo Totale	0	Contingency Autorizzata:	0

Piani di risposta ai rischi e di recupero



Con l'analisi qualitativa dei rischi si è definita la probabilità di accadimento e gli impatti sugli obiettivi del progetto

L'analisi quantitativa ha fornito un valore economico del rischio

Obiettivo del processo di **Definizione del piano di Gestione e Risposta ai Rischi** è quello di identificare le azioni necessarie a ridurre la probabilità di accadimento e/o l'impatto dei rischi

Piani di risposta ai rischi e recupero

Il Risk Management utilizza due approcci diversi per la Gestione del rischio

Prevenzione, che consiste nell'attivare tutte le misure e gli strumenti idonei a evitare che il rischio si manifesti e porta alla definizione di un **Piano di risposta al Rischio**

Reazione, che consiste, ove la prevenzione è inapplicabile, nella preparazione ad una reazione. Occorre dunque individuare le azioni opportune che riconducano le conseguenze dei rischi e porta alla definizione di un **Piano di recupero**

Piano di risposta al rischio

Un piano di risposta è l'insieme delle specifiche azioni volte a ridurre o evitare il rischio stesso

Per quei rischi con **fattore di rischio (Fr) è < 3** non è necessario predisporre un piano. Si dovrà prevedere un adeguato monitoraggio

Per quei rischi con **fattore di rischio (Fr) è > 3 e < 6** , si potrà decidere se è il caso di definire un piano di risposta al rischio o semplicemente monitorare lo stesso

Per quei rischi con **fattore di rischio (Fr) è $> = 6$** si dovrà obbligatoriamente definire un piano di risposta, analogamente si procederà anche in presenza di valori diversi ma posti come livelli di attenzione

Le azioni hanno un **costo** certo per cui dovranno essere ben considerate le necessità di operare secondo un piano di azione

Il piano di risposta

1. Il piano di risposta si articola nelle seguenti fasi
2. Individuare e descrivere le azioni opportune per eliminare o almeno ridurre l'impatto negativo dei rischi sul risultato del progetto
3. nominare il/i responsabili delle azioni
4. fissare le date di inizio di attuazione delle azioni
5. definire le Milestone di adempimento delle azioni
6. stimare I costi
7. indicare gli obiettivi attesi, da condividere con I responsabili della azioni individuate

Le azioni dovranno essere

appropriate, il beneficio atteso dovrà essere rapportato al costo

realistiche, attuabili nei tempi e costi

condivise, con i responsabili e con gli attuatori

valutabili, misurabili in termini di obiettivi

Piano di risposta e recupero

Azioni tipiche da applicare in risposta al rischio

Eliminazione. Sono le azioni che agiscono affinché la causa sia annullata e/o sulla rimozione dei costi

Esempio: Se il rischio è dato da un ritardo imputabile ad un fornitore che non rispetta i tempi di consegna la risposta prevede l'eliminazione del fornitore e l'individuazione di un altro fornitore

Mitigazione. Sono azioni mirate alla riduzione dell'impatto e del costo del rischio

Esempio: se il rischio è rappresentato da un conteso ambientale che presenta fattori di criticità (falde affioranti e possibili allagamenti) una possibile azione potrebbe essere quella di porre in campo un progetto di monitoraggio continuo idoneo al caso collegato ad un impianto di pompe per emungimento dell'acqua

%

Piano di risposta e recupero

Prevenzione. Sono azioni che tendono alla riduzione della probabilità di accadimento del rischio stesso mediante una più attenta definizione degli elementi di incertezza

Esempio: considerando il rischio connesso ad un evento meteorologico previsto che potrebbe pregiudicare i lavori di scavo delle fondazioni, la prevenzione potrebbe essere quella di anticipare la lavorazione anche impiegando più mezzi in modo da ridurre la probabilità che il rischio si presenti

Trasferimento. Sono le azioni attraverso le quali si trasferisce il costo del rischio a qualcun' altro, coinvolgendo ad esempio, nel rischio, un cliente, un fornitore, trasferendone ad essi le conseguenze

Esempio: le Amministrazioni pubbliche adottano tale sistema per trasferire all'Impresa i rischi derivanti dalla progettazione esecutiva, per appalti complessi, in sede di appalto integrato

%

Piano di risposta e recupero

Sorveglianza. Si adotta solo per i rischi con un $Fr < 3$ o della soglia di attenzione che avremo fissato, per i quali non è prevista l'adozione di un piano di risposta. Si possono prevedere azioni di monitoraggio con l'obiettivo di controllare il rischio per mantenere o migliorare gli indici di probabilità ed impatto

Accettazione. Non sempre i rischi possono essere evitati o trasferiti e spesso devono essere affrontati. L'accettazione non significa attendere passivamente le conseguenze del rischio ma invece significa che il Piano Progetto non subirà cambiamenti rispetto al rischio e che si saranno identificate le riserve economiche per la copertura dei costi causati dal rischio.

Esempio: eseguire una attività di lavoro dove si prevede l'applicazione di una tecnologia mai applicata prima, si accetta il rischio quantificando e predisponendo le riserve economiche che andranno a coprire i costi causati dal rischio (Le contingency9

Piano di recupero

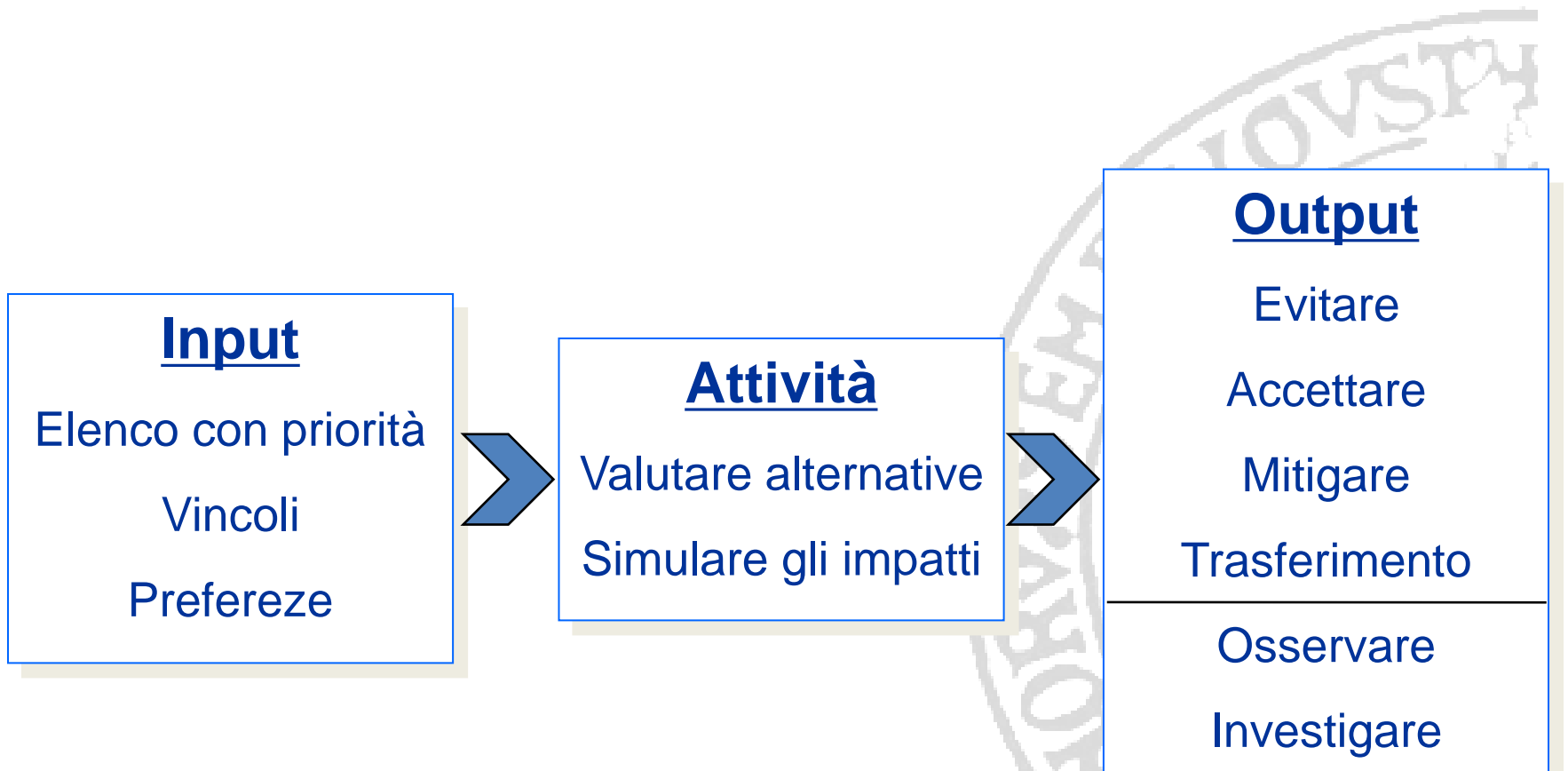
- **Tecniche definitorie:** lo stesso evento è definito in diversi modi
- **Tecniche comparative:** il rischio viene confrontato con altri elementi
 - Scommessa
 - Comparazione con eventi a probabilità nota
 - Comparazione tra rischi dello stesso progetto (controllo di consistenza)

La priorità dei rischi

- In un mondo perfetto tutti i rischi possono essere gestiti
- Nella realtà:
 - Tolleranza al rischio
 - Tempo limitato
 - Budget limitato
- Applicare il principio di Pareto



Piano di risposta

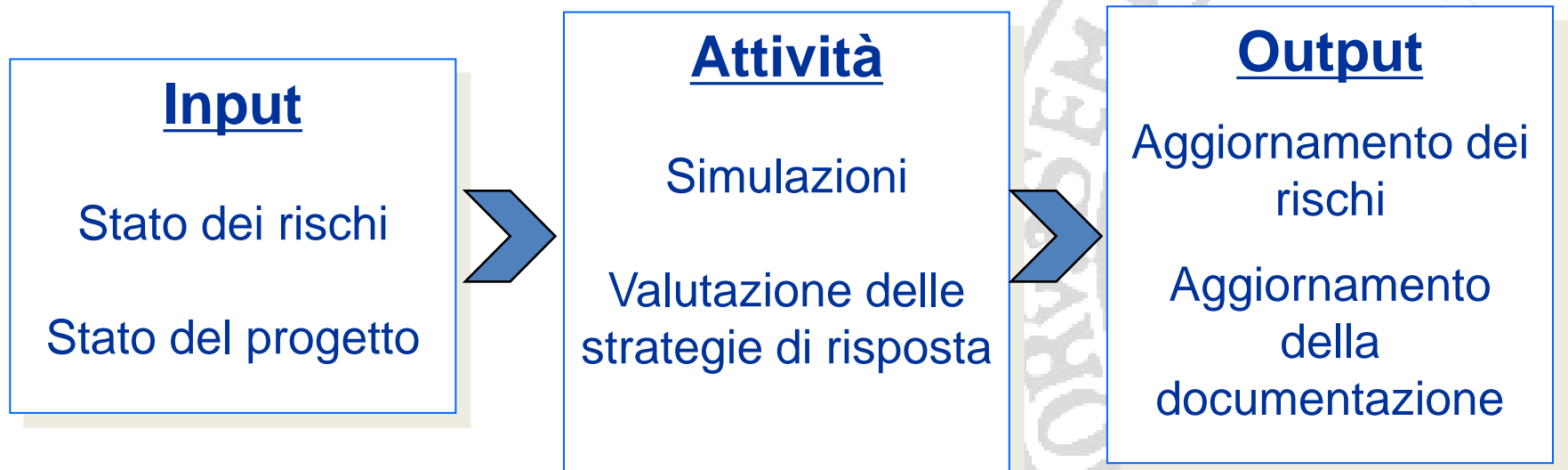


Piani di risposta secondari

- Il **Fall Back Plan** esplicita il nostro piano di riserva che metteremo in atto quando è chiaro che il rischio si sta per avverare o si è già avverato.
- La **Contingenza**, correlata con il piano di Fall Back, sono le riserve che utilizzeremo per metterlo in pratica



Monitoraggio e Controllo del Rischio



PRM Quantitativo

Il Project Risk Management Quantitativo è utilizzato quando:

- Il rischio è particolarmente rilevante
- Preferibilmente ci sono informazioni storiche
- Vogliamo studiare maggiormente a fondo un fenomeno per creare conoscenza riutilizzabile

Ci sono differenti metodologie a supporto del PRM quantitativo

Expected Value

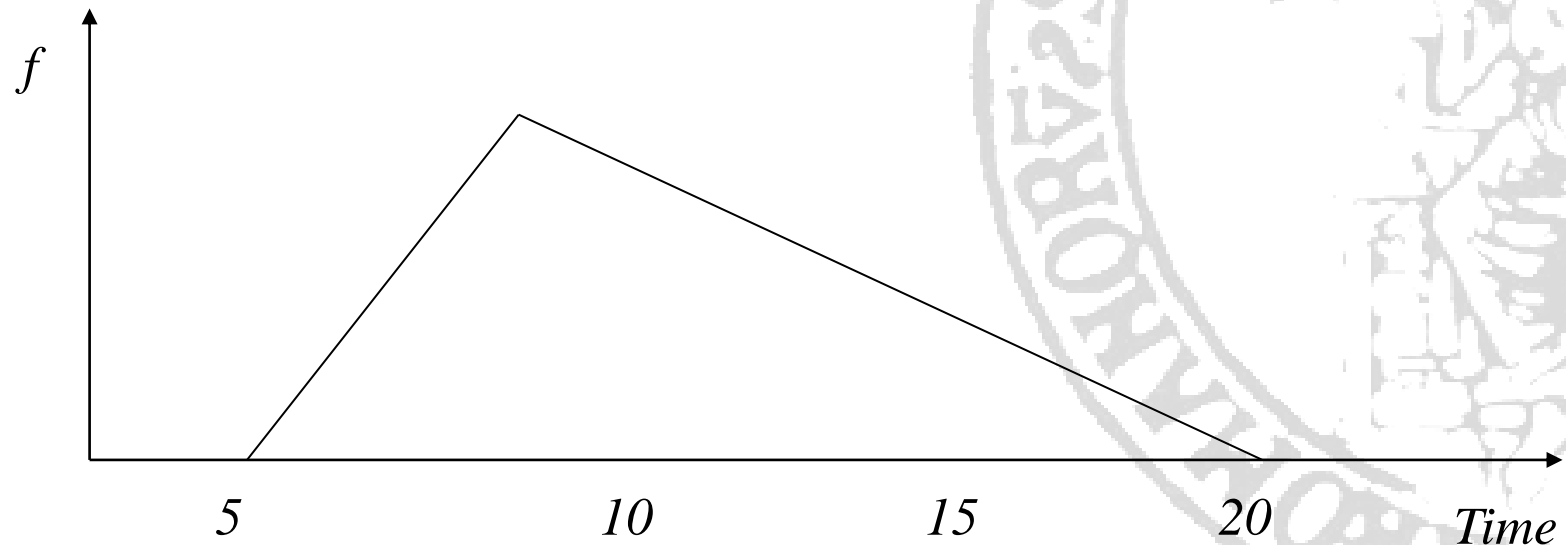
Il metodo del valore atteso è il più semplice e consiste nel calcolare l'impatto totale del rischio (specialmente lato costi) moltiplicando la probabilità per l'impatto (in termini monetari) e facendone la somma.

Tipicamente è usato per un calcolo rapido delle contingenze economiche

Project Cost Element	Estimated Cost	Risk Factor	Cost Contingency
Initial Purchase of Right-of-way	\$1,200,000	20	\$240,000
Known Hazardous Substance	\$125,000	10	\$12,500
Coordination with Railroad Companies	\$50,000	10	\$5,000
Treatment of Water Discharged from Site	\$400,000	3	\$12,000
TOTAL			\$269,500

Monte Carlo Simulation

- Quando si richiede di fornire stime di probabilità e impatto, nell'approccio qualitativo si usa un approccio alle stime detto deterministico (un solo valore)
- Ma per molti rischi, sia la probabilità di accadimento sia l'impatto possono esseri incerti ed avere una certa distribuzione di probabilità



Monte Carlo Simulation

- La Monte Carlo simulation si utilizza quando si hanno delle distribuzioni di probabilità continue.
- Per una simulazione Monte Carlo necessitiamo di:
 - Un software (e.g. RiskyProject, Crystal Ball, Pertmaster, @Risk)
 - Stime
 - Network diagram
- Nel caso scheduling di progetto, il software utilizza un campionamento casuale per estrarre una stima tempi per ogni task e quindi determinare la lunghezza del progetto. Questo processo verrà svolto centinaia di volte per creare una distribuzione di probabilità della durata di progetto.

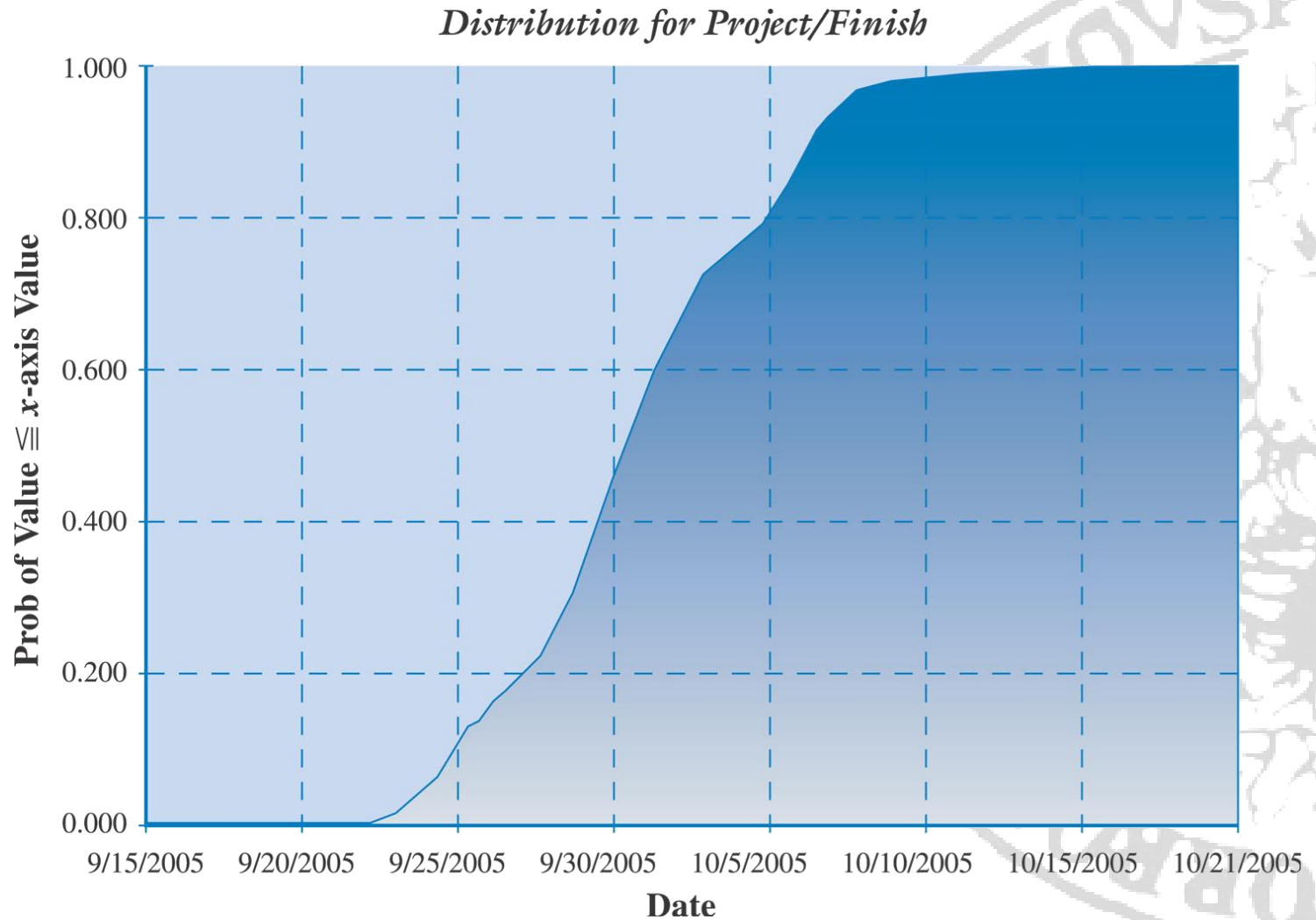
Simulazione Monte Carlo - Input

The screenshot displays the Microsoft Project interface for a project named "Project1". The main window shows a Gantt chart and a task list. The task list includes a summary task "Project" and five sub-tasks (Task A through Task E), each with a duration and a specific @RISK function for simulation.

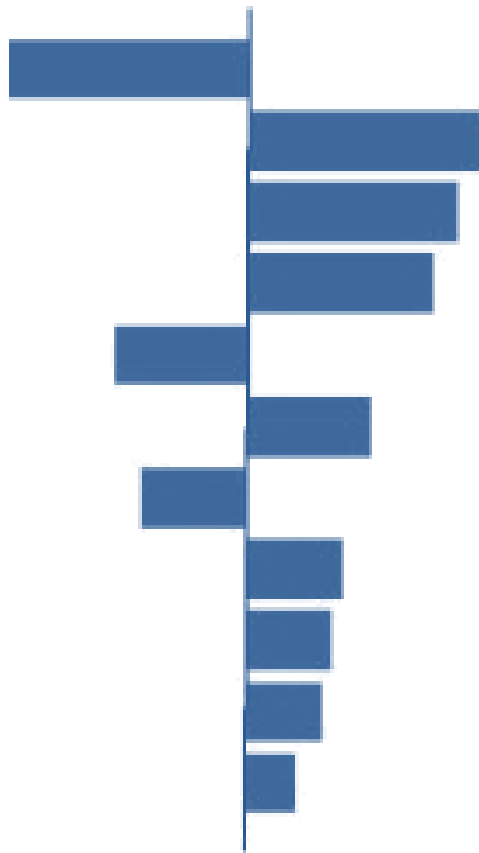
ID	Name	Duration	Start	Finish	@RISK: Functions
1	Project	16 days	09/05/05	09/26/05	Finish=RiskOUTPUT()
2	Task A	2 days	09/05/05	09/06/05	Duration=RiskPERT(1,2,5)
3	Task B	3 days	09/07/05	09/09/05	Duration=RiskTRIANG(2,3,6)
4	Task C	2 days	09/12/05	09/13/05	Duration=RiskTRIANG(1,2,4)
5	Task D	4 days	09/14/05	09/19/05	Duration=RiskPERT(3,4,7)
6	Task E	5 days	09/20/05	09/26/05	Duration=RiskNORMAL(5,3)

The Gantt chart on the right shows the project timeline from Sep 04 '05 to Sep 26 '05. The tasks are represented by bars connected by arrows, indicating their sequence and dependencies. The chart is divided into weekly intervals, with vertical lines marking the start and end of each week.

Simulazione Monte Carlo - Output



L'analisi di sensitività: il Tornado diagram



Atlantic Locks excavation productivity
Steel prices (rebar locks)
Diesel Price
Wage increases - Locks
Formwork productivity - Pacific Locks

Factors with the greatest impact on total cost variation