

Tecniche di aiuto alla decisione per la valutazione d'Impatto Ambientale: un'analisi comparata su di un caso di studio.

R. Boccia*

1. Introduzione

L'obiettivo centrale del presente lavoro è lo sviluppo di tecniche di elaborazione da impiegare in problemi di valutazione di impatto ambientale per infrastrutture lineari di trasporto, tecniche che consentono di trattare congiuntamente indicatori più propriamente economico - finanziari con altri dati sugli impatti socio-economici ed ambientali.

La valutazione e l'interpretazione non soggettiva, ma razionale ed oggettiva, dell'importanza relativa di dati ed informazioni, l'individuazione della maggior parte delle alternative di azione possibili per la valutazione corretta delle loro conseguenze e la definizione del problema in modo quanto più possibile analitico e strutturato, sono i nodi cruciali del processo decisionale, dove si manifestano maggiormente le limitazioni per il decisore (Decision Maker).

Rispetto a tali problematiche lo scopo dei sistemi di supporto alle decisioni (Decision Support System) non è quello di sostituire il giudizio umano con strumenti di decisione completamente automatici, ma quello di fornire al decisore un effettivo supporto, che rimane però sotto il suo diretto controllo, senza imporre scelte e soluzioni predefinite.

Le tecniche di valutazione, oggetto di questo lavoro, specialmente quelle che rientrano nell'ampia famiglia dell'analisi decisionale multicriteria (MCDA), hanno come obiettivo principale quello di organizzare l'informazione in modo utile per prendere decisioni e pertanto si configurano a pieno titolo come sistemi di supporto alle decisioni.

La sperimentazione di queste tecniche è stata realizzata con l'aiuto di alcuni software applicativi, adattati o predisposti nell'ambito della presente ricerca; in particolare è stato implementato il programma EVA, che utilizza sia l'analisi costi - benefici che diverse tecniche di analisi

* Collaboratore alle ricerche e alle attività dell'Istituto di Estimo ed Esercizio professionale nell'Università di Napoli

multicriteriali quali l'analisi costi-efficacia, l'analisi del valore di utilità e l'analisi di compatibilità.

Il programma EVA è stato elaborato nell'ambito del programma di sviluppo e ricerca DRIVE (Dedicated Road Infrastructure for Vehicle Safety in Europe) principalmente come procedura di valutazione degli investimenti nei sistemi informatici dedicati al trasporto su strada che fosse compatibile con i metodi di valutazione maggiormente utilizzati all'interno dei Paesi della Comunità Europea.

2. Il caso studio

Il riferimento progettuale del caso studio in esame è l'adeguamento dello svincolo di San Giorgio a Cremano sulla A3 Napoli - Salerno, che si colloca all'interno di un progetto più complesso ed ampio che riguarda l'ammodernamento ed il potenziamento della sede autostradale e dei relativi svincoli della A3 Napoli - Salerno.

Il progetto complessivo relativo all'intera autostrada A3 nasce in un contesto altamente urbanizzato con forti esigenze di riorganizzazione e per il quale fino ad oggi non si è posto rimedio con adeguati interventi infrastrutturali.

Tale progetto si inquadra nell'ottica di soddisfare la crescente domanda di trasporto sia degli spostamenti veicolari tra i numerosi comuni attraversati, che della mobilità della Penisola Sorrentina diretta verso il "centro urbano" di Napoli.

L'autostrada A3, soprattutto nel tratto tra Napoli e Castellamare, è in condizioni di sovrasaturazione, costituendo una reale strozzatura in termini di capacità e di livello di servizio della rete viaria stradale e autostradale dell'area metropolitana di Napoli.

Il progetto di massima, in sostanza, prevede un potenziamento in sede dell'attuale infrastruttura autostradale mediante i seguenti interventi:

1. Ristrutturazione dell'autostrada esistente mediante l'ampliamento a tre corsie, per ogni senso di marcia, nei tratti compresi fra Barra e S. Giorgio a Cremano e tra Cupa dei Monti e Scafati, ove è possibile intervenire senza creare problemi agli insediamenti limitrofi.
2. Realizzazione di una nuova sede in galleria a due corsie per senso di marcia, sottostante l'attuale autostrada per una lunghezza di oltre 3 Km., compresa tra lo svincolo di S. Giorgio a Cremano e quella nuova

di Cupa dei Monti, ove l'ampliamento in sede non è possibile a causa dell'eccessiva vicinanza degli insediamenti esistenti.

3. Realizzazione di nuovi svincoli a: S. Giorgio a Cremano, Portici - Ercolano, Cupa dei Monti, Torre del Greco Nord e Sud, Torre Annunziata Nord, Pompei-Castellamare e Pagani e di due semibarriere, a Torre del Greco e a Nocera Inferiore rispettivamente, in sostituzione di quelle esistenti a Barra e a Salerno.
4. Ristrutturazione degli esistenti svincoli di Torre Annunziata Sud, Scafati, Angri e Cava dei Tirreni.
5. Realizzazione di un nuovo sistema di esazione pedaggio che consenta di evitare la formazione di code ai caselli.

Si può quindi suddividere il collegamento autostradale in tre distinti tratti:

1. Barra - Ercolano (dal Km. 5 al Km. 9)
2. Ercolano Pompei (dal Km. 9 al Km. 23)
3. Pompei - Cava dei Tirreni (dal Km. 23 al Km. 43,3).

Tratto Barra - Ercolano

Questo tratto, nel quale ricade il caso studio preso in esame, può essere considerato sicuramente il tratto di maggiore interesse ed importanza, sia per gli elevati flussi di traffico che per le opere di intervento in esso previste. Il potenziamento del tracciato si è ottenuto prevedendo due nuove carreggiate a doppia corsia che, con un tratto in galleria doppia di circa 3 Km. di lunghezza, permettono di evitare il percorso urbano, compreso tra lo svincolo di S. Giorgio a Cremano e quello di Ercolano, oggi soggetto a continui intasamenti per l'inadeguatezza, in termini di capacità veicolare, della sede stradale e degli svincoli.

Per questi ultimi è prevista sia la completa demolizione che la ricostruzione rispettivamente al Km. 7,2 circa per lo svincolo di S. Giorgio a Cremano ed al Km. 8,5 circa per quello di Portici - Ercolano.

Dal punto di vista planimetrico, il tracciato in galleria è parallelo all'attuale autostrada sviluppandosi, però, ad una profondità, rispetto alla sede viaria esistente, variabile tra i 15 m. e i 30 m.. Geologicamente i terreni interessati sono di tipo vulcanico ed in particolare sono rappresentati da sabbie e pozzolane, mentre tra lo svincolo di Portici ed Ercolano si incontrano formazioni superficiali di lava con spessori fino a 15 m. che però non interessano la galleria. Il tracciato esistente subirà qualche rettifica plano-altimetrica tra gli svincoli attuali di Portici ed

Ercolano, al fine di consentire la realizzazione sia delle nuove rampe di collegamento, che del nuovo svincolo.

2.1 I volumi di traffico

L'esigenza di un adeguamento dell'intera autostrada, nasce dal grado di congestione del traffico veicolare che già si verifica attualmente nel tratto compreso tra le barriere di Napoli - Barra e lo svincolo di Castellamare di Stabia, che risulta essere il più congestionato; i livelli di servizio registrati segnalano una elevata frequenza di portate con punte che raggiungono anche i 4200 veicoli/ora.

In base a studi effettuati per conto della Società Autostrade, i volumi di traffico sono destinati ad incrementare ad un tasso di crescita del 2,1% annuo, anche in assenza della realizzazione delle opere del progetto complessivo (ipotesi "SENZA"); nell'ipotesi in cui si procedesse alla realizzazione del progetto (ipotesi "CON"), l'incremento complessivo risulterà accresciuto di una ulteriore aliquota del 6%.

Con riferimento alle rilevazioni 1992 (allegato n. 1), si osserva che, in direzione sud, i veicoli giornalieri in transito si mantengono complessivamente al di sopra delle 45.000 unità fino al casello di Castellamare di Stabia, dove si osserva il maggior numero di veicoli in uscita (10.478 autovetture e 1.019 mezzi pesanti in uscita, a fronte di 4.577 autovetture e 693 mezzi pesanti in entrata).

L'allegato n. 2, si riferisce alla sola ipotesi di realizzazione dell'intervento complessivo ed evidenzia la quota dei veicoli in entrata alla barriera Napoli - Barra che usufruirà della galleria.

2.2 Il caso base

Il processo di valutazione, durante la nostra applicazione, farà riferimento esclusivamente all'area dello svincolo di S. Giorgio a Cremano, precisamente la tratta compresa tra il Km. 5,5, di poco successivo all'attuale casello di Barra e corrispondente al punto a cui usualmente arrivano le code che si sviluppano dall'uscita di S. Giorgio a Cremano e il Km. 7,5, di poco successivo al punto in cui si prevede sorgerà il nuovo svincolo, intendendo approvati ed in corso di realizzazione l'insieme degli altri interventi che rientrano nel progetto complessivo.

Si intenderà già realizzato il raddoppio del tratto dal Km. 5,5 al Km. 9,2 mediante galleria di by-pass dei centri di S. Giorgio a Cremano,

Portici ed Ercolano, con la conseguente deviazione del traffico di attraversamento.

Il caso base si configura all'interno di tale scenario con il mantenimento della situazione della superficie attuale, che risulta caratterizzata da un modesto sviluppo plano-altimetrico, da uno sviluppo ridotto di rampe e raggi planimetrici e da una pendenza longitudinale elevata.

E' da rilevare che lo svincolo esistente non è dotato di piste di accelerazione o decelerazione sufficientemente dimensionate, tali da eliminare o ridimensionare le eventuali formazioni di code a tergo del casello.

Molto spesso, tali formazioni di code si presentano nello svincolo in oggetto a causa del fatto che le rampe per e da Napoli sono necessariamente sottoposte ad una intersezione veicolare di tipo "a raso" estremamente pericolosa, il cui incrocio risulta regolato esclusivamente da uno "stop"; una ulteriore concausa, è costituita dall'immissione diretta del flusso veicolare in uscita dal casello nella canalizzazione comunale di un'area densamente trafficata.

Il complesso delle carenze progettuali predette determina un fattore di scarsa sicurezza e in conseguenza un peggioramento del livello di esercizio dell'autostrada.

Tale situazione presenta un elevato grado di congestione veicolare già con i livelli attuali di traffico, destinati a subire degli incrementi sia nell'ipotesi di mantenimento dell'assetto attuale, che maggiormente, in quella di realizzazione del progetto complessivo (allegato n. 3).

Nel caso di realizzazione del progetto complessivo, i volumi di traffico previsti non graveranno interamente sulla tratta considerata, in quanto la presenza della galleria consentirà l'assorbimento dei flussi diretti allo svincolo di Torre del Greco e ai successivi, mentre la piattaforma autostradale in superficie servirà per le sole utenze dirette agli svincoli di San Giorgio a Cremano, Portici-Bellavista ed Ercolano.

Si prevede quindi, che nonostante gli incrementi complessivi stimati, sulla tratta in superficie si realizzerà una riduzione dei volumi di traffico pari a circa il 45% - 50% dei valori del 1992.

Il presupposto del caso studio è la realizzazione degli interventi di ampliamento dell'intera rete autostradale.

I livelli di domanda si assumono equivalenti per il caso base e per le alternative progettuali proposte e si considerano pari ai livelli stimati per la realizzazione dell'adeguamento complessivo dell'A3, in quanto la galleria rappresenta uno stimolo alla variazione della domanda maggiore della realizzazione dello svincolo di S. Giorgio a Cremano.

2.3 Le alternative progettuali

L'insieme delle carenze infrastrutturali dell'attuale svincolo di S. Giorgio a Cremano ha determinato uno stato di sovrasaturazione e di rischio, al quale si è cercato di porre rimedio mediante lo studio di alcune alternative progettuali. In particolare è stata elaborata una soluzione globale che si compone di più opere, ciascuna dotata di una propria autonomia funzionale.

Il progetto di massima consiste nella realizzazione di un nuovo svincolo a Km. 7.4, nell'area a monte compresa tra il cimitero di Portici e l'attuale piattaforma. L'area prescelta risulta libera da edifici e compatibile con le indicazioni del P.R.G. del Comune, che la qualifica come area a verde agricolo.

Da tale zona è possibile il raccordo, previsto dal P.R.G., con la strada provinciale B. Cozzolino, che garantisce il collegamento a Nord con i Comuni vesuviani, nonché con la via del Bono, nel Comune di Portici, ed il collegamento a Sud con l'abitato di S. Giorgio a Cremano, nonché con la zona occidentale di Portici.

Gli interventi previsti per la realizzazione dello svincolo consistono nella:

- variante plano-altimetrica dell'attuale sede autostradale per consentire il sottopassaggio delle rampe di svincolo e per allontanare il più possibile dalle zone residenziali la rampa in direzione Salerno;
- realizzazione della stazione di esazione;
- realizzazione delle 4 rampe di raccordo fra la stazione di pedaggio e le direzioni Nord (Napoli) e Sud (Salerno);
- realizzazione di due sottopassi autostradali relativi alle rampe da e per Salerno;
- realizzazione dei raccordi con la viabilità locale.

Durante la fase realizzativa del nuovo svincolo, prevista in 18 mesi, si prevedono le costruzioni di due rampe provvisorie di deviazione per i veicoli provenienti da Napoli e diretti a S. Giorgio a Cremano, ubicate poco prima dell'attuale svincolo.

Per i veicoli in entrata a S. Giorgio e diretti verso Napoli, è prevista la realizzazione di un casello autostradale provvisorio destinato a restare in esercizio fino al completamento del nuovo svincolo.

Lo svincolo attuale, una volta cessato l'esercizio, non sarà soggetto a demolizione, ma verrà impiegato come cavalcavia, per effettuare l'inversione di marcia dei veicoli provenienti da Salerno.

Il progetto complessivo così come previsto, sul piano tecnico rappresenta la soluzione più efficace ai problemi di congestione e di sicurezza esistenti. Tuttavia, la onerosità dell'insieme degli interventi previsti ha comportato la opportunità di valutare la possibilità di realizzare solo alcuni degli interventi previsti, individuando delle soluzioni progettuali alternative.

Una prima alternativa, di seguito indicata come la A_1 , consiste nella sola realizzazione del nuovo svincolo al Km. 7,2 e dei raccordi con la viabilità locale, destinando lo svincolo attuale all'inversione di marcia per i veicoli provenienti da Salerno.

Una seconda alternativa A_2 , consiste nella realizzazione delle rampe provvisorie di deviazione per i veicoli provenienti da Napoli e diretti a San Giorgio a Cremano; tali opere presuppongono il mantenimento dello svincolo attuale per la durata dei lavori di realizzazione del nuovo svincolo e sono destinate a cessare l'esercizio, insieme al vecchio svincolo, all'entrata in esercizio del nuovo svincolo.

Una terza alternativa A_3 prevede il mantenimento dello svincolo attuale e la realizzazione, in via definitiva, delle rampe di deviazione; la realizzazione definitiva di queste opere consentirebbe un minore aggravio veicolare per l'attuale svincolo, riducendo le possibilità di formazioni di code e di incidenti derivanti dalla inefficienza dell'attuale struttura.

L'allegato n. 4, schematizza l'intera rete in esame, in termini di nodi (punti di deviazione o incroci) e di archi (collegamenti orientati tra due nodi); salvo i casi, espressamente indicati dalla presenza di una freccia, avente funzione di archi unidirezionali, tutti gli altri descrivono collegamenti bidirezionali.

Come si rileva dallo schema, ogni alternativa progettuale presa in esame, risulta differenziata dagli elementi di collegamento del nodo 1004.

Per quanto riguarda le alternative A_2 e A_3 , apparentemente identiche, esse si distinguono per la diversa durata dell'intervento; l' A_2 è un intervento che ha un carattere provvisorio della durata di due anni, durante i quali si effettueranno i lavori di realizzazione del nuovo svincolo, l' A_3 è un intervento che si considera invece definitivo.

In definitiva, quindi, il problema decisionale si determina tra il mantenimento della situazione attuale (caso base) e la realizzazione di una delle seguenti alternative progettuali:

1. Realizzare il progetto A_1
2. Realizzare il progetto A_1 e il progetto A_2
3. Realizzare il progetto A_3

Se dall'analisi del problema, dovesse risultare che nessuna delle tre opzioni sia conveniente rispetto al caso base, converrà mantenere l'esistente assetto progettuale, in caso contrario occorrerà scegliere quella più conveniente.

3. Obiettivi e criteri decisionali

3.1 Il sistema degli obiettivi

Nel nostro caso, l'organizzazione dei criteri si basa sugli obiettivi principali che un progetto d'intervento nel settore dei trasporti dovrebbe conseguire e che nell'ambito del programma DRIVE sono stati individuati in:

- efficienza
- sicurezza
- ambiente

I programmi utilizzati in questa applicazione adottano una valutazione di tipo socio-economico in cui non ci si limita a considerare i valori propri del settore dei trasporti e le tecnologie necessarie all'implementazione dei sistemi, ma si procede anche ad analizzare quelli che vengono definiti "valori sociali", ottenuti innanzitutto attraverso l'identificazione dei gruppi sociali che effettivamente riceveranno dei benefici o degli svantaggi offerti dai progetti in esame.

Gli individui interessati dal progetto vengono suddivisi in tre gruppi: fornitori, utenti e non utenti.

Nell'allegato n. 5, vengono individuati dei criteri decisionali utilizzati nel corso dell'applicazione, con le relative unità di misura, pesi associati e soggetti interessati.

Per comodità di lettura, i criteri decisionali sono stati organizzati per livelli gerarchici, dal più generale, I livello, al più definito, III livello, nel quale è possibile effettuare le specifiche valutazioni, quantitative o qualitative a seconda dei casi.

All'obiettivo efficienza fanno riferimento criteri che riguardano l'uso delle risorse finanziarie e non; in particolare sono considerati i costi relativi al consumo di risorse finanziarie, sia per la fase di cantiere che nell'esercizio, il tempo sia delle persone che dei veicoli, l'usura dei veicoli ed il consumo di carburante. Tutti questi criteri sono misurabili attraverso valori espressi su scale cardinali.

Nell'obiettivo sicurezza si sono distinti criteri legati a quello delle persone e a quello delle cose, rispettivamente misurati dal numero di persone decedute e più o meno gravemente ferite e dal numero di incidenti con danni materiali.

Gli effetti sull'ambiente tengono conto dell'inquinamento atmosferico e di quello acustico, entrambi misurati da indicatori quantitativi, e della qualità ambientale.

Questa viene rappresentata attraverso criteri di III livello, valutabili solo in termini nominali, relativi alla qualità architettonica dell'opera, alle modificazioni che essa apporta al paesaggio locale, alla possibilità da parte degli utenti di godere di una migliore visuale durante il tragitto.

Nell'allegato n. 6, viene fornito un quadro d'insieme del problema decisionale, riportando gli impatti associati a ciascuna alternativa e i parametri per la valutazione.

L'allegato n. 6 evidenzia inoltre, come per i primi 24 criteri sono adottate valutazioni quantitative, il cui significato può essere inteso come certo; gli ultimi cinque criteri ricorrono a valutazioni nominali, dal significato sfumato ed indeterminato.

Si tratta di una matrice a dati misti che richiede il ricorso a particolari approcci per poter trattare anche i valori qualitativi (approccio basato sulla teoria dei fuzzy set).

3.2 Gli indicatori per la valutazione

La selezione dei criteri comporta dei problemi di misurabilità e di reperibilità, ancor prima che di attribuzione di valore.

La scelta dei criteri, quindi, è avvenuta sulla base della disponibilità dei dati desunti dal progetto di massima e dalle rilevazioni effettuate, nonché dalle stime che è stato possibile effettuare.

Una volta selezionati i criteri, è stato necessario definire le eventuali diversificazioni, all'interno di ciascun criterio, nonché le relative unità di misura; inoltre, occorre stabilire la base di imputazione di ciascun impatto, che può essere per "elemento", per "relazione di origine/destinazione" o per "area" (allegato n. 7).

3.2.1 Costi Finanziari

L'infrastruttura principale per il trasporto su strada, poichè viene di solito fornita dal settore pubblico, è composta da due componenti di costo fondamentali: i costi d'investimento ed i costi di esercizio.

Nel caso in cui il fornitore di una determinata struttura sia un privato, le informazioni disponibili sui costi effettivi sono di solito molto limitate. Comunque, il fornitore privato cerca di coprire le sue spese facendole pagare all'utente dell'infrastruttura.

In un'economia di mercato si presume che generalmente questi addebiti possano indicare il costo reale dell'infrastruttura ed essendo in genere disponibili, vengono utilizzati come criteri di valutazione.

Il fornitore pubblico di una infrastruttura, invece, assume un comportamento diverso, in quanto le tariffe che egli fissa, più che le condizioni di mercato, spesso riflettono dei comportamenti politici.

Nel caso studio in esame, le voci di costo considerate si riferiscono ai costi di investimento, che risultano ripartiti in due anni e ai costi di esercizio e costi di manutenzione delle opere (allegato n. 8).

3.2.2 Tempi di percorrenza

Le riduzioni dei tempi di percorrenza possono riferirsi sia alle persone, che potrebbero utilizzare il tempo risparmiato per attività più produttive, quali il lavoro, o più piacevoli, come lo svago, sia ai veicoli che potrebbero essere ulteriormente utilizzati sfruttando il tempo risparmiato.

Per quanto riguarda il tempo di percorrenza per le persone, il costo opportunità dipende dal possibile uso alternativo che può essere fatto del tempo utilizzato per il viaggio. A tale proposito, quasi tutti i modelli di valutazione attualmente in uso effettuano una distinzione tra viaggi di lavoro e non.

Si presume, infatti, che il tempo lavorativo impiegato per effettuare un viaggio potrebbe essere utilizzato per attività lavorative più produttive ed ha, quindi, un valore più elevato. Al contrario, al tempo non lavorativo utilizzato per viaggiare viene generalmente attribuito un valore meno elevato.

Le riduzioni dei tempi di percorrenza per i veicoli possono essere utilizzate per impiegare i veicoli in ulteriori viaggi. Ciò è rilevante solo per i veicoli utilizzati a scopo commerciale.

Se per esempio, il trasporto merci può essere ulteriormente elevato grazie ad un migliore coordinamento del servizio trasporti, allora il medesimo servizio di trasporto può essere effettuato con un minore numero di veicoli. Ciò comporta un risparmio nei costi variabili di funzionamento dei veicoli, ma allo stesso tempo, un risparmio nei costi

fissi grazie all'impiego di un minore numero di veicoli. Allo stesso modo, una parte dei costi fissi viene risparmiata quando, invece di una riduzione del parco veicoli dovuta ad una riduzione dei tempi, gli stessi veicoli vengono utilizzati con una frequenza maggiore.

In questa applicazione si è operato una suddivisione in gruppi omogenei di veicoli:

- autoveicoli per il trasporto di persone
- autobus
- furgoni
- autocarri.

Ai fini del calcolo dei tempi di percorrenza, è stato necessario innanzitutto calcolare il numero di veicoli e di passeggeri in transito. Il numero totale dei veicoli è stato ripartito in base alla ripartizione media osservata nelle ultime rilevazioni, ed analogamente si è proceduto per definire il numero medio di occupanti per veicolo.

Con riferimento alla configurazione di rete illustrata (allegato n. 9), ciascuna alternativa viene descritta in base alla presenza (contrassegnata con una "x") o meno degli elementi di congiunzione tra i nodi individuati.

Come si può rilevare dall'allegato n. 9, poichè il progetto complessivo prevede una nuova tratta in galleria per il traffico che non abbia origine o destinazione in S. Giorgio a Cremano, si riscontra un flusso di veicoli di molto alleggerito sulle O/D 1001-1006 rispetto alla situazione SENZA.

3.2.3 Costi Operativi dei veicoli

L'utilizzo di un veicolo comporta: il consumo di carburante, la diminuzione del valore del veicolo dovuto all'uso, il consumo di lubrificanti, il consumo di pneumatici, la manutenzione e l'assistenza inclusi i pezzi di ricambio. In realtà molti sono i fattori che influenzano i costi di funzionamento dei veicoli, per cui si possono suddividere in:

- costi dipendenti dalla sola distanza percorsa, che comprendono:
 - diminuzione del valore del veicolo
 - consumo di lubrificanti
 - consumo di pneumatici
 - manutenzione ed assistenza
- costi che dipendono dal consumo di carburante.

Per i costi del primo tipo, il criterio proposto è quello dei Km. percorsi dai veicoli.

Per quanto riguarda il consumo di carburante, il quale dipende anch'esso dalla distanza percorsa, si può considerare dipendente soprattutto da fattori particolari del traffico, come la velocità media o la variazione di velocità; i parametri adottati nel nostro caso si riferiscono ai litri di carburante consumati per chilometro percorso (allegato n. 10).

3.2.4 Sicurezza

Per indicare il livello di sicurezza di un sistema di trasporto vengono di solito utilizzati diversi criteri. Nel nostro caso, i criteri proposti si riferiscono ai decessi, ai feriti gravi, ai feriti lievi e ai danni materiali, ed in particolare, i parametri estratti si riferiscono ai valori medi per milione di persone-chilometro su autostrada (allegato n. 10).

3.2.5 Inquinamento atmosferico

Per quanto riguarda l'inquinamento atmosferico, sono state considerate le tonnellate di emissioni per milioni di litri di carburante consumati nell'area del progetto e differenziati per autovetture e mezzi pesanti, (allegato n. 10).

3.2.6 Inquinamento acustico

Per la quantificazione dell'inquinamento da rumore, si è fatto al metodo adottato dalla Swedish National Road Administration, che introduce un legame diretto tra il livello sonoro esterno misura in db (A) durante le ventiquattro ore e la quantità delle "persone disturbate".

Il numero di persone disturbate, a differenza degli indicatori precedenti, è riferito all'intera area; inoltre, non viene calcolato attraverso dei parametri, ma risulta da specifiche indagini di campo (allegato n. 10).

3.2.7 Indicatori fisici

Sulla base dei parametri individuati sono stati calcolati, per ciascuna alternativa progettuale, per ciascun arco della rete, per ciascun tipo di veicolo, i seguenti indicatori fisici:

- numero dei veicoli
- numero di persone
- ore-veicoli
- ore-persone
- veicoli-km.
- consumi di carburante in litri
- passeggeri-km.
- numero di persone decedute in incidenti
- numero di feriti gravi
- numero di feriti lievi
- numero di incidenti con danni anche alle cose
- emissioni di agenti inquinanti (CO, NO_x, Pb, HC, SO₂, particelle).

L'insieme di tali indicatori fisici, costituisce l'input richiesto dal programma EVA per poter calcolare i valori monetari dei benefici nella CBA e per applicare gli altri metodi di valutazione multicriteriale.

3.2.8 Tassi di crescita

Per tutte e tre le alternative considerate la vita del progetto ha inizio nel 1996, anno in cui iniziano i lavori che durano per due anni.

Per l'alternativa A₂, la vita del progetto ha una durata limitata al completamento dei lavori, mentre per l'alternativa A₁ e per l'alternativa A₃, il periodo su cui effettuare la valutazione si protrae per 22 anni, fino al 2017.

Lungo la vita del progetto, gli indicatori fisici subiscono delle modificazioni di cui il programma tiene conto applicando i tassi di variazione annui forniti dall'operatore (allegato n. 11).

4. La valutazione con il supporto del programma EVA

4.1 Le tecniche

Il programma EVA, come descritto precedentemente, nasce per la valutazione degli investimenti nei sistemi informativi dedicati al trasporto su strada.

Pur tuttavia, data una certa flessibilità del programma, si è ritenuto applicarlo per la valutazione di un investimento di tipo tradizionale in opere quale lo svincolo di San Giorgio a Cremano.

Il programma propone alcune alternative, per i metodi di valutazione da scegliere in base alle caratteristiche degli impatti, tra cui l'analisi costi-benefici (ACB) laddove gli impatti principali possono essere convertiti in valori monetari generalmente accettati, ed inoltre l'utilizzo di alcune tecniche multicriteriali come l'analisi del valore di utilità, analisi costi-efficacia, analisi di compatibilità.

In effetti, l'analisi costi-benefici valuta le alternative rispetto ad un solo obiettivo comune: il benessere sociale come aggregazione del benessere dei singoli individui.

Le analisi multicriteriali, invece, valutano le alternative in base alla loro capacità relativa di contribuire al perseguimento di uno specifico sistema di obiettivi definito dal decisore.

L'applicazione in corso, si limiterà ai primi 24 criteri in quanto sia l'analisi costi-benefici che le analisi multicriteriali richiedono che i criteri decisionali siano misurati tramite dati "certi", cioè valori cardinali cui è possibile attribuire un significato preciso.

4.1.1 Analisi costi-benefici

L'analisi Costi-Benefici (ACB) viene suddivisa in quattro fasi:

1. vengono calcolati i costi ed i benefici delle alternative rispetto ai gruppi di interesse;
2. vengono identificati gli impatti per i quali non esistono valori monetari accettati;
3. viene effettuata la migliore stima possibile dei benefici e degli svantaggi globali;
4. vengono effettuati dei test di sensitività per controllare in che modo cambia la performance del progetto al mutare dei valori degli effetti che hanno impatto su gruppi.

Lo scopo dei test di sensitività è in realtà quello di mettere alla prova la validità dei sistemi proposti, rispetto ad ipotesi diverse ed a differenti giudizi di valore.

Il programma richiede come input, per ciascuna alternativa al confronto, gli impatti associati a ciascun criterio espressi nelle propria unità di misura (indicatori fisici).

La quantificazione di tali impatti, richiede una serie di elaborazioni da effettuare al di fuori del programma.

Tali impatti sono espressi in unità di misura diverse; essi vengono resi omogenei attraverso l'applicazione di pesi, rappresentati dai valori monetari unitari accettati.

Ricostruito il flusso nel tempo di tali valori, sulla base di tassi di variazione annui previsti dall'analista, il programma genera la consueta batteria di indicatori e la loro rappresentazione grafica (allegato n. 12).

4.1.2 Analisi del Valore dell'Utilità

Nell'analisi del valore dell'utilità (AVU) gli impatti, inizialmente misurati in diverse unità di misura, per poter essere confrontati vengono trasformati in grandezze adimensionali.

Questa trasformazione avviene attraverso varie funzioni valore, una per ogni criterio di valutazione; gli impatti iniziali vengono così trasformati in valori che rappresentano l'utilità parziale associata al singolo criterio, espressa come punteggio relativo al grado di perseguimento di quello specifico obiettivo.

Il tipo di funzione valore utilizzato per un determinato criterio dipende dalle preferenze del decisore; infatti, il decisore deve definire il campo di variazione accettato per il singolo obiettivo.

Ad esempio, il valore attuale (di morti, inquinamento da CO, SO₂,...) viene riconosciuto come il valore peggiore ammissibile e gli viene attribuito zero; alla riduzione massima prevedibile ed auspicabile (per esempio pari al 50% del valore attuale) viene attribuito il valore uno, corrispondente al pieno soddisfacimento dell'obiettivo. Se l'alternativa progettuale in esame comporta impatti compresi tra le due soglie, le verrà attribuito un valore di utilità parziale compreso tra zero e uno, a seconda della sua distanza relativa dagli estremi e a seconda della funzione valore considerata rilevante.

In alcuni casi, ad esempio per l'inquinamento atmosferico, i primi miglioramenti rispetto alla situazione attuale potranno essere considerati molto importanti e quelli successivi avere valori fortemente decrescenti (allegato n. 13 fig. a; ovviamente, anche se l'obiettivo più desiderabile è emissione 0, per quel che riguarda l'R.T.I., una riduzione del 20% è già da considerarsi un ottimo. Questa funzione valore decrescente è valida per qualsiasi tipo di inquinante.

In altri casi, ad esempio, per il risparmio dei tempi di percorrenza, piccoli miglioramenti potrebbero apportare benefici trascurabili e solo forti miglioramenti potrebbero essere considerati significativi (allegato n. 13 fig. b); anche se venissero utilizzate tutte le possibili misure R.T.I., la riduzione massima dei tempi di percorrenza non potrebbe essere superiore al 50%, per cui a tale valore verrebbe assegnato l'obiettivo con

punteggio 1. Altra funzione valore che ben interpreta il risparmio del tempo di percorrenza, è la funzione "step" (allegato n. 13 fig. 2), soprattutto quando si considera il livello locale di misure parziali.

Il programma EVA ha la disponibilità di cinque funzioni base e lascia la possibilità all'analisi di scegliere tra queste, quella da associare a ciascun criterio.

La scelta della funzione valore dipende dal significato che assume la soglia cui viene attribuito il valore zero ed uno.

La scelta delle soglie dipende sia dalla discrezionalità dell'analisi decisore, ma più spesso viene imposta da precise disposizioni normative.

I tre principali gruppi di soglie indicate in EVA sono:

- standard riguardanti la capacità di percezione
- standard riguardanti margini normative
- standard riguardanti margini di protezione.

Il limite della percezione umana rappresenta il limite oltre il quale è inutile arrivare; ad esempio, i 30 db(A) nel caso dell'inquinamento da rumore rappresentano i fruscii e i rumori di una foresta. Pertanto il valore 30 db (A) rappresenta il raggiungimento del massimo obiettivo (valore di utilità del criterio=1).

Le soglie precauzionali possono essere considerate dei valori soddisfacenti generati sulla base di compromessi politici tra il perseguimento di una pluralità di obiettivi conflittuali. Rispetto al target, valore realizzabile e desiderabile, la soglia precauzionale rappresenta il valore più basso per restare comunque nell'ambito dei valori desiderabili. Nelle applicazioni è stato attribuito il valore uno al conseguimento della soglia "target" o, in alternativa, a quella precauzionale "minimo desiderabile".

Le soglie di protezione rappresentano i valori peggiori di conseguimento dell'obiettivo che possono essere considerati "accettabili" (in tabella vengono indicate come minimo accettabile); ad esse sarebbe opportuno assegnare il valore utilità zero.

Qualora non siano disponibili informazioni su soglie legali o definite da disposizioni normative, si possono adottare come soglie zero e uno rispettivamente i valori peggiori e migliori tra le alternative in esame.

Calcolato il valore di utilità parziale per ciascun criterio, si passa alla loro aggregazione attribuendo a ciascun peso che riflette l'importanza relativa di quel criterio nel sistema di preferenze del decisore. I pesi vengono assegnati in modo che la loro somma sia pari a 1.

La principale differenza con la ABC è che in questa i pesi (cioè i prezzi di mercato) vengono rilevati "oggettivamente" dal mercato e riflettono le scelte degli individui, mentre nella AVU i pesi riflettono valutazioni soggettive del decisore analista (allegato n. 14 e 14bis).

4.1.3 Analisi Costi-Efficacia

L'ACE è una tecnica intermedia tra l'analisi costi-benefici e un'analisi di tipo multicriteria.

I costi del progetto vengono misurati come in un'analisi costi-benefici in base a valori monetari; i benefici vengono invece misurati come un'analisi multicriteri per poter poi essere combinati in un singolo indicatore di efficacia.

Il criterio decisionale principale è il rapporto efficacia/costi: maggiore è tale apporto, migliore risulterà l'alternativa.

L'analisi ACE viene consigliata in particolare per valutare le misure tese in maniera specifica al perseguimento del miglioramento dell'ambiente (allegato n. 15).

4.1.4 Analisi di compatibilità

L'AC, analisi di compatibilità, è una tecnica che evita giudizi di valore e procedure di ponderazione, ma confronta gli obiettivi prefissati con gli impatti del sistema da valutare.

La procedura può essere suddivisa in tre fasi:

- a) vengono definiti gli obiettivi da conseguire per il miglioramento dei servizi offerti dall'opera; questi, insieme all'assegnazione dei livelli di domanda, rappresentano il profilo della domanda stessa;
- b) vengono quantificati gli impatti del sistema proposto in base agli obiettivi definiti, ottenendo così un profilo degli impatti che avrà lo stesso dimensionamento del profilo della domanda;
- c) i due profili vengono quindi confrontati: il risultato è un profilo delle qualità o delle carenze in cui, per ciascun criterio, vengono evidenziati gli obiettivi che sono stati realizzati, quelli non realizzati e quelli eventualmente superati. Viene inoltre indicata la differenza che rimane tra la domanda e gli impatti calcolati per ciascuna alternativa progettuale. In questo modo l'analisi evidenzia l'adeguatezza del sistema proposto oppure mostra direttamente le carenze ancora presenti, correlandole ai criteri.

Questa analisi è indicata sia per le misure tese al miglioramento dell'ambiente che per la sicurezza (allegato n. 16).

4.2 Risultati

I risultati della sperimentazione evidenziano come le peculiarità di differenti tecniche di valutazione possano portare a risultati diversi: in modo particolare, si manifesta una contrapposizione fra analisi costi-benefici e procedure basate su metodi di analisi multicriteriali.

Per quanto riguarda l'analisi costi-benefici, l'alternativa fortemente preferita risulta essere la A3, per la quale è previsto il minore impegno di spesa, anche se con risultati inferiori all'alternativa A1 in termini di sicurezza e ambiente.

Nell'analisi delle tecniche multicriteriali, sia la ACE che l'AVU indicano come preferibile l'alternativa A1. Il rapporto efficacia/costi fornisce un valore pari a 19 per l'alternativa A1 contro un valore di 10 e di 8, rispettivamente per la A2 e la A3. La AVU fornisce un punteggio per l'utilità totale pari a 40,24 per la A1 contro il 29,08 per le altre due alternative.

5. Conclusioni

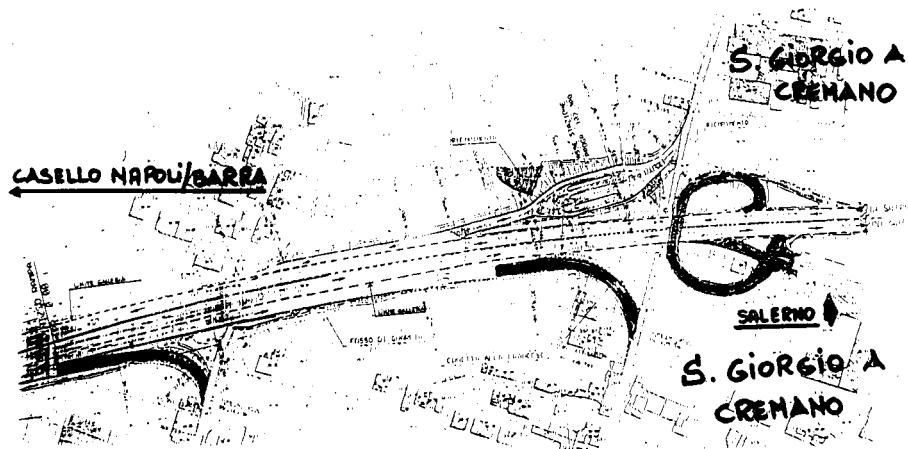
La lettura dei risultati conseguiti con le diverse tecniche ha evidenziato come si possano ottenere risposte diverse allo stesso problema decisionale a seconda della tecnica adottata; ciascuna, infatti, è basata sulla propria logica decisionale e fa un uso differenziato dei dati disponibili.

Questo risultato conferma come le tecniche di valutazione vanno intese più correttamente come strumenti per organizzare le informazioni e ampliare le conoscenze sul problema decisionale in modo da poter arrivare alla decisione più coerente con la logica del decisore.

In buona sostanza, si può quindi affermare che l'applicazione del programma si presta ad affiancare il progettista, soprattutto nelle fasi preliminari dell'impostazione progettuale, fornendogli quella "sensibilità" e quel taglio all'impostazione del progetto indispensabili per affrontare le questioni valutative poste dallo sviluppo sostenibile in una interazione tra approcci economici e approcci di ecologia ambientale.

ALLEGATI

Km. 6,4 ———— SVINCOLO ESISTENTE
S. GIORGIO
Km. 6,1 ———— FUTURE
RAMPEDI DEVIATIONE PER
IL CENTRO DI SAN GIORGIO
A CREMANO PER I VEICOLI
PROVENIENTI DA NAPOLI



vvv ———— IMPATTO DOVUTO ALL'INQUINAMENTO
ACUSTICO
Km. 7,2 ———— NUOVO SVINCOLO
DI S. GIORGIO A
CREMANO PREVISTO
DAL PROGETTO

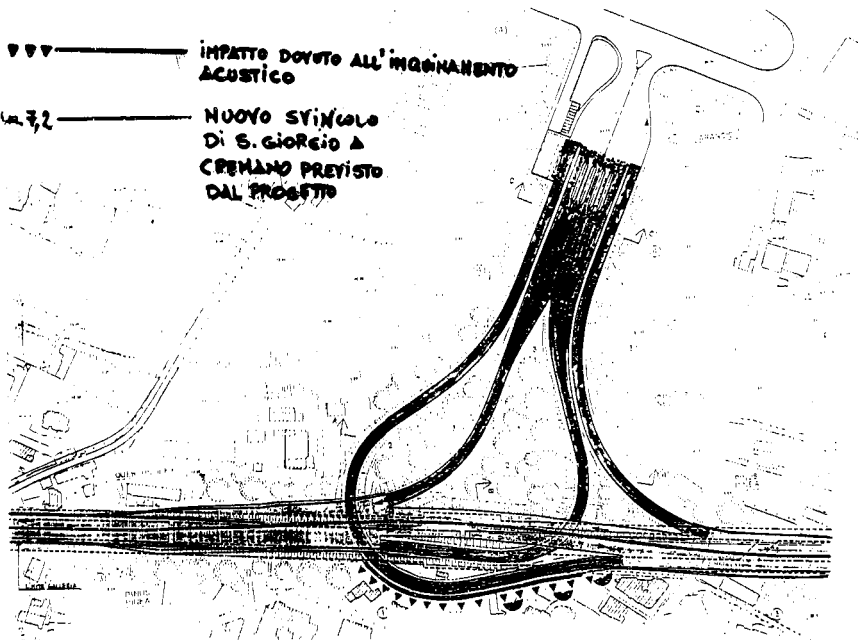


GRAFICO n. 1

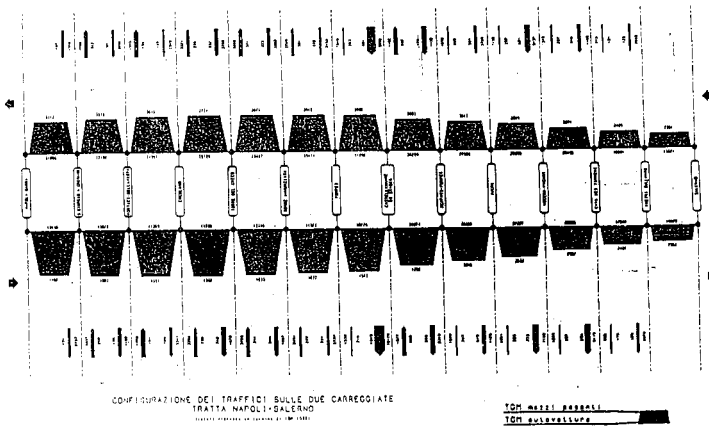
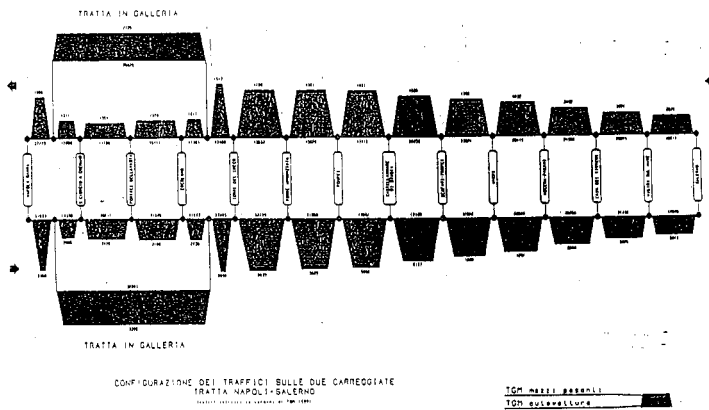


GRAFICO n. 2



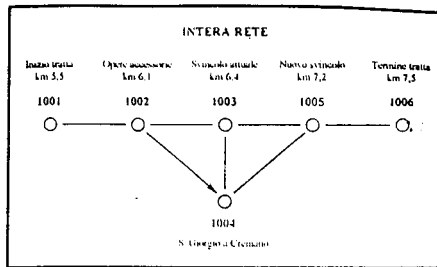
ALLEGATO N. 3

Previsioni di traffico nell'ipotesi di mantenimento della situazione attuale

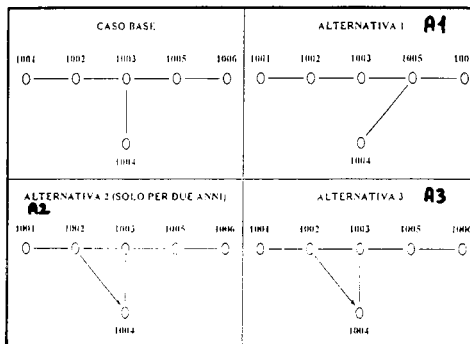
Totale veicoli (transiti giornalieri medi)	Rilevazioni 1992	Ipotesi "senza" 1994	Tasso di crescita annuo
DIREZIONE SUD			
Napoli-ingresso galleria	46855	48828	2,105 %
ingresso galleria-San Giorgio	46855	48828	2,105 %
veicoli in uscita da San Giorgio	2926	3049	2,105 %
veicoli in entrata da San Giorgio	4147	4222	2,105 %
San Giorgio-Portici	48076	50100	2,105 %
DIREZIONE NORD			
Portici-San Giorgio	36620	38162	2,105 %
veicoli in uscita da San Giorgio	2298	4479	2,105 %
veicoli in entrata da San Giorgio	2077	2164	2,105 %
San Giorgio-ingresso galleria	34299	35847	2,105 %
ingresso galleria-Napoli	24399	25847	2,105 %

Previsioni di traffico nell'ipotesi di realizzazione dei lavori di adeguamento dell'A3

Totale veicoli (transiti giornalieri medi)	Ipotesi "con" 1994	Modifica di calcolo
DIREZIONE SUD		
Napoli-ingresso galleria	51267	incremento del 6,02 % su "senza"
ingresso galleria-San Giorgio	50399	17,47 % della tratta "NA-galleria"
veicoli in uscita da San Giorgio	2221	incremento del 6,02 % su "senza"
veicoli in entrata da San Giorgio	4582	incremento del 6,02 % su "senza"
San Giorgio-Portici	50747	40 % della tratta "NA-galleria"
DIREZIONE NORD		
Portici-San Giorgio	12500	22,62 % della tratta "galleria-NA"
veicoli in uscita da San Giorgio	1749	incremento del 6,02 % su "senza"
veicoli in entrata da San Giorgio	2292	incremento del 6,02 % su "senza"
San Giorgio-ingresso galleria	11845	21,10 % della tratta "galleria-NA"
ingresso galleria-Napoli	38045	incremento del 6,02 % su "senza"



ALLEGATO N. 4



ALLEGATO N.5

Albero dei criteri decisionali

I livello	II livello	III livello	Unità di misura	Peso	Soggetto interessato
1. EFFICIENZA	1.1 Costi finanziari	1.1.1 Costi d'investimento	lire	15	Fornitore
		1.1.2 Costi di manutenzione	lire	7	Fornitore
		1.1.3 Altri costi	lire	1	Fornitore
				1	Utente
				1	Non utente
				1	Non utente
	1.2 Tempo persone	1.2.1 Per lavoro	h-persone	5	Utente
		1.2.2 Non per lavoro	h-persone	2	Utente
	1.3 Tempo veicoli	1.3.1 Autovetture x lavoro	h-veicoli	2	Utente
		1.3.2 Autobus	h-veicoli	2	Utente
		1.3.3 Furgoni	h-veicoli	2	Utente
		1.3.4 Autocarri	h-veicoli	2	Utente
	1.4 Costi operativi dei veicoli	1.4.1 Autovetture	km-veicoli	2	Utente
		1.4.2 Autobus	km-veicoli	2	Utente
		1.4.3 Furgoni	km-veicoli	2	Utente
		1.4.4 Autocarri	km-veicoli	2	Utente
	1.5 Consumo di carburante	1.5.1 Carburante	litri	2	Utente
	1.6 Altro	1.6.1 Flessibilità nell'impiego	fuzzy	5	Fornit./Ut.
		1.6.2 Altri effetti sul traffico locale	fuzzy	10	Non utente
2. SICUREZZA	2.1 Persone	2.1.1 Decessi	N. persone	10	Utente
		2.1.2 Persone ferite gravemente	N. persone	5	Utente
		2.1.3 Persone ferite lievemente	N. persone	5	Utente
3. AMBIENTE	2.2 Cose	2.2.1 Danni materiali	N. incidenti	5	Utente
	3.1 Inquinamento acustico	3.1.1 Persone disturbate dal rumor	N. persone	15	Non utente
	3.2 Inquinamento atmosferico	3.2.1 Emissioni di CO	tonnellate	5	Utente/non Ut.
		3.2.2 Emissioni di NOx	tonnellate	3	Utente/non Ut.
		3.2.3 Emissioni di HC	tonnellate	3	Utente/non Ut.
		3.2.4 Emissioni di SO2	tonnellate	3	Utente/non Ut.
		3.2.5 Emissioni di Pb	tonnellate	3	Utente/non Ut.
		3.2.6 Emissioni di particelle	tonnellate	3	Utente/non Ut.
	3.3 Qualità ambientale	3.3.1 Qualità architettonica opera	fuzzy	7	Non utente
		3.3.2 Inserimento nel paesaggio	fuzzy	5	Non utente
		3.3.3 Panoramicità	fuzzy	3	Utente

ALLEGATO N.6

Tab. 1 - Matrice degli attributi con dati "misurati"

CRITERI	Max/Min	Unità di misura	BASE	A1	A2	A3	A1 + A2	Valore peggiore	Valore migliore	Scala fuzzy
1) Costi d'investimento	Min	L/ml	1500	5500	4500	5500	11000	11000	1500	4
2) Costi di manutenzione	Min	L/ml	200	300	350	400	800	800	200	4
3) Tempo lavorativo	Min	h-pers. x 1000	551	654	680	680	684	684	551	5
4) Tempo non lavorativo	Min	h-pers. x 1000	364	372	369	369	372	372	364	4
5) Tempo autoveicoli	Min	h-velo x 1000	286	330	252	252	330	330	252	5
6) Tempo autobus	Min	h-velo x 1000	11	13	10	10	13	13	10	4
7) Tempo furgoni	Min	h-velo x 1000	28	33	25	25	33	33	25	5
8) Tempo autocarri	Min	h-velo x 1000	17	20	15	15	20	20	15	4
9) Costi autoveicoli	Min	velo-km x 1000	15840	15919	15801	15801	15919	15919	15801	5
10) Costi autobus	Min	velo-km x 1000	503	505	502	502	505	505	502	4
11) Costi furgoni	Min	velo-km x 1000	1257	1263	1254	1254	1263	1263	1254	5
12) Costi autocarri	Min	velo-km x 1000	754	758	752	752	758	758	752	4
13) Consumo carburante	Min	litri x 1000	2260	2271	2255	2255	2271	2271	2255	5
14) Decessi	Min	N. persone/1000	1254	1054	1224	1224	1054	1254	1054	4
15) Persone ferite gravemente	Min	N. persone/1000	4630	4082	4714	4714	4082	4630	4082	5
16) Persone ferite lievemente	Min	N. persone/1000	35418	29786	34568	34568	29786	35418	29786	4
17) Danni materiali	Min	N. incidenti/1000	43814	35635	42668	42668	35635	43814	35635	5
18) Persone disturbate dal rumore	Min	N. persone	2000	1300	1800	1800	1300	2000	1300	4
19) Emissioni CO	Min	tonnellate	772	705	752	752	705	772	705	5
20) Emissioni NOx	Min	tonnellate	50	46	49	49	46	50	46	4
21) Emissioni HC	Min	tonnellate	31	28	30	30	28	31	28	5
22) Emissioni SO2	Min	tonnellate x 10	22	20	22	22	20	22	20	4
23) Emissioni Pb	Min	tonnellate x 10	11	10	11	11	10	11	10	5
24) Emissioni particelle	Min	tonnellate x 10	66	60	65	65	60	66	60	4
25) Qualità architettonica opera	Max	fuzzy	banale	elevata	banale	banale	più elevata	banale	più elevata	4
26) Inserimento nel paesaggio	Max	fuzzy	mediocre	buona	mediocre	mediocre	discreta	mediocre	buona	5
27) Panoramicità	Max	fuzzy	bassa	elevata	bassa	bassa	discreta	bassa	elevata	4
28) Flessibilità nell'impiego	Max	fuzzy	più bassa	più elevata	più bassa	più elevata	mediocre	più bassa	più elevata	5
29) Altri effetti sui non utenti	Max	fuzzy	irraccurabili	molto posti.	positivi	positivi	molto posti.	irraccurabili	molto posti.	3

Segue allegato 6

Indicatore	Unità di misura	Base di imputazione
<i>Indicatori di Costo per l'Efficienza:</i>		
- Costi di investimento	(Lire)	per area
- Costi di manutenzione	(Lire)	per area
<i>Indicatori di Beneficio per l'Efficienza:</i>		
- Tempi di percorrenza: persone - lavoro	(h-persone)	per elemento
- Tempi di percorrenza: persone - non lavoro	(h-persone)	per elemento
- Tempi di percorrenza: veicoli passeggeri	(h-veicoli)	per elemento
- Tempi di percorrenza: autobus	(h-veicoli)	per elemento
- Tempi di percorrenza: furgoni	(h-veicoli)	per elemento
- Tempi di percorrenza: autocarri	(h-veicoli)	per elemento
- Costi operativi dei veicoli: veicoli passeggeri	(km-veicoli)	per elemento
- Costi operativi dei veicoli: autobus	(km-veicoli)	per elemento
- Costi operativi dei veicoli: furgoni	(km-veicoli)	per elemento
- Costi operativi dei veicoli: autocarri	(km-veicoli)	per elemento
- Consumo di carburante	(litri)	per elemento
- Flessibilità nell'impiego	(fuzzy)	per area
- Altri effetti sul traffico locale	(fuzzy)	per area

(continua)

ALLEGATO N. 7

Indicatore	Unità di misura	Base di imputazione
<i>Indicatori di Beneficio per la Sicurezza:</i>		
- Fatalità	(persone)	per elemento
- Persone gravemente ferite	(persone)	per elemento
- Persone lievemente ferite	(persone)	per elemento
- Danni materiali	(incidenti)	per elemento
<i>Indicatori di Beneficio per l'Ambiente:</i>		
- Inquinamento atmosferico: CO	(tonnellate)	per elemento
- Inquinamento atmosferico: NOx	(tonnellate)	per elemento
- Inquinamento atmosferico: HC	(tonnellate)	per elemento
- Inquinamento atmosferico: SO2	(tonnellate)	per elemento
- Inquinamento atmosferico: Pb	(tonnellate)	per elemento
- Inquinamento atmosferico: particelle	(tonnellate)	per elemento
- Inquinamento acustico: persone disturbate	(persone)	per area
- Qualità architettonica dell'opera	(fuzzy)	per area
- Inserimento nel paesaggio	(fuzzy)	per area
- Panoramicità	(fuzzy)	per area

ALLEGATO N. 8

	Caso base	A1	A2	A3
<i>Primo anno di investimento</i>	1996	1996	1996	1996
Costo di investimento (I anno)	500 ml	3.000 ml	3.500 ml	4.500 ml
<i>Secondo anno di investimento</i>	1997	1997	1997	1997
Costo di investimento (II anno)	1.000 ml	3.500 ml	1.000 ml	1.000 ml
<i>Primo anno di manutenzione</i>	1998	1998	--	1998
<i>Ultimo anno di manutenzione</i>	2017	2017	--	2017
Costo annuale di manutenzione	200 ml	300 ml	--	400 ml

	Ripartizione dei veicoli	Occupanti per veicolo
<i>Autovetture:</i>	90 %	
- in viaggio per affari	70 %	1,5
- in viaggio per svago	30 %	1,8
<i>Mezzi pesanti:</i>	10 %	
- autobus	20 %	1,8
- furgoni	50 %	1,3
- autocarri	30 %	1,4
<i>Totale</i>	100 %	

ALLEGATO N.9

DESCRIZIONE DEI NODI

Nodo	Descrizione	Progressiva
1001	Alquisi casello di Napoli al km 5,3	5.500
1002	Uscita provvisoria per Napoli al km 6,1	6.100
1003	Attuale casello di S. Giorgio al km 6,4	6.400
1004	Centro di S. Giorgio	7.200
1005	Nuovo casello di S. Giorgio al km 7,2	7.200
1006	Termine della tratta considerata al km 7,5	7.500

DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI (ARCHI)

Origine	Destinazione	metri	Presenza (x) Assenza (nullo) Alternative				
			Senza	Base	A1	A2	A3
1001	1002	800	x	x	x	x	x
1002	1001	600	x	x	x	x	x
1002	1003	300	x	x	x	x	x
1003	1002	300	x	x	x	x	x
1002	1004	550					
1004	1002						
1003	1004	400	x	x		x	x
1004	1003	400	x	x		x	x
1003	1005	800	x	x	x	x	x
1005	1003	800	x	x	x	x	x
1004	1005	600			x		
1005	1004	600			x		
1005	1006	300	x	x	x	x	x
1006	1005	300	x	x	x	x	x

FLUSSO DI VEICOLI AL 1994 PER OD E PER ALTERNATIVA

Origine	Destinazione	Indice	Senza	Base	A1	A2	A3
1001	1004	6,66	1.113.317	1.180.116	1.140.116	1.180.116	1.180.116
1004	1001	4,73	780.280	837.697	837.697	837.697	837.697
1001	1006	100,00	18.714.588	5.900.590	5.900.590	5.900.590	5.900.590
1004	1001	29,58	12.288.229	3.486.115	3.486.115	3.486.115	3.486.115
1004	1006	9,44	1.577.696	1.672.570	1.672.570	1.672.570	1.672.570
1006	1004	9,78	1.635.350	1.733.471	1.733.471	1.733.471	1.733.471

Origine	Destinazione	Indice	FLUSSO DI VEICOLI PER ARCO E PER ALTERNATIVA				
			Senza	Base	A1	A2	A3
1001	1002		12.827.604	7.080.706	7.080.706	7.080.706	7.080.706
1002	1001		11.088.109	4.323.812	4.323.812	4.323.812	4.323.812
1002	1003		11.827.604	7.080.706	7.080.706	6.687.665	6.687.665
1003	1002		11.088.109	4.323.812	4.323.812	4.323.812	4.323.812
1002	1004	15%				413.040	413.040
1004	1002	(del flusso da 1001 a 1004)				787.075	787.075
1003	1004		1.113.317	1.180.116		837.697	837.697
1004	1003		780.280	837.697		573.160	573.160
1003	1005		18.252.884	5.219.586	5.219.586	5.219.586	5.219.586
1005	1003		13.633.579	5.219.586	5.219.586	5.219.586	5.219.586
1004	1005				1.672.570		
1005	1004				1.733.471		
1005	1006		11.293.484	5.219.586	5.219.586	5.219.586	5.219.586
1006	1005		13.633.579	5.219.586	5.219.586	5.219.586	5.219.586
TOTALE RETE			158.188.548	50.412.338	50.412.338	49.999.298	49.999.298

ALLEGATO N. 10

	Litri di carburante per km
- autovetture in viaggio per affari	0,083
- autovetture in viaggio per svago	0,091
- autobus	0,143
- furgoni	0,1
- autocarri	0,167

	Valori per milione di persone-km
- decessi	0,021985
- feriti gravi	0,084688
- feriti leggeri	0,621047
- danni alle cose	0,875918

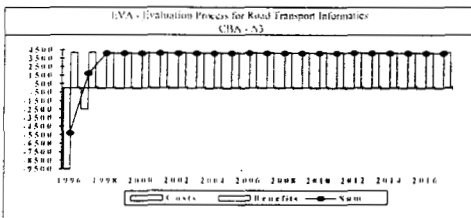
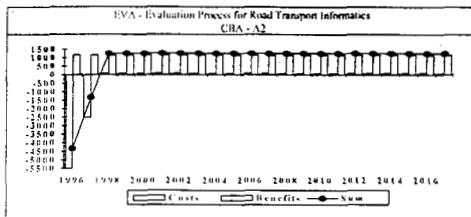
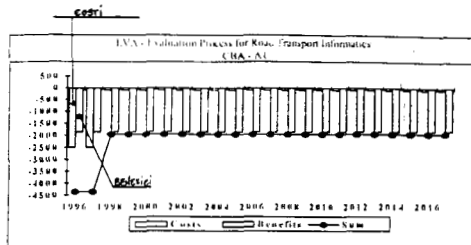
	Tonnellate per milione di litri di carburante	
	Autovetture	Mezzi pesanti
- emissioni di monossido di carbonio CO	260	12
- emissioni di ossido di azoto NOx	18,8	28,9
- emissioni di idrocarburi HC	13,8	5,1
- emissioni di anidride solforosa SO2	0,3	4,5
- emissioni di piombo Pb	0,5	0,05
- emissioni di particelle	1,6	9

	Casi base	A1	A2	A3
Persone disturbate dal rumore	2.000	1.300	1.600	1.600

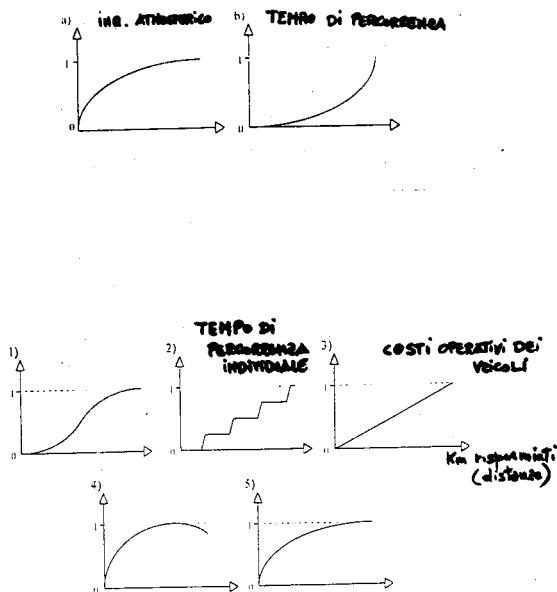
ALLEGATO N. 11

Indicatore	Unità di misura	Tasso di variazione
- Costi operativi dei veicoli: autoveicoli	(km-veicoli)	2%
- Costi operativi dei veicoli: autobus	(km-veicoli)	2%
- Costi operativi dei veicoli: furgoni	(km-veicoli)	2%
- Costi operativi dei veicoli: autocarri	(km-veicoli)	2%
- Consumo di carburante	(litri)	2%
- Sicurezza: fatalità	(persone)	-1%
- Sicurezza: persone gravemente ferite	(persone)	-1%
- Sicurezza: persone lievemente ferite	(persone)	-1%
- Sicurezza: danni materiali	(incidenti)	-1%
- Inquinamento atmosferico: Emissioni CO	(tonnellate)	-2%
- Inquinamento atmosferico: Emissioni NOx	(tonnellate)	-2%
- Inquinamento atmosferico: Emissioni HC	(tonnellate)	-2%
- Inquinamento atmosferico: Emissioni SO2	(tonnellate)	-2%
- Inquinamento atmosferico: Emissioni Pb	(tonnellate)	-2%
- Inquinamento atmosferico: particelle	(tonnellate)	-2%

ALLEGATO N. 12



ALLEGATO N. 13



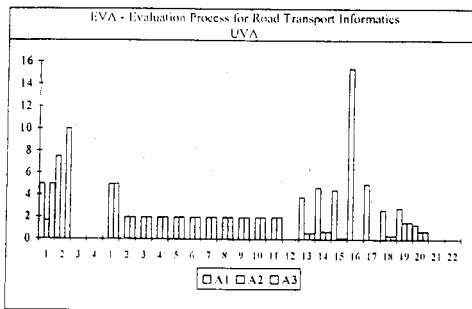
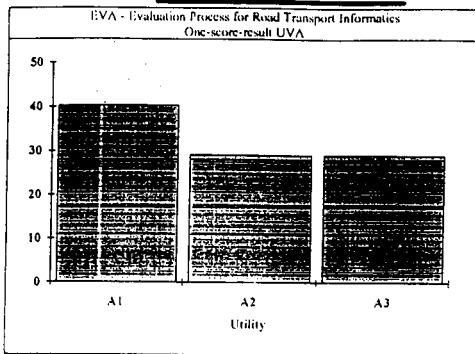
ALLEGATO N. 14

AVU

Calculation Method: LVA (R11) / A1 - A2 - A3

	A1		A2		A3	
	Value	Weighted Value	Value	Weighted Value	Value	Weighted Value
Fornitori - Costo investimento	100.00	5.00	33.33	1.67	100.00	5.00
Fornitori - Costo di manutenzione	150.00	7.50	0.00	0.00	200.00	10.00
Utilizzatori - Costo per macchinari	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Utilizzatori - Costo di manutenzione	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tempo percorrenza - Persone* Lavoro	0.00	0.00	100.00	5.00	100.00	5.00
Tempo percorrenza - Persone* Non lavoro	0.00	0.00	100.00	2.00	100.00	2.00
Tempo percorrenza - Autoveicoli* Lavoro	0.00	0.00	100.00	2.00	100.00	2.00
Tempo percorrenza - Autoveicoli* Non lavoro	0.00	0.00	100.00	2.00	100.00	2.00
Tempo percorrenza - Autoveicoli* Lavoro	0.00	0.00	100.00	2.00	100.00	2.00
Tempo percorrenza - Autoveicoli* Non lavoro	0.00	0.00	100.00	2.00	100.00	2.00
Costi on veic. - Km - Autoveicoli	0.00	0.00	100.00	2.00	100.00	2.00
Costi on veic. - Km - Autobus	0.02	0.00	99.98	2.00	99.98	2.00
Costi on veic. - Km - Particelle	0.00	0.00	100.00	2.00	100.00	2.00
Costi on veic. - Km - Autocam	0.01	0.00	99.99	2.00	99.99	2.00
Costi on veic. - Consumi carburante	0.00	0.00	99.99	2.00	99.99	2.00
Costi on veic. - Consumi carburante	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sicurezza - Fatalità	76.00	3.80	11.00	0.55	11.00	0.55
Sicurezza - Persone ferite gravemente	93.67	4.68	14.00	0.70	14.00	0.70
Sicurezza - Persone ferite lievemente	89.50	4.47	2.88	0.14	2.88	0.14
Sicurezza - Danni materiali	100.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Inquinamento atmosferico - Emissioni-CO	99.74	4.99	0.47	0.02	0.47	0.02
Inquinamento atmosferico - Emissioni-NOx	89.38	4.47	12.40	0.62	12.40	0.62
Inquinamento atmosferico - Emissioni-HC	95.74	4.79	51.96	2.60	51.96	2.60
Inquinamento atmosferico - Emissioni-SO2	44.22	2.21	24.49	1.22	24.49	1.22
Inquinamento atmosferico - Emissioni-Pb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Inquinamento atmosferico - Particelle	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Utilità				29.08		29.08

ALLEGATO N. 14 bis

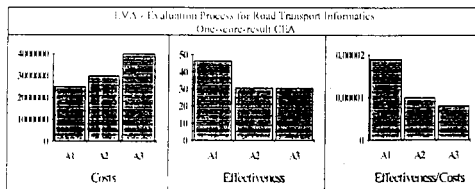


ALLEGATO N.15

ACE

Calculation Method: CIA (K) H: A1 - A2 - A3

	Annual cost difference for component					
	A1		A2		A3	
Formion - Costo investimento	2500000.00		3000000.00		4000000.00	
Formion - Costo di manutenzione	0.00		0.00		0.00	
Utilization - Costo per macchina	0.00		0.00		0.00	
Utilization - Costo di manutenzione	0.00		0.00		0.00	
	Value	Weighted Value	Value	Weighted Value	Value	Weighted Value
Tempo percorrenza - Persone*1 Lavoro	0.00	0.00	100.00	5.90	100.00	5.90
Tempo percorrenza - Persone*Non lavoro	0.00	0.00	100.00	2.36	100.00	2.36
Tempo percorrenza - Autoveicoli*1 Lavoro	0.00	0.00	100.00	2.00	100.00	2.00
Tempo percorrenza - Autoveicoli*Non lavoro	0.00	0.00	100.00	2.00	100.00	2.00
Tempo percorrenza - Pagine*1 Lavoro	0.00	0.00	100.00	2.00	100.00	2.00
Tempo percorrenza - Pagine*Non lavoro	0.00	0.00	100.00	2.00	100.00	2.00
Costi on velle - Km - Autoveicoli	0.00	0.00	100.00	2.00	100.00	2.00
Costi on velle - Km - Autoveicoli	0.02	0.00	99.98	2.00	99.98	2.00
Costi on velle - Km - Pagine	0.00	0.00	100.00	2.00	100.00	2.00
Costi on velle - Km - Autoveicoli	0.01	0.00	99.99	2.00	99.99	2.00
Costi on velle - consumo carburante	0.00	0.00	99.99	2.00	99.99	2.00
Sicurezza - Fatalità	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sicurezza - Persone ferite gravemente	76.00	4.56	11.00	0.66	11.00	0.66
Sicurezza - Persone ferite lievemente	92.67	5.62	14.00	0.84	14.00	0.84
Sicurezza - Danni materiali	89.50	5.37	2.88	0.17	2.88	0.17
Rumore - Persone disturbate	100.00	18.04	0.00	0.00	0.00	0.00
Inquinamento atmosferico - Emissioni-CO	99.74	5.98	0.47	0.03	0.47	0.03
Inquinamento atmosferico - Emissioni-NOx	89.58	5.38	12.40	0.73	12.40	0.73
Inquinamento atmosferico - Emissioni-PM	95.74	5.87	51.96	3.06	51.96	3.06
Inquinamento atmosferico - Emissioni-SO2	44.72	2.69	24.49	1.46	24.49	1.46
Inquinamento atmosferico - Emissioni-Pb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Inquinamento atmosferico - Particelle	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Costs discounted to present start	2500000.00		3000000.00		4000000.00	
Effectiveness (Benefit)	46.47		30.63		30.63	
Effectiveness divided by Costs	0.00019		0.00010		0.00008	

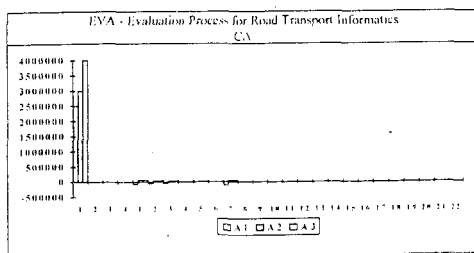


ALLEGATO N. 46

AC

Calculation Method: CA (Target levels as base case impacts) A1 - A2 - A3

	Qualità mobile (in componenti)		
	A1	A2	A3
Fornitori - Costo investimento	2500000.00	2000000.00	4000000.00
Fornitori - Costo di manutenzione	0.00	-0.00	0.00
Utilizzatori - Costo per macchina	0.00	0.00	0.00
Utilizzatori - Costo di manutenzione	0.00	0.00	0.00
Tempo percorrenza - Persone*1 lavoro	-36306.73	66004.77	66004.77
Tempo percorrenza - Persone*Non lavoro	-58957.12	43559.06	43559.06
Tempo percorrenza - Autoveicoli*1 lavoro	-44797.74	34259.94	34259.94
Tempo percorrenza - Autoveicoli*1 lavoro	-1777.68	1359.53	1359.53
Tempo percorrenza - Furgoni*1 lavoro	-4444.24	3398.79	3398.79
Tempo percorrenza - Autocarri*1 lavoro	-2666.54	2039.28	2039.28
Costi op.veic. - Km - Autoveicoli	-113225.00	55760.42	55760.42
Costi op.veic. - km - Autobus	-2518.32	1229.12	1229.12
Costi op.veic. - Km - Furgoni	-6295.83	3097.80	3097.80
Costi op.veic. - km - Autocarri	-3777.49	1858.68	1858.68
Costi op.veic. - consumo carburante	-11220.26	5570.02	5570.02
Sicurezza - Fatalità	0.20	0.04	0.04
Sicurezza - Persone ferite gravemente	0.76	0.11	0.11
Sicurezza - Persone ferite lievemente	5.62	0.84	0.84
Sicurezza - Danni materiali	8.16	1.23	1.23
Rumore - Persone disturbate	700.00	400.00	400.00
Inquinamento atmosferico - Emissioni-CO	67.84	20.16	20.16
Inquinamento atmosferico - Emissioni-NOx	4.42	1.23	1.23
Inquinamento atmosferico - Emissioni-IR	3.75	0.81	0.81
Inquinamento atmosferico - Emissioni-SO2	0.20	0.06	0.06
Inquinamento atmosferico - Emissioni-Pb	-0.00	-0.01	-0.01
Inquinamento atmosferico - Particelle	-0.22	-0.02	-0.02



There aren't abstracts in english language and in french language because they aren't furnished by the Author; so we are sorry.

Il n'y a pas les résumés en anglais et française pas envoyés par l'A.; nous Vous prions de nous excuser.

Mancano i sommari in lingua inglese e in lingua francese non forniti dall'Autore; ci scusiamo vivamente di ciò.