

Life Cycle Costing

**UN NUOVO STRUMENTO PER MIGLIORARE LA
QUALITA' GLOBALE DELLE COSTRUZIONI**

**Master Facility Management e Global service
Università di Bologna – EFESO**

Giovanni Ciccarelli – CIS ECOLOGIA srl

Argomenti trattati

Introduzione

- Il ciclo del progetto
- Gli attori del progetto
- Il ciclo di vita dell'opera
- Gli attori nel ciclo di vita
- Il costo del ciclo di vita LCC

LCC nelle costruzioni

- Definizioni
- La normativa ISO 15686
- Tecniche di calcolo
- Lo stato dell'arte
- Esempio di valutazione dei costi con metodo probabilistico

Il progetto Eurolifeform

- Descrizione del progetto
- Obiettivi e risultati
- Il modello sviluppato
- Il software prodotto
- Gli aspetti innovativi
- Le applicazioni pratiche

Casi di studio

- Pouderoyen water rehabilitation project
- Villa brianza

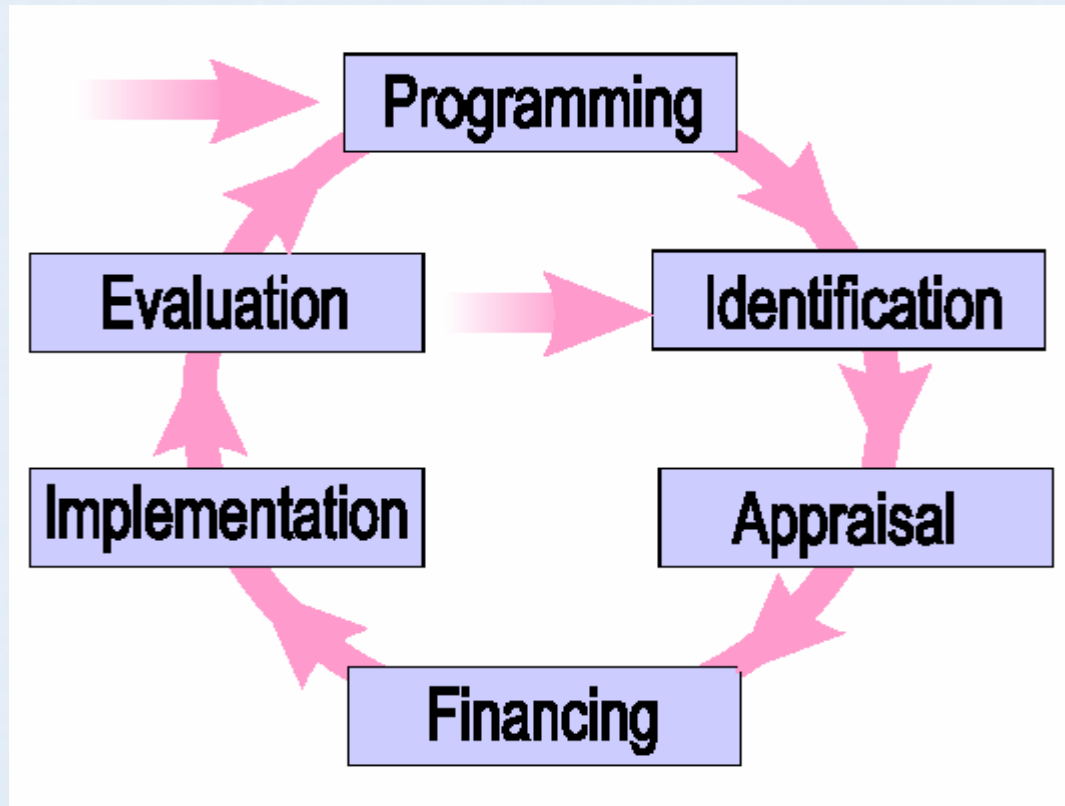
Approfondimenti

- Il metodo Monte Carlo
- Le più comuni funzioni di distribuzione di probabilità nella gestione del rischio per le costruzioni

Il progetto

- Una serie di iniziative ed attività poste in atto per soddisfare un bisogno.

Il ciclo del progetto (EU)



Il progetto nel settore delle costruzioni

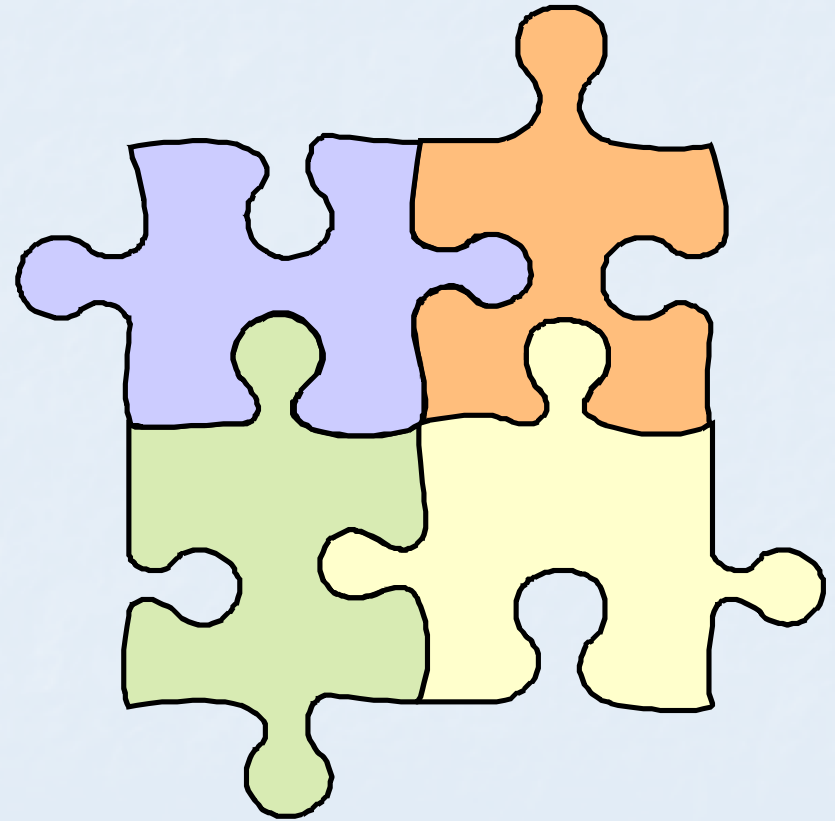
- BOT Build Operate Transfer
- BOOT Build Operate Own Transfer

- Project Financing

Per quanti anni?

Gli attori del progetto

- Ente finanziatore
- Ente appaltante
- Progettista
- Costruttore
- Gestore
- Manutentore
- Utilizzatore
- Proprietà



Il ciclo di vita di un'opera

- Pianificazione
- Progettazione
- Costruzione
- Servizio
- Riconversione
- Servizio
- Dismissione – (alienazione – demolizione)

Gli attori del ciclo di vita dell'opera

- Progettista
- Costruttore
- Gestore
- Manutentore
- Utilizzatore
- Proprietà

Gli attori cambiano nelle varie fasi del ciclo di vita dell'opera

- Ente finanziatore
- Ente appaltante
- Progettista
- Costruttore
- Gestore
- Utilizzatore
- Proprietà
- Progettista
- Costruttore
- Gestore
- Utilizzatore
- Proprietà
- Gestore
- Utilizzatore
- Proprietà

Ruoli e responsabilità degli attori nell'arco del ciclo di vita

- Ente finanziatore
 - Ente appaltante
 - Progettista
 - Costruttore
 - Gestore
 - Utilizzatore
 - Proprietà
- Progettista
 - Costruttore
 - Gestore
 - Utilizzatore
 - Proprietà
- Gestore
 - Utilizzatore
 - Proprietà

Il costo del ciclo di vita

Life Cycle Cost (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. (ISO 15686)

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 utili, ma non facilmente, usati in combinazione.

Analisi del costo del ciclo di vita

LCCA

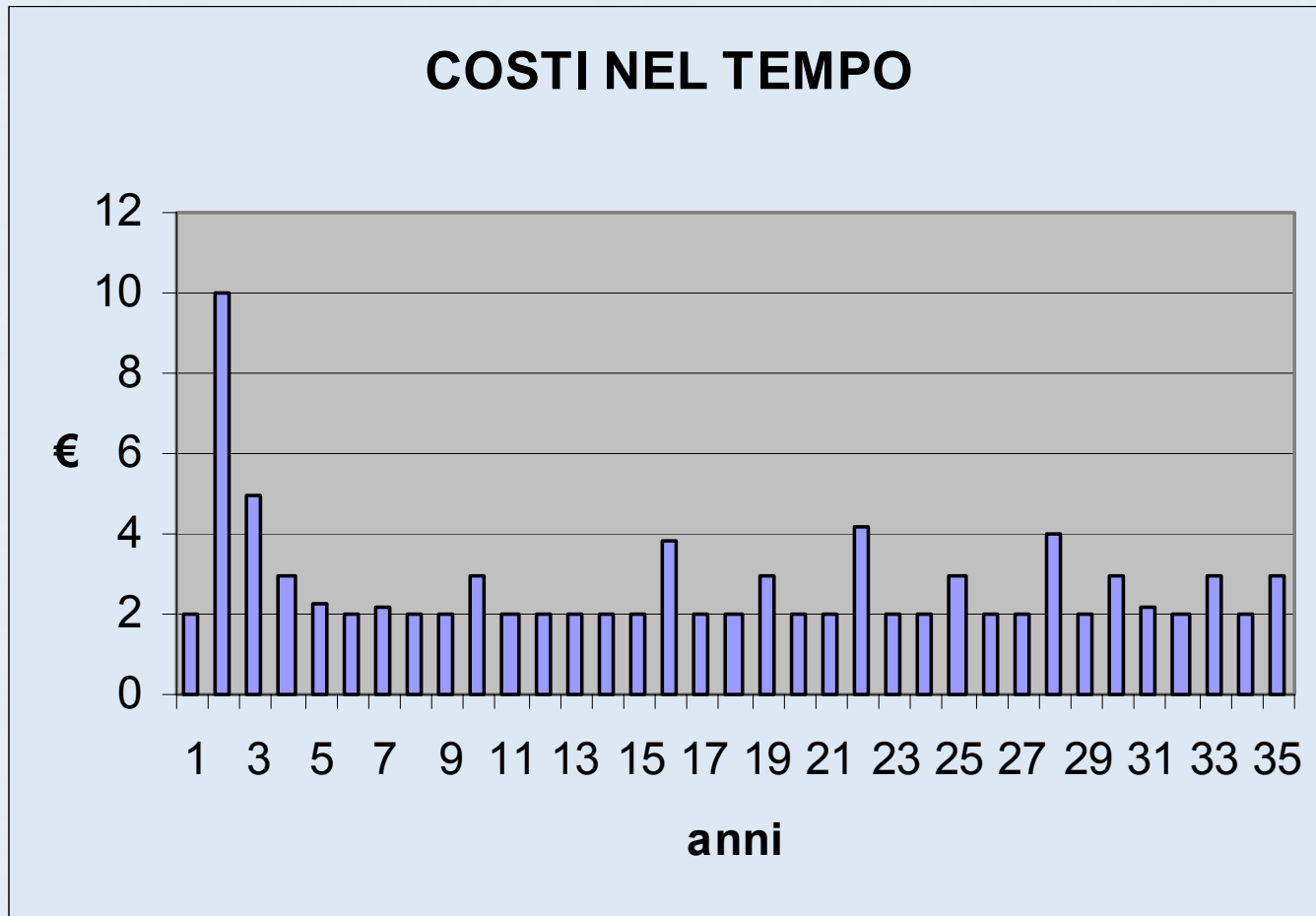
- E' una tecnica che consiste nella valutazione comparativa di più LCC relativi a diverse opzioni, in un periodo di tempo definito.
- Dove indicato con la sigla in lettere maiuscole - LCC - può essere definito come il Valore Attuale (*Present Value*) del costo complessivo di un'opera nel periodo di analisi.

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



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

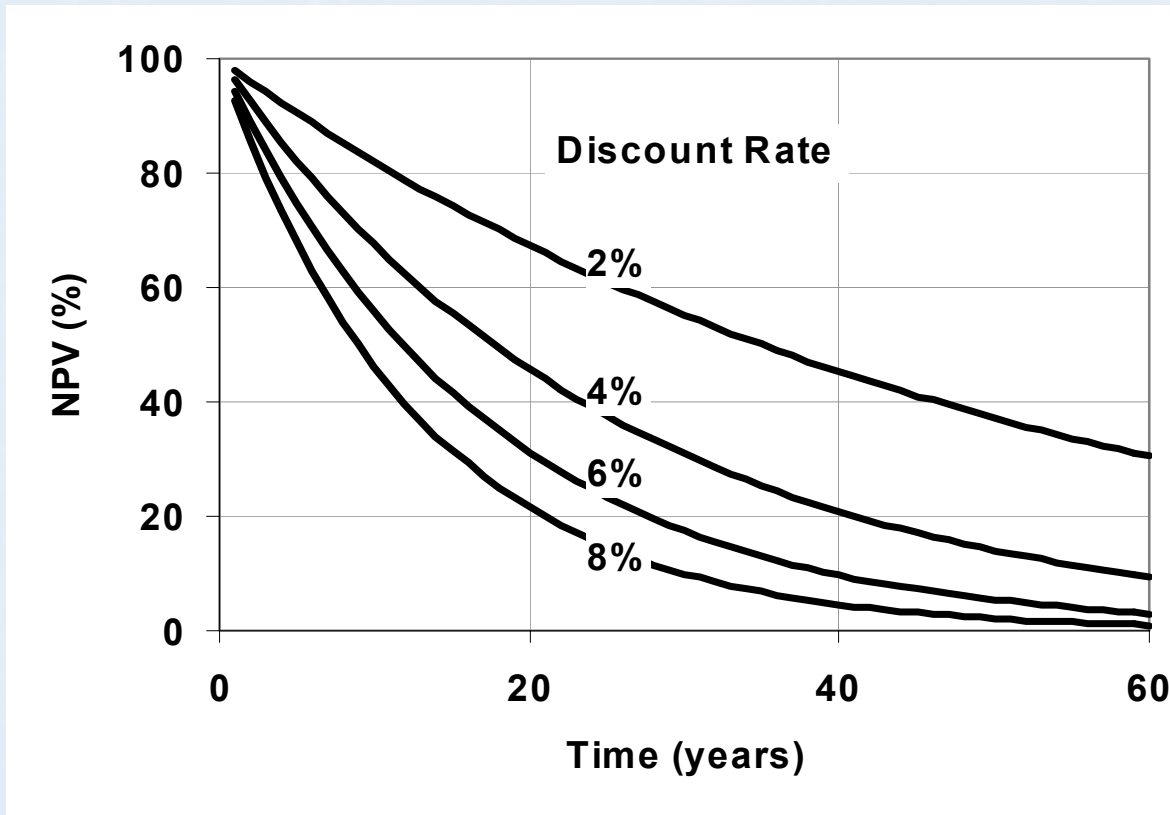
$$\text{Valore attuale PV} = \left[\sum_{t=0}^N \frac{C_t}{\left((1+r)^t \right)} \right]$$

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

Il metodo

Definita la struttura dei costi occorre procedere al calcolo del LCC

- definire le alternative del progetto
- scegliere i parametri economici generali: periodo di analisi, tasso di sconto
- stabilire i flussi di cassa nel tempo:
 - 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 o modificare le strategie di progetto se necessario

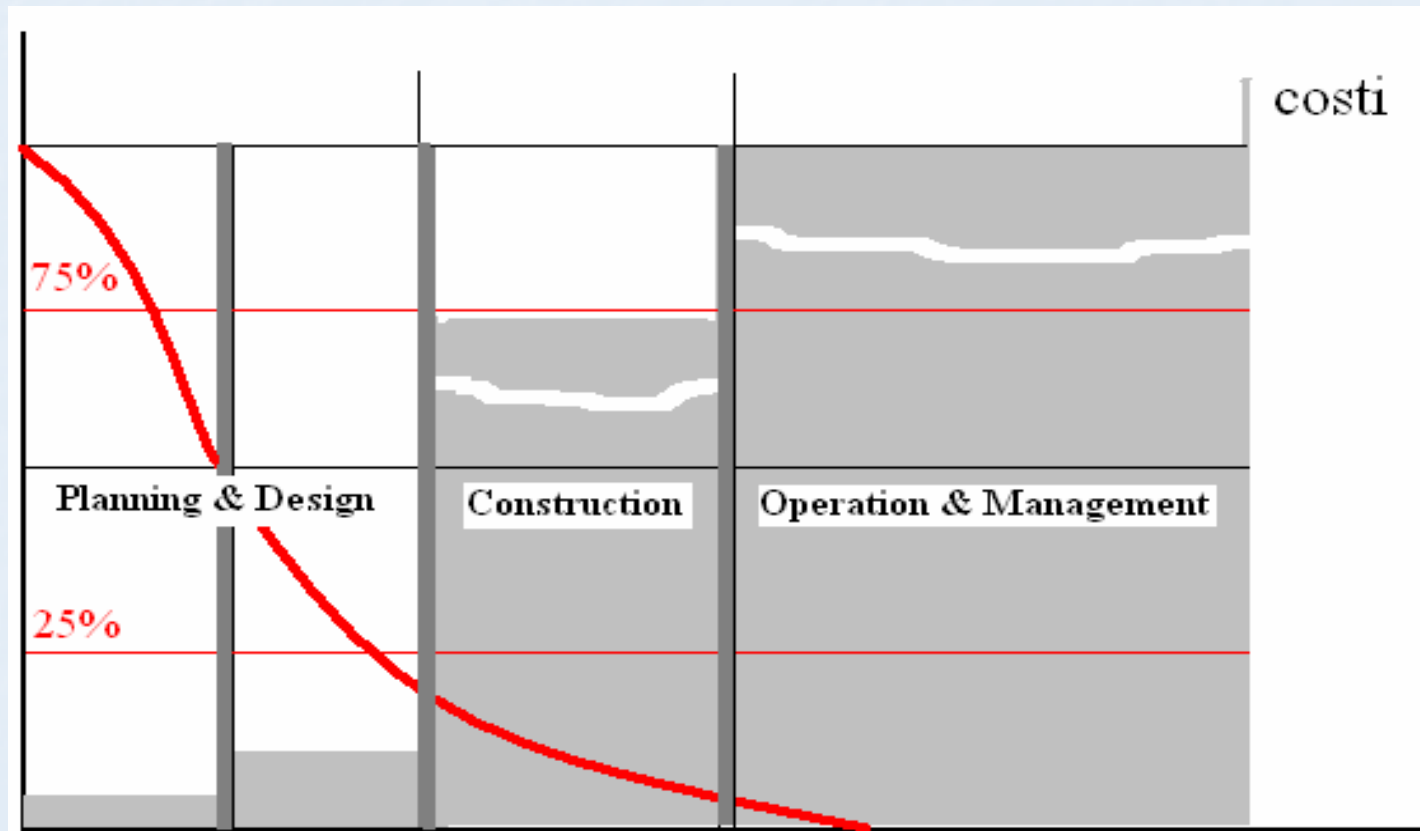
1

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.

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



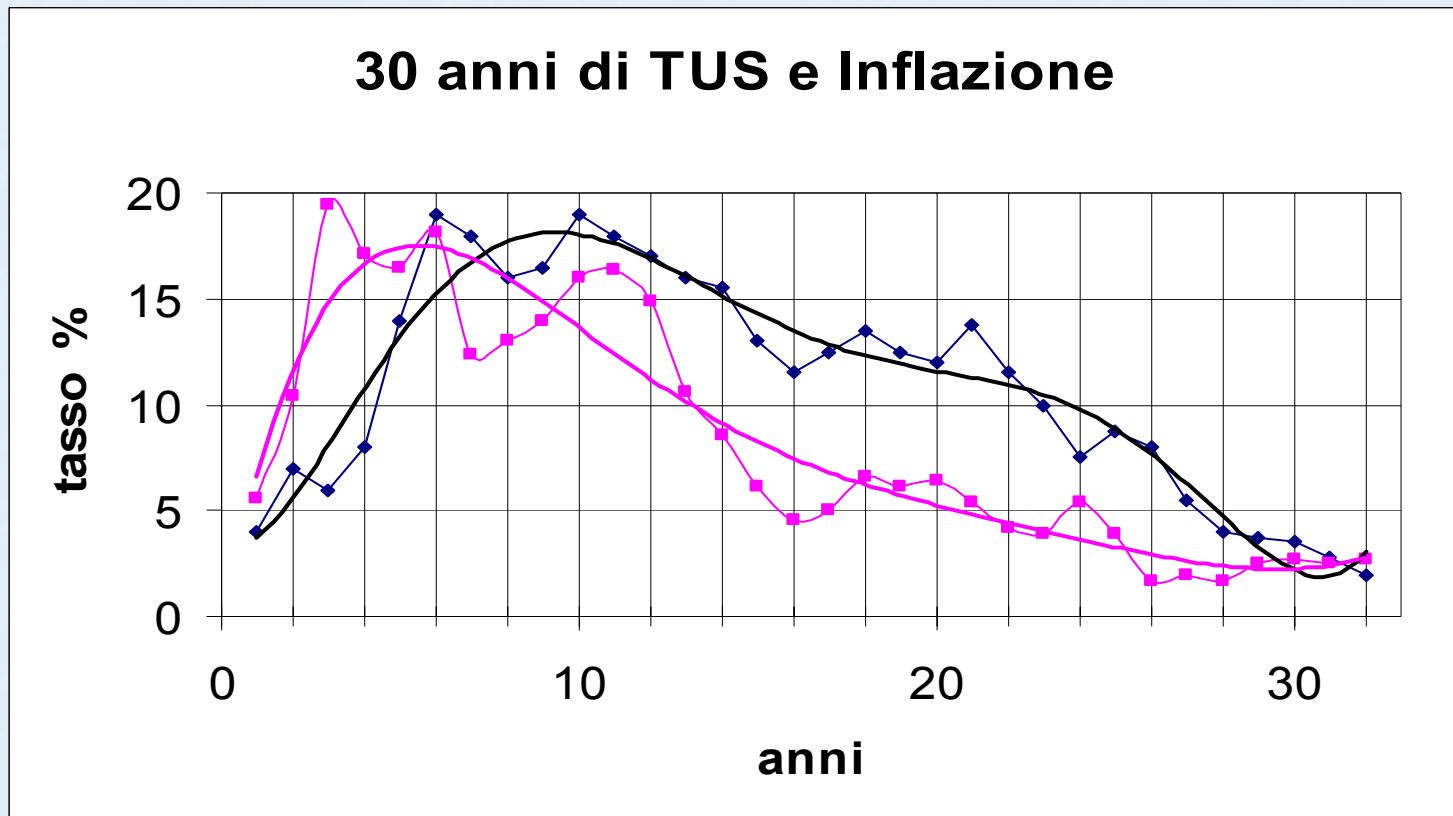
2

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 negli ultimi 30 anni – gestire l'incertezza

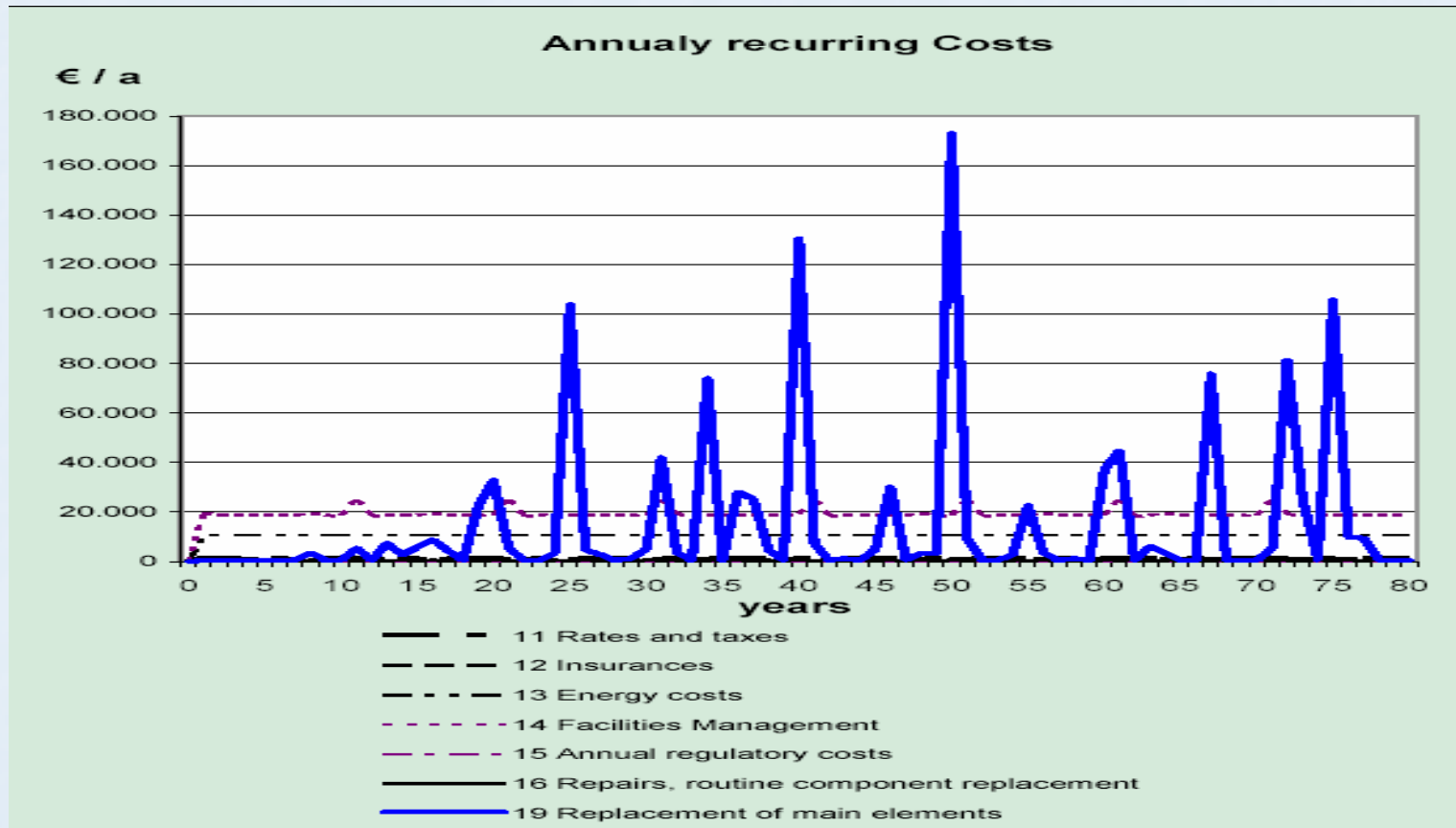


3

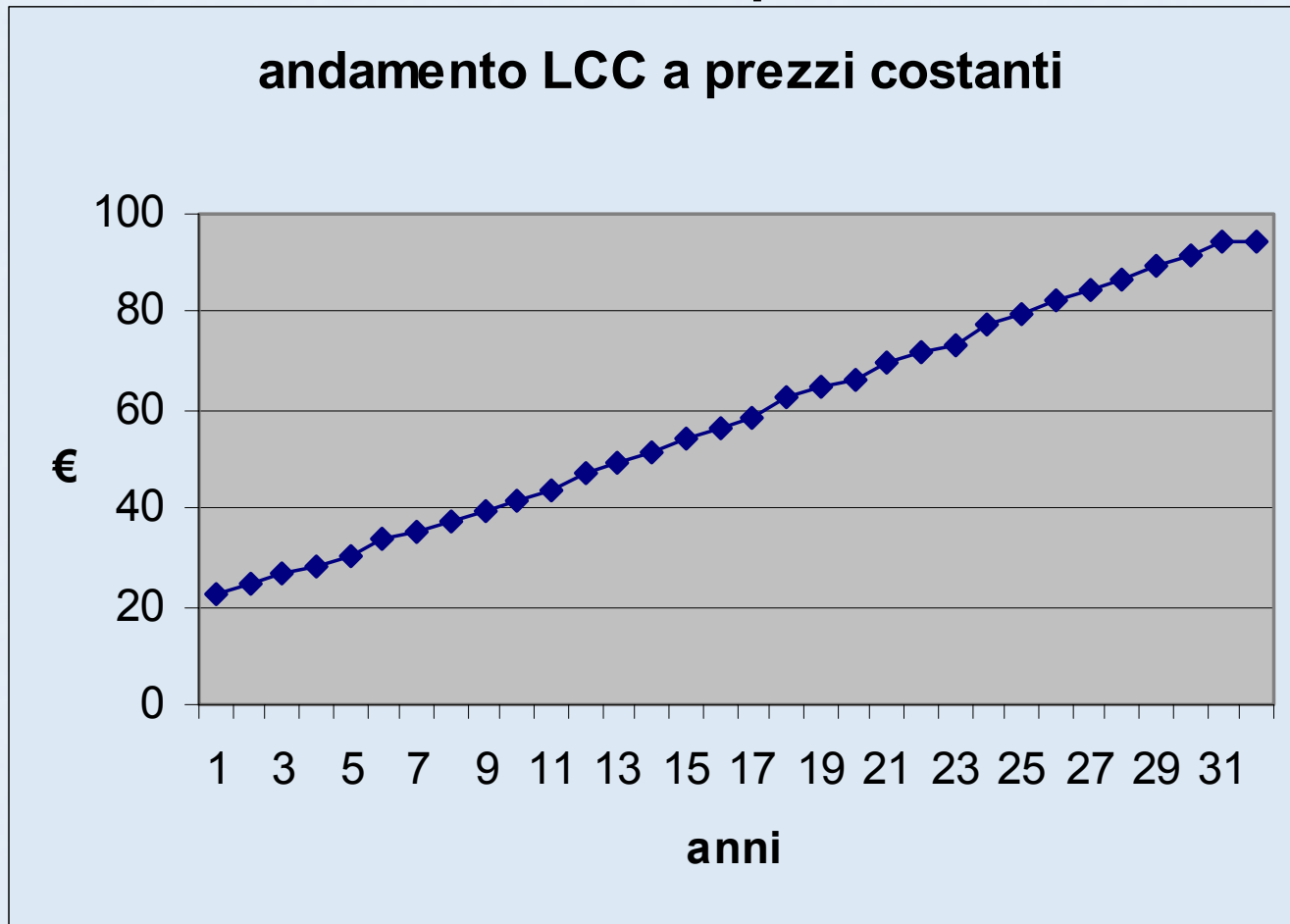
Stabilire i flussi di cassa per ciascuna alternativa esaminata

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 m³



I costi d'uso sono destinati ad aumentare nel tempo



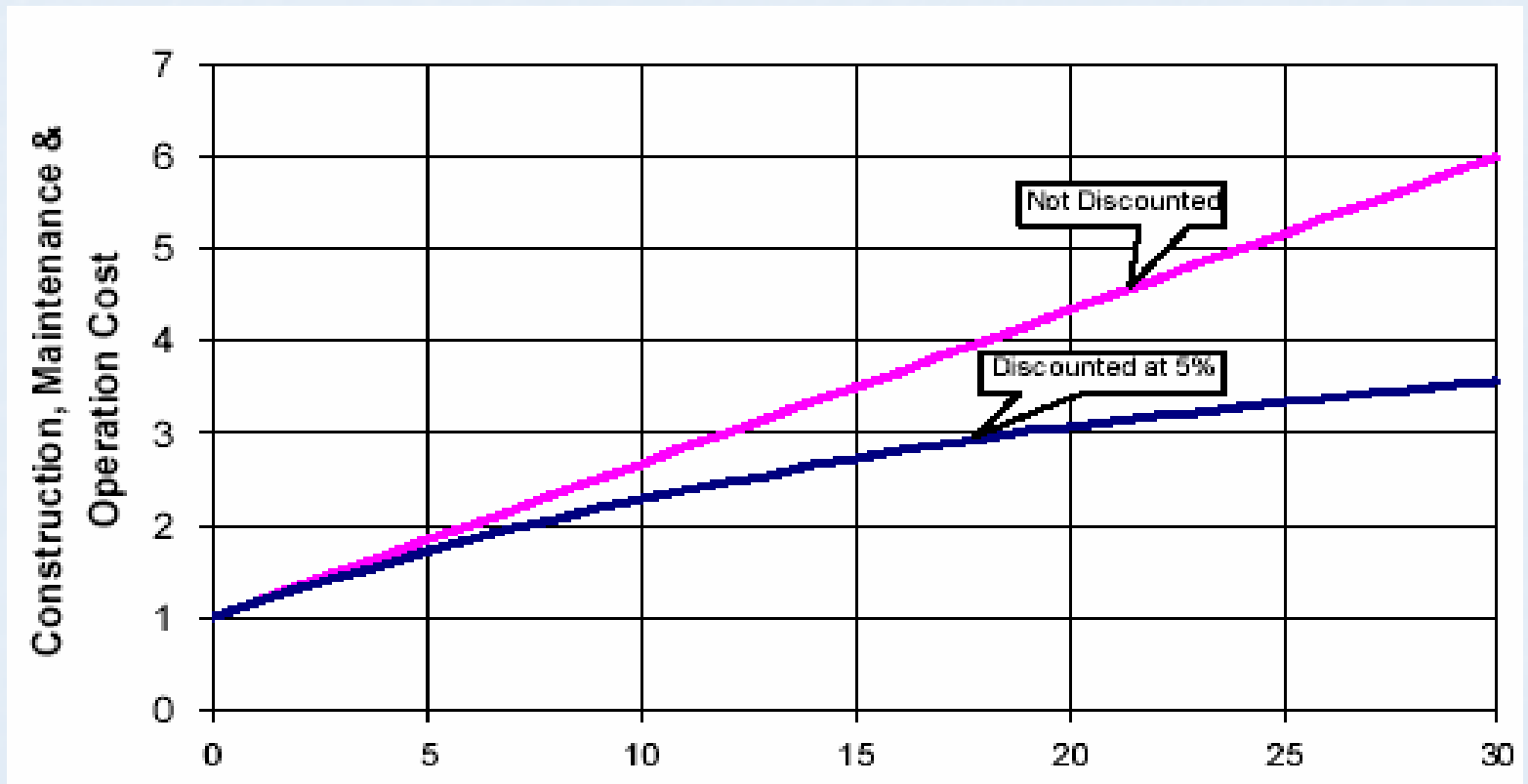
4

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



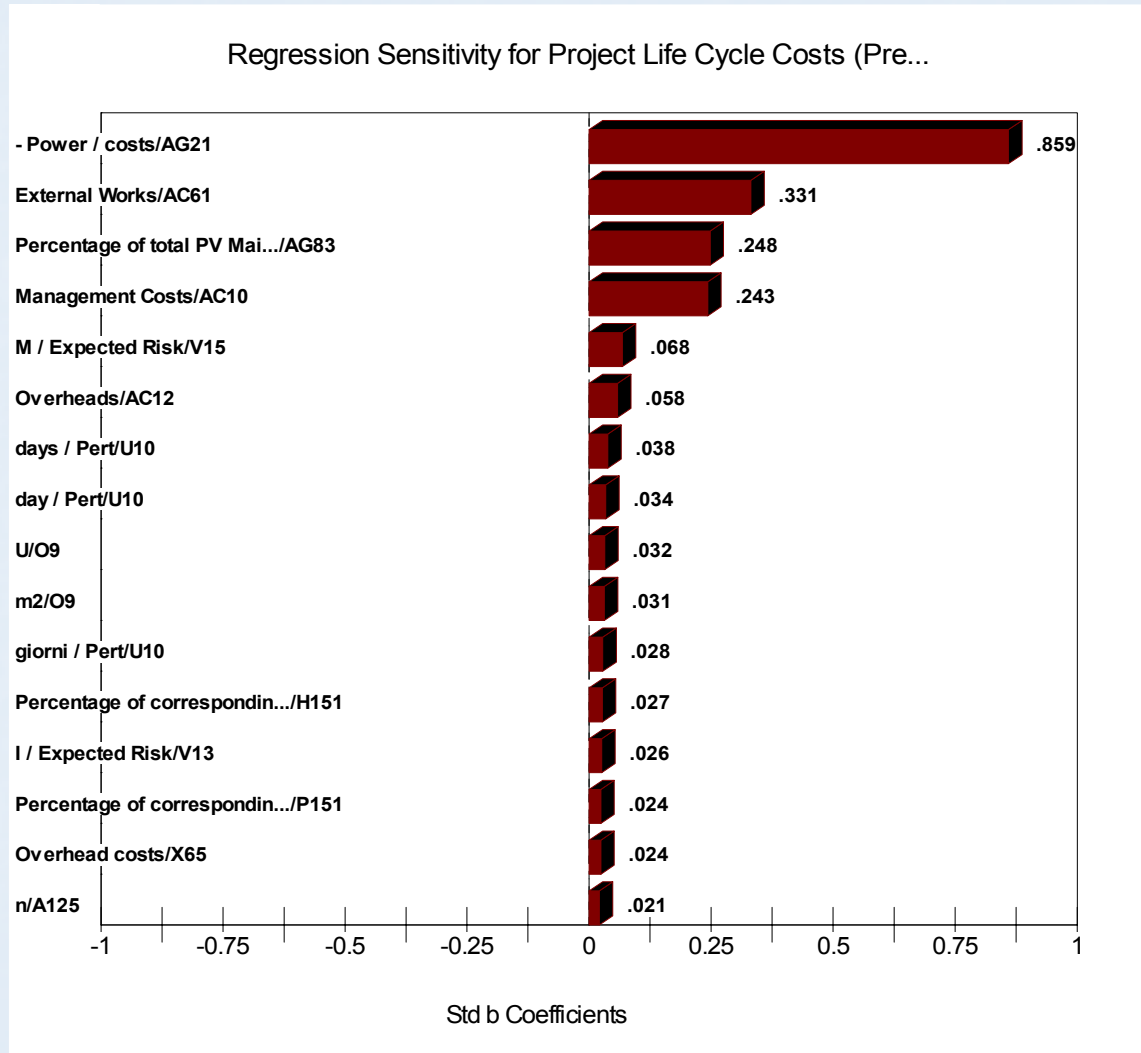
5

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

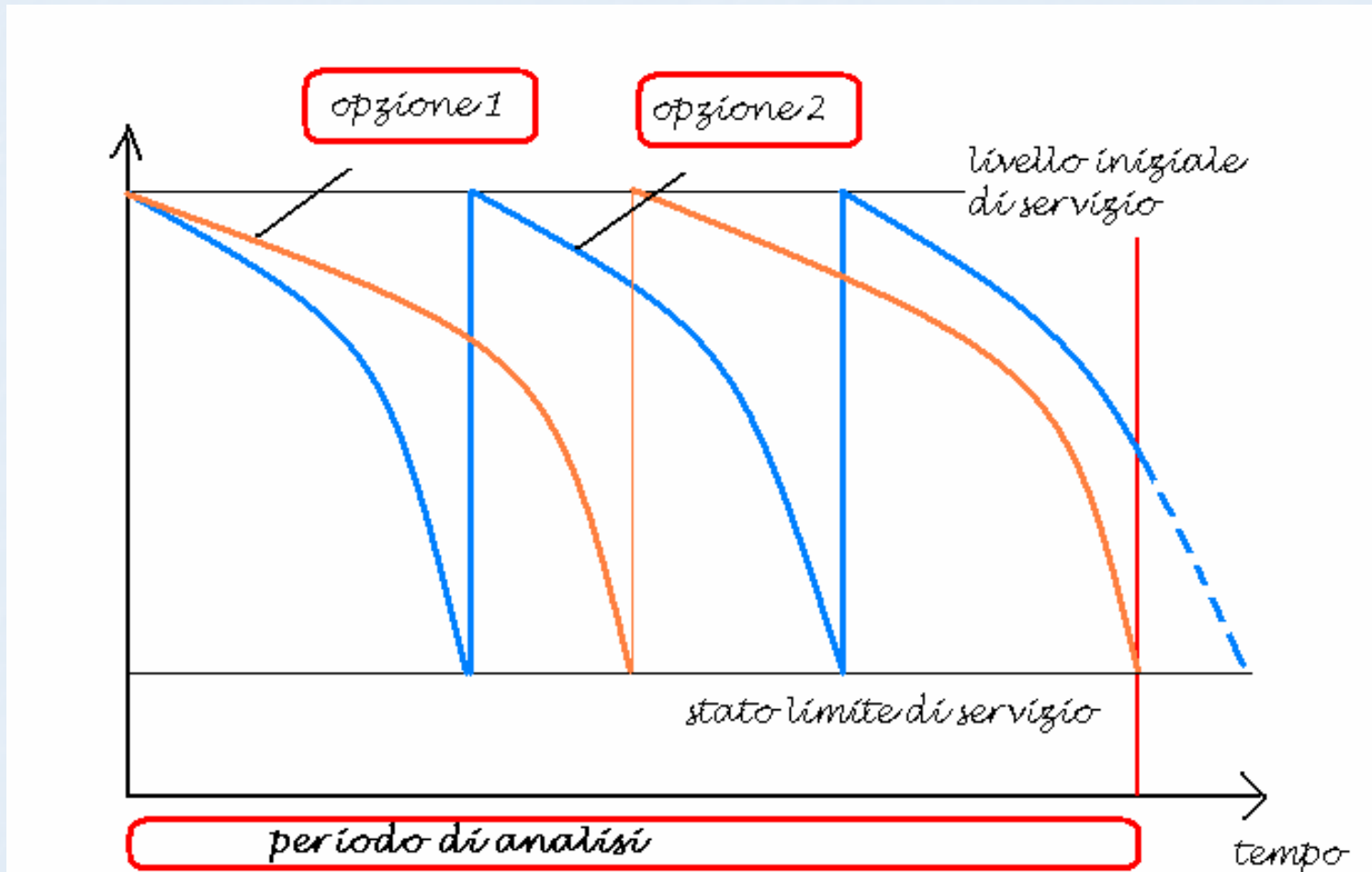


6

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.

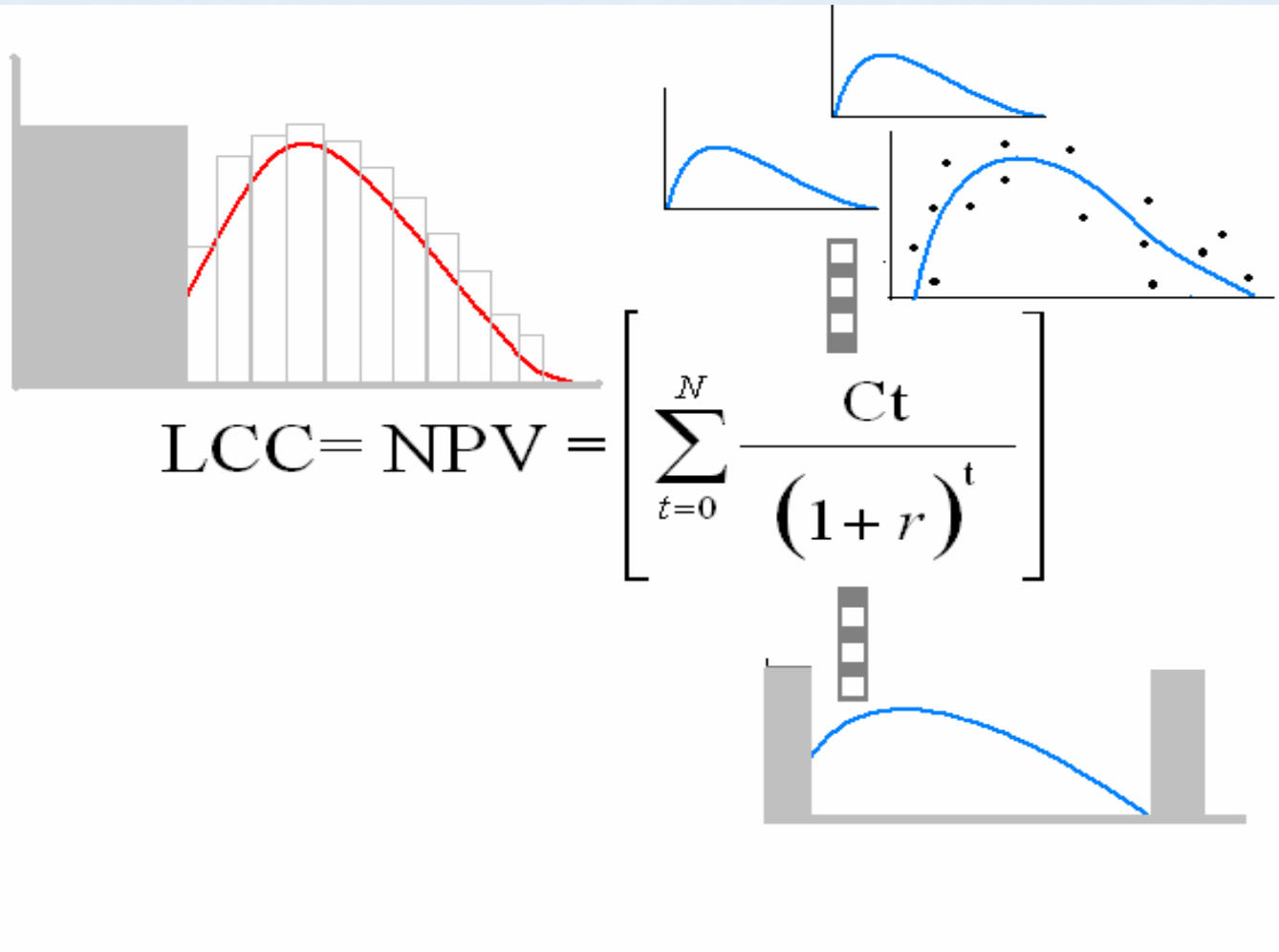
Periodo di analisi e soluzioni alternative



La pratica e lo stato dell'arte

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

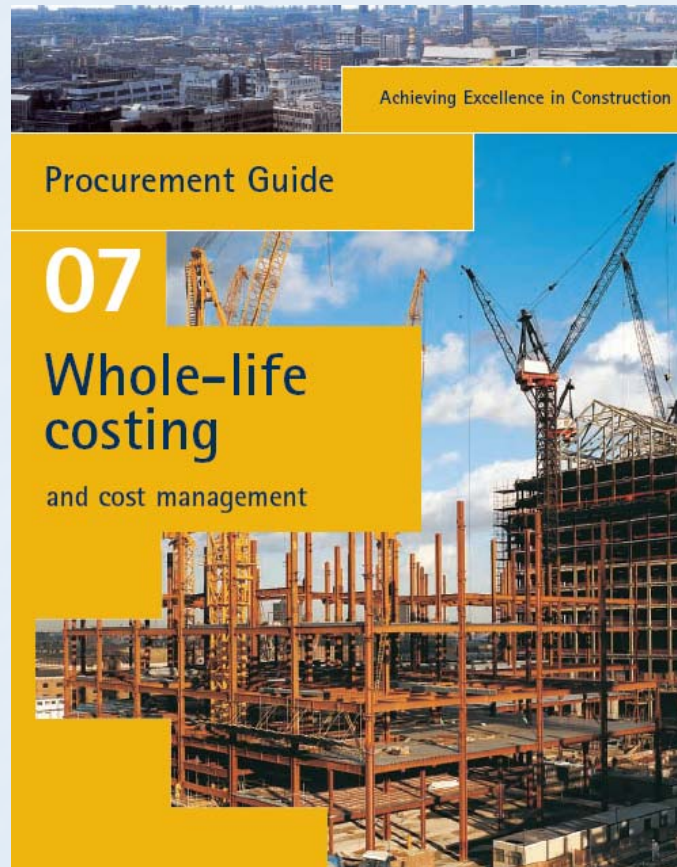
L'approccio probabilistico



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

Esperienze in paesi della UE



Il Progetto



EUROLIFEFORM

EUROpean LIFE PerFORMance



Probabilistic approach for predicting life cycle costs and performance of buildings and civil infrastructure



13 partners from 7 countries as follows:

5. Partners

[Taylor Woodrow, contractor developer \(coordinator\)](#)

Great Britain

[BRE CWLP, research](#)

Great Britain

[Cranfield University](#)

Great Britain

[Villa Real, consultant \(originator\)](#)

Finland

[Carl Bro, consultant](#)

Denmark

[Danish Technical Institute, Research Center](#)

Denmark

[Skanska Jensen, contractor/developer](#)

Denmark

[INEGI, research centre](#)

Portugal

Mota, contractor/developer

Portugal

[Labein, research institute](#)

Spain

[Bilbao RIA 2000, intergovernmental organisation](#)

Spain

[CIS Ecologia, consultant](#)

Italy

[GEK, contractor/developer](#)

Greece

Ipotesi di base

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

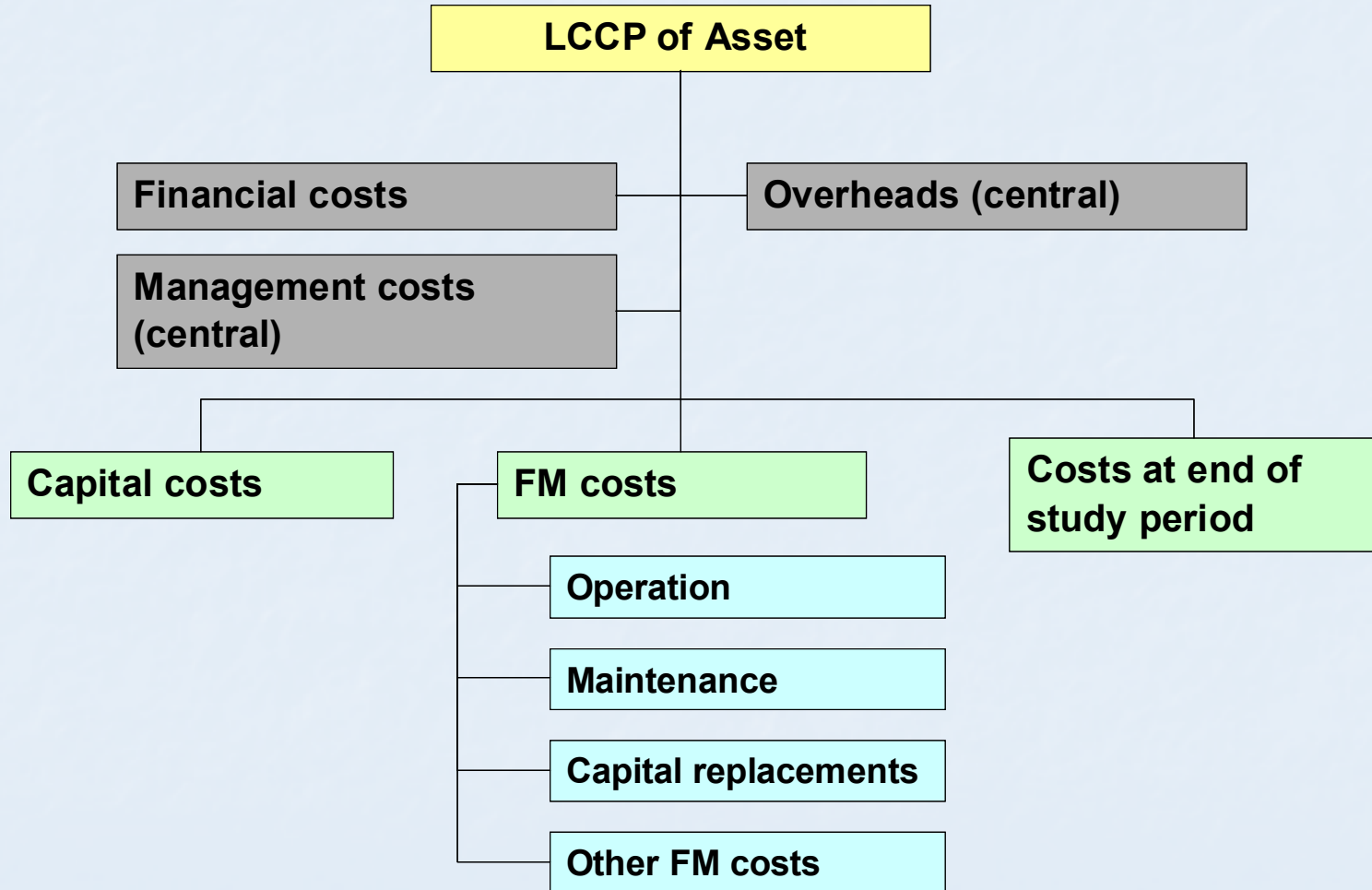
- *Superare la convinzione che i metodi di previsione utilizzati non siano attendibili, così come i dati relativi al costo e al comportamento nel tempo dei componenti dell'opera.*
- *Modificare in maniera sostanziale il modo con cui esso viene utilizzato nella fase di progettazione. Il LCC deve essere 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 livelli di approfondimento

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

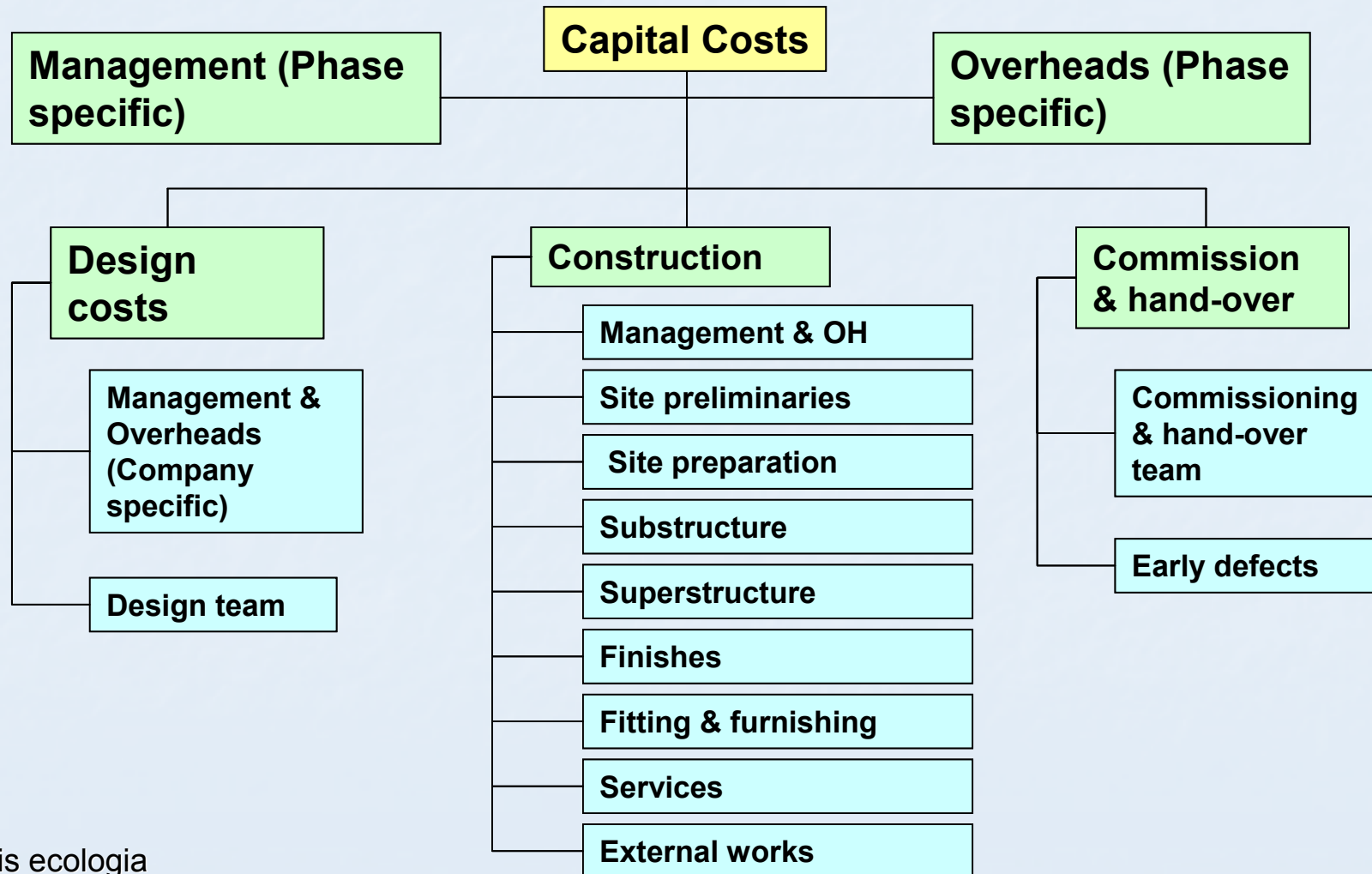
Struttura dei costi e I livelli decisionali 1

Client Brief : Decisioni Strategiche

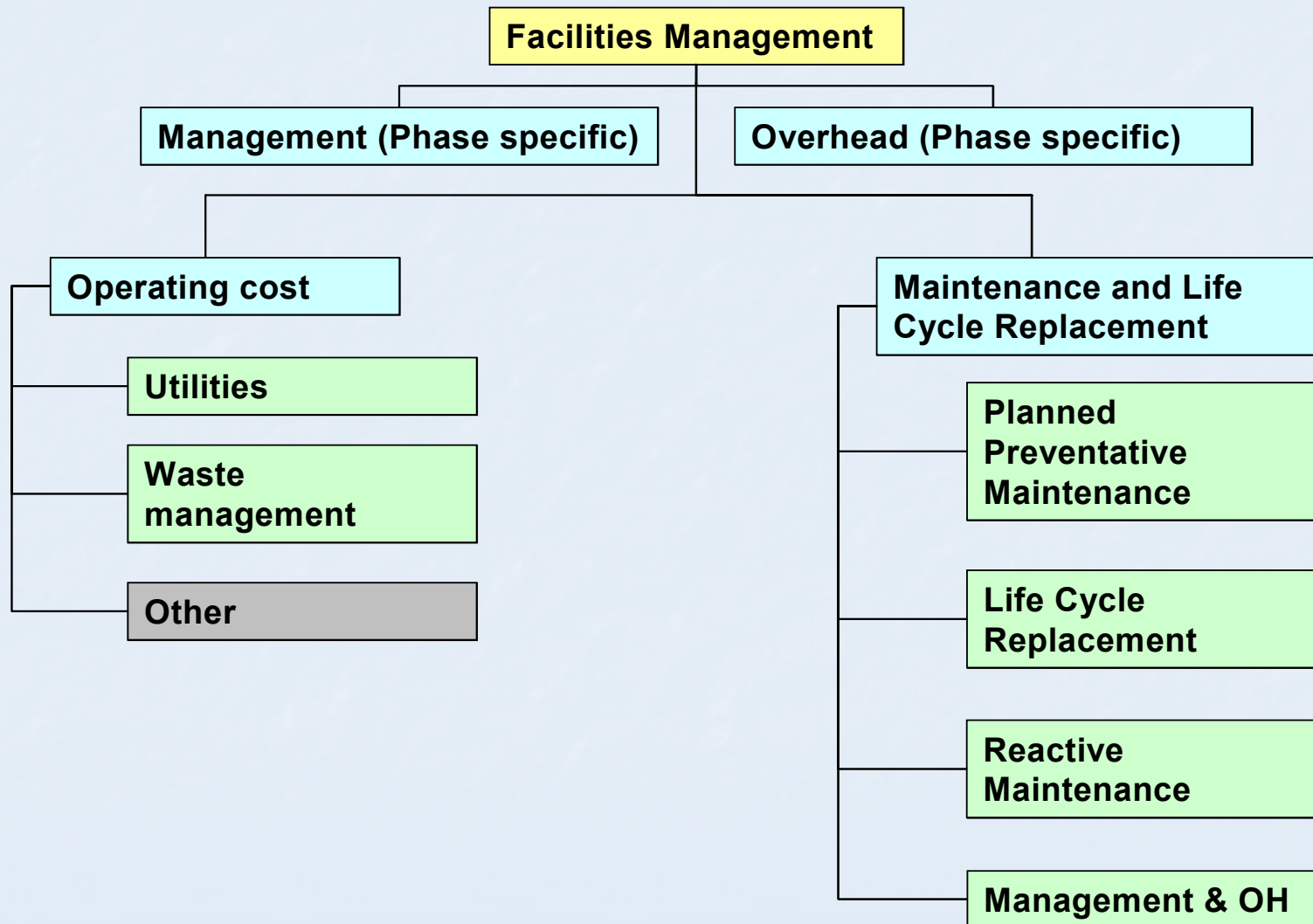


Struttura dei costi e livelli decisionali 2

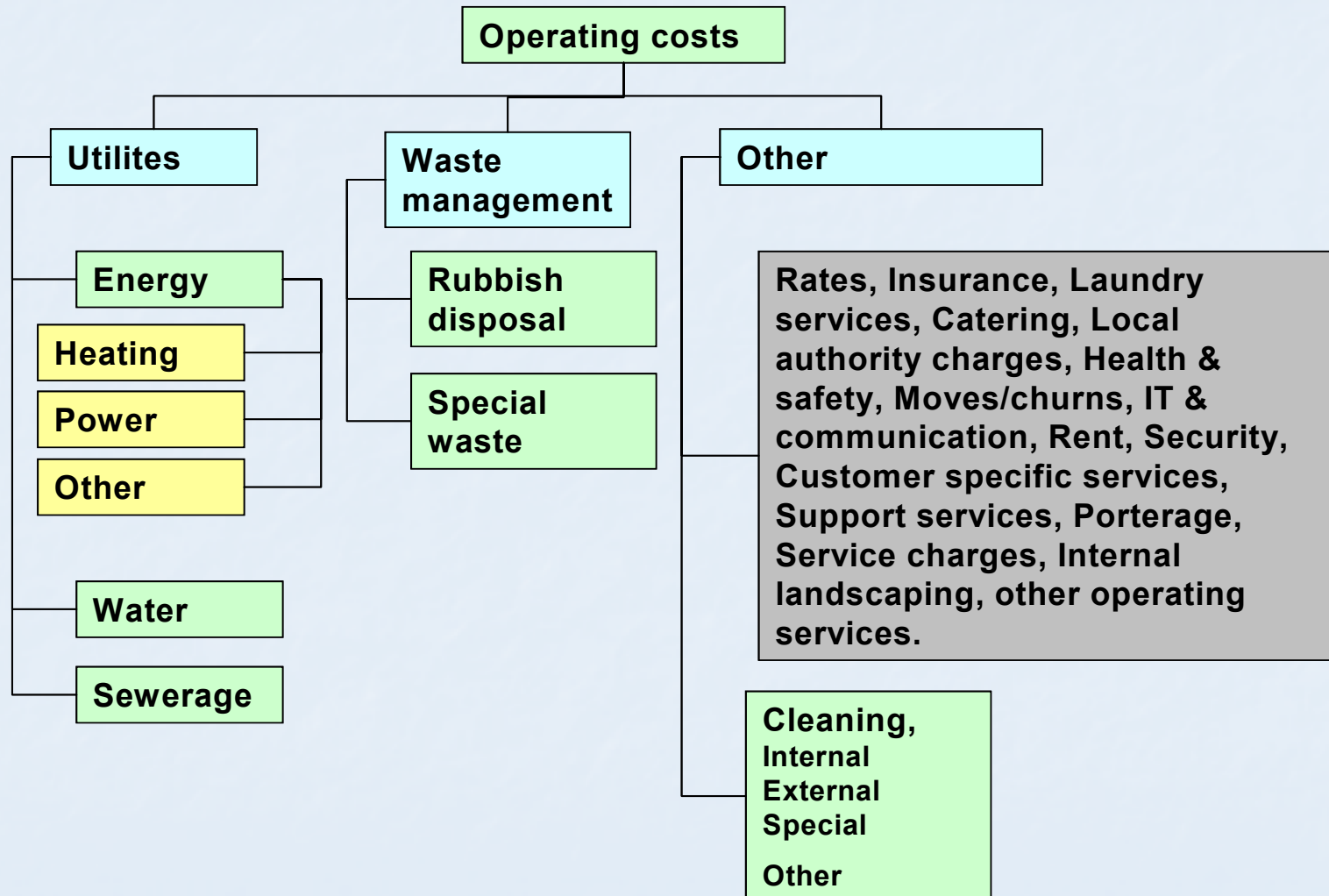
Concept Design Decisioni a livello di sistema



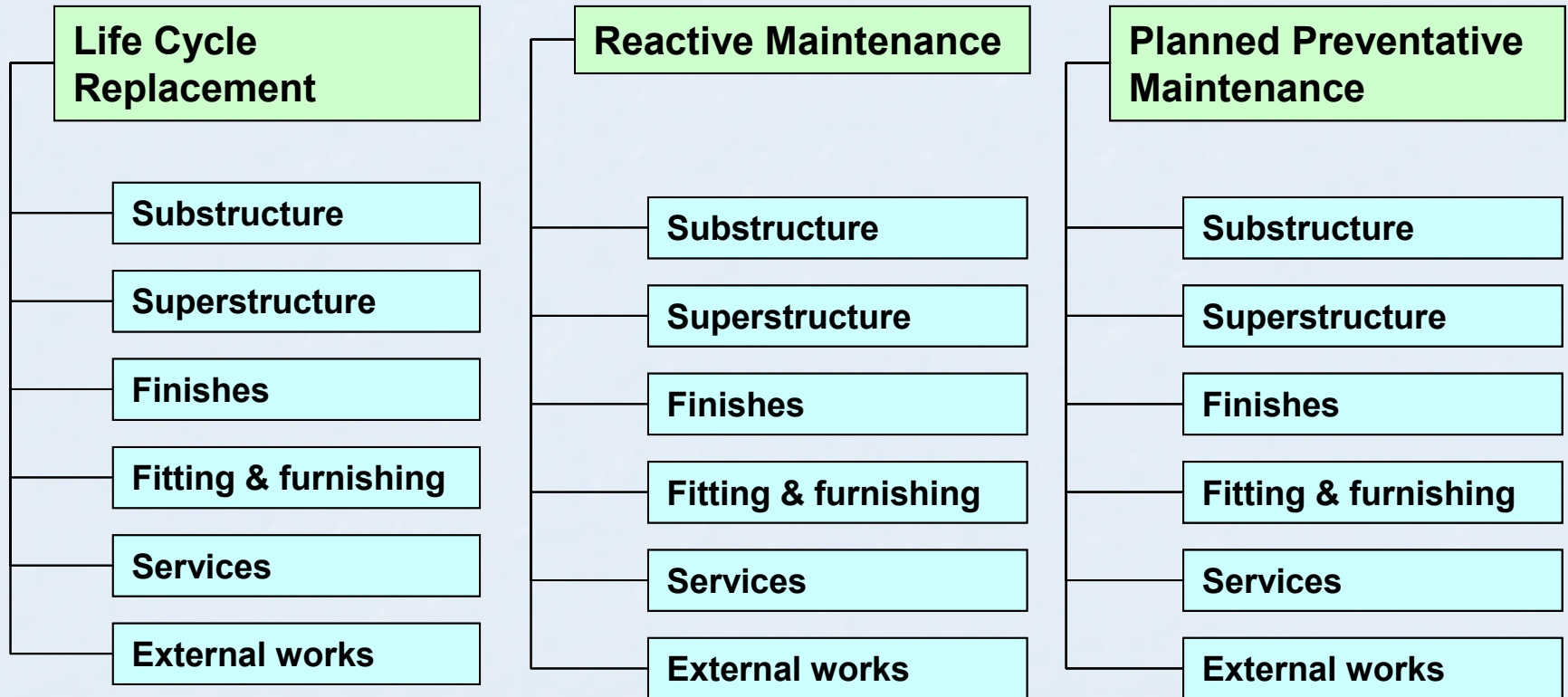
Struttura dei costi e livelli decisionali 2a



Struttura dei costi e livelli decisionali 2b



Struttura dei costi e livelli decisionali 2c

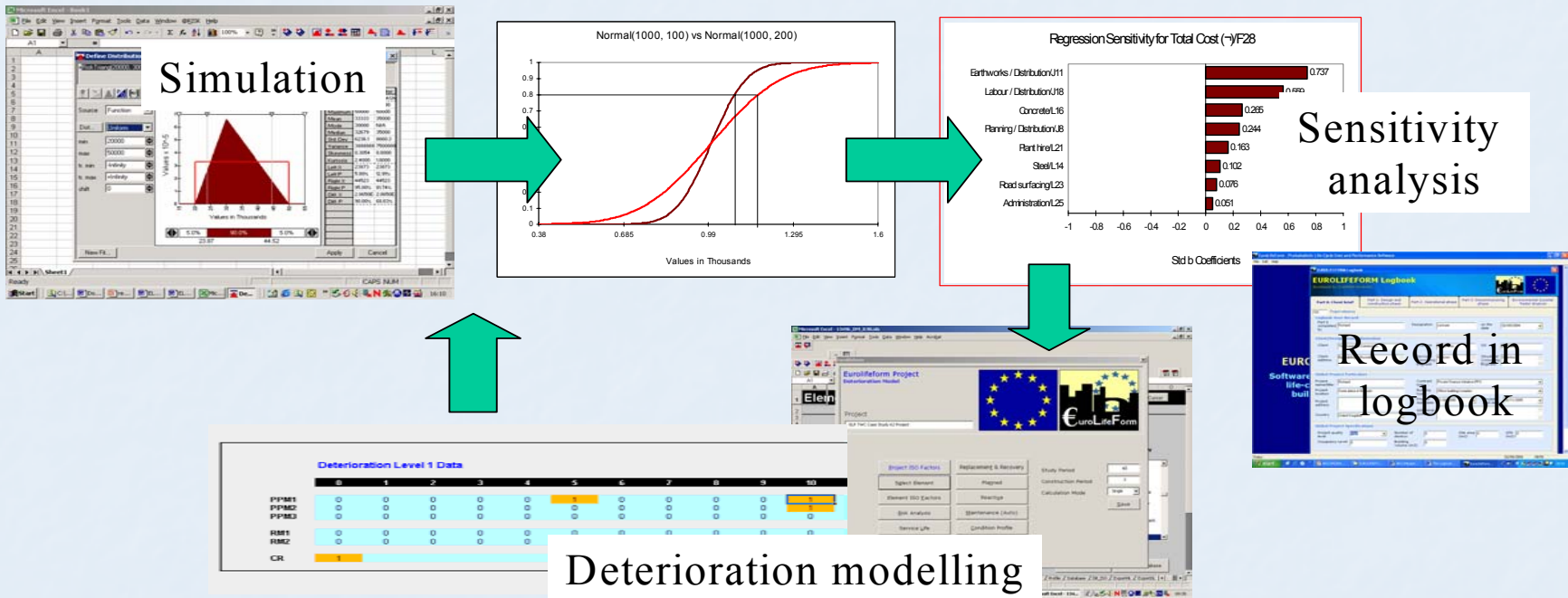


I moduli software

- 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.

Utilizzo iterativo del modello



Gli aspetti innovativi

- Adozione del metodo parametrico ISO 15686 integrato nel modello di deterioramento.
- Introduzione del logbook per registrare le decisioni adottate
- Introduzione del modulo socio-ambientale

Potenziali utilizzatori

<ul style="list-style-type: none">■ Client Brief■ Financing Institutions■ Public Administrations■ Real estate investors	<ul style="list-style-type: none">■ Identification and evaluation of the economic impact of the project during its lifespan (NPV)■ Assessment of the terms of reference and guidelines for implementation.
<ul style="list-style-type: none">■ Concept Design■ Architects■ Consultants■ Researchers	<ul style="list-style-type: none">■ Identification and evaluation of the most efficient design and construction alternative for the major costs. (Sensitivity analysis).■ Definition of the general and detailed technical specifications.
<ul style="list-style-type: none">■ Detailed Design■ Contractors■ Project Managers■ Utilities	<ul style="list-style-type: none">■ Identification of investment and operation cost components at detailed level.■ Deterioration Modelling■ Detailed evaluation of Lifecycle Replacement Costs.

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

Reducing Variability

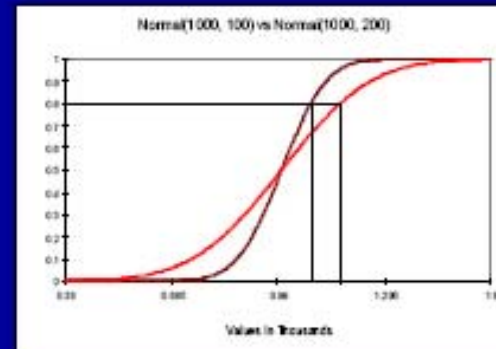
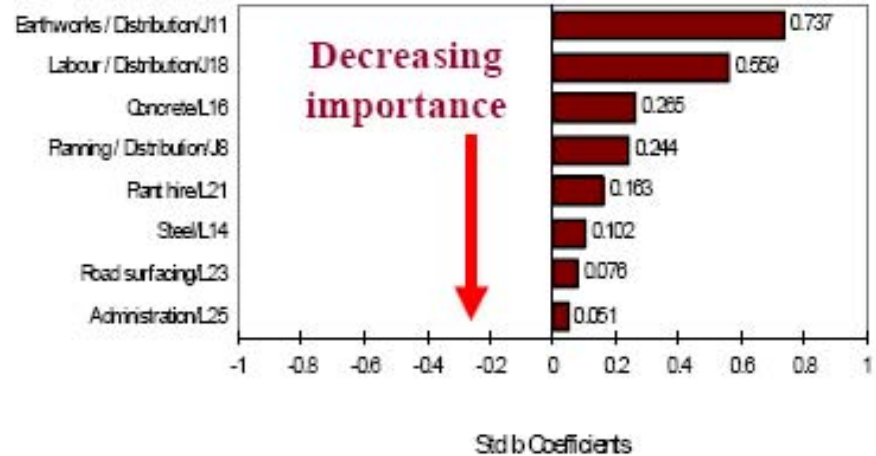
High uncertainty in total cost (red curve). How do we reduce uncertainty?

Identify which factors are important through sensitivity analysis

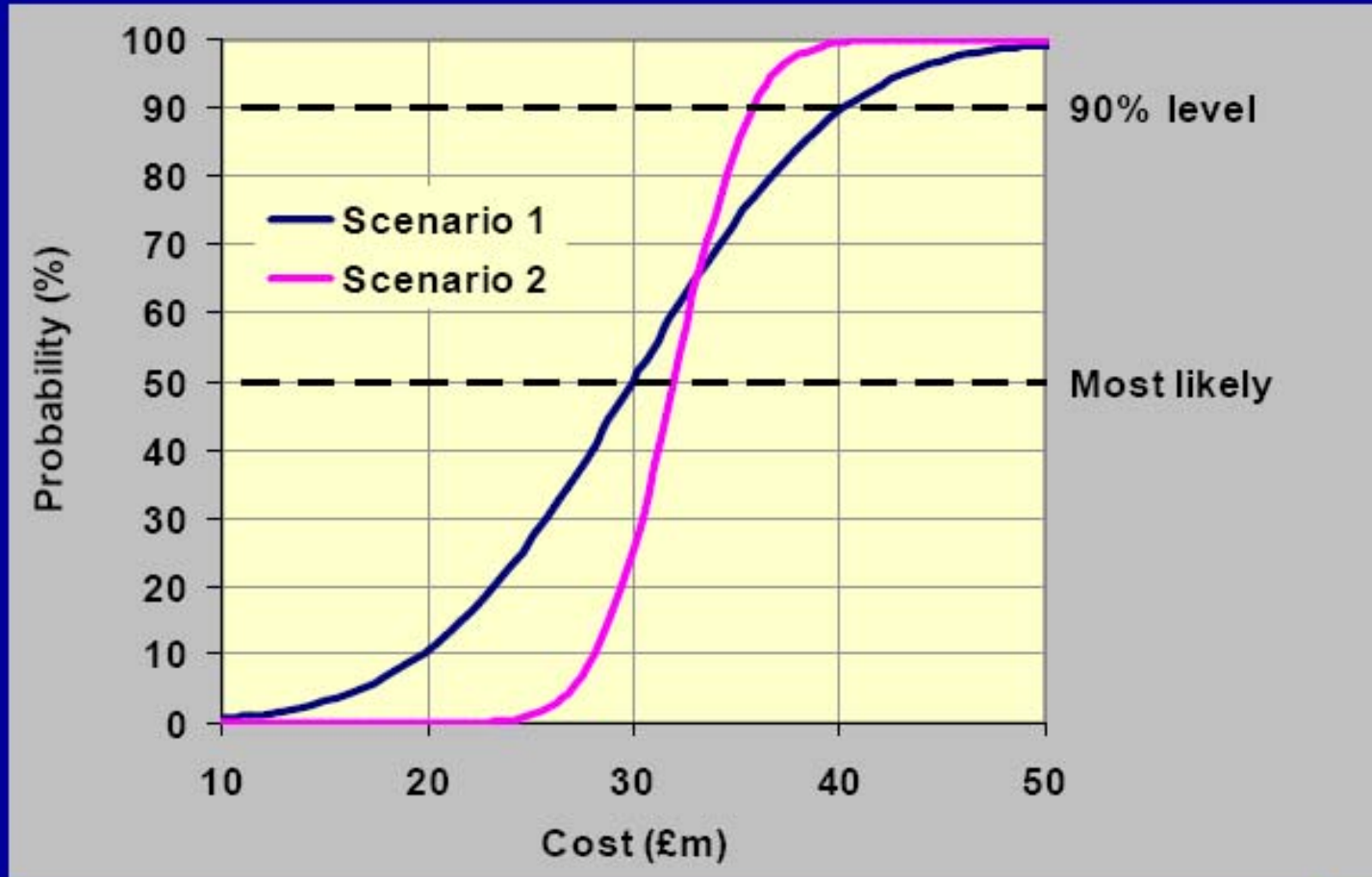
Focus efforts to reduce variability in most critical items

Lower uncertainty (brown curve)

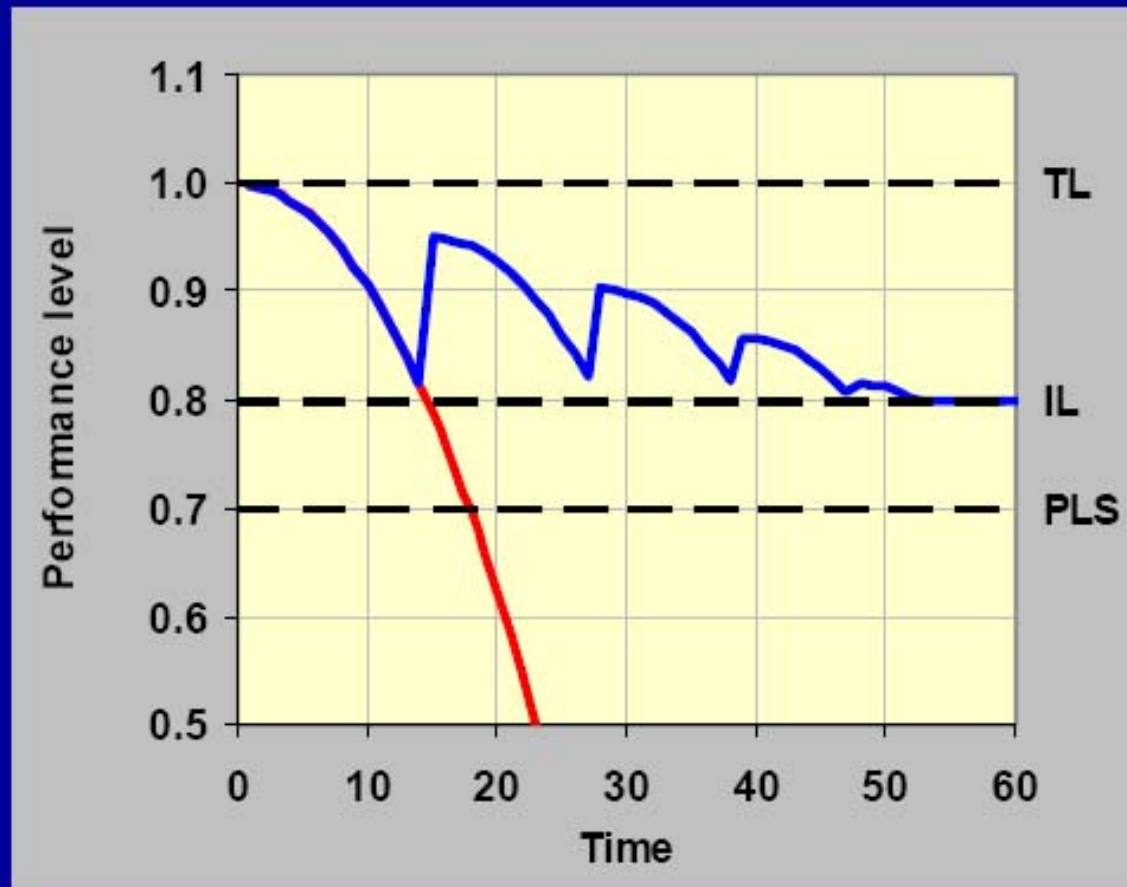
Regression Sensitivity for Total Cost (€)F28



Minimising financial risk



Predicted interventions



Benefits

- **Improved predictability of the cost and performance of an asset.**
- **Quantification of uncertainties using a risk-based approach**
- **More transparent and better-informed decision making.**
- **A safer environment with reduced waste through avoidance of over design or costly repairs.**



Schema del deterioration model

EuroLifeForm - Deterioration Model Structure

