



WORKSHOP

***Dinamica fluviale: aspetti morfo-sedimentari e biotici,
rappresentazione cartografica, sistemazione e
gestione dei sistemi alveo-pianura fluviale***



**AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE**

AREE INONDABILI E FASCE DI RISPETTO, AMBITI DI PERTINENZA FLUVIALE IL P.A.I.

**Ing. Carlo Ferranti
Ing. Valentina Vitale**



L'AMBITO DI PIANIFICAZIONE DELLA LEGGE 183/89: IL BACINO IDROGRAFICO



AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE

❑ **IL BACINO IDROGRAFICO:**

unisce sotto il profilo fisico-ambientale, ecologico
supera la divisione politico-amministrativa

❑ **LA PIANIFICAZIONE DI BACINO E' EFFICACE SE SI EVIDENZIANO LE RELAZIONI TRA COMPONENTI NATURALI E ANTROPICHE**

❑ **PROGRAMMA DI INTERVENTI PER L'AMBITO CONSIDERATO UNITARIO E SISTEMICO**

❑ **COMPONENTI AMBIENTALI SU CUI AGIRE**

rapporto tra acque superficiali e sotterranee
rapporto tra acqua e suolo
rapporto tra suolo e vegetazione

❑ **DPCM DEL 1977 PER RIPARTIZIONE DEL TERRITORIO NAZIONALE IN BACINI IDROGRAFICI**

❑ **SUCCESSIVO DPR DI RIDEFINIZIONE DEL BACINO**



FINALITA' DELLA LEGGE 183/89



□ **LETTURA INTEGRATA DEL TERRITORIO COSTITUITO DAL BACINO IDROGRAFICO**

□ **APPROCCIO SISTEMICO**

- difesa del suolo
- risanamento e tutela delle acque
- gestione del patrimonio idrico
- considerazione delle componenti ambientali

□ **L' AMBIENTE AL CENTRO DELLA SCELTA**

□ **IL PIANO DI BACINO ELEMENTO SOVRAORDINATO RISPETTO ALLA PIANIFICAZIONE URBANISTICA E DI SETTORE**



**AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE**



L' AUTORITA' DI BACINO DEL TEVERE



Comitato Istituzionale (funzione politica)

Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (presidente)
Ministro delle Infrastrutture
Ministro dei Beni ed Attività Culturali
Ministro per le Politiche Agricole e Forestali
Ministro dell'Interno per quanto attiene alla protezione civile
il Presidente della Regione Lazio
il Presidente della Regione Umbria
il Presidente della Regione Toscana
il Presidente della Regione Abruzzo
il Presidente della Regione Marche
il Presidente della Regione Emilia-Romagna
il Segretario Generale dell'Autorità di Bacino

Comitato Tecnico (funzione tecnico-consultiva)

Presidente: Segretario Generale dell'Autorità di Bacino
Membri: designati dalle Amministrazioni rappresentate in Comitato Istituzionale
Esperti: designati dal Comitato Istituzionale

Segreteria Tecnico-Operativa (funzione gestionale)

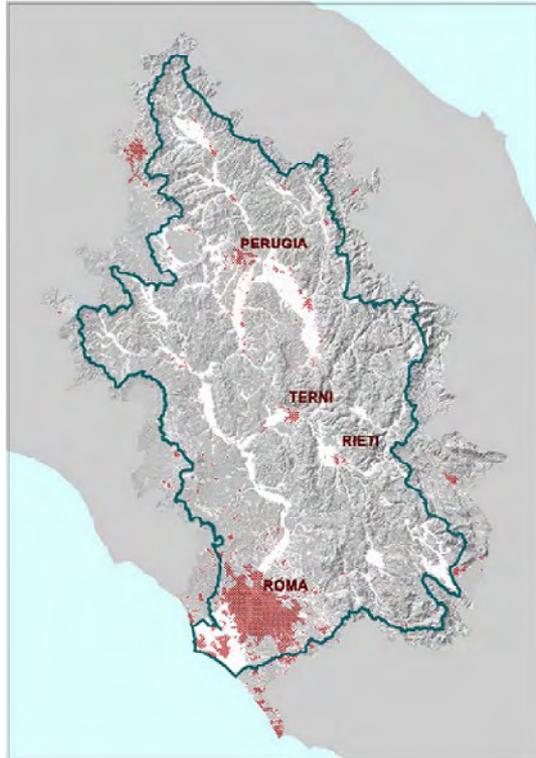
Uffici Autorità di bacino del fiume Tevere



IL BACINO DEL TEVERE



**AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE**



SUPERFICIE TOTALE DEL BACINO = Km². 17.374,996

(D.P.R. 1 giugno 1998 "Approvazione della perimetrazione del bacino idrografico del Fiume Tevere")

Costituita dal territorio delle REGIONI:

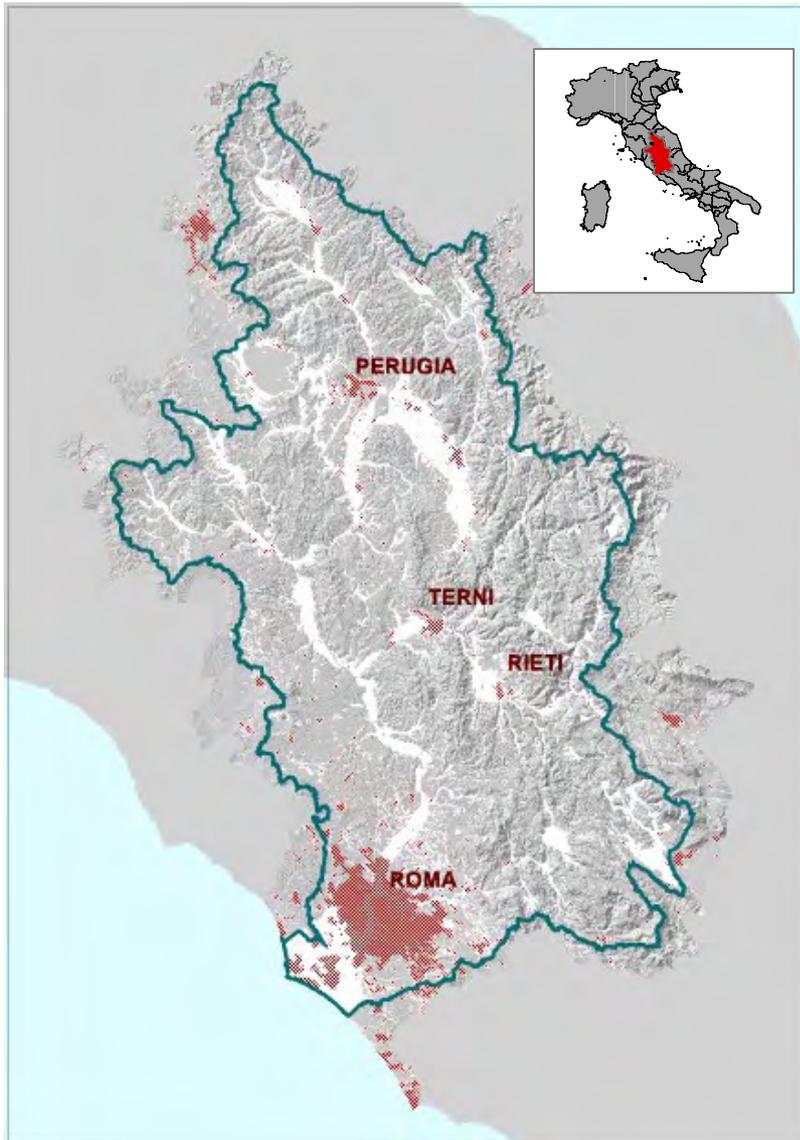
	Superficie della regione ricadente nel bacino (km ²)	% del territorio del bacino coperto dalla regione
UMBRIA	8142,454	46,863
LAZIO	7194,825	41,409
TOSCANA	1189,715	6,847
ABRUZZO	618,925	3,562
MARCHE	201,355	1,159
EMILIA-ROMAGNA	26,928	0,155

e della:

CITTA' DEL VATICANO	0,794	0,005
----------------------------	--------------	--------------



IL BACINO DEL TEVERE




AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE



Insedimenti e popolazione

- popolazione totale 4344197 ab.
- 6 regioni
- 12 provincie interessate
- 334 comuni ricadenti nel bacino

**Piane alluvionali e delta fluviale
15% del territorio**

**Aree collinari e montane
85% del territorio**

**Popolazione residente nei
principali capoluoghi rispetto
alle aree alluvionali
90%**

IL PIANO DI BACINO



AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE

- ❑ **STRUMENTO DI GESTIONE DEL BACINO IDROGRAFICO**
- ❑ **STRUMENTO CONOSCITIVO, NORMATIVO, TECNICO-OPERATIVO ATTRAVERSO IL QUALE SONO PIANIFICATE E PROGRAMMATE LE AZIONI E LE NORME D'USO FINALIZZATE ALLA CONSERVAZIONE, ALLA DIFESA ED ALLA VALORIZZAZIONE DEL SUOLO E DELLA CORRETTA UTILIZZAZIONE DELLE ACQUE, SULLA BASE DELLE CARATTERISTICHE FISICHE ED AMBIENTALI DEL TERRITORIO (ART.17, LEGGE 183/1989)**
- ❑ **PREVEDE L'ATTUAZIONE DI OPERE SU BASE TRIENNALE**
- ❑ **LA CORRETTA UTILIZZAZIONE DELLE RISORSE E LA CONSERVAZIONE DEL SUOLO CONDIZIONANO LA PIANIFICAZIONE URBANISTICA**



I CARATTERI DELLA PRIMA ELABORAZIONE DEL PROGETTO DI PIANO DI BACINO



10 PIANI STRALCIO

su aree particolari o su temi principali

BACINO DEL TEVERE

Prima elaborazione del Piano di bacino

LIVELLO INDIRIZZO PER LA PIANIFICAZIONE

LIVELLO ATTUATIVO

Piani Stralcio (aree particolari)	Piani Stralcio (Tematici)
PS1 da Orte a Castel Giubileo	PS6 Rischio Idrogeologico
PS2 Lago Trasimeno	PS7 Fascia costiera
PS3 Lago di Piediluco	PS8 Qualità delle acque
PS4 Alto Tevere	PS9 Uso della risorsa idrica
PS5 Area Metropolitana di Roma	PS10 Aspetti Ambientali

LIVELLO ATTUATIVO

LIVELLO INDIRIZZO PER LA PIANIFICAZIONE



AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE





COSA E' IL PAI

Il PAI è lo strumento di pianificazione territoriale attraverso il quale l'Autorità di Bacino si propone di:

- ➔ determinare un assetto territoriale che assicuri condizioni di equilibrio e compatibilità tra le dinamiche idrogeologiche e la crescente antropizzazione del territorio
- ➔ ottenere la messa in sicurezza dell'esistente e lo sviluppo compatibile delle future attività insediative ed infrastrutturali



AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE





COSA PREVEDE IL PAI

Il PAI persegue il miglioramento dell'assetto idrogeologico del bacino attraverso:

➔ interventi strutturali

- a carattere preventivo
- per la riduzione del rischio

➔ disposizioni normative per

- la corretta gestione del territorio
- la prevenzione di nuove situazioni di rischio
- l' applicazione di misure di salvaguardia in casi di rischio accertato



AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE



PAI-IL SISTEMA DELLE CONOSCENZE

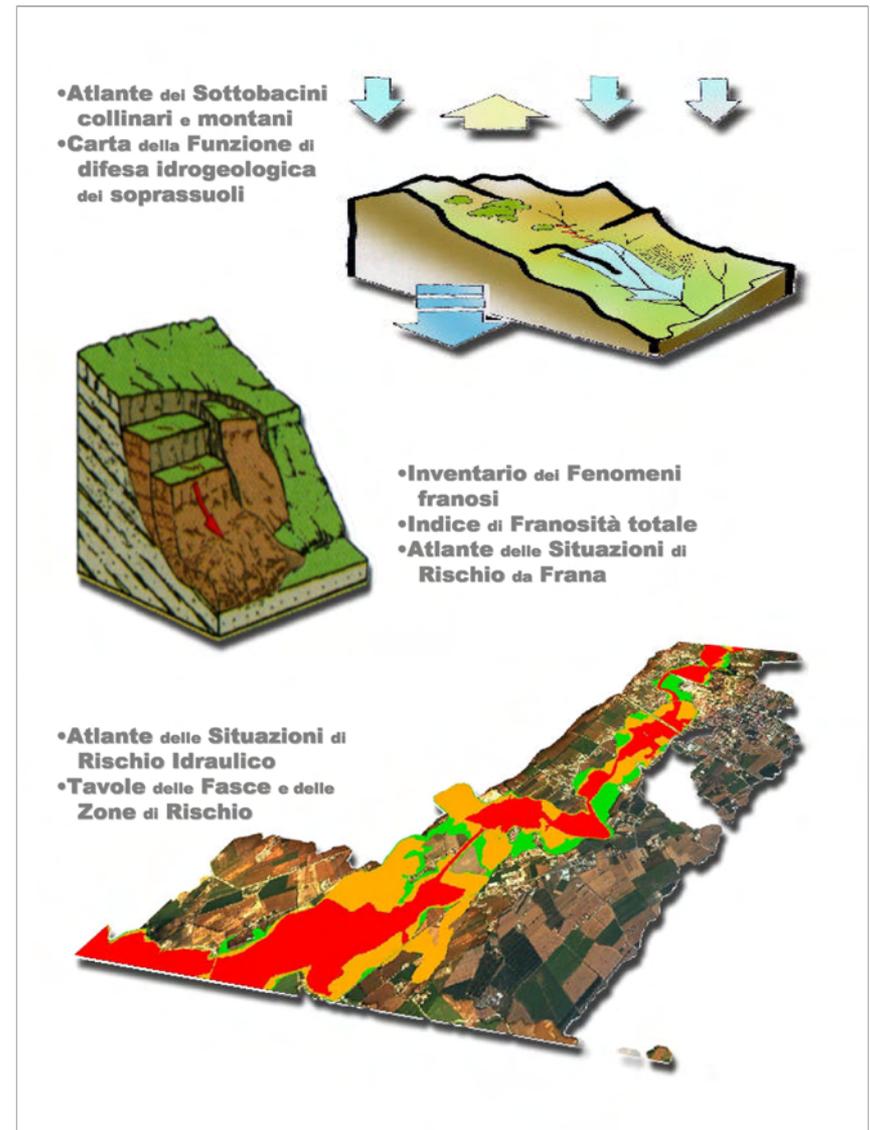
Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico

TRE LINEE DI ATTIVITA':

Efficienza dei bacini montani in termini di difesa idrogeologica

**Rischio geologico
Dissesti di versante e movimenti gravitativi**

**Rischio idraulico
Aree inondabili delle piane alluvionali**



IL PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO – P.A.I.



AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE



BACINO DEL TEVERE CLASSIFICAZIONE DEL RETICOLO

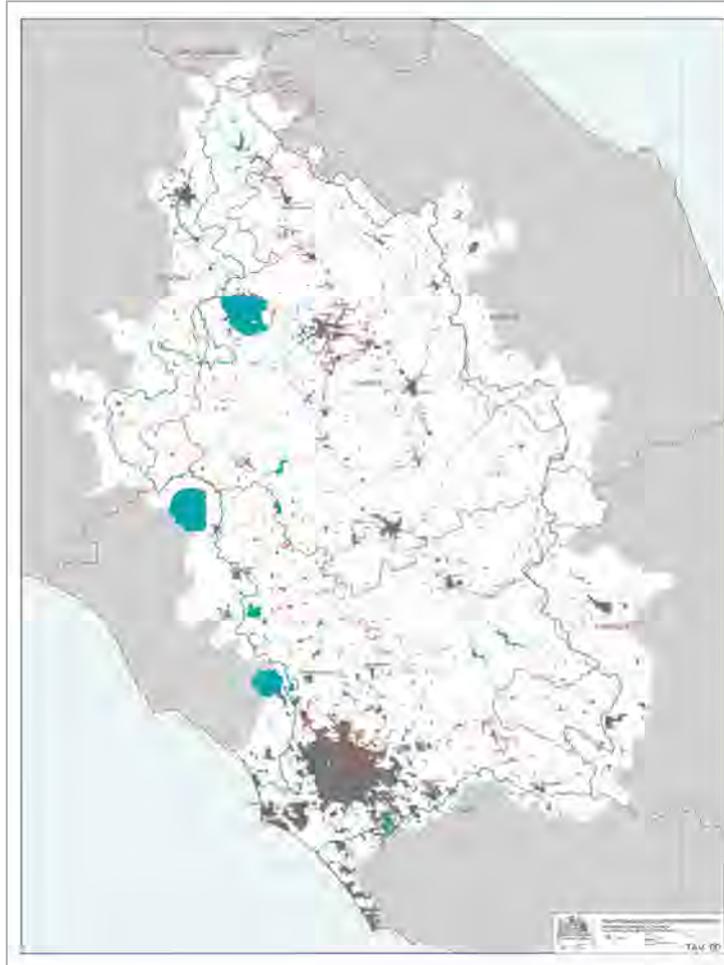
-  Reticolo Principale
-  Reticolo Secondario
-  Reticolo Minore



IL PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO – P.A.I.



AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE



Il reticolo principale

TAVOLA degli interventi connessi
ai fenomeni alluvionali del **reticolo principale**



IL RISCHIO IDRAULICO

Il concetto di rischio assunto dal PAI

La definizione del rischio fa riferimento alla nota relazione di Varnes:

$$R = P \times V \times K$$

in cui

R: rischio espresso in termini di danno atteso riferito al costo sociale, di recupero e ristrutturazione dei beni materiali danneggiati dall'agente calamitoso

P: pericolosità ovvero probabilità di accadimento dell'evento di una certa intensità

V: valore esposto, quale identificazione del valore sociale, economico, di persone, beni ed infrastrutture che ricadono nell'area soggetta al fenomeno

K: vulnerabilità, quale percentuale del valore esposto che andrà perduto nel corso dell'evento.

Tuttavia, lo stesso DPCM 29 settembre 1998 (Atto di indirizzo e coordinamento in attuazione del D.L. 180/98) al punto 2.1 "Criteri generali", si riferisce alla formula di Varnes specificando che si dovrà far riferimento ad essa solo per l'individuazione dei **fattori che determinano il rischio** senza porsi come obiettivo quello di giungere ad una valutazione di tipo strettamente quantitativo.



AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE



IL CONCETTO DI RISCHIO IDRAULICO



Il DPCM definisce le seguenti quattro classi di rischio:

R4 rischio molto elevato:

per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socio-economiche

R3 rischio elevato:

per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socioeconomiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale

R2 rischio medio:

per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche

R1 rischio moderato:

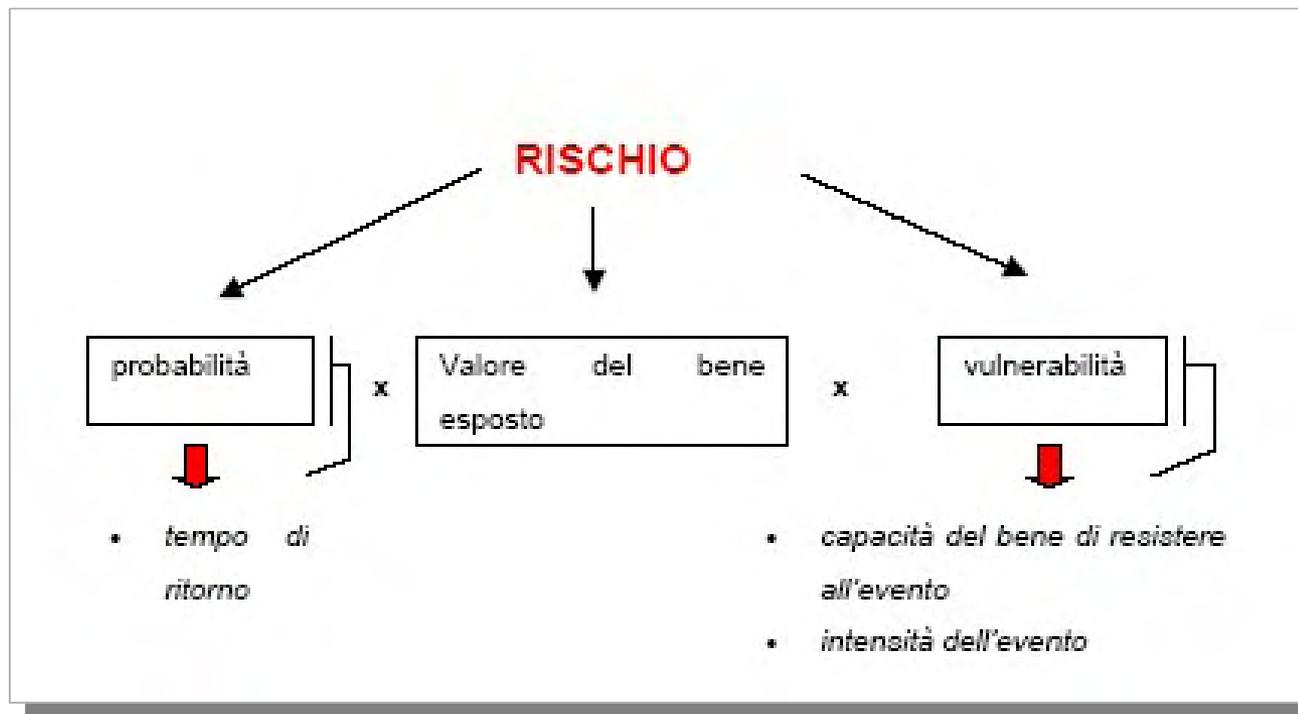
per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali.



IL CONCETTO DI RISCHIO IDRAULICO



L'analisi del rischio su tutto il territorio non può che avvenire partendo dall'utilizzo della relazione di Varnes ($R = P \times V \times K$) interpretata però sulla base del quadro conoscitivo complesso ed articolato disponibile presso l'ABT



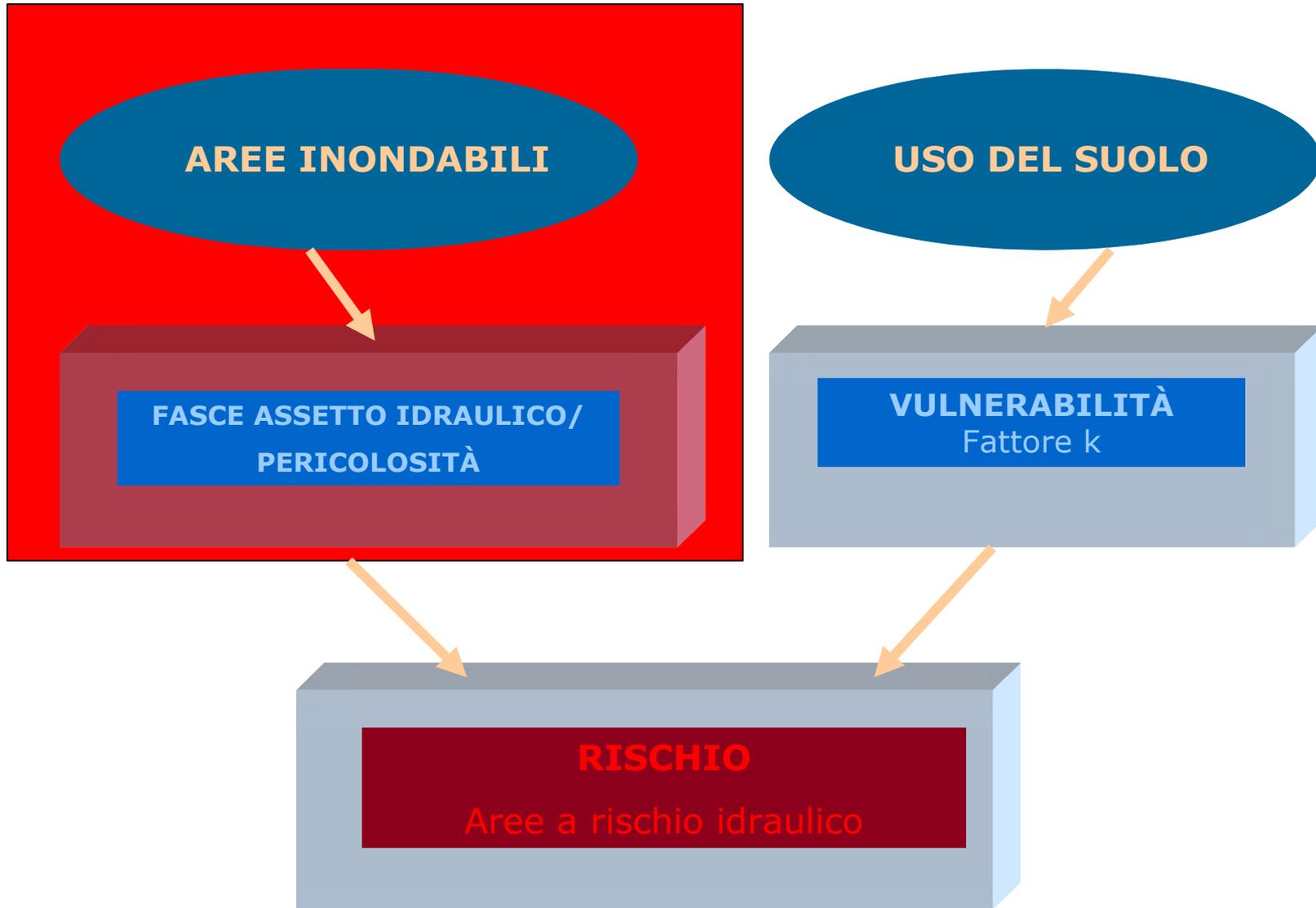
I fattori contenuti nella relazione sono parametrizzabili e possono assumere proporzioni differenti producendo contemporaneamente il medesimo risultato di livello di rischio elevato.



P.A.I. - Assetto idraulico del reticolo principale d Metodologia per l'individuazione delle aree a rischio

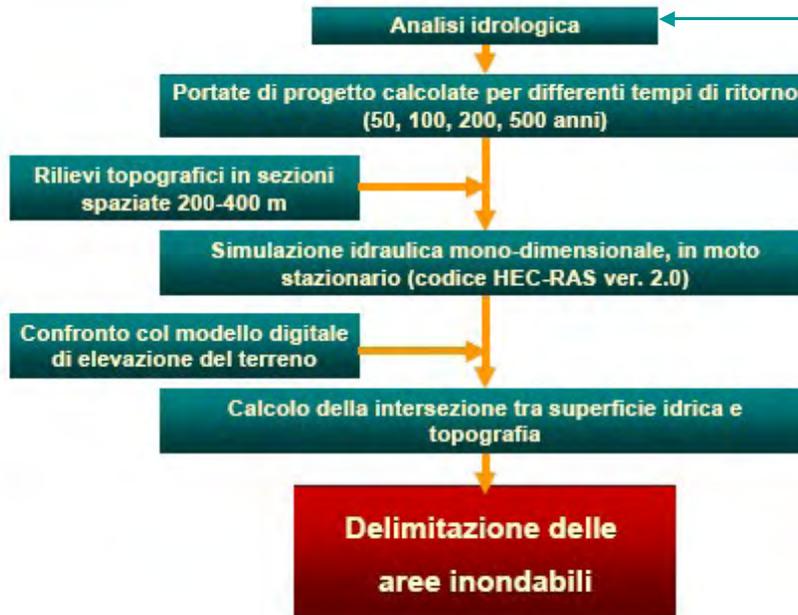



AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE



LA PERICOLOSITA' IDRAULICA

PROCEDURE DI INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA



Aspetti idrologici degli eventi critici
Caratteristiche idrologiche e climatiche
Precipitazioni di max intensità
Q al colmo

Indipendentemente dagli usi del territorio



PERICOLOSITA' E TEMPI DI RITORNO



PERICOLOSITA' è la probabilità di verificarsi, in un qualsiasi anno, di un certo evento meteorico causa di calamità naturale in un determinato luogo.

IL TEMPO DI RITORNO è l'intervallo di tempo in anni che mediamente intercorre tra due ripetizioni successive dell'evento stesso.

Il Tr si calcola dividendo il numero totale di dati " N " per il numero di dati " n " che superano o al più uguagliano il valore - soglia della grandezza fisica che misura l'intensità dell'evento stesso (altezza idrometrica, portata, altezza pluviometrica, etc.), quindi :

$$Tr = N / n$$

Analogamente, da una distribuzione matematica di probabilità, assumendo la probabilità sostanzialmente equivalente alla frequenza statistica, il Tr di un certo dato annuale si calcola con :

$$Tr = 1/P$$

essendo " P " la probabilità di superamento del valore - soglia rappresentativo dell'intensità dell'evento.

Viceversa, noto il tempo di ritorno di un dato evento è sempre valutabile, in presenza o no di una distribuzione di probabilità, la probabilità $P = 1/Tr$ di superamento dell'evento dato.

Il Tr dà una valutazione solamente media della rarità di un evento e della sua intensità



PERICOLOSITA' E TEMPI DI RITORNO



Nella pratica ingegneristica viene utilizzato accanto al T_r un altro elemento di valutazione " P^* ", che esprime la probabilità, in un ben definito orizzonte temporale " V " generalmente assunto come la vita naturale dell'opera da realizzare, che si verifichi almeno una volta un superamento dell'evento scelto come evento di progetto; tale valore è dato dall'espressione:

$$P^* = 1 - (1 - 1 / T_r)^V$$

In cui T_r è il tempo di ritorno dell'evento di progetto e V è il numero di anni di vita dell'opera.

È importante rammentare che per: $V = T_r$; $P^* = 0,63$; in altri termini, la probabilità che si verifichi almeno una volta il superamento dell'evento di progetto avente tempo di ritorno T_r , in un arco di tempo proprio pari a T_r anni, è = 63% , che manifesta un'elevata possibilità di realizzarsi di tale superamento.



AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE



PERICOLOSITA' E TEMPI DI RITORNO



Valori consigliati del T_r degli eventi di progetto per il dimensionamento di alcune opere

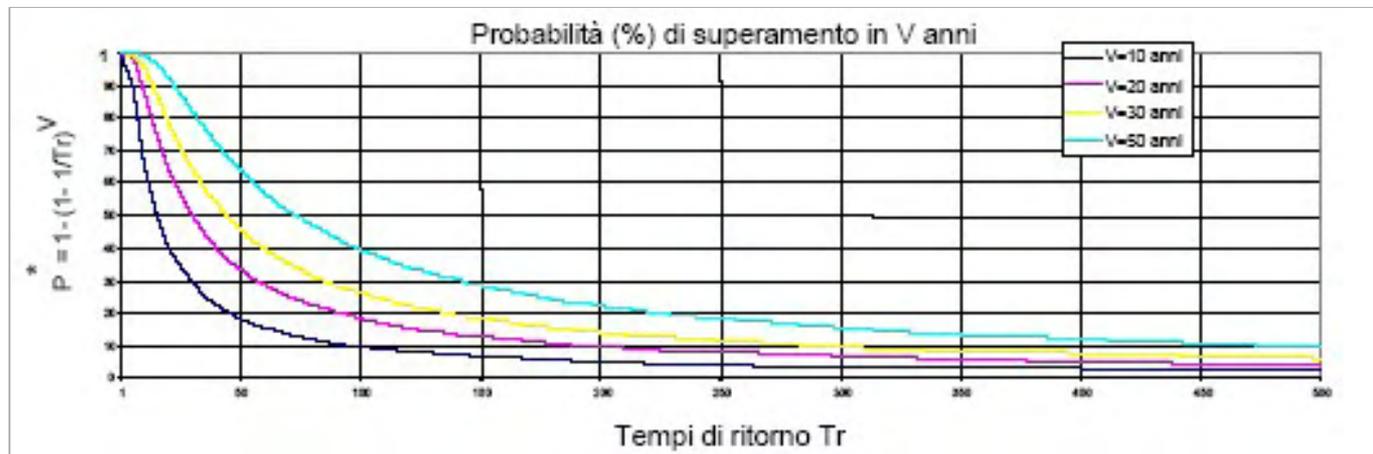
TIPO DI OPERA	TEMPO DI RITORNO (Anni)
Ponti e difese fluviali	100 - 150
Difese dei torrenti	20 - 100
Dighe	500 - 1000
Bonifiche	15 - 25
Fognature urbane	5 - 10
Tombini e ponticelli per piccoli corsi d'acqua	30 - 50
Sottopassi stradali	50 - 100
Cunette o fossi di guardia per strade importanti	10 - 20

[tratto da: Sistemazione dei corsi d'acqua; Da Deppo, Datei, Saiandin]



AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE

Curve che rappresentano il legame P^* , T_r per diversi valori di V



SIMULAZIONE DEGLI EVENTI DI PIENA

Finalità

L'attività di simulazione degli eventi di piena ha avuto un duplice scopo:

- ✓ **fornire l'individuazione delle zone a rischio di inondazione, graduando secondo quanto indicato dall'atto di indirizzo l'intensità dell'evento**
- ✓ **fornire la base conoscitiva essenziale per redigere un piano d'assetto del territorio che consenta una stabilizzazione del rapporto tra l'uso antropico del territorio e la presenza di una pertinenza fluviale, assicurando la minimizzazione del rischio insito nella necessaria coesistenza di questi due fattori tra loro antitetici.**



AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE





Vantaggi

Richiede come **parametro idraulico** per la sua completa definizione la sola conoscenza della **portata al colmo di piena, in corrispondenza di ogni tratto fluviale di studio**; il colmo poi, in generale, sarà diverso da un tratto fluviale all'altro per tener conto (in modo istantaneo, in accordo con l'ipotesi di indipendenza dal tempo) delle confluenze e degli apporti distribuiti lungo il corso d'acqua, ed ovviamente crescente all'aumentare del tempo di ritorno prescelto. Poiché non risulta di grande interesse per gli scopi fissati conoscere l'evoluzione nel tempo del fenomeno, si può evitare la necessità di definire tutto l'idrogramma di piena.

Da un punto di **vista idrologico**, la scelta di un modello di tipo stazionario impone un'analisi statistica su scala regionale per la valutazione dei colmi di piena in aree idrologicamente omogenee, ma consente di non analizzare la complessa struttura dell'evoluzione spazio-temporale delle piogge intense.

Da un punto di **vista idraulico**, equivale ad aver trascurato nel processo di propagazione verso valle dell'onda di piena il fenomeno dell'appiattimento del colmo che comunque costituisce un'approssimazione a favore della sicurezza.

Limitazioni

Impossibilità di fare considerazioni di tipo quantitativo sui **volumi messi in gioco dalla piena**: la valutazione in termini numerici delle capacità di laminazione di un'area rispetto ad un'altra, le ipotesi di localizzazione di casse d'espansione richiedono **l'adozione di un modello di moto vario, in cui questi aspetti sono descritti nella loro evoluzione temporale e spaziale, ed i volumi di piena hanno un valore finito**. Ovviamente, considerazioni di tipo qualitativo su questi ultimi aspetti possono sempre essere fatte per le situazioni più semplici, basandosi sui principi fondamentali dell'idraulica ed interpretando correttamente i risultati ottenuti con modelli in moto permanente.



AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE





MODELLO DI TIPO MONODIMENSIONALE

Nella quasi totalità dei casi esaminati le caratteristiche del movimento sono tali da considerare **la componente longitudinale** della quantità di moto preponderante rispetto a quella trasversale. Fanno eccezione alcuni particolari situazioni territoriali come **la piana reatina e la piana di S. Vittorino sul fiume Velino, ed alcuni tratti del fiume Nera a Terni**; tuttavia, ai fini della individuazione degli ambiti territoriali come sopra specificato la migliore approssimazione ottenibile con modellazioni di tipo bidimensionale è stata ritenuta di **ridotta importanza.**



AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE



CODICI DI CALCOLO UTILIZZATI



HEC-RAS calcola il profilo del pelo libero (integra l'equazione del moto imponendo un bilancio energetico tra due sezioni consecutive dando espressione alle relative perdite di carico) in caso di moto stazionario e non stazionario



FRESURE (utilizzato per verificare l'adattabilità di HEC-RAS ad alcune singolarità idrauliche del reticolo)

HEC-RAS

2. Tramite inserimento di dati geometrici (introducendo ponti, sbarramenti, ostacoli, sezioni trasversali) idrologici di alveo e corso d'acqua calcola il modello idraulico e restituisce i dati in tabella e grafica bi-tridimensionale
3. I calcoli si possono eseguire in regime di moto permanente o vario
4. Gli elaborati finali sono compatibili con il disegno automatico o i sistemi informativi territoriali.



CODICI DI CALCOLO UTILIZZATI



Disegno del tratto d'alveo, sistema dei corsi d'acqua e connessioni, inserimento sezioni trasversali (scabrezza dell'alveo e delle sponde-coefficiente di Manning)

OPERAZIONI PRELIMINARI

Grafico delle sezioni e profilo altimetrico dell'alveo

AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE

Dati per il calcolo in moto permanente e per ogni tratto un dato di Q

MODELLO IDRAULICO

Calcolo del livello del pelo libero su un'equazione applicata tra 2 sezioni successive
(valori medi della sezione e della velocità=valori agli estremi, flusso in moto uniforme)



CODICI DI CALCOLO UTILIZZATI

Equazione dell'energia idraulica applicata tra 2 sezioni successive

$$H_{(i-1)} = H_i + h_e + h_f$$

$$Z_1 + \alpha V_1^2 / 2g = Z_2 + \alpha V_2^2 / 2g + h_e + h_f$$

V = velocità media della sezione

α = coefficiente di Coriolis

h_e = perdite di energia relative alla variazione del corso d'acqua

h_f = perdite di attrito medie del tronco

Z_1, Z_2 = quote del fondo dell'alveo

V_1, V_2 = velocità medie calcolate



AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE



CODICI DI CALCOLO UTILIZZATI



HEC-RAS COSA FA??

2. Partendo dalle caratteristiche della sezione nota, determina il valore geodetico incognito in una sezione successiva attraverso una soluzione iterativa delle equazioni.
3. Ipotizza un livello di pelo libero Z_{ip} della sezione incognita di cui si conoscono solo la geometria, distanza e valori di scabrezza e lo utilizza per calcolare tutti i parametri necessari ad applicare l'equazione di equilibrio energetico.
4. Nell'applicare questa equazione si lascia come incognita Z_2 di cui viene calcolato un valore Z_c
5. Dal confronto dei valori Z_{ip} e Z_c emergerà l'entità dell'errore; se è $>$ di 0.0003 m la Z_{ip} verrà corretta ed il procedimento ripetuto fino a valori di tolleranza definiti.
6. Il risultato è visualizzato in tabella o grafici, in cui si riscontra la potenziale esondazione del corso d'acqua dal suo alveo di appartenenza.
7. Mediante la visualizzazione prospettica è possibile approssimare anche l'estensione dell'area esondata.



AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE



CODICI DI CALCOLO UTILIZZATI

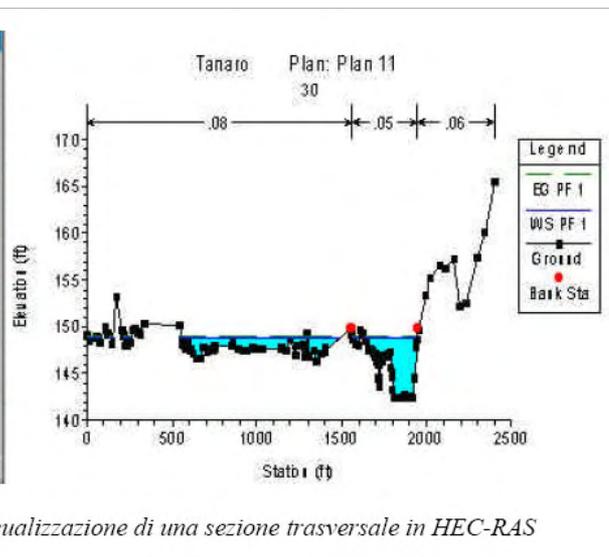
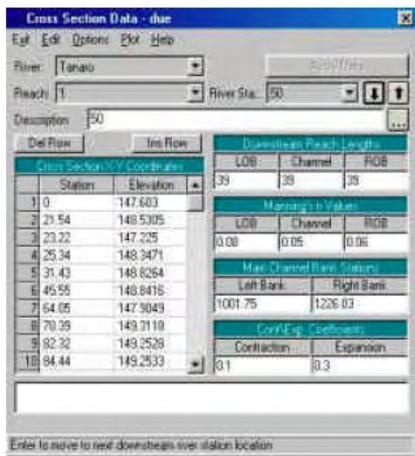


Figura 1 - Inserimento dati e visualizzazione di una sezione trasversale in HEC-RAS

AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE

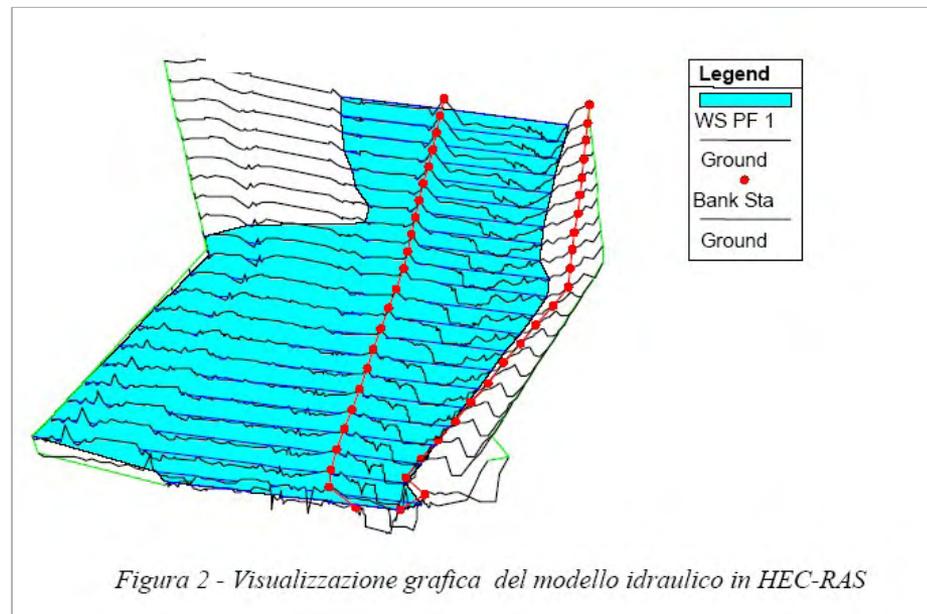


Figura 2 - Visualizzazione grafica del modello idraulico in HEC-RAS



TOPOGRAFIA DEL TERRITORIO DELLE AREE INONDABILI



Sezioni trasversali del corso d'acqua (alveo di magra, alveo di piena)

Input del modello matematico



Output del modello

(valori del livello raggiunto dalla superficie idrica sezione per sezione)



Individuazione sul territorio delle curve di intersezione tra la superficie idrica ed il suolo, perimetro delle aree inondate.



Altimetria del territorio circostante il corso d'acqua, comprensiva degli eventuali manufatti, opere e infrastrutture presenti.



TOPOGRAFIA DEL TERRITORIO DELLE AREE INONDABILI



- Rilievi topografici tradizionali

- Cartografia digitale

Autorità di Bacino del Fiume Tevere

Copertura volo ALTM

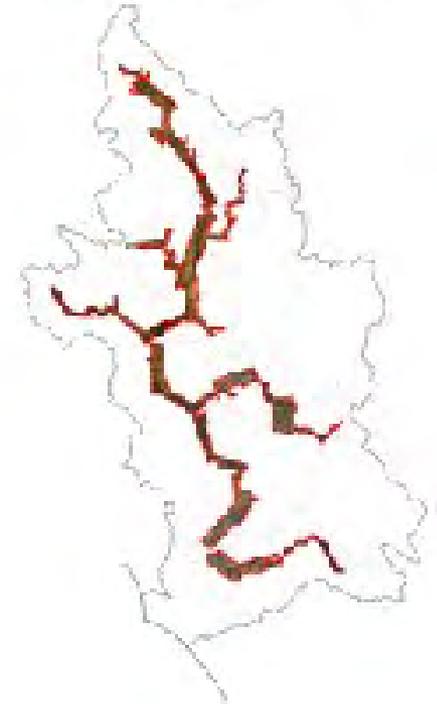
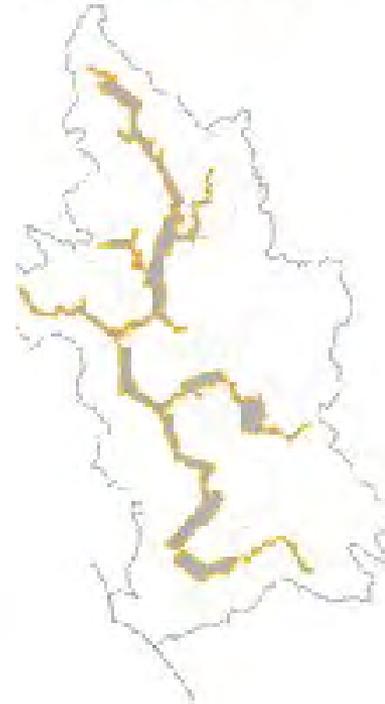
Copertura volo CASI

Area di indagine 1450 kmq

1800 sezioni d'alveo con livellazione di precisione

Rilievi ALTM (DEM di precisione h=30cm passo 2x2mt)

Immagine CASI multispettrale



Topografia del territorio delle aree inondabili



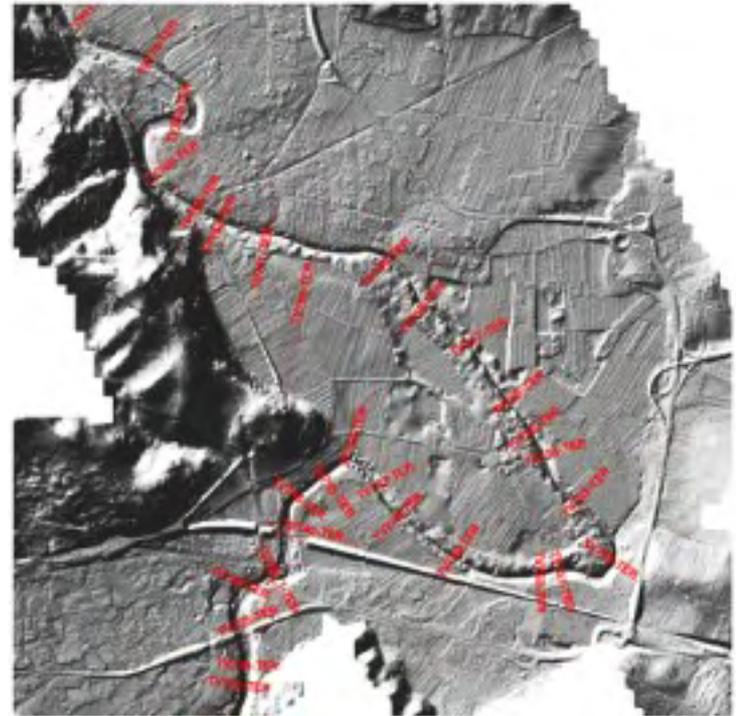
Modello digitale del terreno (maglia quadra 4mx4m, un punto ogni 2m)

Autorità di Bacino del Fiume Tevere



AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE

DTM da sensore
ALTM



Eventi simulati/portate di piena utilizzate



Sono stati assunti per le attività di individuazione e perimetrazione delle aree a rischio d'inondazione, gli eventi caratterizzati da tempi di ritorno 50, 100, 200 e 500 anni.

**Tr=50 anni/ alta probabilità di inondazione
(P=2%)**

Le aree interessate da eventi di piena con Tr = 50 anni rappresentano la cosiddetta " fascia di pertinenza fluviale", ovvero quella zona del tratto di pianura di un corso d'acqua in cui le varie forme planimetriche possono essere attivate o riattivate nel corso di eventi di piena, consentendo la libera divagazione dell'alveo all' interno di una definita porzione di territorio (impostazione geomorfologica dei fenomeni di dinamica fluviale).

Tale impostazione cerca di mettere in evidenza gli elementi che caratterizzano *la vita propria del fiume*, prendendo in esame, le variabili idrauliche, geologiche e biologiche, contribuendo in tal modo a fornire strumenti utili per una progettazione del territorio, non soltanto dal punto di vista del rischio d'inondazione, ma anche nel rispetto di una generale salvaguardia e valorizzazione delle risorse naturali e paesaggistiche.



Eventi simulati/portate di piena utilizzate



Tr=100 e 200 anni- moderata probabilità di inondazione

(eventi di rarità secolare P=1 e 0.5%)



AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE

L'esperienza indica il raggiungimento di un giusto equilibrio tra grado di sicurezza e costo dell' opera per i *Tr tra 100 e 200 anni*.

Nella pratica della progettazione di opere di ingegneria civile destinata alla difesa idraulica dei centri abitati, residenziali o produttivi, o di opere quali ponti strade autostrade sono assunti come eventi di progetto quelli secolari



EVENTI SIMULATI



Tr=500 anni- eventi eccezionali ad elevata intensità
(eventi di rarità notevole, cioè aventi tempi Tr compresi tra i 300 e 500 anni
Con $P=0.2$ e $0,3 \%$)



AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE

**La individuazione e perimetrazione delle aree che possono
risultare soggette a tale tipo di rischio
assume importanza ai fini della predisposizione
*di piani di allertamento e protezione civile.***

Tr=500 anni



PORTATE DI PIENA UTILIZZATE



Per ogni tratto fluviale: Q al colmo (Tr= 50,100, 200 e 500)



AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE

FIUME CHIASCIO

SEZIONE HEC - RAS	77 - 71	70 - 29	28 - 1
PORTATA (mc/s) Tr = 50 ANNI	468 - 478*	533 - 557*	550*
PORTATA (mc/s) Tr = 100 ANNI	540 - 551*	515 - 642*	1100*
PORTATA (mc/s) Tr = 200 ANNI	615 - 627*	599 - 731*	1300*
PORTATA (mc/s) Tr = 500 ANNI	715 - 729*	813 - 850*	1500*

* portata variabile in modo continuo con legge quasi lineare

SEZIONE HEC - RAS	LOCALITA' (TOPONOMASTICA CARTOGRAFIA I.G.M. 1: 25.000)
77	A MONTE DELLA CONFLUENZA CON IL FOSSO BIAGIANO E RIO DI RUFOLE
71	A MONTE DELLA CONFLUENZA CON IL TORRENTE TESCIO
70	A VALLE DELLA CONFLUENZA CON IL TORRENTE TESCIO
29	A MONTE DELLA CONFLUENZA CON IL FIUME TOPINO
28	A VALLE DELLA CONFLUENZA CON IL FIUME TOPINO
1	CONFLUENZA CON IL FIUME TEVERE



RISULTATI



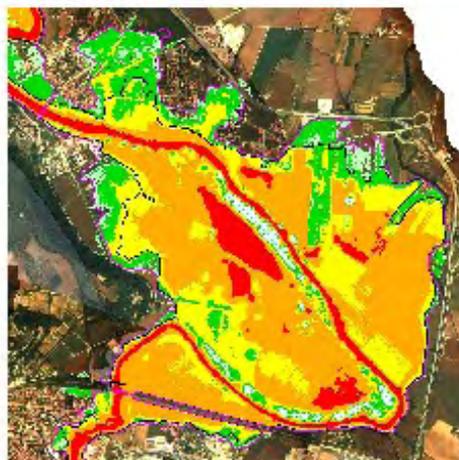
Autorità di Bacino del Fiume Tevere

Tiranti idrici per portate di progetto con Tr 50



Autorità di Bacino del Fiume Tevere

Tiranti idrici per portate di progetto con Tr 200



1. Per ciascuna sezione di calcolo il livello idrico raggiunto dalla propagazione dei diversi valori del colmo di piena
2. Intersezione della superficie idrica individuata con il modello digitale del terreno
3. Limite delle aree soggette ad inondazione per ciascun Tr



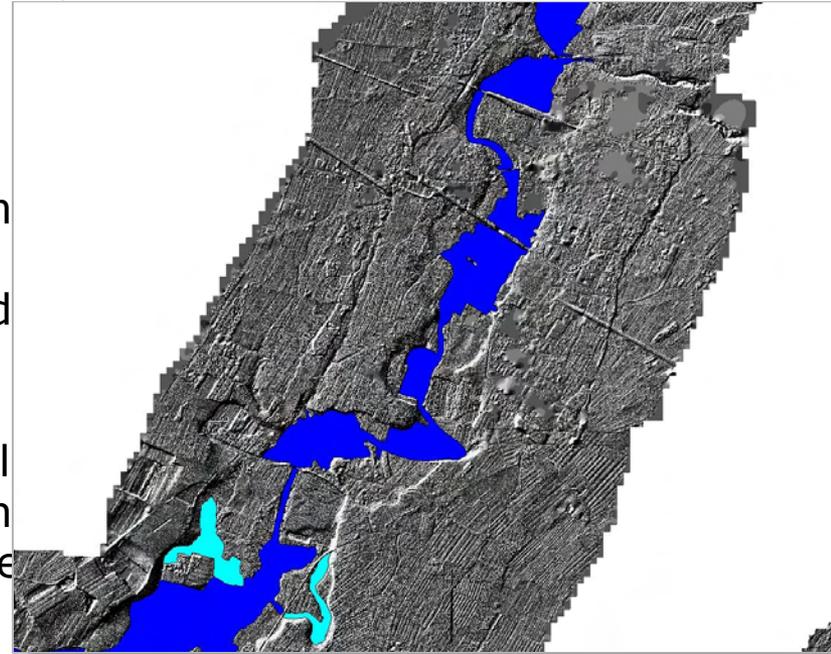
RISULTATI



❖ **Aree a rischio idraulico per inondazione "diretta"**: l'invasione delle acque partecipa "direttamente" al movimento da monte verso valle.

TR 50 diretta/indiretta

❖ **Aree a rischio idraulico per inondazione "indiretta"**, sono occupate dalle acque di piena a seguito di connessioni idrauliche con sottopassi stradali o ferroviari, canali di comunicazione, ovvero a seguito di rigurgito attraverso fossi, scoline o affluenti secondari. Nelle zone soggette ad inondazione "indiretta", il movimento delle acque nella direzione di propagazione da monte verso valle risulta praticamente nullo e, ad eccezione delle immediate vicinanze delle interconnessioni che hanno causato l'allagamento, le acque possono considerarsi stagnanti.



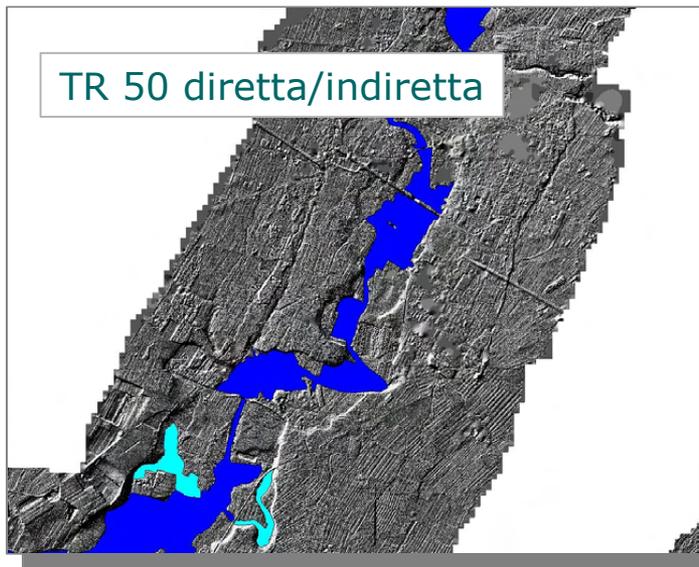
→ Diversa pericolosità sul territorio



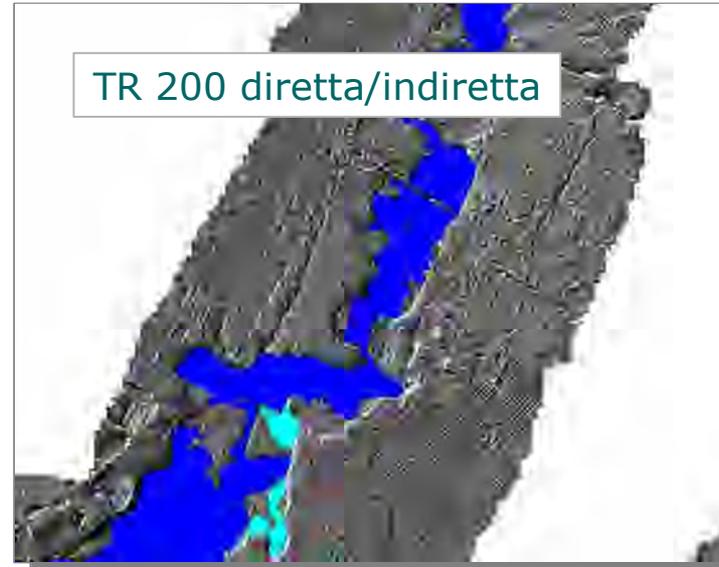
FASCE DI PERICOLOSITA' IDRAULICA



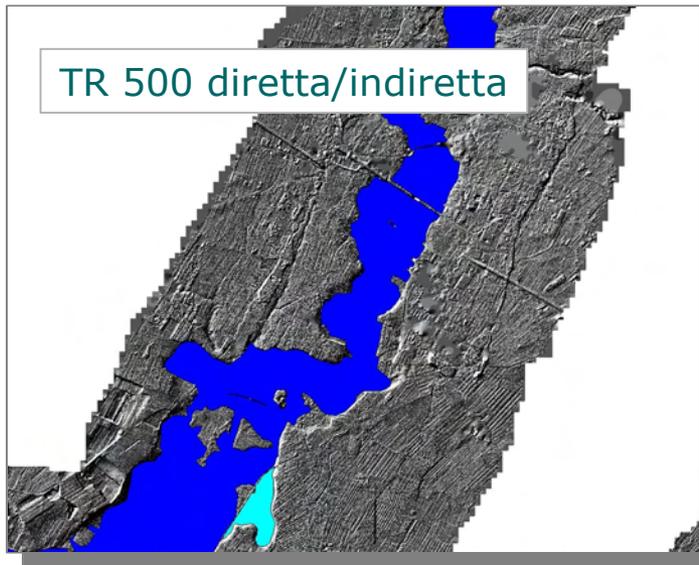
TR 50 diretta/indiretta



TR 200 diretta/indiretta



TR 500 diretta/indiretta



I MODELLI IDRAULICI PER LA SIMULAZIONE DELLE ONDE DI PIENA:

- **TR 50 PIENA ORDINARIA**
- **TR 200 PIENA STRAORDINARIA**
- **TR 500 PIENA ECCEZIONALE**

RESTITUISCONO LE FASCE DI PERICOLOSITA' IDRAULICA CHE COSTITUISCONO LA BASE PER L'INDIVIDUAZIONE DELLE ZONE DI RISCHIO



INDIVIDUAZIONE DELLE AREE MARGINALI TR50 E TR 200



Legenda
Giallo = area marginale TR 50
Marrone = area marginale TR 200

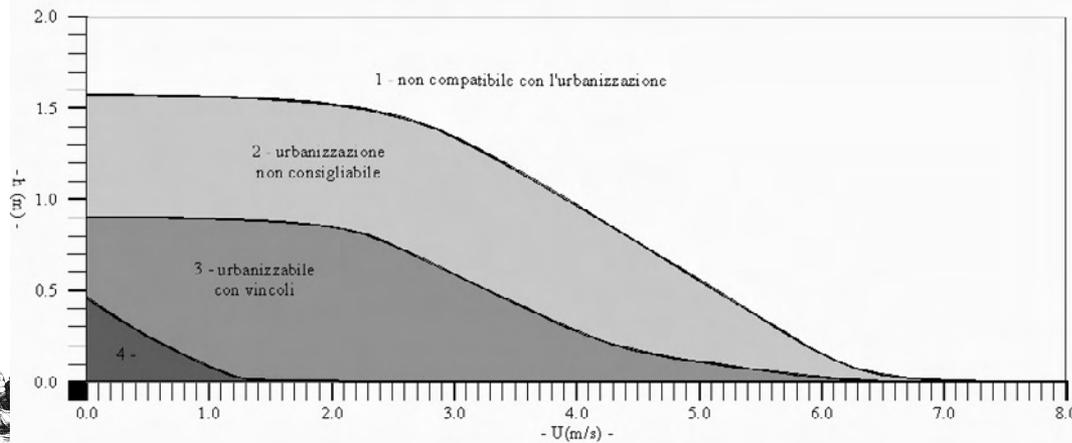


AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE

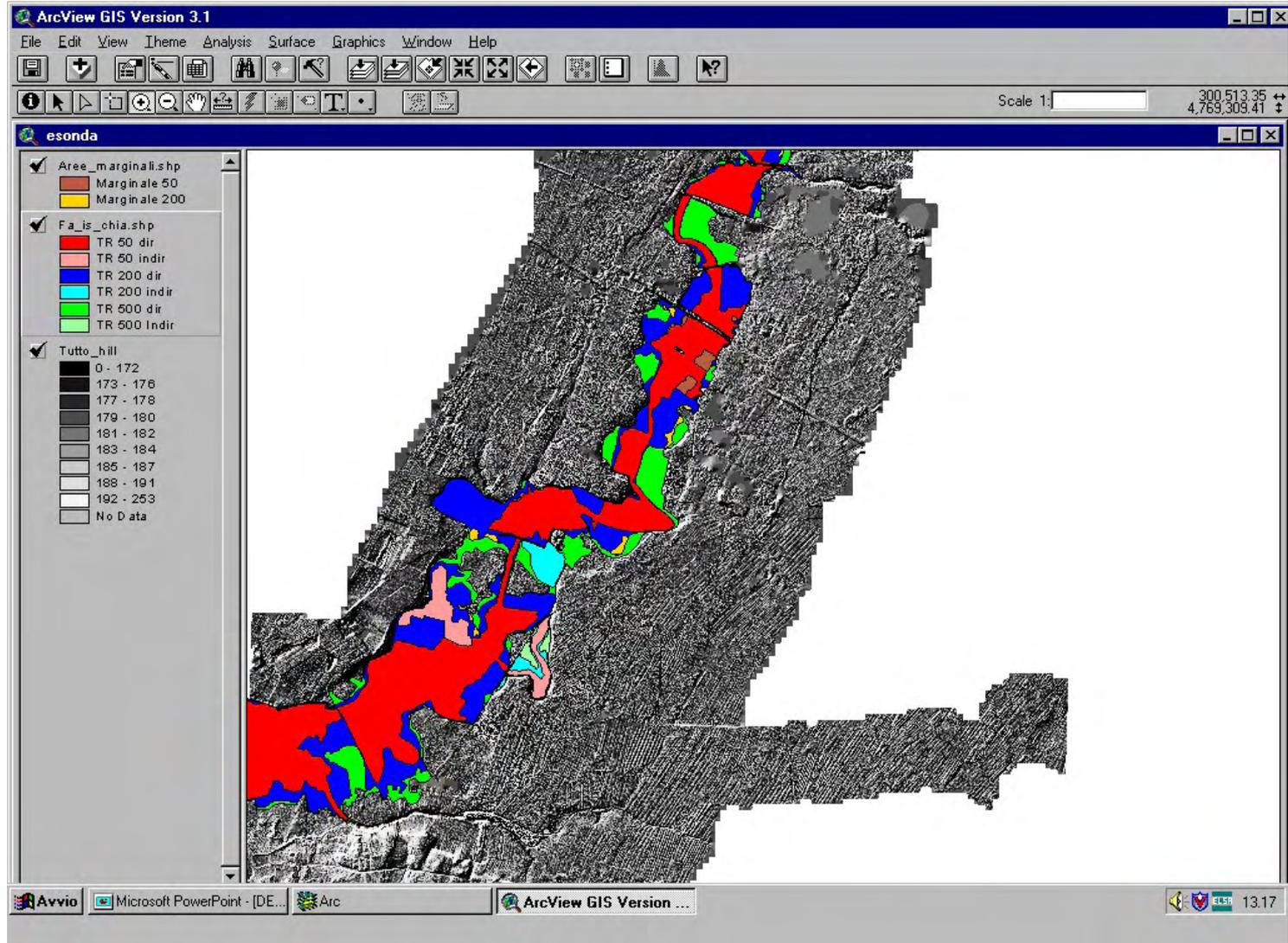


Livello di pericolo in aree inondabili

Tirante idrico 30-40 cm



Elaborazione intermedia: aree inondabili dirette e indirette con sovrapposta la marginalità della TR50 e TR 200



AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE



CREAZIONE CARTA DELLE FASCE DI ASSETTO IDRAULICO



TR 50 dir/indir
TR 50 marg
TR200 dir/indir
Tr 200 marg
TR500 dir/indir



Classificazione

Fascia A		Fascia B			Fascia C	
Tr50 dir	Tr 50 Indir.	Tr 50 margin	Tr200 dir	Tr 200 indir	Tr 200 Margin.	Tr 500 dir

FASCE DI ASSETTO IDRAULICO/PERICOLOSITÀ



CARTA DELLE FASCE DI ASSETTO IDRAULICO



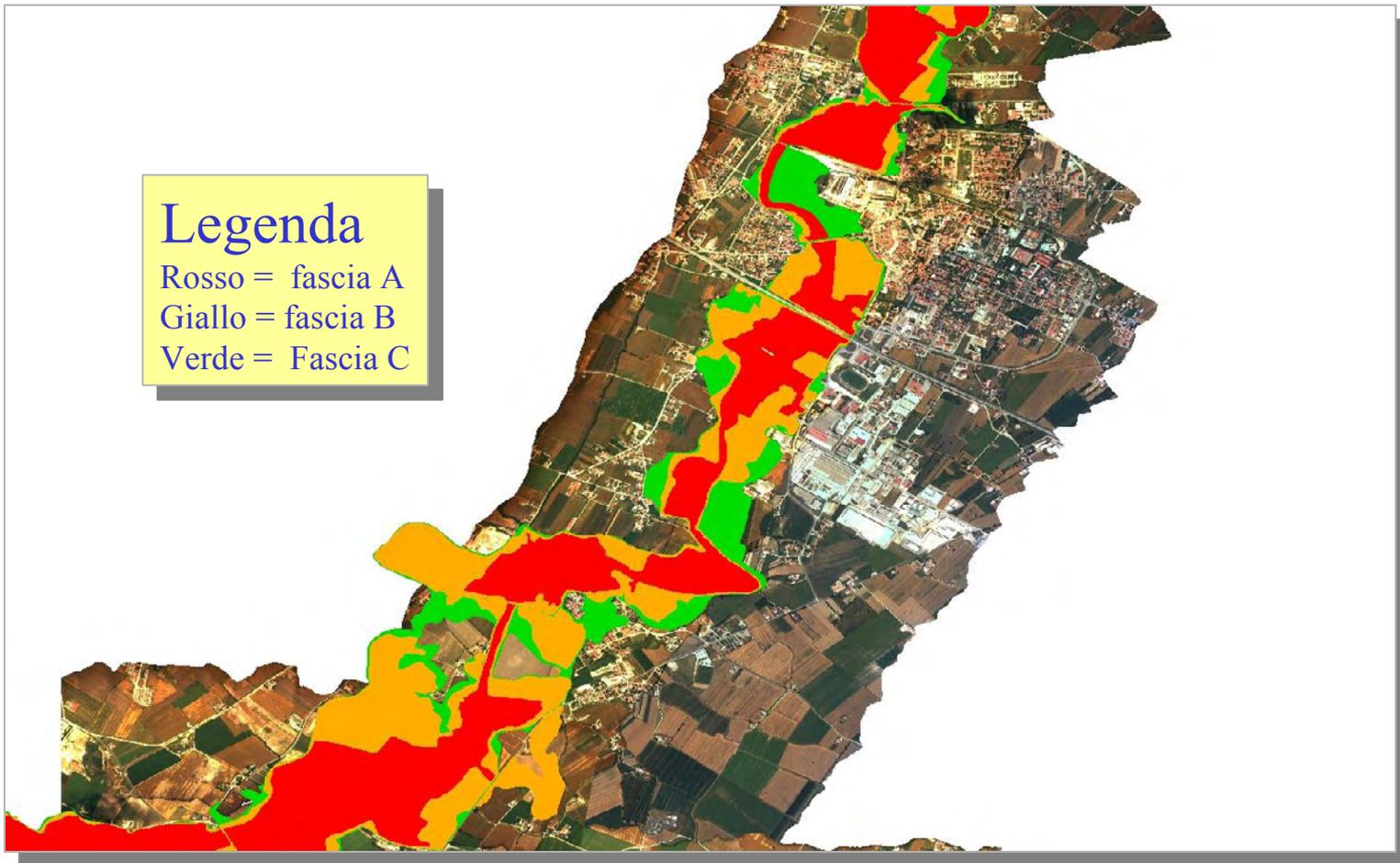
AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE

Legenda

Rosso = fascia A

Giallo = fascia B

Verde = Fascia C



ALLE FASCE DI PERICOLOSITA' CORRISPONDE UNA FASCIA DI ASSETTO CHE DISCIPLINA LE ATTIVITA' COMPATIBILI AL SUO INTERNO



CARTA DELLE FASCE DI ASSETTO IDRAULICO

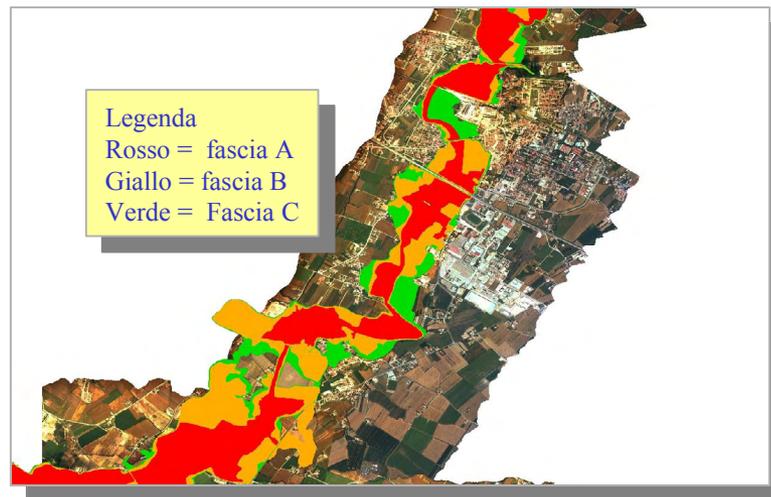


Fascia A – obiettivi di assetto

- Garantire il libero deflusso della piena di riferimento Tr 50 anni
- Consentire la libera divagazione dell'alveo inciso assecondando la naturalità delle dinamiche fluviali
- Garantire la tutela ed il recupero delle componenti naturali dell'alveo funzionali al contenimento di fenomeni di dissesto (vegetazione ripariale, morfologia)



AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE



Fascia B – obiettivi di assetto

- Garantire il mantenimento delle aree di espansione naturale della piena
- Controllare la pressione antropica
- Garantire il recupero e la tutela del patrimonio storico – ambientale

Fascia C – obiettivi di assetto

- Assicurare un sufficiente livello di sicurezza alle popolazioni insediate, ai beni ed ai luoghi attraverso la predisposizione di Piani di cui alla L. 225/92.



INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DI RISCHIO



AREE INONDABILI

**FASCE ASSETTO
IDRAULICO/PERICOLOSITÀ**

USO DEL SUOLO

VULNERABILITÀ
Fattore k

RISCHIO
Aree a rischio idraulico


**AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE**



VALORE DEL BENE ESPOSTO E VULNERABILITA'



La **vulnerabilità di un bene** dipende dalla sua capacità di resistere all'evento calamitoso in relazione all'intensità di quello specifico evento.

Il valore del bene esposto identifica il valore sociale, economico, di beni ed infrastrutture che ricadono nell'area soggetta al fenomeno.

Per valutare quantitativamente la vulnerabilità è necessario conoscere le caratteristiche strutturali, costruttive ed il livello di efficienza del bene nonché le caratteristiche dell'evento calamitoso ad esempio attraverso la velocità di propagazione dell'onda di piena o il tirante idrico

Esso non è pertanto applicabile compiutamente alla scala dell'intero bacino idrografico.

Nella impossibilità di valutare significativamente in termini economici tutte le diverse tipologie di beni esposti distribuiti all'interno delle fasce di esondazione nonché la loro vulnerabilità, **il PAI ha assunto come elemento di valutazione del valore del bene e della sua vulnerabilità, la possibilità di perdita di vite umane in relazione alle specifiche destinazioni d'uso dei beni distribuiti sul territorio.**



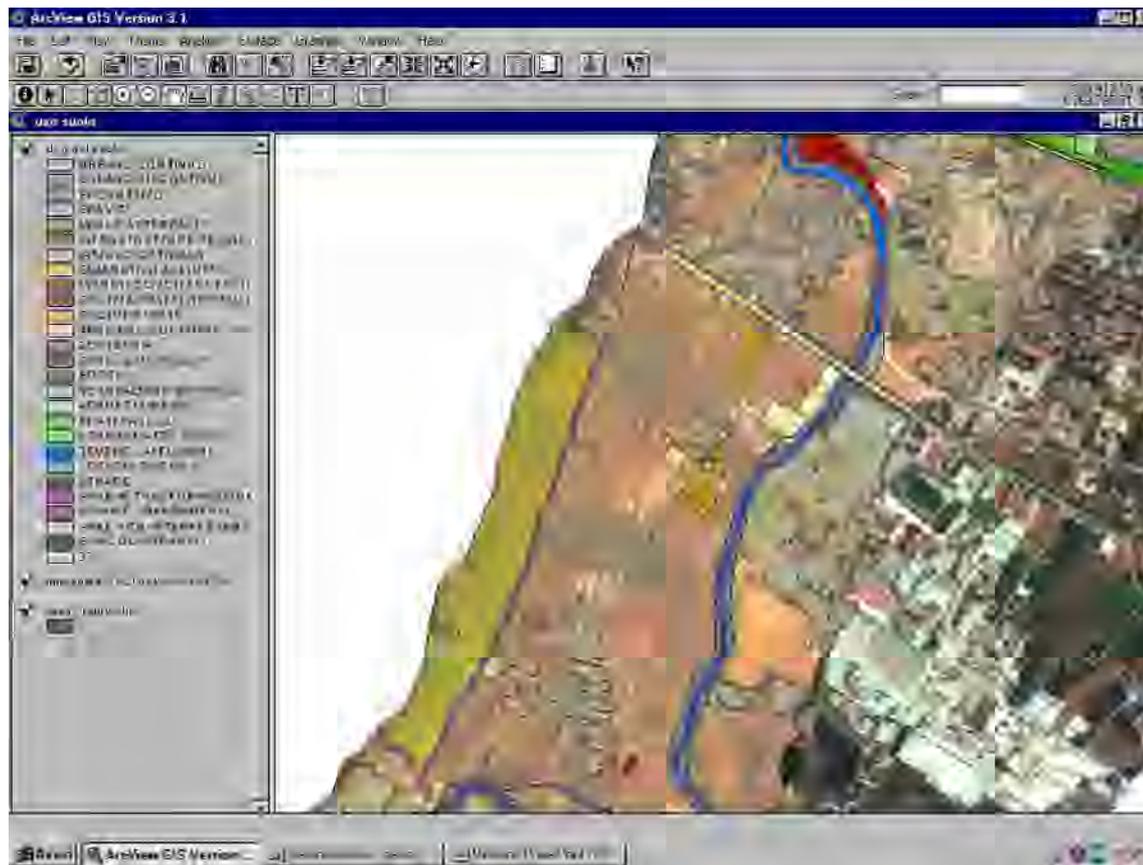
GLI USI DEL SUOLO NELLE AREE INONDABILI



La valutazione delle destinazioni d'uso del territorio si articola in 4 gradi di sensibilità:

molto elevata ME elevata E media M bassa B

La lettura degli usi del suolo effettuata attraverso l'interpretazione delle ortofoto digitali prodotte dall'Aquater in scala 1/10.000 e la composizione del quadro della pianificazione comunale hanno consentito l'individuazione delle diverse tipologie di beni esposti.



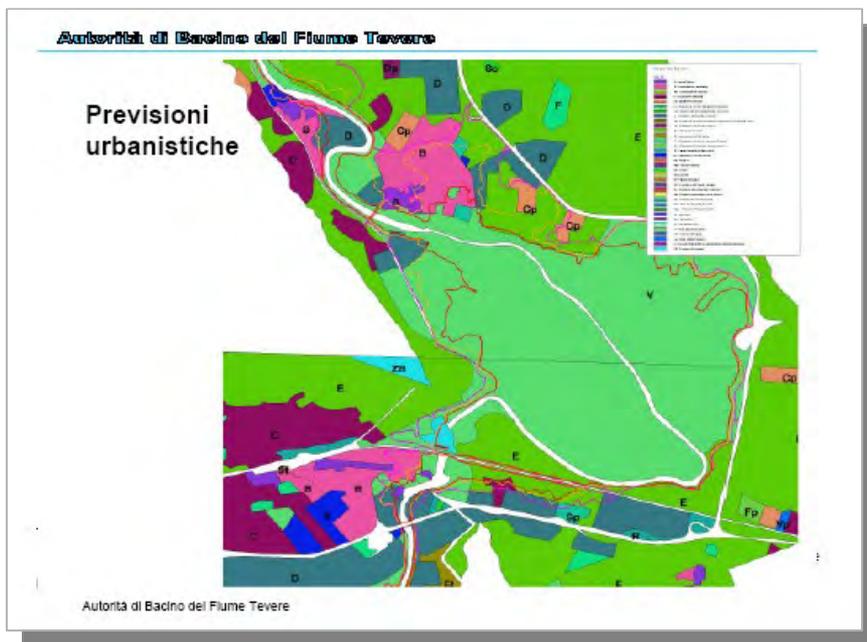
AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE



USI DEL SUOLO LE PREVISIONI URBANISTICHE



Tra le tipologie di uso del suolo sono state incluse anche le aree gravate da previsione urbanistica in modo da poter avere una visione globale delle utilizzazioni dei suoli



Le aree però non hanno dato luogo a perimetrazioni di aree a rischio per:

- 2. la continua evoluzione della strumentazione urbanistica che rende il dato di partenza (la previsione urbanistica dello strumento comunale ad una certa data) troppo mutevole nel tempo e quindi inutilizzabile;**
- 3. una scelta progettuale del Pai di regolamentare eventuali previsioni urbanistiche incompatibili con gli obiettivi del Pai, attraverso la disciplina adottata per le fasce A,B,C**



Creazione carta della vulnerabilità/ Elaborazioni



USO DEL SUOLO

classificazione

VULNERABILITÀ
Fattore k



AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE



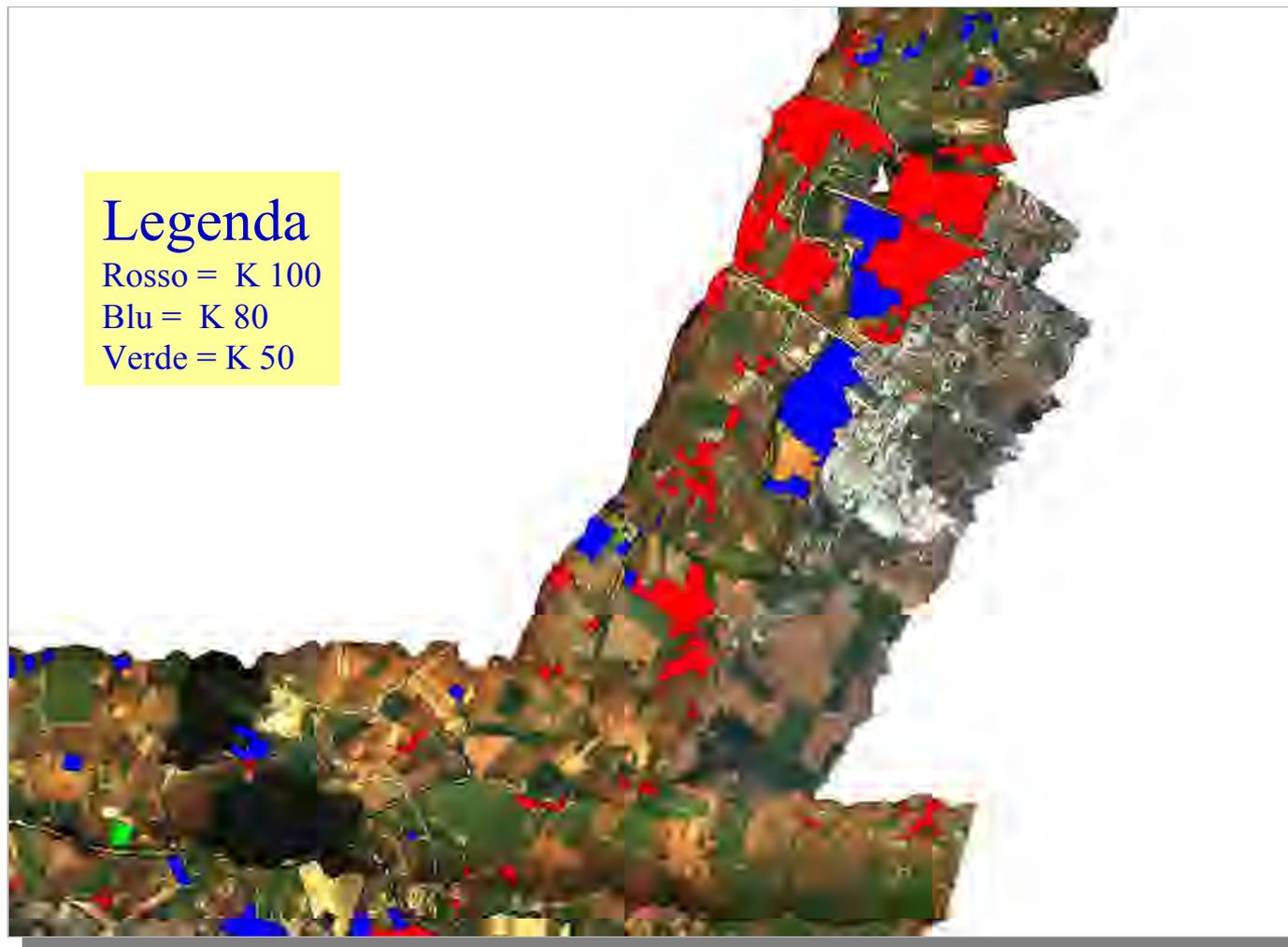
TIPOLOGIA DEI BENI ESPOSTI E SENSIBILITA'

BENE ESPOSTO	Codice	SENSIBILITA'
Edificato continuo	Rc	ME (100)
Edificato discontinuo	Rd	ME (100)
Ospedali	Sh	ME (100)
Scuole	Si	ME (100)
Caserme	Sm	ME (100)
Edificato industriale commerciale artigianale	Pi	E (80)
Aeroporti	Sa	E (80)
Stazioni ferroviarie	Sf	E (80)
Aree per deposito e stoccaggio	Pd	E (80)
Protezione civile	Sp	E (80)
Impianti sportivi	Vs	E (80)
Depuratori	Td	M (50)
Discariche	Ts	M (50)
Centrali elettriche	Te	ME (100)
Cimiteri	Sc	B (20)
Verde attrezzato	Vp	B (20)
Seminativi irrigui	Ai	B (20)
Seminativi asciutti	Aa	B (20)
Colture orticole	At	B (20)
Vigneti	Av	B (20)
Oliveti	Ao	B (20)
Frutteti	Af	B (20)
Colture florivaistiche e sericoltura	Ac	B (20)
Colture specializzate	As	B (20)
Colture miste	Am	B (20)
Aree per impianti zootecnici.	Az	B (20)
Impianti arborei lineari	Va	B (20)
Masse boscate	Vb	B (20)
Arbusteti e cespuglieti	Vc	B (20)
Prati pascolo	Vi	B (20)
Boschi ripariali	Vr	B (20)
Specchi d'acqua	Co	B (20)
Aree in trasformazione/costruzione	Rt	B (20)
Aree nude	An	B (20)
Cave ed impianti di lavorazione	Ca	B (20)

CARTA DELLA VULNERABILITÀ



AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE



P.A.I. - Assetto idraulico reticolo principale ed individuazione aree di rischio



AREE INONDABILI

USO DEL SUOLO




**AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE**



CARTA DEL RISCHIO /ATTRIBUZIONE DELLE CLASSI DI RISCHIO



AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE



1. Le banche dati territoriali e idrologici disponibili per il reticolo principale hanno consentito una lettura del territorio per livelli informativi sovrapposti.
2. Sulla base delle ortofoto digitali sono state riportate le aree di esondazione secondo i tre tempi di ritorno di 50, 200 e 500 anni.
3. A queste porzioni del territorio è stato sovrapposto l'uso del suolo e le previsioni della pianificazione urbanistica comunale articolati secondo la tipologia dei beni esposti.
4. L'utilizzo del sistema GIS ha restituito, secondo procedure automatizzate, i valori di R compresi tra R1 ed R4

CARTA DEL RISCHIO /ATTRIBUZIONE DELLE CLASSI DI RISCHIO



TABELLA RIEPILOGATIVA DELLE ATTRIBUZIONI DELLE CLASSI DI RISCHIO

BENE ESPOSTO	codice	sensibilita'	Tr 50	Tr 50	Tr 50	Tr	Tr	Tr 200	Tr	
			Dir.	Inclr.	Marg.	200	200	Marg.	500	
			A			B			C	
Edificato continuo	Rc	100	R4	R3	R3	R3	R3	R2	R2	
Edificato discontinuo	Rd	100	R4	R3	R3	R3	R3	R2	R2	
Ospedali	Sh	100	R4	R3	R3	R3	R3	R2	R2	
Scuole	Sl	100	R4	R3	R3	R3	R3	R2	R2	
Caserme	Sm	100	R4	R3	R3	R3	R3	R2	R2	
Edificato industriale commerciale artigianale	PI - PI*	80	R4	R3	R3	R3	R3	R2	R2	
Aeroporti	Sa	80	R4	R3	R3	R3	R3	R2	R2	
Stazioni ferroviarie	Sf	80	R4	R3	R3	R3	R3	R2	R2	
Aree per deposito e stoccaggio	Pd	80	R4	R3	R3	R3	R3	R2	R2	
Protezione civile	Sp	80	R4	R3	R3	R3	R3	R2	R2	
Impianti sportivi	Vs - Vs*	80	R4	R3	R3	R3	R3	R2	R2	
Depuratori	Td	60	R3	R2	R2	R2	R2	R1=P	R1=P	
Discariche	Ts - Ts*	60	R3	R2	R2	R2	R2	R1=P	R1=P	
Centrali elettriche	Te	100	R4	R3	R3	R3	R3	R2	R2	
Cimiteri	Sg	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	
Verde attrezzato	Vp	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	
Seminativi irrigui	Ai - Ai*	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	
Seminativi asciutti	Aa - Aa*	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	
Colture orticole	At - At* - Am/At	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	
Vigneti	Av	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	
Oliveti	Ao	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	
Frutteti	Af	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	
Colture florivaistiche e serricoltura	Ac	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	
Colture specializzate	As	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	
Colture miste	Am	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	
Aree per impianti zootecnici.	Az	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	
Impianti arborei lineari	Va	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	
Masse boscate	Vb - Vb*	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	
Arbusteti e cespuglieti	Vc - Vc* - Vc/Rt	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	
Prati pascolo	Vi - Vi* - Vi/Ca	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	
Boschi ripariali	Vr	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	
Specchi d'acqua	Co - co	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	
Aree in trasformazione/costruzione	Rt - Rt* - Rt/Vs	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	
Aree nude	An - An*	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	
Cave ed impianti di lavorazione	Ca - Ca*	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	

AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE

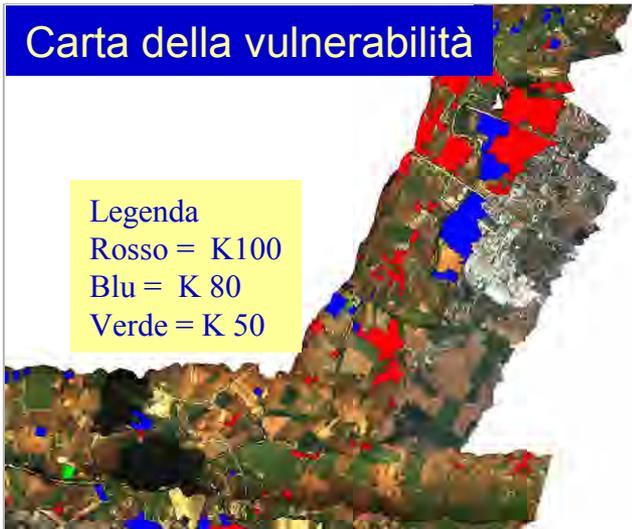


CREAZIONE CARTA DEL RISCHIO/ DATI DI INPUT E RISULTATO



Carta della vulnerabilità

Legenda
Rosso = K100
Blu = K 80
Verde = K 50



Carta delle fasce

Legenda
Rosso = fascia A
Giallo = fascia B
Verde = Fascia C



Carta del rischio

Legenda
Rosso = R4
Blu = R3
Verde = R2




AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE





Azioni volte alla mitigazione del rischio:

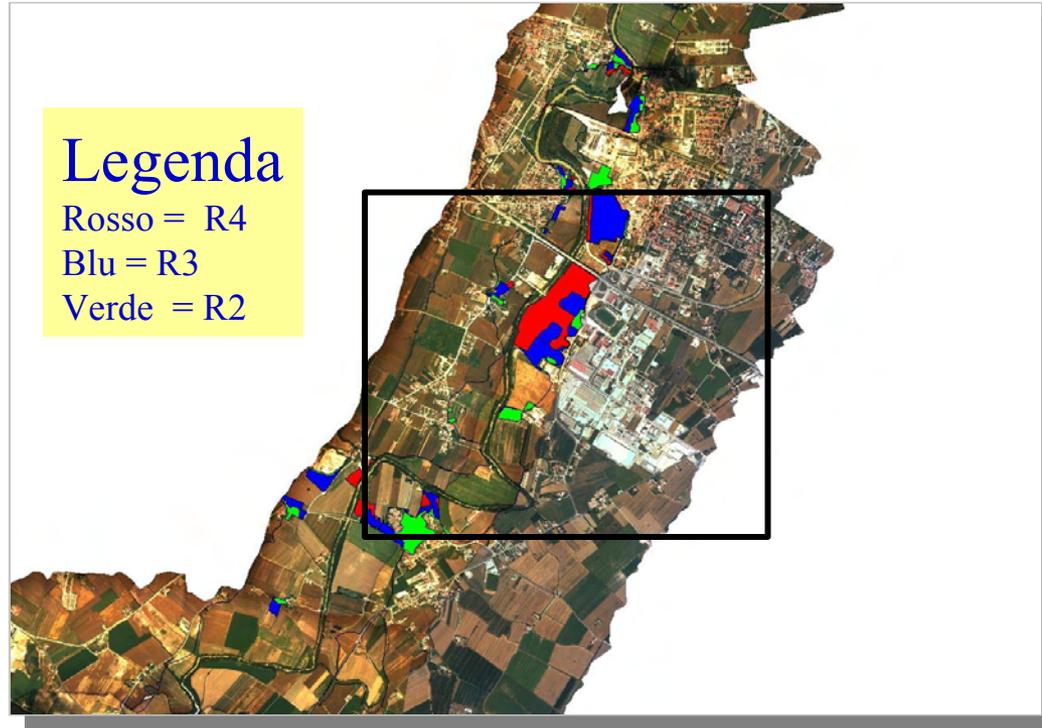
2. **INTREVENTI STRUTTURALI DI DIFESA IDRAULICA**
3. **DISPOSIZIONI TECNICO-NORMATIVE CHE DISCIPLINANO L'USO DELLE AREE A RISCHIO, DELOCALIZZAZIONI**



AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE

Legenda

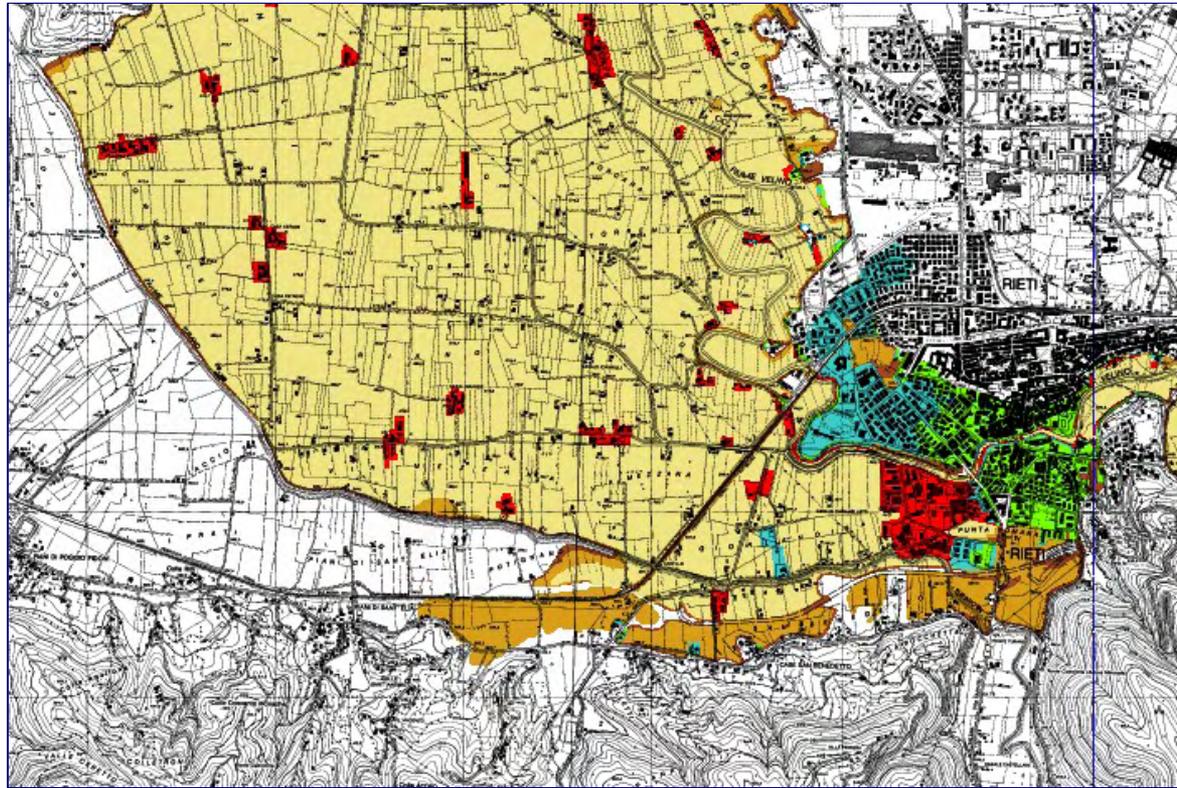
Rosso = R4
Blu = R3
Verde = R2



UN ESEMPIO DI FASCE FLUVIALI



AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE



Fasce fluviali



Fascia A - Tr 50 anni



Fascia B - Tr 200 anni



Fascia C - Tr 500 anni

Aree a rischio



Zona a rischio R4



Zona a rischio R3



Zona a rischio R2



DISPOSIZIONI PER LA FASCIA A



Per le aree libere, suscettibili di trasformazione e quindi esposte al rischio, si propone un assetto del territorio che garantisca la compatibilità dello sviluppo socio-economico con le caratteristiche delle dinamiche fluviali

Fascia A – obiettivi di assetto

- Garantire il libero deflusso della piena di riferimento Tr 50 anni
- Consentire la libera divagazione dell'alveo inciso assecondando la naturalità delle dinamiche fluviali
- Garantire la tutela ed il recupero delle componenti naturali dell'alveo funzionali al contenimento di fenomeni di dissesto (vegetazione ripariale, morfologia)

Fascia A – Disposizioni

- ulteriori insediamenti non sono compatibili con gli obiettivi di assetto



DISPOSIZIONI PER LE FASCE B e C

Per le aree libere, suscettibili di trasformazione e quindi esposte al rischio, si propone un assetto del territorio che garantisca la compatibilità dello sviluppo socio-economico con le caratteristiche delle dinamiche fluviali

Fascia B – obiettivi di assetto

- Garantire il mantenimento delle aree di espansione naturale della piena
- Controllare la pressione antropica
- Garantire il recupero e la tutela del patrimonio storico – ambientale

Fascia B – Disposizioni

Criteri ed indirizzi per la compatibilità delle attività antropiche

Fascia C – obiettivi di assetto

- Assicurare un sufficiente livello di sicurezza alle popolazioni insediate, ai beni ed ai luoghi attraverso la predisposizione di Piani di cui alla L. 225/92.

Fascia C – Disposizioni

Indirizzi e linee guida per le Amministrazioni provinciali a cui compete la predisposizione dei Piani di Protezione Civile



AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE





AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE

RETICOLO SECONDARIO E MINORE



ASPETTI METODOLOGICI



DATI A DISPOSIZIONE

Per la definizione del rischio sui corsi d'acqua del reticolo minore non si disponeva di un modello idraulico per la simulazione delle piene in analogia con quello disponibile per il reticolo principale; si è proceduto quindi alla costruzione di un archivio contenente le segnalazioni di rischio provenienti da amministrazioni locali o da provveditorati alle opere pubbliche



AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE



IL RISCHIO

Le perimetrazioni sono state aggiornate, poggiate su foto aeree del territorio e raccolte in un atlante delle situazioni di rischio sui corsi d'acqua del reticolo minore.

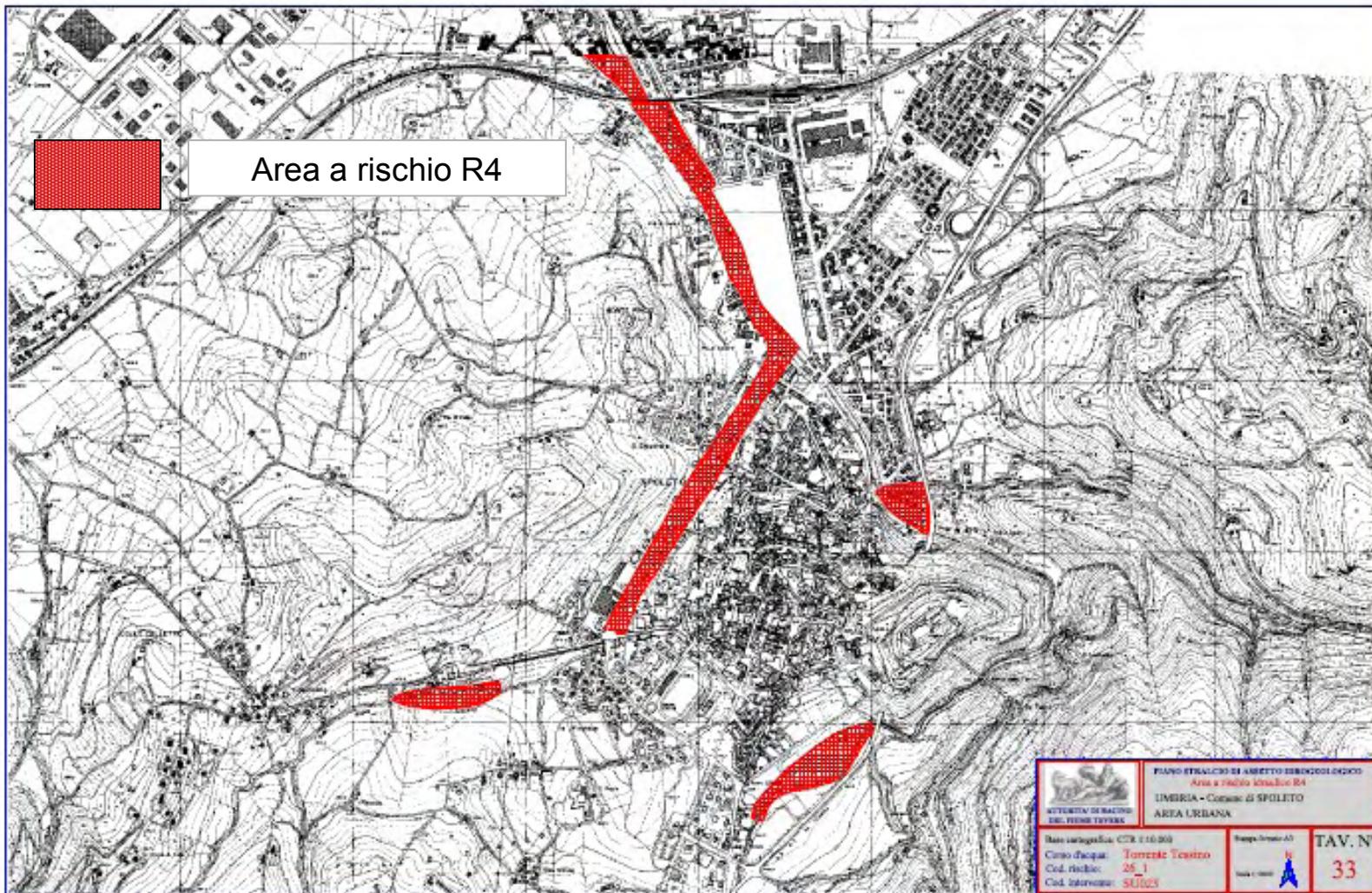
L'ASSETTO

Le fasce fluviali non sono state individuate ma sono stati forniti gli elementi metodologici ed operativi agli enti locali che dovranno individuarle.

AREE A RISCHIO SUL RETICOLO MINORE: UN ESEMPIO

Tav. 33 **SPOLETO** TORRENTE TESSINO

loc. AREA URBANA



**AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE**



Esempi di aree inondabili con forte incremento urbanistico durante l'ultimo cinquantennio

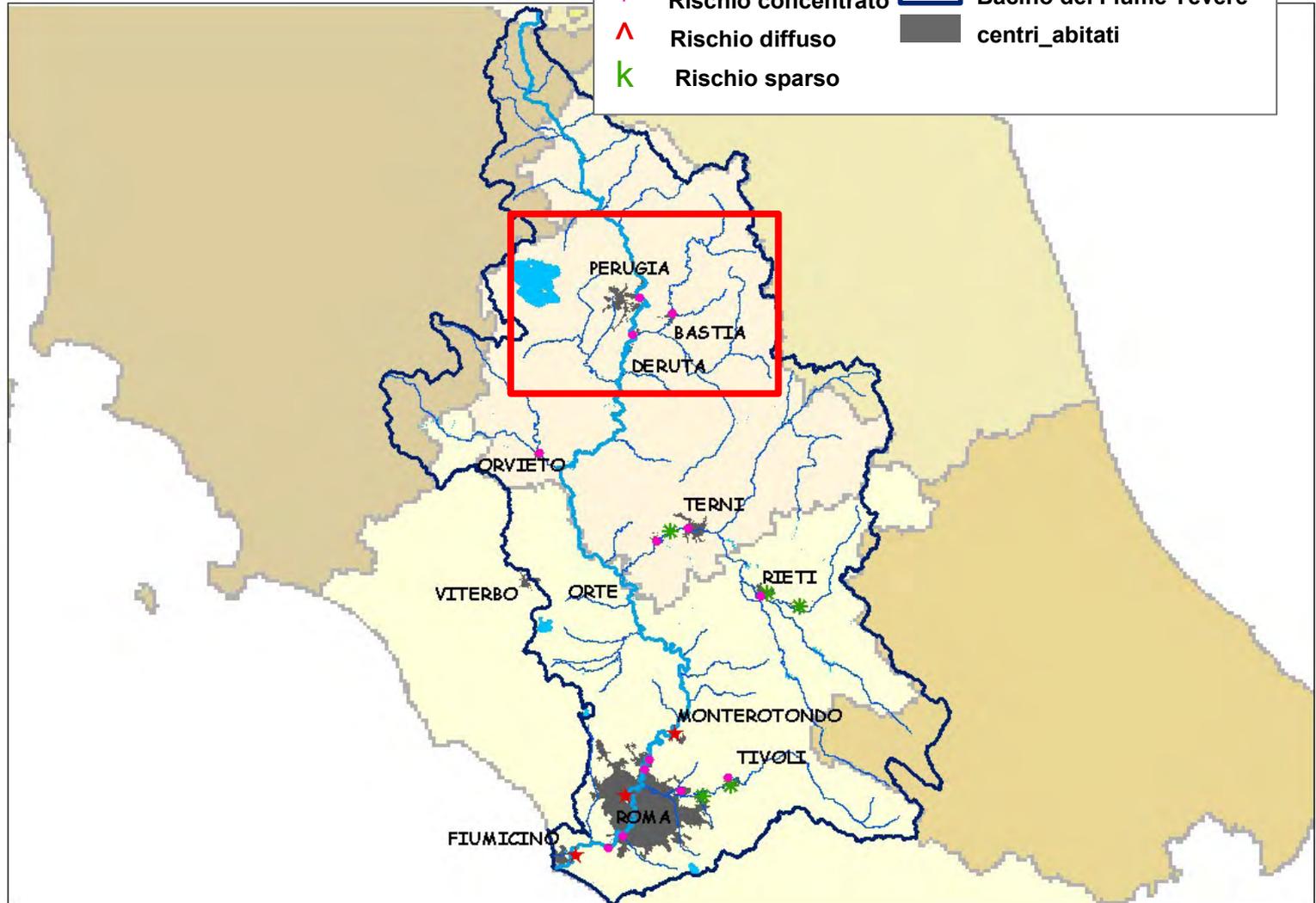


AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE



Legenda

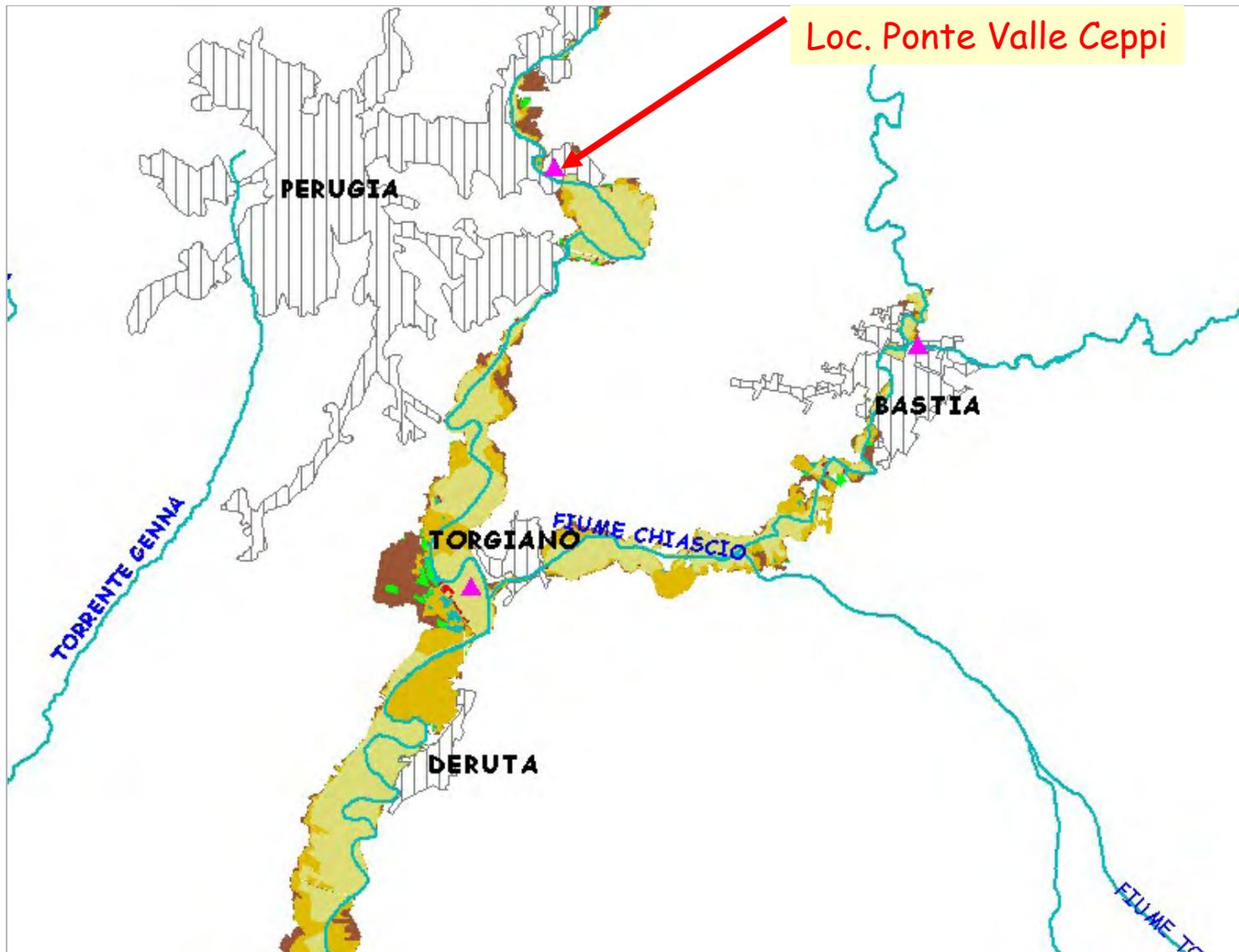
- ! Rischio concentrato
- ▲ Rischio diffuso
- k Rischio sparso
- Bacino del Fiume Tevere
- centri_abitati



Perugia Ponte Valle Ceppi



AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE



PERUGIA Ponte Valle Ceppi



AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE



PERUGIA Ponte Valle Ceppi

Immagine CASI



AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE



PERUGIA PONTE VALLE CEPPI

Cartografia Igm



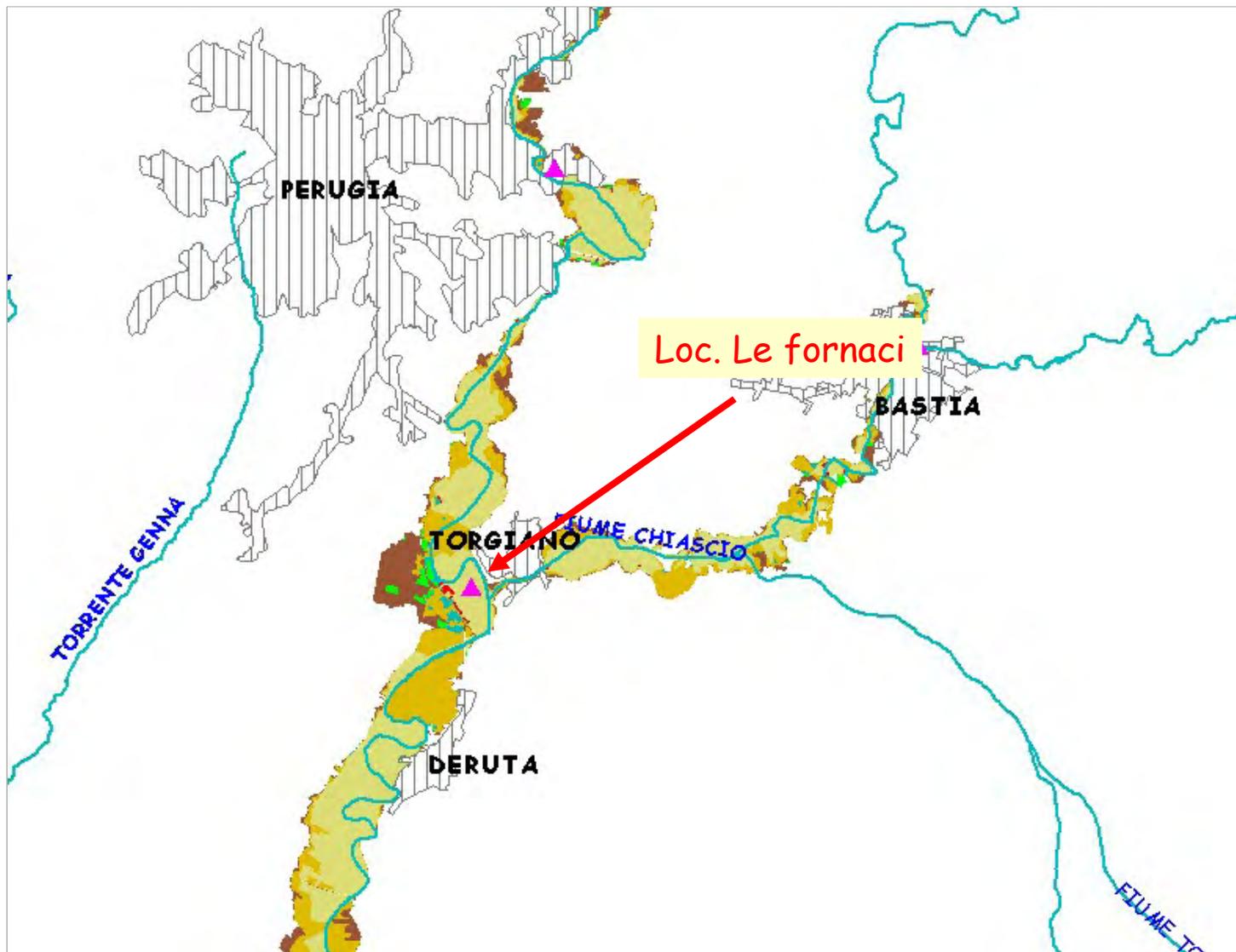
AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE



Torgiano località LE FORNACI



AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE



TORGIANO Le Fornaci



AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE

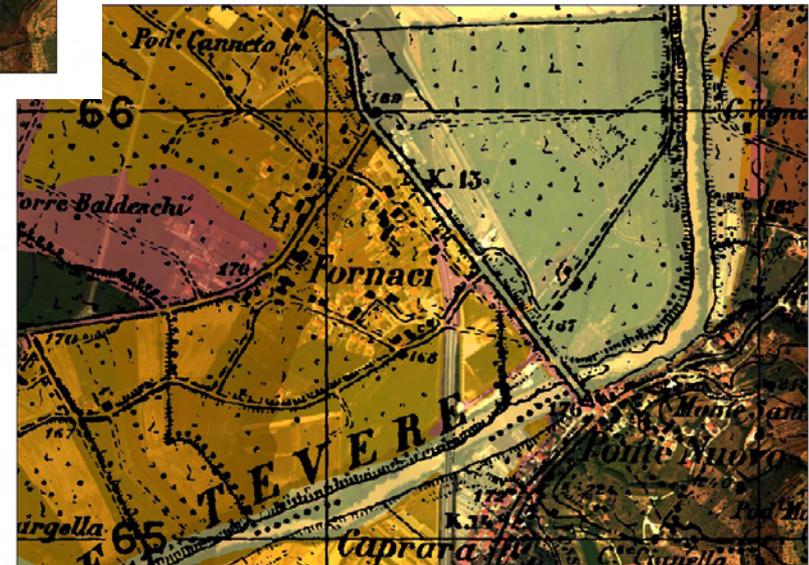


TORGIANO Le Fornaci

Immagine CASI



IGM



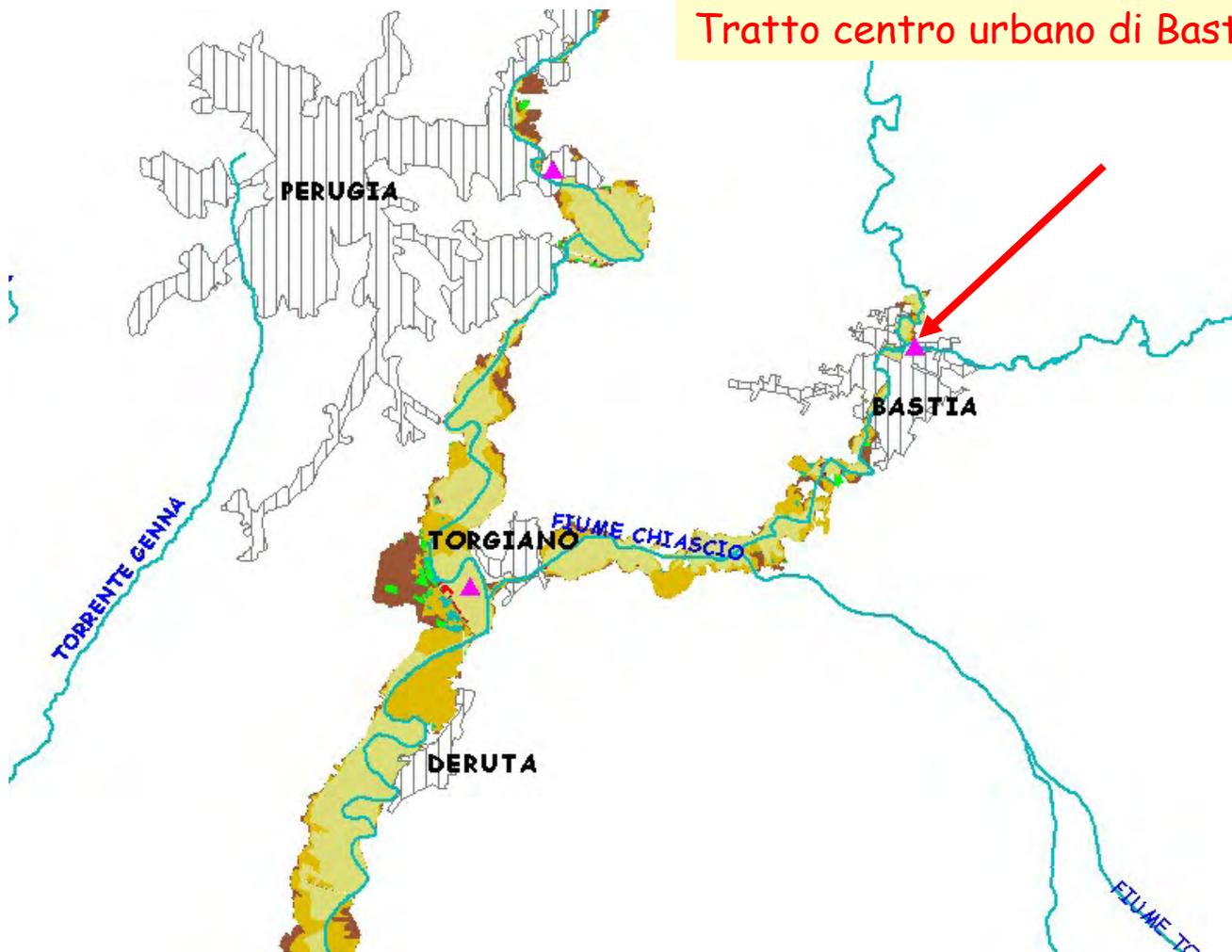
AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE



BASTIA-COSTANO



AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE



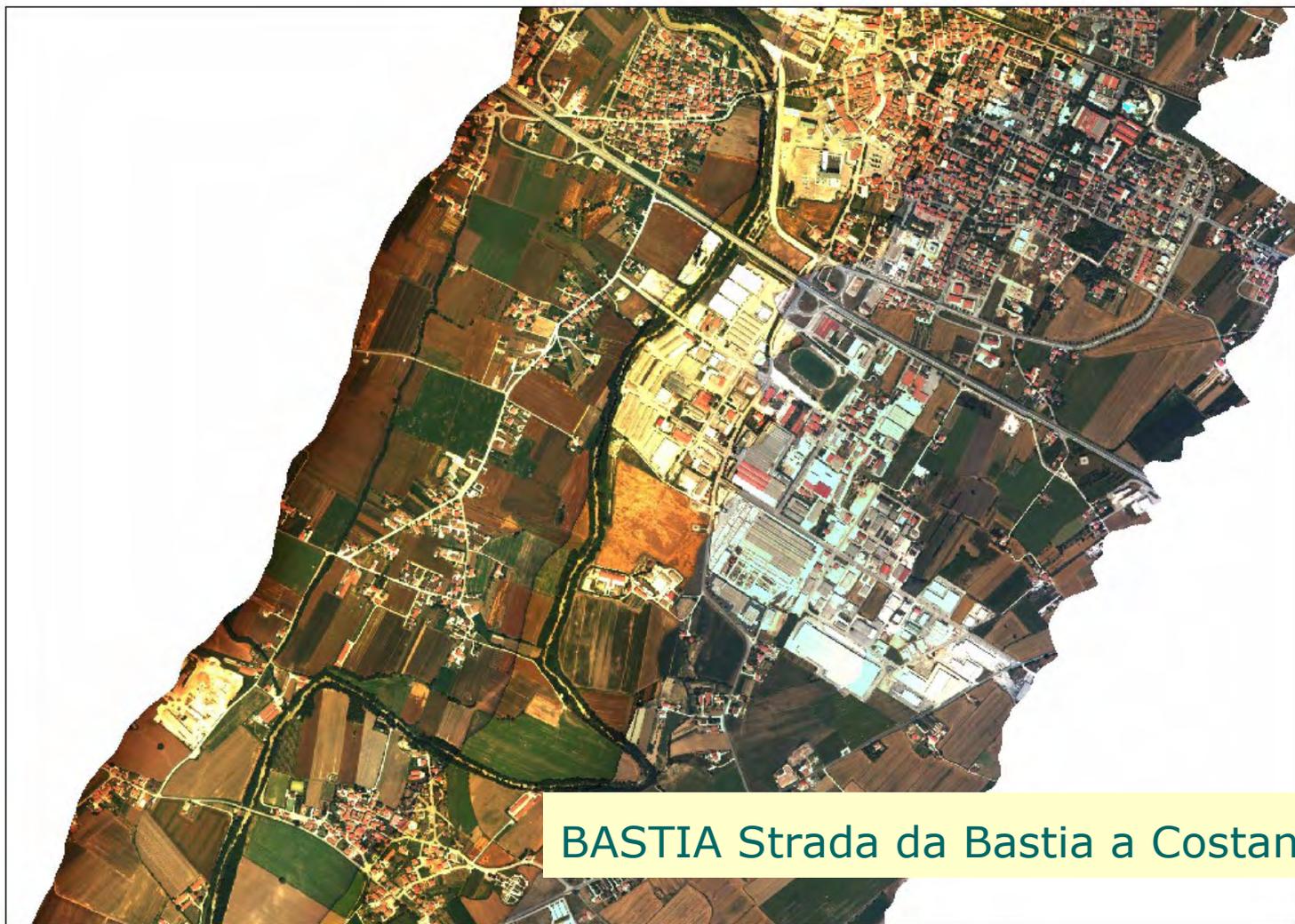
Tratto centro urbano di Bastia - Costano



TRATTO CENTRO URBANO BASTIA-COSTANO



AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE



BASTIA Strada da Bastia a Costano



TRATTO CENTRO URBANO BASTIA-COSTANO

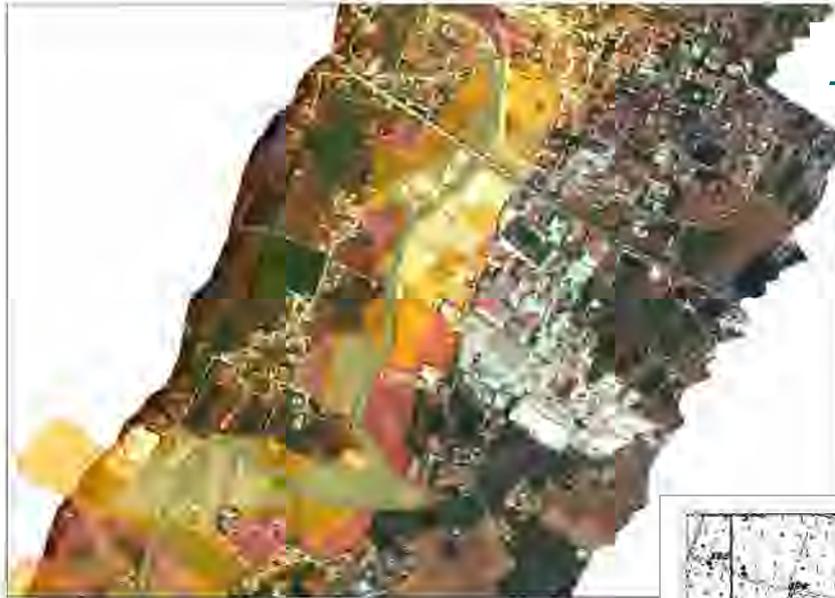


Immagine CASI

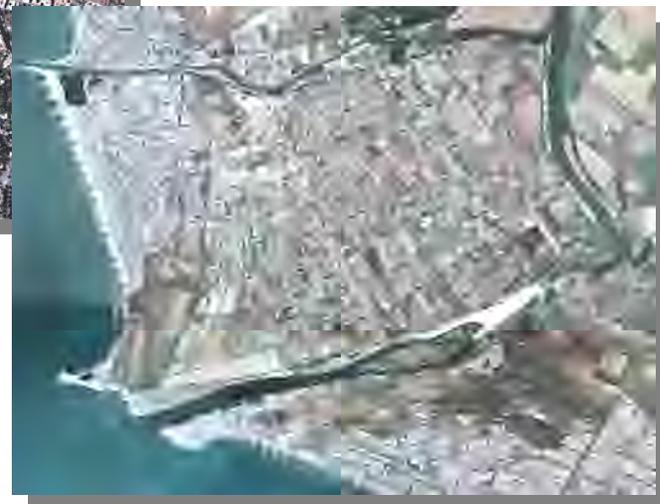
Cartografia IGM



AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE



Il tratto urbano del Tevere a Roma



AUTORITA'
DI BACINO
DEL
FIUME TEVERE

