

Università di Pisa



Facoltà di Ingegneria

AA 2018-2019

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA EDILE-ARCHITETTURA

Luisa Santini

TECNICA URBANISTICA I

A horizontal bar composed of three segments: a light blue segment on the left, a medium blue segment in the middle, and a dark blue segment on the right.

L'ANALISI MULTICRITERI

ANALISI A CRITERI MULTIPLI

Analisi Costi Benefici (ACB)

tecnica di valutazione monocriteriale che esprime il giudizio di convenienza in funzione del solo **critério monetario**

Analisi multicriteri (AMC)

tecnica di valutazione che cerca di razionalizzare il processo di scelta del policy maker attraverso **l'ottimizzazione di un vettore di più criteri, pesati secondo le priorità** da questo dichiarate.

In questo modo si possono abbracciare in un unico procedimento valutativo

- ▣ i **criteri di carattere economico, monetizzabili**
- ▣ i **criteri extra economici misurabili solo in termini fisici o qualitativi**

e si offre una griglia metodologica più realistica grazie anche al contributo apportato da settori di ricerca di recente sviluppo quali la teoria degli insiemi, l'algebra matriciale, la ricerca operativa, l'informatica.

ANALISI A CRITERI MULTIPLI

L'analisi multicriteri MCDA (Multi Criteria Decision Aid) è una procedura di **comparazione a criteri multipli** che ha come scopo quello di contribuire allo sviluppo di un processo di apprendimento che alimenta lo stesso processo decisionale (Las Casas 1992).

Si tratta quindi di un **metodo non monetario** per esaminare la convenienza di progetti di investimento caratterizzati da un rilevante impatto di tipo ambientale, sociale ed economico nel contesto in cui vengono realizzati.

La particolarità dell'analisi multicriteri consiste nella formulazione di un giudizio di convenienza di un intervento in funzione di più criteri di riferimento, esaminati in maniera autonoma o interattiva

ANALISI A CRITERI MULTIPLI

L'analisi multicriteri rappresenta oggi una delle maggiori aree di studio dell'analisi dei sistemi e come tale si è sviluppata portando in eredità caratteristiche e principi di tale materia infatti:

- **Non tenta di analizzare diverse discipline in un'unica teoria generale, ma ANALIZZA GLI OBIETTIVI ATTRAVERSO LA STRUTTURAZIONE DI UN PROBLEMA COMPLESSO;**
- **I CRITERI PER LA SELEZIONE DELLE ALTERNATIVE SONO ESPRESSI IN TERMINI DI TRAGUARDI** specifici e non in termini di regole di base;
- La struttura ed il **MODELLO** che soggiace all'articolazione degli obiettivi assume un ruolo importante;
- L'approccio è strettamente legato all'**ANALISI DELLE PREFERENZE DEI DECISORI.**

CARATTERISTICHE COMUNI DEI PROBLEMI MULTICRITERI:

OBIETTIVI/ATTRIBUTI MULTIPLI

CONFLITTI FRA CRITERI

UNITÀ DI MISURA INCOMMENSURABILI

IDEARE/SELEZIONARE L' ALTERNATIVA DECISIONALE PIÙ SODDISFACENTE.

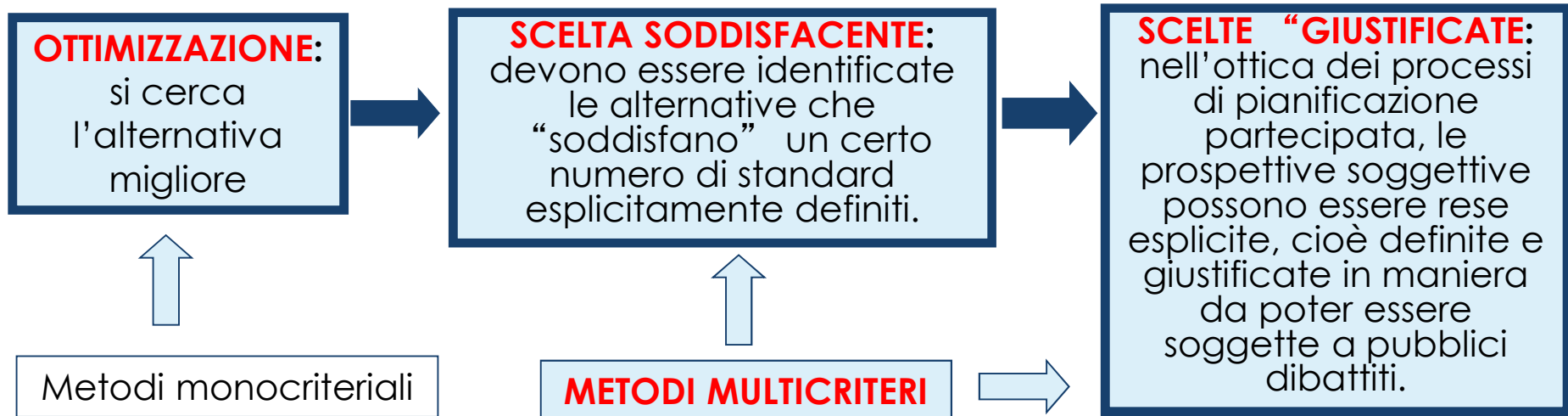
DALLA SCELTA “OTTIMA” ALLA SCELTA “GIUSTIFICATA”

Nell' **AMC** vengono messe in luce tutte le informazioni, tutte le conseguenze e soprattutto tutte le prospettive collegate ad una possibile scelta nel soddisfacimento dei criteri prestabiliti (multidimensionalità)

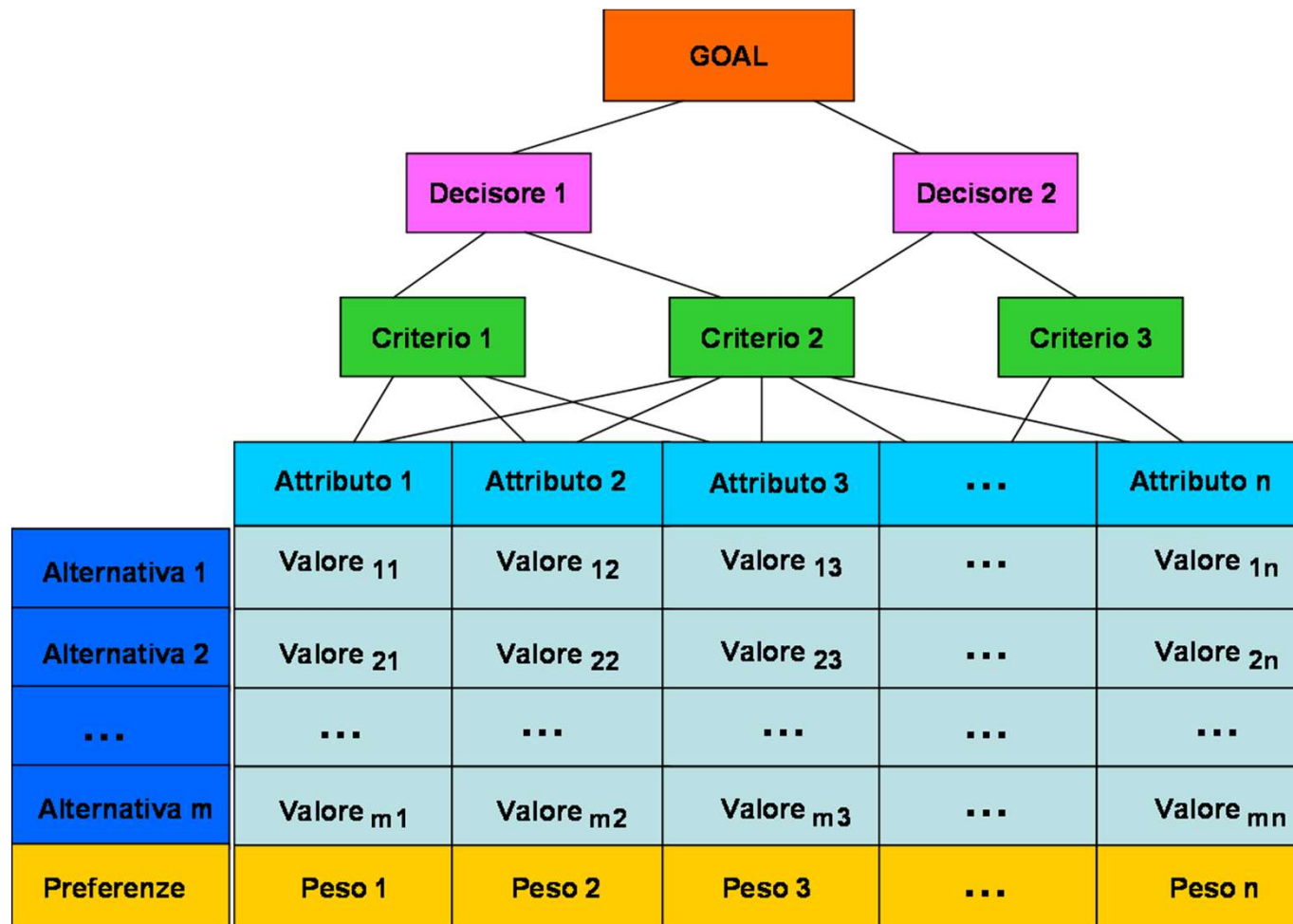
La valutazione si sviluppa in due tempi successivi, seppur complementari:

- **INDIVIDUAZIONE DELLE ALTERNATIVE** che hanno una rilevanza oggettiva
- **STIMA DELLE ALTERNATIVE**, dare un ordinamento alle diverse alternative.

Valutazione come...



ELEMENTI COSTITUTIVI

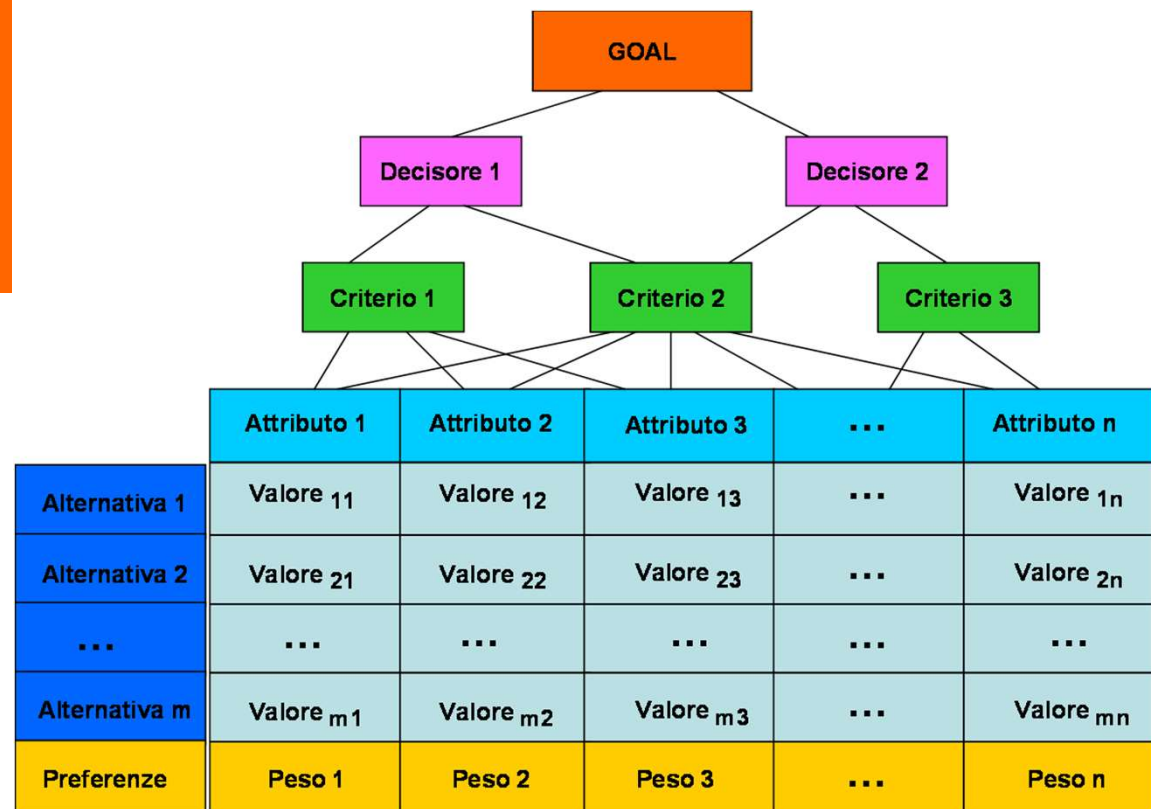


ELEMENTI COSTITUTIVI

GOAL

(o un insieme di goal):

**RAPPRESENTANO
L' OBIETTIVO
GENERALE CHE
VUOLE ESSERE
RAGGIUNTO**



ELEMENTI COSTITUTIVI

DECISORE

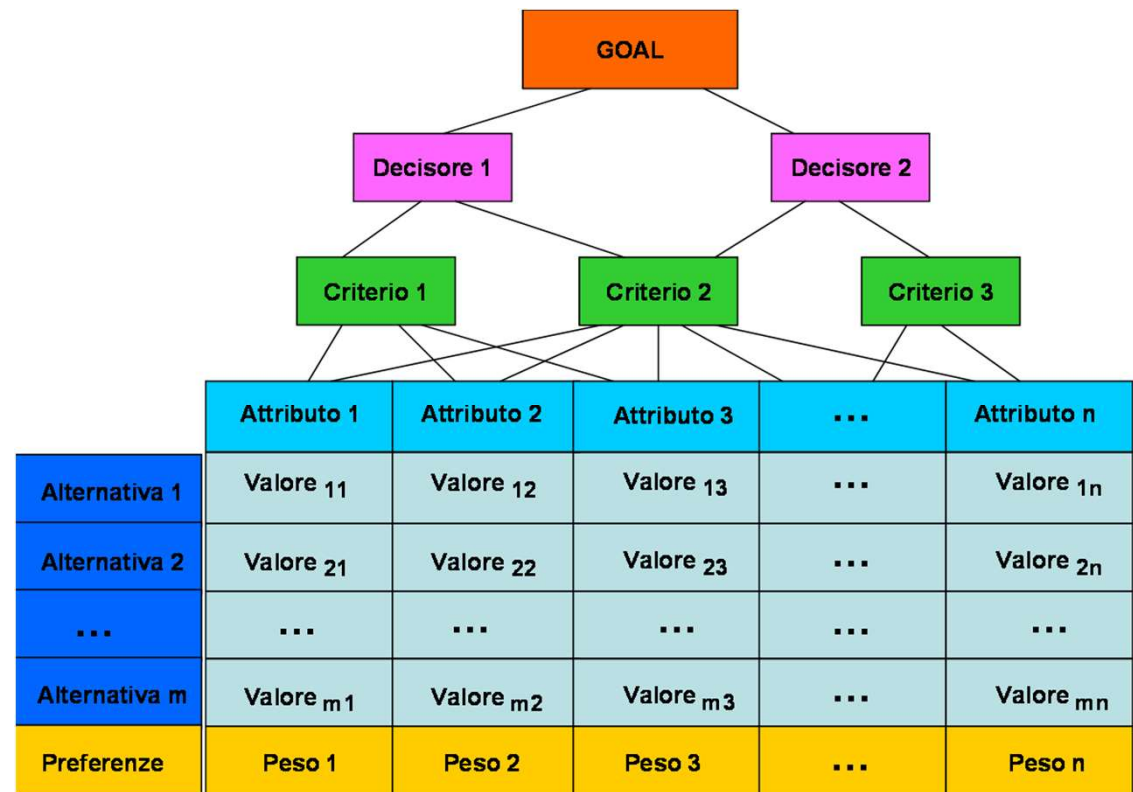
(o un gruppo di decisori)

SONO I **SOGGETTI "POLITICI"**
INTERESSATI ALLA
VALUTAZIONE

ESPRIMONO LE PROPRIE
PREFERENZE RIGUARDO
ALLE MODALITÀ DEL
RAGGIUNGIMENTO DEL GOAL

SULLA BASE DI UN INSIEME DI
CRITERI RISPETTO AI QUALI
LE ALTERNATIVE
DECISIONALI VENGONO
VALUTATE

LE PREFERENZE SONO
ESPRESSE IN TERMINI DI **PESI**
ASSEGNATI AI CRITERI DI
VALUTAZIONE.

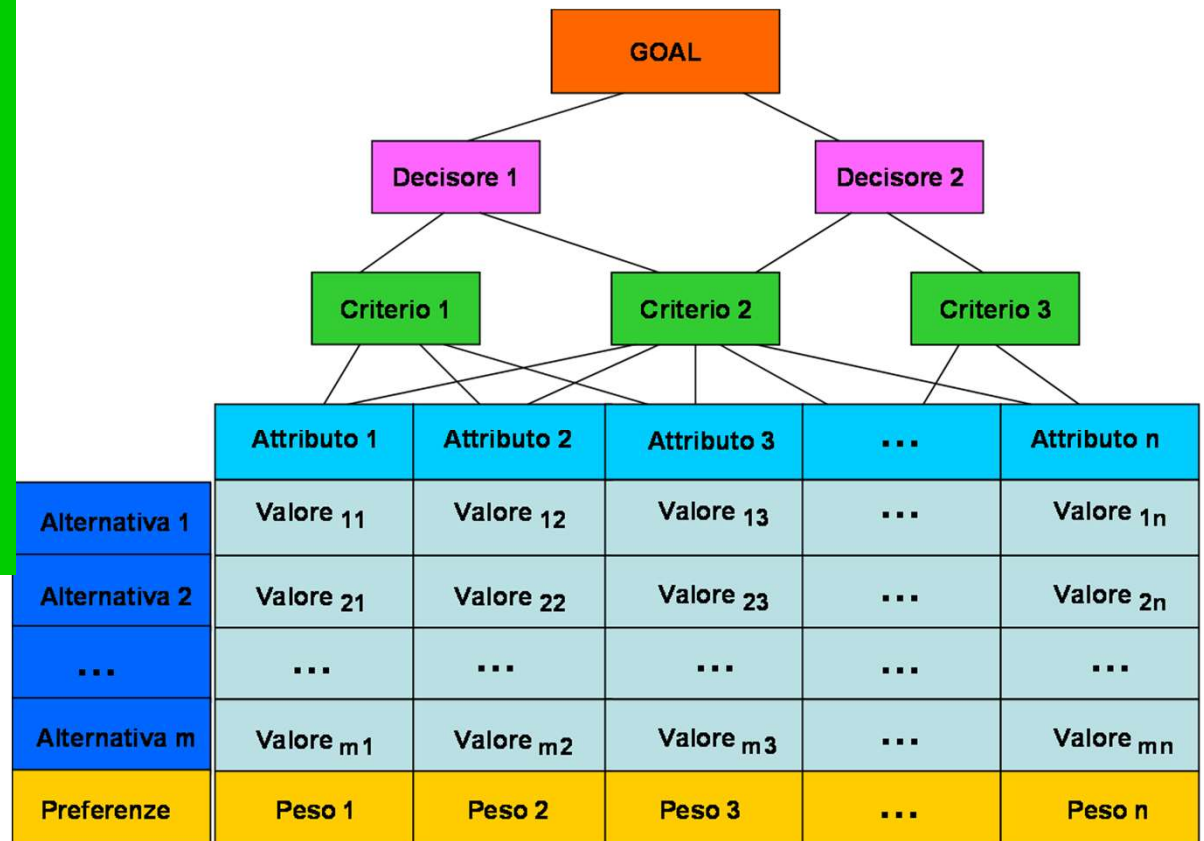


ELEMENTI COSTITUTIVI

CRITERI DI VALUTAZIONE

SULLA BASE DEI QUALI I DECISORI VALUTANO LE ALTERNATIVE

UN CRITERIO È UNO STANDARD DI GIUDIZIO O UNA REGOLA PER TESTARE LA DESIDERABILITÀ DELLE ALTERNATIVE DECISIONALI

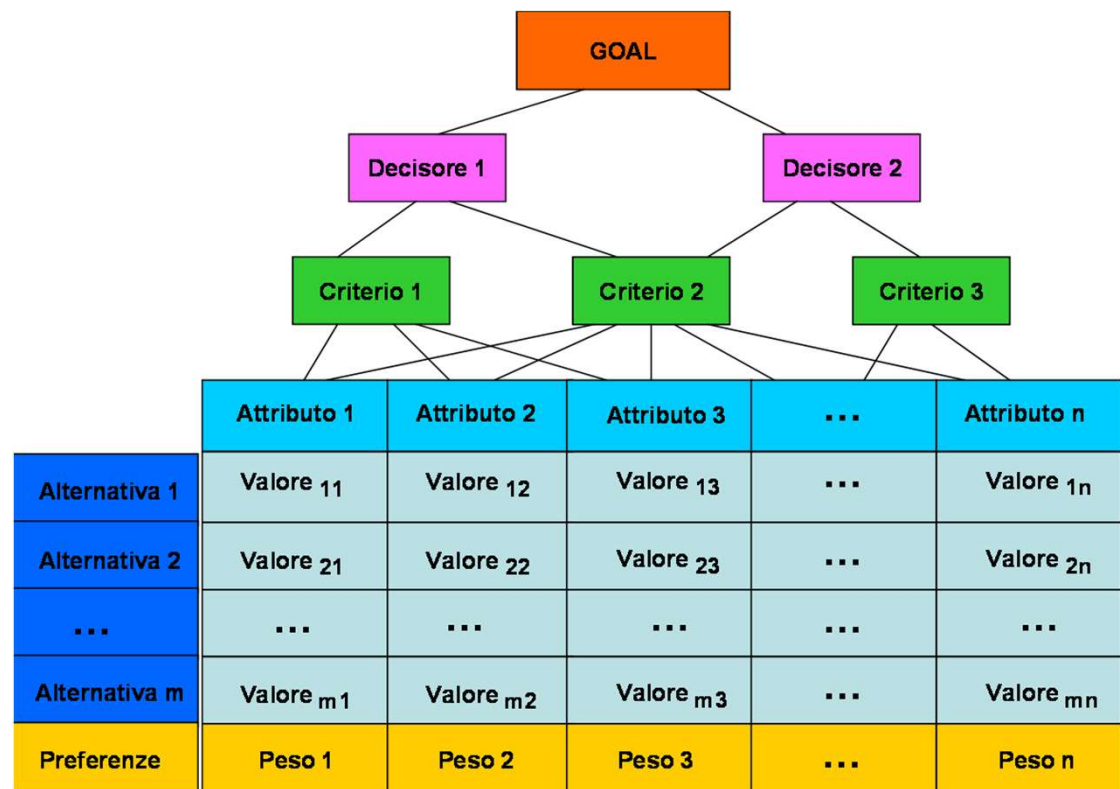


ELEMENTI COSTITUTIVI

ATTRIBUTI

SERVONO A CARATTERIZZARE MEGLIO IL CRITERIO IN MODO CHE ESSO POSSA DIVENTARE MISURABILE QUALITATIVAMENTE E/O QUANTITATIVAMENTE (SONO COME INDICATORI)

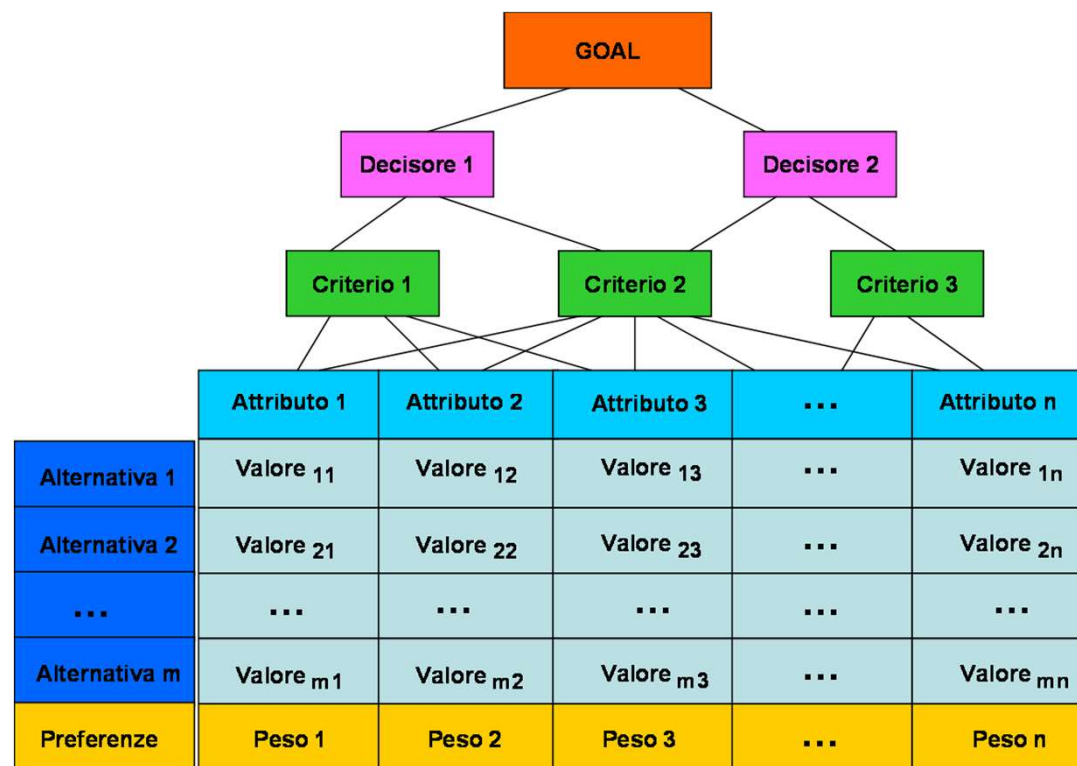
OGNI DECISORE UTILIZZA DIVERSI CRITERI, ALCUNI COMUNI A TUTTI, ALTRI SPECIFICI DEL SUO PUNTO DI VISTA



ELEMENTI COSTITUTIVI

ALTERNATIVE DECISIONALI

DEVONO ESSERE
ORDINATE E
RAPPRESENTANO
GLI OGGETTI DELLA
VALUTAZIONE E
DELLA SCELTA



ELEMENTI COSTITUTIVI

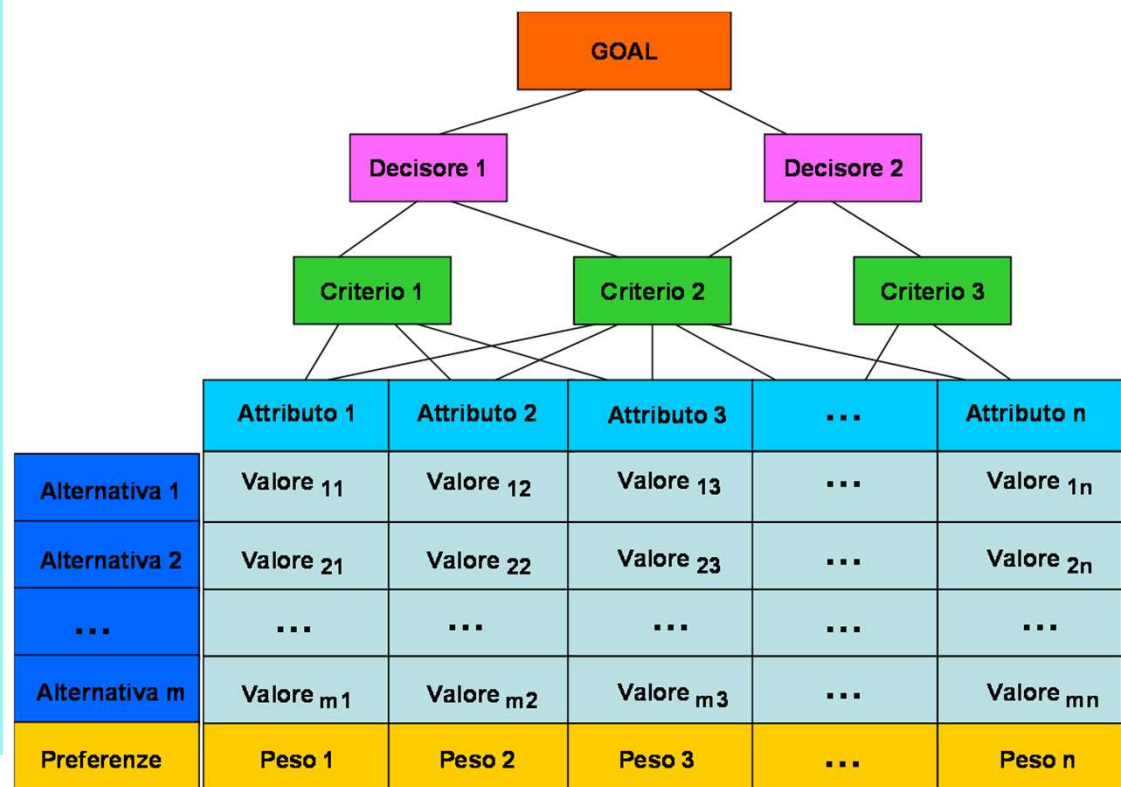
PUNTEGGI - VALORI (OUTCOMES/SCORES)

ESPRIMONO IL VALORE
DELL'ALTERNATIVA i -esima
RISPETTO ALL'ATTRIBUTO
 j -esimo

COSTITUISCONO GLI
ELEMENTI DELLA MATRICE
DI VALUTAZIONE

INDICANO IL VALORE
(PUNTEGGIO) DI CIASCUNA
ALTERNATIVA RISPETTO AD
OGNI ATTRIBUTO

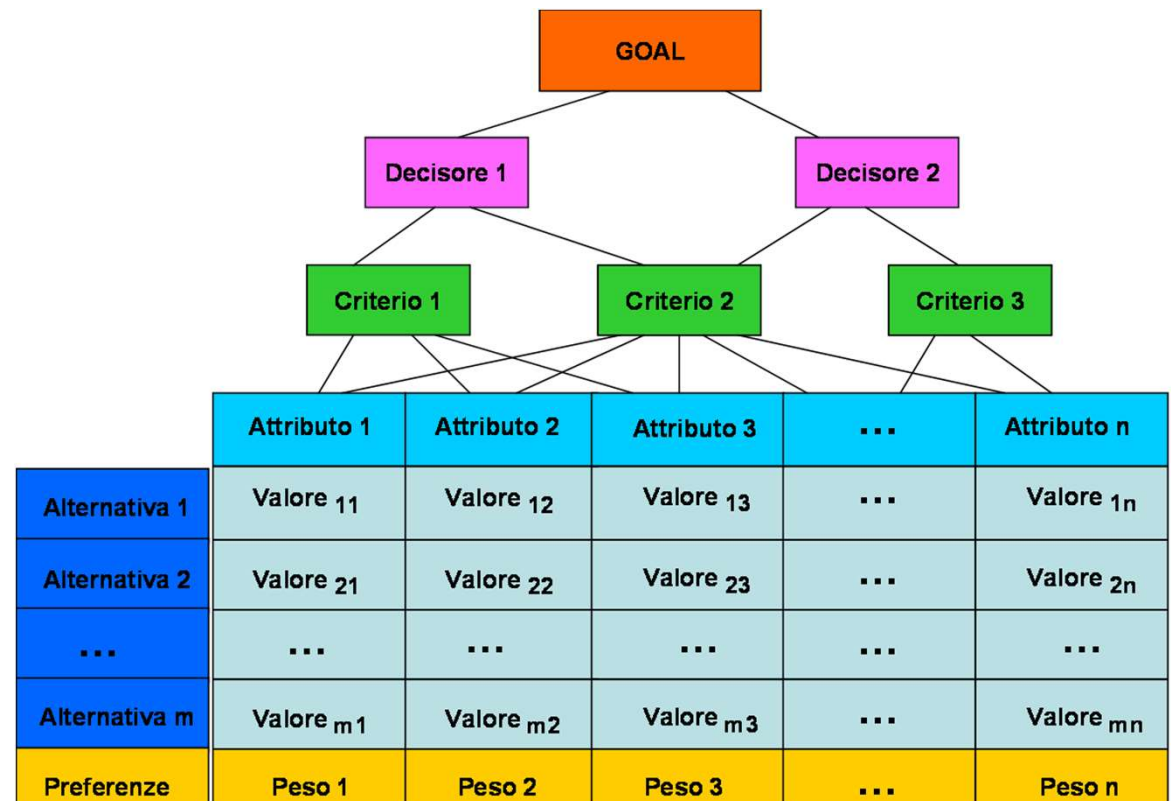
**OGNI DECISORE FA LA SUA
MATRICE DI VALUTAZIONE**



ELEMENTI COSTITUTIVI

VETTORE DEI PESI

**RIPORTA LE
PREFERENZE DEI
DECISORI
ESPRESSE IN
TERMINI
NUMERICI
(INDICATORE)**



CLASSIFICAZIONE AMC

Multi-Objectives Decision Analysis MULTI OBIETTIVO (AMO)

approccio probabilistico = **numero infinito di alternative**

problemi in cui il numero di alternative non è predeterminato, supporta quindi la soluzione di problemi di tipo continuo il cui scopo è quello di CREARE L'ALTERNATIVA che garantisce il miglior raggiungimento di livelli accettabili negli obiettivi.

Multi- Attribute Decision Analysis MULTI ATTRIBUTO (AMA)

approccio deterministico = **numero finito di alternative**

**problemi che presentano un numero di alternative predeterminate
Lo scopo è quello di INDIVIDUARE L'ALTERNATIVA cui è associato un livello di soddisfacimento degli attributi che si ritiene valido.**

CLASSIFICAZIONE AMC

PIÙ COMUNI METODI DI AMC

- Multi-Attribute Utility Theory (MAUT)
- Analytic Hierarchy Process (AHP)
- Fuzzy Set Theory
- Analytic Network Process (ANP)
- Case-based Reasoning
- Data Envelopment Analysis
- Simple Multi-Attribute Rating Technique
- Goal Programming
- **ELECTRE**
- **PROMETHEE**
- **Weighted Averaged Sum (WAS)**
- Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)
- Additive Ratio Assessment (ARAS).

PRINCIPALI FASI AMC

1. DEFINIZIONE DEL CONTESO DECISIONALE E DEGLI OBIETTIVI
2. IDENTIFICAZIONE DELLE **DIFFERENTI OPZIONI** PER RAGGIUNGERE GLI OBIETTIVI
3. IDENTIFICAZIONE DEGLI **ATTORI COINVOLTI**
4. DEFINIZIONE DEI **CRITERI**
5. IDENTIFICAZIONE DEGLI **ATTRIBUTI (INDICATORI)** CHE CONDURRANNO ALLA COMAPARZIONE DELLE ALTERNATIVE
6. **MISURAZIONE** DEGLI ATTRIBUTI
7. **ASSEGNAZIONE DEI PESI**
8. COSTRUZIONE DELLA **MATRICE DEI PESI**, DOVE OGNI RIGA CONTIENE IL VALORE PESATO DI OGNI ATTRIBUTO RISPETTO AD OGNI ALTERNATIVA

$$D = \begin{bmatrix} w_1 a_{11} & \cdots & \cdots & w_1 a_{1j} \\ w_2 a_{21} & \ddots & \cdots & w_2 a_{2j} \\ \vdots & \cdots & \ddots & \vdots \\ w_i a_{i1} & \cdots & \cdots & w_i a_{ij} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_{11} & \cdots & \cdots & d_{1j} \\ d_{21} & \ddots & \cdots & d_{2j} \\ \vdots & \cdots & \ddots & \vdots \\ d_{i1} & \cdots & \cdots & d_{ij} \end{bmatrix}$$

Dove ogni element d_{ij} pè il valore pesato dato da $d_{ij}=w_i \cdot a_{ij}$

$A = \{A_i \mid i= 1, 2, \dots, n\}$ è il set degli attribute

$B = \{B_j \mid j=1,2,\dots, m\}$ il set delle alternative

$B = \{B_j \mid j=1,2,\dots, m\}$ il vettore dei pesi

9. Aggregazione dei dati, analisi dei risultati (elaborazione matematica della matrice)
10. **SCELTA E DECISIONE**, Se utilizziamo la SOMMA PESATA, LA SOLUZIONE PREFERITA SARÀ QUELLA CHE OTTIENE IL MAGGIOR PUNTEGGIO

ANALISI A CRITERI MULTIPLI SPAZIALE AMCS

L'AMC convenzionale, nelle analisi di problemi territoriali, assume l'omogeneità spaziale all'interno dell'area di studio

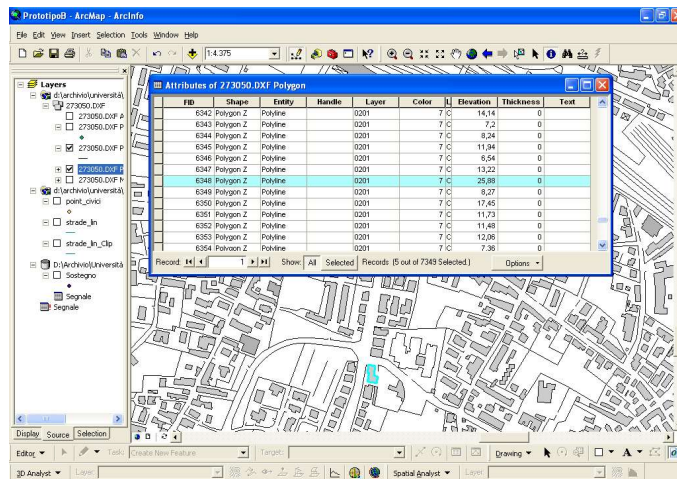
Si usa la **MEDIA** o il **TOTALE DEGLI IMPATTI** di un'alternativa su un sistema ambientale ritenendoli appropriati per l'intera area in considerazione.

Questa assunzione è chiaramente poco realistica dal momento che i criteri di valutazione, o meglio gli attributi che servono a misurarli, variano nello spazio.

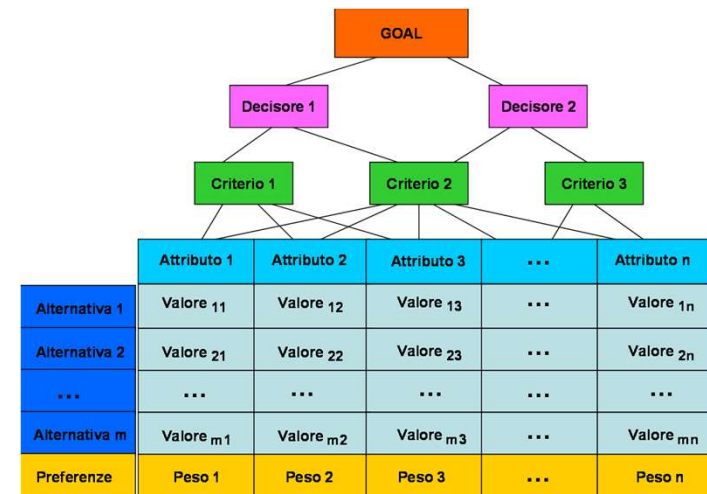
L' **AMCS** rappresenta pertanto un significativo passo in avanti grazie alla **ESPLICITA COMPONENTE SPAZIALE** che richiede sia la conoscenza e la rappresentazione dei dati relativi ai criteri (criterion maps), sia la localizzazione geografica delle alternative.

ANALISI A CRITERI MULTIPLI SPAZIALE

GIS

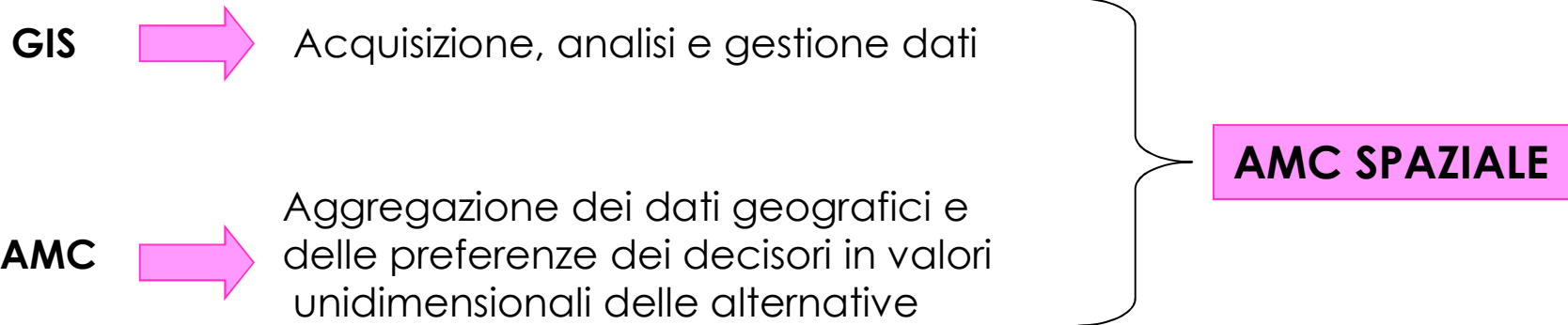


AMC



AMC SPAZIALE
AMCS

AMC SPAZIALE



INTEGRAZIONE TRA STRUMENTI GIS E ANALISI MULTICRITERI

CONSENTE DI INCORPORARE IL PROCESSO DECISIONALE ALL'INTERNO DI UN SISTEMA GEOGRAFICO

VANTAGGI

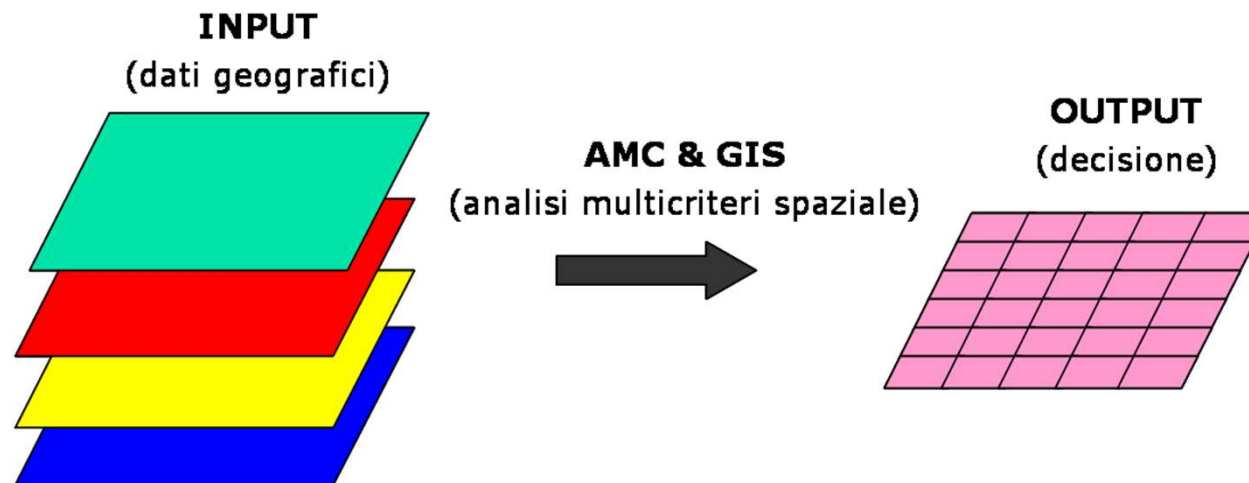
ORGANIZZARE, GESTIRE ED INTEGRARE LA GRANDE QUANTITÀ DI DATI GEOGRAFICI
ELABORARE E MODELLARE LE PREFERENZE DEI DECISORI.

AMC SPAZIALE

INSIEME DI **ALTERNATIVE GEOGRAFICAMENTE DEFINITE**

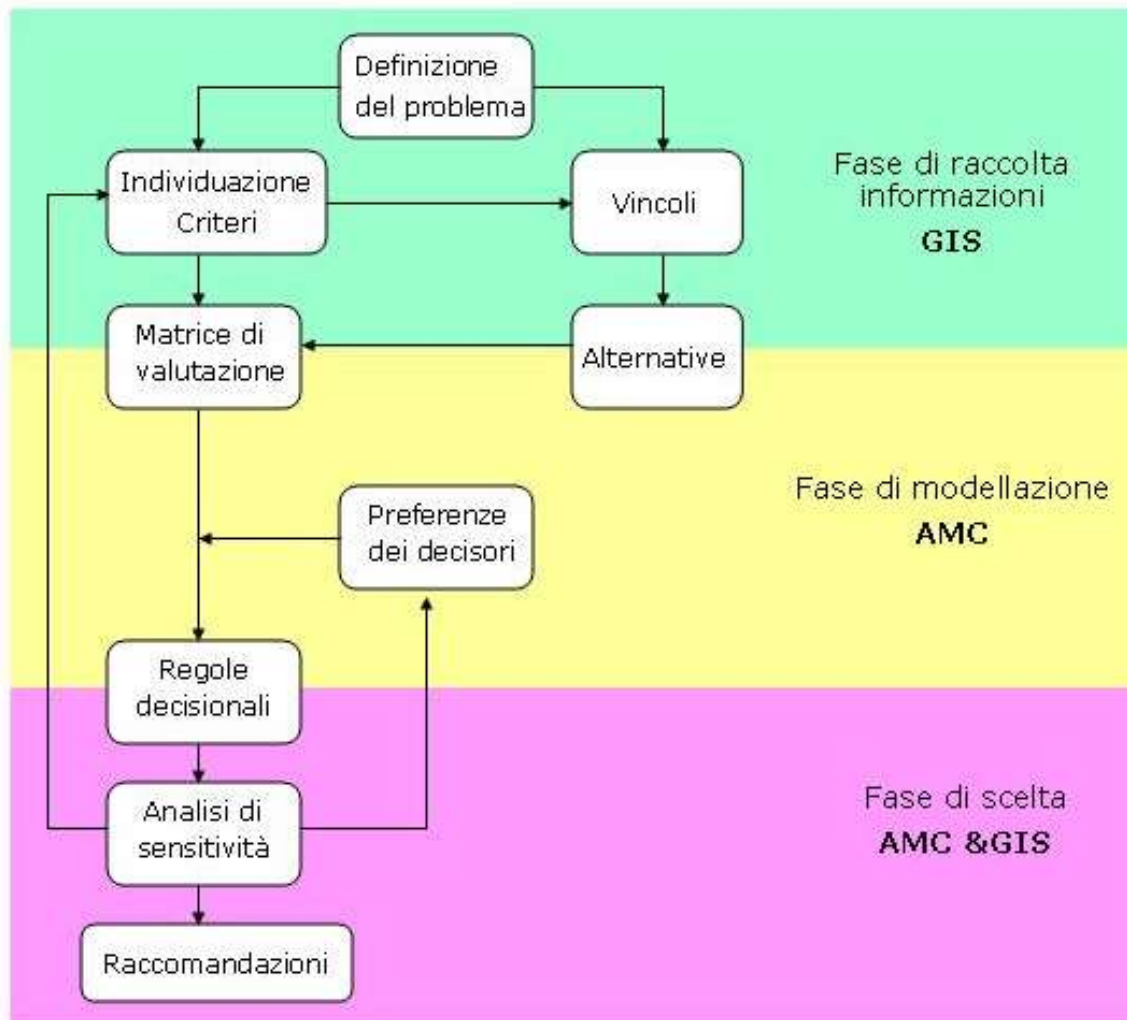
il risultato dell'analisi (**LA DECISIONE**) **DIPENDE ANCHE DALLA LORO DISTRIBUZIONE SPAZIALE.**

In termini GIS le alternative possono essere rappresentate attraverso una primitiva geometrica (punto, linea, arco, raster) a cui sono associati i **VALORI DEI CRITERI DI VALUTAZIONE CHE SONO MEMORIZZATI COME ATTRIBUTI ALFANUMERICI**.



L'analisi a criteri multipli spaziale può essere pensata, quindi, come un processo che combina e trasforma i dati geografici di input in un output decisionale (Malczewski 1999).

AMC SPAZIALE



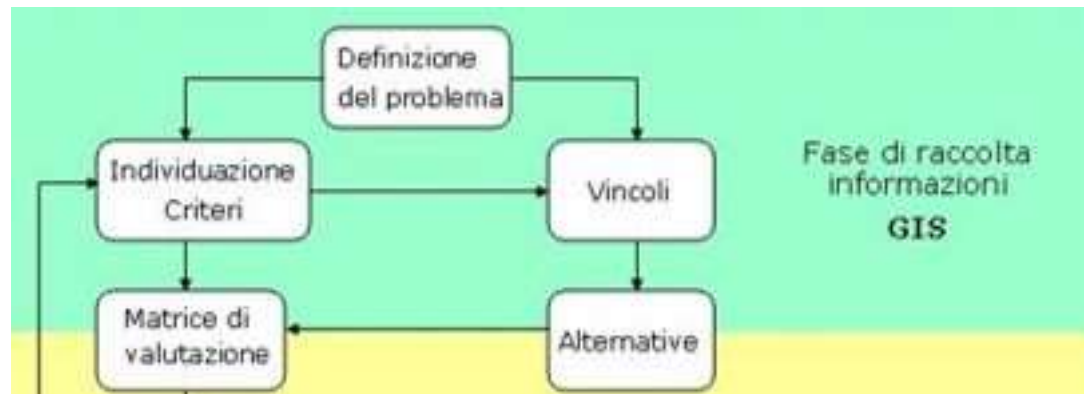
STRUTTURA DEL MODELLO

Fasi del processo decisionale

negli stadi iniziali le tecniche GIS giocano un ruolo di maggiore importanza

mentre la situazione si inverte nelle fasi successive di aggregazione delle preferenze.

AMC SPAZIALE



DEFINIZIONE DEL PROBLEMA

divario tra lo stato desiderato e quello presente secondo l'ottica del singolo decisore o dei gruppi di decision maker.

Costruzione di conoscenze strutturata del territorio e delle dinamiche

I dati grezzi vengono raccolti, processati ed esaminati territorio e sulle dinamiche che lo influenzano.

Sfrutta la capacità del GIS

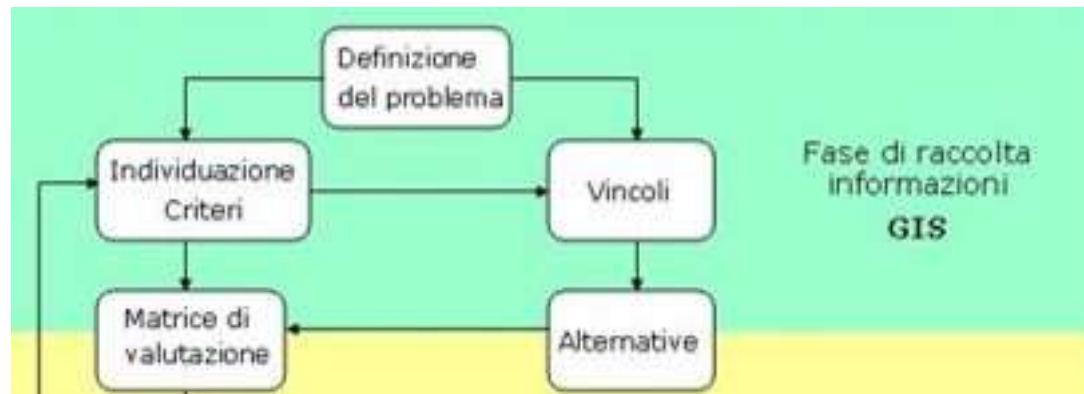
Progetto del geo data base

Richiede moltissimo tempo perché è un lavoro concettuale

Lavoro materiale (raccolta dati)

Es.: localizzazione di un polo multifunzionale

AMC SPAZIALE



TRATTANDOSI DI ANALISI SPAZIALE, I CRITERI DI VALUTAZIONE ED I RISPETTIVI ATTRIBUTI SONO ASSOCIATI AD ENTITÀ SPAZIALI E VENGONO RAPPRESENTATI ATTRAVERSO MAPPE GEOGRAFICHE

mappe di valutazione dei criteri: rappresenta la distribuzione spaziale del valore degli attributi

mappe dei vincoli: introducono dei limiti sul valore e sulla localizzazione che attributi e variabili decisionali possono avere.

Es.: accessibilità, ambiente, economie di scala...

SCELTA DEI CRITERI DI VALUTAZIONE

un insieme di **obiettivi** che evidenzino gli aspetti più rilevanti del problema di valutazione;

I CRITERI DI VALUTAZIONE con cui i decisori valutano le alternative. Sono regole scelte per testare la **desiderabilità delle alternative decisionali**, e sono molto specifici per i problemi analizzati richiedono **analisi molto dettagliate**

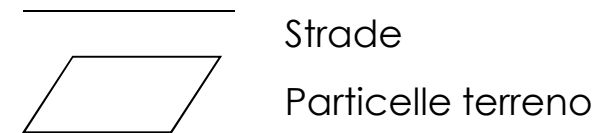
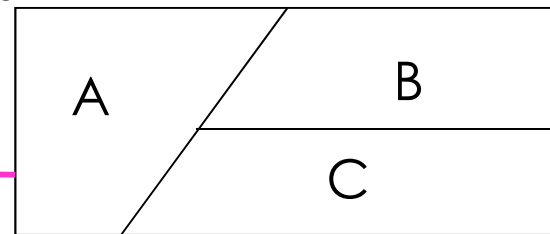
AMC SPAZIALE

MAPPE DEI CRITERI

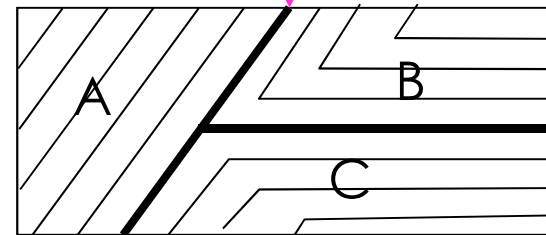
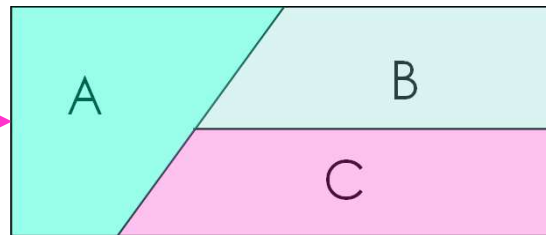
Ogni attributo viene rappresentato in un GIS con una mappa che rappresenta la distribuzione spaziale dell'attributo stesso.

Esempio: mappa di base

	Euro/mq
A	130
B	100
C	85

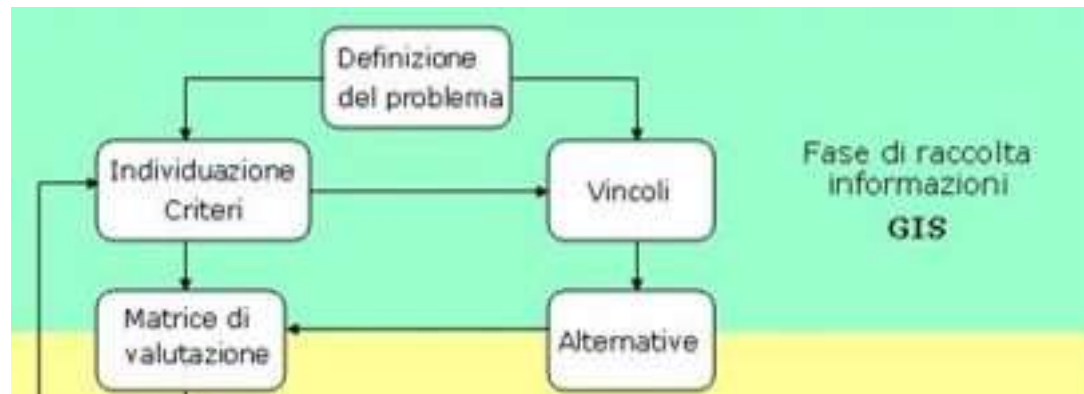


CRITERIO: costo del terreno



CRITERIO:
vicinanza
alle strade

AMC SPAZIALE



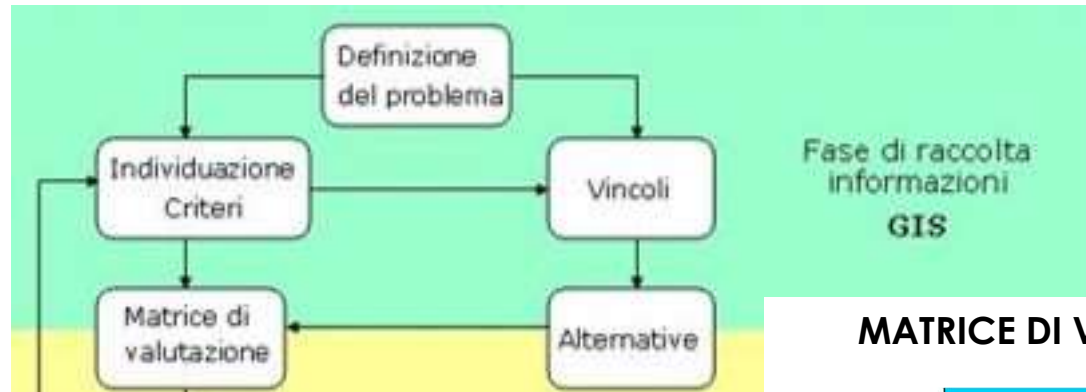
INDIVIDUAZIONE DELLE ALTERNATIVE

L'insieme di **alternative** può essere limitato **imponendo o dei vincoli sui valori degli attributi (vincoli aspatiali) oppure restrizioni sulla loro posizione (vincoli spaziali).**

In tutte le situazioni reali la presenza di vincoli limita il numero e l'estensione geografica delle alternative da ordinare. In un problema di valutazione spaziale, dato che le alternative decisionali sono rappresentate geograficamente, **i vincoli servono ad eliminare, secondo la terminologia GIS, quei punti, linee e poligoni, oppure quelle celle di un raster che sono inaccettabili a seguito di prescrizioni di tipo normativo e/o tecnico.**

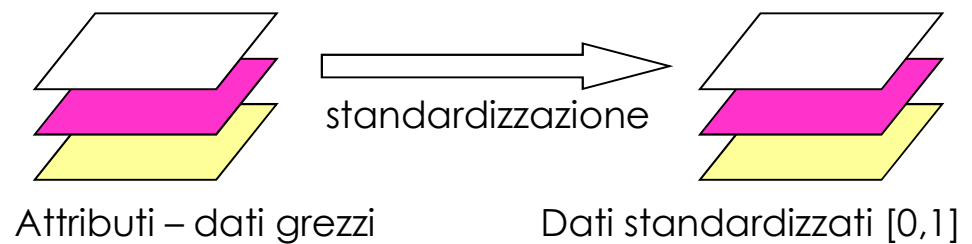
Es.: nella localizzazione di un polo multifunzionale, ad esempio, possono essere eliminate tutte le celle di un raster che contengono valori di pendenza superiori ad una soglia (es. 20%) e/o quelle che si trovano ad una distanza da una autostrada superiore a 25 Km.

AMC SPAZIALE

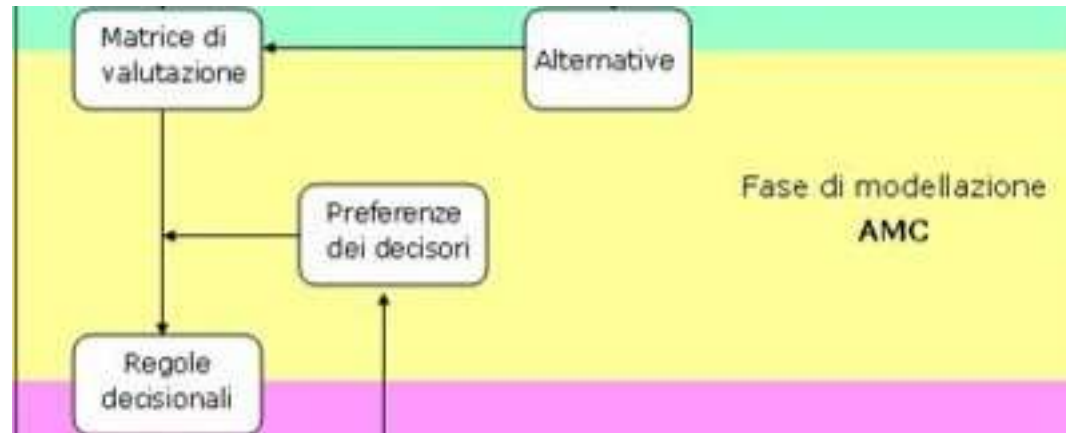


MATRICE DI VALUTAZIONE E ANALISI SPAZIALE

	Attributo 1	Attributo 2	Attributo 3	...	Attributo n
Alternativa 1	Valore ₁₁	Valore ₁₂	Valore ₁₃	...	Valore _{1n}
Alternativa 2	Valore ₂₁	Valore ₂₂	Valore ₂₃	...	Valore _{2n}
...
Alternativa m	Valore _{m1}	Valore _{m2}	Valore _{m3}	...	Valore _{mn}



AMC SPAZIALE



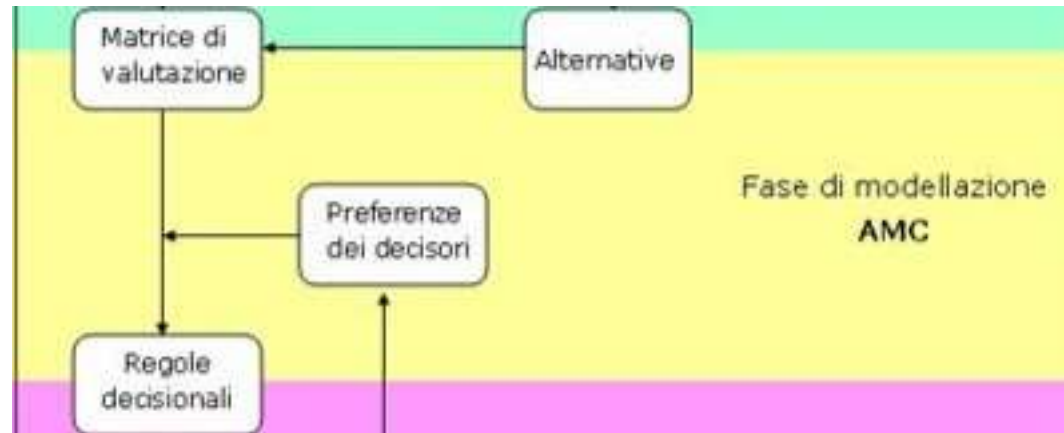
PESI DEI CRITERI

le **preferenze di decisori rispetto ai criteri di valutazione** vengono incorporate nel modello decisionale.

I pesi indicano l' **IMPORTANZA RELATIVA DEI CRITERI DI VALUTAZIONE CONSIDERATI NELLA VALUTAZIONE ESPRIMENDO QUANTO CIASCUN CRITERIO SIA PIÙ IMPORTANTE RISPETTO AGLI ALTRI**

La determinazione di pesi costituisce un momento fondamentale del processo decisionale per la determinazione dell'ordinamento delle alternative e quindi per l'esito della scelta finale perché mette a confronto i punti di vista dei diversi attori sociali coinvolti.

AMC SPAZIALE

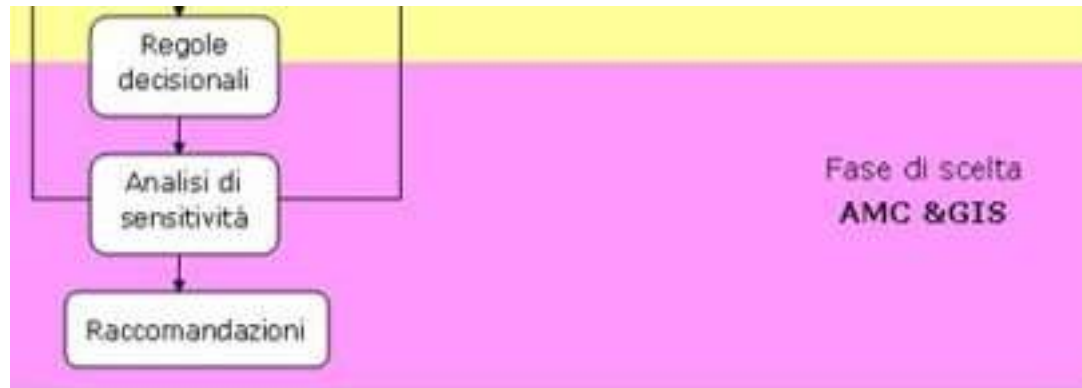


Le regole decisionali sono di varia natura e differiscono a seconda se si tratta di metodi di **analisi multiobiettivo** (goal programming, compromise programming, teoria dell'utilità multiobiettivo etc..) o di **metodi multiattributo** (AHP, metodi di concordanza, distanza dal punto ideale, funzioni di utilità multiattributo, metodi Fuzzy etc..).

REGOLE DECISIONALI

Le misure unidimensionali degli attributi dei criteri (**data layers geografici**) ed i giudizi dei decisori (**preferenze**) vengono aggregati in modo da **VALUTARE LE ALTERNATIVE** ed indicarne un ordinamento attraverso una adeguata **FUNZIONE DI AGGREGAZIONE DETTA ANCHE REGOLA DECISIONALE** che stabilisce le modalità con cui si determinano le performance complessive delle alternative da cui si deduce quali siano preferibili ed in quale misura.

AMC SPAZIALE



ANALISI DI SENSITIVITÀ

ha lo scopo di verificare gli **effetti che le perturbazioni degli input** (dati geografici e preferenze del decisore) hanno **sugli output**, cioè **sull'ordinamento delle alternative**

ORDINAMENTO ROBUSTO

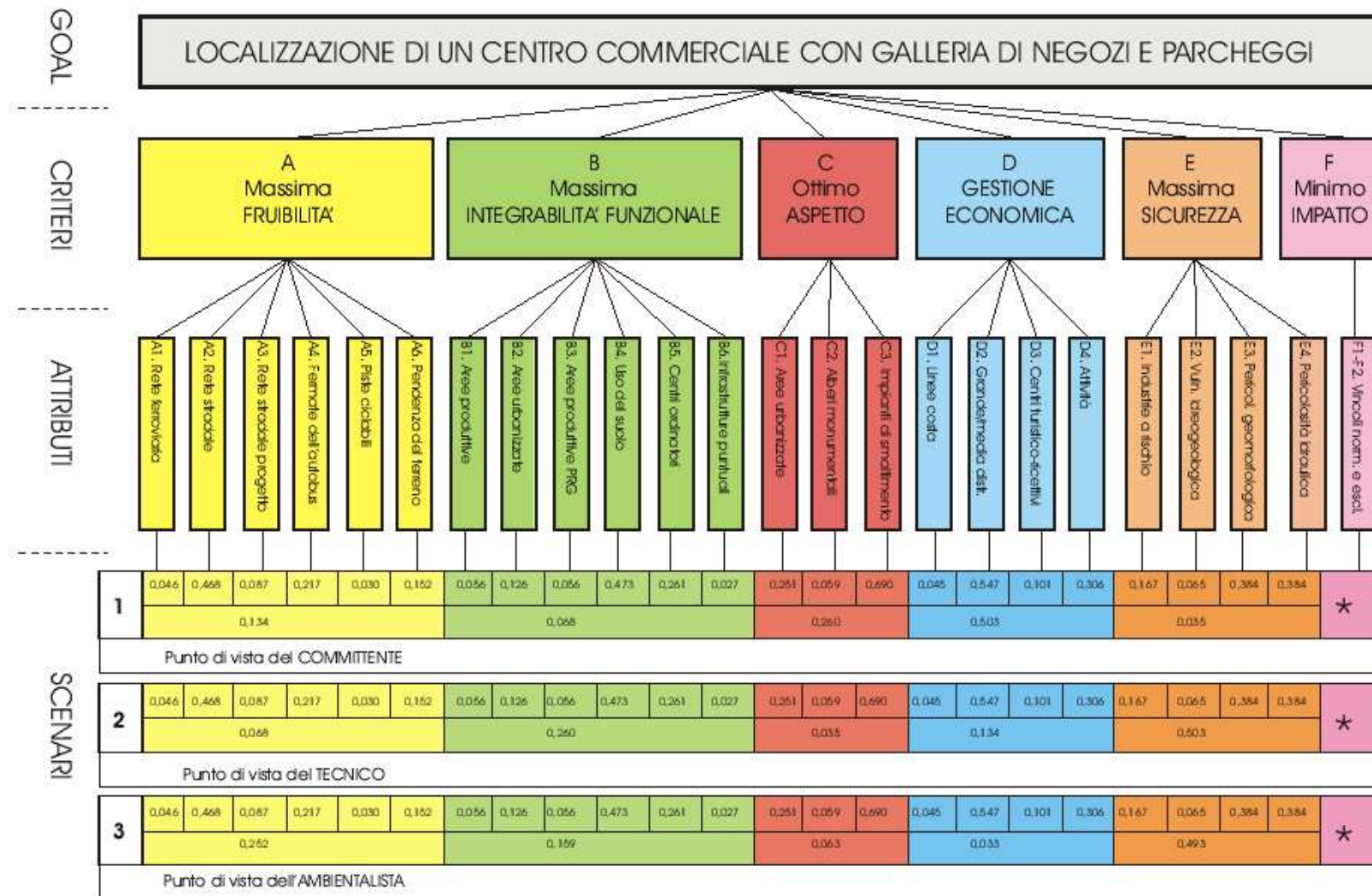
tali cambiamenti non influenzano in modo significativo gli output,

ORDINAMENTO NON ROBUSTO

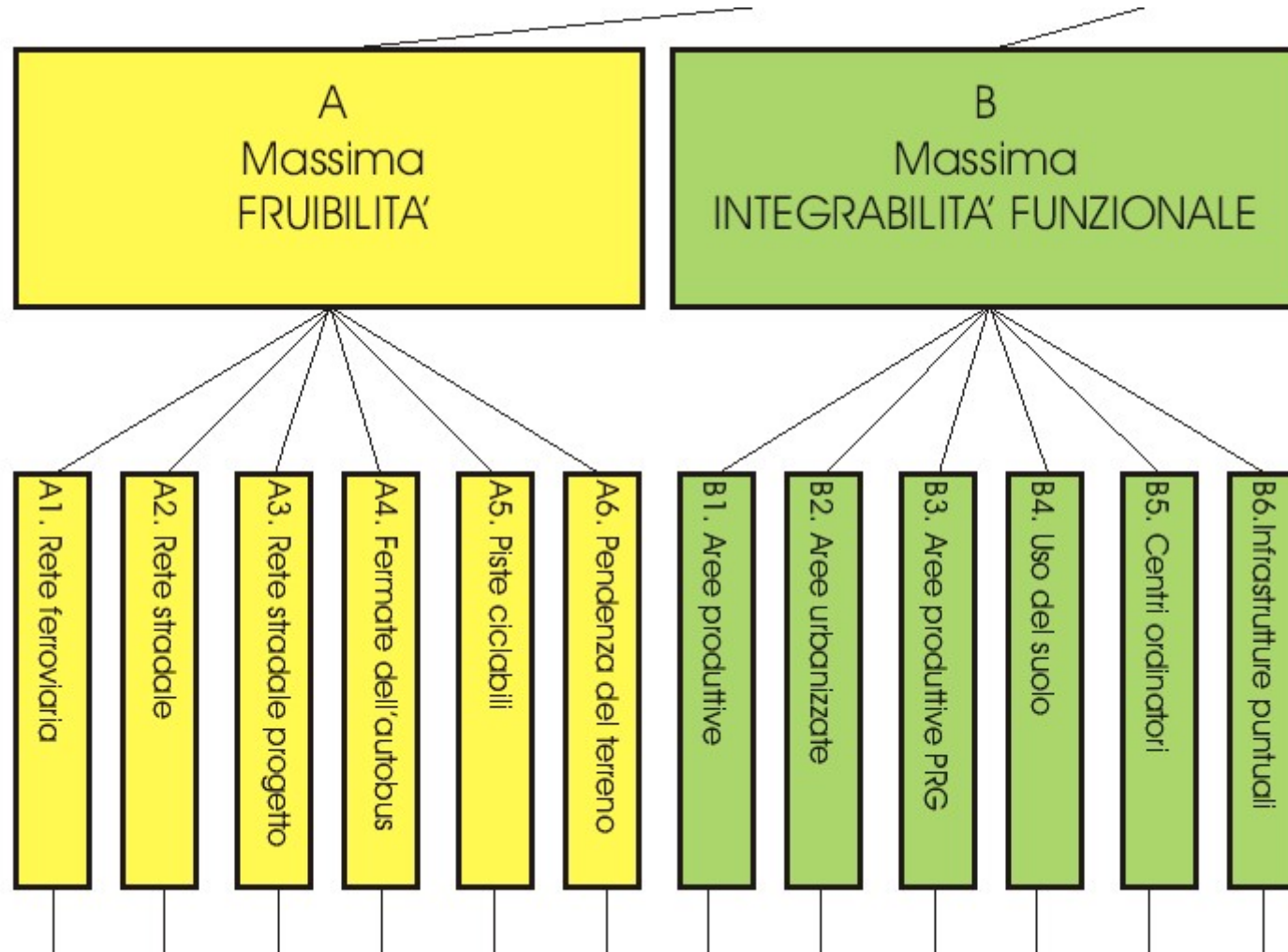
È necessario modificare alcune fasi del processo, ridefinendo obiettivi e attributi del problema decisionale ed anche riformulando le preferenze sui criteri.

Alla fine si scelgono le alternative che danno buoni risultati in ogni modellazione

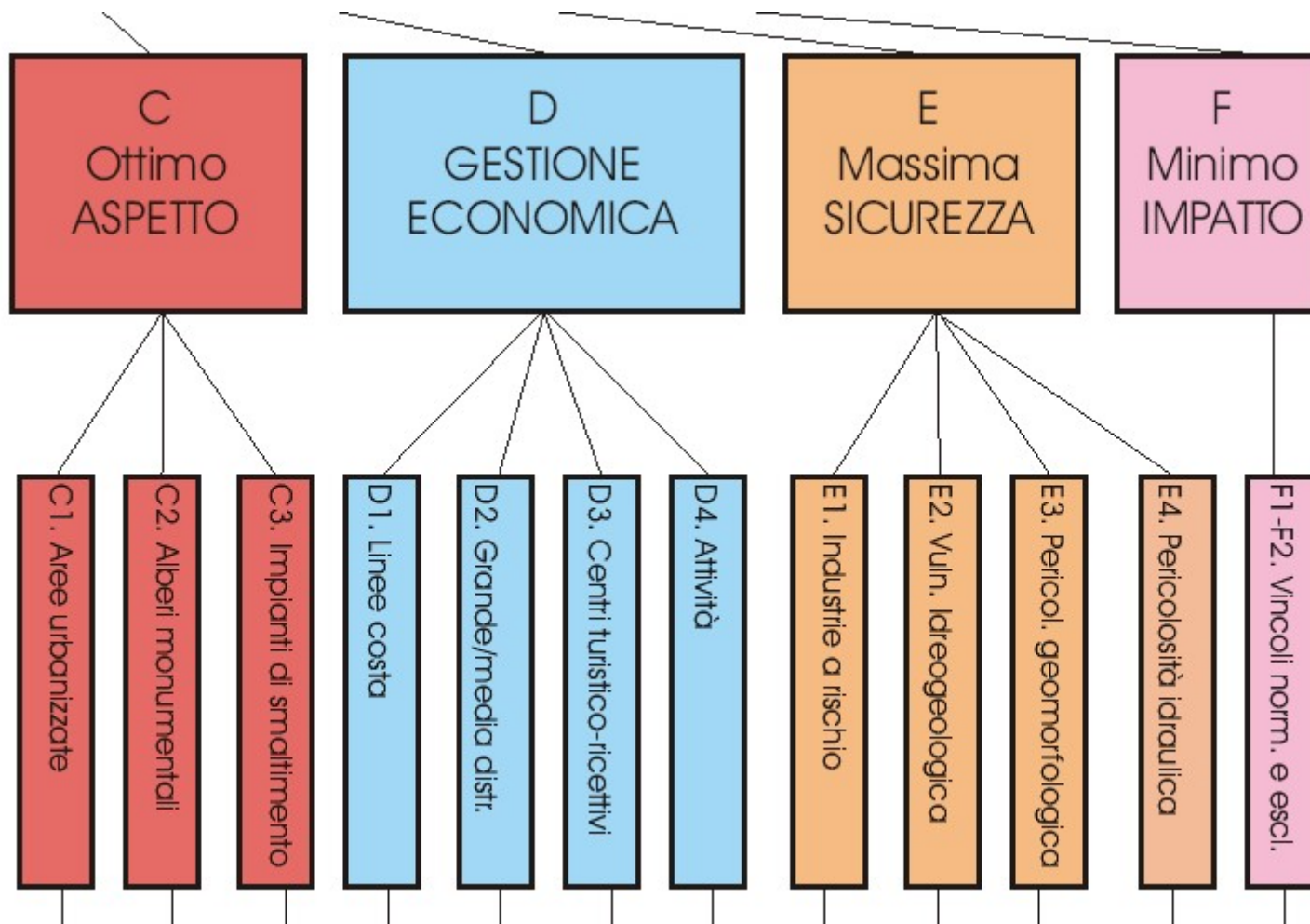
ES. LOCALIZZAZIONE IPERMERCATO



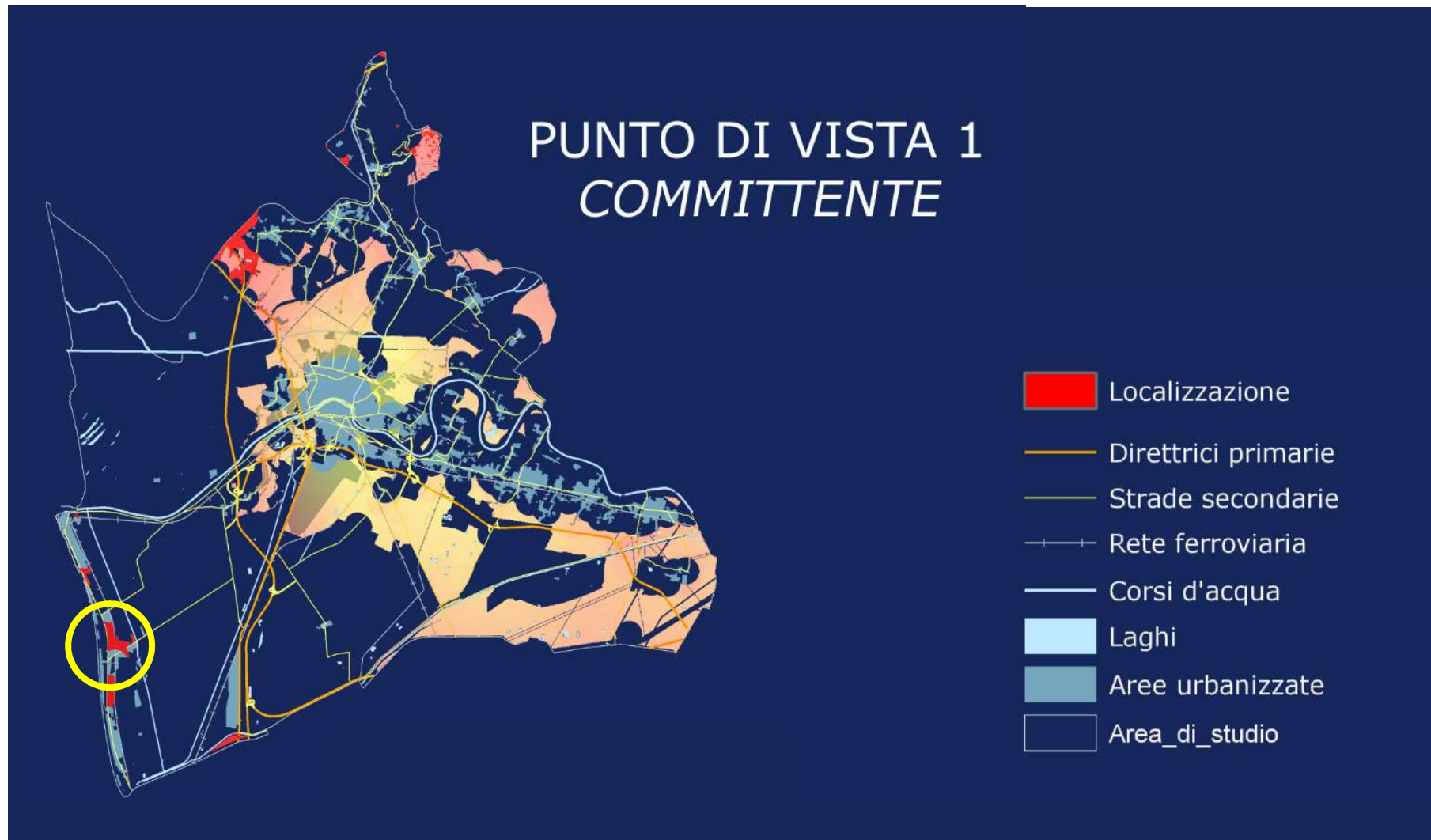
ES. LOCALIZZAZIONE IPERMERCATO



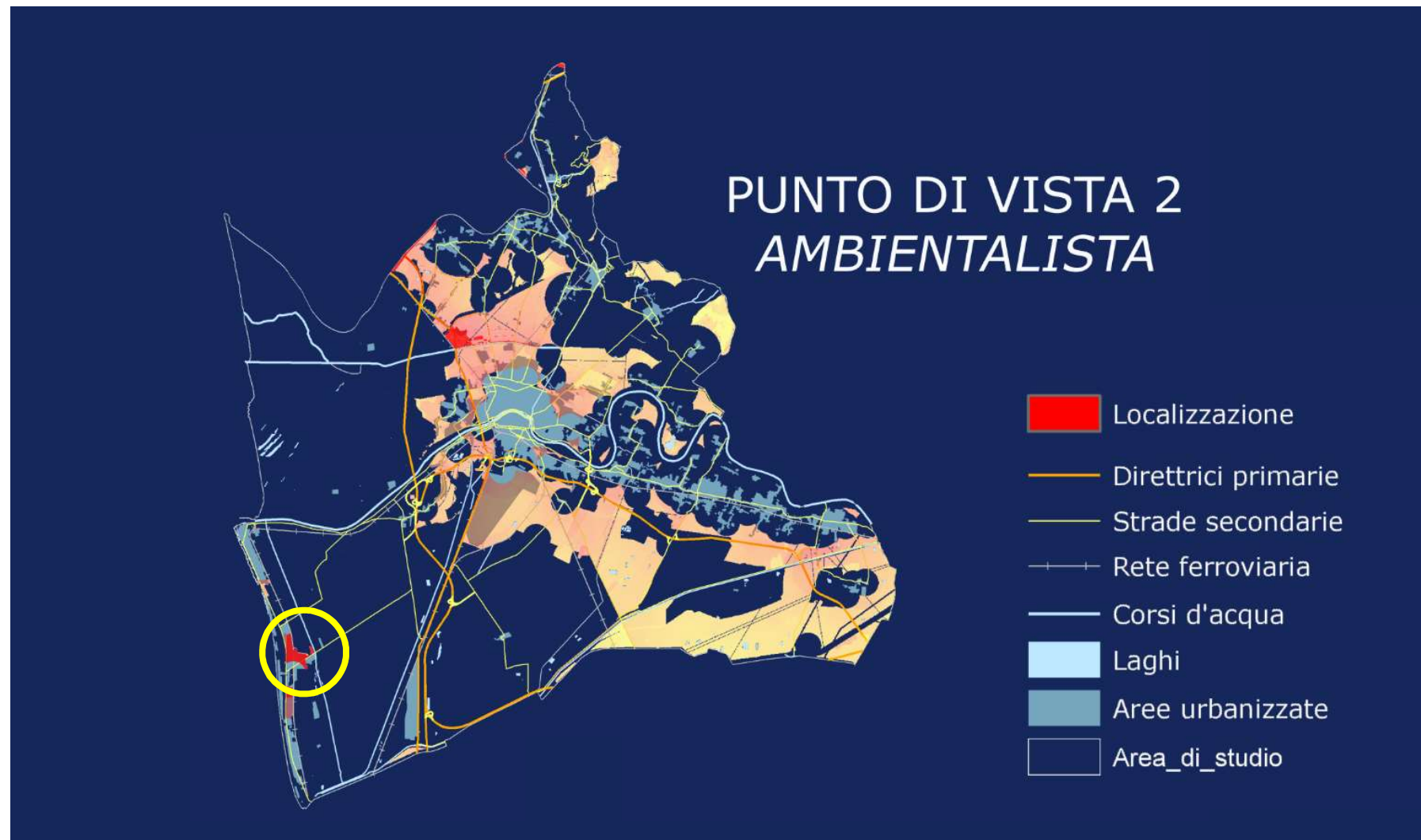
ES. LOCALIZZAZIONE IPERMERCATO



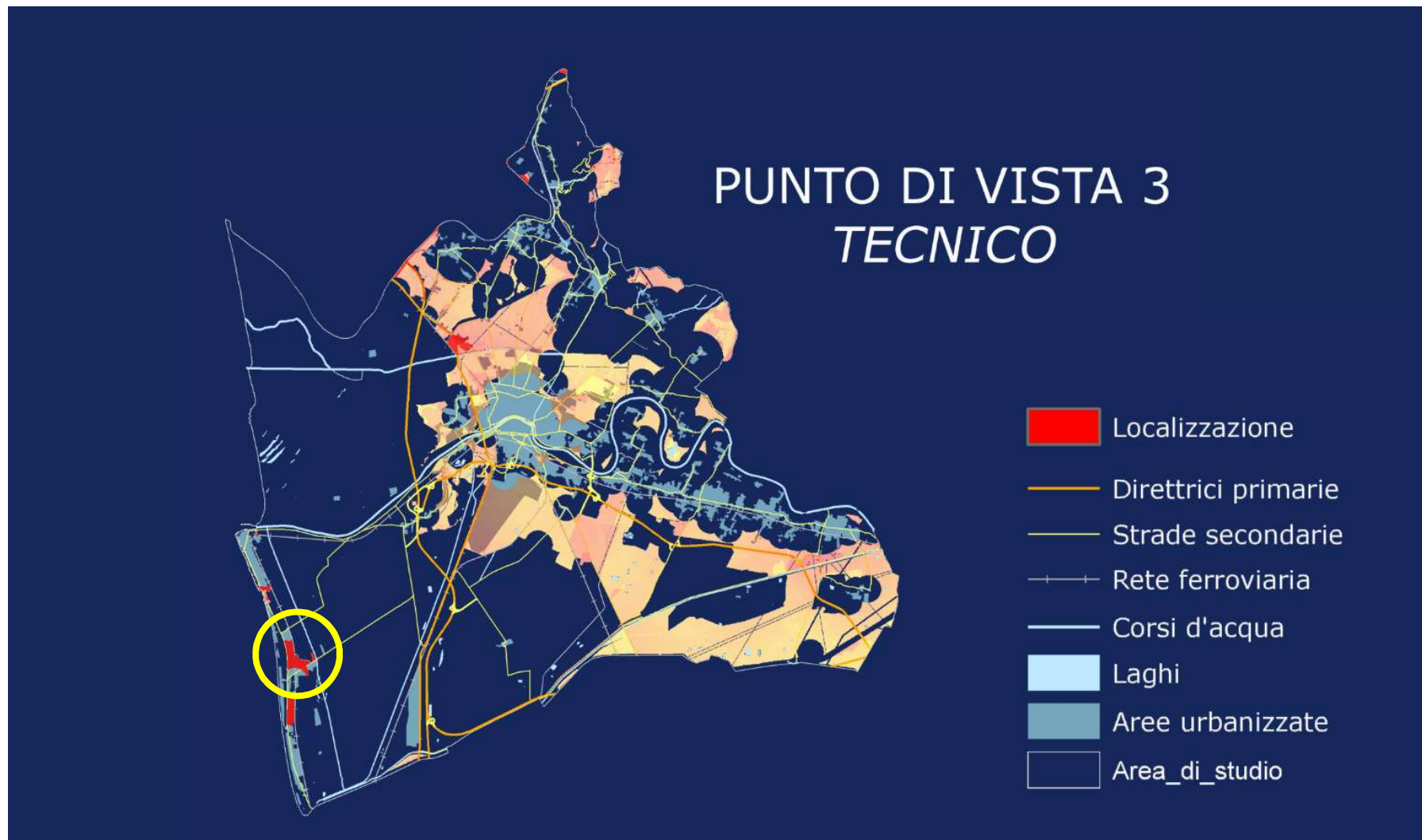
ES. LOCALIZZAZIONE IPERMERCATO



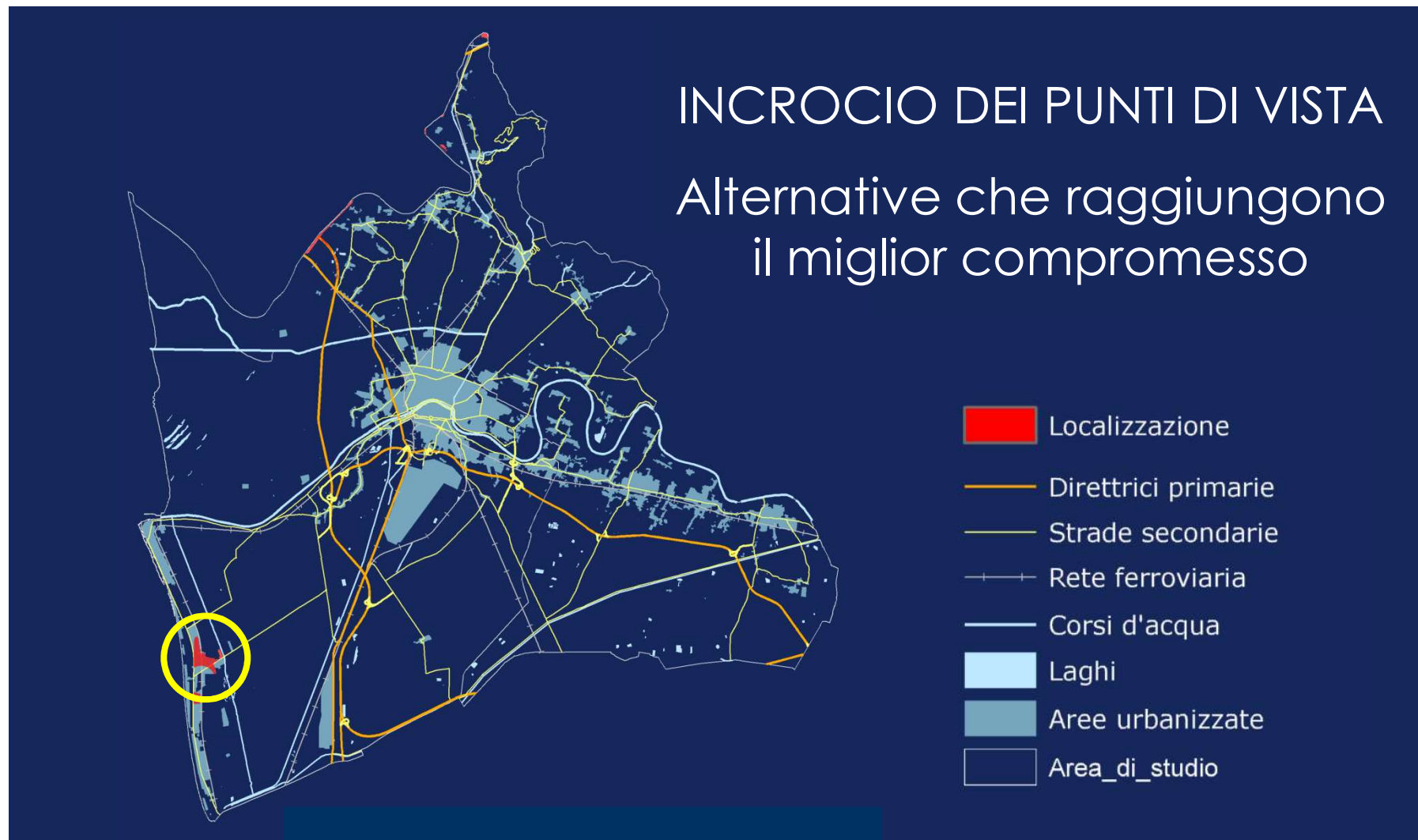
ES. LOCALIZZAZIONE IPERMERCATO



ES. LOCALIZZAZIONE IPERMERCATO



ES. LOCALIZZAZIONE IPERMERCATO



ES. ANALISI DI SENSIBILITÀ DEL TERRITORIO PER LA LOCALIZZAZIONE DI VIABILITÀ

ANALISI PRELIMINARI

VERIFICA E INDIVIDUAZIONE DELL'AMBITO TERRITORIALE

per individuare i confini dell'area di studio sono state analizzate le caratteristiche del territorio della provincia di Lucca, le funzioni e le infrastrutture esistenti

INDIVIDUAZIONE DELLE TIPOLOGIE DI INFRASTRUTTURE VIARIE E DELLE AZIONI

PROGETTUALI che generano gli impatti significativi, positivi e negativi, sul territorio e sul sistema socio-economico

INDIVIDUAZIONE E RICOGNIZIONE DEI PRINCIPALI DATI TERRITORIALI

ES. ANALISI DI SENSIBILITÀ DEL TERRITORIO PER LA LOCALIZZAZIONE DI VIABILITÀ

AMBITO TERRITORIALE

AREE MAGGIORMENTE URBANIZZATE O INTERESSATE DA FENOMENI DI ANTROPIZZAZIONE DIFFUSA RELATIVI ALLA LOCALIZZAZIONE DI IMPIANTI INDUSTRIALI, COMMERCIALI E TURISTICI E CON I QUALI ESISTONO RELAZIONI IN ORDINE ALLO SVILUPPO DI ATTIVITÀ CHE POSSANO AVERE IMPATTI SUL SISTEMA DEI FLUSSI E SUL SISTEMA SOCIO-ECONOMICO.



ES. ANALISI DI SENSIBILITÀ DEL TERRITORIO PER LA LOCALIZZAZIONE DI VIABILITÀ

INFRASTRUTTURE VIARIE

TIPI SECONDO IL CODICE		AMBITO TERRITORIALE	LIMITE DI VELOCITA'	Numero delle corsie per senso di marcia	Intervallo di velocità di progetto		Larghezza Corsia	
					Limite inferiore (km/ora)	Limite superiore (km/ora)		
1	2	3	4	5	6	7		
AUTOSTRADA	A	EXTRAURBANO	strada principale	130	2 o più	90	140	3,75
			eventuale strada di servizio	90	1 o più	40	100	3,50 ^{xx}
		URBANO	strada principale	130	2 o più	80	140	3,75
			eventuale strada di servizio	50	1 o più	40	60	3,00 [^] _{xx}
EXTRAURBANA PRINCIPALE	B	EXTRAURBANO	strada principale	110	2 o più	70	120	3,75
			eventuale strada di servizio	90	1 o più	40	100	3,50 ^{xx}
EXTRAURBANA SECONDARIA	C	EXTRAURBANO	C1	90	1	60	100	3,75
			C2	90	1	60	100	3,50

Autostrade e strade extraurbane principali

strade ad elevata capacità ed accessi controllati, con flussi giornalieri dell'ordine di 30-40.000 veicoli/giorno

Strade primarie a quattro corsie

equivalenti alla A ed alla B come dimensioni ma con accessi continui lungo il percorso, sia che sia urbana che extraurbana, con flussi giornalieri dell'ordine di 20-30.000 veicoli/giorno

Strade Secondarie

a due corsie con flussi giornalieri dell'ordine di 10-20.000 veicoli/giorno

ES. ANALISI DI SENSIBILITÀ DEL TERRITORIO PER LA LOCALIZZAZIONE DI VIABILITÀ

AZIONI PROGETTUALI

AZIONI	
FASE DI CANTIERE E COSTRUZIONE DELL' OPERA	
A1	Ripulitura del sito
A2	Movimento terre
A5	Approvvigionamento e smaltimento di materiali
FASE DI ESERCIZIO	
A6	Presenza dell'opera- Occupazione di suolo
A7	Presenza dell'opera- Flussi di traffico
A8	Presenza opera-Variazione accessibilità

LE AZIONI PROGETTUALI SONO RELATIVE A DUE TIPOLOGIE DI INTERVENTO:

- REALIZZAZIONE DI NUOVI TRATTI VIARI (nuovi tracciati)**
- INTERVENTI DI AMPLIAMENTO DI VIABILITÀ ESISTENTE**

ES. ANALISI DI SENSIBILITÀ DEL TERRITORIO PER LA LOCALIZZAZIONE DI VIABILITÀ

COMPONENTI AMBIENTALI: →

COMPONENTI SOCIO-ECONOMICHE: →

COMPONENTE	FATTORI	
ARIA	F1	Qualità dell'aria
	F2	Clima Acustico
ACQUA	F3	Idrografia/idrologia
	F4	Qualità delle acque sotterranee
SUOLO E SOTTOSUOLO	F5	Pericolosità geomorfologica/pluviometrica
	F6	Pericolosità idraulica
	F7	Uso del suolo/pedologia
	F8	Geologia/geotecnica
FAUNA	F9	Specie in suolo e sottosuolo
	F10	Specie in acqua/suolo
	F11	Specie in aria
	F12	Specie in acqua/aria
FLORA	F13	Piante
	F14	Ecosistemi ed habitat terrestri
PAESAGGIO	F15	Sensibilità visiva del paesaggio
	F16	Elementi qualificanti del paesaggio
PENDOLARISMO	F17	Pendolarismo
ASSETTO IGIENICO- SANITARIO	F18	Stato sanitario e benessere della popolazione
ASSETTO INFRASTRUTTURALE	F19	Sistema infrastrutturale
ASSETTO SOCIO-ECONOMICO	F20	Attività commerciali
	F21	Aziende di trasporto
	F22	Settore terziario
	F23	Settore turistico- pubblici esercizi
	F24	Attività industriali
VINCOLI	F25	Parchi ed aree protette
	F26	S.I.R., S.I.C. ed A.N.P.I.L.
	F27	Zone umide
	F28	Vincolo monumentale
	F29	Vincolo paesaggistico
	F30	Vincolo idrogeologico
	F31	Aree di rispetto ed aree varie

ES. ANALISI DI SENSIBILITÀ DEL TERRITORIO PER LA LOCALIZZAZIONE DI VIABILITÀ

DETERMINAZIONE DEGLI IMPATTI

Individuazione degli impatti generati dalle azioni sul sistema ambiente e territorio, ossia sulle componenti ambientali e socio economiche: **COSTRUZIONE DELLA MATRICE DEGLI IMPATTI**

Quantificazione degli impatti in un'opportuna scala numerica mediante la **COSTRUZIONE DI CRITERI E INDICATORI IDONEI**: ciascun indicatore è stato costruito sulla base di elementi e fenomeni significativi per ogni fattore, ricavati a partire dalla letteratura e dai dati effettivamente disponibili

Rappresentazione degli impatti nello spazio fisico del territorio dell'area di studio attraverso **MAPPE GEOGRAFICHE GEOREFERENZIALI**

ES. ANALISI DI SENSIBILITÀ DEL TERRITORIO PER LA LOCALIZZAZIONE DI VIABILITÀ

Gli impatti vengono

1) **QUANTIFICATI**

attraverso opportuni indicatori che utilizzano variabili di natura diversa non sempre misurabili in modo convenzionale e dunque

2) **STANDARDIZZATI**

Quantificati in un intervallo tra 0 (minima sensibilità) e 1 (massima sensibilità), oltre alle aree di esclusione

3) **SPAZIALIZZATI**

Rappresentati nello spazio fisico del territorio dell'area di studio attraverso mappe geografiche georeferenziate

BISOGNA PREDISPORRE UN MODELLO DEL TERRITORIO

ES. ANALISI DI SENSIBILITÀ DEL TERRITORIO PER LA LOCALIZZAZIONE DI VIABILITÀ

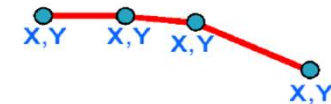
MODELLIZZAZIONE DEL TERRITORIO: GRIGLIA di CELLE QUADRATE di lato 10 metri

COSTRUZIONE DI RASTER:

ogni dato e elaborazione, qualsiasi sia il suo formato di partenza, viene trasformato in raster mediante la sua quantificazione su di una cella di dimensioni 10x10

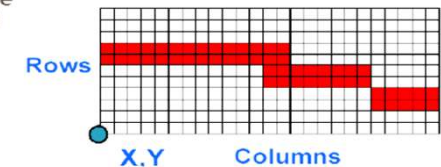
Formato Vettoriale

Le forme degli oggetti del mondo reale sono rappresentati da un insieme di linee, definite da un punto iniziale ed un punto finale.



Formato Raster

Una rappresentazione "esplicita" dove le forme degli oggetti del mondo reale sono costruite a partire da un set di celle in una griglia, che hanno lo stesso codice.



OGNI SINGOLO IMPATTO IDENTIFICATO ALL'INTERNO DELLA MATRICE DEGLI IMPATTI (CIASCUNA X) VIENE RAPPRESENTATO NEL MODELLO: AD OGNI CELLA VIENE ASSEGNATO UN PRECISO VALORE DI IMPATTO



**Cartografia
convenzionale**



Raster

ES. ANALISI DI SENSIBILITÀ DEL TERRITORIO PER LA LOCALIZZAZIONE DI VIABILITÀ

AZIONI		FATTORI AMBIENTALI																																		
		Qualità dell'aria	Clima acustico	Idrografia/idrologia	Qualità delle acque	Pericolosità geomorfologica	Pericolosità idraulica	Uso del suolo/pedologia	Geologia/geotecnica	Specie in suolo e sottosuolo	Specie in acqua/soilo	Specie in aria	Specie in acqua/aria	Piante terrestri	Habitat	Sensibilità visiva del paesaggio	Elementi qualificanti del paesaggio	Pendolarismo	Stato sanitario e benessere	Sistema infrastrutturale	Attività commerciali	Aziende di trasporto	Settore terziario	Turismo e pubblici esercizi	Attività industriali	Parchi e aree protette	SIC, SIR, ANPLI	Zone umide	Vincolo monumentale	Vincolo paesaggistico	Vincolo idrogeologico	Aree di rispetto ed aree varie				
A1	Ripulitura del sito					X	X	X		X	X	X	X	X		X	X																			
A3	Movimento terre			X		X	X		X	X	X	X	X	X																						
A6	Approvvigionamento Smaltimento material	X	X							X	X																									
A7	Presenza dell'opera- occupazione suolo				X	X	X	X	X	X	X			X	X	X										X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
A8	Presenza dell'opera- Flussi di traffico	X	X	X					X	X									X	X																
A9	Presenza opera- Variazione accessibilità																X				X	X	X	X	X											

A CIASCUNA “X”, CORRISPONDERÀ UNA MAPPA (RASTER) DI SENSIBILITÀ DELL'INTERA AREA DI STUDIO, REALIZZATA ASSEGNANDO SINGOLI VALORI DI IMPATTO AD OGNI CELLA DEL TERRITORIO

PER OGNI IMPATTO VIENE PRODOTTO UN RASTER CHE RAPPRESENTA LA DISTRIBUZIONE SPAZIALE DELL'IMPATTO CONSIDERATO NELL'AREA DI STUDIO.

53 MAPPE PER OGNI TIPOLOGIA DI STRADA E PER OGNI TIPOLOGIA DI INTERVENTO (318 RASTER)

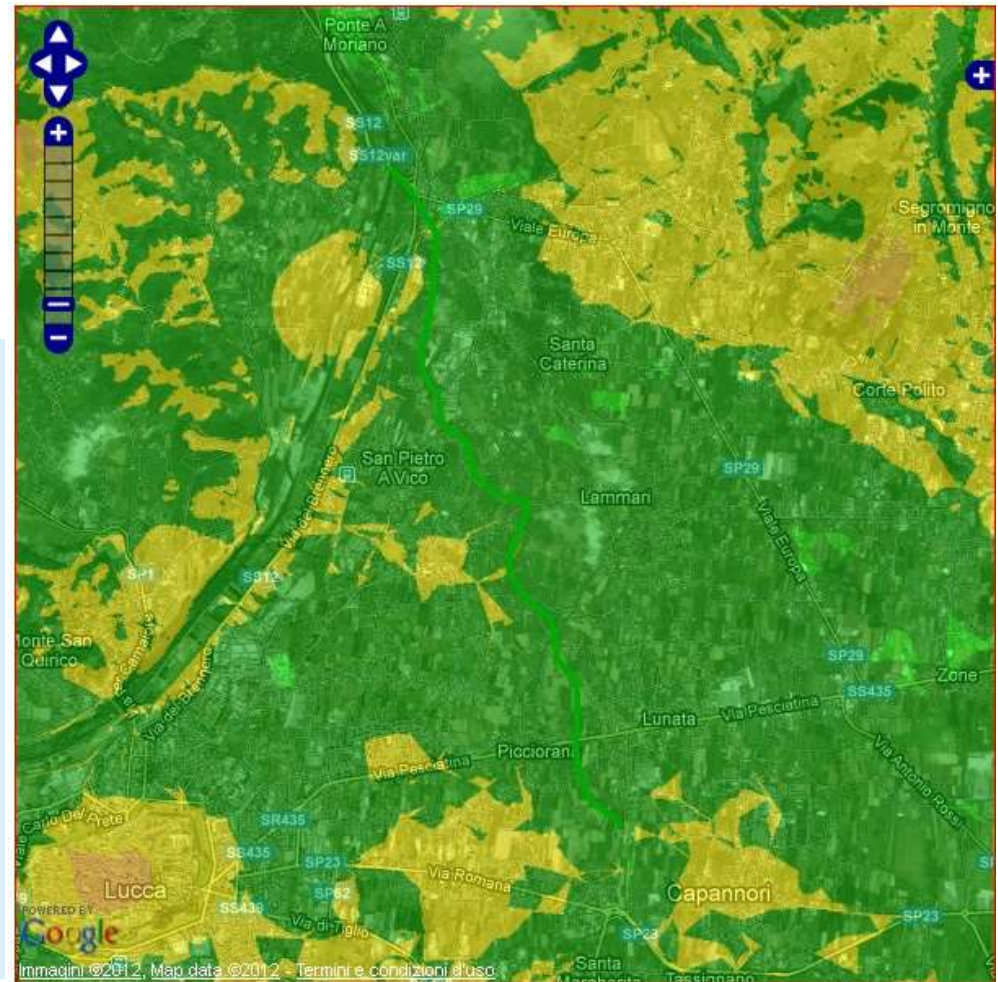
ES. ANALISI DI SENSIBILITÀ DEL TERRITORIO PER LA LOCALIZZAZIONE DI VIABILITÀ

OGNI RASTER RAPPRESENTA:
LA SENSIBILITÀ DEL FATTORE
DELLA COMPONENTE CONSIDERATA
RISPETTO AD OGNI AZIONE DI
PROGETTO

IMPATTO TOTALE dovuto
a tutte le azioni su ogni
componente

=

L'INDICE SINTETICO DI
SENSIBILITÀ
somma delle mappe
relative ai singoli impatti



ES. ANALISI DI SENSIBILITÀ DEL TERRITORIO PER LA LOCALIZZAZIONE DI VIABILITÀ

IMPATTO COMPLESSIVO SULLA COMPONENTE=
 Impatto azione 1+ Impatto azione 2+ Impatto azione 3+ etc.

AZIONI		FATTORI AMBIENTALI																																
		Qualità dell'aria	Clima acustico	Idrografia/drologia	Qualità delle acque	Pericolosità geomorfologica	Pericolosità idraulica	Uso del suolo/pedologia	Geologia/geotecnica	Specie in suolo e sottosuolo	Specie in acqua/suolo	Specie in aria	Specie in acqua/aria	Piante terrestri	Habitat	Sensibilità visiva del paesaggio	Elementi qualificanti del paesaggio	Pendolarismo	Stato sanitario e benessere	Sistema infrastrutturale	Attività commerciali	Aziende di trasporto	Settore terziario	Turismo e pubblici esercizi	Attività industriali	Parchi e aree protette	SIC, SIR, ANPLI	Zone umide	Vincolo monumentale	Vincolo paesaggistico	Vincolo idrogeologico	Aree di rispetto ed aree varie		
A1	Ripulitura del sito					X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X																	
A3	Movimento terre			X		X	X		X	X	X	X	X	X																				
A6	Approvvigionamento-Smaltimento materiali	X	X						X	X																								
A7	Presenza dell'opera-occupazione suolo			X		X	X	X	X	X				X		X	X									X	X	X	X	X	X	X	X	X
A8	Presenza dell'opera-Flussi di traffico	X	X	X					X	X									X	X														
A9	Presenza opera-Variatione accessibilità																X				X	X	X	X	X									

Componente ARIA

Componente SUOLO SOTTOSUOLO

Componente FLORA E FAUNA

Componente SIST ECONOMICO

ES. ANALISI DI SENSIBILITÀ DEL TERRITORIO PER LA LOCALIZZAZIONE DI VIABILITÀ

		Ripulitura del sito	Movimento terre	Approvvigionamento Smaltimento materiali	Presenza dell'opera		
					Occupazione suolo	Flussi di traffico	Variazione accessibilità
ARIA	Qualità dell'aria			X		X	
	Clima acustico			X		X	

QUALITÀ ARIA

DATI UTILIZZATI

- *Carta qualità dell'aria (stato attuale interpolando dati SIRA)*
- *Flussi di traffico (varie fonti)*
- *Caratteristiche della rete stradale (dimensioni, stato) e dei flussi (velocità)*
- *Parco Auto della Provincia di Lucca nel 2010*

INQUINANTI:

- **(CO) Monossido di carbonio**
- **(VOC) Componenti volatili organici**
- **(Nox) Ossidi di azoto**
- **(PM10) Polveri sottili**

STIMA DELLE EMISSIONI DA TRAFFICO STRADALE

MODELLO CORINAIR

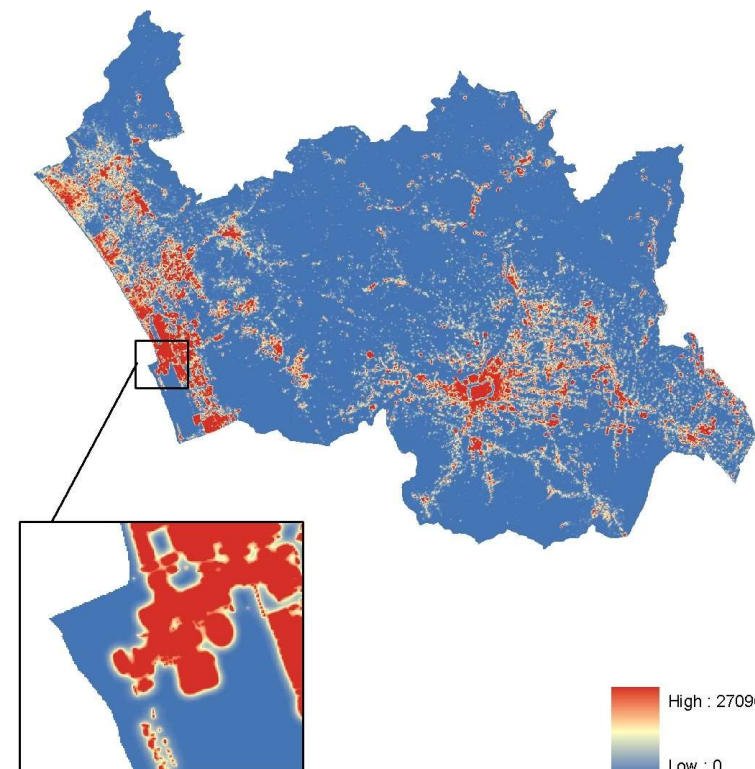
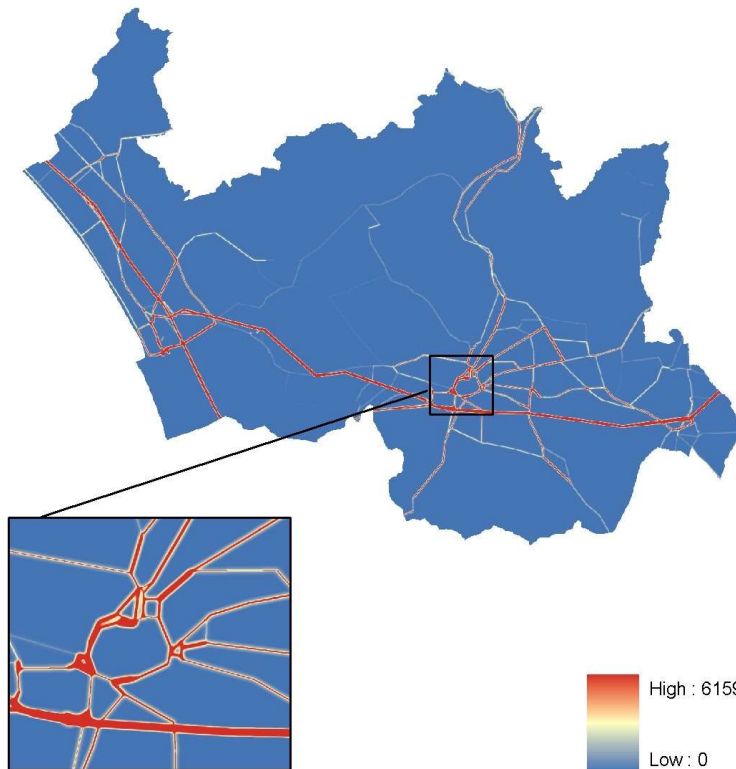
La metodologia CORINAIR è basata sul calcolo dei fattori di emissione dei principali inquinanti sulla base della definizione delle seguenti variabili:

- *tipologia di veicolo*
- *tipo di carburante*
- *cilindrata (per veicoli passeggeri e motocicli)*
- *peso (per i veicoli trasporto merci)*
- *anno di produzione*
- *velocità di marcia*
- *esecuzione del ciclo di riscaldamento*
- *tipo di strada percorsa (urbana, rurale, autostrada), che viene ricondotto al parametro*
- *velocità assegnando ad ogni tipologia un range di velocità*
- *lunghezza del tratto percorso*
- *temperatura ambiente*

ES. ANALISI DI SENSIBILITÀ DEL TERRITORIO PER LA LOCALIZZAZIONE DI VIABILITÀ

La sensibilità in ogni cella sarà data dalla somma di:

QUALITÀ' ARIA allo STATO ATTUALE + **IMPATTO DOVUTO ALLA STRADA**
a partire dalle strade esistenti a partire dalla distanza dai ricettori (edifici)



VALORE DI MASSIMA SENSIBILITÀ = cella dove si trova il ricettore e corrisponderà all'evenienza che l'infrastruttura sia realizzata proprio in prossimità del ricettore stesso

VALORE MINIMO (SENSIBILITÀ NULLA) = celle che si trovano ad una distanza dal ricettore pari alla distanza di decadimento della concentrazione per l'inquinante in esame.

ES. ANALISI DI SENSIBILITÀ DEL TERRITORIO PER LA LOCALIZZAZIONE DI VIABILITÀ

CLIMA ACUSTICO

DATI UTILIZZATI:

- *Piani di zonizzazione acustica comunali*
- *Carta dei servizi sanitari di base e loro accessibilità*
- *Carta scuole pubbliche e loro accessibilità*
- *Attrezzature sportive, giardini e parchi*
- *Carta Tecnica Regionale*

IMPATTI INFLUENZATI DA

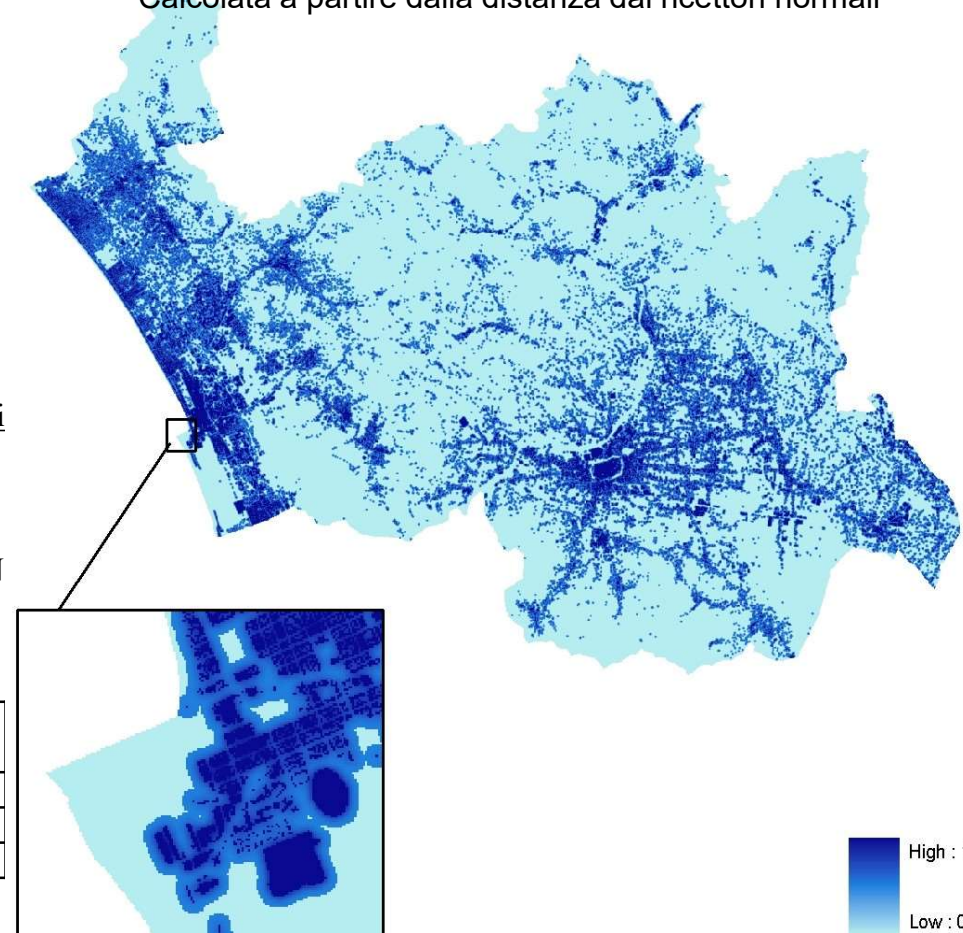
- **tipo di infrastruttura**
- **distanza di ciascuna cella** in cui si prevede la realizzazione dell'infrastruttura **dai ricettori presenti nell'area.**

Si valuta per ogni cella verrà la distanza dai ricettori (classificati in relazione alla sensibilità al rumore)

LA SENSIBILITÀ SARÀ TANTO MAGGIORE QUANTO MAGGIORE È IL LIVELLO DI PRESSIONE SONORA IN DB(A) PREVISTO SUI RICETTORI

<i>Sorgente</i>	<i>Emissione</i>	<i>Dist.dec.ric. residenziali</i>	<i>Dist.dec. ric. sensibili</i>
<i>Strada tipo 1</i>	<i>76 dB(A)</i>	<i>250 m</i>	<i>1000 m</i>
<i>Strada tipo 2</i>	<i>75 dB(A)</i>	<i>220 m</i>	<i>900 m</i>
<i>Strada tipo 3</i>	<i>73 dB(A)</i>	<i>85 m</i>	<i>500 m</i>

MAPPA DELLA SENSIBILITÀ AL RUMORE
Calcolata a partire dalla distanza dai ricettori normali



ES. ANALISI DI SENSIBILITÀ DEL TERRITORIO PER LA LOCALIZZAZIONE DI VIABILITÀ

SUOLO SOTTOSUOLO		Ripulitura del sito	Movimento terre	Approvvigionamento Smaltimento materiali	Presenza dell'opera		
					Occupazione suolo	Flussi di traffico	Variazione accessibilità
	Pericolosità geomorfologica	X	X		X		
	Pericolosità idraulica	X	X		X		
	Uso del suolo/pedologia	X			X		
	Geologia/geotecnica		X		X		

COMPONENTE SUOLO E SOTTOSUOLO

PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA/PLUVIOMETRICA

DATI UTILIZZATI:

- *Carta della pericolosità geomorfologica*
- *Precipitazioni (elaborazione dei tempi di ritorno delle piogge)*

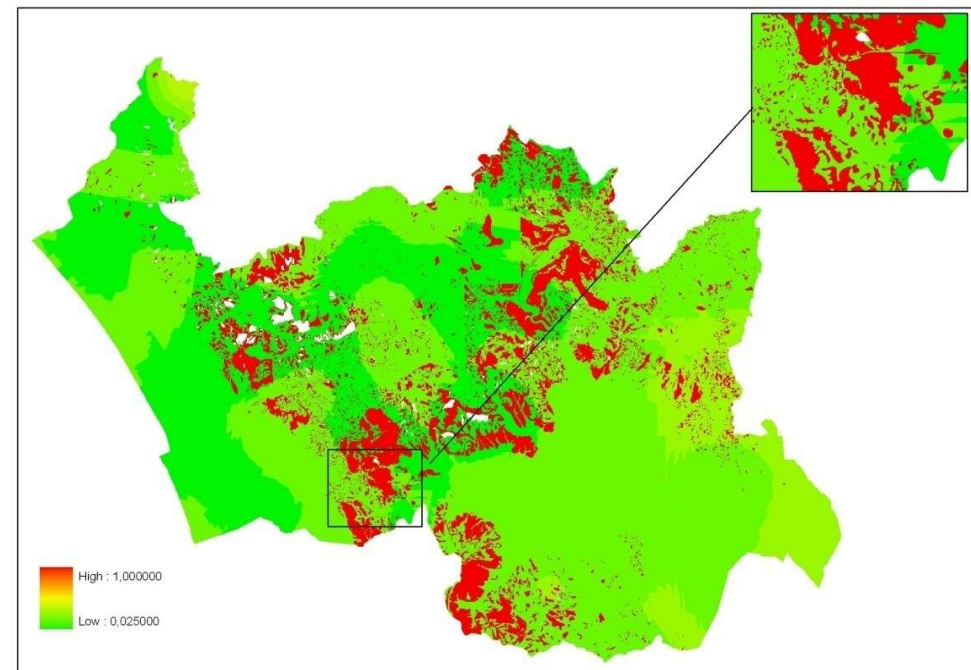
IMPATTI DIPENDENTI DA

Pericolosità e tempo di ritorno delle piogge (il fenomeno pluviometrico è un **fattore aggravante della pericolosità geomorfologica**)

LA SENSIBILITÀ TOTALE È DATA DALLA LORO COMBINAZIONE

Pericolosità geomorfologica	Sensibilità
<i>molto elevata</i>	ESCL
<i>elevata</i>	massima
<i>moderata</i>	moderata
<i>bassa</i>	bassa
Tempi ritorno piogge	Sensibilità
<i>Tr = 0-2 anni (pericolosità nulla)</i>	bassa
<i>Tr = 2-5 anni (pericolosità ordinaria)</i>	moderata bassa
<i>Tr = 5-10 anni (pericolosità moderata)</i>	moderata
<i>Tr > 10 anni (pericolosità elevata)</i>	massima

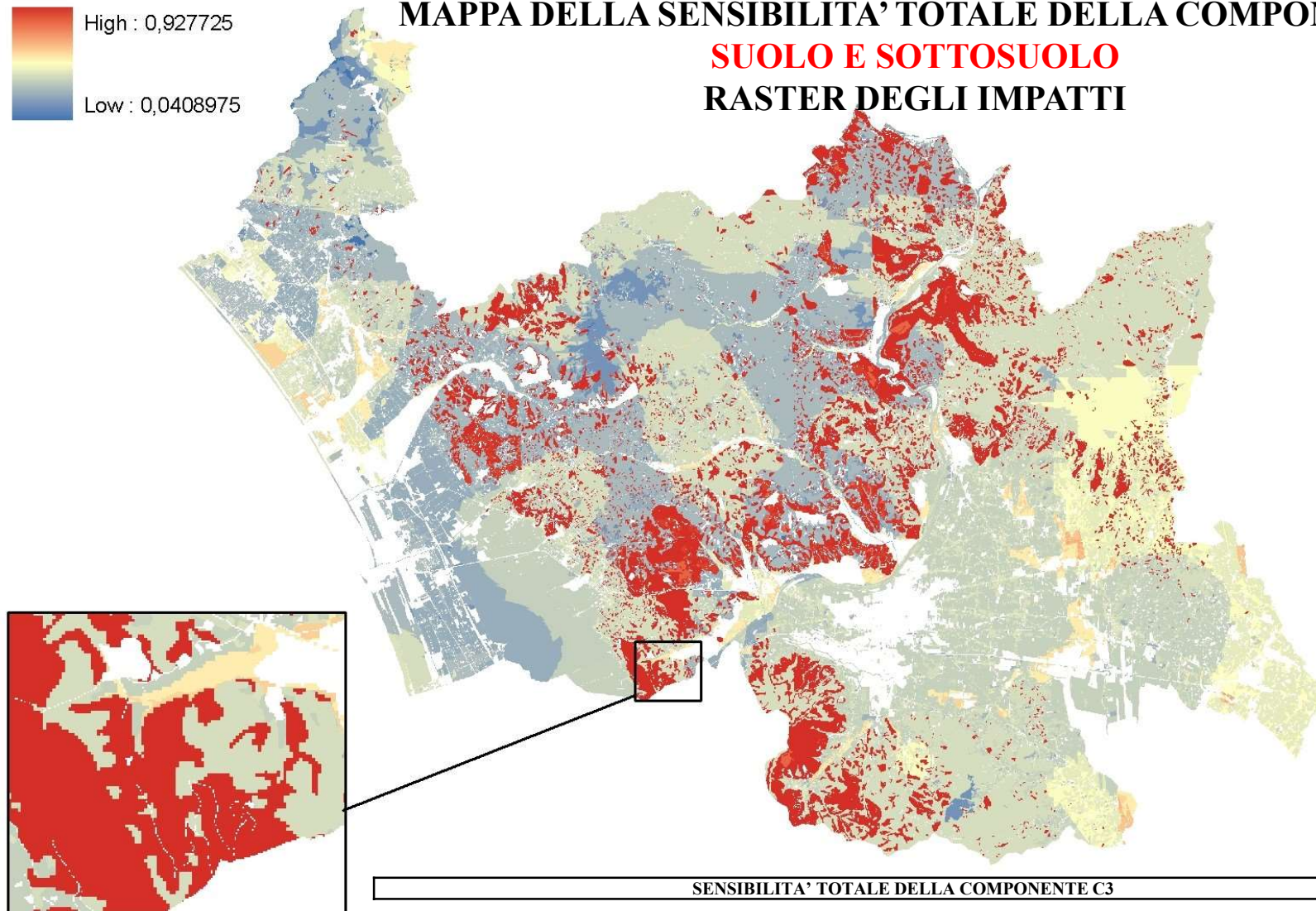
PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA INTEGRATA combinata con la pluviometria



ES. ANALISI DI SENSIBILITÀ DEL TERRITORIO PER LA LOCALIZZAZIONE DI VIABILITÀ



**MAPPA DELLA SENSIBILITA' TOTALE DELLA COMPONENTE
SUOLO E SOTTOSUOLO
RASTER DEGLI IMPATTI**



SENSIBILITA' TOTALE DELLA COMPONENTE C3

ES. ANALISI DI SENSIBILITÀ DEL TERRITORIO PER LA LOCALIZZAZIONE DI VIABILITÀ

		Ripulitura del sito	Movimento terre	Approvvigionamento Smaltimento materiali	Presenza dell'opera		
					Occupazione suolo	Flussi di traffico	Variazione accessibilità
ASSETTO DEMOGRAFICO	Pendolarismo						X

IMPATTI SULLA COMPONENTE PENDOLARISMO

DATI UTILIZZATI:

- Dati ISTAT "Censimento della Popolazione 2001"
- Carte sistema stradale ed ferroviario
- Flussi di traffico

IMPATTI DIPENDENTI DA

- Valore del pendolarismo in uscita associato ad ogni cella = numero totale di pendolari (interni ed esterni al Comune di appartenenza) per ogni sezione di censimento
- Accessibilità della cella stessa

LA SENSIBILITÀ VIENE CALCOLATA SOMMANDO LA SENSIBILITÀ DELLE CELLE CHE SI TROVANO AD UNA DISTANZA DI 5 KM DALL'INFRASTRUTTURA OGGETTO DI INTERVENTO

