

1° CORSO LA MOBILITÀ SOSTENIBILE

1° La pianificazione e i servizi per la Modulo mobilità sostenibile

La valutazione degli investimenti pubblici nel settore dei trasporti

Ing. Ilaria Henke

Università degli studi di Napoli Federico II

Roma – 28/02/2022



Associazione per il governo regionale,
locale e urbano della mobilità sostenibile



Eventuale
logo
relatore

in collaborazione con

Con il patrocinio di



PROVINCIA
DI COSENZA

Si ringraziano per il loro importante contributo

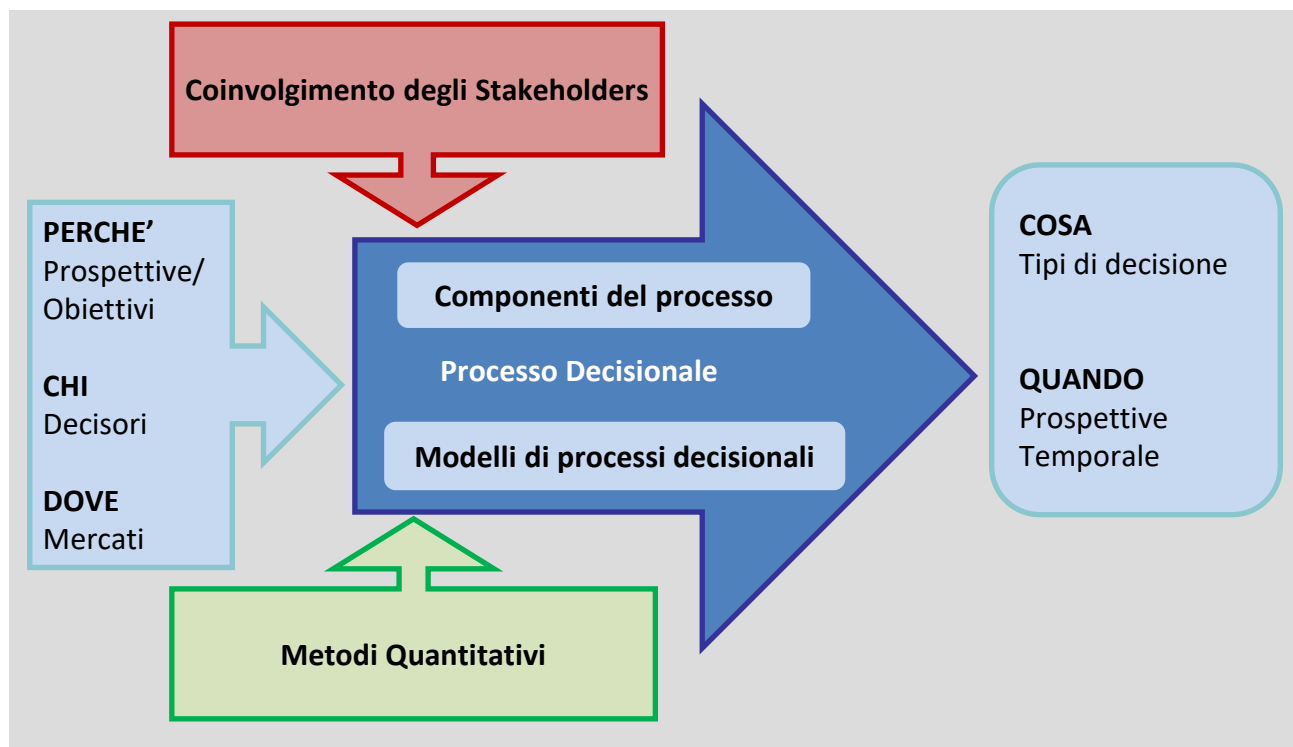


Indice

- Le attività tecniche in un processo decisionale
 - Fase 1: analisi della situazione attuale
 - Fase 2: analisi delle alternative di progetto
 - Fase 3: Analisi di valutazione degli impatti generati dai diversi scenari
- Il nuovo quadro normativo nell'ambito della valutazione degli investimenti
- L'analisi di valutazione
 - Analisi Finanziaria
 - Analisi Economiche
 - L'ABC: un esempio applicativo
 - L'AMC: un esempio applicativo
 - Confronto tra ABC e AMC

Le attività tecniche in un processo decisionale

Il processo decisionale di pianificazione e progettazione dei trasporti è una sequenza di azioni compiute per individuare degli interventi (prendere delle decisioni) sul sistema dei trasporti o sue parti al fine di raggiungere degli obiettivi tenendo conto dei vincoli esistenti



Le attività tecniche in un processo decisionale

Il processo decisionale di pianificazione e progettazione dei trasporti è una sequenza di azioni compiute per individuare degli interventi (prendere delle decisioni) sul sistema dei trasporti o sue parti al fine di raggiungere degli obiettivi tenendo conto dei vincoli esistenti

progetto → ***definizione di interventi
organizzativi e/o fisici
finalizzata alla loro realizzazione
(ad es. infrastrutture, servizi, tariffe,...)***

piano → ***Insieme di bisogni di mobilità e di
possibili progetti connessi, finalizzati
al raggiungimento di un insieme
condiviso di obiettivi nel rispetto di
vincoli prefissati***

Le attività tecniche in un processo decisionale

La pianificazione nel sistema di trasporti

MODELLI INTERPRETATIVI DEI PROCESSI DECISIONALI

PIANIFICAZIONE 1.0 MODELLO A-RAZIONALE

assenza di vision e
analisi quantitative:
shopping list e
mediazione politica
(Legge Obiettivo)

PIANIFICAZIONE 2.0 MODELLO COGNITIVO

- ✓ Vision, obiettivi e strategie
- ✓ analisi quantitative
- ✓ assenza di coinvolgimento portatori di interesse

PIANIFICAZIONE 3.0 MODELLO COGNITIVO + P.E.

Interazione con gli
stakeholder, come
attività centrale al
pari di quelle
tecniche e decisionali,
(Cascetta et al.,
2015)

PIANIFICAZIONE 4.0

PIANO PROCESSO

Attività tecniche,
interazione con gli
stakeholder e
processo di
monitoraggio come
parte integrante per
ridurre l'incertezza

Le attività tecniche in un processo decisionale

RAZIONALITÀ LIMITATA , PE, ANALISI QUANTITATIVE

Analisi della situazione attuale

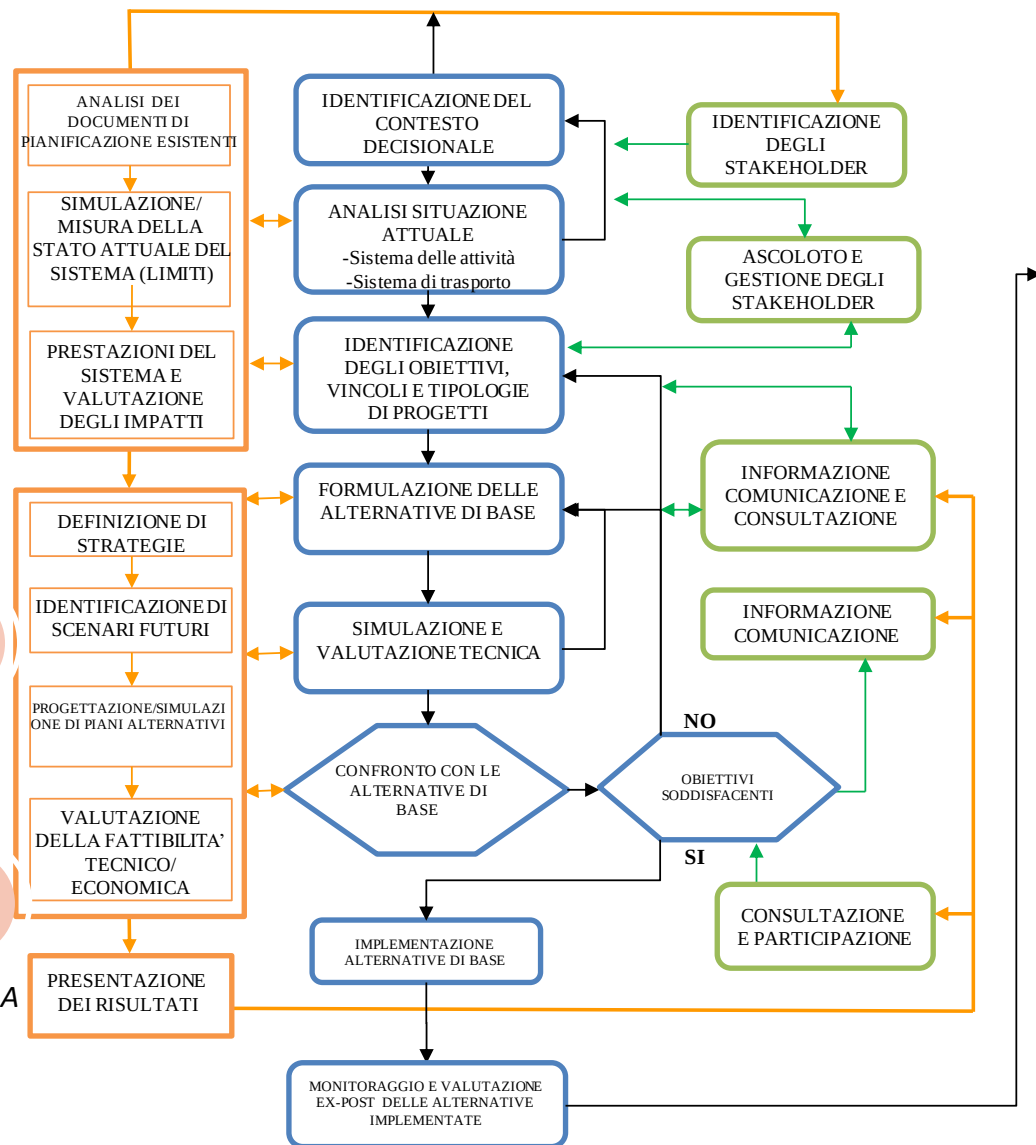
1

Analisi della alternative di progetto

2

Analisi di valutazione degli impatti generati dai diversi scenari

3



Cascetta, E., Cartenì, A., Pagliara, F., & Montanino, M. (2015). A new look at planning and designing transportation systems: A decision-making model based on cognitive rationality, stakeholder engagement and quantitative methods. *Transport policy* 38, 27-39

Le attività tecniche in un processo decisionale

Attività tecniche per la redazione di un piano

Soggetti coinvolti



Fonte: <https://www.sipal.it>

Decisori

Coloro che ricercano gli obiettivi e i vincoli per la scelta di decisioni migliori



Fonte: <https://www.edilportale.com>

Tecnici esperti di analisi dei sistemi di trasporto e della progettazione

Coloro che studiano gli impatti di un progetto negli scenari di intervento e non intervento simulando scenari alternativi

Le attività tecniche in un processo decisionale

Attività tecniche per la redazione di un piano

Soggetti coinvolti



Fonte: <https://www.bmprojectmanagement.com.au/why-effective-stakeholder-engagement-matters/>

Stakeholders istituzionali

Coloro che prendono parte alla decisione degli obiettivi, vincoli e strategie



Fonte: <https://www.wrike.com/blog/project-stakeholder-management-pmchat/>

Stakeholders non istituzionali

Coloro che vengono coinvolti nella realizzazione e confronto dei progetti

Indice

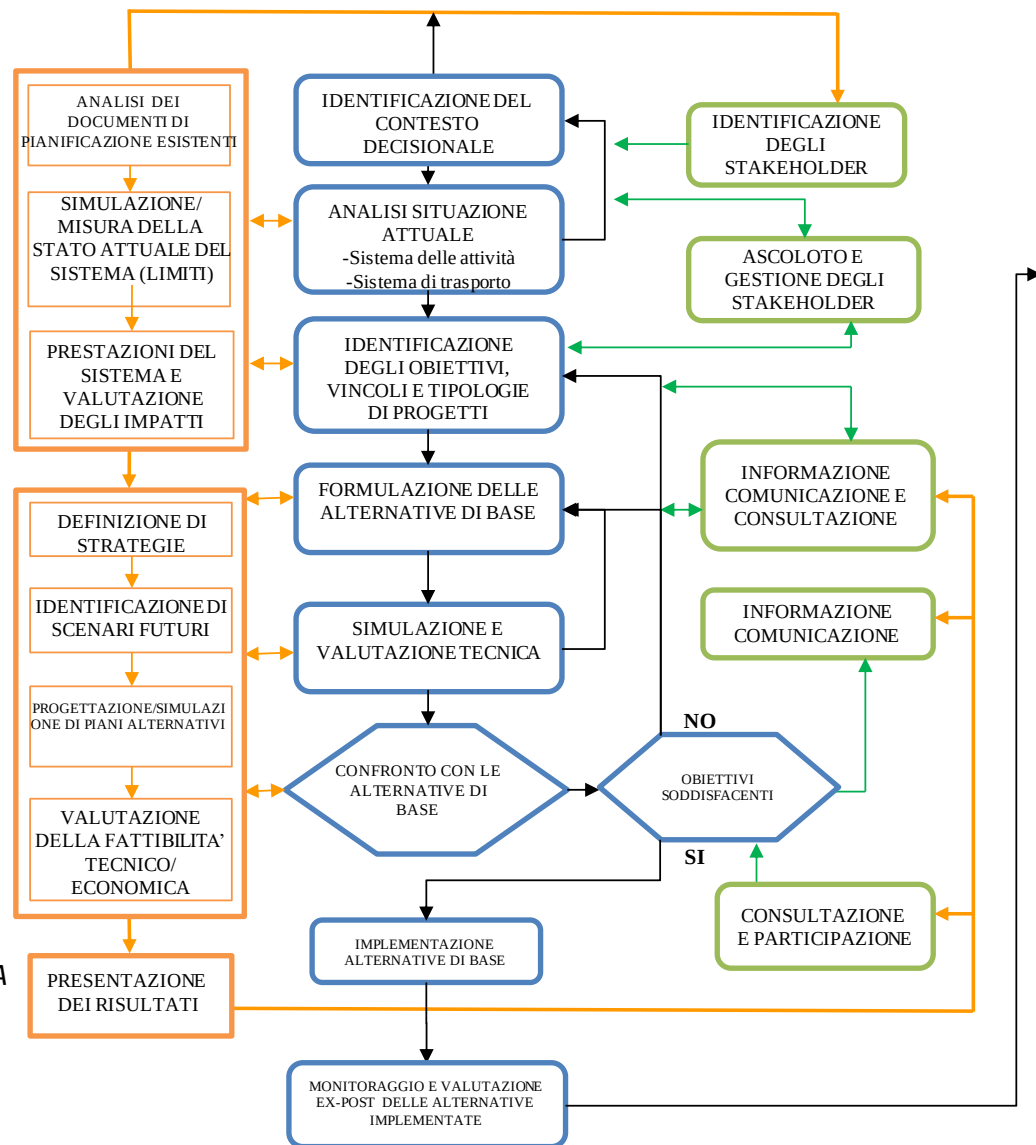
- Le attività tecniche in un processo decisionale
 - **Fase 1: analisi della situazione attuale**
 - Fase 2: analisi delle alternative di progetto
 - Fase 3: analisi di valutazione degli impatti generati da diversi scenari
- Il nuovo quadro normativo nell'ambito della valutazione degli investimenti
- L'analisi di valutazione
 - Analisi Finanziaria
 - Analisi Economiche
 - L'ABC: un esempio applicativo
 - L'AMC: un esempio applicativo
 - Confronto tra ABC e AMC

Le attività tecniche in un processo decisionale

RAZIONALITÀ LIMITATA , PE, ANALISI QUANTITATIVE

Analisi della situazione attuale

1



Cascetta, E., Carteni, A., Pagliara, F., & Montanino, M. (2015). A new look at planning and designing transportation systems: A decision-making model based on cognitive rationality, stakeholder engagement and quantitative methods. *Transport policy*, 38, 27-39.

Fase 1: analisi della situazione attuale

Attività tecniche funzionali

Attività comuni a: piani direttori, piani di settore, studi di fattibilità e piani aziendali

0. analisi dei documenti di pianificazione esistenti
1. caratterizzazione temporale e spaziale del sistema di trasporto
2. analisi dell'ambiente fisico, geologico e geotecnico
3. analisi dell'assetto socio-economico
4. rilevazione dell'offerta di trasporto
5. stima della domanda di mobilità
6. analisi dell'assetto istituzionale
7. studio dell'organizzazione delle aziende di trasporto
8. implementazione del modello di offerta e del modello di domanda

Il grado di dettaglio dello svolgimento di ciascuna fase risulta funzionale alla tipologia di piano o progetto da realizzare, nonché al livello territoriale.

Fase 1: analisi della situazione attuale

Attività preliminari

Analisi documenti di pianificazione esistenti

☐ **Integrazione verticale:**

- accogliere piani e programmi esistenti per il raggiungimento degli obiettivi della collettività, tenendo conto della:
 - *gerarchia per competenza*
 - *gerarchia istituzionale*

☐ **Integrazione orizzontale**

- organizzare le decisioni prese in ambiti differenti da quello dei trasporti, come il coordinamento tra un piano territoriale e uno ambientale.

Fase 1: analisi della situazione attuale

Attività preliminari

Attività tecniche 1

Caratterizzazione temporale

Intervallo di analisi

Intervallo di simulazione

Caratterizzazione spaziale

Delimitazione area
di studio

Suddivisione in zone di
traffico

Fase 1: analisi della situazione attuale

Attività preliminari

Attività tecniche 1

Caratterizzazione temporale

Intervallo di analisi

Intervallo di simulazione

Caratterizzazione spaziale

Delimitazione area
di studio

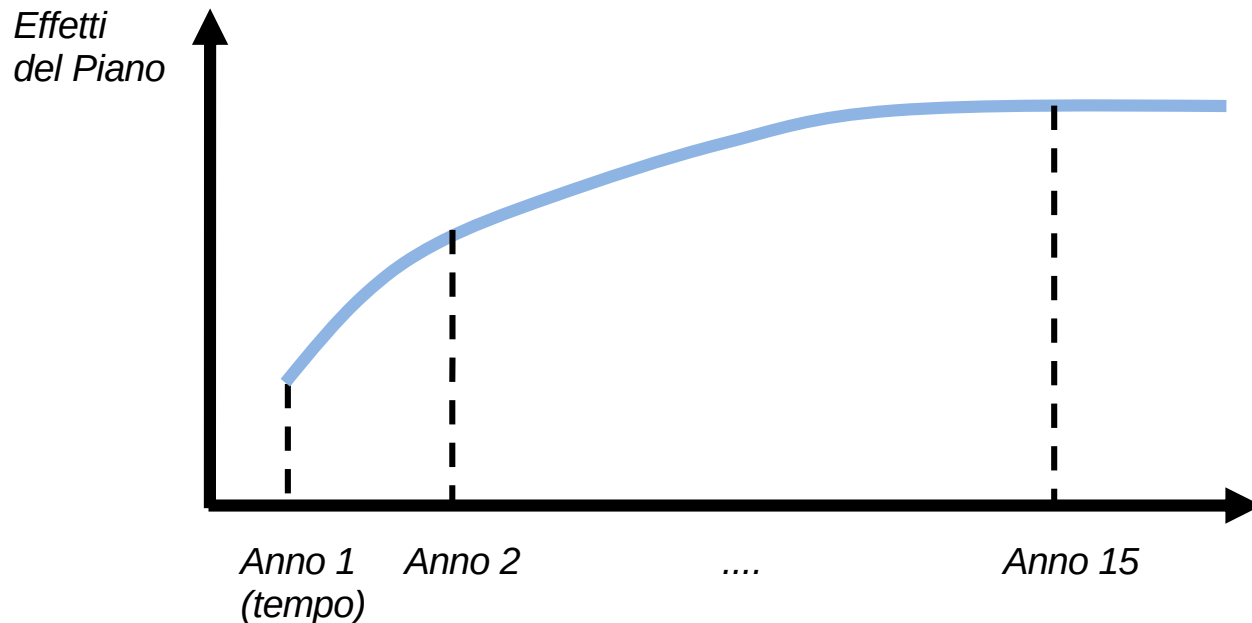
Suddivisione in zone di
traffico

Fase 1: analisi della situazione attuale

Attività preliminari

Attività tecniche 1

Definizione dell'intervallo di analisi (anno obiettivo: es. 15 anni)



Fase 1: analisi della situazione attuale

Attività preliminari

Attività tecniche 1

La caratterizzazione temporale: l'*intervallo di analisi*

☐ Pianificazione strategica:

in genere maggiore di 5 anni, consigliabile intorno ai 15 anni e, in ogni caso da confrontare con la vita utile del piano/progetto.

☐ Pianificazione tattica:

inferiore o al più pari a 3 anni in base alla tipologia di piano/progetto da realizzare

☐ Pianificazione operativa:

inferiore o al più pari a 1 anno a seconda della tipologia di piano/progetto da realizzare

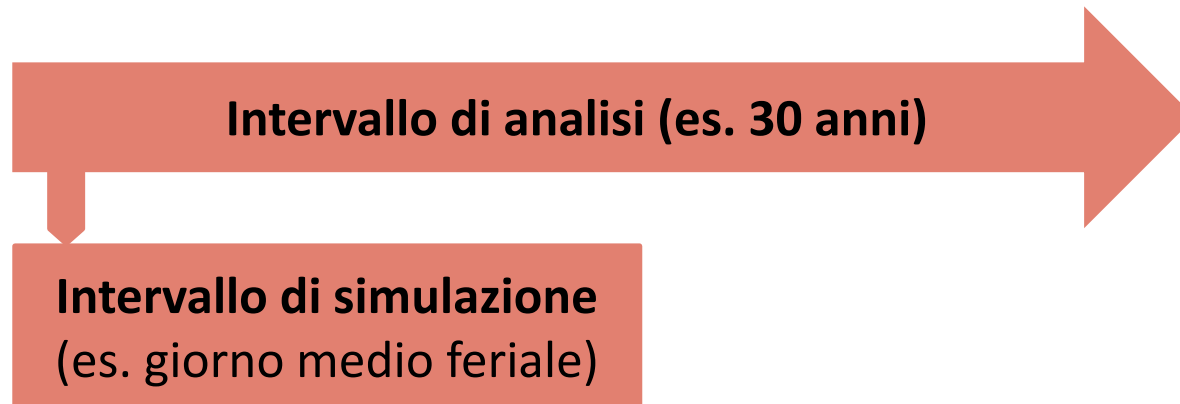
Fase 1: analisi della situazione attuale

Attività preliminari

Attività tecniche 1

Intervallo/i di simulazione

periodo di tempo rispetto al quale si può ipotizzare che i flussi di domanda e le condizioni di funzionamento del sistema siano costanti (almeno in valore medio)



ATTENZIONE!!! Si può fare l'errore di stendere la domanda su un intervallo più grande o più piccolo

Fase 1: analisi della situazione attuale

Attività preliminari

Attività tecniche 1

Intervallo/i di simulazione

La stima degli impatti di un piano/progetto sul sistema dei trasporti richiede che vengano simulati tutti i possibili intervalli di simulazione.

Questo comporta la necessità di dover distinguere:

- ☐ *anni* diversi considerando i “trend” dei flussi di domanda
- ☐ *mesi* diversi (estate, inverno)
- ☐ *giorni* diversi (festivi, feriali)
- ☐ *ore* diverse (ora di punta del mattino e della sera)

Fase 1: analisi della situazione attuale

Attività preliminari

Attività tecniche 1



Fase 1: analisi della situazione attuale

Caratterizzazione spaziale

Esempio

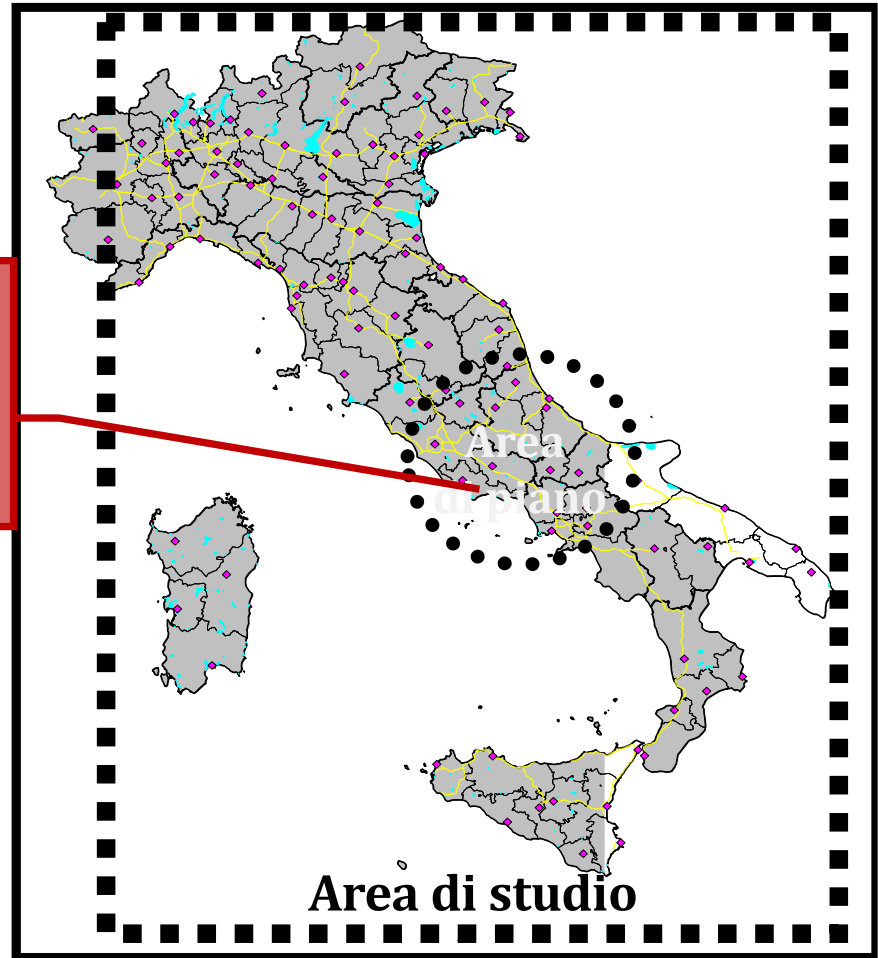


Fase 1: analisi della situazione attuale

Caratterizzazione spaziale

Esempio

Simulazione dell'alta
velocità tra
Roma e Napoli



Fase 1: analisi della situazione attuale

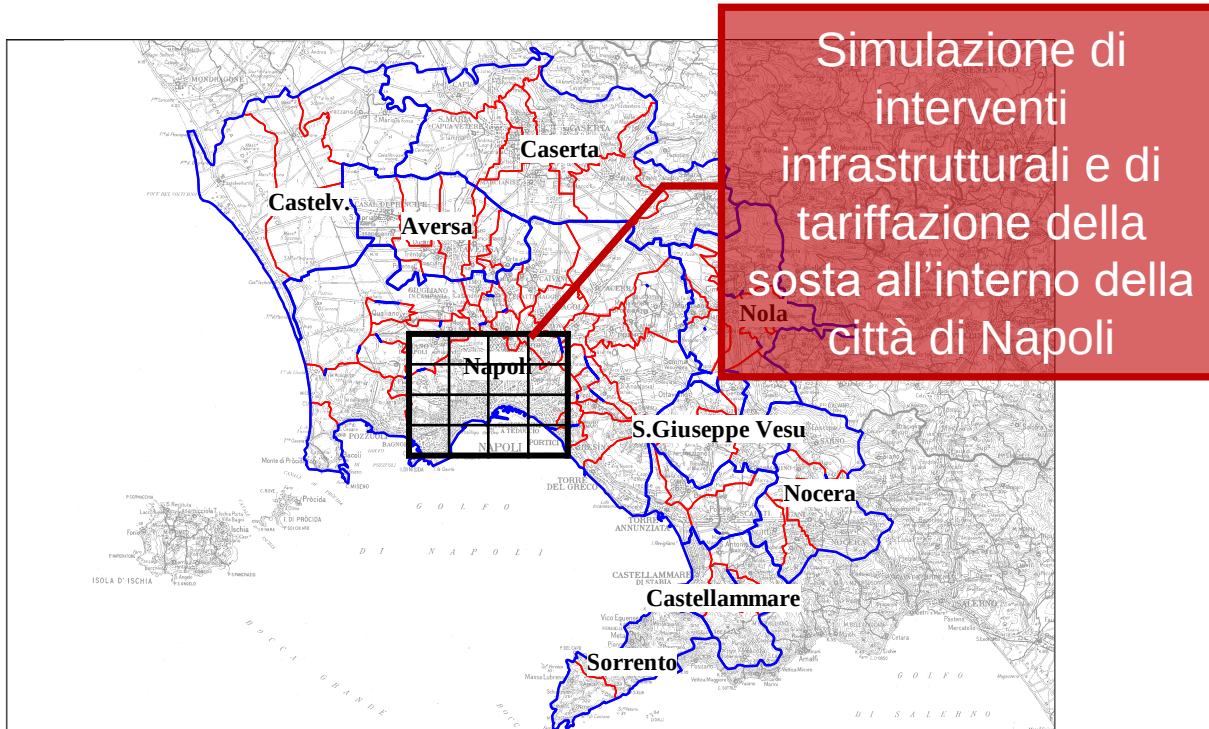
Caratterizzazione spaziale

- Per studiare gli spostamenti degli utenti di un sistema di trasporto occorre definire dove inizia (origine) e dove termina (destinazione) lo spostamento.
- Il territorio viene schematizzato in **zone di traffico**, cioè origini e/o destinazioni elementari vengono raggruppate in zone con caratteristiche omogenee di accessibilità.
- Per schematizzare tali zone si fa riferimento a dei nodi detti “centroidi”
- punti virtuali dai quali si prevede che abbiano origine e destinazione gli spostamenti elementari della zona

Fase 1: analisi della situazione attuale

Caratterizzazione spaziale

Esempio



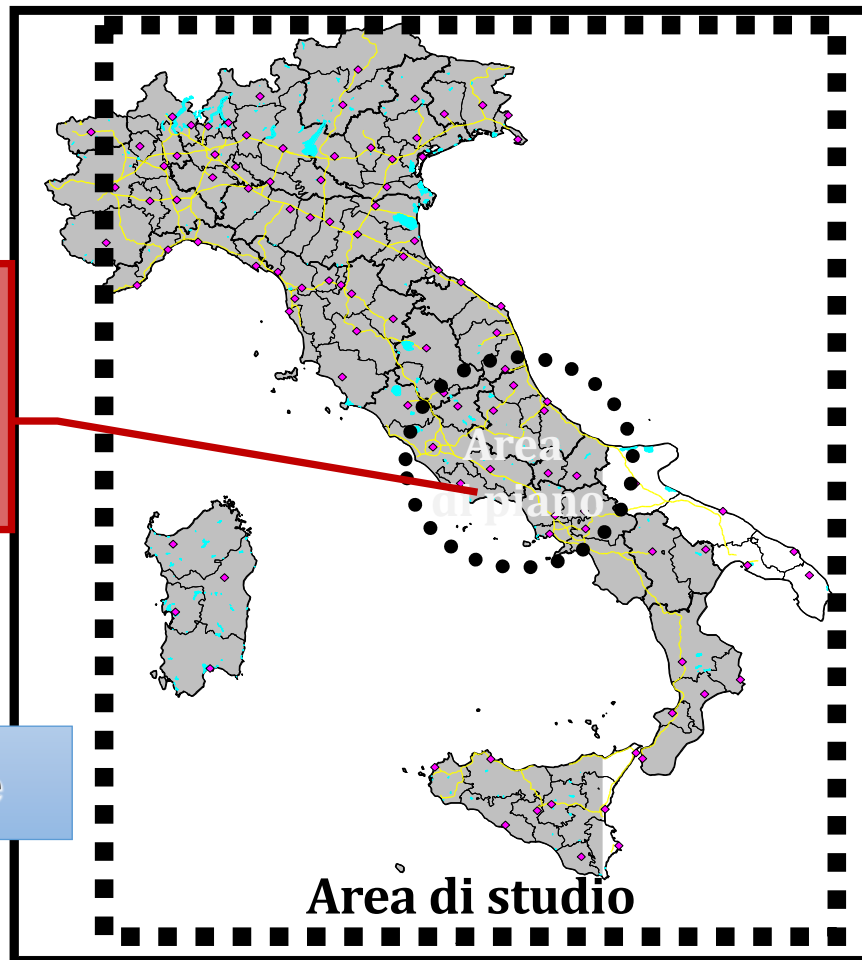
Fase 1: analisi della situazione attuale

Caratterizzazione spaziale

Esempio

Simulazione dell'alta
velocità tra
Roma e Napoli

Aggregazione: comuni o province



Fase 1: analisi della situazione attuale

Attività preliminari

Attività tecniche 2

Analisi dell'ambiente fisico, geologico e geotecnico

Individuazione dei vincoli esistenti sul territorio:

- aree di rilevanza ambientale, archeologica etc.
- vincoli morfologici
- vincoli idro-geologici
- condizioni meteo-climatiche particolari

Emergenze:

- emergenze idro-geologiche
- ...

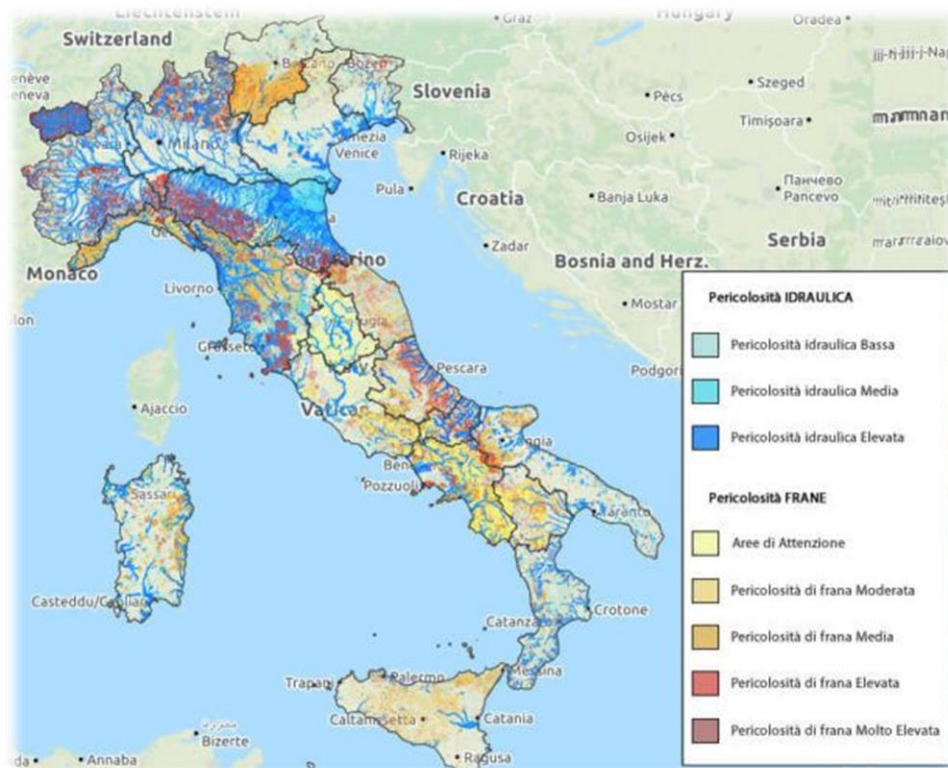
Fase 1: analisi della situazione attuale

Attività preliminari

Attività tecniche 2

Analisi dell'ambiente fisico, geologico e geotecnico

Esempio di vincoli esistenti sul territorio



Fase 1: analisi della situazione attuale

Attività preliminari

Attività tecniche 3

Rilevazione e analisi dell'assetto socio-economico

Configurazione delle attività residenziali e produttive:

ISTAT (censimento popolazione, residenze e industria)

Dinamica delle attività residenziali e produttive:

- ☐ analisi e previsioni tendenziali (ISTAT o altri centri di ricerca) di:
 - flussi immigratori
 - flussi emigratori
 - sviluppo settori produttivi (industria, agricoltura...)

Fase 1: analisi della situazione attuale

Attività preliminari

Attività tecniche 4

Rilevazione dell'offerta di trasporto (sistema)

Selezione (estrazione) delle infrastrutture e dei servizi di trasporto rilevanti per il problema in esame (rete di base)

Identificazione delle caratteristiche geometriche e funzionali:

- *strade*: velocità, capacità (tempi e costi di viaggio)
- *servizi di trasporto collettivo* (e.g. linee, percorsi, orari, tempi di viaggio, strutture tariffarie, capacità dei mezzi, costi di produzione...)

Fase 1: analisi della situazione attuale

Attività preliminari

Attività tecniche 5

Stima della domanda di mobilità

Matrice origine/destinazione

O \ D	1	2	...	d	...	F	Emess o
1							d_{1.}
2							d_{2.}
...							...
o				d_{od}			d_{o.}
...							...
F							d_{F.}
Attratto	d_{.1}	d_{.2}	...	d_{.d}	...	d_{.F}	Totale

Fase 1: analisi della situazione attuale

Attività preliminari

Attività tecniche 6

Analisi dell'assetto istituzionale

Individuazione dei soggetti competenti nel settore dei trasporti di enti pubblici, società pubbliche e/o private coinvolte nel processo di pianificazione in quanto (stakeholders istituzionali) hanno compiti di:

- programmazione
- gestione di parti del sistema

È fondamentale per un razionale ed efficace processo decisionale

Fase 1: analisi della situazione attuale

Attività preliminari

Attività tecniche 7

Studio dell'organizzazione delle aziende di trasporto

- ☐ Assetto organizzativo
- ☐ Stima dei costi e dell'efficienza del servizio
- ☐ Forme giuridiche

È importante per eventuali modifiche della forma giuridica del gestore, per la definizione di specifiche direttive e/o criteri di affidamento di servizi di trasporto pubblico

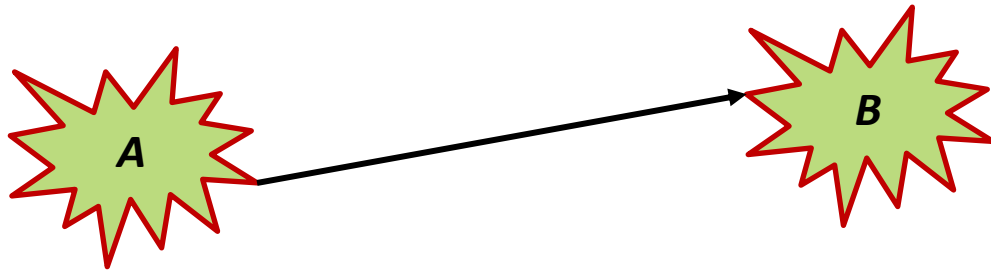
Fase 1: analisi della situazione attuale

Attività preliminari

Attività tecniche 8 (offerta)

Implementazione del modello di offerta

Il modello del sistema dell'offerta di trasporto:
a partire da «A» consente di calcolare «B»



- ☐ Insieme delle infrastrutture di trasporto;
- ☐ Insieme dei servizi di trasporto

Le prestazioni e gli impatti:

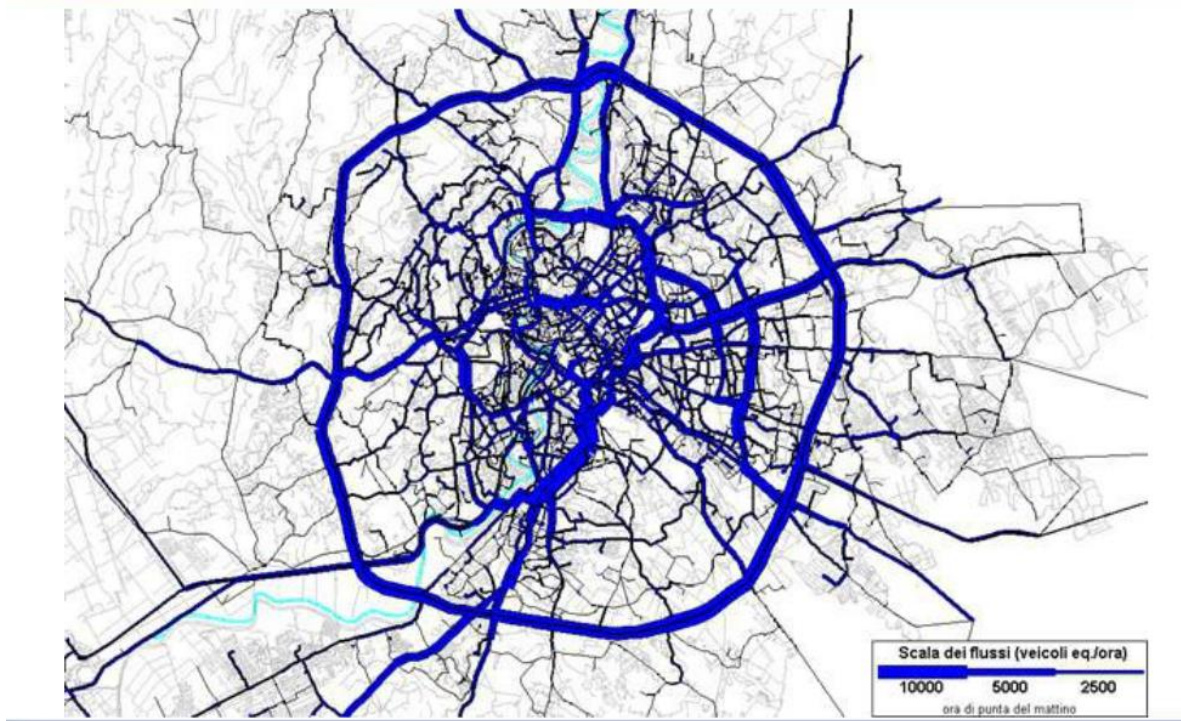
- ☐ Tempi di viaggio
- ☐ Costi monetari di viaggio
- ☐ Inquinamento atmosferico
- ☐ Inquinamento acustico

Fase 1: analisi della situazione attuale

Attività preliminari

Simulazione dello stato attuale

Esempio di flussi sulla rete di trasporto stradale



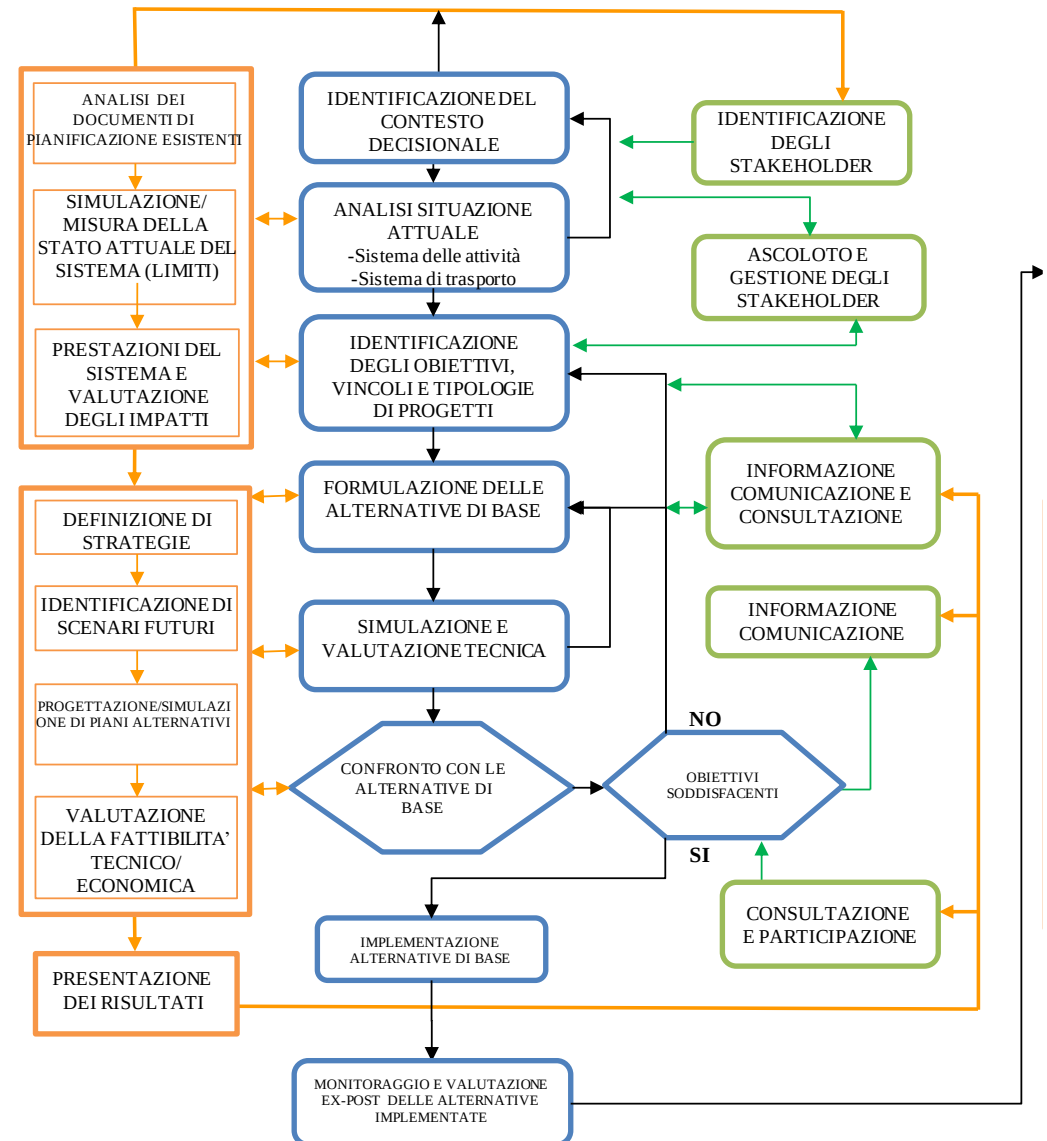
Fonte: Negro, S., Atzori, A.M., Cartolano P.P, Nussio F., De Paolo, M. (2001). *Analisi delle percorrenze, delle velocità medie e delle emissioni inquinanti nell'area urbana di Roma*

Indice

- Le attività tecniche in un processo decisionale
 - Fase 1: analisi della situazione attuale
 - **Fase 2: analisi delle alternative di progetto**
 - Fase 3: Analisi di valutazione degli impatti generati dai diversi scenari
- Il nuovo quadro normativo nell'ambito della valutazione degli investimenti
- L'analisi di valutazione
 - Analisi Finanziaria
 - Analisi Economiche
 - L'ABC: un esempio applicativo
 - L'AMC: un esempio applicativo
 - Confronto tra ABC e AMC

Fase 2: analisi delle alternative di progetto

RAZIONALITÀ LIMITATA , PE, ANALISI QUANTITATIVE



Analisi della alternative di progetto

2

Cascetta, E., Cartenì, A., Pagliara, F., & Montanino, M. (2015). A new look at planning and designing transportation systems: A decision-making model based on cognitive rationality, stakeholder engagement and quantitative methods. *Transport policy*, 38, 27-39.

Fase 2: analisi delle alternative di progetto

Step della fase 2:

1. Costruzione e analisi dello scenario di non intervento (tendenziale);
2. Costruzione e simulazione delle ipotesi di non intervento;
3. Costruzione e simulazione delle ipotesi di intervento.

Fase 2: analisi delle alternative di progetto

Costruzione e analisi dello scenario di non intervento (tendenziale)

- ☐ Scenario socio-economico tendenziale
- ☐ Scenario territoriale futuro
- ☐ Scenario istituzionale futuro
- ☐ Scenario organizzativo futuro
- ☐ Scenario industriale futuro

Fase 2: analisi delle alternative di progetto

Costruzione e simulazione delle ipotesi di non intervento

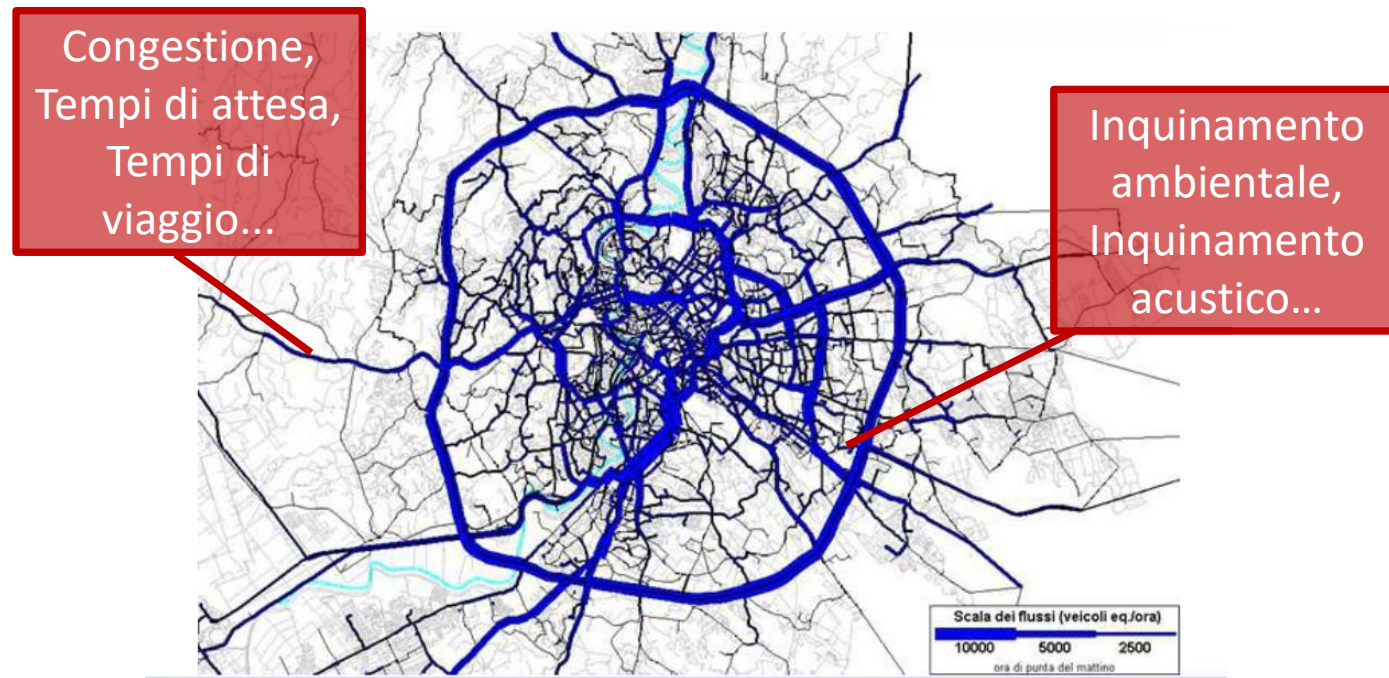
- ❑ Offerta futura di trasporto
- ❑ Domanda di trasporto futura

Esempio: Interventi sul sistema di trasporto già soggetti ad approvazione e finanziamento
(e.g. ammodernamento A3; linea alta capacità Napoli-Bari)

Fase 2: analisi delle alternative di progetto

Costruzione e *simulazione* delle ipotesi di non intervento

Esempio di flussi sulla rete di trasporto stradale



Fonte: Negro, S., Atzori, A.M., Cartolano P.P, Nussio F., De Paolo, M. (2001). *Analisi delle percorrenze, delle velocità medie e delle emissioni inquinanti nell'area urbana di Roma*

Fase 2: analisi delle alternative di progetto

Costruzione e simulazione delle ipotesi di intervento

Si costruiscono le ipotesi di intervento noti gli obiettivi e i vincoli:

- ❑ definizione delle strategie di intervento
- ❑ costruzione delle alternative di intervento

Fase 2: analisi delle alternative di progetto

Costruzione e simulazione delle ipotesi di intervento

Si definiscono le strategie di intervento noti gli obiettivi e i vincoli:

- ❑ le strategie dipendono dalle criticità esistenti e/o emerse durante la simulazione dello scenario di non intervento
- ❑ l'influenza degli stakeholders è essenziale. Bisogna renderli partecipi di obiettivi e strategie prima delle proposte operative
- ❑ è importante prevedere diverse tipologie di interventi per massimizzare gli effetti (interventi complementari) e/o ridurre gli impatti (interventi compensatori)

Fase 2: analisi delle alternative di progetto

Costruzione e simulazione delle ipotesi di intervento

Esempi:

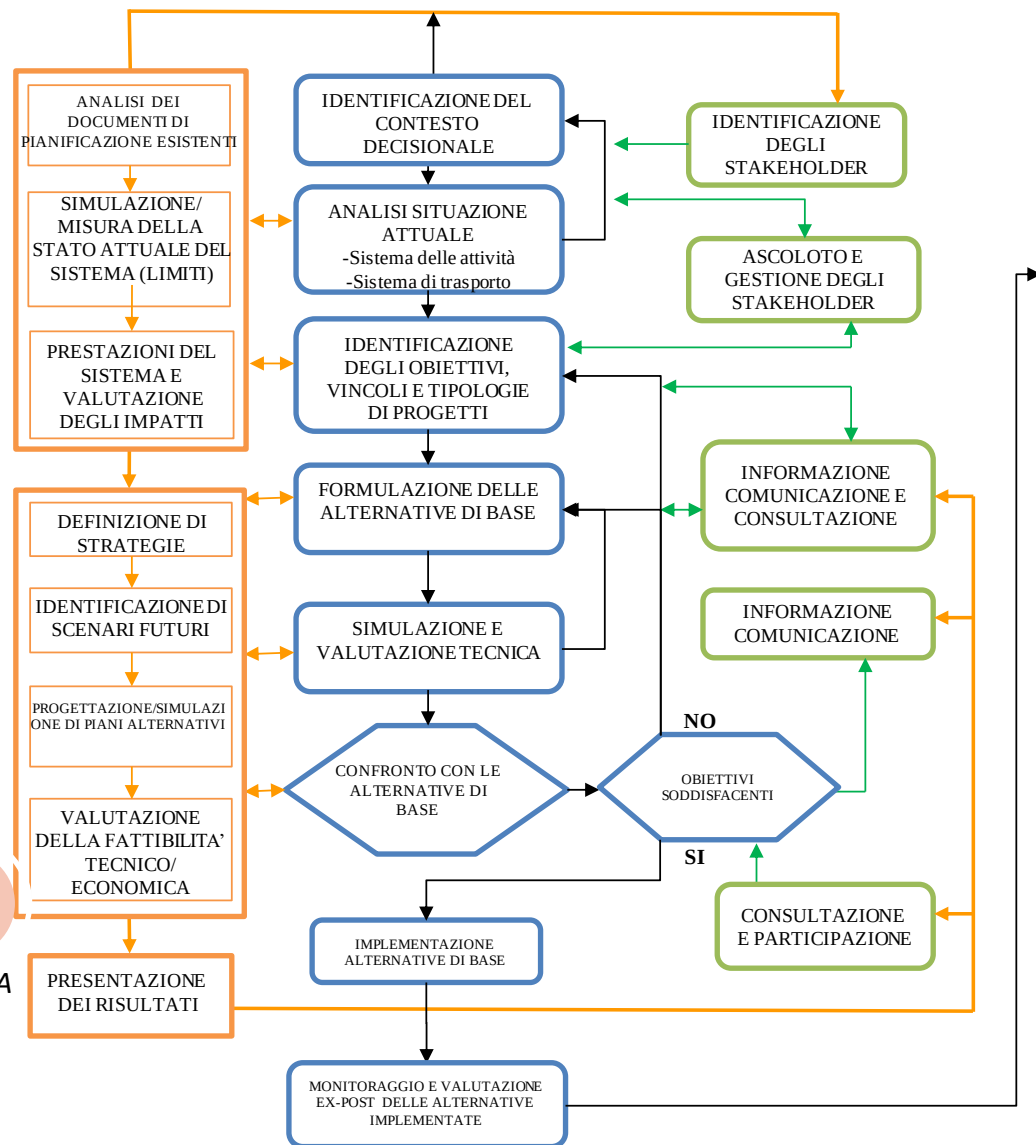
1. *Riduzione delle emissioni inquinanti:* road pricing nel centro; tariffazione della sosta; incremento servizi TPL; tariffa integrata.
2. *Riduzione della congestione:* nuove infrastrutture stradali; riorganizzazione dei sensi di circolazione/cicli semaforici; ITS; incremento servizi TPL; tariffa integrata.

Indice

- Le attività tecniche in un processo decisionale
 - Fase 1: analisi della situazione attuale
 - Fase 2: analisi delle alternative di progetto
 - **Fase 3: Analisi di valutazione degli impatti generati dai diversi scenari**
- Il nuovo quadro normativo nell'ambito della valutazione degli investimenti
- L'analisi di valutazione
 - Analisi Finanziaria
 - Analisi Economiche
 - L'ABC: un esempio applicativo
 - L'AMC: un esempio applicativo
 - Confronto tra ABC e AMC

Le attività tecniche in un processo decisionale

RAZIONALITÀ LIMITATA , PE, ANALISI QUANTITATIVE



Analisi di valutazione degli
impatti generati dai diversi scenari

3

Cascetta, E., Carteni, A., Pagliara, F., & Montanino, M. (2015). A new look at planning and designing transportation systems: A decision-making model based on cognitive rationality, stakeholder engagement and quantitative methods. *Transport policy*, 38, 27-39.

Fase 3: analisi di valutazione degli impatti generati dai diversi scenari

Valutazione

Per tutte le alternative di progetto occorre:

individuare i soggetti coinvolti:

- utenti del sistema
- produttori dei servizi
- non utenti del sistema

stimare per i soggetti coinvolti:

- costi di costruzione
- costi di gestione
- costi esterni
- benefici interni ed esterni

Fase 3: analisi di valutazione degli impatti generati dai diversi scenari

Valutazione

Per tutte le alternative di progetto occorre:

Valutazione tecnica

- ☐ Fattibilità tecnica

Sostenibilità funzionale

- ☐ Valutazione delle prestazioni

Sostenibilità economica

- ☐ Confronto costi/benefici sociali
 - Benefici Trasportistici (es. modifica tempi e costi di trasporto)
 - Economici (es. variazione del sistema economico)
 - Territoriali (es. variazione di utilizzo del territorio)
 - Sociali (es. variazioni di accessibilità)
 - Ambientali (es. riduzione dell'inquinamento)

Fase 3: analisi di valutazione degli impatti generati dai diversi scenari

Valutazione

Per tutte le alternative di progetto occorre:

Sostenibilità finanziaria

- ☐ stima dei costi, dei ricavi del tempo di rientro dell'investimento (o stima di probabili sovvenzioni)

Sostenibilità ambientale

- ☐ Valutazione della sostenibilità ambientale

Finanziamento

- ☐ fonti di finanziamento pubbliche o private disponibili o eventualmente disponibili

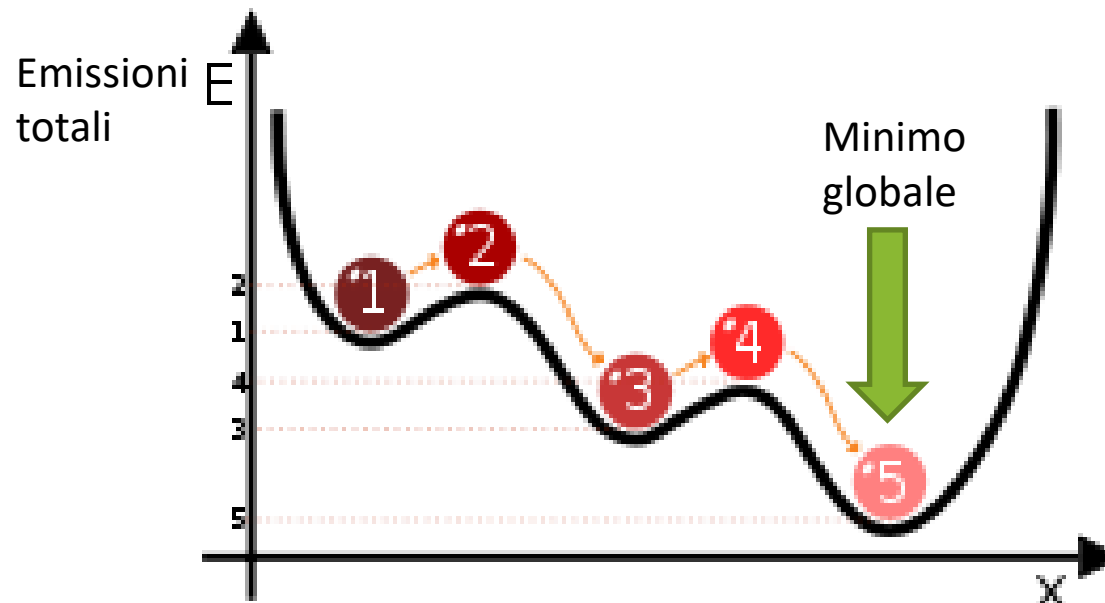
Fase 3: analisi di valutazione degli impatti generati dai diversi scenari

Il ruolo tradizionale delle analisi quantitative

Esempio

Obiettivo: ridurre (minimizzare) le emissioni inquinanti

Metodo di valutazione: Analisi benefici-Costi



Fase 3: analisi di valutazione degli impatti generati dai diversi scenari

Il ruolo tradizionale delle analisi quantitative

Esempio

Obiettivo: ridurre (minimizzare) le emissioni inquinanti

Metodo di valutazione: Analisi benefici-Costi

			periodo analisi 30 anni			
			TOTALI A PREZZI	TOTALE A PREZZI		
			2016 (r=3%)	COSTANTI		
COSTI	C1. Costi investimento (progettaz. e costruz.)		mEUR	-499,5	-573,8	
	C2. Costi gestione e manut. ord. e straord.		mEUR	-10,1	-19,1	
	C3. Valore residuo investimento		mEUR	17,3	42,1	
	TOTALE COSTI (C1+C2+C3)		mEUR	-492,3	-550,8	
BENEFICI	UTENTI	B1. Benefici percepiti (valore tempo)		mEUR	1.457,0	2.781,8
		B2. Benefici percepiti (carburante)		mEUR	95,4	177,1
		B3. Benefici non percepiti		mEUR	30,3	55,6
	NON UTENTI	B4. Risparmio di congestione		mEUR	17,1	32,3
		B5. Riduzione incidentalità		mEUR	11,9	21,8
		B6. Riduzione gas climalteranti		mEUR	26,0	47,9
		B7. Riduzione emissioni inquinanti		mEUR	15,1	27,7
		B8. Riduzione emissioni sonore		mEUR	34,8	64,8
		B9. Effetti up and downstream		mEUR	11,7	21,6
		TOTALE BENEFICI (B1+B2+B3+B4+B5+B6+B7+B8+B9)		mEUR	1.699,2	3.230,7
	BENEFICI - COSTI		mEUR	1.206,9	2.679,9	

Indicatore	Tracciato A	Tracciato B	Tracciato C
VAN [Mln €]	1.207	550	428
SRI	12,5%	6,3%	8,4%
B/C	3,5	1,5	1,3
PAYBACK [anni]	13	21	11

I risultati dell'ABC definiscono l'alternativa migliore in assoluto?

Fase 3: analisi di valutazione degli impatti generati dai diversi scenari

RAZIONALITÀ LIMITATA , PE, ANALISI QUANTITATIVE

Il ruolo tradizionale delle analisi quantitative

1. Comprendere e modellizzare i fenomeni relativi alla mobilità
2. Assistere la fase di progettazione, confronto e valutazione delle decisioni sul sistema di trasporto:
 - What If
 - What To

Il ruolo nuovo delle analisi quantitative

3. Contribuire verso il raggiungimento di un più ampio consenso attraverso il PE
4. Fornire gli input per le analisi finanziarie ed economiche

Indice

- Le attività tecniche in un processo decisionale
 - Fase 1: analisi della situazione attuale
 - Fase 2: analisi delle alternative di progetto
 - Fase 3: Analisi di valutazione degli impatti generati dai diversi scenari
- Il nuovo quadro normativo nell'ambito della valutazione degli investimenti
- L'analisi di valutazione
 - Analisi Finanziaria
 - Analisi Economiche
 - L'ABC: un esempio applicativo
 - L'AMC: un esempio applicativo
 - Confronto tra ABC e AMC

Il Nuovo Quadro Normativo

Allegato Documento di Economia e Finanza (DEF, 2016):

Strategie per le infrastrutture di trasporto e logistica



Il Nuovo Quadro Normativo

Nuovo Codice degli Appalti - D.lgs. 18 aprile 2016 n. 50 successive integrazioni D.lgs 56 2017 n .56

NOVITA' 1:

Supera la «Legge Obiettivo» e stabilisce che siano redatti specifici documenti di pianificazione e programmazione:

☐ **Piano Generale dei Trasporti e della Logistica – PGTL**

documento di pianificazione strategica del Paese

☐ **Documenti Pluriennali Di Pianificazione – DPP**

(di cui all'art. 2, comma 1, e all'art. 201 del D.lgs. n. 228 del 2011)

programmazione triennale delle risorse per gli investimenti pubblici

Il Nuovo Quadro Normativo

Nuovo Codice degli Appalti - D.lgs. 18 aprile 2016 n. 50

NOVITA' 2:

Modifica le tradizionali fasi della progettazione, sostituendole con 3 nuovi livelli (*art. 23, comma 1*):

1. *il progetto di fattibilità tecnica ed economica*
2. *il progetto definitivo*
3. *il progetto esecutivo*

Il Nuovo Quadro Normativo

Nuovo Codice degli Appalti - D.lgs. 18 aprile 2016 n. 50

NOVITA' 3:

Nel progetto di fattibilità è previsto il dibattito pubblico (*Public Engagement o Stakeholder Engagement*) (art. 22)

- **obbligatorio per le “grandi opere”**
- da farsi **già sul progetto di fattibilità** quando ancora tutte le decisioni (fare/non fare) possono essere prese
- **durata 4 mesi**
- rende pubblici i progetti fattibilità (**trasparenza**)
- **tiene in conto degli esiti** del dibattito nel progetto esecutivo

Il Nuovo Quadro Normativo

DPCM 10-05-2018 e DECRETO-LEGGE 31 maggio 2021, n. 77

Nel Decreto Legge del 31 Maggio 2021 sono state individuate soglie dimensionali delle opere da sottoporre obbligatoriamente a dibattito pubblico inferiori a quelle previste nel decreto del Presidente del Consiglio dei ministri del 10 maggio 2018, n. 76.

Es. opere in cui è Obbligatorio di Dibattito pubblico:

- **Strade, autostrade e ferrovie:** lunghezza superiore a 15 km e/o con un costo investimento superiore a 400 mln euro
- **Aeroporti:** per nuovi aeroporti o per incremento di piste di atterraggio o decollo superiori a 1,5 km e/o costo investimento superiore a 150 mln euro
- **Porti marittimi e vie navigazione:** superficie interessata dall'intervento superiore a 150 ha e/o costo investimento superiore a 200 mln euro
- **Interporti:** costo investimento superiore a 300 mln euro
- **Infrastrutture ad uso sociale, culturale** con costo investimento superiore a 300 mln euro

Il Nuovo Quadro Normativo

DPCM 10-05-2018 e DECRETO-LEGGE 31 maggio 2021, n. 77

*Svolgimento del dibattito pubblico **per alcuni progetti PNRR***

L'art. 46 del decreto-legge 31 maggio 2021, n. 77, dispone **la riduzione dei tempi** del procedimento del Dibattito pubblico (**durata massima di 45 giorni**), previsti nel DPCM n. 76 del 2018 per le seguenti opere:

- 1) Realizzazione asse ferroviario Palermo-Catania-Messina;
- 2) Potenziamento linea ferroviaria Verona - Brennero (opere di adduzione);
- 3) Realizzazione della linea ferroviaria Salerno-Reggio Calabria;
- 4) Realizzazione della linea ferroviaria Battipaglia-Potenza-Taranto;
- 5) Realizzazione della linea ferroviaria Roma-Pescara;
- 6) Potenziamento della linea ferroviaria Orte-Falconara;
- 7) Realizzazione delle opere di derivazione della Diga di Campolattaro (Campania);
- 8) Messa in sicurezza e ammodernamento del sistema idrico del Peschiera (Lazio);
- 9) Interventi di potenziamento delle infrastrutture del Porto di Trieste (progetto Adriagateway);
- 10) Realizzazione della Diga foranea di Genova.

Il Nuovo Quadro Normativo

Sito di riferimento



LE REGIONI DELL'OPERA

INQUADRAMENTO

LA STORIA

IL PROGETTO

IL DIBATTITO PUBBLICO

PARTECIPA

QUADERNI

FAQ

I DIBATTITI PUBBLICI

DIBATTITO PUBBLICO - SS 693 Strada Scorrimento Veloce del Gargano - SS 89 'Garganica' - Collegamento Vico del Gargano - Mattinata

DIBATTITO PUBBLICO - SS 16 'ADRIATICA' – TRONCO BARI-MOLA DI BARI - Variante alla Tangenziale di Bari Lavori di realizzazione di una variante alla SS 16 del tratto compreso tra Bari-Mungivacca e Mola di Bari, con adozione della sezione stradale B2 del D.M. 5.11.2001

DIBATTITO PUBBLICO - RFI - NPP Lotto 3a Circonvallazione di Trento

DIBATTITO PUBBLICO - ANAS - Itinerario Gela – Agrigento – Castelvetro. Ammodernamento Gela Castelvetro C1 in sede con varianti e cat. B tangenziale di AG in variante. Lotto Funzionale tangenziale di Agrigento

DIBATTITO PUBBLICO - COMUNE DI PADOVA - Realizzazione Tranvia Padova "SIR 2"

DIBATTITO PUBBLICO - Progetto 0388 Linea Roma - Pescara - Lotto 1: Raddoppio ferroviario tratta interporto d'Abruzzo – Manoppello - Lotto 2: Raddoppio ferroviario tratta Manoppello - Scafa

DIBATTITO PUBBLICO - Nuova linea ferroviaria AV Salerno/Reggio Calabria

DIBATTITO PUBBLICO - Lotto 2: Linea Orte – Falconara. Raddoppio - Castelplanio con by-pass di Albacina - Lotto 2 (Genga-Serra S. Quirico)

Elenco dei
Dibattiti
Pubblici ad
oggi in corso..

Il Nuovo Quadro Normativo

Il progetto di fattibilità

**ARTT. 23 E 202 del Dlgs. 50, 2016 e successive integrazioni
Dlgs. 56, 2017 Prevede:**

*« l’abolizione del progetto preliminare e
l’obbligazione di redigere il “Progetto di
Fattibilità”, indispensabile per ammissione a
finanziamenti delle opere che dovrà stabilire se
e quanto è utile alla collettività un’opera »*

Il Nuovo Quadro Normativo

Il progetto di fattibilità

Art.23, 202 D.lgs. n. 50/2016

...Progettare per decidere...

- ☐ indispensabile per ammissione a finanziamenti delle opere da seguire
- ☐ verifica la fattibilità tecnico- economiche, ambientali e territoriali per la realizzazione dell'infrastruttura comprendendo analisi come:
 - fabbisogni della collettività
 - qualità tecnico-funzionale ed architettonica
 - conformità alle norme ambientali, urbanistiche, paesaggistiche.

Il Nuovo Quadro Normativo

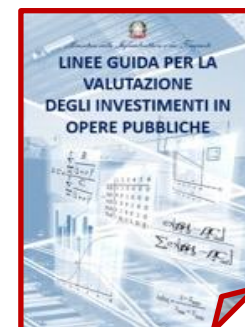
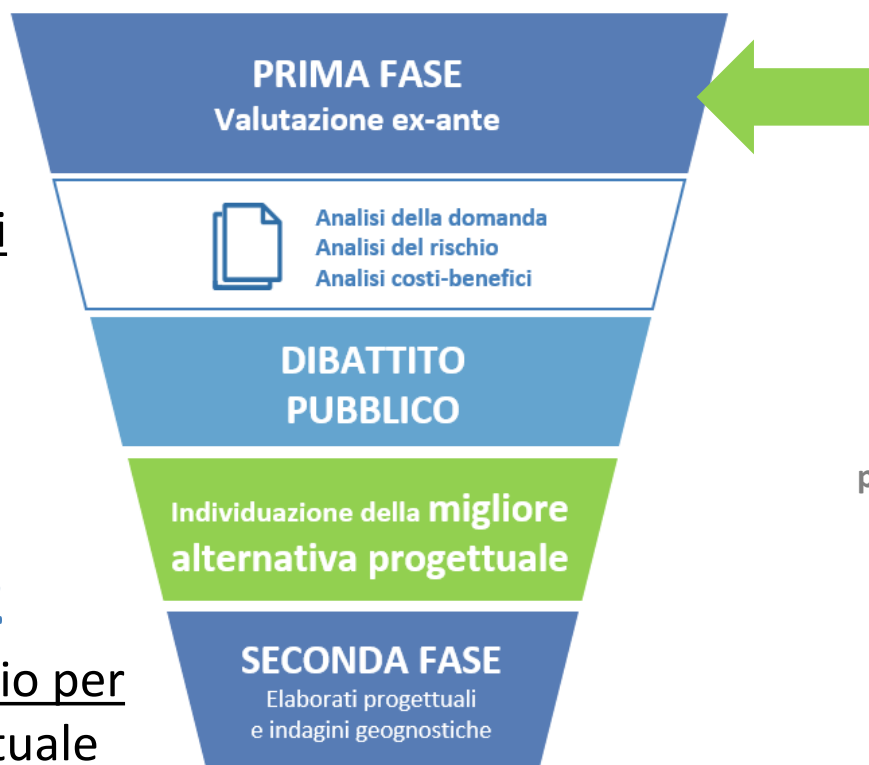
Il progetto di fattibilità

Art.23, 202 D.lgs. n. 50/2016

...Progettare per decidere...

Fase 1

valutazione e confronto
tra diverse alternative di
progetto



(D.Lgs.228/2011)

Linee Guida

per la valutazione degli
investimenti Pubblici

Fase 2

progettazione di dettaglio per
la sola soluzione progettuale
scelta

Il Nuovo Quadro Normativo

Il progetto di fattibilità

Nuovo Codice degli Appalti - D.lgs. 18 aprile 2016 n. 50

FASE 1 Il progetto di fattibilità tecnica ed economica

- inquadramento territoriale e socio-economico
- possibili soluzioni/alternative di progetto
- analisi dell'offerta di trasporto attuale e di non intervento
- stime di traffico
- costi d'investimento, di gestione e di manutenzione
- analisi costi-efficacia

Per le **“grandi opere”** (superiore a 10 milioni di euro o le opere prive di remunerabilità da introiti tariffari) ulteriori analisi:

- **analisi territoriale** (es. verifiche geologiche, idrogeologiche ed idrauliche)
- **analisi ambientale e paesaggistica** (es. vincoli ambientali, paesaggistici)
- **analisi costi-ricavi e costi-benefici**
- **analisi del rischio e di sensitività**

Il Nuovo Quadro Normativo

Il progetto di fattibilità

Nuovo Codice degli Appalti - D.lgs. 18 aprile 2016 n. 50

FASE 2 Il progetto di fattibilità tecnica ed economica

- **relazione tecnica ed economica di dettaglio, contenente, ad esempio:**
 - analisi geologiche
 - analisi sismiche
 - analisi idrologiche
 - analisi archeologiche
 - analisi su mobilità e traffico

- **la stima sommaria della spesa, il quadro economico e la redazione di un Piano Economico e Finanziario (PEF) di massima**

Il Nuovo Quadro Normativo

Il progetto di fattibilità

Nuovo Codice degli Appalti - D.lgs. 18 aprile 2016 n. 50

FASE 2 Il progetto di fattibilità tecnica ed economica

- **studio ambientale preliminare** che contenga:
 - elenco delle autorizzazioni necessarie (es. concessioni, licenze, pareri)
 - caratteristiche del progetto (es. superficie e volume del progetto; risorse naturali utilizzate; quantità di rifiuti prodotte)
 - analisi ambientale e paesaggistica che descriva nel dettaglio (es. soluzioni per minimizzazione impatto ambientale e paesaggio, criteri tecnici nel rispetto delle norme, effetti del progetto ambiente e salute umana)

Questo studio dovrà inoltre prevedere, in funzione della tipologia dell'opera, la redazione di tutti i documenti di valutazione previsti dalla normativa vigente (es. Valutazione di Impatto Ambientale, Verifica di Assoggettabilità, D.lgs. n. 152/2006)

Il Nuovo Quadro Normativo

Il progetto di fattibilità tecnica ed economica

Legge 29 Luglio 2021, n.108:

Due sono le macro-fasi che consentono di pervenire alla compiuta redazione del progetto di fattibilità tecnica ed economica. Dette macro-fasi, assolvono a due distinti obiettivi

- ❑ definizione del “CHE COSA” debba essere progettato in una cornice più generale di promozione dello sviluppo sostenibile;
- ❑ definizione del “COME” pervenire ad una efficiente progettazione dell’opera, così come individuata nella prima macro-fase, tenendo conto degli elementi qualificativi di sostenibilità dell’opera stessa lungo l’intero ciclo di vita.



Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibile



Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Linee guida

per la redazione del progetto di fattibilità tecnica ed economica da porre a base dell'affidamento di contratti pubblici di lavori del PNRR e del PNC

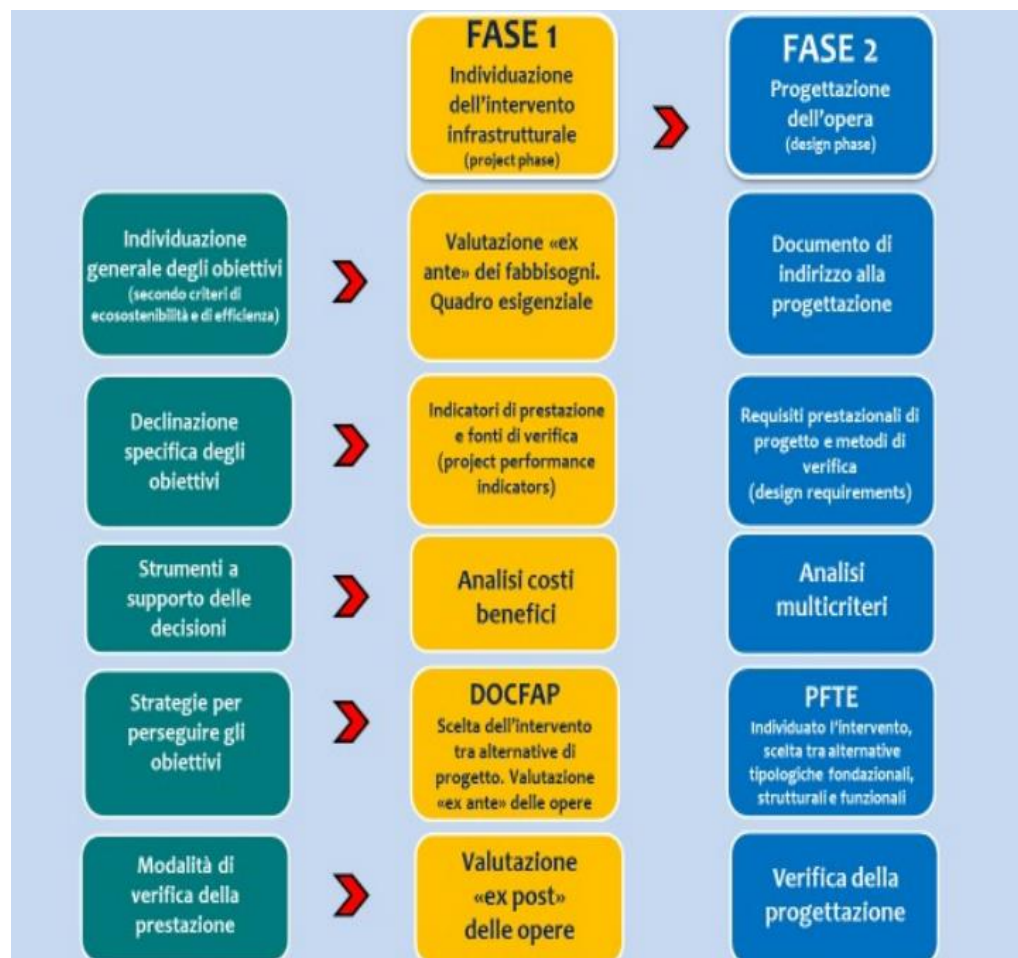
(Art. 48, comma 7, del decreto-legge 31 maggio 2021, n. 77, convertito nella legge 29 luglio 2021, n. 108)

Luglio 2021

Il Nuovo Quadro Normativo

Il progetto di fattibilità tecnica ed economica

Legge 29 Luglio 2021, n.108:



Il progetto di fattibilità

LA “PLANNING FALLACY”

(Kahneman and Tversky, 1979)

Tendenza a **sovrastimare i benefici** (es. minori costi di realizzazione ed operativi, maggiori ricavi, maggiori traffici, ecc.) di soluzioni progettuali, indipendentemente da esperienze passate di analoghi processi decisionali rivelatisi fallimentari:

- Spingere per il **finanziamento di opere “non necessarie” o “non condivise”** (modelli decisionali a-razionali, vedi dopo)
- **Sottovalutare gli impatti dell'intervento su alcune componenti del sistema** (es. ricadute ambientali, impatti sui non utenti, vedi dopo)

Il fallimento dei processi di pianificazione

come evitarla ? ... o quantomeno arginarla



Il nuovo quadro normativo

LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE DEGLI INVESTIMENTI IN OPERE PUBBLICHE (giugno 2017)

Indice	I
Premessa	1
Introduzione	6
Ambito di applicazione delle Linee Guida	6
Struttura del documento e guida all'utilizzo	7
Ulteriori avvertenze.....	8
1. Definizione dell'ambito	9
2. Valutazione ex ante dei fabbisogni di infrastrutture	19
3. Valutazione ex ante delle singole opere	25
4. Selezione delle opere	48
5. Valutazione ex post delle opere	57
6. Attività degli organismi di valutazione	61
Riferimenti bibliografici	63
Elenco delle abbreviazioni	66
APPENDICI	68
Appendice 1 - Principali fonti statistiche per l'analisi della domanda e dell'offerta	69
Appendice 2 - SIMPT e TRANS-Tools	79
Appendice 3 - L'analisi del conflitto (Conflict Assessment)	87
Appendice 4 - Parametri per la stima dei costi esterni	88
ALLEGATI	92
La Gestione della fase transitoria	93



Il nuovo quadro normativo

LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE DEGLI INVESTIMENTI IN OPERE PUBBLICHE

- ❑ **Introducono una metodologia** per l'individuazione dei fabbisogni, la valutazione delle singole opere e per l'individuazione delle priorità di investimento
- ❑ Sono **coerenti con le linee guida europee** (che propongono le Analisi Costi-Benefici) ma prevedono anche valutazione «esplicite» degli impatti ambientali e sociali: sicurezza, inclusione e integrazione sociale
- ❑ Viene data forte enfasi alle **analisi quantitative** e alla simulazione mediante modelli matematici (ad es. SIMPT)

- Metodi e modelli di valutazione nel processo decisionale
- Il nuovo quadro normativo
- L'analisi di valutazione
 - Analisi Finanziaria
 - Analisi Economiche
 - L'ABC: un esempio applicativo
 - L'AMC: un esempio applicativo
 - Confronto tra ABC e AMC

Il progetto di fattibilità

L'ANALISI ECONOMICO-FINANZIARIA PER GLI INVESTIMENTI NEL SETTORE DEI TRASPORTI

Gli interventi vanno progettati e verificati:

- ❑ Nell'ottica delle aziende che producono servizi e/o gestiscono infrastrutture di trasporto.

Si parla di ANALISI RICA VI-COSTI (o FINANZIARIA)

➤ *massimizzazione del profitto*

- ❑ Nell'ottica della collettività servita dal sistema di trasporto in esame.

Si parla di ANALISI BENEFICI-COSTI (o ECONOMICA)

➤ *aumento del benessere e della qualità della vita (welfare)*

Il progetto di fattibilità

ANALISI RICAVI-COSTI

- ❑ Obiettivi riconducibili alla massimizzazione del profitto.
- ❑ Rispetto dei vincoli imposti e della normativa vigente quali leggi, obblighi di servizio, concessioni, ecc.
- ❑ I “benefici” ed i “costi” sono esprimibili in termini monetari.
- ❑ **BENEFICI** sono composti dai ricavi conseguenti alla vendita del servizio di trasporto e dalle eventuali sovvenzioni e rimborsi.
- ❑ **COSTI** sono connessi alla produzione del servizio quali il costo di costruzione, i costi per la manutenzione e l’esercizio, le imposte, le tasse ecc.

Il progetto di fattibilità

ANALISI ECONOMICA

- ❑ In genere associata ad un decisore pubblico
- ❑ I progetti vanno valutati tenendo conto degli impatti positivi e negativi (benefici e costi) che essi hanno rispetto agli obiettivi.
- ❑ Obiettivi riguardano la collettività, o meglio, i diversi gruppi che la compongono.

Il progetto di fattibilità

ANALISI ECONOMICA

- ❑ I diversi gruppi dovrebbero, a loro volta, essere suddivisi in sottogruppi omogenei per caratteristiche socio-economiche e per tipo di impatto ricevuto.
- ❑ Alcuni utenti del sistema di trasporto possono infatti ricevere dei benefici da un particolare progetto mentre altri potrebbero ricavarne vantaggi minori o addirittura degli svantaggi.

Es: in un'area urbana a seguito della realizzazione di una zona a traffico limitato (ZTL), i residenti percepirebbero un aumento della loro qualità della vita mentre i cittadini che abitualmente si recano in quell'area in auto sarebbero sottoposti ad un aumento del costo generalizzato del trasporto

Le alternative progettuali da confrontare

Gli impatti di un progetto sono valutati in termini differenziali ovvero come variazioni delle variabili e degli indicatori che li sintetizzano fra lo stato di uno o più soluzioni di Progetto (P) e quello di **Non Progetto (NP)** $\equiv$ **Non Intervento**.

Lo stato di **Non progetto**, detto talvolta soluzione di riferimento (o “reference solution”), è definito come la opzione di mantenere il sistema nella sua configurazione attuale, ovvero di realizzare gli interventi già decisi e non soggetti alla valutazione in corso (orizzonte temporale di analisi).

Gli indicatori di prestazione

I numerosi e diversi effetti di un progetto di sistema di trasporto sono di solito rappresentati da un insieme di variabili note come:

Indicatori di prestazione o misure di efficacia
(MOE dall'inglese “measure of effectiveness”)

ESEMPIO:

- *Δ costi generalizzati di trasporto*
- *Δ emissioni inquinanti prodotte*
- *Δ incidenti attesi*

- Metodi e modelli di valutazione nel processo decisionale
- Il nuovo quadro normativo
- L'analisi di valutazione
 - Analisi Finanziaria
 - Analisi Economiche
 - L'ABC: un esempio applicativo
 - L'AMC: un esempio applicativo
 - Confronto tra ABC e AMC

Valutazione Ex-ante



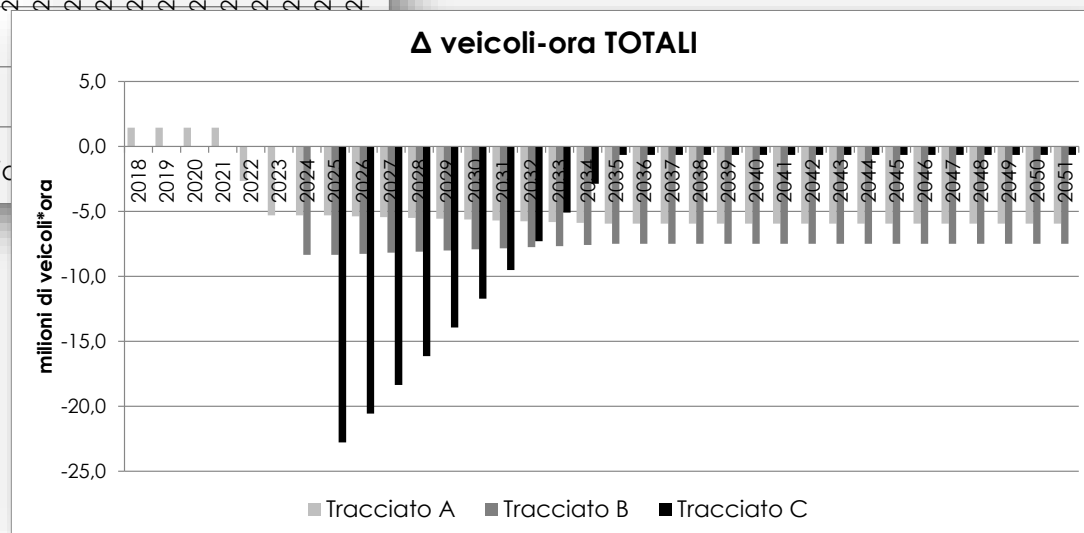
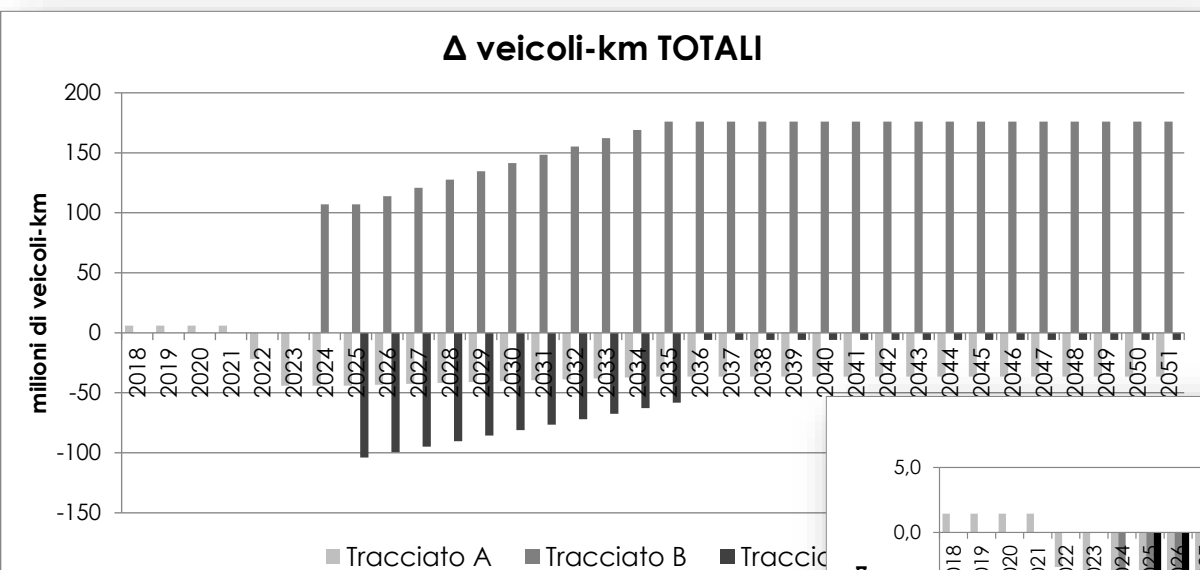
Valutazione Ex-ante



Previsione domanda futura

1. Stima dei traffici attesi per le ipotesi progettuali e nell'orizzonte temporale di analisi, ad esempio stima delle:

- variazioni di veicoli*km e passeggeri*km
- variazioni di veicoli*ora e passeggeri*ora
- variazioni del parco veicolare circolante



Cartenì A., Henke I., (2016), Consenso pubblico ed analisi economico-finanziaria nel "progetto di fattibilità": Linee guida ed applicazione al progetto di riqualificazione della linea ferroviaria Formia-Gaeta, Lulu editions, ISBN 978-1-326-86678-5.

Valutazione Ex-ante



Analisi Benefici- Costi

UTENTI

B1. BENEFICI PERCEPITI (SURPLUS CONSUMATORE)

B2. BENEFICI NON PERCEPITI

NON UTENTI

B3. CLIMALTERANTI

B4. EMISSIONI INQUINANTI

B5. RIDUZIONE EMISSIONI SONORE

B.6 RIDUZIONE INCIDENTALITA'

B.7 CONGESTIONE

B8. ALTRI SETTORI

BENEFIT

C1. COSTI DI INFRASTRUTTURA

C2. COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE

C3. COSTI DI ACQUISTO MATERIALE
ROTABILE

C4. VALORE RESIDUO INVESTIMENTO

COST

FONTE: ALLEGATO DEF 2016

Analisi Benefici- Costi

I costi:

3. Stima dei costi

I costi di investimento necessitano di una duplice “correzione”:

- I. “correzione fiscale” per evitare, ad esempio, che siano considerate tra le voci di costo somme che, benché costituiscano effettivamente parte della spesa, rientreranno in futuro nelle disponibilità finanziarie delle amministrazioni, e quindi della collettività, sotto forma di gettito fiscale (es. imposte fiscali dirette ed indirette come IVA, accise sul carburante)
- II. “correzioni attribuibili alle imperfezioni di mercato non fiscali”. In questo caso il fine è quello di stornare dai prezzi di mercato le distorsioni che li allontanano dai prezzi “reali” economici

Analisi Benefici- Costi

3. Stima dei costi

Un esempio di coefficienti di correzione

Investimento	Coefficiente conversione
Investimenti in opere civili	0,82
Investimenti in impianti	0,88
Espropri	1,0
Manodopera (al lordo degli oneri sociali)	0,44
Spese di progettazione	0,85
Altro (spese generali)	0,85
Imprevisti	0,85
Investimenti non ammissibili a contributo pubblico	1,00
Manutenzioni straordinarie negli anni di esercizio	0,84
Valore residuo finale	0,84
Ricavi d'esercizio	
Ricavi tariffari (al netto di IVA)	0,86
Canone di disponibilità	0,80

Costi di gestione	
Costi per servizi	0,90
Costi del personale (al lordo degli oneri sociali)	0,44
Oneri diversi di gestione	0,84
Manutenzioni ordinarie	0,85
Altri elementi	
Gettito fiscale da esercizio (add. irpef su MOL)	0,09
Contributo pubblico	0,30
Canone di disponibilità	0,30

(fonte: Linee guida per la valutazione degli investimenti - Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti; Unità di Valutazione degli investimenti pubblici – UVAL, 2014)

Stima dei benefici

- **per gli utenti del sistema:**
 - **percepiti:** variazioni di “surplus del consumatore” (es. variazione di tempo e di costo del carburante)
 - **non percepiti:** variazioni dei costi operativi (es. usura veicolo)
- **per i non utenti:**
 - variazioni emissioni gas climalteranti
 - variazioni emissioni inquinanti nocive all'uomo
 - variazioni emissioni sonore
 - variazioni incidentalità
 - variazioni congestione stradale
 - impatti negli altri settori (variazioni processi up- and downstream)

Analisi Benefici- Costi

Stima dei benefici

- per gli utenti del sistema:
 - **percepiti:** variazioni di “surplus del consumatore” (es. variazione di tempo e di costo del carburante)
 - **non percepiti:** variazioni dei costi operativi (es. usura veicolo)
- per i non utenti:
 - variazioni emissioni gas climalteranti
 - variazioni emissioni inquinanti nocive all'uomo
 - variazioni emissioni sonore
 - variazioni incidentalità
 - variazioni congestione stradale
 - impatti negli altri settori (variazioni processi up- and downstream)

Analisi Benefici- Costi

Stima dei benefici PERCEPITI per gli utenti del sistema

I benefici per gli utenti vanno in genere stimati tramite la quantificazione della variazione (rispetto allo scenario di riferimento) del “**surplus del consumatore**”, che a sua volta è funzione della variazione di costo generalizzato percepito di trasporto

Parallelamente, tra i benefici per i non utenti andrebbe considerata la variazione di “**surplus del produttore**”, ovvero l'eccedenza dei ricavi da traffico rispetto ai costi per chi produce o gestisce il servizio nonché la variazione delle entrate fiscali per lo Stato/Regioni.

Nel caso più generale in cui l'analisi è redatta nell'ottica della collettività nel suo complesso (utenti e non utenti, il produttore del servizio, lo Stato/Regioni), il **surplus del produttore** (es. ricavi da traffico) rappresenta un costo (segno negativo) per gli utenti ed un beneficio (segno positivo) per il produttore del servizio e per lo Stato/Regioni (nella sua aliquota fiscale). Per tale motivo è possibile non considerarli nell'analisi

Analisi Benefici- Costi

1. Stima dei benefici PERCEPITI per gli utenti del sistema

Per la stima della variazione di “surplus del consumatore” uno dei metodi più semplici da implementare prevede la stima del variazione di costo generalizzato per gli utenti DCG_p

$$\begin{aligned} DCG_p &= \text{var. di tempo} + \text{var. di costo monetario} = \\ &= Dveicoli \cdot ora \cdot riemp. \cdot VTTS + Dveicoli \cdot km \cdot CONS \cdot Costo \end{aligned}$$

dove:

$DCGP$ è la variazione di costo generalizzato per gli utenti interessati dall'intervento

$Dveicoli \cdot ora$ è la variazione di veicoli*ora generata dal progetto

$Dveicoli \cdot km$ è la variazione di veicoli*km generata dal progetto

$riemp.$ è il coefficiente medio di riempimento di un veicolo

$VTTS$ è il valore monetario del tempo (€/ora)

$CONS$ è il consumo medio di carburante (a km) di un veicolo

$Costo$ è il costo medio (industriale) del carburante

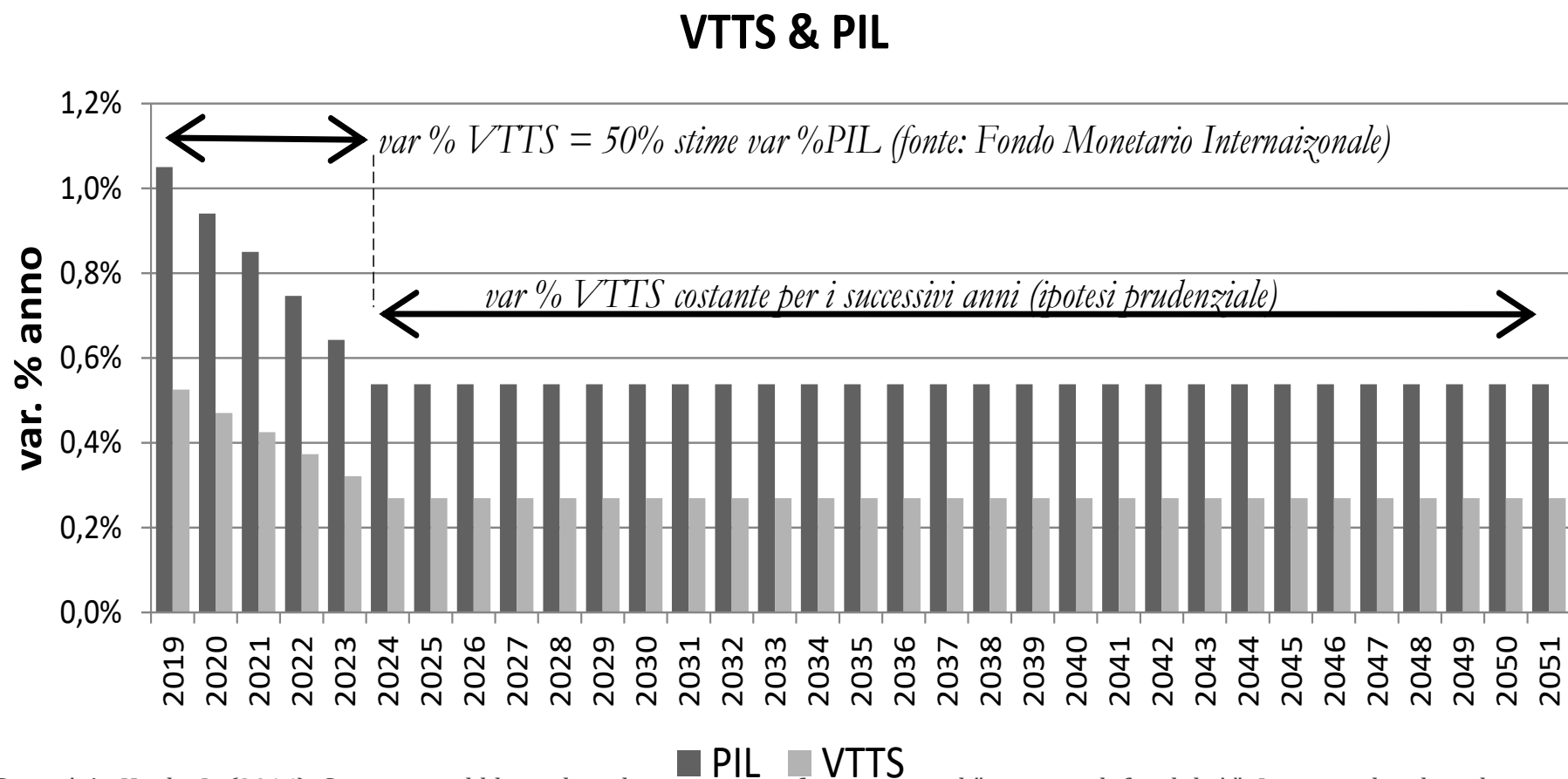
Stima dei benefici PERCEPITI per gli utenti del sistema

Motivo dello spostamento		Modo	(€/ora)
Business		Aereo	35,29
		Bus	20,57
		Auto/Treno	25,63
Pendolarismo	Breve distanza	Aereo	15,16
		Bus	7,31
		Auto/Treno	10,16
	Lunga distanza	Aereo	19,47
		Bus	9,38
		Auto/Treno	13,04
Altri motivi	Breve distanza	Aereo	12,71
		Bus	6,12
		Auto/Treno	8,52
	Lunga distanza	Aereo	16,32
		Bus	7,86
		Auto/Treno	10,94

Un esempio di valori medi pesati del tempo (VTTS) per singola categoria di spostamento (fonte: HEATCO D5, 2006)

Analisi Benefici- Costi

Stima dei benefici PERCEPITI per gli utenti del sistema



Carteni A., Henke I., (2016), *Consenso pubblico ed analisi economico-finanziaria nel "progetto di fattibilità": Linee guida ed applicazione al progetto di riqualificazione della linea ferroviaria Formia-Gaeta*, Lulu editions, ISBN 978-1-326-86678-5.

Analisi Benefici- Costi

Stima dei benefici PERCEPITI per gli utenti del sistema

SODDISFAZIONE

$$\Delta S_{\text{pen}} = S_p - S_{np}$$

$$S_p = \ln \sum_j \exp V_j \quad ; \quad S_{np} = \ln \sum_k \exp V_k$$

ΔS_{pen} = variazione della soddisfazione dei pendolari

S_p = soddisfazione scenario di progetto

S_{np} = soddisfazione scenario di non progetto

V_j = utilità del modo j - esimo nello scenario di progetto

V_k = utilità del modo k - esimo nello scenario di non progetto

Il surplus tiene conto della nuova opportunità di spostamento per i pendolari

Analisi Benefici- Costi

Stima dei benefici NON PERCEPITI per gli utenti

I costi operativi sono quei costi non percepiti imputabili, ad esempio:

- alle variazioni di consumo di lubrificanti,
- alle variazioni di consumo di pneumatici
- alla manutenzione e deprezzamento del veicolo

Questi impattano in misura differenziata in ragione delle variazioni delle percorrenze

Voce di costo	Valori		Unità di misura (prezzi 2016)	% in relazione alle percorrenze
	Economici	Finanziari		
Assicurazione	-	475,00	€	0%
Pneumatici	0,02	0,02	€/veicolo*km	100%
Manutenzione	0,03	0,07	€/veicolo*km	50%
Deprezzamento	0,04	0,09	€/veicolo*km	50%

Costi operativi unitari

(fonte: elab. su dati Regione Lombardia, 2014 e Istituto per la Vigilanza sulle Assicurazioni – IVASS, 2014)

Carteni A., Henke I., (2016), Consenso pubblico ed analisi economico-finanziaria nel "progetto di fattibilità": Linee guida ed applicazione al progetto di riqualificazione della linea ferroviaria Formia-Gaeta, Lulu editions, ISBN 978-1-326-86678-5.

Analisi Benefici- Costi

Stima dei benefici

- per gli utenti del sistema:
 - **percepiti**: variazioni di “surplus del consumatore” (es. variazione di tempo e di costo del carburante)
 - **non percepiti**: variazioni dei costi operativi (es. usura veicolo)
- per i non utenti:
 - variazioni emissioni gas climalteranti
 - variazioni emissioni inquinanti nocive all’uomo
 - variazioni emissioni sonore
 - variazioni incidentalità
 - variazioni congestione stradale
 - impatti negli altri settori (variazioni processi up- and downstream)

Analisi Benefici- Costi

Stima dei benefici per i non utenti

si ha un'esternalità quando la produzione (o il consumo) di un bene ha impatti sul benessere di un soggetto terzo (collettività) senza che vi sia alcun compenso o indennizzo ("internalizzazione") specifico

Nelle analisi economiche le **esternalità possono essere:**

- **negative** (es. più veicoli che circolano consumeranno più carburante ed emetteranno più sostanze inquinanti)
- **positive** (es. meno veicoli che circolano e quindi meno emissioni)

Per la stima delle esternalità per i non utenti (costi o benefici) occorre:

- I. **stimare le variazioni di emissioni ed incidenti**
- II. **definire i costi sociali marginali (unitari)**
- III. **stimare il trend temporale dei costi marginali**
- IV. **monetizzare il costo (o beneficio) sociale**

Analisi Benefici- Costi

Stima dei benefici per i non utenti

Per la stima delle esternalità esistono due metodologie distinte:

- a. **DISAGGREGATI**: moltiplicare le quantità di ciascuna esternalità prodotta (es. variazione di tonnellate di inquinante emesso) dal progetto per un costo marginale (es. €/tonn. di CO₂)
- b. **AGGREGATI**: moltiplicare le variazioni di veicoli*km prodotte dal progetto per un costo marginale

Nel seguito per semplicità si farà riferimento al secondo dei due approcci ed in particolare ai valori unitari forniti dalla Comunità europea (fonte: *Ricardo-AEA DG MOVE, 2014*)

BENEFICI NON UTENTI

NON UTENTI

B3. CLIMALTERANTI

B4. EMISSIONI INQUINANTI

B5. RIDUZIONE EMISSIONI SONORE

B.6 RIDUZIONE INCIDENTALITA'

B.7 CONGESTIONE

B8. ALTRI SETTORI

$$\Delta E_{P,i}(t) = \Delta \text{veicolikm}(t) \times E_{P,i}(t) \times K_A$$

$$\Delta E_{P,i \text{ TOTALE}} = \sum_t \Delta E_{P,i}(t)$$

$\Delta E_{P,i}(t)$ = externalita' i-esima prodotta dal progetto P all'anno t-esimo

$\Delta \text{veicolikm}(t)$ = variazione dei veicoli*km all'anno t-esimo

$E_{P,i}(t)$ = costo sociale marginale unitario i-esimo (Ricardo Aea)

k_a = coeff. attualizzazione = 1.068

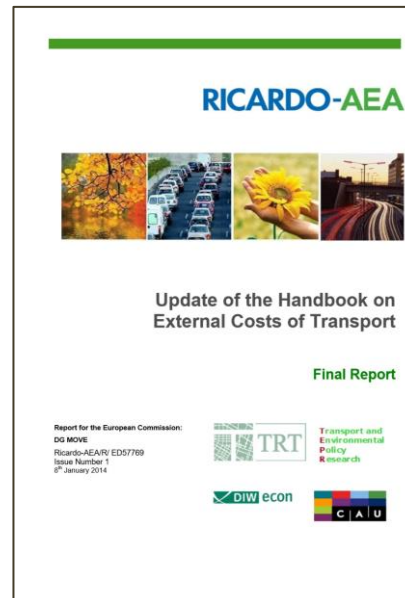


TABLE 17			
VEHICLE	ENGINE	EURO-CLASS	SUBURBAN (€CT/VKM)
CAR DIESEL	<1.4l	Euro 2	1.5
		...	...
		Euro 6	0.3
	1.4-2.0l	Euro 0	3.1
		...	...
		Euro 6	0.3
CAR PETROL	>2.0l	Euro 0	3.4
		Euro 6	0.3
	<1.4l	Euro 0	3.2
		...	...
		Euro 6	0.2
	1.4-2.0l	Euro 0	3.3
		...	...
		Euro 6	0.1
	>2.0l	Euro 0	3.5
		...	...
		Euro 6	0.1



ANALISI DEL PARCO VEICOLARE

Analisi Benefici- Costi

Stima dei benefici per i non utenti

I GAS CLIMALTERANTI

Gas Climalteranti [€ct/vkm a prezzi 2016]		2016	2026	2036	2046
Circolazione su strade urbane ¹	Auto	2,42	2,37	2,36	2,36
	Veicoli merci ²	3,51	3,28	3,21	3,17
	Bus	8,08	7,99	7,93	7,91
Circolazione su strade rurali	Auto	1,51	1,50	1,50	1,50
	Veicoli merci	2,31	2,07	2,00	1,97
	Bus	5,87	5,66	5,50	5,45
Circolazione su autostrada	Auto	1,62	1,60	1,61	1,61
	Veicoli merci	2,91	2,72	2,66	2,64
	Bus	5,34	5,12	4,96	4,91
Circolazione su strada media	Auto	1,78	1,76	1,76	1,76
	Veicoli merci	2,70	2,48	2,42	2,39
	Bus	6,47	6,33	6,23	6,20

Costi marginali dei gas climalteranti medi pesati sia sul parco veicolare italiano che sulle percorrenze medie per classe EURO di emissione (fonte: elaborazione su dati Ricardo-AEA DG MOVE, 2014; ACI, 2000-2016; ISPRA, 2015; ISTAT, 2016)

Analisi Benefici- Costi

4. Stima dei benefici per i non utenti

LE EMISSIONI INQUINANTI

Emissioni Inquinanti [€ct/vkm a prezzi 2016]		2016	2021	2026	2031	2036	2041	2046	2051
Area urbana ¹	Auto	1,16	0,84	0,69	0,59	0,57	0,56	0,56	0,56
	Veicoli merci ²	5,25	3,36	2,83	2,48	2,25	2,03	1,95	1,88
	Bus	19,58	16,51	13,08	10,07	7,26	5,45	4,24	2,26
Area suburbana	Auto	0,62	0,44	0,34	0,28	0,26	0,25	0,25	0,25
	Veicoli merci	2,82	1,73	1,43	1,22	1,08	0,94	0,88	0,83
	Bus	13,06	11,10	8,98	7,04	5,19	3,77	2,76	1,05
Area rurale	Auto	0,39	0,27	0,21	0,17	0,16	0,15	0,15	0,15
	Veicoli merci	1,82	1,04	0,82	0,68	0,57	0,47	0,43	0,39
	Bus	9,00	7,55	6,00	4,59	3,28	2,27	1,61	0,51
Autostrada	Auto	0,41	0,28	0,21	0,17	0,16	0,15	0,15	0,15
	Veicoli merci	1,66	0,92	0,71	0,57	0,47	0,37	0,33	0,30
	Bus	7,45	6,18	4,82	3,59	2,49	1,67	1,18	0,38

Costi marginali delle emissioni inquinanti medi pesati sia sul parco veicolare italiano che sulle percorrenze medie per classe EURO⁸⁸ di emissione (fonte: elab. su dati Ricardo-AEA DG MOVE, 2014; ACI, 2000-2016; ISPRA, 2015; ISTAT, 2016)

Analisi Benefici- Costi

Stima dei benefici per i non utenti

LE EMISSIONI SONORE

Tipologia di veicolo	Periodo del giorno	Tipologia di traffico	Area urbana ¹	Area suburbana	Area rurale
Autovetture	Giorno	congestionato	9,40	0,53	0,11
		libero	22,86	1,50	0,21
	Notte	congestionato	17,20	0,96	0,11
		libero	41,56	2,67	0,43
Motocicli	Giorno	congestionato	18,91	1,18	0,11
		libero	45,62	2,88	0,43
	Notte	congestionato	34,29	2,03	0,21
		libero	83,23	5,45	0,64
Veicoli merci ²	Giorno	congestionato	53,33	2,92	0,48
		libero	129,63	8,27	0,97
	Notte	congestionato	97,33	5,46	0,85
		libero	235,96	15,35	1,79
Bus	Giorno	congestionato	47,01	2,56	0,43
		libero	114,32	7,26	0,85
	Notte	congestionato	85,79	4,81	0,75
		libero	208,01	13,57	1,60

Costi marginali (€ per 1000 veicoli*km a prezzi 2016) delle emissioni sonore (fonte: elaborazione Ricardo-AEA DG MOVE, 2014 e ISTAT, 2016)

Analisi Benefici- Costi

Stima dei benefici per i non utenti

L'INCIDENTALITÀ

Incidentalità [€ a prezzi 2016]	
Morto	2.047.001
Ferito grave	263.033
Ferito lieve	20.085

**PER MODELLI DI IMPATTO
DISAGGREGATI**

Incidentalità [€/vkm a prezzi 2016]		
Autostrade ¹	Autovetture	0,11
	Veicoli merci pesanti ²	2,24
	Motocicli	0,11
Strade extraurbane	Autovetture	0,21
	Veicoli merci pesanti	1,07
	Motociclette	0,21
Strade urbane	Autovetture	0,64
	Veicoli merci pesanti	4,27
	Motocicli	1,60

**PER MODELLI DI
IMPATTO AGGREGATI**

Cartenì A., Henke I., (2016), Consenso pubblico ed analisi economico-finanziaria nel "progetto di fattibilità": Linee guida ed applicazione al progetto di riqualificazione della linea ferroviaria Formia-Gaeta, Lulu editions, ISBN 978-1-326-86678-5.

Costi marginali imputabili all'incidentalità medi pesati sul parco veicolare italiano
(fonte: elab. su dati Ricardo-AEA DG MOVE, 2014 e ISTAT, 2016)

Stima dei benefici per i non utenti

GLI IMPATTI NEGLI ALTRI SETTORI

(processi di up-and downstream)

Effetti indiretti dovuti:

- **produzione di energia (pre-combustione: *well-to-tank emissions*):** la produzione di tutti i tipi di energia provoca impatti ambientali supplementari dovuti all'estrazione, al trasporto e alla produzione
- **costruzione di infrastrutture, manutenzione e smaltimento:** la costruzione, la manutenzione e lo smaltimento di elementi infrastrutturali provoca effetti ambientali (emissioni di sostanze inquinanti e gas ad effetto serra)
- **produzione di veicoli, manutenzione e smaltimento:** la produzione, la manutenzione e lo smaltimento dei veicoli e del materiale rotabile provoca effetti ambientali (emissioni di sostanze inquinanti e gas ad effetto serra)

Analisi Benefici- Costi

Stima dei benefici per i non utenti

GLI IMPATTI NEGLI ALTRI SETTORI

(processi di up-and downstream)

Gli impatti in altri settori [€/ct/vkm a prezzi 2016]		2016	2026	2036	2046
Circolazione su strade urbane ¹	Auto	1,12	1,09	1,08	1,08
	Veicoli merci ²	1,52	1,42	1,39	1,37
	Bus	3,49	3,45	3,43	3,42
Circolazione su strade rurali	Auto	0,70	0,69	0,68	0,68
	Veicoli merci	1,03	0,98	0,97	0,97
	Bus	2,53	2,44	2,37	2,37
Circolazione su autostrada	Auto	0,79	0,78	0,78	0,78
	Veicoli merci	1,31	1,29	1,29	1,29
	Bus	2,31	2,22	2,16	2,14
Circolazione su strada media	Auto	0,80	0,79	0,79	0,79
	Veicoli merci	1,18	1,15	1,15	1,15
	Bus	2,82	2,74	2,69	2,67

Costi marginali dovuti agli impatti in altri settori (processi di up- and downstream) medi pesati sia sul parco veicolare italiano che sulle percorrenze medie per classe EURO di emissione (fonte: elab. su dati Ricardo-AEA DG MOVE, 2014; ACI, 2000-2016; ISPRA, 2015; ISTAT, 2016)

Cartenì A. (2016) *Processi decisionali e Pianificazione dei trasporti*. Lulu Enterprises, Inc. (USA). ISBN: 978-1-326-46240-6

COSTI - BENEFICI

COSTI - BENEFICI	SCENARIO OTTIMISTICO		SCENARIO PRUDENZIALE	
	TOTALE (prezzi 2016)	TOTALE (prezzi costanti)	TOTALE (prezzi 2016)	TOTALE (prezzi costanti)
C1 - COSTI INVESTIMENTO	- 76,893,167 €	- 82,261,724 €	- 84,582,483 €	- 90,487,896 €
C2 - COSTI GESTIONE E MANUTENZIONE	- 82,744,833 €	-128,358,236 €	- 82,744,833 €	- 128,358,236 €
C3 - VALORE RESIDUO INVESTIMENTO	10,127,000 €	23,864,940 €	10,137,127 €	23,888,805 €
C4 - COSTO MATERIALE ROTABILE	- 13,327,306 €	- 15,000,000 €	- 13,327,306 €	- 15,000,000 €
TOTALE COSTI	- 162,838,305 €	- 201,755,021 €	- 170,517,494 €	- 220,653,848€
B1 - BENEFICI UTENTI-PERCEPITO	180,404,773 €	389,486,640 €	142,779,755 €	236,501,938 €
B2- BENEFICIO UTENTI- NON PERCEPITI	47,768,583 €	102,274,203 €	30,469,090 €	50,249,507€
B3- BENEFICI NON UTENTI	23,395,143 €	49,813,810 €	17,202,540 €	28,362,737 €
TOTALE BENEFICI	251,568,499 €	541,574,653 €	190,451,386 €	315,114,183 €

ANALISI FINANZIARIA

PERIODO DI OSSERVAZIONE: 30 ANNI; TASSO DI ATTUALIZZAZIONE: 3%*

VAN

$$VAN = \sum_{t=0}^T \left(\frac{\sum_j B_j^t - \sum_j C_j^t}{(1+r)^t} \right) [\text{€}]$$

B_j^t = Beneficio j-esimo all'anno t-esimo

C_j^t = j-esimo all'anno t-esimo

TASSO DI ATTUALIZZAZIONE

$$r = \frac{M^{t+1} + M^t}{M^t} [\%]$$

M^t = Montante al tempo t

SRI

Valore di r che annulla il VAN [%]

SCENARIO OTTIMISTICO

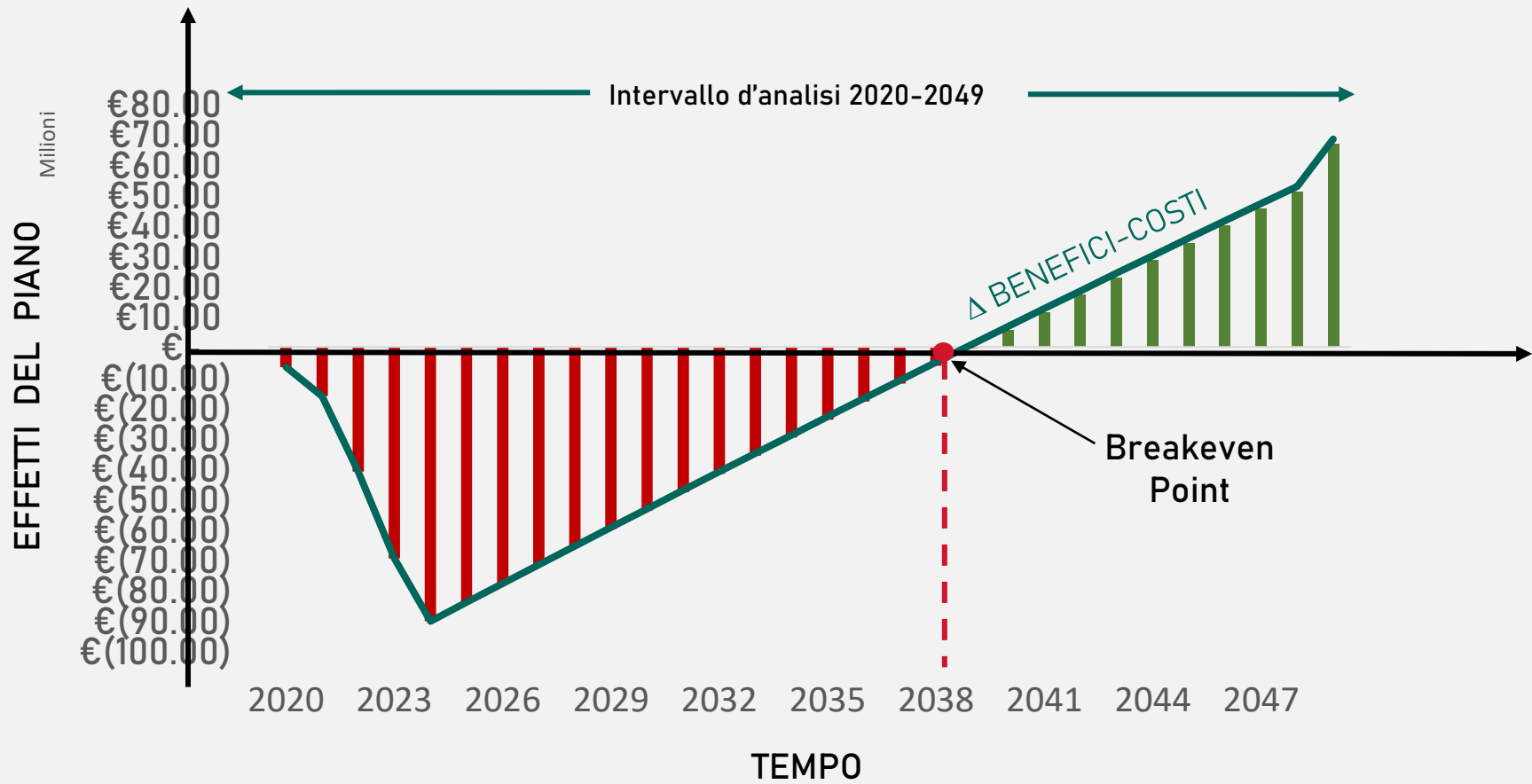
VAN [€]	88,730,193 €
Benefici/Costi	1.5
SRI	7.90%
Pay Back Period [anni]	17

SCENARIO PRUDENZIALE

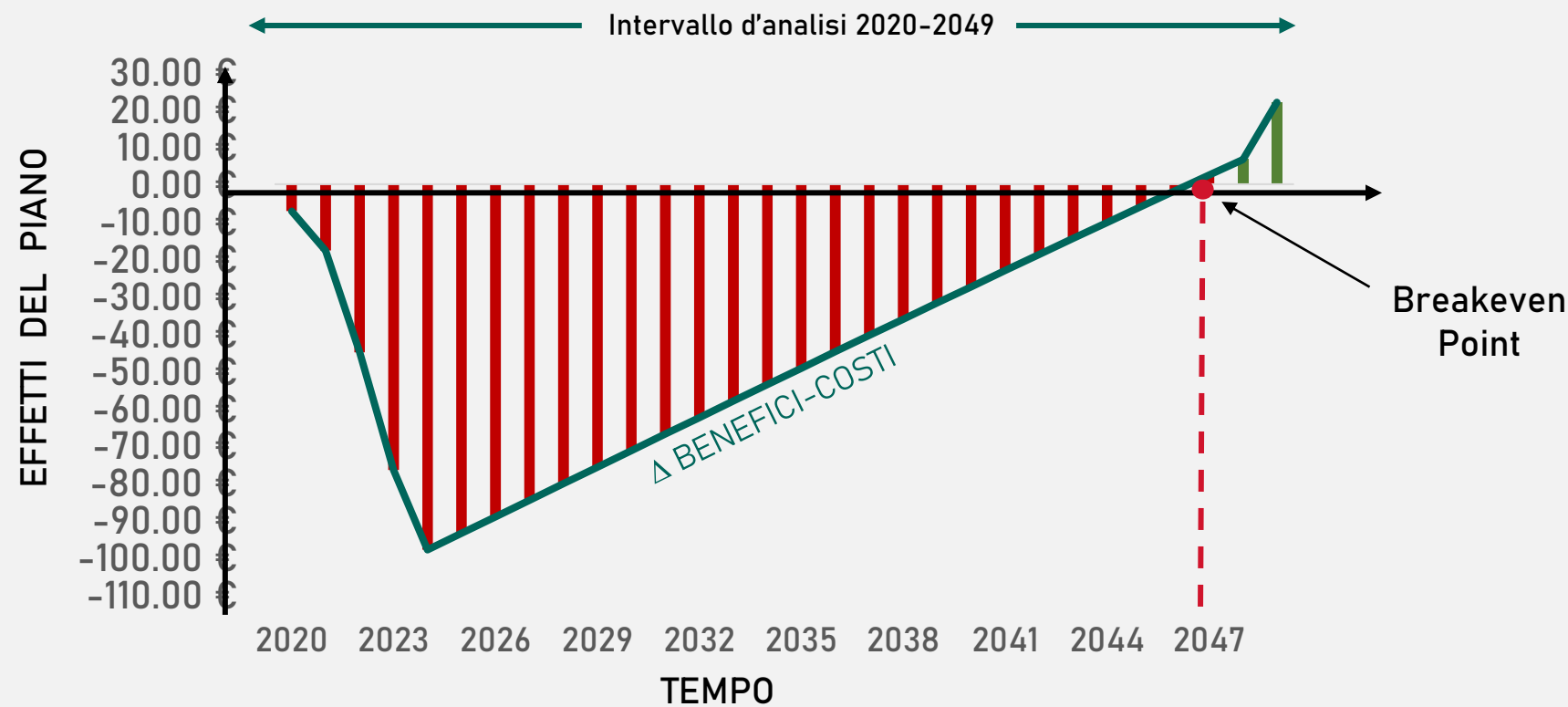
VAN [€]	10,688,831 €
Benefici/Costi	1.10
SRI	4.40%
Pay Back Period [anni]	28

* FONTE: Linee Guida per la Valutazione degli Investimenti in Opere Pubbliche nei settori di competenza del MIT (2017) ai sensi del D.Lgs. 228/2011

SCENARIO OTTIMISTICO



SCENARIO PRUDENZIALE



ANALISI DI SENSITIVITA'

Verifica la robustezza delle ipotesi fatte riguardanti sia le previsioni di traffico che i parametri monetari o di stima utilizzati (es. tasso di sconto, costo di una tonnellata di CO₂).

E' cruciale per le analisi economiche per le quali spesso ci si deve accontentare di fare ipotesi più "deboli" (con maggiore discrezionalità e minore affidabilità delle stime).

Consiste nell'applicare delle variazioni in positivo e negativo (es. $\pm 10\%$, $\pm 20\%$, $\pm 30\%$) ai parametri/indicatori/tassi di sconto ipotizzati e in che misura cambiano gli indicatori sintetici stimati (es. VAN e SRI)

ESEMPIO: il progetto A è migliore di B ($VAN_A > VAN_B$), ma questa conclusione non è robusta (es. variando del 10% il tasso di sconto il risultato si inverte)

ANALISI DI SENSITIVITA'

LE FASI:

- Individuazione delle variabili critiche, ovvero quelle con elasticità maggiore di 1 (ad una variazione di queste variabili (es. +10%) si ottiene una variazione percentuale del VAN confrontabile o superiore)
- per tutte le variabili risultate critiche, occorre confrontare più in dettaglio le singole alternative progettuali (es. potrebbe capitare che l'alternativa *second-best* possa risultare più stabile rispetto alla *first-best*)
- talvolta può risultare utile anche stimare i così detti “valori di rovesciamento”, ossia le variazioni percentuali di singole variabili critiche che annullano il VAN (es. riducendo i veicoli*km del 25% si annulla il VAN), ovvero gruppi di più variabili critiche che, opportunamente combinate, creano uno “scenario pessimistico” per il quale si annulla il VAN

STIMA DOMANDA-OFFERTA E IMPATTI ESTERNI

ANALISI BENEFICI-COSTI (ABC)

Limiti dell'ABC:

- non sommabilità (impatto sull'equità) degli effetti per i soggetti o gruppi di soggetti, interessati in modo diverso dal progetto (*effetto compensatorio*)
- l'analisi è limitata ai soli effetti (impatti) monetari o monetizzabili. Non tutti gli impatti imputabili ad un progetto di trasporto sono sempre monetizzabili (es. la bellezza architettonica, il comfort di viaggio)

Per superare in parte questi limiti, spesso viene implementata ad integrazione anche un'analisi Multi-Criteri.

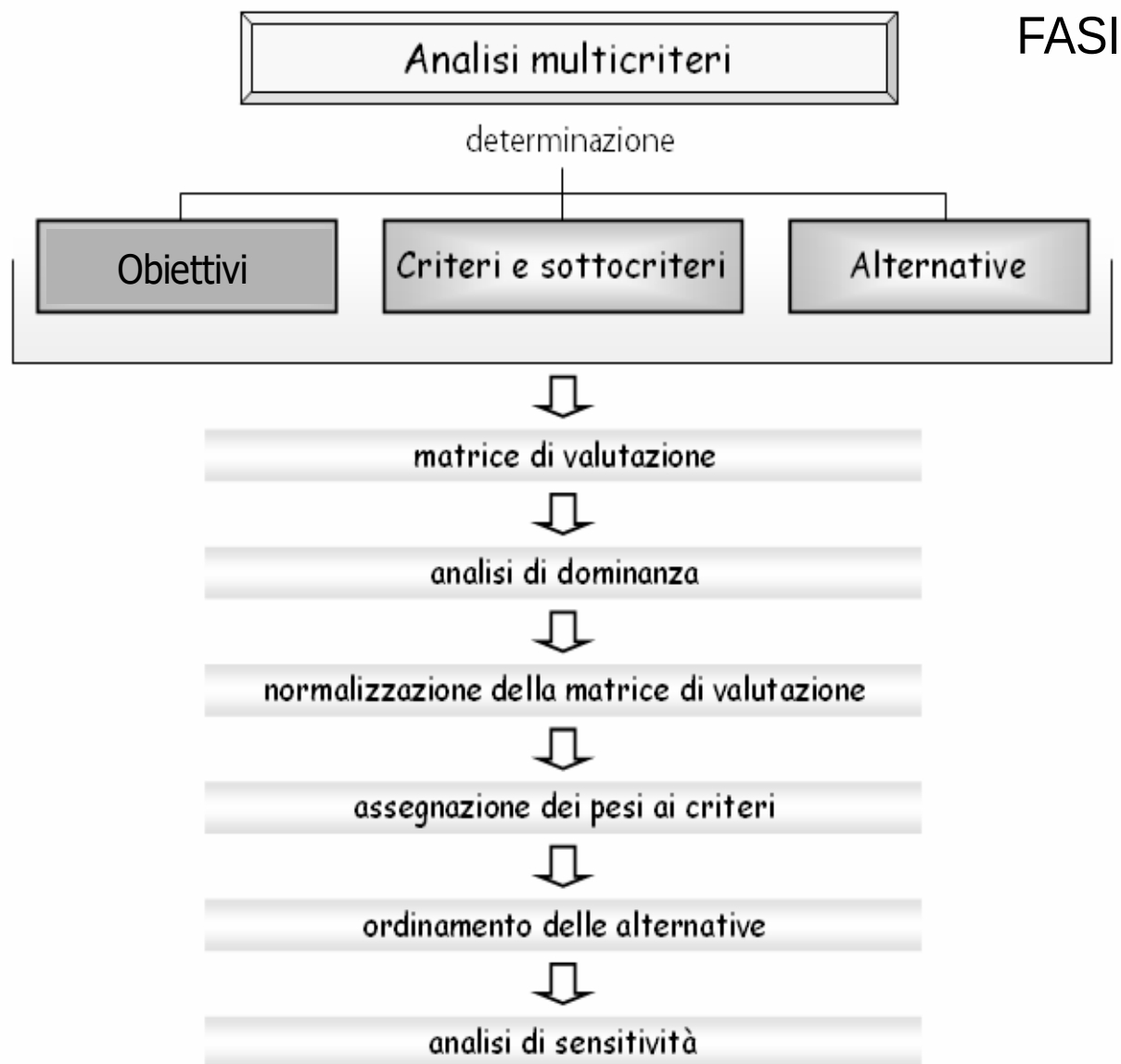
- Metodi e modelli di valutazione nel processo decisionale
- Il nuovo quadro normativo
- L'analisi di valutazione
 - Analisi Finanziaria
 - **Analisi Economiche**
 - L'ABC: un esempio applicativo
 - **L'AMC: un esempio applicativo**
 - Confronto tra ABC e AMC

L'AMC: un esempio applicativo

ANALISI MULTICRITERI (AMC)

- ❑ Consente di valutare le diverse soluzioni progettuali sulla base di un numero limitato di criteri, scomponibili a loro volta in sub-criteri, ottenendo un unico giudizio globale
- ❑ Fornisce un supporto al decisore (o ai decisori) per realizzare un “**compromesso accettabile**” fra i diversi obiettivi
- ❑ In realtà, il decisore sceglie l'**alternativa più soddisfacente** (concetto di razionalità limitata)

L'AMC: un esempio applicativo



ANALISI MULTICRITERI (AMC)

Elementi che caratterizzano la decisione:

- ☐ Individuazione delle alternative
- ☐ Individuazione degli obiettivi
- ☐ Individuazione dei criteri

INDIVIDUAZIONE DEGLI OBIETTIVI

I molteplici obiettivi che ci si trova a perseguire in un processo decisionale pongono alcuni rilevanti problemi:

- Alcuni obiettivi non sono fra loro **confrontabili**, poiché per la loro diversa natura sono espressi in diverse unità di misura quantitative o qualitative.
- Talvolta gli obiettivi possono essere fra loro **incompatibili**.
- Tra gli obiettivi esistono trade-off, per cui **non è mai possibile** individuare alcuna soluzione in grado di **massimizzare contemporaneamente tutti gli obiettivi**.

L'AMC: un esempio applicativo

Gli obiettivi **FORMALI**:

1. **Garantire il diritto alla mobilità (Efficacia);**
2. **Ridurre il costo di produzione del trasporto (Efficienza);**
3. **Ridurre il costo generalizzato per gli utenti del sistema di trasporto (Qualità);**
4. **Migliorare la salute** (riduzione degli impatti ambientali nocivi per l'uomo, riduzione degli incidenti);
5. **Ridurre l'impatto ambientale** (riduzione emissioni di gas serra, riduzione intrusione visiva);
6. **Ridurre le disuguaglianze** tra le parti del territorio e fra diverse classi di utenti (**Equità**);
7. **Promuovere lo sviluppo del territorio** (riqualificazione zone degradate, promozione dello sviluppo di parti del territorio, nuovi quartieri, ecc.);
8. **Promuovere lo sviluppo economico**
9. **Ampliare il consenso sulle decisioni**

L'AMC: un esempio applicativo

INDIVIDUAZIONE DEI CRITERI

- ❑ **Criterio:** sono indicatori delle prestazioni delle varie alternative **rispetto agli obiettivi**, misurabili in modo quantitativo e qualitativo; possono essere presenti anche dei **sotto-criteri** e in tale caso sono questi lo strumento con cui le alternative vengono confrontate tra loro.
- ❑ **Attributo:** misura (valore) di una prestazione di una alternativa **rispetto ad un obiettivo**.

Il criterio è una traduzione operativa dell'obiettivo, che si sceglie per misurare il raggiungimento di un obiettivo

Es: supponiamo di dover mettere a confronto più tratte stradali, per decidere qual è la migliore da realizzare.

Se un obiettivo è la riduzione dell'incidentalità, il criterio di valutazione può essere il n° incidenti che si registra su ciascuna tratta stradale, mentre l'attributo è la performance (l'impatto) sul criterio, ad esempio l'alternativa A ha un attributo di 40 (incidenti), l'alternativa B ha un attributo di 60 (incidenti)

INDIVIDUAZIONE DEI CRITERI

Gli attributi possono essere:

quantitativi (es, numero di incidenti - misurabile con un numero)

o qualitativi (es: se l'obiettivo è integrare al meglio una struttura nell'ambiente circostante, il criterio di valutazione può essere il grado di impatto ambientale, e l'attributo di ciascuna alternativa può essere espresso in termini qualitativi - alto, basso, medio etc.)

L'AMC: un esempio applicativo

INDIVIDUAZIONE DEI CRITERI PER GLI OBIETTIVI FORMALI:

1. Efficacia: **VARIAZIONE DI ACCESSIBILITA'**
2. Efficienza: **VARIAZIONE DEI COSTI DI INVESTIMENTO E DEI COSTI DI ESERCIZIO**
3. Qualità: **VARIAZIONE DEL SURPLUS**
4. Migliorare la salute: **VARIAZIONE DEL NUMERO DI MORTI, FERITI PER INCIDENTI STRADALI, VARIAZIONE DI PM10, VARIAZIONE DEL LIVELLO DI RUMORE**
5. Ridurre l'impatto ambientale: **VARIAZIONE DI CO2, VARIAZIONE INTRUSIONE VISIVA**

L'AMC: un esempio applicativo

INDIVIDUAZIONE DEI CRITERI PER GLI OBIETTIVI FORMALI:

6. Ridurre le disuguaglianze: **VARIAZIONE DELLA DISPERSIONE DEI COSTI GENERALIZZATI DEL TRASPORTO (es. Deviazione Standard) TRA VARIE ZONE E/O VARIE CATEGORIE SOCIO-ECONOMICHE**
7. Promuovere lo sviluppo del territorio: **VARIAZIONE DEL LIVELLO DI SERVIZIO PER ZONE OBIETTIVO (es. periferie), VARIAZIONE DELLA DENSITA' DELLE RESIDENZE O ATTIVITA' ECONOMICHE PER ZONE OBIETTIVO**

L'AMC: un esempio applicativo

INDIVIDUAZIONE DEI CRITERI PER GLI OBIETTIVI FORMALI:

8. Promuovere lo sviluppo economico: **VARIAZIONE DEL PIL, VARIAZIONE DEL VALORE AGGIUNTO, AUMENTO DEGLI OCCUPATI, AUMENTO DELLA COMPETITIVITÀ DELLE IMPRESE ATTRAVERSO INVESTIMENTI;**
9. Ampliare il consenso sulle decisioni: **NUMERO DI FAMIGLIE DA DELOCALIZZARE, MQ. DI TERRENI DA ESPROPRIARE, GRADO DI ACCETTAZIONE DEGLI STAKEHOLDERS**

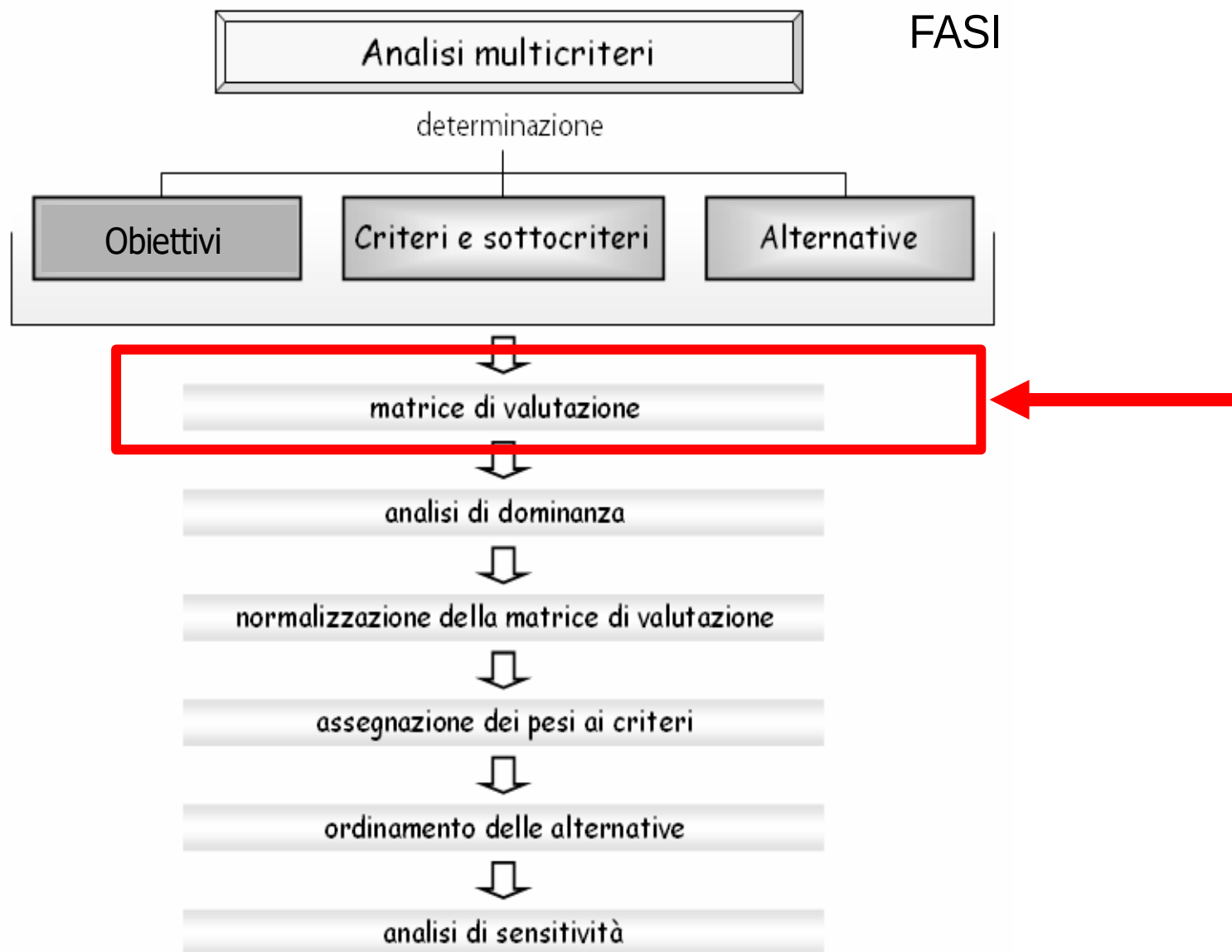
L'AMC: un esempio applicativo

Attenzione all'equilibrio obiettivi/criteri:

Un numero squilibrato di criteri equivale, se non corretto, ad uno squilibrio implicito degli obiettivi



L'AMC: un esempio applicativo



L'AMC: un esempio applicativo

MATRICE DI VALUTAZIONE

OBIETTIVI	CRITERI	ALTERNATIVE						PESI
		1	2	...	j	...	J	
1	1	$X_{1,1,1}$	$X_{1,1,2}$		$X_{1,1,j}$		$X_{1,1,J}$	$W_{1,1}$
	2	$X_{1,2,1}$	$X_{1,2,2}$		$X_{1,2,j}$		$X_{1,2,J}$	$W_{1,2}$
i	3	$X_{i,3,1}$	$X_{i,3,2}$		$X_{i,3,j}$		$X_{i,3,J}$	$W_{i,3}$
	...	...	...		...		...	...
N	...	...	...		...		...	...
	m	$X_{N,m,1}$	$X_{N,m,2}$		$X_{N,m,j}$		$X_{N,m,J}$	$W_{N,m}$
	...							
	M	$X_{N,M,1}$	$X_{N,M,2}$		$X_{N,M,j}$		$X_{N,M,J}$	$W_{N,M}$

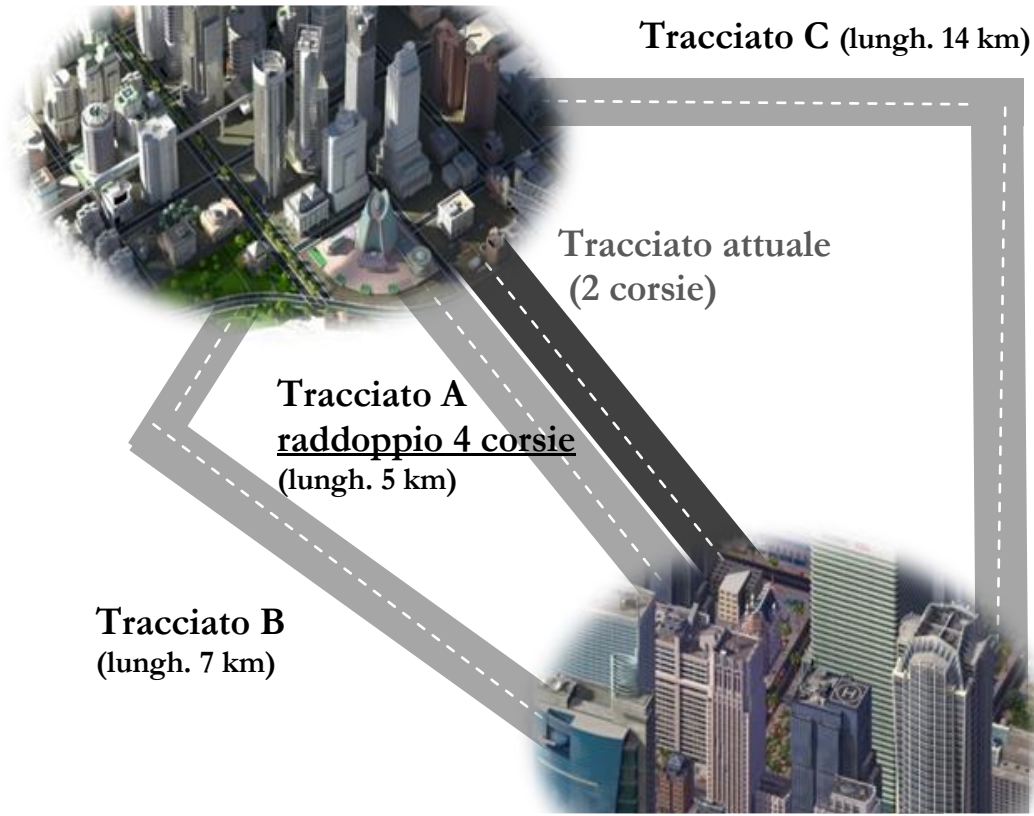
La matrice di valutazione dei progetti alternativi **J** rispetto ai criteri **m = 1, ..., M** , per gli obiettivi **i = 1, ..., N**.

L'AMC: un esempio applicativo

Analisi finanziaria: l'analisi costi-ricavi ESEMPIO NUMERICO

Un progetto di trasporto riguardante la riqualificazione di un'autostrada a pedaggio esistente, per la quale si confronteranno tre differenti ipotesi di intervento:

- A. riqualificazione ed ampliamento tracciato esistente (**tracciato A**)
- B. nuovo **tracciato B** e dismissione del tracciato attuale
- C. nuovo **tracciato C** e dismissione del tracciato attuale



L'AMC: un esempio applicativo

Es. di Matrice di valutazione di un progetto di trasporto riguardante la riqualificazione di un'autostrada a pedaggio esistente, per la quale si confronteranno tre differenti ipotesi di intervento (es. in linea a quello dell'ACB)

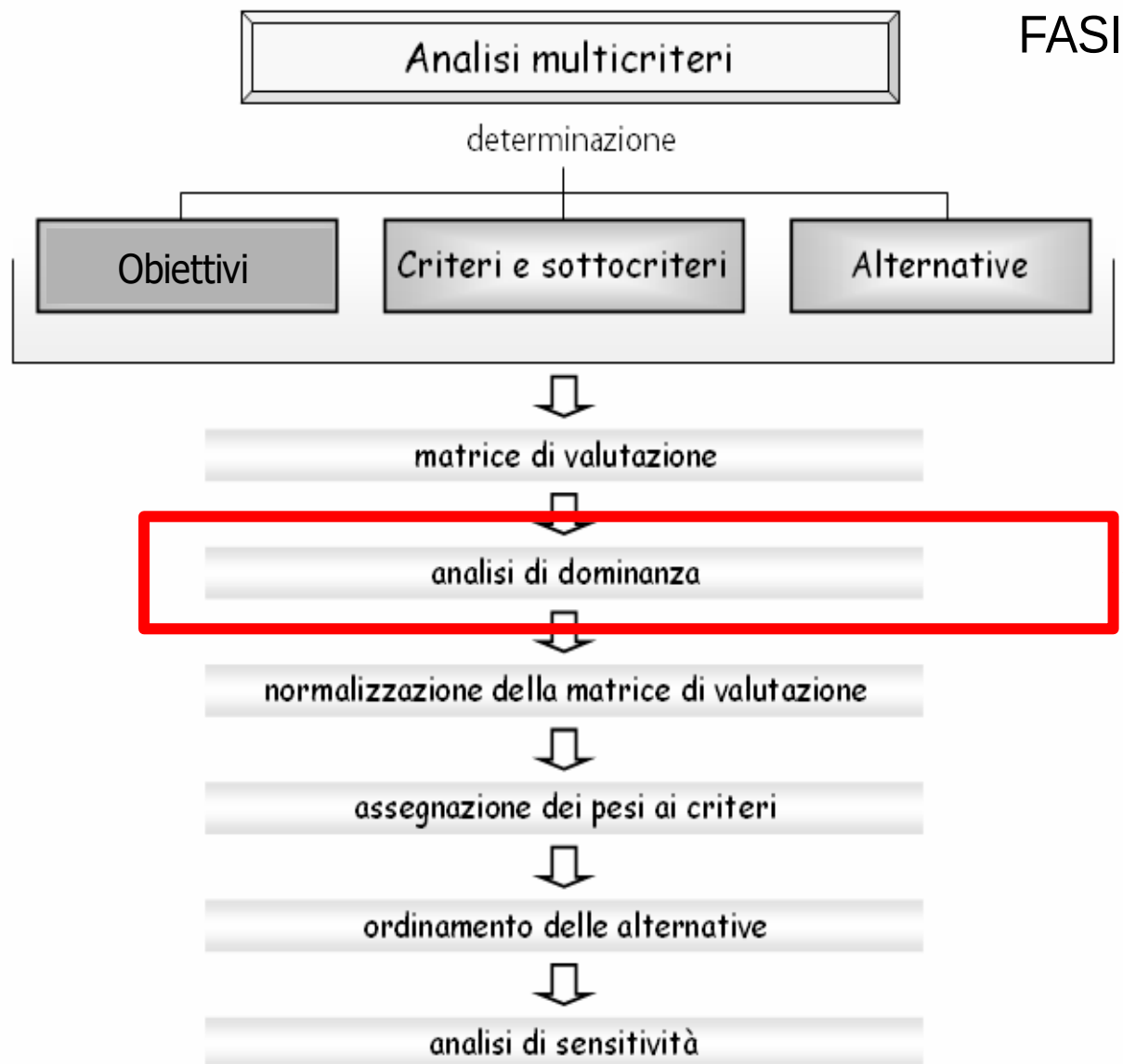
CRITERI	ALTERNATIVE		
	A1	A2	A3
Costi di investimento (Mln€)	-573,8	-1236,3	-1401,3
Risparmio di tempo (ore risparmiate) (Mln€)	455,0	670,0	193,8
Inquinamento acustico (n.*1000 persone con livello inquin. Sonoro sopra la soglia)	110	400	200
Qualità architettonica	3	1	2
Inserimento nel paesaggio	1	2	2

Scala qualitativa a 3 livelli:

- 0: nullo
- 1: basso
- 2: medio
- 3: alto

Si introduce una alternativa di non intervento (A0) rispetto alla quale si calcolano i benefici di ciascuna alternativa

L'AMC: un esempio applicativo



L'AMC: un esempio applicativo

ANALISI DI DOMINANZA

Il progetto j si dice *dominato* se esiste almeno un progetto h che soddisfi in modo migliore o al più uguale tutti gli obiettivi, ovvero per il quale risulti:

$$x_{mj} \leq x_{mh} \quad \forall m = 1, \dots, M$$

con almeno una delle diseguaglianze soddisfatta in modo stretto.

Un progetto non dominato si dice anche efficiente.

Un progetto si dice *non dominato* se non esiste alcun progetto che migliori il livello di soddisfazione di almeno un obiettivo senza peggiorarne nessuno.

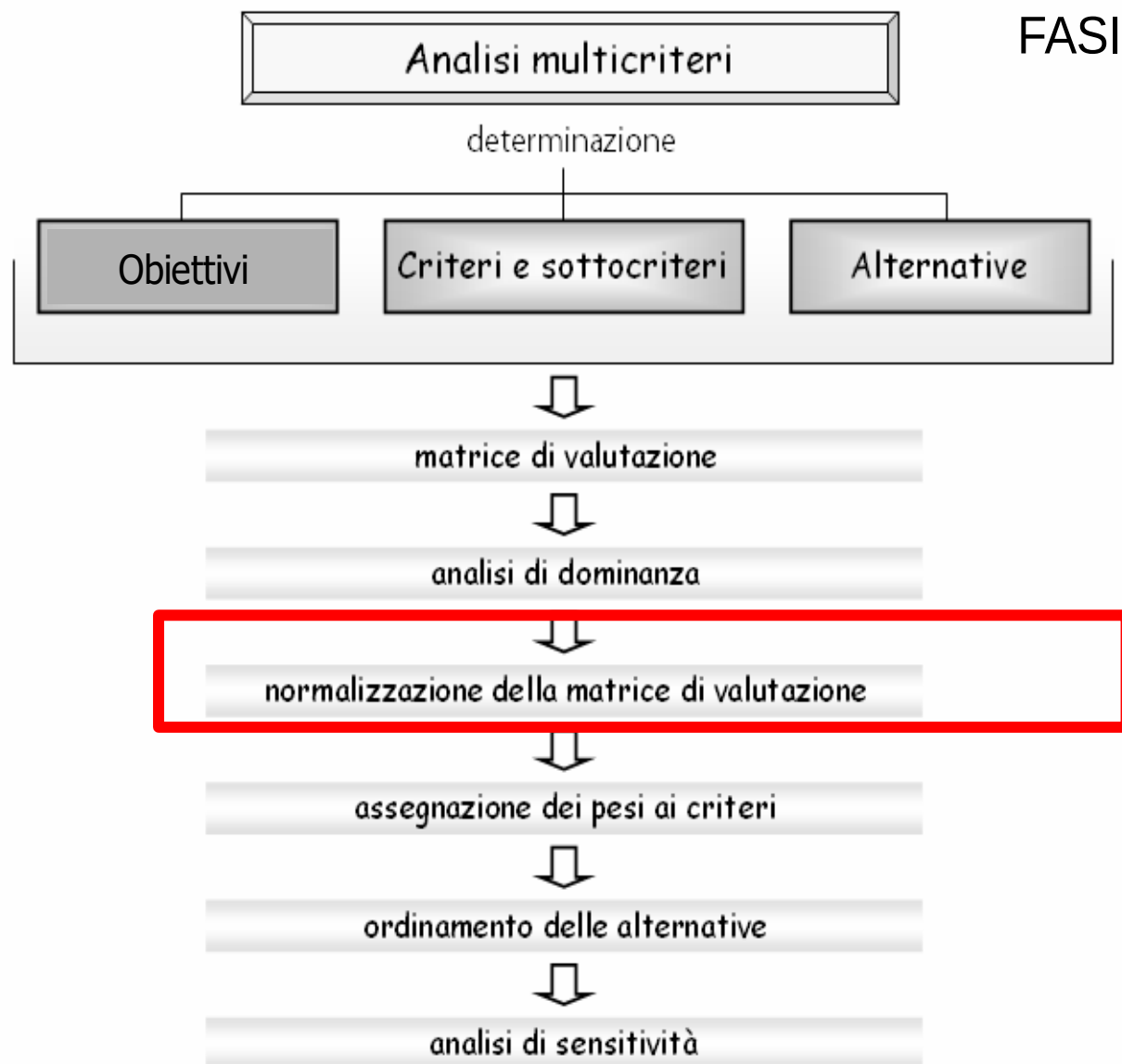
L'AMC: un esempio applicativo

Si introduce una alternativa di non intervento A0 rispetto alla quale si calcolano i benefici di ciascuna alternativa, attribuendo ai criteri qualitativi rispettivamente: Basso =1; Medio=2; Alto=3

CRITERI	ALTERNATIVE		
	A1	A2	A3
Costi di investimento (Mln€)	-573,8	-1236,3	-1401,3
Risparmio di tempo (ore risparmiate) (Mln€)	455,0	670,0	193,8
Inquinamento acustico (n.*1000 persone con livello inquin. Sonoro sopra la soglia)	110	400	200
Qualità architettonica	3	1	2
Inserimento nel paesaggio	1	2	2

N.B. **nessun progetto è dominato.** (quindi nessuna alternativa può essere scartato)

L'AMC: un esempio applicativo



L'AMC: un esempio applicativo

NORMALIZZAZIONE DELLA MATRICE DI VALUTAZIONE

- ❑ L'operazione di normalizzazione (o standardizzazione) consente di relativizzare i risultati di ciascun criterio/attributo, in modo da evitare problemi di calcolo connessi alla presenza di differenti e specifiche unità di misura
- ❑ Esistono diverse tecniche che consentono di normalizzare gli attributi x_{ij} in numeri reali r_{ij} con $0 \leq r_{ij} \leq 1$
- ❑ Normalizzazione con formule matematiche VS normalizzazione con funzioni di utilità

L'AMC: un esempio applicativo

NORMALIZZAZIONE CON FORMULE MATEMATICHE

Normalizzazione è un'operazione matematica che consente di rendere omogenei gli elementi contenuti nella matrice di valutazione.

Alcune delle relazioni più usate:

Funzioni normalizzazione

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j^{max}}$$

$$r_{ij} = 1 - \frac{x_{ij}}{x_j^{max}}$$

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j^{min}}{x_j^{max} - x_j^{min}}$$

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}^{min}}{x_{ij}}$$

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}$$

X1	X2	X3
110	400	200



Normalizzazione			
Formule	X1	X2	X3
$r_{ij}=x_{ij}/(x_j^{max})$	0,28	1,00	0,50
$r_{ij}=1-x_{ij}/(x_j^{max})$	0,73	0,00	0,50
$r_{ij}=(x_{ij}-x_j^{min})/(x_j^{max}-x_j^{min})$	0,00	1,00	0,31
$r_{ij}=(x_j^{min})/x_{ij}$	1,00	0,28	0,55
$r_{ij}=x_{ij}/\sqrt{\sum x_{ij}^2}$	0,24	0,87	0,43

L'AMC: un esempio applicativo

NORMALIZZAZIONE (*per riga*)

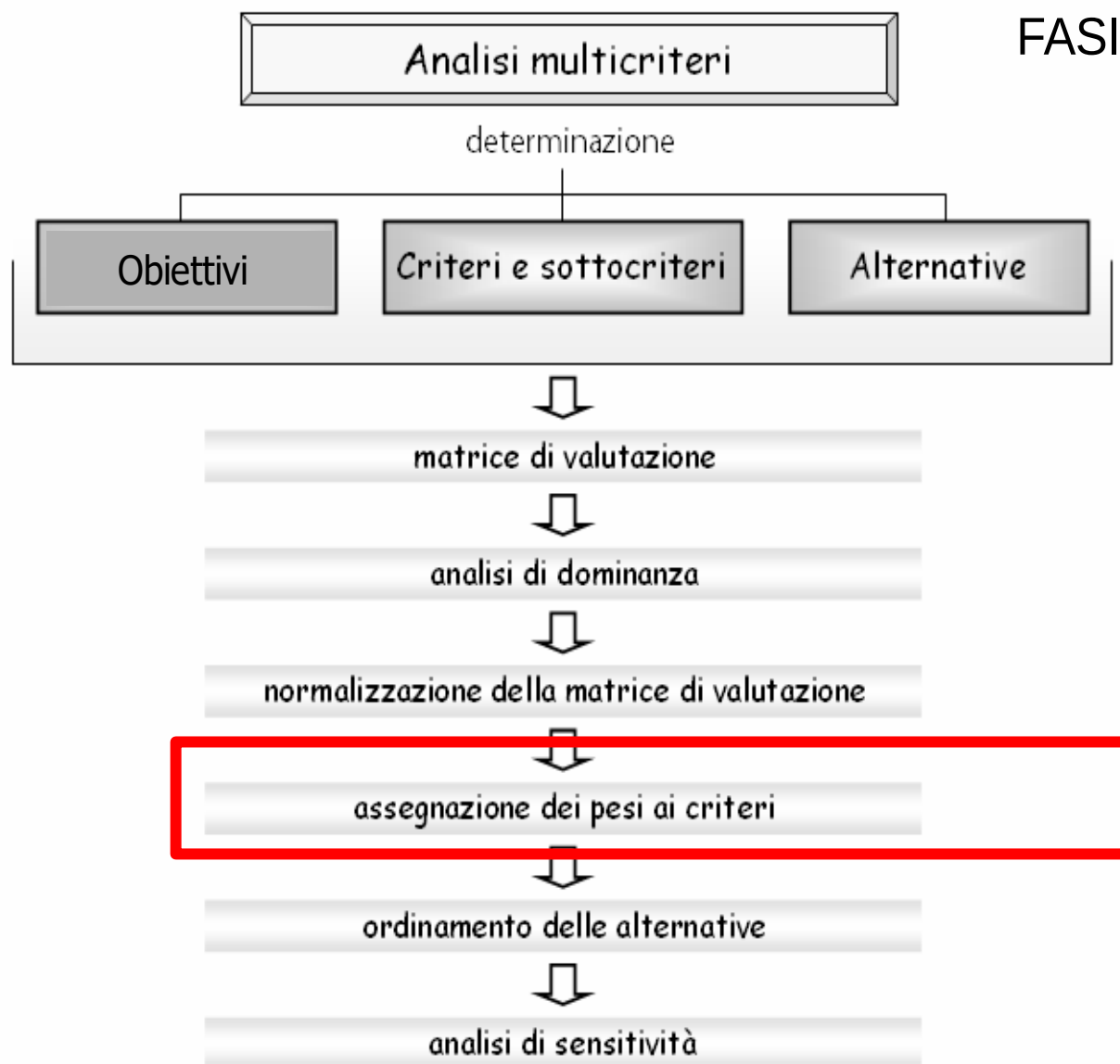
Es. riqualificazione di un'autostrada a pedaggio esistente

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j^{\min}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}}$$

$$[-573,8 - (-1401,3)] / [-573,8 - (-1401,3)]$$

CRITERI	ALTERNATIVE		
	A1	A2	A3
Variaz. costi di investimento (Euro*1000)	1,00	0,20	0,00
Variazione tempo (ore risparmiate)	0,00	0,15	1,00
Variazione inquinamento acustico (n. persone) con L.P. Sonora sopra la soglia	0,00	1,00	0,31
Variazione qualità architettonica (fuzzy)	1,00	0,50	0,00
Variazione inserimento nel paesaggio (fuzzy)	0,00	0,50	1,00

L'AMC: un esempio applicativo



L'AMC: un esempio applicativo



L'AMC: un esempio applicativo

ASSEGNAZIONE DIRETTA

I pesi vengono assegnati direttamente sulla base di una scala di punteggio prestabilita, per esempio da 1 a 100, oppure ridistribuendo tra tutti i criteri il punteggio totale, cioè in modo tale che la somma dei pesi di tutti i criteri sia pari a 100.

Es. Riqualificazione autostrada a pedaggio esistente

CRITERI	PESI	PESI NORMALIZZATI
Variaz. costi di investimento (Euro*1000)	30	0,3
Variazione tempo (ore risparmiate)	25	0,25
Variazione inquinamento acustico (n. persone) con L.P. Sonora sopra la soglia	20	0,2
Variazione qualità architettonica (fuzzy)	15	0,15
Variazione inserimento nel paesaggio (fuzzy)	10	0,1
TOTALE	100	1

L'AMC: un esempio applicativo

MATRICE DI VALUTAZIONE PESATA

Si ottiene moltiplicando gli elementi della matrice di valutazione normalizzata per il vettore dei pesi normalizzato

Es. riqualificazione autostrada a pedaggio esistente

CRITERI	ALTERNATIVE		
	A1	A2	A3
Variaz. costi di investimento (Euro*1000)	0,30	0,06	0,00
Variazione tempo (ore risparmiate)	0,00	0,04	0,25
Variazione inquinamento acustico (n. persone) con L.P. Sonora sopra la soglia	0,00	0,20	0,06
Variazione qualità architettonica (fuzzy)	0,15	0,08	0,00
Variazione inserimento nel paesaggio (fuzzy)	0,00	0,05	0,10

L'AMC: un esempio applicativo

COMPARAZIONE A COPPIE

Con questa tecnica i punteggi della scala di valutazione vengono attribuiti ad ogni criterio confrontandolo con tutti gli altri, ottenendo una matrice dei confronti a coppie simmetrica rispetto alla diagonale principale. I criteri vengono confrontati a due a due e viene assegnato un punteggio relativo. In particolare si ha:

- Tutti gli elementi della matrice sono positivi;
- Gli elementi della diagonale principale sono pari all'unità;
- Gli elementi posti al di sotto della diagonale principale sono i reciproci di quelli di sopra.

Il peso di ogni singolo criterio sarà pari al rapporto tra la somma dei punteggi attribuiti a quel criterio (somma degli elementi di ogni riga) e la somma totale dei punteggi, in modo tale che sommando i pesi finali di tutti i criteri si ottenga un valore unitario

$$w_i = \frac{\sum_j w_{ij}}{\sum_i \sum_j w_{ij}}$$

L'AMC: un esempio applicativo

COMPARAZIONE A COPPIE

Es. riqualificazione autostrada a pedaggio esistente

	COSTO	TEMPO	INQUIN. ACU.	QUALITA' ARCHI.	INSER. PAES.	TOT. TIGA	PESI
COSTO	1,00	1,00	2,00	5,00	3,00	12,00	0,31
TEMPO	1,00	1,00	3,00	5,00	4,00	14,00	0,36
INQUIN. ACU.	0,50	0,33	1,00	3,00	2,00	6,83	0,17
QUALITA' ARCHI.	0,20	0,20	0,33	1,00	0,50	2,23	0,06
INSER. PAES.	0,33	0,25	0,50	2,00	1,00	4,08	0,10
						39,15	1

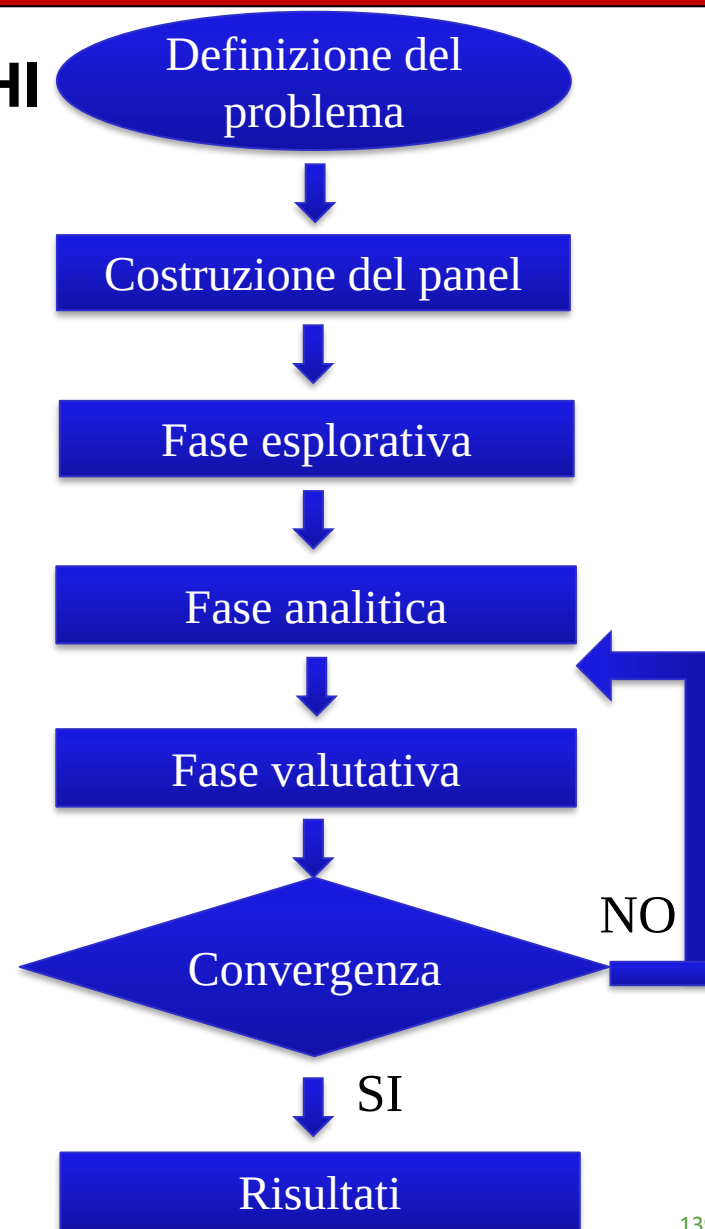
CRITERI	ALTERNATIVE		
	A1	A2	A3
Variaz. costi di investimento (Euro*1000)	0,31	0,06	0,00
Variazione tempo (ore risparmiate)	0,00	0,05	0,36
Variazione inquinamento acustico (n. persone con L.P. Sonora sopra la soglia)	0,00	0,17	0,05
Variazione qualità architettonica (fuzzy)	0,06	0,03	0,00
Variazione inserimento nel paesaggio (fuzzy)	0,00	0,05	0,10

1= indifferenza;
 2= preferenza minima;
 3= preferenza media;
 4= preferenza forte;
 5 = preferenza massima;

L'AMC: un esempio applicativo

METODO DELPHI

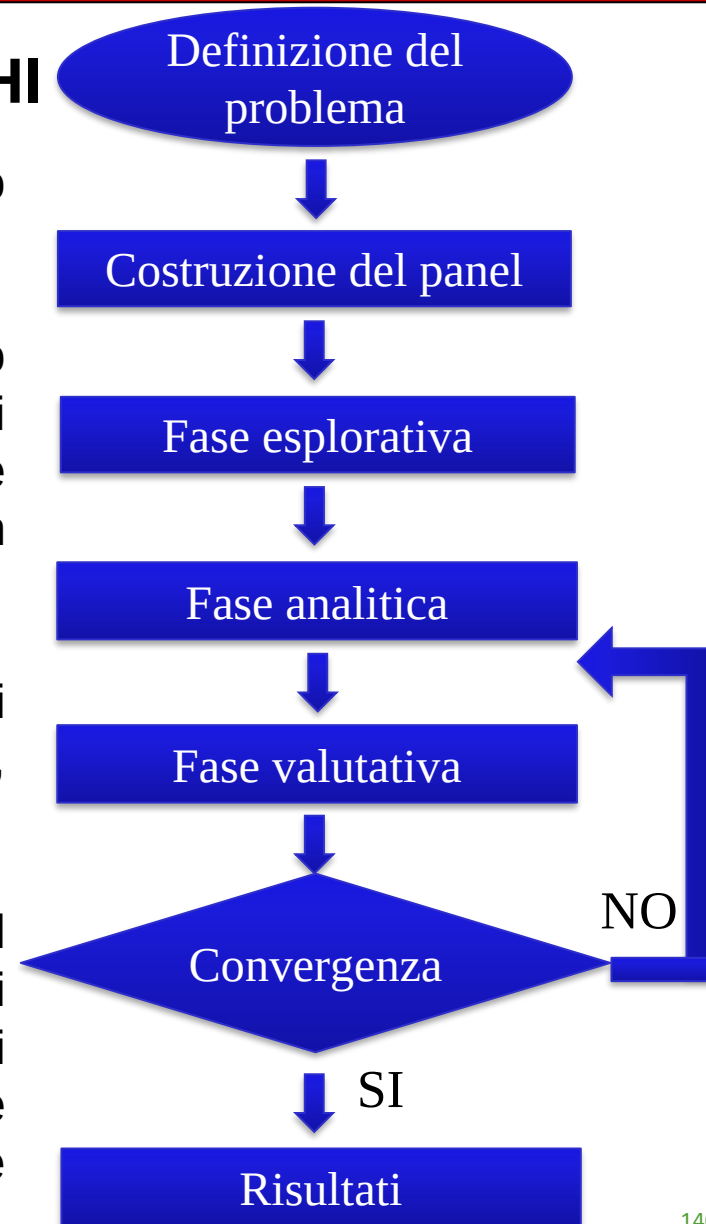
- Lo scopo è raggiungere un punto di vista condiviso tramite interazione tra esperti (stakeholders) senza che questi debbano incontrarsi.
- Il campione di esperti viene scelto sulla base del criterio dell'**expertise**: i partecipanti devono avere un'elevata conoscenza dell'oggetto studiato ma tra di loro devono avere esperienze diversificate.
- Il passo successivo è una **fase esplorativa**, e riguarda la costruzione del primo questionario, esso è composto da una serie di domande aperte affinché emergano i punti di vista che confluiranno in maniera strutturata nei successivi questionari da sottoporre sempre agli stessi esperti.



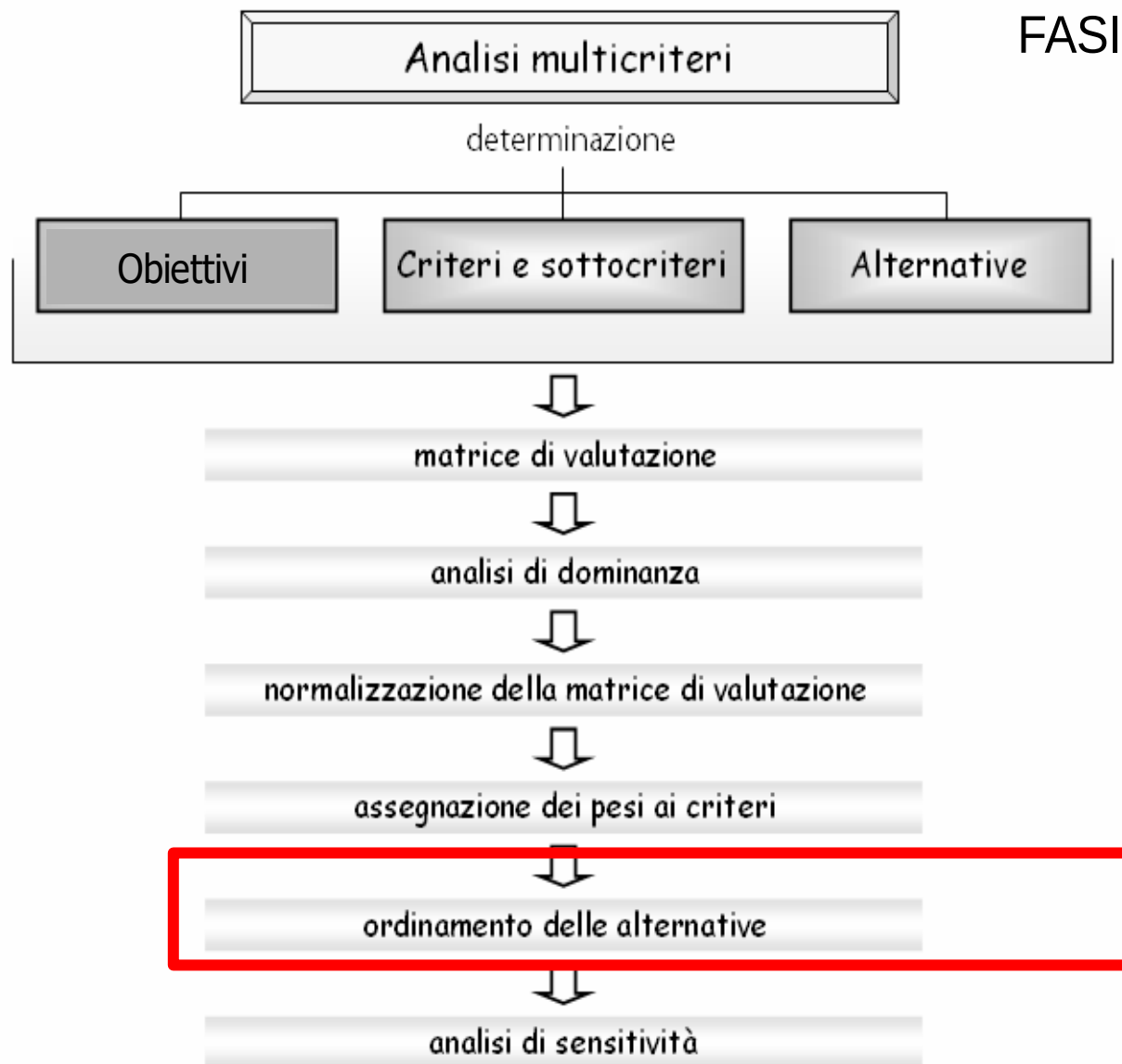
L'AMC: un esempio applicativo

METODO DELPHI

- L'analisi delle risposte di questo primo questionario porta alla costruzione di un secondo questionario.
- Dopo il primo round, i ricercatori che conducono l'indagine partono dai risultati dei questionari raccolti e riassumono, tramite sintesi statistiche, le opinioni espresse dagli esperti, per costruire un nuovo questionario.
- I risultati del secondo round sono elaborati di nuovo, ricalcolando le sintesi statistiche (quartili), in modo da preparare il terzo round.
- Si procede così in maniera iterativa e, in genere, il campo di variazione fra il primo e terzo quartile si restringe sempre di più, fino a che non si raggiunge un intervallo abbastanza piccolo tale che la convergenza delle opinioni si ritiene sufficiente.



L'AMC: un esempio applicativo



L'AMC: un esempio applicativo

PER ELIMINAZIONE DI ALTERNATIVE

- Dominanza
- Metodo disgiuntivo
- Metodo congiuntivo
- Ottimizzazione vincolata

PER ORDINAMENTO DELLE ALTERNATIVE

- Maximin

Scelta dell'alternativa con valore migliore dell'attributo peggiore (approccio pessimista)

- Maximax

- Somma pesata

Scelta dell'alternativa con valore migliore dell'attributo migliore (approccio ottimista)

- Prodotto pesato

- Topsis

- Dist. Min. dal target

- Dist max soglia accettabilità

- Electre

- AHP

L'AMC: un esempio applicativo

SOMMA PESATA

- È il principale metodo di ordinamento, che deriva dalla fase di attribuzione dei pesi;
- Per ogni alternativa si calcola la somma dei prodotti dei valori riportati nella matrice di valutazione per i pesi attribuiti ai vari attributi;
- L'alternativa migliore è quella che ha la somma pesata più elevata.

CRITERI	SOMMA PESATA								
	ASSEGNAZIONE DIRETTA			METODO DEL CONFRONTO A COPPIE			METODO DEL CONFRONTO GERARCHICO		
	ALTERNATIVE			ALTERNATIVE			ALTERNATIVE		
	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3
Variaz. costi di investimento (Euro*1000)	0,30	0,06	0,00	0,31	0,06	0,00	0,37	0,07	0,00
Variazione tempo di percorrenza veic (h)	0,00	0,04	0,25	0,00	0,05	0,36	0,00	0,06	0,40
Variazione inquinamento acustico (n. persone) con L.P. Sonora sopra la soglia	0,00	0,20	0,06	0,00	0,17	0,05	0,00	0,13	0,04
Variazione qualità architettonica (fuzzy)	0,15	0,08	0,00	0,06	0,03	0,00	0,03	0,02	0,00
Variazione inserimento nel paesaggio (fuzzy)	0,00	0,05	0,10	0,00	0,05	0,10	0,00	0,04	0,07
Totale	0,45	0,42	0,41	0,36	0,37	0,52	0,40	0,31	0,51

Metodo assegnazione diretta: A1 ALTERNATIVA MIGLIORE

Metodo del confronto a coppie: A3 ALTERNATIVE MIGLIORE

Metodo del confronto gerarchico: A3 ALTERNATIVA MIGLIORE

L'AMC: un esempio applicativo

PESI UGUALI

MAXMIN

- Ciascuna alternativa viene rappresentata dal valore dell'attributo peggiore (caratteristica più debole) e si seleziona l'alternativa (le alternative) con il migliore tra tali valori

Caratteristiche:

- Tale metodo non tiene in considerazione dei valori stimati per gli altri criteri, soprattutto per quelli sui quali il generico progetto è più forte.

CRITERI	MAXMIN								
	ASSEGNAZIONE DIRETTA			METODO DEL CONFRONTO A COPPIE			METODO DEL CONFRONTO GERARCHICO		
	ALTERNATIVE			ALTERNATIVE			ALTERNATIVE		
	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3
Variaz. costi di investimento (Euro*1000)	0,30	0,06	0,00	0,31	0,06	0,00	0,37	0,07	0,00
Variazione tempo di percorrenza veic (h)	0,00	0,04	0,25	0,00	0,05	0,36	0,00	0,06	0,40
Variazione inquinamento acustico (n. persone) con L.P. Sonora sopra la soglia	0,00	0,20	0,06	0,00	0,17	0,05	0,00	0,13	0,04
Variazione qualità architettonica (fuzzy)	0,15	0,08	0,00	0,06	0,03	0,00	0,03	0,02	0,00
Variazione inserimento nel paesaggio (fuzzy)	0,00	0,05	0,10	0,00	0,05	0,10	0,00	0,04	0,07
Totale	0,45	0,42	0,41	0,36	0,37	0,52	0,40	0,31	0,51

A2 Alternativa migliore per tutti i metodi

L'AMC: un esempio applicativo

PESI UGUALI

MAXMAX

Ciascuna alternativa è rappresentata dal valore dell'attributo migliore (caratteristica più forte) e si seleziona l'alternativa (le alternative) con il migliore tra tali valori.

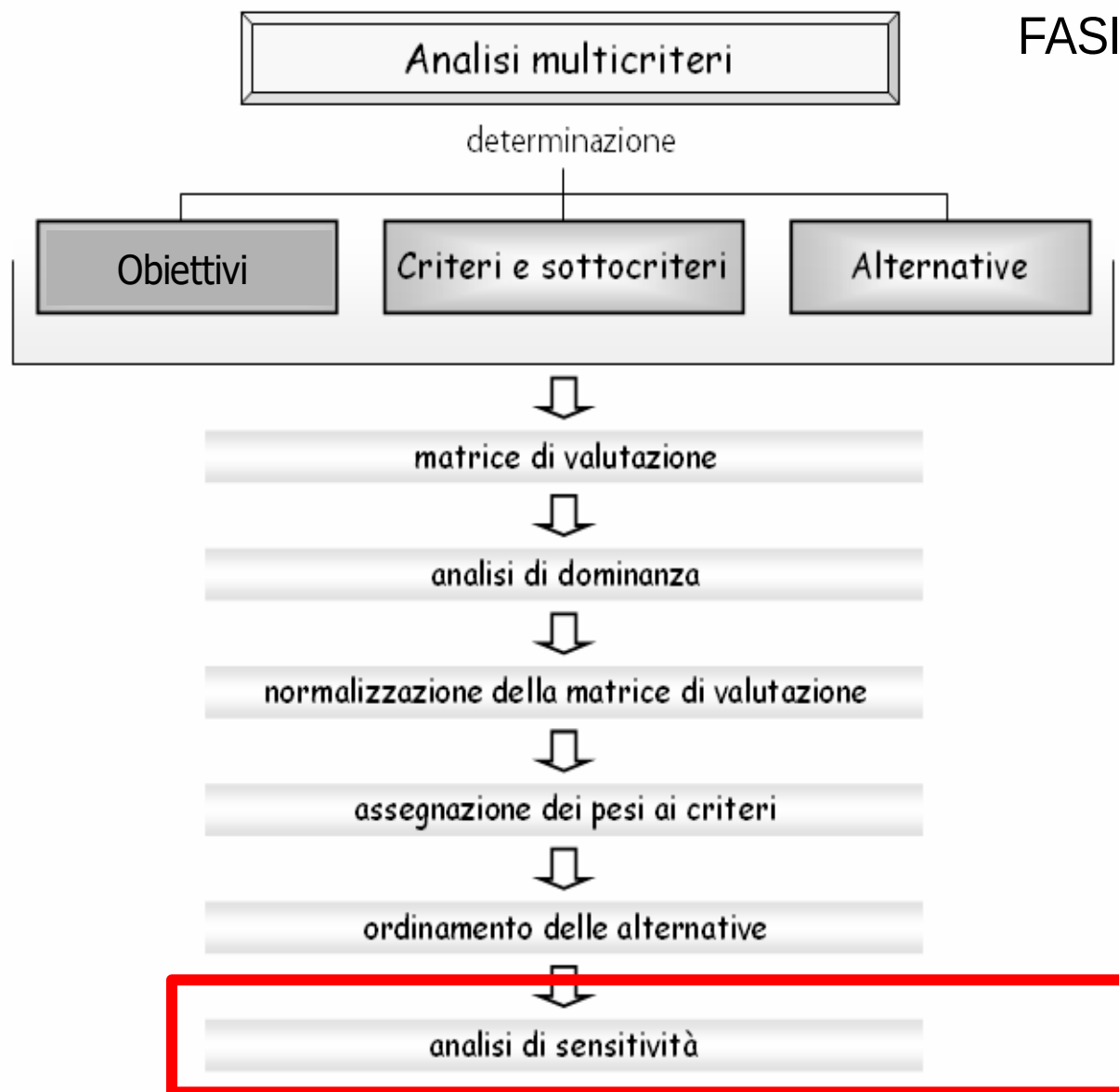
CRITERI	MAXMAX								
	ASSEGNAZIONE DIRETTA			METODO DEL CONFRONTO A COPPIE			METODO DEL CONFRONTO GERARCHICO		
	ALTERNATIVE			ALTERNATIVE			ALTERNATIVE		
	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3
Variaz. costi di investimento (Euro*1000)	0,30	0,06	0,00	0,31	0,06	0,00	0,37	0,07	0,00
Variazione tempo di percorrenza veic (h)	0,00	0,04	0,25	0,00	0,05	0,36	0,00	0,06	0,40
Variazione inquinamento acustico (n. persone) con L.P. Sonora sopra la soglia	0,00	0,20	0,06	0,00	0,17	0,05	0,00	0,13	0,04
Variazione qualità architettonica (fuzzy)	0,15	0,08	0,00	0,06	0,03	0,00	0,03	0,02	0,00
Variazione inserimento nel paesaggio (fuzzy)	0,00	0,05	0,10	0,00	0,05	0,10	0,00	0,04	0,07
Totale	0,45	0,42	0,41	0,36	0,37	0,52	0,40	0,31	0,51

Metodo assegnazione diretta: A1 ALTERNATIVA MIGLIORE

Metodo del confronto a coppie: A3 ALTERNATIVE MIGLIORE

Metodo del confronto gerarchico: A3 ALTERNATIVA MIGLIORE

L'AMC: un esempio applicativo



L'AMC: un esempio applicativo

ANALISI DI SENSITIVITA'

L'analisi di sensitività si basa sulla verifica di robustezza delle ipotesi fatte riguardanti sia le previsioni di traffico che i parametri monetari o di stima utilizzati (es. tasso di sconto, costo di una tonnellata di CO₂).

Verifica la variazione dei risultati al variare delle ipotesi fatte circa:

- ☐ Misura degli impatti
- ☐ Pesi 
- ☐ Normalizzazione

L'AMC: un esempio applicativo

ANALISI DI SENSITIVITA'

Es. riqualificazione autostrada a pedaggio esistente

Si incrementa del **20%** il peso del CRITERIO COSTI DI INVESTIMENTO:

CRITERI	ALTERNATIVE		
	A1	A2	A3
Variaz. costi di investimento (Euro*1000)	0,24	0,04	0,00
Variazione tempo di percorrenza veic (h)	0,00	0,15	0,13
Variazione inquinamento acustico (n. persone) con L.P. Sonora sopra la soglia	0,51	0,00	0,35
Variazione qualità architettonica (fuzzy)	0,05	0,00	0,02
Variazione inserimento nel paesaggio (fuzzy)	0,00	0,05	0,05
Totale	0,80	0,24	0,55

L'AMC: un esempio applicativo

ANALISI DI SENSITIVITA'

Es. riqualificazione autostrada a pedaggio esistente

Si incrementa del 10% il peso del CRITERIO TEMPO DI PERCORRENZA:

CRITERI	ALTERNATIVE		
	A1	A2	A3
Variaz. costi di investimento (Euro*1000)	0,21	0,03	0,00
Variazione tempo di percorrenza veic (h)	0,00	0,17	0,14
Variazione inquinamento acustico (n. persone) con L.P. Sonora sopra la soglia	0,51	0,00	0,35
Variazione qualità architettonica (fuzzy)	0,05	0,00	0,03
Variazione inserimento nel paesaggio (fuzzy)	0,00	0,05	0,05
Totale	0,77	0,26	0,57

L'AMC: un esempio applicativo

ANALISI DI SENSITIVITA'

Es. riqualificazione autostrada a pedaggio esistente

Si incrementa del 10% il peso del CRITERIO INQUINAMENTO ACUSTICO:

CRITERI	ALTERNATIVE		
	A1	A2	A3
Variaz. costi di investimento (Euro*1000)	0,21	0,03	0,00
Variazione tempo di percorrenza veic (h)	0,00	0,15	0,13
Variazione inquinamento acustico (n. persone) con L.P. Sonora sopra la soglia	0,57	0,00	0,39
Variazione qualità architettonica (fuzzy)	0,05	0,00	0,03
Variazione inserimento nel paesaggio (fuzzy)	0,00	0,05	0,05
Totale	0,83	0,23	0,59

L'AMC: un esempio applicativo

ANALISI DI SENSITIVITA'

Es. riqualificazione autostrada a pedaggio esistente

Si incrementa del 10% il peso del CRITERIO QUALITA' ARCHITETTONICA:

CRITERI	ALTERNATIVE		
	A1	A2	A3
Variaz. costi di investimento (Euro*1000)	0,21	0,03	0,00
Variazione tempo di percorrenza veic (h)	0,00	0,15	0,13
Variazione inquinamento acustico (n. persone) con L.P. Sonora sopra la soglia	0,52	0,00	0,36
Variazione qualità architettonica (fuzzy)	0,06	0,00	0,03
Variazione inserimento nel paesaggio (fuzzy)	0,00	0,06	0,06
Totale	0,79	0,24	0,57

L'AMC: un esempio applicativo

ANALISI DI SENSITIVITA'

Es. riqualificazione autostrada a pedaggio esistente

Si incrementa del 10% il peso del CRITERIO INSERIMENTO NEL PAESAGGIO:

CRITERI	ALTERNATIVE		
	A1	A2	A3
Variaz. costi di investimento (Euro*1000)	0,21	0,03	0,00
Variazione tempo di percorrenza veic (h)	0,00	0,15	0,13
Variazione inquinamento acustico (n. persone) con L.P. Sonora sopra la soglia	0,52	0,00	0,36
Variazione qualità architettonica (fuzzy)	0,06	0,00	0,03
Variazione inserimento nel paesaggio (fuzzy)	0,00	0,06	0,06
Totale	0,79	0,25	0,57

L'AMC: un esempio applicativo

ANALISI MULTICRITERI (AMC)

VANTAGGI

- ❑ consente l'uso di diverse unità di misura e non richiede la stima monetaria
- ❑ utilizzabile come strumento di supporto alle decisioni per prendere decisioni razionali e più condivise

SVANTAGGI

- ❑ Maggiore difficoltà nell'interpretazione dei risultati (unità di misura)
- ❑ Maggiore difficoltà nella standardizzazione delle procedure per confrontare proposte diverse (rischio di maggiore discrezionalità)

L'AMC: un esempio applicativo

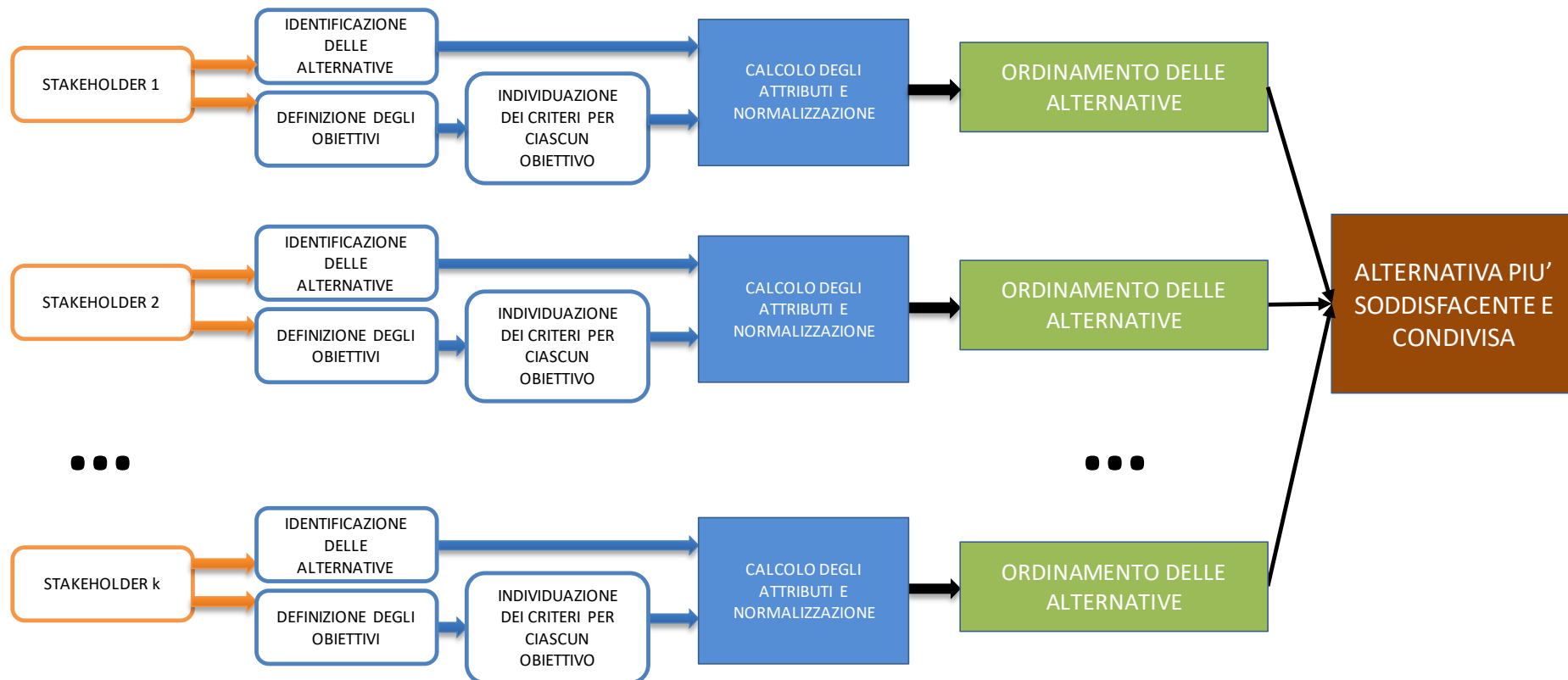
Punti deboli dell'analisi multi-criteria

- ❑ Il modello decisionale è fondato su un **singolo decisore** che considera un insieme di preferenze (obiettivi, attributi e pesi) razionali ma non “concordate”
- ❑ **Pesi differenti**, associati agli stessi attributi da parte di altri decisori, portano a risultati completamente diversi

L'AMC: un esempio applicativo

Evoluzioni dell'analisi multi-criteria

- Analisi di gruppo (Multiple Agents Multi Criteria Decision Making) :



L'AMC: un esempio applicativo

Evoluzioni dell'analisi multi-criteria

- Analisi di gruppo (Multiple Agents Multi Criteria Decision Making) :

Consente di tener in conto molteplici stakeholders nella fase di valutazione, attraverso uno *schema di pesi multipli*

LEVEL OF ACCEPTANCE

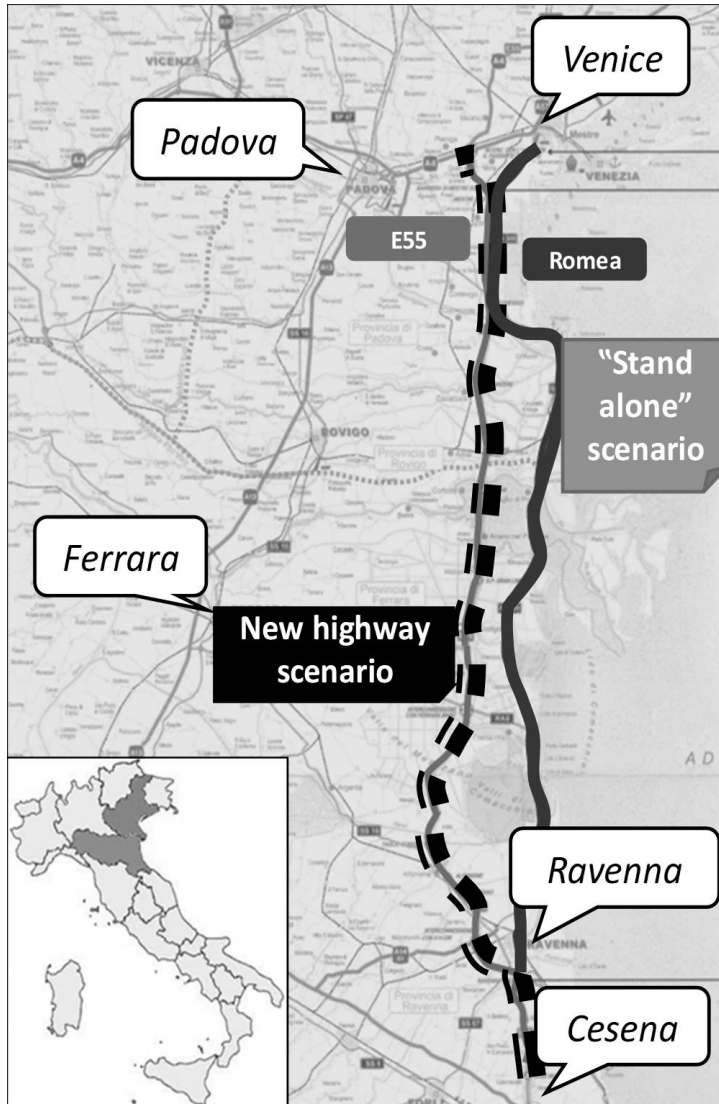


- Ordinamento basato sul consenso
- Ordinamento basato su votazione o compromesso
- Ordinamento basato su media geometrica delle preferenze degli stakeholders
- Ordinamento basato su modelli analitici di aggregazione (e.g. exchange rate model)

**Introdurre una misura del
consenso decisionale**

AMC: Un esempio applicativo

Il caso studio



3 possibili scenari di progetto

*Fonte: Henke, I., Cartenì, A., Di Francesco, L. (2020); A sustainable evaluation processes for investments in the transport sector: A combined multi-criteria and cost–benefit analysis for a new highway in Italy, Sustainability (Switzerland), 2020, 12(23), pp. 1-26, 9854.
<https://doi.org/10.3390/su12239854>*

Definizione di Obiettivi e Criteri

Obiettivi	Criteri
EFFICIENZA	Costi di realizzazione
	Costi di gestione e manutenzione
BENEFICI PROD. SERVIZIO	Ricavi da traffico
	Diversificazione business
BENEFICI UTENTI	Costo generalizzato leggeri
	Costo generalizzato pesanti
CRESCITA ECONOMICA	Promozione turismo: Accessibilità centri storici aree interne
	Promozione turismo: Ramea strada parco
	Accessibilità centri merci/industriali
QUALITÀ DELLA VITA	Incidentalità
	Coesione sociale
SOST. AMBIENTALE LOCALE	Riduzione inquinamento
	Parchi e riserve e Habitat protetti
	Aree a rischio Idrogeologico
	Aree a rischio frana
SOST. AMBIENTALE GLOBALE	Gas climalteranti
	DALY e risorse primarie consumate

CRITERI

- ✓ **Diversificazione business aziendale e promozione immagine "green":** le differenti soluzioni progettuali sono state confrontate in ragione della loro capacità di:
 - i) ampliare il business aziendale su altri mercati (infrastrutture a pedaggio);
 - ii) promuovere e rilanciare l'immagine aziendale in termini di sostenibilità ed attenzione all'ambiente.

Per tale criterio è stato utilizzato un indicatore qualitativo in ragione dell'impatto prodotto (stimato) della singola soluzione progettuale (ALTO=1,0, MEDIO= 0,66; BASSO =0,33; NULLO=0). Nello specifico

- ✓ **promozione del turismo dei centri storici minori interni:** le differenti soluzioni progettuali sono state confrontate in ragione della loro capacità di aumentare l'accessibilità trasportistica ai centri storici minori presenti nelle aree interne direttamente coinvolte dallo studio.

$$Ncs_acc = \sum cs Ncs \cdot Dcs,$$

dove:

Ncs_acc è il valore dell'attributo numero di centri storici minori raggiunti;

Ncs =1 è il generico centro storico cs analizzato;

Dcs è una variabile binomiale (1;0) che vale 1 se il generico centro storico cs è a distanza non superiore ai 15 km (soglia stimata tramite dati da fonte disponibili) dalla nuova infrastruttura a pedaggio (e quindi ne riceverà un aumento significativo di accessibilità); 0 altrimenti (non risentirà della nuova infrastruttura);

AMC : Matrice di valutazione

Confronto “qualitativo” delle soluzioni progettuali analizzate-
Analisi di dominanza

Obiettivi	Criteri	STAND ALONE	E45, E55 a pedaggio	E45,E55 a pedaggio+ parco
EFFICIENZA	Costi di realizzazione	-	--	---
	Costi di gestione e manutenzione		---	---
BENEFICI PROD. SERVIZIO	Ricavi da traffico		++	+++
	Diversificazione business		++	+++
BENEFICI UTENTI	Costo generalizzato leggeri	+	+++	++
	Costo generalizzato pesanti	+	+++	+
CRESCITA ECONOMICA	Promozione turismo: Accessibilità centri storici aree interne		+++	+++
	Promozione turismo: Romea strada parco	+	++	+++
	Accessibilità centri merci/industriali		+++	++
QUALITÀ DELLA VITA	Incidentalità	+	++	+++
	Coesione sociale	+	++	+++
SOST. AMBIENTALE LOCALE	Riduzione inquinamento	+	++	+++
	Parchi e riserve e Habitat protetti		+	+++
	Aree a rischio Idrogeologico		++	++
	Aree a rischio frana		+	+
SOST. AMBIENTALE GLOBALE	Gas climalteranti	+	++	++
	DALY e risorse primarie consumate	+	++	++

AMC : Matrice di valutazione

Attributi “quantitativi” stimati per ciascun criterio/sotto-criterio e singola soluzione progettuale

Obiettivi	Criteri	STAND ALONE	E45, E55 a pedaggio	E45,E55 a pedaggio+ parco	
EFFICIENZA	Costi di realizzazione	-33	-2.824	-2.924	mil. EURO
	Costi di gestione e manutenzione		-680	-680	mil. EURO
BENEFICI PROD. SERVIZIO	Ricavi da traffico		243	285	mil. Veicoli totali
	Diversificazione business		0,66	1,00	ALTO, MEDIO, BASSO
BENEFICI UTENTI	Costo generalizzato leggeri	8,5	250	275	mil ore
	Costo generalizzato pesanti	10,9	79	112	mil ore
CRESCITA ECONOMICA	Promozione turismo: Accessibilità centri storici aree interne		5	5	Num. centri storici
	Promozione turismo: Romea strada parco	0,33	0,66	1,00	ALTO, MEDIO, BASSO
	Accessibilità centri merci/industriali		8	8	Num. centri produttivi
QUALITÀ DELLA VITA	Incidentalità	81	1.366	1.608	mil. EURO
	Coesione sociale	0,33	0,66	1,00	ALTO, MEDIO, BASSO
SOST. AMBIENTALE LOCALE	Riduzione inquinamento	1	67	72	mil. EURO
	Parchi e riserve e Habitat protetti		2.284	2.867	Num.
	Aree a rischio Idrogeologico		1.218	1.529	Num.
	Aree a rischio frana		1.066	1.338	Num.
SOST. AMBIENTALE GLOBALE	Gas climalteranti	148	3.016	3.459	tonn CO2*1000
	DALY e risorse primarie consumate	61	96	110	mil. EURO

Metodologia partecipata e condivisa per l'assegnazione dei pesi

La scala di valutazione utilizzata per la definizione dei pesi

Indice di importanza	Definizione
1	Egual peso
3	Peso debolmente maggiore di un obiettivo rispetto ad un altro
5	Notevole importanza di un obiettivo rispetto all'altro
7	Dimostrata rilevanza di un obiettivo rispetto all'altro
9	Assoluta rilevanza dominazione di un obiettivo rispetto all'altro
2, 4, 6, 8	Valori intermedi tra due giudizi adiacenti (valori di compromesso)

Metodologia partecipata e condivisa per l'assegnazione dei pesi

OBIETTIVO	CRITERI	Peso medio dichiarato da portatori interesse coinvolti	
EFFICIENZA	Costi di realizzazione	8,5	13,3
	Costi gestione e manut.	4,8	
BENEFICI PROD. SERVIZIO	Ricavi da traffico	6,5	9,2
	Diversificazione business	2,7	
BENEFICI UTENTI	Costo generalizzato leggeri	7,2	16,1
	Costo generalizzato pesanti	8,9	
CRESCITA ECONOMICA	Promozione turismo: Accessibilità centri storici	4,4	15,7
	Promozione turismo: Romea strada parco	4,8	
	Accessibilità centri merci/industriali	6,5	
QUALITÀ DELLA VITA	Incidentalità	10,2	13,3
	Coesione sociale	3,2	
SOST. AMBIENTALE LOCALE	Riduzione inquinamento	8,5	24,2
	Parchi e riserve e Habitat protetti	4,5	
	Aree a rischio Idrogeologico	5,6	
	Aree a rischio frana	5,6	
SOST. AMBIENTALE	Gas climarleranti	2,8	8,3
	DALY e risorse consumate	5,5	
TOTALE		100,0	100,0

AMC : LA MATRICE DI NORMALIZZAZIONE

Objectives	Criteria	ALTERNATIVES		
		Stand alone	New highway	New highway+ green-way
ROAD EFFICIENCY	Investment costs	0.085	0.003	0.000
	Management and maintenance costs	0.048	0.000	0.000
SERVICE PROVIDER BENEFITS	Revenues from traffic	0.000	0.055	0.065
	Business diversification	0.000	0.013	0.027
USERS BENEFITS	Cars generalized transport costs	0.000	0.065	0.072
	Freight vehicles generalized transport costs	0.000	0.060	0.089
ECONOMIC GROWTH	Tourism promotion: accessibility to inland historical centres	0.000	0.044	0.044
	Tourism promotion: a new green-way road	0.000	0.024	0.048
	Freight centres and firms accessibility	0.000	0.065	0.065
LIFE QUALITY	Accidents risk	0.000	0.086	0.102
	Social cohesion	0.000	0.016	0.032
LOCAL ENVIRONMENTAL BENEFITS	Pollution	0.000	0.080	0.085
	Protected environmental areas	0.000	0.036	0.045
	Hydrological risk areas	0.000	0.045	0.056
	Landslide risk areas	0.000	0.045	0.056
GLOBAL ENVIRONMENTAL BENEFITS	Global warming	0.000	0.024	0.028
	Disability-Adjusted Life Years and usage of primary resources	0.000	0.024	0.028
WEIGHTED SUM		0.133	0.683	0.840
%VAR. WEIGHTED SUM RESPECT THE BEST SCENARIO		532%	23%	0%

Henke, I., Carteni, A., Di Francesco, L. (2020); A sustainable evaluation processes for investments in the transport sector: A combined multi-criteria and cost–benefit analysis for a new highway in Italy, *Sustainability (Switzerland)*, 2020, 12(23), pp. 1-26, 9854.

<https://doi.org/10.3390/su12239854>

- Metodi e modelli di valutazione nel processo decisionale
- Il nuovo quadro normativo
- L'analisi di valutazione
 - Analisi Finanziaria
 - **Analisi Economiche**
 - L'ABC: un esempio applicativo
 - L'AMC: un esempio applicativo
 - **Confronto tra ABC e AMC**

ABC Vs. AMC

IL CONFRONTO TRA I RISULTATI

		Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
ABC	Rapporto Benefici /costi	1.0	1.8	1.9
	Var. % del rapport B/C rispetto allo scenario mlgliore	90.0%	5.6%	0%
AMC	Somma pesata dei criteri	0.13	0.68	0.84
	Var. % della somma pesata dei criteri rispetto allo scenario migliore	532%	23%	0%

Henke, I., Cartenì, A., Di Francesco, L. (2020); A sustainable evaluation processes for investments in the transport sector: A combined multi-criteria and cost–benefit analysis for a new highway in Italy, *Sustainability (Switzerland)*, 2020, 12(23), pp. 1-26, 9854.
<https://doi.org/10.3390/su12239854>