

# Il costo del ciclo di vita di edifici ed infrastrutture

**EUROLIFEFORM**

CIS ECOLOGIA

Giovanni Ciccarelli



Non è sufficiente che la ricerca crei nuovi strumenti per migliorare efficienza e competitività. Occorre che tali strumenti siano messi a disposizione degli utenti e che questi siano in grado di servirsene utilmente.

# Temi del seminario

- L'analisi del costo del ciclo di vita nelle costruzioni: concetti fondamentali
- EUROLIFEFORM: obiettivi, la struttura del modello ed i moduli software
- Casi di studio

# Il costo del ciclo di vita delle costruzioni

- Che cos'è :

una tecnica che impiega consolidati principi di analisi economica per valutare il comportamento nel tempo di opzioni di investimento alternative.

- A cosa serve :

a determinare quale opzione fornisca la soluzione complessivamente più vantaggiosa (per la società) e a compiere scelte informate e trasparenti nelle varie fasi della vita dell'opera.

# Il costo del ciclo di vita delle costruzioni

- A chi serve:

A chi pianifica e compie l'investimento, a chi realizza l'opera, a chi è chiamato a gestirla, a chi ne fa uso,..... alla società.

- Come si usa:

Come elemento guida per le scelte strategiche, di progettazione, costruzione, gestione.



# Le norme ISO 15686

- [ISO 15686-1:2000](#) Buildings and constructed assets -- Service life planning -- Part 1: General principles
- [ISO 15686-2:2001](#) -- Service life planning -- Part 2: Service life prediction procedures
- [ISO 15686-3:2002](#) -- Service life planning -- Part 3: Performance audits and reviews
- [ISO/DIS 15686-5](#) -- Service life planning -- Part 5: Whole life costing
- [ISO 15686-6:2004](#) -- Service life planning -- Part 6: Procedures for considering environmental impacts
- [ISO/DIS 15686-7](#) -- Service life planning -- Part 7: Performance evaluation for feedback of service life data from existing construction works
- [ISO/DIS 15686-8](#) -- Service life planning -- Part 8: Reference service life

# LCC, LCA, LCCA, WLC, LCCP

- *Life Cycle Cost* (ISO 15686): LCC  
è il costo totale di una costruzione o di parti della stessa nell'arco della sua vita, includendo i costi di pianificazione, progettazione, acquisizione, gestione, manutenzione e dismissione, meno il valore residuo.

In generale, è una valutazione economica che considera tutti i costi ( e ricavi), espressi in termini monetari, originati dall'opera in un determinato periodo di analisi.

- *Life Cycle Analysis* (ISO 14040): LCA  
è la valutazione dell'impatto ambientale complessivo associato alla manifattura di un prodotto, all'uso e smaltimento e a tutte le attività relative alla costruzione ed all'uso dell'opera, nell'arco della sua vita.

# LCC v LCA similitudini e differenze

LCC e LCA nelle costruzioni sono stati sviluppati separatamente per soddisfare rispettivamente esigenze di tipo economico ed ambientale. Hanno alcune similitudini e due sostanziali differenze:

- LCC non considera i costi di fabbricazione del prodotto ma solo il valore di mercato cioè il prezzo di acquisto.
- LCA considera l'impatto dei processi di fabbricazione ma non considera gli aspetti socio economici.

I due sistemi possono essere utilemente, ma non facilmente, usati in combinazione.



# Analisi del costo del ciclo di vita

## LCCA

- E' una tecnica che consiste nella valutazione comparativa di più LCC relativi a diverse opzioni, in un periodo di tempo definito.
- Dove indicato con la sigla in lettere maiuscole - LCC - può essere definito come il Valore Attuale (*Present Value*) del costo complessivo di un'opera nel periodo di analisi.

**ULTERIORI INFORMAZIONI...**

ISO 15686 buildings and constructed assets parte 1 – 2000

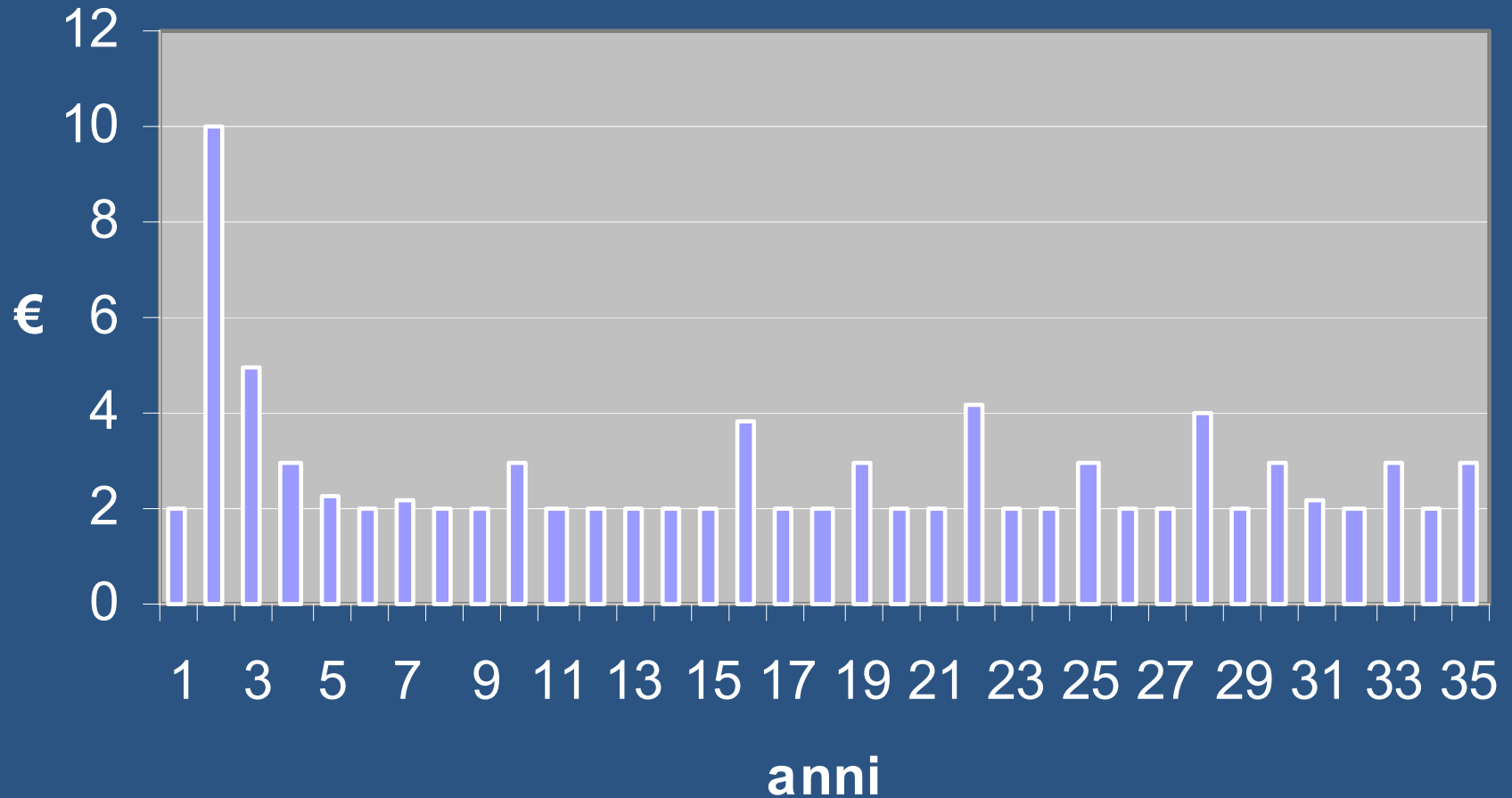
# Costi del Ciclo di Vita

Le fasi temporali nella vita di un'opera che occorre considerare sono:

- Acquisizione (pre-costruzione e costruzione)
- Gestione
- Manutenzione
- Ristrutturazione o sostituzione di parti importanti
- Dismissione (vendita o demolizione)

# Esempio di un progetto stradale

## COSTI NEL TEMPO



# Aspetti Economici – Convertire i costi futuri in costi attuali

- Valore Attuale (*Present Value*): Somma delle spese future “scontate” al loro valore attuale.
  - Consente di confrontare soluzioni alternative che comportano costi in tempi diversi. In pratica di confrontare grandezze omogenee.
  - Il denominatore comune per rendere omogenei i costi sostenuti in periodi temporali diversi è chiamato “tasso di sconto”.

# Aspetti Economici – Convertire i costi futuri in costi attuali

- Valore Attuale Netto (*Net Present Value*): somma di tutti i flussi di cassa futuri "scontati" al loro valore attuale.

Quando l'analisi prende in esame anche i ricavi, si parla di Valore Attuale Netto.

- La quantificazione dei ricavi o dei benefici spesso viene trascurata perché ritenuta non influenzabile dalle differenti opzioni considerate o semplicemente perché difficilmente quantificabile in termini monetari.



# Valore attuale, tasso di sconto, tasso di interesse

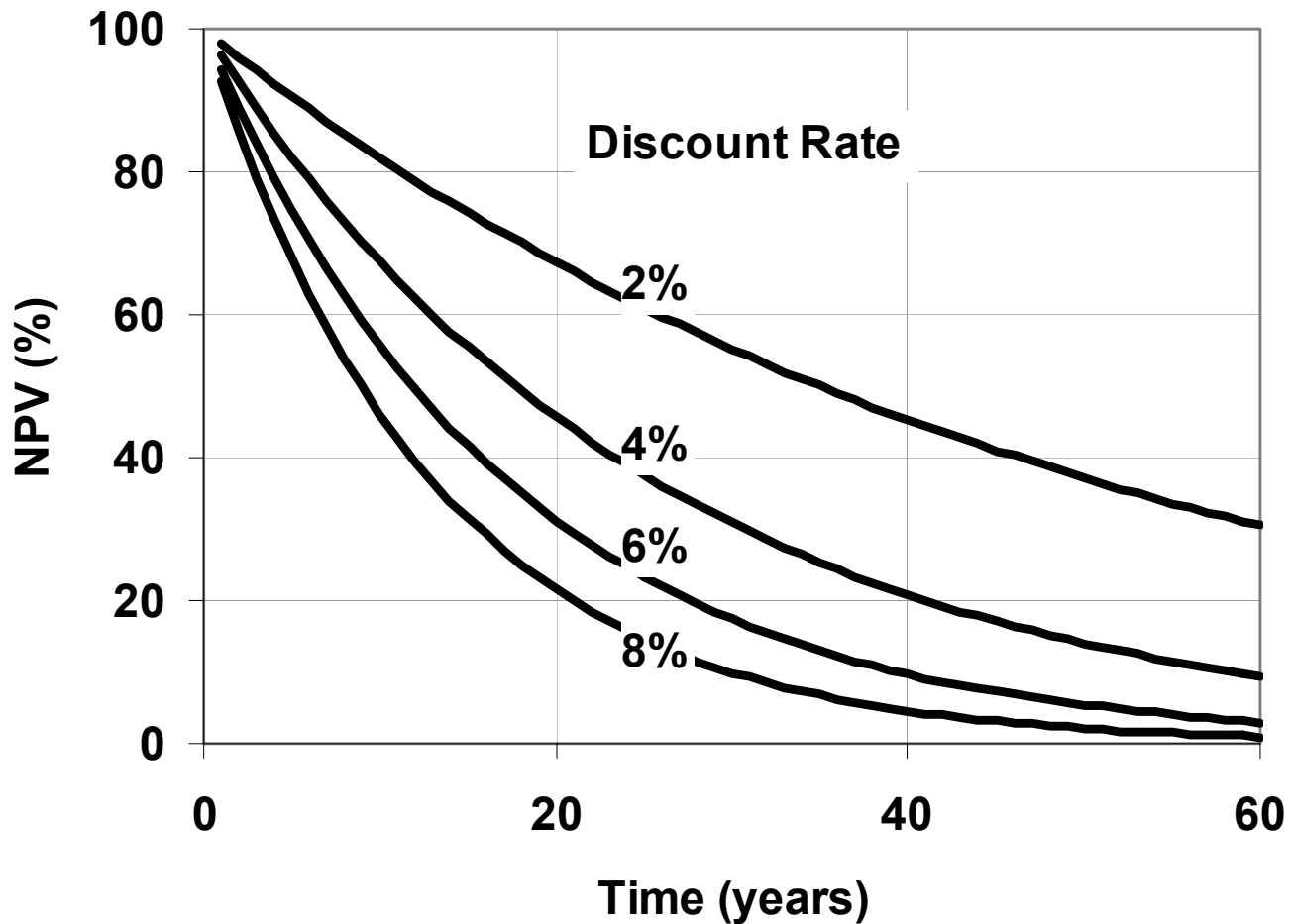
$$\text{Valore attuale PV} = \left[ \sum_{t=0}^N \frac{C_t}{\left( (1+r)^t \right)} \right]$$

$C_t$  : costo al periodo  $t$

$N$  : numero di periodi

$$\text{Tasso di sconto reale } r = \frac{(1 + \text{tasso di interesse.})}{(1 + \text{tasso di inflazione})} - 1$$

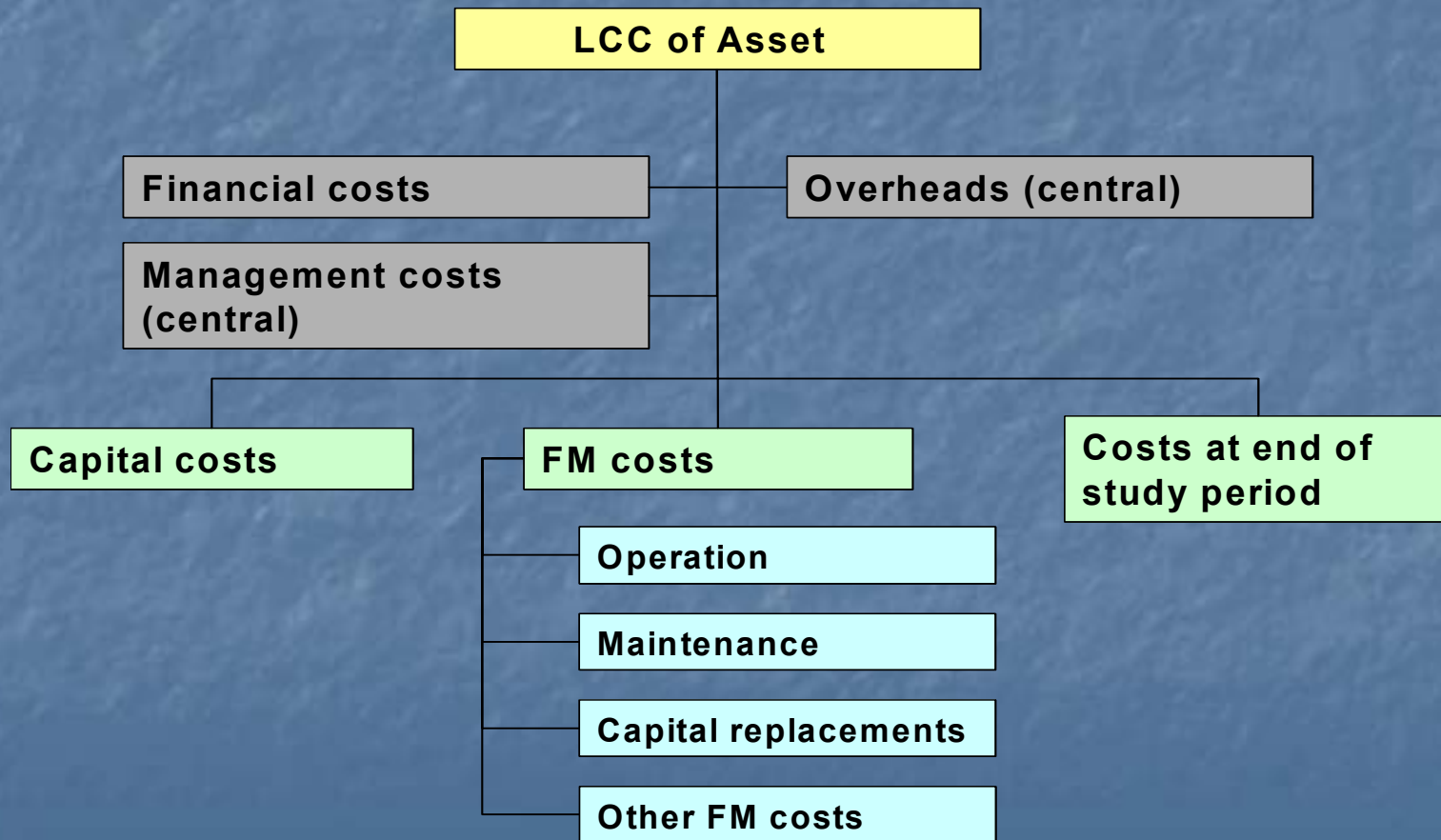
# NPV nel tempo a vari tassi di sconto



# I livelli di approfondimento

- Valutazione strategica : gli ordini di grandezza ed i fattori socio-ambientali
- Progettazione di massima : le specifiche
- Progettazione di dettaglio : gli esecutivi

# *La struttura dei costi*



# Il metodo

Definita la struttura dei costi occorre procedere al calcolo del LCC

- definire le alternative del progetto
- scegliere i parametri economici generali: tasso di sconto, periodo di analisi
- stabilire i flussi di cassa:
  - progettare strategie e tempi per la costruzione
  - progettare le strategie ed i tempi per la manutenzione
  - stimare i costi di gestione
  - stimare i costi socio ambientali
- calcolare il valore attuale per ciascuna delle opzioni
- eseguire una analisi comparativa dei risultati
- adeguare le strategie di progetto se necessario

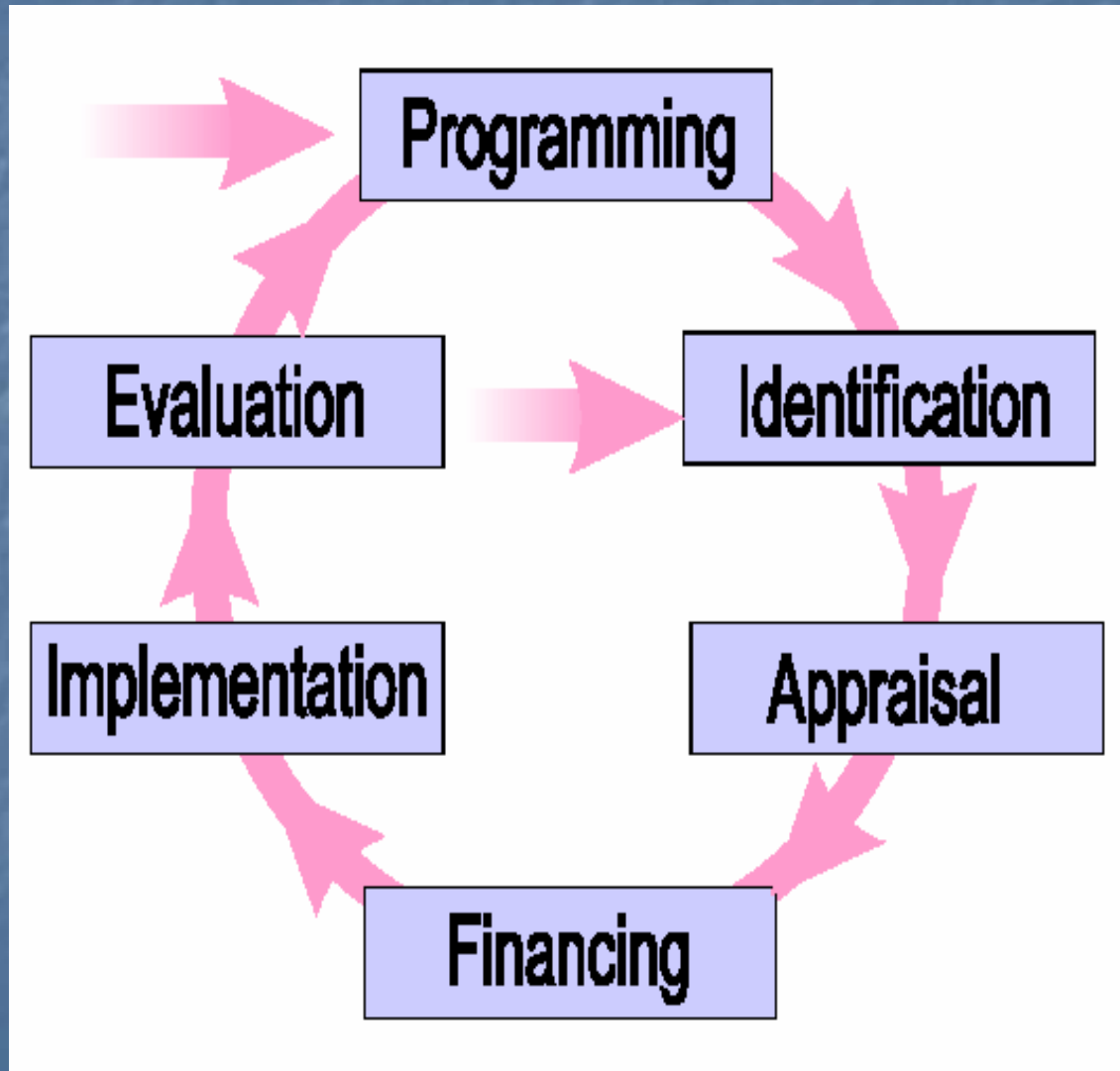


# Definire le alternative del progetto

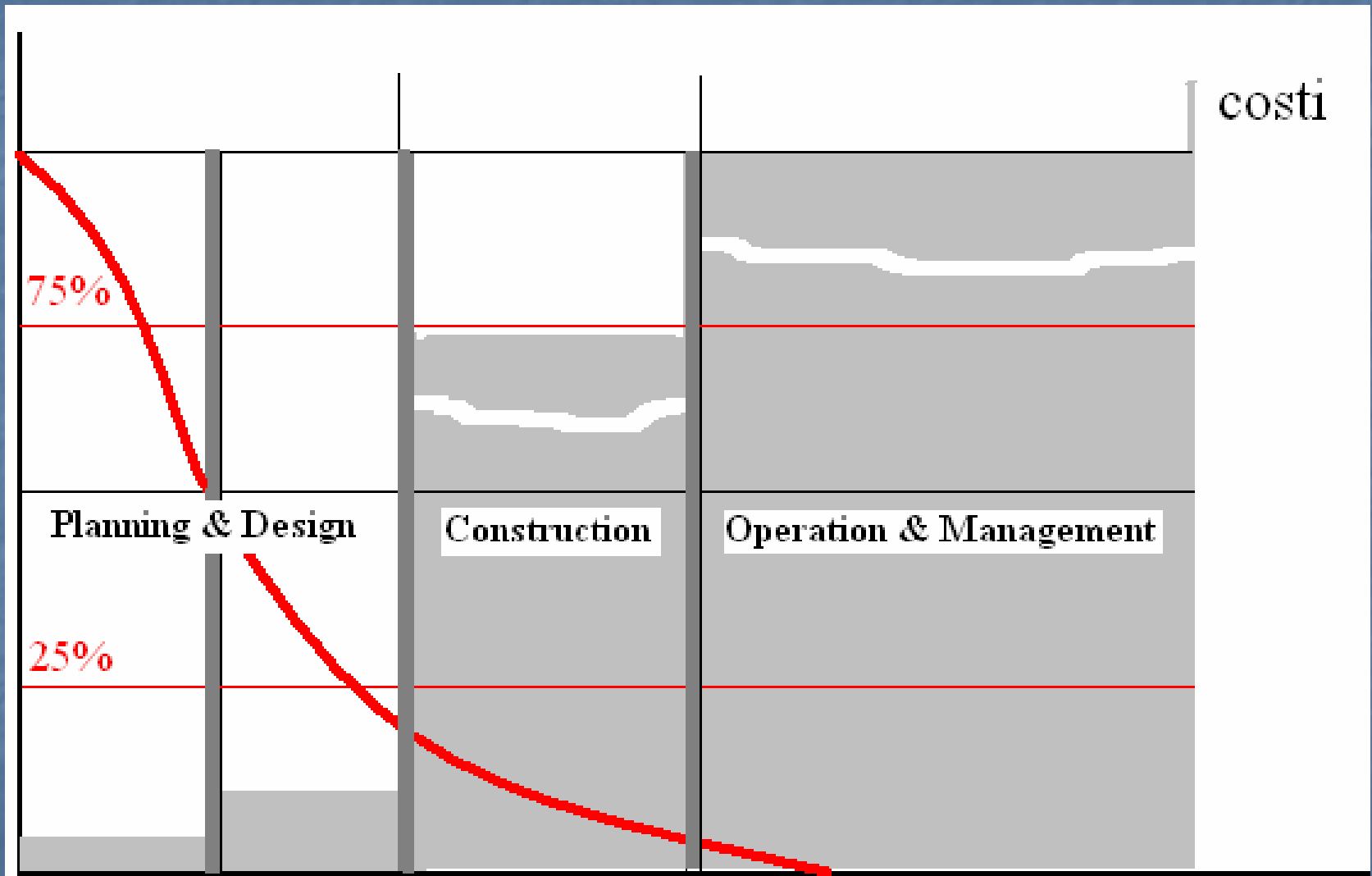
Si tratta di scelte strategiche, costruttive o di processo che riguardano essenzialmente la fase di concezione e costruzione ( investimento iniziale) suscettibili di modificare in maniera significativa i costi futuri.

Si tratta altresì di decidere se e come considerare gli elementi di costo socio ambientali. Tale aspetto costituisce materia estremamente sensibile e deve coinvolgere tutte le parti interessate all'opera. Le scelte strategiche spettano ovviamente all'ente finanziatore che deve essere opportunamente informato e consigliato dal progettista.

# The Project Cycle



L'efficienza economica dell'opera ed i costi d'uso sono determinati per l'80% in fase di progettazione



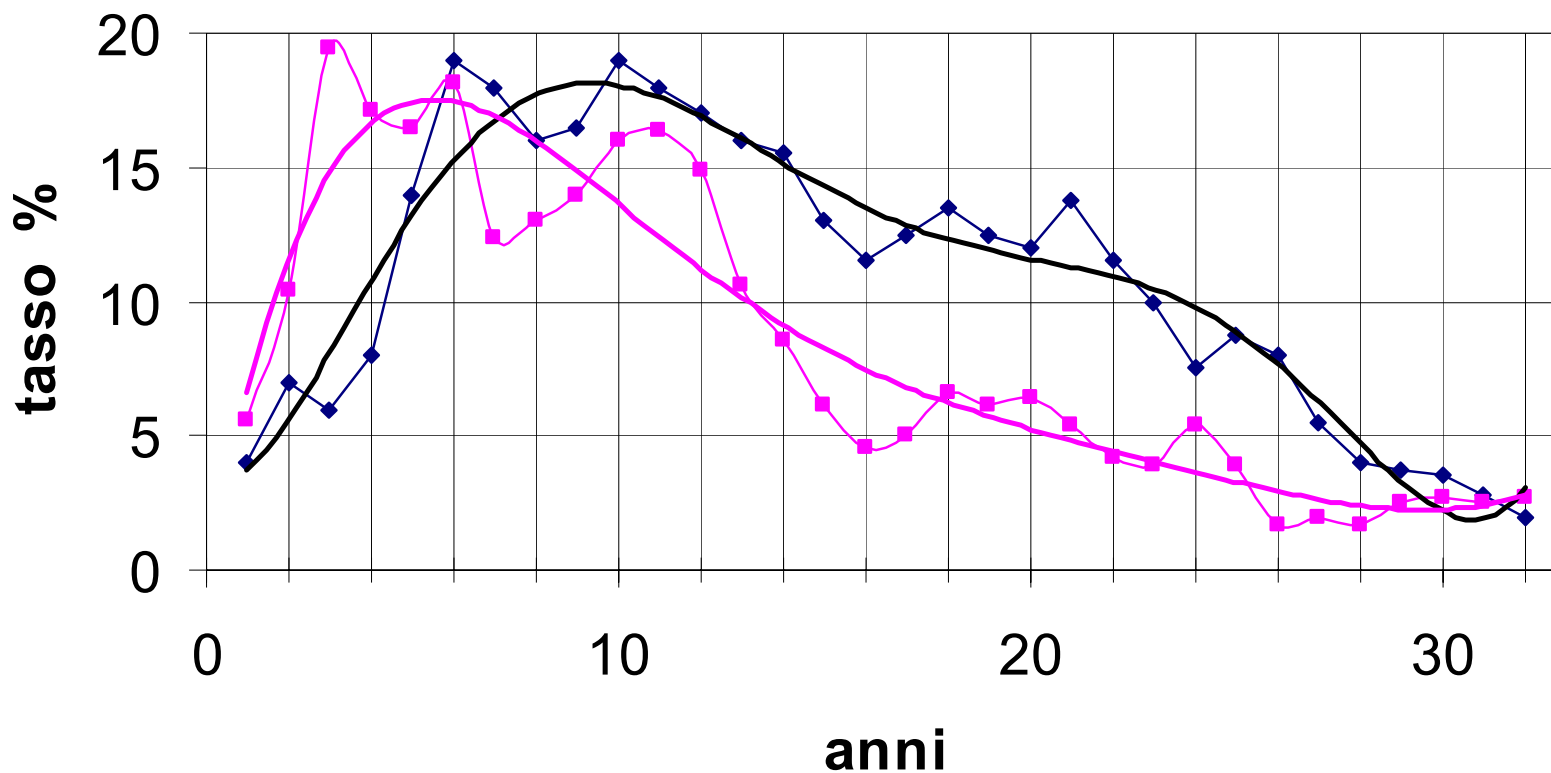
# Scegliere i parametri economici generali

- Periodo di analisi
- Tasso di sconto
- Tasso di inflazione

Indipendentemente dal livello di incertezza devono essere gli stessi per tutte le opzioni considerate.

# Tasso ufficiale di sconto e tasso di inflazione in Italia – gestire l'incertezza

## 30 anni di TUS e Inflazione

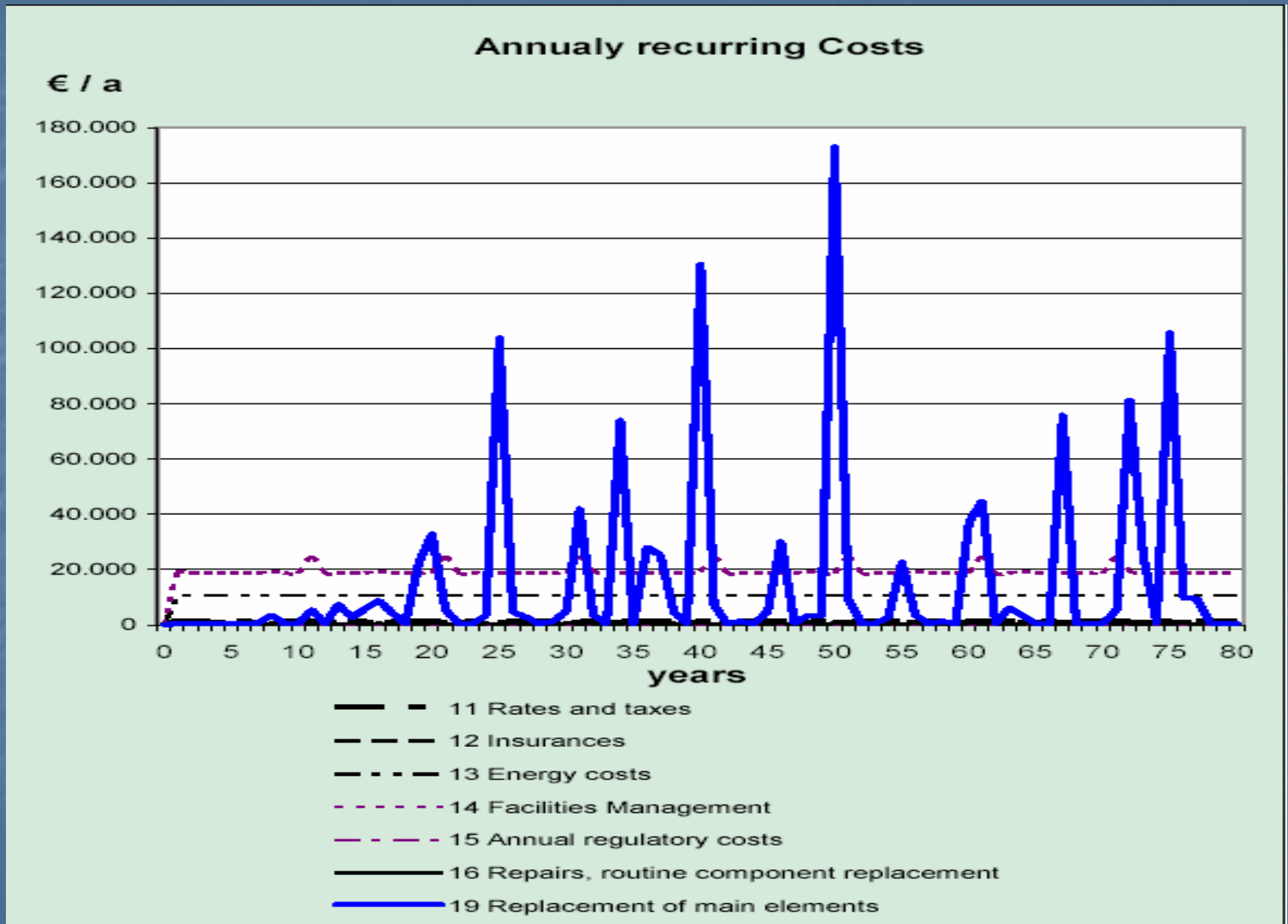




# Stabilire i flussi di cassa per ciascuna alternativa esaminata

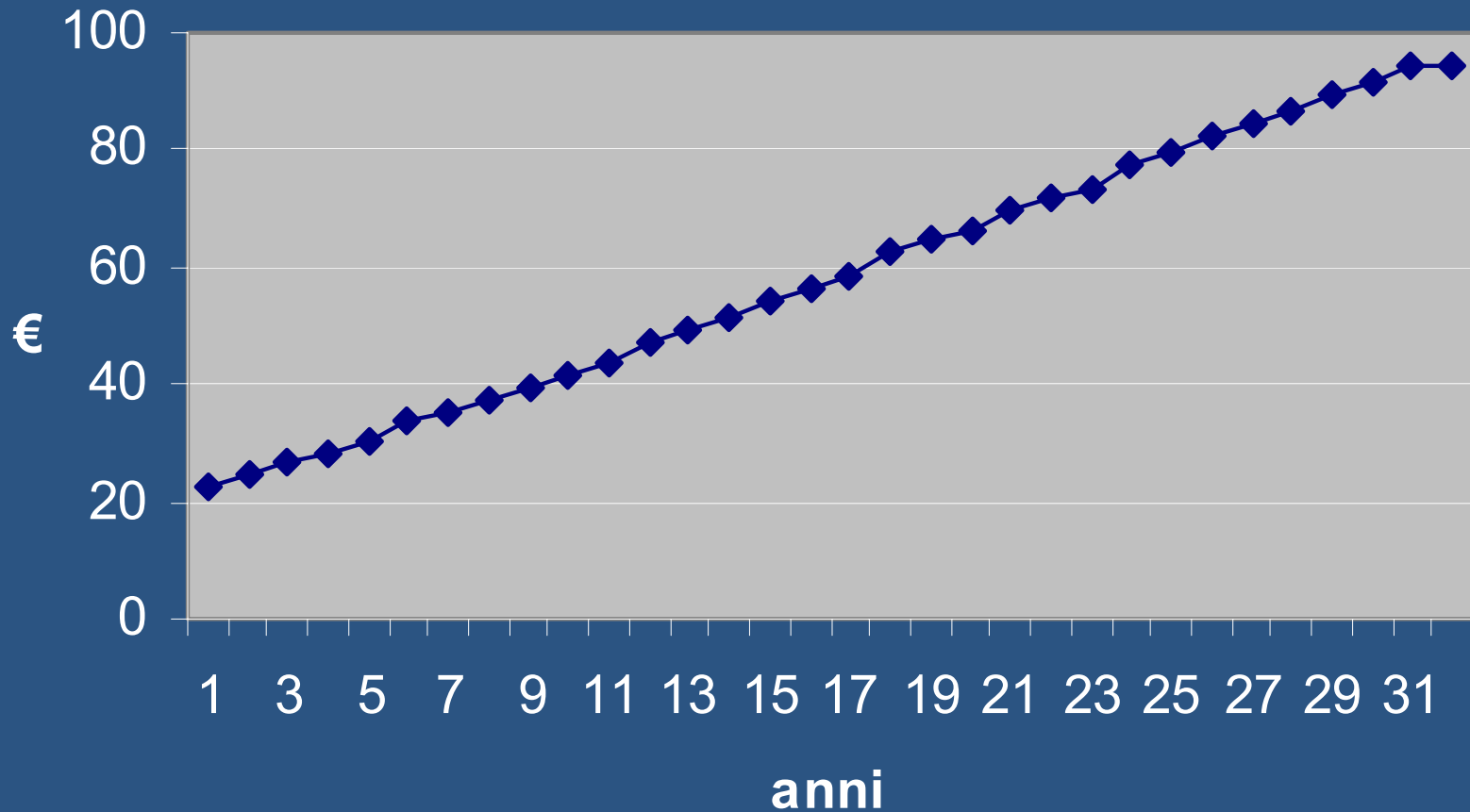
Questa fase viene sviluppata solo dopo che le scelte strategiche sono state effettuate dal cliente finanziatore. In questa fase si passa infatti a definire le strategie progettuali definendo scopo e collocazione nel tempo di ogni attività con i relativi costi a queste associati. Detti costi devono avere un valore monetario per ciascuno delle unità di tempo (anni) dell'analisi. Se le entità che sostengono tali costi sono più di una è opportuno mantenere divisi i costi in funzione dell'entità che sarà chiamata a sostenerli.

# Flussi di cassa per un immobile di 5000 m<sup>3</sup>



# I costi d'uso sono destinati ad aumentare nel tempo

andamento LCC a prezzi costanti

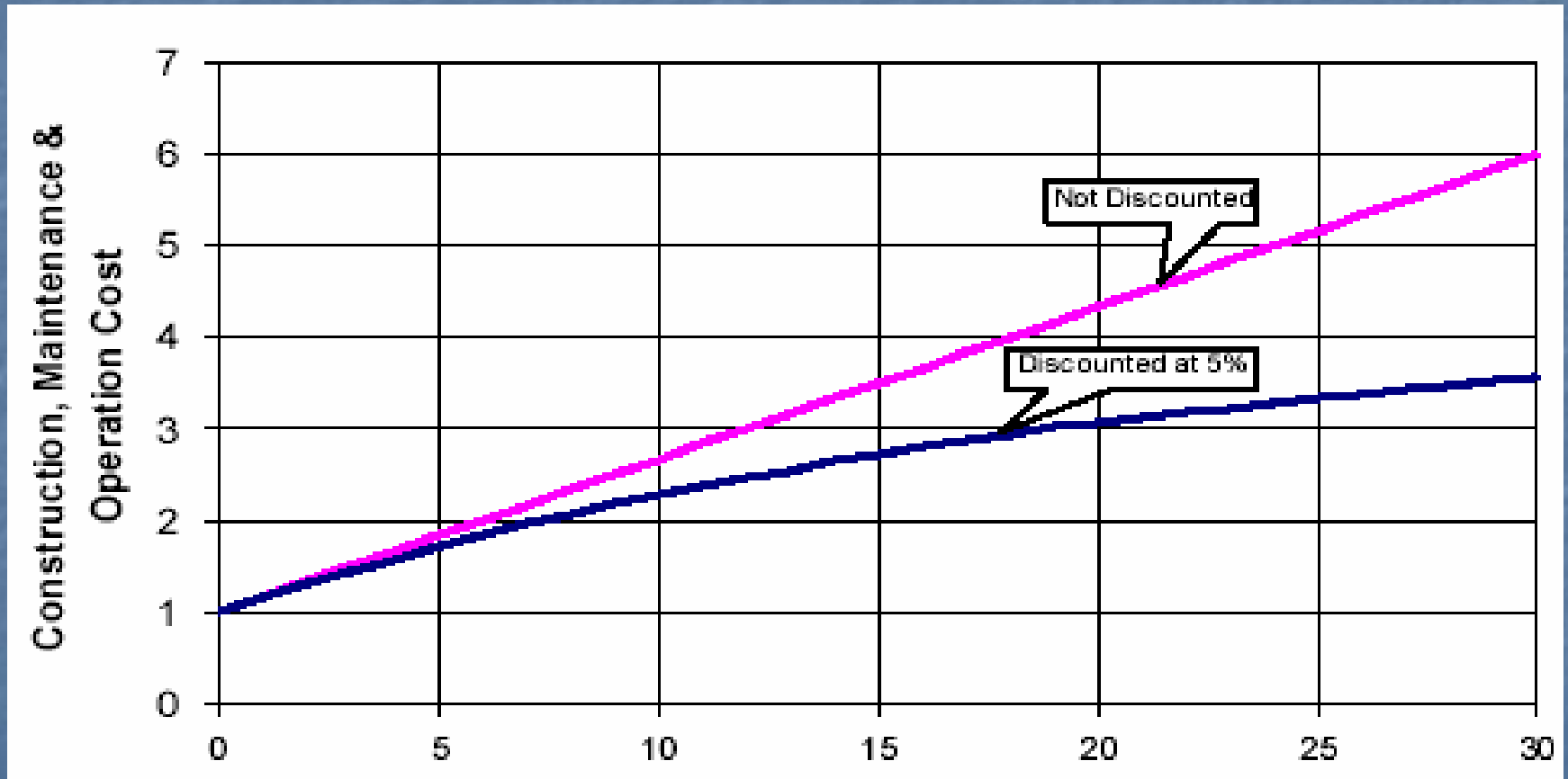


# Calcolare il valore attuale netto (NPV) per ogni alternativa

- Si tratta di attualizzare o "scontare" i flussi di cassa (€) previsti nel periodo di analisi considerato, a distanza anche di molti anni dalla realizzazione dell'opera, per renderli confrontabili con il valore attuale della moneta.
- L'indice economico di riferimento può essere il *Present Value (PV)*, o il Net Present Value (NPV).

# LCC di un immobile per uffici in 30 anni

investimento iniziale: 1- costi futuri: 5





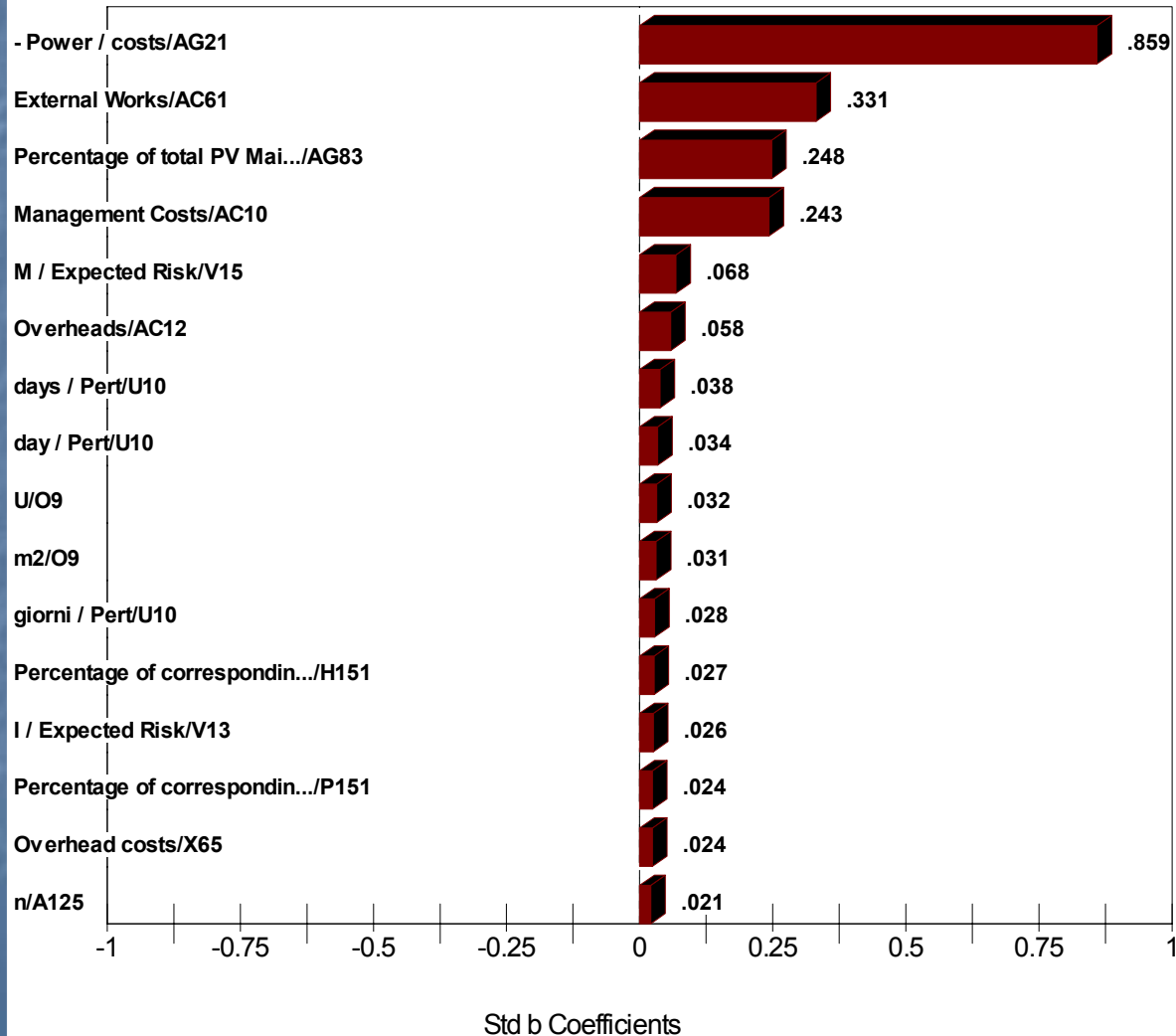
# Analisi dei risultati

permette di valutare le differenze tra le varie opzioni considerate e di apprezzare quali elementi le caratterizzino più di altri. I parametri alla cui variazione il LCC è in generale più sensibile sono:

- il tasso di sconto
- il periodo di analisi
- il costo dei principali componenti dell'opera
- il costo per energia
- il tempo in cui vengono eseguiti gli interventi di manutenzione.

# Analisi di sensitività

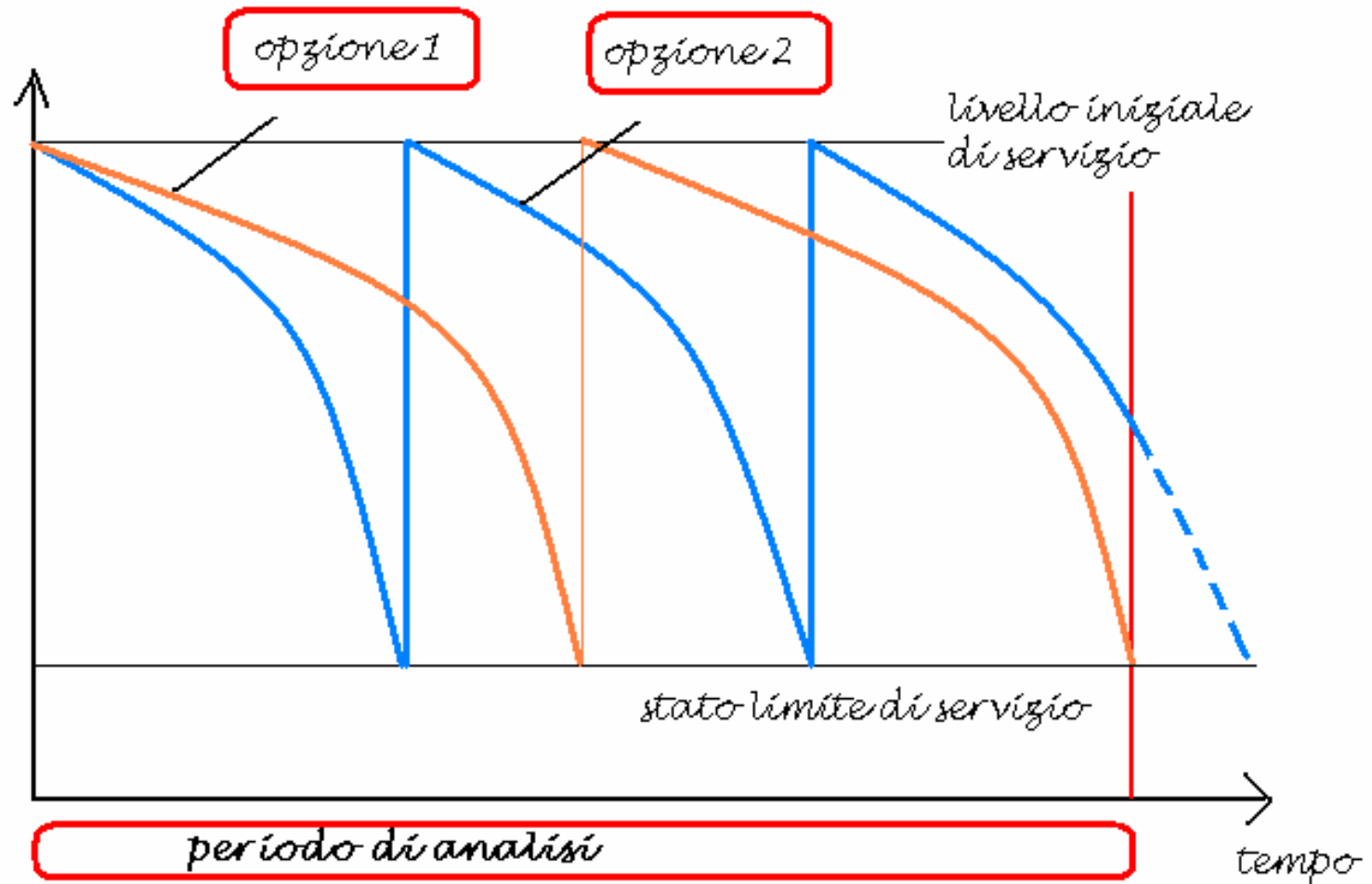
Regression Sensitivity for Project Life Cycle Costs (Pre...



# Adeguare le strategie di progetto se necessario

- L'analisi dei risultati permette di riconsiderare sia le scelte strategiche sia quelle tecnico gestionali ma anche di decidere dove conviene concentrare l'attenzione ed affinare la progettazione.
- il processo appena descritto è iterativo. La soluzione ottimale viene ottenuta, per approssimazioni successive, applicando più volte e con maggiori livelli di dettaglio il procedimento di calcolo del LCC.

# Periodo di analisi e soluzioni alternative

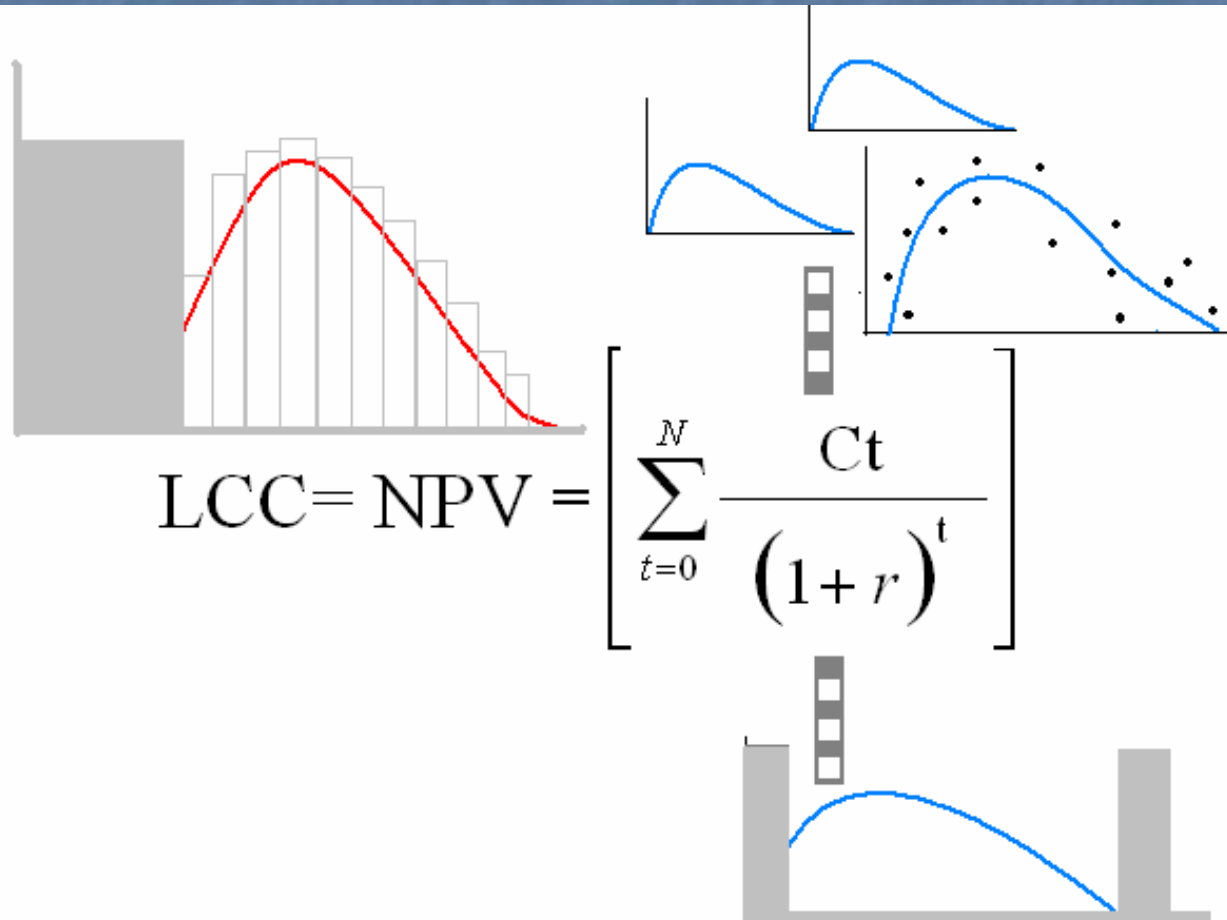


# La pratica e lo stato dell'arte

<b>deterministico</b>	<b>Metodo</b>	<b>probabilistico</b>
Valori discreti da media	<b>Parametri economici</b>	Distribuzione di probabilità
Valori discreti da media	<b>Stima dei Costi</b>	Distribuzione di probabilità
Valori discreti	<b>Stima tempi di intervento</b>	Modelli di deterioramento
Normalmente esclusi	<b>Aspetti socioambientali</b>	Considera modelli di valutazione a punteggio
Il Calcolo restituisce un Valore puntuale	<b>Calcolo LCC</b>	Simulazione Montecarlo restituisce curva di probabilità



# L'approccio probabilistico



# Le conclusioni del TG4 della commissione tripartita promossa dalla CE per migliorare la sostenibilità dell'ambiente costruito.

- **raccomandazione 1** : introduzione del LCC nel meccanismo di valutazione del progetto economicamente più vantaggioso (EMAT),
- **raccomandazione 2** : incoraggiare la raccolta di dati e indici di riferimento (benchmarks) per supportare le migliori tecniche di manutenzione e gestione,
- **raccomandazione 3** : il sistema di aggiudicazione degli appalti pubblici dovrebbe introdurre ed incorporare il LCC
- **raccomandazione 4** : Gli indicatori del costo del ciclo di vita dovrebbero essere resi visibili negli edifici pubblici,
- **raccomandazione 5** : Il costo del ciclo di vita dovrebbe essere preso in considerazione fin dalle prime fasi della progettazione
- **raccomandazione 6** : gli stati membri dovrebbero esaminare la possibilità di introdurre nei loro regimi fiscali degli aggiustamenti miranti a promuovere metodologie legate al LCC
- **raccomandazione 7** : sviluppare e diffondere documentazione informativa (fact sheets) per dimostrare i benefici derivanti dall'uso del LCC anche tramite casi di studio.

# Il Progetto



- OBIETTIVO

Sviluppo di un modello generico per prevedere il costo del ciclo di vita ed il comportamento nel tempo (LCCP) di un'opera utilizzando un approccio probabilistico per la valutazione del rischio.

# Ipotesi di base

Il progetto Eurolifeform nasce dalla consapevolezza che affinché il LCC possa essere diffusamente accettato ed utilizzato occorre:

- *Superare la convinzione che i metodi di previsione utilizzati non siano attendibili, così come i dati relativi al costo e al comportamento nel tempo dei componenti dell'opera.*
- *Modificare in maniera sostanziale il modo con cui esso viene utilizzato nella fase di progettazione. Il LCC deve essere considerato elemento guida dell'attività di progettazione e non un accessorio. Questo ha portato a riconsiderare il processo decisionale in modo che il LCC ne sia l'elemento di riferimento e non uno strumento di verifica..*

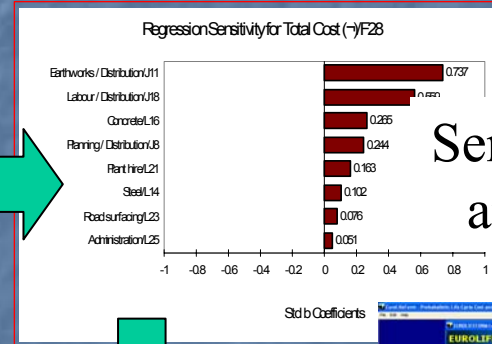
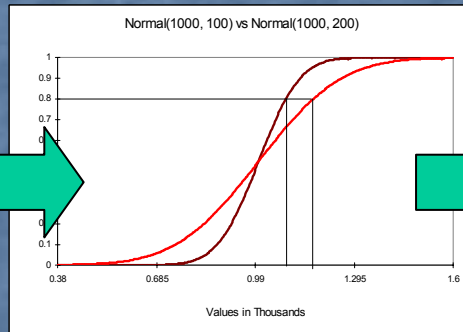
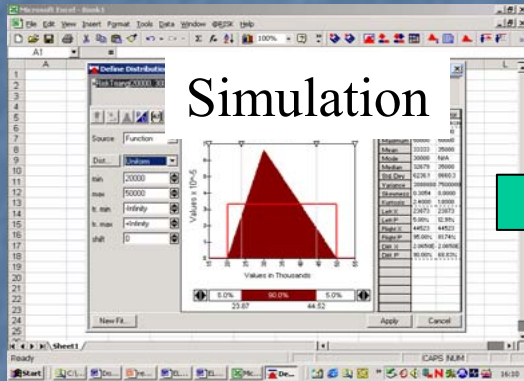
# I moduli software

- Logbook
- Deterioration model
- LCC calculator
- Environmental model

Combina alla flessibilità dell'approccio probabilistico un modello per prevedere il raggiungimento dello stato limite di servizio dei principali elementi che compongono l'opera.



# I moduli software

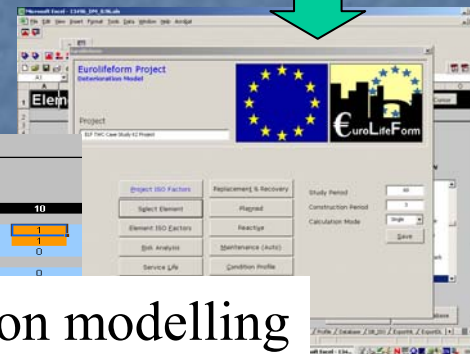


Sensitivity analysis

**Deterioration Level 1 Data**

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PPM1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
PPM2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PPM3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RM1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RM2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CR	1										

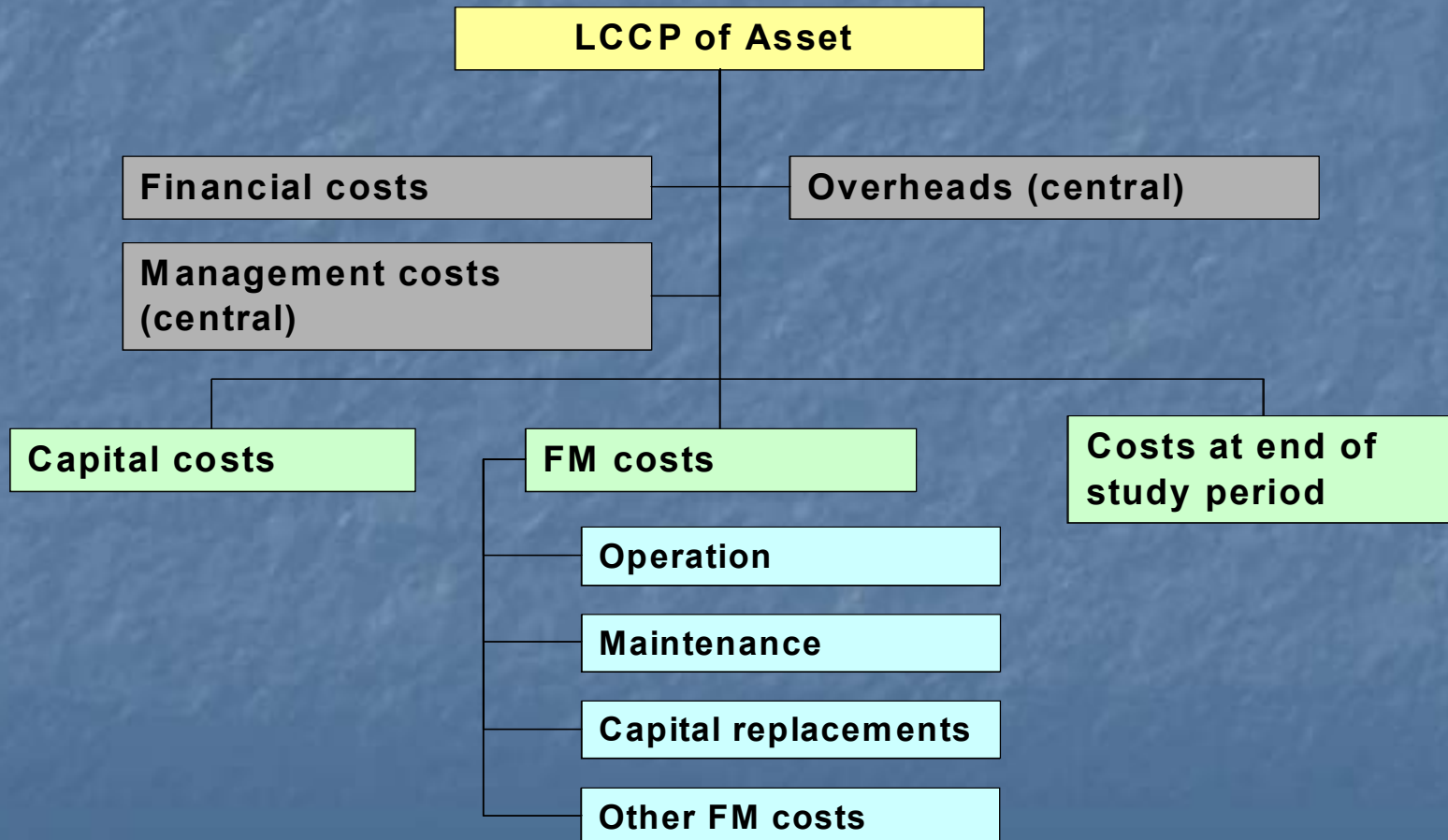
Deterioration modelling





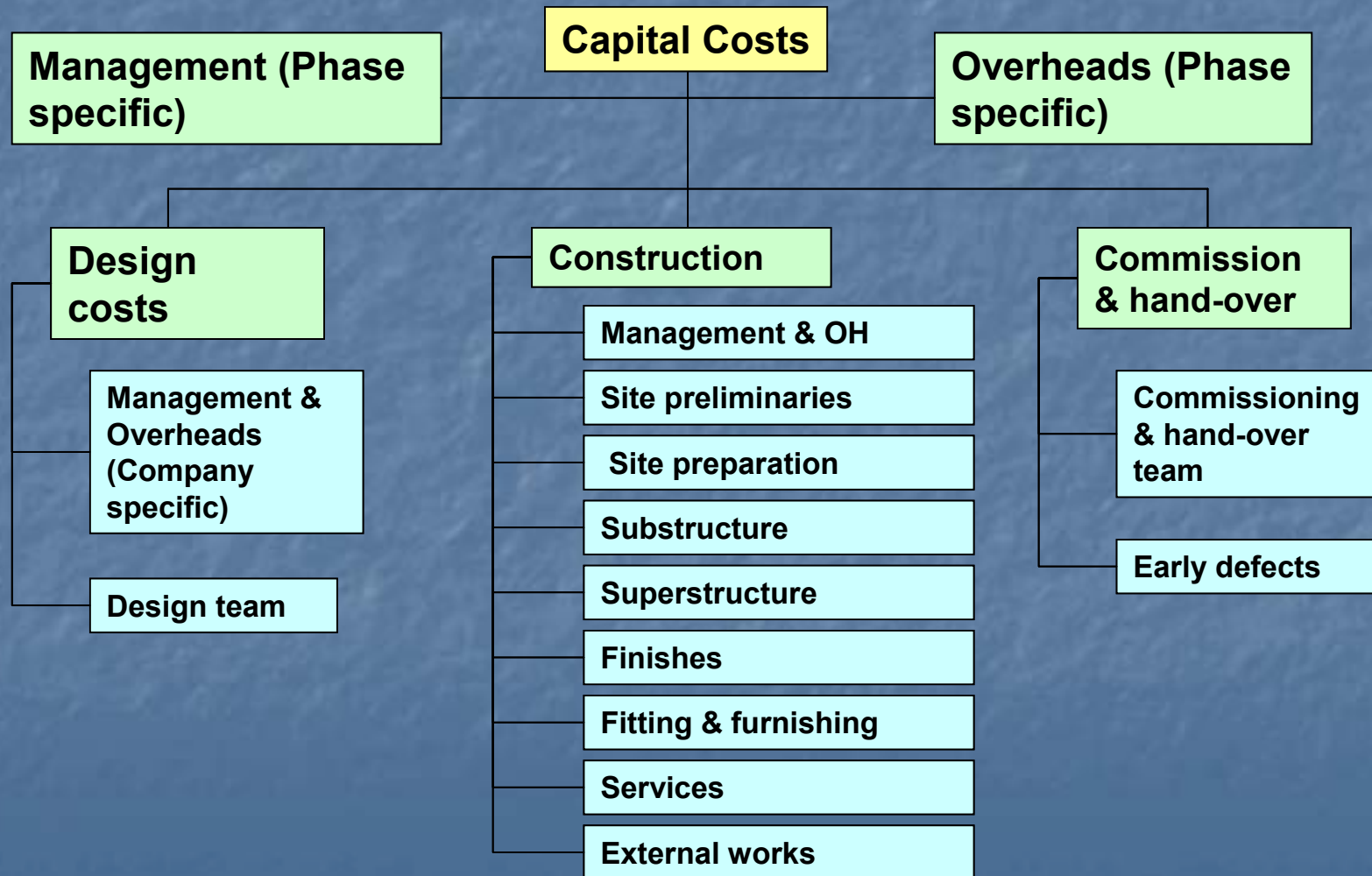
# Struttura dei costi e I livelli decisionali 1

- CLIENT BRIEF: decisioni strategiche

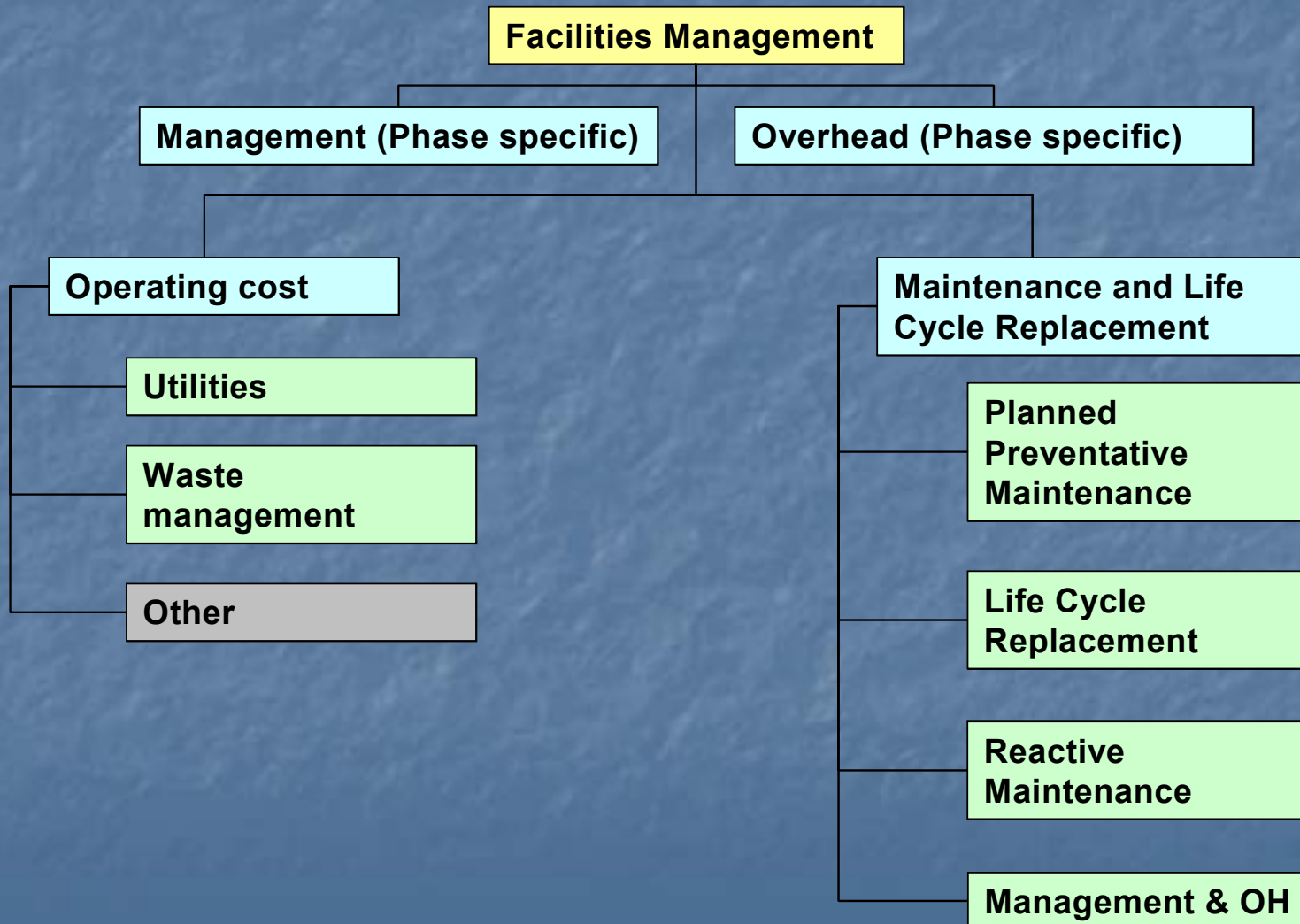


# Struttura dei costi e livelli decisionali 2

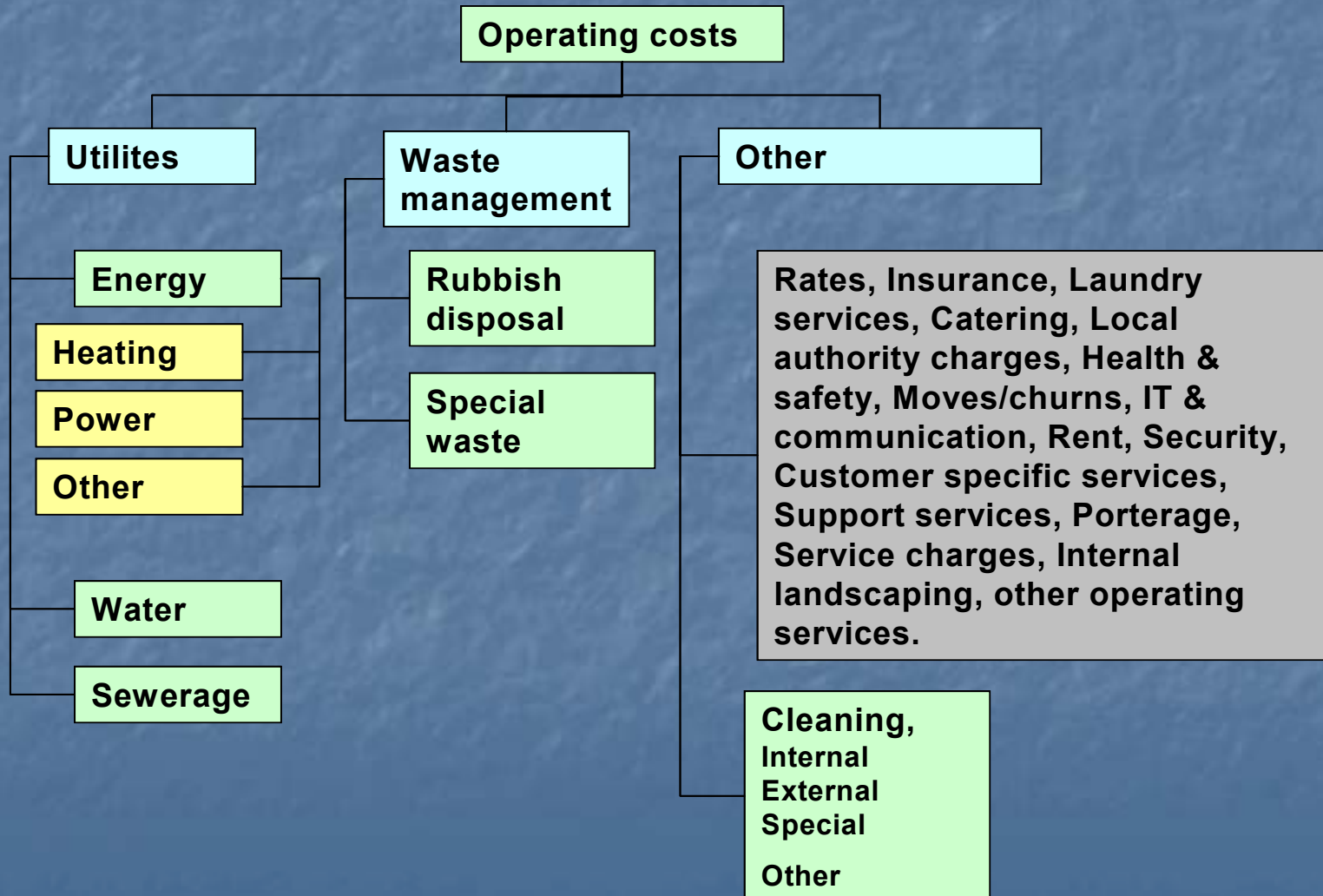
- **CONCEPT DESIGN: decisioni a livello di sistema**



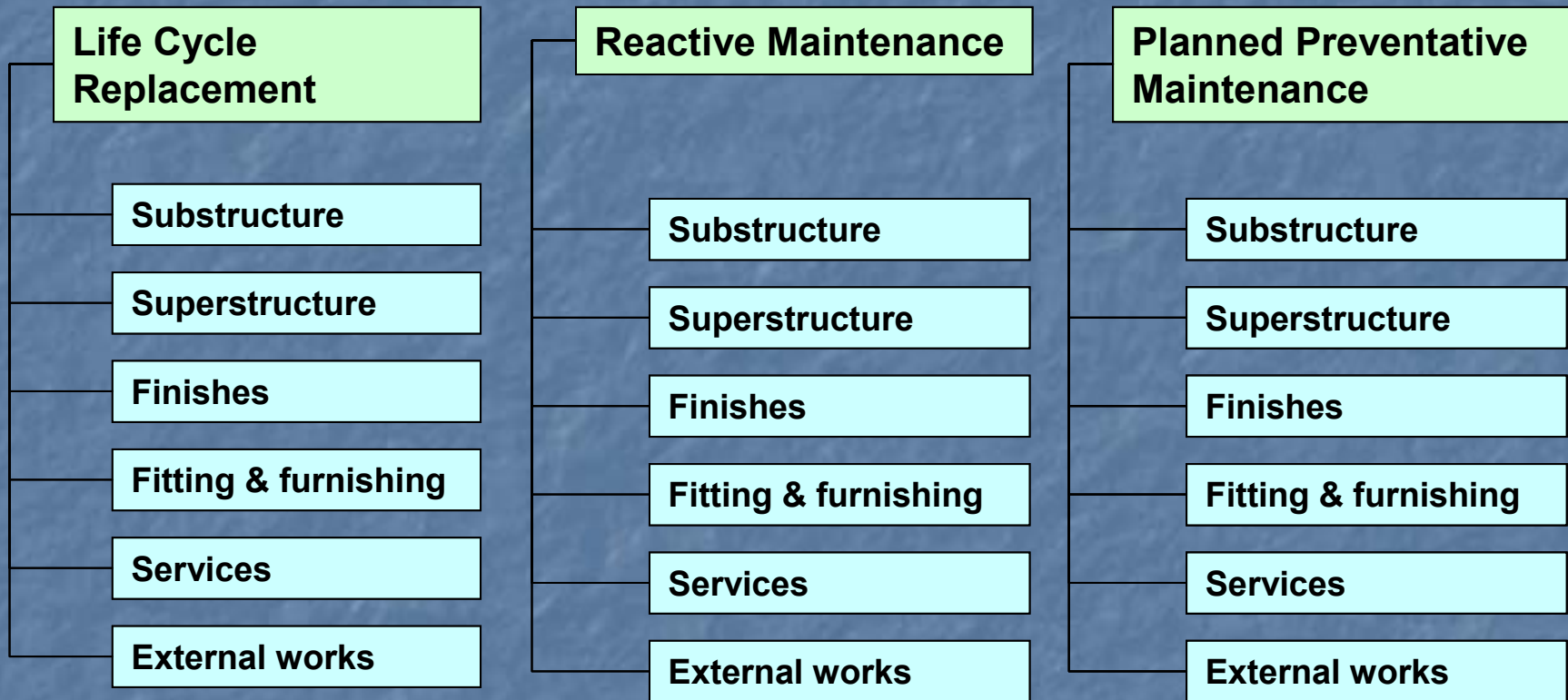
# Struttura dei costi e livelli decisionali 2a



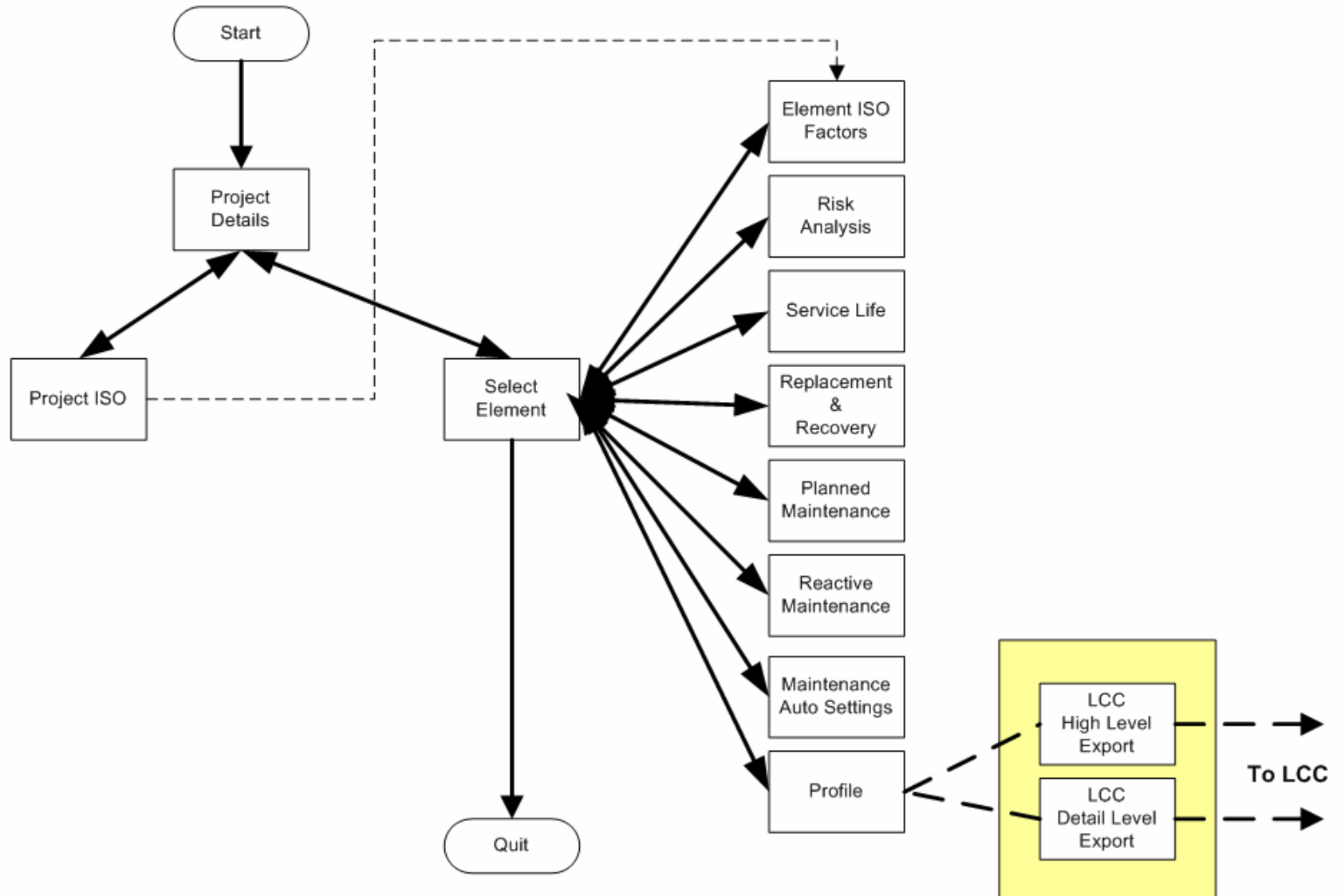
# Struttura dei costi e livelli decisionali 2b



# Struttura dei costi e livelli decisionali 2c



# EuroLifeForm - Deterioration Model Structure





# ISO 15686 factorial method

$$ESL = RSL \times A \times B \times C \times D \times E \times F \times G$$

## Installed quality

A = Quality of components

B = Design level

C = Work execution level

## Environment

D = Indoor environment

E = Outdoor environment

## Operation and maintenance

F = In-use conditions

G = Maintenance level



# II Deterioration Model

**Eurolifeform - Deterioration Model**

