



Assessorato  
Sistema della Logistica  
Sistema Portuale Regionale  
Sistema Gioia Tauro  
Delega Piano Regionale dei Trasporti

Dipartimento N. 6  
Infrastrutture, Lavori Pubblici, Mobilità  
Settore N. 12  
Infrastrutture di Trasporto  
Settore N. 13  
Sistema della Logistica

---

# PIANO REGIONALE DEI TRASPORTI

## Proposta Definitiva

- 1. Una nuova visione del Sistema Mobilità Passeggeri e Merci della Calabria*
- 2. Il settore dei trasporti e della logistica in Calabria*
- 3. Prospettive future ed obiettivi di Piano*
- 4. Proposte di obiettivi, azioni e misure per il sistema di mobilità della Calabria*

### **Appendice VI. Metodi**

---

Dicembre 2016



## VI.1 Inquadramento generale

Le appendici contengono le analisi quantitative a supporto del Piano Direttore.

Le prime due appendici costituiscono una guida alla lettura di tutti i documenti di Piano.

Le appendici III e IV contengono specificazioni ed approfondimenti relative alle analisi territoriali, socio-economiche e di domanda descritte nel capitolo 2 del Piano; l'appendice V riporta scenari strategici trattati in via qualitativa per alcuni temi.

L'appendice VI descrive l'approccio metodologico utilizzato per l'elaborazione del Piano.

Nell'appendice VII sono riportati gli obiettivi di vision, i target di riferimento europei, nazionali e di piano, ed il sistema degli indicatori utilizzati per il monitoraggio.

Nell'appendice VIII è riportata l'analisi dello stato attuale, con la specificazione delle criticità esistenti rispetto all'accessibilità, alla sicurezza, alla sostenibilità; sono riportati i target calcolati rispetto allo scenario base attuale.

Nell'appendice IX, dati i metodi, le criticità e gli obiettivi specificati nelle appendici precedenti, si descrivono gli scenari di piano proposti con un approccio di what if.

Nell'appendice X sono riportati i risultati dei calcoli quantitativi relativi agli scenari di piano, i target di scenario e le verifiche di coerenza, la specificazione del sistema di monitoraggio ed i riferimenti temporali.

## VI.2 Logical Framework Approach (LFA)/ Logical Framework Matrix (LFM)

Per supportare il processo di pianificazione è opportuno avvalersi di una struttura di tipo Logical Framework Approach (LFA) (*Commissione Europea, 2004*), metodo di valutazione dei progetti adottato dall'Unione Europea, in coerenza con gli Indirizzi Tecnici per la Pianificazione dei Trasporti (DGR 14/12/2009, n. 834). LFA è un metodo per la costruzione, la valutazione ed il monitoraggio di un piano attraverso l'individuazione delle relazioni tra gli input (di vario tipo, da economici a normativi) e gli obiettivi generali.

Esso consente di supportare il processo di pianificazione dei trasporti nel processo iterativo di valutazione *ex ante*, *in itinere* ed *ex post*. In particolare:

- nella valutazione *ex ante*, contribuisce al miglioramento della partecipazione di tutti i soggetti coinvolti nei processi di pianificazione attraverso la costruzione di obiettivi condivisi, a partire dai quali si individua la logica del piano, dall'alto verso il basso, fino alla definizione delle risorse necessarie;
- nella valutazione *in itinere* ed in quella *ex post*, contribuisce al monitoraggio delle attività di piano, ovvero a partire dalla verifica delle attività, seguendo la logica del piano dal basso verso l'alto, si verifica il perseguimento degli obiettivi del piano.

Secondo il modello LFA, l'iter del processo di piano è articolato in (Fig. 1):

- fase di analisi, nella quale si analizza il sistema nelle condizioni attuali e si ipotizza uno scenario futuro, selezionando le strategie per perseguire gli obiettivi, articolata in
  - analisi dei soggetti coinvolti,
  - analisi delle criticità, con l'individuazione delle condizioni attuali del sistema, la costruzione di una gerarchia dei problemi e l'individuazione delle relative relazioni di causa - effetto,
  - individuazione degli obiettivi, a partire dalla rilettura dall'analisi delle criticità,
  - individuazione delle strategie;
- fase di pianificazione, nella quale si sviluppa il piano, articolata in
  - costruzione della Matrice del Quadro Logico (Logical Framework o LOGFrame) in cui sono riportati gli elementi del piano ed i relativi nessi causali (logica del piano): input, attività (strategie), output, obiettivi specifici, obiettivi generali,

- programmazione delle attività,
- programmazione delle risorse (costi e input).

La vision generale è riportata nel capitolo 1 del Piano, in cui si declinano gli obiettivi strategici: sviluppo economico, accessibilità esterna e interna, sostenibilità.

La fase di analisi è riportata nel capitolo 2 del piano: a partire dal quadro conoscitivo, ricostruito anche con l'ascolto del territorio e dei cittadini, attraverso le molteplici interlocuzioni avviate, con cittadini, associazioni, sindacati, rappresentanti del mondo del lavoro, dell'università e della ricerca, degli enti locali. A partire dalle analisi esistenti e dal quadro così ricostruito, sono state individuate le principali criticità della situazione attuale, fondamentali per il tratteggio dei possibili scenari di intervento. È stata effettuata un'analisi generale della domanda di mobilità di passeggeri e merci, nonché la costruzione di un quadro conoscitivo dello stato attuale del territorio e del sistema dei trasporti, in termini di infrastrutture e servizi esistenti.

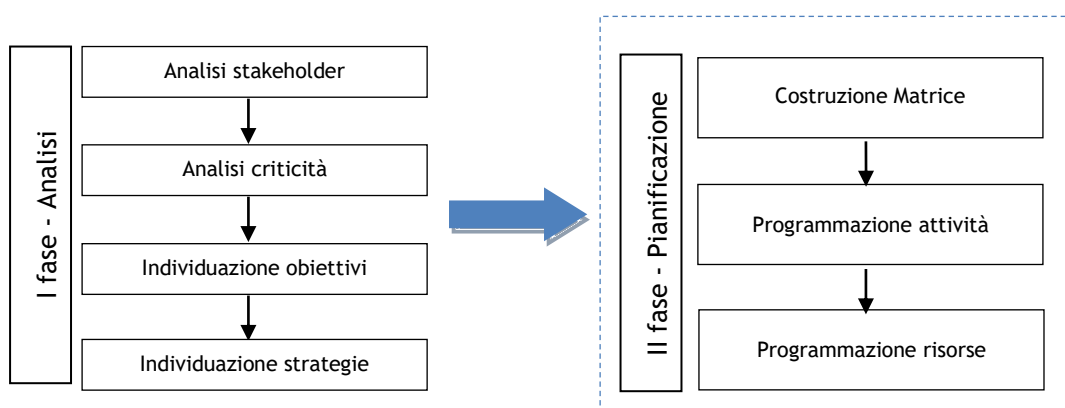


Fig. 1 - Fasi LFA  
(Fonte: Elaborazione da Commissione Europea, 2004)

Nel capitolo 3 sono riportati gli scenari tendenziali e progettuali in atto, e sono declinati gli obiettivi specifici del Piano: le criticità sono riformulate in termini di obiettivi e le relazioni causa-effetto in termini di relazioni mezzi - fini. Le azioni e le misure specifiche sono riportate nel capitolo 4 e includono:

- strategie gestionali, che perseguono il miglioramento dell'efficienza, dell'efficacia e dell'economicità dei sistemi di trasporto e riguardano, ad esempio, l'organizzazione dei servizi, le politiche tariffarie, le forme di compensazione economica per i gestori dei servizi, le forme di incentivazione per investimenti, ricerca, sviluppo e formazione;
- strategie infrastrutturali, di tipo

- materiale, comprendenti azioni che modificano l'assetto fisico del sistema della mobilità,
- immateriale, comprendenti azioni nel campo degli ITS (Intelligent Transportation Systems);
- strategie istituzionali, che esulano dal PRT in senso stretto ma sono fortemente integrate nel processo di pianificazione in senso lato, e riguardano
  - la modifica dell'assetto normativo regionale,
  - la possibilità di istituzione di organi o strutture di governo, monitoraggio e controllo, e/o coordinamento e integrazione di competenze tra i soggetti aventi poteri di intervento in materia di trasporti.

Dalle strategie scaturiscono gli scenari.

La complessità ed eterogeneità delle strategie che dovranno essere previste nel processo di pianificazione, a breve, medio e lungo termine, può comportare la necessità di individuare più anni obiettivo, nei quali costruire gli scenari di piano.

I risultati che scaturiscono dalla fase di analisi nella sua complessità costituiscono la base per la definizione della Logical Framework Matrix (LFM), Matrice del Quadro Logico (Fig. 2), che supporta il processo di pianificazione vero e proprio ed è costituita da (Russo e Rindone, 2007):

- cinque righe:
  - *goals*, da perseguire nel complesso con il piano;
  - *outcomes*, attraverso cui si esplicitano gli obiettivi generali del piano;
  - *output*, ovvero i risultati che si dovrebbero ottenere con le attività di piano;
  - *attività (strategie)*, da realizzare e che consentono di trasformare gli input in output;
  - *input*, ovvero le risorse necessarie per realizzare le attività di piano;
- tre colonne:
  - *indicatori*, ossia misure dirette o indirette degli elementi del piano;
  - *strumenti di verifica*, comprendenti metodologie e fonti di informazioni per calcolare gli indicatori adottati;
  - *fattori esterni*, ovvero eventi, condizioni e decisioni che potrebbero influenzare gli elementi del piano.

La preparazione della Matrice del Quadro Logico è un processo iterativo, caratterizzato da una sequenza definita, a partire dall'indicazione degli obiettivi generali (top-down, e cioè dall'alto verso il basso) fino alla definizione dei fattori esterni (bottom-up, e

cioè dal basso verso l'alto). Tutte le componenti, pertanto, sono legate da un processo sequenziale e razionale di causa - effetto: a partire dagli input disponibili, se le attività sono implementate è possibile ottenere gli output; se gli output sono ottenuti è possibile pervenire agli obiettivi specifici; se gli obiettivi specifici sono perseguiti è possibile pervenire agli obiettivi generali (Russo e Rindone, 2007).

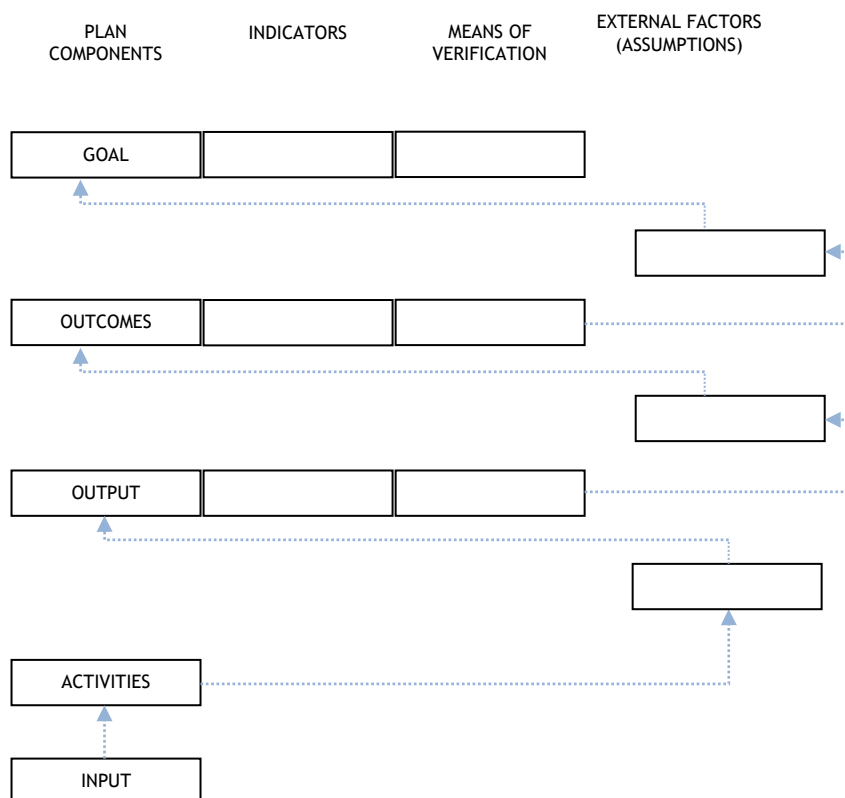


Fig. 2 - Matrice del quadro logico di un generico piano

È necessario distinguere l'approccio LFA, che è un processo analitico, e la matrice del quadro logico (LFM), che riporta i risultati documentati prodotti durante il processo analitico (Commissione Europea, 2004). La matrice del quadro logico (LFM) è utilizzata come base per la formulazione di programmi e progetti, e per il monitoraggio e la valutazione (Cracknell, 1994). Il monitoraggio e la valutazione devono essere effettuati ex ante da modello ed in itinere ed ex post da rilievo.

La Matrice del Quadro Logico consente di supportare la valutazione degli scenari di piano, in funzione delle risorse economico-finanziarie disponibili, dei vincoli da rispettare e dei tempi di attuazione. I vincoli sono rappresentati dal quadro normativo

e pianificatorio regionale, nazionale e internazionale che potrebbe avere effetti sulla programmazione dei trasporti. I tempi di attuazione variano con progressione crescente, passando dalle strategie gestionali (che sviluppano i loro effetti con tempi commisurati all'attuazione del nuovo assetto organizzativo) a quelle istituzionali (che hanno tempi di formalizzazione e di esecutività differenti) fino alle strategie di investimenti che richiedono tempi più lunghi per essere completati, ed ancora più lunghi per esplicitare i loro effetti sulla mobilità. La valutazione degli scenari deve essere effettuata per mezzo di approcci differenti rispetto agli obiettivi del piano, in funzione della relativa sostenibilità economica (in termini di efficienza ed efficacia), sociale (in termini di sicurezza, accessibilità e partecipazione) ed ambientale, attraverso la definizione di specifici indicatori.

Definito lo scenario di piano è necessario programmare le attività per l'attuazione delle strategie individuate e le relative risorse.

Le analisi quantitative a supporto del Piano sono riportate nelle Appendici.

La struttura LFA del Piano, seguendo il processo top down e bottom up, parte dai goals che si collegano alle politiche europee e nazionali sino agli input, che, essendo definiti dalle risorse disponibili, consentono di ricostruire i goals, tramite output e outcomes, con un processo di tipo dinamico.

La LFM, che come prima detto rappresenta una rappresentazione statica delle stime modellistiche ex ante, relative al processo dinamico, è quantizzata nelle specifiche parti del piano; nella figura 3 è riportato il dettaglio della LFM, i cui valori numerici si trovano come di seguito riportato:

- i goals sono definiti nel capitolo 1 ed i relativi target numerici nell'Appendice VII;
- l'analisi degli stakeholder e delle criticità è riportata nel capitolo 2 ed alcune ulteriori specificazioni numeriche nelle appendici III, IV e VIII;
- la pianificazione è riportata nel capitolo 3 e nelle appendici V, VI;
- le attività e gli output sono specificati nel capitolo 4 e nell'Appendice IX;
- gli input sono indicati nell'Appendice X, per ogni azione;
- i valori numerici di outcomes e goals sono riportati nell'appendice X.

I processi di connessione sono:

- l'insieme degli indicatori che fanno parte del sistema di monitoraggio, definito nell'appendice VII.
- le relazioni di coerenza tra le misure ed i goals, riportate nella tabella 1, dell'appendice X.



- le relazioni di coerenza tra le azioni ed i goals, riportate nella tabella 2 dell'appendice X.

Gli strumenti di verifica sono definiti nell'appendice VII ed i fattori esterni nel capitolo 2 e nell'appendice II.

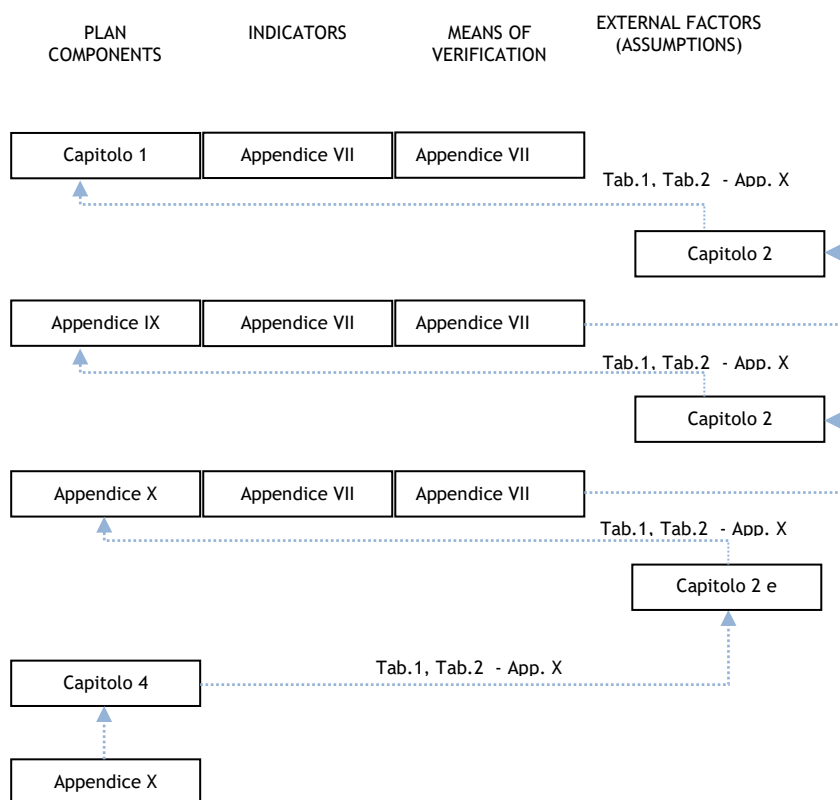


Fig. 3 - LFM del PRT

### VI.3 Definizione di funzioni e variabili

In questo paragrafo è definita la Funzione Vettoriale ( $V$ ) che esprime la relazione funzionale tra la vision ed i target di riferimento; la funzione vettoriale con l'inserimento dei parametri e degli attributi relativi ai differenti scenari e alle specifiche azioni (o misure) assume il ruolo di indicatore.

La funzione è definita dal seguente vettore  $V$ :

$$V = \begin{pmatrix} V_{SE,1} \\ V_{SE,2} \\ \dots \\ V_{SE,NSE} \\ V_{AE,1} \\ V_{AE,2} \\ \dots \\ V_{AE,NAE} \\ V_{AI,1} \\ V_{AI,2} \\ \dots \\ V_{AI,NAI} \\ V_{ESA,1} \\ V_{ESA,2} \\ \dots \\ V_{ESA,NESA} \end{pmatrix}$$

Il vettore  $V$  può essere suddiviso in 4 componenti, omogenee rispetto ai 4 obiettivi di vision:

$$V_{SE} = \begin{pmatrix} V_{SE,1} \\ V_{SE,2} \\ \dots \\ V_{SE,NSE} \end{pmatrix} \quad V_{AE} = \begin{pmatrix} V_{AE,1} \\ V_{AE,2} \\ \dots \\ V_{AE,NAE} \end{pmatrix} \quad V_{AI} = \begin{pmatrix} V_{AI,1} \\ V_{AI,2} \\ \dots \\ V_{AI,NAI} \end{pmatrix} \quad V_{ESA} = \begin{pmatrix} V_{ESA,1} \\ V_{ESA,2} \\ \dots \\ V_{ESA,NESA} \end{pmatrix}$$

avendo indicato con:

$V_{SE}$  la componente del vettore  $V$  connessa con l'obiettivo di sostenibilità economica;

$V_{AE}$  la componente del vettore  $V$  connessa con l'obiettivo di accessibilità esterna;

$V_{AI}$  la componente del vettore  $V$  connessa con l'obiettivo di accessibilità interna;

$V_{ESA}$  la componente del vettore  $V$  connessa con l'obiettivo di sostenibilità economica, sociale, ambientale;

$NSE$  il numero di elementi del vettore  $V$  connessi con l'obiettivo di sostenibilità economica;

$NAE$  il numero di elementi del vettore  $V$  connessi con l'obiettivo di accessibilità esterna;

$NAI$  il numero di elementi del vettore  $V$  connessi con l'obiettivo di accessibilità interna;

NESA il numero di elementi del vettore V connessi con l'obiettivo di sostenibilità economica, sociale, ambientale.

La specificazione della relazione funzionale tra la componente generica  $V_{i,j}$  ed il valore  $\bar{V}_{i,j}$  relativi ad uno scenario può essere:

I. Di tipo lineare della classe

$$y=ax+b$$

avendo indicato con

y la variabile dipendente

x la variabile indipendente

a, b delle costanti

II. Di tipo non lineare, della classe

$$y=f(x, a, b)$$

avendo indicato con

y la variabile dipendente

x la variabile indipendente

f(x) la generica funzione

a, b delle costanti

L'insieme dei valori  $\bar{V}_{i,j}$  fornisce il vettore  $\bar{V}$ .

Ogni componente  $\bar{V}_{i,j}$  con  $i=SE, AE, AI$  o  $ESA$ , e  $j=1\dots NSE$  (NAE, NAI, NESA) ha un target di riferimento  $\bar{T}_{i,j}$ .

Il vettore dei target  $\bar{T}$  è:

$$\bar{T} = \begin{pmatrix} \bar{T}_{SE,1} \\ \bar{T}_{SE,2} \\ \dots \\ \bar{T}_{SE,NSE} \\ \bar{T}_{AE,1} \\ \bar{T}_{AE,2} \\ \dots \\ \bar{T}_{AE,NAE} \\ \bar{T}_{AI,1} \\ \bar{T}_{AI,2} \\ \dots \\ \bar{T}_{AI,NAI} \\ \bar{T}_{ESA,1} \\ \bar{T}_{ESA,2} \\ \dots \\ \bar{T}_{ESA,NESA} \end{pmatrix}$$

Il vettore  $\bar{T}$  può essere suddiviso in 4 componenti, omogenee rispetto ai 4 obiettivi di vision:

$$\bar{T}_{SE} = \begin{pmatrix} \bar{T}_{SE,1} \\ \bar{T}_{SE,2} \\ \dots \\ \bar{T}_{SE,NSE} \end{pmatrix} \quad \bar{T}_{AE} = \begin{pmatrix} \bar{T}_{AE,1} \\ \bar{T}_{AE,2} \\ \dots \\ \bar{T}_{AE,NAE} \end{pmatrix} \quad \bar{T}_{AI} = \begin{pmatrix} \bar{T}_{AI,1} \\ \bar{T}_{AI,2} \\ \dots \\ \bar{T}_{AI,NAI} \end{pmatrix} \quad \bar{T}_{ESA} = \begin{pmatrix} \bar{T}_{ESA,1} \\ \bar{T}_{ESA,2} \\ \dots \\ \bar{T}_{ESA,NESA} \end{pmatrix}$$

In via generale anche i target possono essere definiti da una funzione vettoriale, che in analogia con la funzione  $V$ , viene qui indicata con  $T$ .

È opportuno segnalare che alcune componenti della funzione  $V$  dipendono direttamente dai sistemi infrastrutturali e dai servizi di trasporto; altre dipendono dall'insieme delle politiche e delle scelte attivate in un insieme di settori trasversali, economici, socio-culturali, ambientali, e sono correlate al settore dei trasporti e della logistica per una aliquota, più o meno significativa a seconda della specifica componente considerata. In questo senso, l'insieme delle politiche dei trasporti costituisce un sottoinsieme delle politiche generali.

La relazione tra le 10 azioni di Piano ed i 4 obiettivi della vision viene espressa attraverso la matrice di incidenza  $A$ , che ha un numero di righe pari al numero di azioni, 10, ed un numero di colonne pari al numero di obiettivi della vision, 4:

$$A = \begin{pmatrix} a_{1,SE} & a_{1,AE} & a_{1,AI} & a_{1,ESA} \\ a_{2,SE} & a_{2,AE} & a_{2,AI} & a_{2,ESA} \\ a_{3,SE} & a_{3,AE} & a_{3,AI} & a_{3,ESA} \\ a_{4,SE} & a_{4,AE} & a_{4,AI} & a_{4,ESA} \\ a_{5,SE} & a_{5,AE} & a_{5,AI} & a_{5,ESA} \\ a_{6,SE} & a_{6,AE} & a_{6,AI} & a_{6,ESA} \\ a_{7,SE} & a_{7,AE} & a_{7,AI} & a_{7,ESA} \\ a_{8,SE} & a_{8,AE} & a_{8,AI} & a_{8,ESA} \\ a_{9,SE} & a_{9,AE} & a_{9,AI} & a_{9,ESA} \\ a_{10,SE} & a_{10,AE} & a_{10,AI} & a_{10,ESA} \end{pmatrix}$$

In cui il generico elemento  $a_{ij}$  è pari a:

- 1 se l'azione  $i$  è direttamente correlata al perseguimento dell'obiettivo  $j$ ;
- 0 altrimenti.

La matrice  $A$  può essere ulteriormente specificata, definendo la relazione tra le 100 misure di Piano e i 4 obiettivi della vision, attraverso la matrice di incidenza  $M$ , che ha un numero di righe pari al numero totale delle misure, 100, suddivise rispetto alle 10 azioni, ed un numero di colonne pari al numero di obiettivi della vision, 4:

$$M = \begin{pmatrix} m_{1,A1,SE} & m_{1,A1,AE} & m_{1,A1,AI} & m_{1,A1,ESA} \\ m_{2,A1,SE} & m_{2,A1,AE} & m_{2,A1,AI} & m_{2,A1,ESA} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ m_{1,Ai,SE} & m_{1,Ai,AE} & m_{1,Ai,AI} & m_{1,Ai,ESA} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ m_{10,A10,SE} & m_{10,A10,AE} & m_{10,A10,AI} & m_{10,A10,ESA} \end{pmatrix}$$

in cui il generico elemento  $m_{kij}$ , con  $k=1,\dots,10$  per la generica azione  $A_i$ , con  $i=1,\dots,10$ , e  $j=(SE, AE, AI, ESA)$  è pari a:

- 1 se la misura  $k$  dell'azione  $i$  è direttamente correlata al perseguimento dell'obiettivo  $j$ ;
- 0 altrimenti.

L'analisi della matrice  $A$  consente di calcolare una molteplicità di statistiche; quelle di base sono:

- il grado di aderenza delle misure agli obiettivi, un valore 1 per ogni riga;
- il grado di perseguimento di ogni obiettivo, almeno un valore 1 per ogni colonna;
- il grado di integrazione del piano rispetto agli obiettivi della vision, dato dal totale di valori 1 rispetto al numero totale di azioni (o misure pianificate).

Gli elementi non nulli di  $A$  (o di  $M$ ) possono essere organizzati in due vettori colonna di tipo FS in cui ogni elemento del primo vettore FS corrisponde al relativo elemento del vettore  $\bar{V}$ .

Si ipotizza di utilizzare una convenzione dei segni in base alla quale a valori crescenti del generico termine  $\bar{v}_{i,j}$  corrisponde un miglioramento del relativo obiettivo.

La verifica complessiva nella situazione attuale viene data da:

$$\bar{V}_{i,j} \leq \bar{T}_{i,j}$$

mentre nella situazione di scenario futuro, qualora lo scenario what if consenta di raggiungere e/o superare i target:

$$\bar{T}_{i,j} \leq \bar{V}_{i,j}$$

## VI.4 Specificazione di indicatori e metodi di monitoraggio

In questo paragrafo si descrivono le modalità di calcolo degli indicatori che consentono di misurare, per ogni componente della funzione  $V_{ij}$ , il valore  $\bar{V}_{i,j}$  da confrontare con il corrispondente  $\bar{T}_{i,j}$ .

Gli indicatori devono essere indipendenti tra di loro e di tipo SMART, ovvero:

- Specifici, dovrà essere chiaro cosa, dove, quando e come la situazione verrà modificata;
- Misurabili, dovrà essere possibile quantificare gli oggetti dell'azione strategica e i benefici;
- Accessibili, dovrà essere possibile raggiungere gli obiettivi (conoscendo le risorse e le capacità a disposizione della comunità);
- Realistici, dovrà essere possibile ottenere il livello di cambiamento riflesso dall'obiettivo;
- Time-bound, dovranno essere legati al tempo, ovvero dovrà essere determinato il periodo di tempo in cui ogni obiettivo verrà raggiunto.

Per ogni indicatore deve essere definito:

- Il Dipartimento Regionale competente per l'attuazione dell'azione;
- I tempi di monitoraggio;
- I target di riferimento in relazione ai tempi di monitoraggio.

Gli indicatori possono essere specificati:

- Per obiettivi di vision;
- Per azioni di Piano;
- Per misure di Piano, considerate emblematiche e sinteticamente rappresentative di azioni.

In relazione a quanto sopra specificato ed alla struttura metodologia dell'approccio LFA, gli indicatori sono classificati come:

- Indicatori di Goals;
- Indicatori di Outcomes;
- Indicatori di Outputs.

Il Piano Direttore del Piano Regionale dei Trasporti definisce alcuni indicatori principali, che si ritengono significativi ed emblematici per la realizzazione delle azioni. Gli ulteriori indicatori vengono specificati nell'ambito dei successivi prodotti del processo di pianificazione.

Qualora gli obiettivi di goals non siano direttamente ed esclusivamente correlati al settore dei trasporti e della logistica, possono definirsi indicatori di outcomes e di outputs, che sono considerati proxy degli indicatori di goals.

All'Unità di Monitoraggio definita nell'azione 10 del Capitolo 4 del Piano Direttore del Piano Regionale dei Trasporti è demandato il monitoraggio generale dell'attuazione del Piano, a partire dagli andamenti degli indicatori.

Gli indicatori rispetto agli scenari devono essere calcolati:

- ex ante, applicando i modelli disponibili nella letteratura di settore;
- in itinere ed ex post, a seguito dell'effettuazione di rilievi ed indagini e ove necessario con adeguati modelli.

In merito alle relazioni esistenti tra le 3 classi di indicatori è possibile che:

- gli indicatori di goals e gli indicatori di outcomes siano funzionalmente dipendenti secondo un modello di tipo:
  - lineare
  - non lineare
- gli indicatori di outcomes e gli indicatori di outputs siano funzionalmente dipendenti secondo un modello di tipo:
  - lineare
  - non lineare.

## VI.5 Calcolo degli indicatori da modello

### VI.5.1 Forme generali dai modelli

Gli indicatori da modello possono essere stimati, in linea con quanto visto nel paragrafo V.3, mediante:

- funzioni lineari con dati derivanti dalla letteratura di settore e dai database disponibili;
- funzioni non lineari, rappresentate ad esempio, dai modelli di assegnazione (e dai modelli i/o) , a loro volta classificabili rispetto:
  - alle funzioni di costo flusso sugli archi che a loro volta esprimono la dipendenza delle prestazioni (costo generalizzato) del sistema di trasporto dal flusso di utenti che impegna i diversi elementi, per cui si distinguono:
    - modelli di assegnazione a costi costanti (reti non congestionate) o di carico della rete (network loading);
    - modelli di assegnazione per reti congestionate (Equilibrium).
  - alla scelta del percorso, che può essere deterministica o stocastica;
  - all’approccio non dinamico o dinamico, a sua volta classificabile come interperiodale, intraperiodale, o sequenziale.

Il generico indicatore  $i_A$  di classe lineare è espresso mediante una relazione del tipo:

$$i_A^g = c_A^g x + k_A^g \quad i_A^{oc} = c_A^{oc} x + k_A^{oc} \quad i_A^{op} = c_A^{op} x + k_A^{op}$$

avendo indicato con:

- $x$  la variabile indipendente;
- $c, k$  dei valori costanti, specifici per indicatori di goals (g), outcomes (oc), outputs (op);
- $i_A^g, i_A^{oc}, i_A^{op}$  gli indicatori di goals (g), outcomes (oc), outputs (op), generiche componenti di  $V$ , di classe lineare.

Il generico indicatore  $i_B$  di classe non lineare è espresso mediante una relazione del tipo:

$$i_B^g = f(F, c_B^g, k_B^g) \quad i_B^{oc} = f(F, c_B^{oc}, k_B^{oc}) \quad i_B^{op} = f(F, c_B^{op}, k_B^{op})$$

- $f(F, c_B^i, k_B^i)$  la generica funzione di assegnazione dei flussi alla rete;



- $c$ ,  $k$  dei valori costanti, specifici per indicatori di goals (g), outcomes (oc), outputs (op);
- $i_B^g$ ,  $i_B^{oc}$ ,  $i_B^{op}$  gli indicatori di goals (g), outcomes (oc), outputs (op), generiche componenti di  $V$ , di classe non lineare.

### VI.5.2 Modelli di interazione domanda offerta

La simulazione del sistema di trasporto consente di assegnare la matrice O/D, relativa ad una o più modalità ed al periodo di riferimento fissato, alla relativa rete mono o multimodale.

Le procedure di assegnazione del sistema di trasporto privato si basano su un algoritmo di minimo percorso che ricerca i percorsi di disutilità minima. La disutilità di un itinerario dipende dai flussi d'arco ed è ottenuta come somma delle disutilità sugli archi dell'itinerario.

In questo Piano Direttore la procedura di assegnazione utilizzata è quella di Assegnazione di equilibrio stocastico e considera la disutilità funzione del tempo di percorrenza a rete carica ( $t_{corr}$ ). Il risultato del modello di assegnazione è dato dai flussi sugli archi della rete e dai costi, in termini sia di tempo che di risorse monetarie (tariffe, carburante), che tali flussi impiegano per percorrere i singoli archi e, quindi, gli interi percorsi tra le diverse coppie Origine-Destinazione. Inoltre, dai risultati delle assegnazioni è possibile anche valutare specifiche prestazioni della rete, quali ad esempio, l'inquinamento atmosferico, l'inquinamento acustico ed i consumi energetici, mediante ulteriori modelli.

Le procedure di assegnazione del sistema di trasporto collettivo, per ottenere i flussi sulla rete integrata del trasporto collettivo ferro+gomma, possono essere trattate con approccio ad orario e con approccio a frequenza.

In questo Piano Direttore la procedura di assegnazione utilizzata si basa su un approccio a frequenza. Ogni linea è descritta attraverso l'itinerario, i tempi di percorrenza e la frequenza.

### VI.5.3 Modelli di input-output

Per l'analisi degli scambi territoriali, in valore, a scala regionale o urbana è necessario specificare e calibrare un idoneo modello di input-output (*Russo e Musolino, 2012*).

Gli scambi tra settori e zone sono espressi dal corrispondente valore economico misurato in euro e riferito ad un anno. Recenti sviluppi della ricerca sono molto

promettenti e consentono di analizzare gli impatti dei porti, con i relativi retroporti, nelle economie regionali.

È in generale necessario sviluppare tali modelli per analizzare gli impatti degli investimenti pubblici comunitari e nazionali nell'economia regionale, sia per costruire una matrice degli spostamenti merci a scala intraregionale.

L'utilizzo di modelli i/o è particolarmente importante per le aree urbane dove vengono investite significative risorse per i sistemi di trasporto.

## VI.6 Calcolo degli indicatori da misure

A seguito della pubblicazione del Piano Direttore del Piano Regionale dei Trasporti sul BURC è necessario avviare un sistema di monitoraggio finalizzato ad effettuare i rilievi e le indagini necessarie per la stima, il controllo e l'aggiornamento, anche attraverso tecniche di pivoting, degli indicatori.

Le principali tecniche di indagine sono:

- Indagini sui flussi di traffico
- Indagini su aree ristrette
- Indagini al cordone
- Indagini su aree vaste
- Indagini sulla domanda di sosta

Tutte le indagini sono in genere di tipo campionario, cioè eseguite su un sottoinsieme (campione) del totale degli utenti coinvolti nello studio (universo). Il campione deve essere estratto in modo rigorosamente casuale.

Le indagini sui flussi di traffico (conteggi di traffico) sono finalizzate a rilevare entità e composizione del traffico che, in un determinato periodo di tempo, attraversa una prefissata sezione del sistema di trasporto. È opportuno siano effettuate in relazione a:

- Sistema di Trasporto privato, per rilevare
  - Composizione del flusso (motoveicoli, autoveicoli, mezzi pesanti, autobus, ecc.)
  - Entità del flusso (di solito si stimano i flussi orari rilevando il volume di traffico in 15 minuti)
  - Velocità del flusso (istantanea, media, commerciale, massima possibile)
- Sistema di Trasporto collettivo, per rilevare numero passeggeri a bordo per linea e/o corsa.

Le indagini consentono, oltre che verificare il funzionamento attuale del Sistema di Trasporto, di:

- Verificare la capacità dei modelli matematici di riprodurre la realtà
- Tarare i modelli matematici di stima della domanda
- Migliorare le matrici OD ottenute con modelli o indagini
- Individuare la variazione temporale della domanda (ora di punta e di morbida)

I metodi di conteggio possono essere:

- manuali (con modulo cartaceo, con contraccolpi)
- automatici (con tubi di gomma, con spire metalliche, con telecamere)

I conteggi di traffico sul Sistema di Trasporto Collettivo dovranno essere effettuati a bordo o alle fermate (passeggeri saliti e discesi) ed inoltre mediante interviste ad un campione di passeggeri.

Le indagini sulle aree ristrette possono essere effettuate per analisi specifiche su un singolo elemento della rete.

Le indagini al cordone consentono di rilevare i flussi di scambio (I-E e E-I) e di attraversamento (E-E) dell'area di studio.

Le indagini su aree vaste (Indagini OD) sono finalizzate alla stima della mobilità di un territorio esteso (comune, area metropolitana, ecc.) e consentono di costruire la matrice OD degli spostamenti interni. Di solito si accoppia un'indagine al cordone per stimare gli spostamenti di scambio.

Sono previste: interviste dirette (a domicilio, telefoniche, con invio postale di un questionario) che rilevano le caratteristiche della mobilità dei componenti di un campione di famiglie di residenti, quindi si deducono le caratteristiche per l'intero universo. La dimensione del campione dipende dalla precisione che si desidera per la stima; oscilla tra il 2 e il 4% dell'universo delle famiglie. Le informazioni principali da rilevare per tutti gli spostamenti compiuti nel giorno precedente a quello dell'intervista, sono: origine e di destinazione; ora di inizio e fine; modo; motivo.

Le indagini sulla domanda di sosta sono finalizzate a rilevare la domanda di sosta in una certa zona, al fine di poter dimensionare nuovi impianti di parcheggi o di istituire dei piani di tariffazione e gestione della sosta.

Differenti indagini e rilievi sono necessarie:

- per il controllo, la stima e l'aggiornamento, anche attraverso tecniche di pivoting, degli indicatori di sostenibilità;
- per il controllo, la stima e l'aggiornamento, anche attraverso tecniche di pivoting, degli indicatori di semplificazione;
- per il controllo, la stima e l'aggiornamento, anche attraverso tecniche di pivoting, degli indicatori di sicurezza;
- per il controllo, la stima e l'aggiornamento, anche attraverso tecniche di pivoting, degli indicatori su formazione, ricerca e innovazione;
- per il controllo, la stima e l'aggiornamento, anche attraverso tecniche di pivoting, degli indicatori relativi all'intero processo di pianificazione.