

***ALLEGATI***



## Sommario

### **Allegato 1**

Applicazione della Metodologia per la valutazione della suscettibilità da frana nel bacino del Virginio pag. 5

### **Allegato 2**

Modulo di elaborazione idrologica e idraulica "Idrarno" pag. 41

### **Allegato 3**

Glossario Internazionale delle Frane pag. 55

### **Allegato 4**

Perimetrazione delle aree a rischio idraulico sugli affluenti del fiume Arno pag. 75

### **Allegato 5**

Inventario dei movimenti franosi ricadenti nel bacino dell'Arno pag. 105

### **Allegato 6**

Indice di esposizione al dissesto per frana del territorio comunale pag. 127



**APPLICAZIONE DELLA METODOLOGIA PER LA VALUTAZIONE DELLA  
SUSCETTIBILITÀ DA FRANA NEL BACINO DEL TORRENTE VIRGINIO**



# Il Bacino del Torrente Virginio

## Lineamenti fisiografici

Il bacino idrografico del Torrente Virginio fa parte del più ampio bacino del Torrente Pesa del quale è il maggior tributario, confluendo da sinistra dopo un percorso di circa 23 km, in prossimità dell'abitato della Ginestra Fiorentina.

Il corso d'acqua principale con i due più importanti affluenti, Torrente Virginiolo che confluisce con il primo da sinistra in prossimità del centro abitato di Fornacette e il Borro di Baccaiano che s'immette da destra in prossimità dell'abitato omonimo, ha regime tipicamente torrentizio con forti riduzioni delle portate nel periodo di magra estivo e piene di breve durata in coincidenza degli eventi piovosi di maggiore intensità durante il periodo autunnale e primaverile nei quali si concentrano le precipitazioni.

Con una superficie complessiva di circa 60,3 Km<sup>2</sup> e forma allungata circa NO-SE il bacino idrografico oggetto dello studio ha una lunghezza massima di circa 19,7 Km e una larghezza che al massimo raggiunge i 4,4 km comprendendo parte dei comuni di Montelupo Fiorentino, Montespertoli, San Casciano in Val di Pesa, Certaldo, Barberino Val d'Elsa e Tavarnelle Val di Pesa.

Il paesaggio è quello tipico collinare con quote che variano tra un minimo di circa 50 m e un massimo di 400 m ed è caratterizzato da rilievi arrotondati e forme dolci nelle quali risultano evidenti le trasformazioni indotte dall'intensa attività agricola.

L'area oggetto dello studio può essere inserita nel quadro dell'evoluzione dei bacini neogenici della Toscana.

## Lineamenti geologici

L'area oggetto dello studio è inserita all'interno del contesto geologico dei bacini neogenici della Toscana tirrenica. Le litologie affioranti, inizialmente riconosciute da CANUTI *et alii* (1982) e rilevate a scala di bacino da AMATO (2001), si sono deposte durante la fase Pliocenica inferiore di massima ingressione marina. Sono costituite da depositi grossolani (ghiaie e ciottolami), propaggini dei più estesi affioramenti del bacino del torrente Pesa e dei ciottolami dell'area di Montelupo, e sedimenti a granulometria più fine quali sabbie e argille-limose, con frequenti intercalazioni reciproche tra le varie litologie. Nell'area di Montespertoli sono riconoscibili livelli di argille basali caratterizzate tuttavia da scarsa continuità laterale. I bacini in cui si sono depositi i sedimenti del ciclo neogenico della Toscana si sono formati alla fine della fase compressiva intratortoniana in regime di tettonica prevalentemente distensiva, con la creazione, a partire dal Miocene superiore per la Toscana occidentale, di sistemi di horst e graben allungati prevalentemente in direzione appenninica. Il fronte distensivo è successivamente migrato verso est come testimoniato dall'arrivo del fronte di *rifting* tirrenico nell'area umbra interna durante il Pliocene superiore (AMBROSETTI *et al.*, 1981). I bacini distensivi si sono quindi formati prima nell'area tirrenica ed hanno in seguito interessato porzioni più orientali della catena fino a raggiungere lo spartiacque appenninico, con i bacini più occidentali impostati su crosta continentale assottigliata e quelli più orientali su crosta continentale normale (GIESE, 1981).

Queste depressioni hanno conosciuto fasi di subsidenza spesso superiori al tasso di sedimentazione e sono generalmente caratterizzate da una forte asimmetria verso Est a causa di uno sviluppo maggiore dei sistemi di faglie normali che le limitano verso oriente rispetto alle faglie antitetiche occidentali.

Un'ipotesi diversa della sequenza di horst e graben comunemente proposta è stata invece avanzata da BRUNI *et al.* (1991) sulla base di studi strutturali condotti nell'area della dorsale del Montalbano. Questi autori interpretano infatti le strutture distensive secondo uno schema che prevede l'esistenza di un sistema di faglie normali listriche

che si raccordano in profondità con una faglia basale sub-orizzontale, prolungamento di una master fault localizzata presso il margine dell'area distensiva appenninica (Figura 0.1)

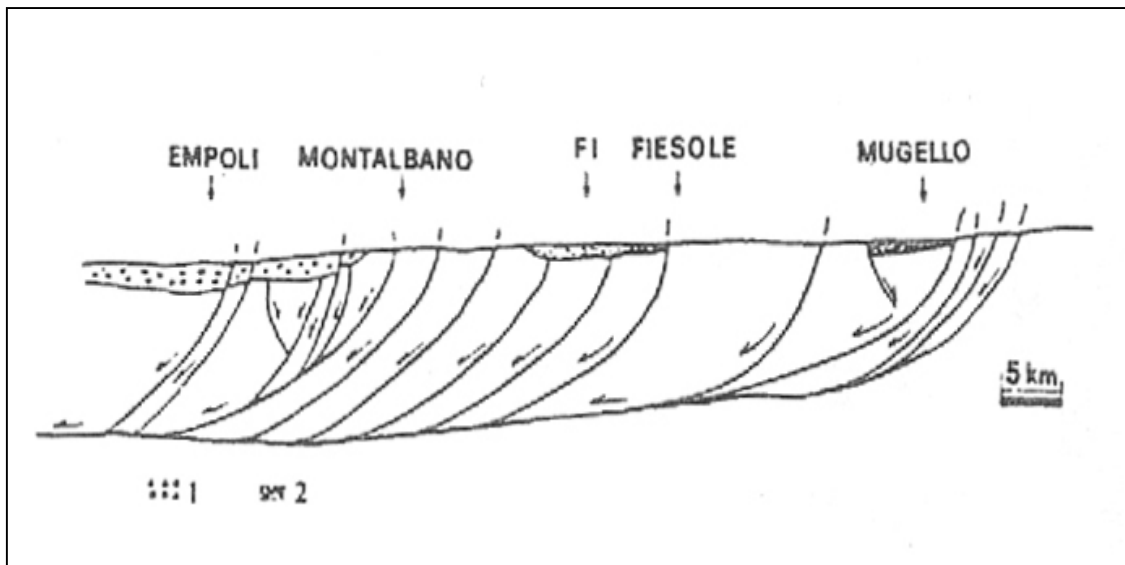


Figura 0.1 Schema delle strutture distensive (tratto da BRUNI et al., 1991).

I depositi, da continentali a marini, che occupano il fondo di questi semi-graben giacciono in discordanza sui terreni della Serie Toscana e sulle Liguridi con spessori che possono raggiungere anche migliaia di metri, come risulta da alcuni sondaggi e rilievi sismici (GHELARDONI *et al.*, 1968).

L'evoluzione paleogeografica della Toscana, a partire dal Tortoniano, è quindi profondamente legata ad una serie di movimenti regionali di sprofondamento e sollevamento a cui si associano altrettanti eventi di trasgressione e regressione marina a partire dal Messiniano medio-superiore. Tali oscillazioni della linea di costa sarebbero all'origine dei sedimenti che attualmente occupano anche la Val d'Elsa e la Val di Pesa.

Sono stati riconosciuti due eventi trasgressivi principali a cui corrispondono altrettante regressioni marine a livello regionale che hanno interessato sia la Toscana che il Lazio.

La successione di tali eventi, sulla base delle attuali conoscenze, può essere schematizzata come segue:

Tortoniano superiore-Messiniano inferiore: formazione di bacini lacustri in tutta la Toscana a Sud dell'Arno;

Messiniano medio-superiore: ingressione marina nella Toscana e nel Lazio occidentale fino al suo limite orientale rappresentato dalla Dorsale Medio Toscana, comprendente l'allineamento Jano-Montagnola Senese-Monticiano-Roccastrada-Monti Leoni. Tale allineamento separa quindi ad occidente un ambiente di deposizione che da continentale diviene marino da un'area orientale dove la sedimentazione permane lacustre e continentale.

Alcuni autori (PASQUARÈ *et al.*, 1983) ritengono che la Dorsale Medio-Toscana assieme alla dorsale Montalcino-Castell'Azzara, per la loro particolare conformazione e orientazione, potessero anche racchiudere in questo periodo un bacino a forma di cuneo, all'interno del quale vi era contemporaneamente sedimentazione lacustre nella porzione settentrionale e sedimentazione marina in quella meridionale.

fine Messiniano: sollevamento della Toscana occidentale e alto Lazio e conseguente regressione marina;



Pliocene inferiore: massima ingressione marina, di entità molto maggiore rispetto a quella del Miocene, che raggiunge il limite orientale in corrispondenza dell'allineamento Val Tiberina-Monti del Chianti (Figura 0.2)

Dalle ricostruzioni paleogeografiche emerge in questa fase una sostanziale differenza nella distribuzione delle depressioni tettoniche tra la Toscana occidentale e quella orientale; mentre in quest'ultima è possibile notare una certa continuità longitudinale come nel caso dell'allineamento dei bacini della Val d'Elsa, di Siena, Radicofani e Val di Tevere che costituiscono un elemento strutturale unitario, nella Toscana occidentale si hanno bacini frammentati e con andamento tortuoso.

Tale assetto sembra essere legato a dislocazioni provocate dalla messa in posto di intrusioni acide nella Toscana Meridionale e alto Lazio che a partire dal Tortoniano avevano subito una migrazione da Ovest ad Est seguendo la migrazione del fronte distensivo (AMBROSETTI *et al.*, 1978).

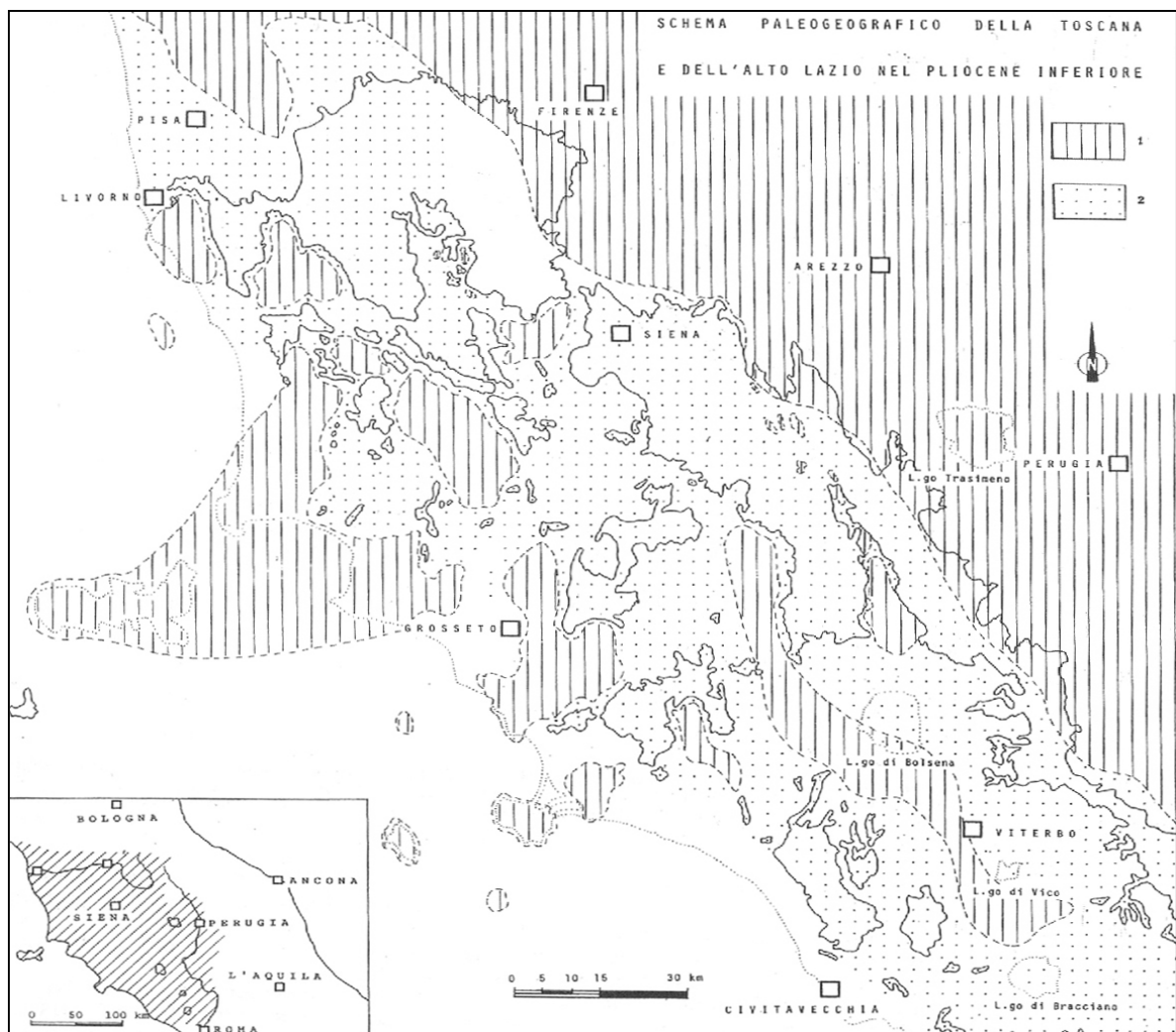


Figura 0.2 Schema paleogeografico della Toscana a Sud dell'Arno, dell'Alto Lazio e dell'Umbria occidentale nel Pliocene inferiore. 1) aree emerse; 2) aree sommerse nel momento di massima estensione marina. Il tratto continuo delimita i principali affioramenti del Pliocene l.s.; il tratto tratteggiato le probabili linee di costa (tratto da AMBROSETTI *et al.*, 1978).

Pliocene medio-superiore: regressione marina che risparmia solo strette fasce di mare che bordano a Nord e Est una estesa area emersa.

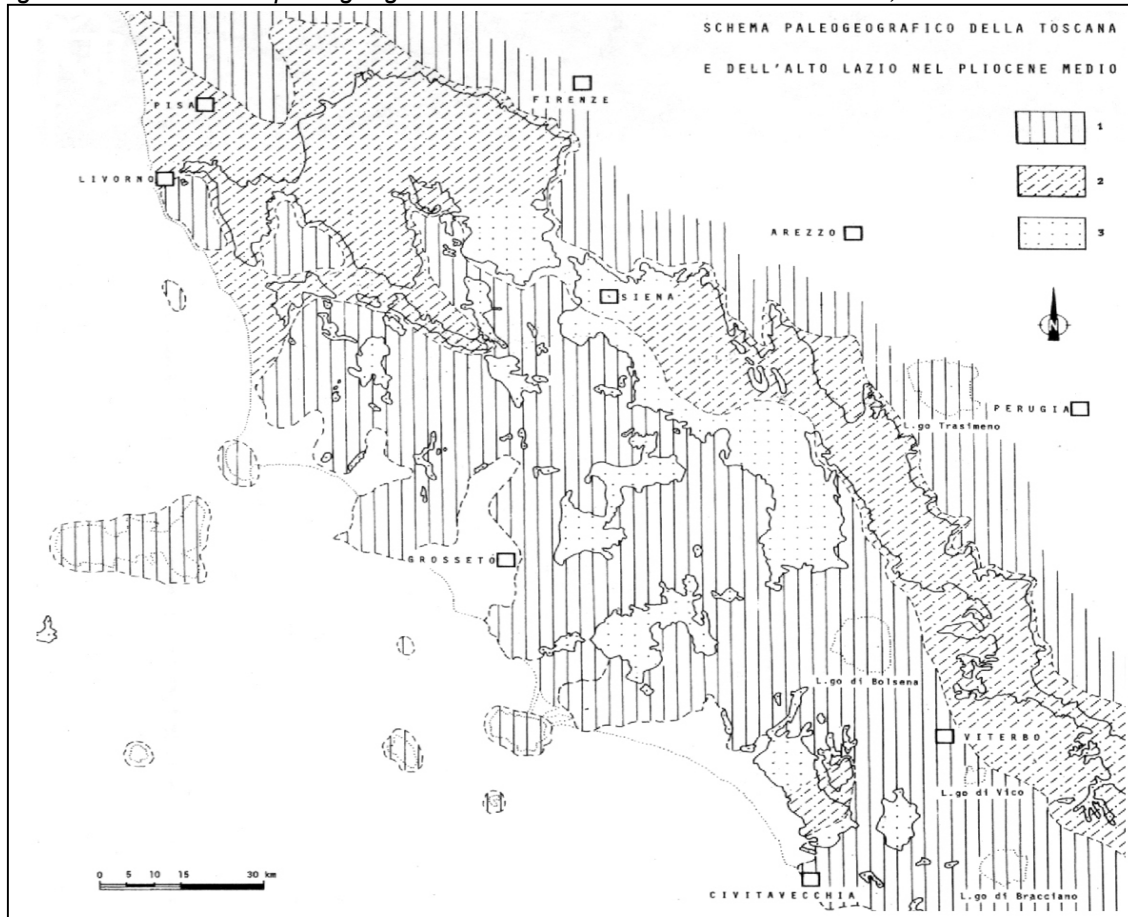
E' opinione di alcuni autori che le cause di questa nuova fase regressiva potrebbero essere legate non solo a fenomeni tettonici o isostatici di sollevamento a carattere regionale, ma anche ad una componente eustatica.

La regressione sembra infatti coincidere con la fase climatica caratterizzata da una riduzione della temperatura che potrebbe aver determinato un abbassamento del livello marino (CAPOZZI & SARTORI, 1989).

I depositi neogenici che occupano i bacini del Torrente Pesa e Torrente Virginio, e più in particolare i livelli di ciottolami affioranti, sono stati oggetto di un approfondito studio da parte di CANUTI *et alii* (1966) al fine di ricostruirne l'ambiente di deposizione e la provenienza.

Sulla base dei rapporti stratigrafici, dell'embriciamento dei ciottoli e variazione delle loro dimensioni, gli autori hanno suggerito l'esistenza di due principali apparati deltizi sub-aerei attivi nel Pliocene superiore, di cui uno collocabile all'incirca nella zona di Montelupo con apporto da Nord e l'altro, nei pressi di San Casciano, con apporto da Est separati da un terzo sistema distributivo di piccole dimensioni posto poco a NO di Cerbaia.

Figura 0.3: Schema paleogeografico della Toscana a Sud dell'Arno, dell'Alto Lazio e



dell'Umbria occidentale nel Pliocene medio. 1) aree emerse; 2) aree sommerse nel momento di massima estensione marina 3) affioramenti del Pliocene I.S. Il tratto continuo delimita i principali affioramenti del Pliocene I.S.; il tratto tratteggiato le probabili linee di costa (tratto da AMBROSETTI *et al.*, 1978).

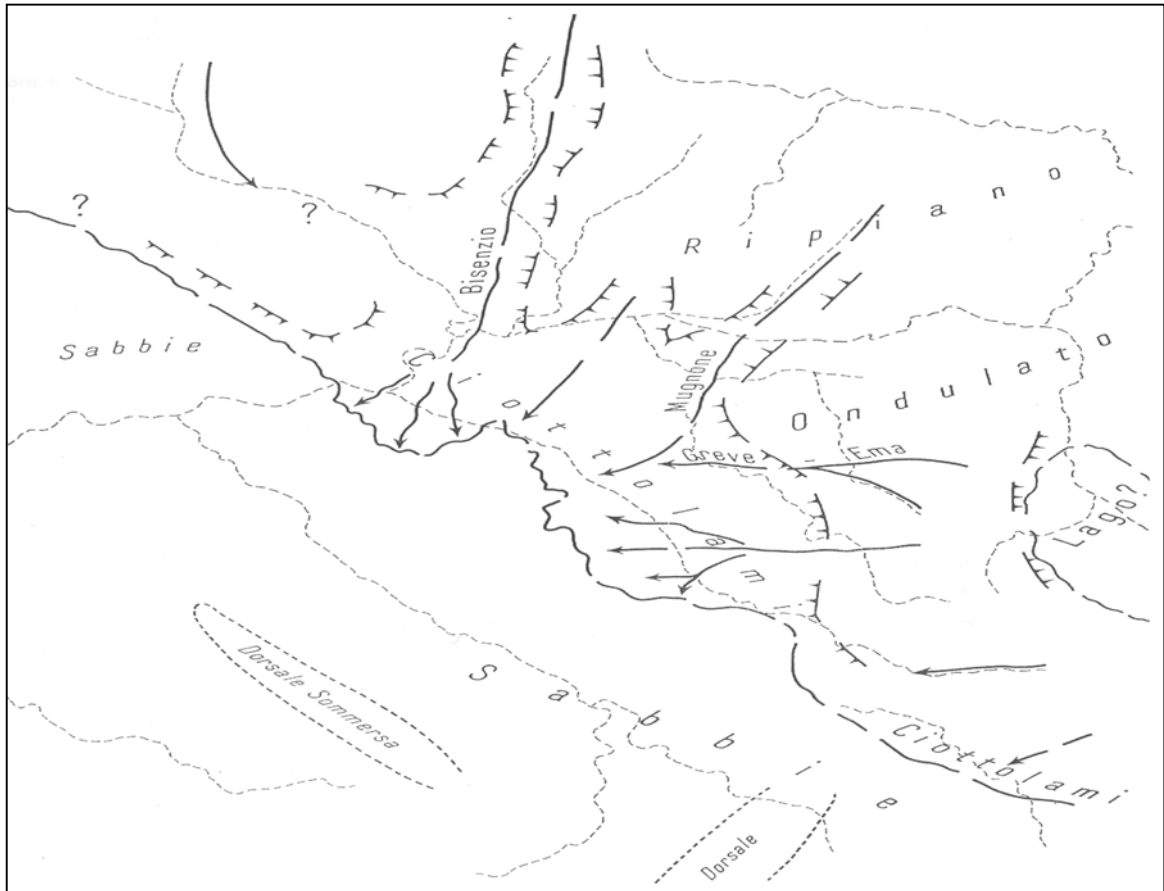


Figura 0.4: Ricostruzione dell'idrografia dell'area di Montelupo- S. Casciano nel Pliocene superiore (tratto da CANUTI et al., 1966)

Secondo tale interpretazione (Figura 0.4) i due delta principali, posti in corrispondenza della zona litoranea dove si andavano depositando anche sedimenti a granulometria più sottile quali sabbie e argille in un ambiente marino a bassa profondità, dovevano quindi essere alimentati da un corso d'acqua con direzione NS (Paleobisenzio?) per il delta di Montelupo, mentre per quello maggiore di San Casciano è stata ipotizzata la presenza di corsi d'acqua aventi direzione EO, dei quali però è difficile individuare le tracce lasciate nel reticolo attuale a causa delle notevoli variazioni subite dalla rete idrografica in seguito alla creazione del bacino di Firenze e il contemporaneo sollevamento del margine SE nel quaternario che avrebbe deviato il loro corso verso Nord (CANUTI et al., 1966).

Le condizioni paleogeografiche di deposizione non hanno probabilmente subito variazioni rilevanti nell'intervallo di tempo durante il quale si sono accumulati i ciottolami che costituiscono gli attuali affioramenti.

### Tettonica

L'evoluzione tettonica del Bacino della Val di Pesa è stata controllata dalle stesse strutture che hanno determinato l'assetto dei vicini bacini della Val d'Elsa e di Siena. In particolare la Faglia di Poggibonsi, elemento tettonico d'importanza regionale che durante le fasi compressive dell'orogenesi appenninica aveva avuto movimenti prevalentemente trascorrenti, a partire dal Pliocene fino alla fase regressiva del Pliocene medio-superiore ha agito determinando l'abbassamento della zona compresa tra la Val di Pesa, Val d'Elsa e bacino di Siena e il sollevamento dei Monti del Chianti che diviene sede di intensi fenomeni erosivi (BARTOLINI et al., 1980).

Nel Pliocene continua il sollevamento dei Monti del Chianti con formazione del bacino lacustre di Firenze e del Val d'Arno Superiore mentre la Val di Pesa, Val d'Elsa e il bacino di Siena rimangono probabilmente stabili fino al Pleistocene Medio (BARTOLINI *et al.*, 1980). In questa fase non è documentata l'attività della Faglia di Poggibonsi mentre sembrano attive faglie ad essa non allineate ma probabilmente facenti parte della medesima struttura.

Con l'inizio del Pleistocene medio inizia anche una nuova fase di sollevamento che interessa i bacini della Val d'Elsa e della Val di Pesa, sollevamento che si genera a causa dell'attività di faglie normali a direzione prevalentemente appenninica. L'attività della Faglia di Poggibonsi non è provata mentre faglie dirette che individuano e dislocano blocchi separati sono state ipotizzate proprio nel bacino del Torrente Virginio e Torrente Virginuolo.

La loro esistenza è stata proposta da CANUTI *et alii* (1966) in base alle seguenti osservazioni di carattere stratigrafico e geomorfologico:

alle colline che nei dintorni di San Casciano terminano con superfici piane intorno ai 300 m di quota si contrappongono altre superfici a Ovest e a Est che presentano quote rispettivamente maggiori e minori, suggerendo quindi l'esistenza di un'unica iniziale superficie di deposizione poi frammentata e dislocata da faglie con rigetti che divengono maggiori da Est verso Ovest.

dall'analisi delle differenze di quota del contatto sabbie e argille sui due versanti del Torrente Virginio (BOCCACCI, 1979)

dall'osservazione che i ciottolami e le sabbie che affiorano sui versanti opposti della valle del Torrente Virginio e del Torrente Virginuolo, hanno una migliore corrispondenza se si sposta in basso di 60 m circa la zona di Lucardo rispetto alla dorsale presente fra i due torrenti, e quest'ultima di 50 m circa rispetto alla dorsale tra Torrente Pesa e Torrente Virginio.

Due ulteriori faglie normali, come osservato da CANTELLI (1997), sono ipotizzabili lungo il corso del Borro di Baccaiano basandosi sia su osservazioni relative al peculiare andamento del corso d'acqua stesso sia per la differenza di quota tra il contatto sabbie e argille sui due versanti della valle.

## **Uso del suolo**

L'applicazione delle metodologie per la valutazione della suscettibilità da frana comporta necessariamente una conoscenza approfondita delle pratiche agricole messe in atto nell'area studiata e la disponibilità di una cartografia dell'uso del suolo aggiornata. Per questo motivo nell'ambito di questa ricerca si è provveduto alla redazione di una carta di uso del suolo realizzata secondo quanto è già illustrato. Sulla base di tale carta è stato possibile determinare la distribuzione percentuale di ogni singola classe d'uso (Figura 0.5). Dal grafico risulta evidente come il seminativo sia la destinazione d'uso più diffusa coprendo il 29% circa dell'intero bacino e molto estese risultano anche, come era facilmente prevedibile dalla collocazione geografica e dalle caratteristiche morfologiche dell'area, vite e olivo che complessivamente coprono più di un terzo dell'intera superficie.

Sono praticamente assenti sistemazioni idraulico-agrarie come i terrazzamenti e il ricorso al drenaggio risulta sporadico e limitato ad alcuni vigneti di recente impianto interessati da venute d'acqua sotterranee.

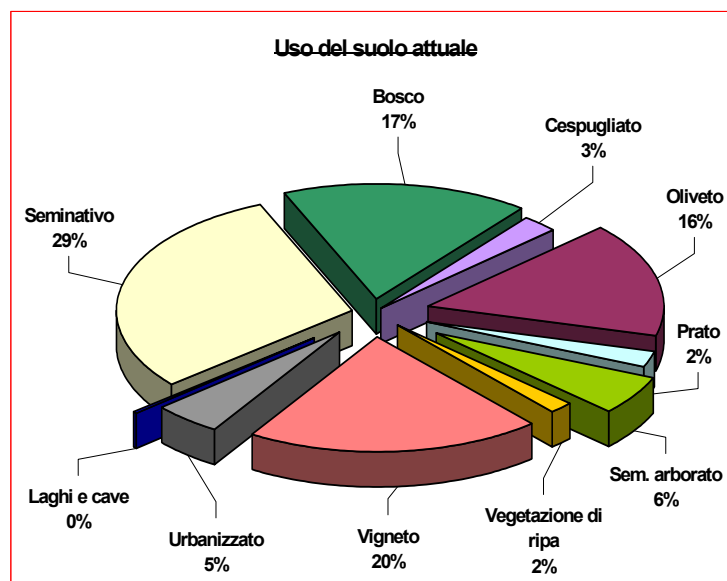


Figura 0.5: Distribuzione areale percentuale delle varie destinazioni di uso del suolo attuale.

Per i vigneti e gli oliveti risulta abbastanza diffuso, nel periodo autunnale e invernale, mantenere inerbiti gli appezzamenti con erbe spontanee che verranno poi incorporate nel terreno con le successive lavorazioni, svolgendo la funzione di protezione dall'erosione operata dalle piogge e incrementando il contenuto organico dei suoli una volta decomposte.

Qui di seguito viene fornita una breve descrizione delle caratteristiche delle principali classi d'uso del suolo e delle pratiche agronomiche generalmente applicate ad ogni tipologia di coltivazione.

Vite in coltura specializzata: coltivazione, assieme a quella dell'olivo, sulla quale si basa la produzione agricola di maggior pregio dell'area oggetto di studio.

Le forme di allevamento più diffuse, "cordone speronato" ed "archetto toscano", sono quelle tipiche delle colline toscane contraddistinte quindi da una buona adattabilità a terreni non molto fertili e siccitosi.

Le piante in produzione sono costituite da un ceppo alto circa 1m in filari disposti secondo le linee di massima pendenza del versante, con uno spazio d'interfilare che in media si aggira intorno ai 2m.

Gli appezzamenti destinati a questa coltivazione sono collocati generalmente nella porzione mediana e superiore dei versanti con migliore esposizione.

La zona di interfilare viene lavorata meccanicamente tre volte all'anno nei mesi di novembre, aprile e giugno mediante erpicatura o fresatura.

Olivo in coltura specializzata: allevato prevalentemente a "vaso" e a "vaso cespugliato" in sestri d'impianto organizzati in quadro (6X6 m o 5X5 m).

Le cultivar più diffuse, anche in questo caso tipiche delle colline toscane, sono il "Moraiolo", il "Leccino" e il "Frantoio".

Il terreno viene lavorato due volte l'anno, in aprile-maggio e a settembre, spesso secondo la direzione di massima pendenza.

Gli oliveti sono generalmente concentrati nella parte mediana e superiore dei versanti.

Seminativo: gli appezzamenti destinati ai seminativi, principalmente grano, occupano gran parte delle superfici pianeggianti e subpianeggianti dei fondovalle e porzioni dei

versanti a minor pendenza. Sono in particolare diffusi su suoli con elevato contenuto di argilla.

Le lavorazioni vengono effettuate a rittochino secondo un calendario che per il grano prevede indicativamente l'aratura in settembre (eseguita ad una profondità di circa 30 cm), seguita da erpicatura e semina in ottobre. La mietitura viene effettuata a luglio.

I residui vengono lasciati come copertura fino alla successiva lavorazione.

Seminativo arborato: costituito principalmente da seminativi ad olivo e più raramente seminativi con vite.

Sono spesso caratterizzati da una bassa densità delle coltivazioni arboree in alcuni casi coltivate in forme di allevamento antiche, scomparse nei moderni oliveti e vigneti specializzati. In particolare vi si ritrovano ancora "viti maritate" nelle quali le viti sono sostenute da un tutore vivo costituito da piante d'acero o pioppo.

Le colture erbacee più di frequente associate sono principalmente quelle foraggere quali erba medica e trifoglio.

Bosco: il paesaggio forestale è caratterizzato principalmente da boschi di caducifoglie quali querce, con prevalenza di cerro e roverella, che occupano le aree con caratteristiche di fertilità e pendenza tali da rendere difficile ogni altro tipo di utilizzo.

Presentano generalmente un'abbondante lettiera e un sottobosco che in alcuni casi può risultare molto denso.

Le conifere che talvolta creano veri e propri boschetti, sono il risultato dell'opera dell'uomo che in passato ha cercato di arricchire i prodotti cedui con queste essenze.

Si tratta comunque di boschi la cui importanza economica risulta limitata, tanto che molti possono essere considerati indisturbati a causa dell'assenza dei periodici tagli.

Cespugliato: cespugli di rovi e ginestre spesso collocate ai margini dei boschi, in prossimità di piccole scarpate non occupate da piante di alto fusto o in aree occupate da colture in fase di abbandono. L'altezza media risulta in genera compresa tra i 50 cm e 1m circa.

Prati e pascoli: appezzamenti generalmente di limitata estensione, occupati da erbe spontanee e rari cespugli bassi ed isolati.

Solo in piccola misura sono sfruttati per il pascolo di ovini occupando spesso, come i cespugliati precedentemente ricordati, aree in abbandono.

Aree urbanizzate: comprendono i principali centri abitati e le numerose case coloniche sparse che caratterizzano il paesaggio del bacino.

# Applicazione della Metodologia Minamb al Torrente Virginio

## Dati d'ingresso

TOPOGRAFIA (CARTE DI BASE, DIGITALIZZAZIONE, REALIZZAZIONE DEL DEM)

Tra i dati di ingresso necessari alla realizzazione di questo studio la topografia è uno dei più importanti, per ovvi motivi. Prima di tutto la rappresentazione cartografica del territorio è essenziale come supporto alla analisi di campagna, sia nella fase di sito che in quella di macroarea. Secondariamente, ma non per importanza, la distribuzione delle quote nel bacino, opportunamente rappresentata in un modello matematico (DEM o DTM) permette di determinarne in maniera oggettiva le caratteristiche geomorfologiche, specialmente dal punto di vista dell'analisi morfometrica: molti parametri che in altri modi vengono stimati genericamente, a partire dal dato altimetrico possono invece essere determinati quantitativamente. Tra di essi quei fattori topografici (pendenza, esposizione, curvatura, etc.) cui è stato fatto riferimento anche nei capitoli precedenti e che sono di importanza fondamentale nella previsione del rischio di frana.

La scelta del supporto di base topografico è stata dettata da due fattori principali: lo scopo finale del lavoro, anche da un punto di vista di scala e di riproducibilità del metodo, e, purtroppo ma inevitabilmente, i dati cartografici già disponibili, visto che non era pensabile in questo studio pilota prevedere il rilievo aerofotogrammetrico diretto dell'intero bacino.

In questo senso ci si è mossi nel reperimento della cartografia tecnica regionale della Regione Toscana che ha coperto l'area con rilievi alle scale 1:5.000 e 1:10.000. Il primo taglio è disponibile per metà bacino in formato digitale numerico, pur con le specifiche di livello 2 RT di alcuni anni fa, ed è stato quindi acquistato in tale forma. L'altra metà esiste solo su carta per cui si è proceduto all'acquisizione di copie riproducibili su supporto indeformabile. Allo scopo di fornire un supporto adeguatamente aggiornato per il rilievo di campagna, anche i fogli alla scala 1:10.000, più recenti, sono stati acquistati come copie cartacee, non essendo ancora disponibile il nuovo rilievo numerico.

Per la introduzione dei dati nel sistema informativo geografico è stato ovviamente prescelto il rilievo alla scala 1:5.000 perché, pur meno recente, rappresentava il maggiore dettaglio disponibile, anche a fronte della considerazione che la morfologia del terreno a scala di bacino non di solito subisce alterazioni significative se non su tempi molto lunghi.

Le operazioni compiute per la creazione di una versione digitale del modello di elevazione del bacino del Torrente Virginio sono state le seguenti:

- Scansione e georeferenziazione dei supporti indeformabili per le aree con rilievo numerico non disponibile. Tale operazione è stata compiuta tramite il software ARC/INFO (ESRI Inc.) con il posizionamento di un minimo di 8 punti fiduciali in carta.
- Digitalizzazione manuale a video delle curve di livello con precisione paragonabile o inferiore all'errore di graficismo del supporto originale (circa 0.25 mm).
- Digitalizzazione manuale a video dei punti quotati presenti in carta, con le stesse precisioni.

- Controllo dell'accuratezza intrinseca delle digitalizzazioni tramite analisi numerica e visualizzazione azimutale preliminare atta ad eliminare errori grossolani nell'assegnazione delle quote a curve e punti.
- Mosaicatura dei fogli con quelli già in formato digitale forniti dalla Regione Toscana.
- Conseguente correzione degli errori ai bordi con controllo in tempo reale sui supporti cartacei originali.
- Correzioni interne nei fogli RT. Tali correzioni o completamenti si sono resi necessari perché le norme contrattuali del livello 2 RT richiesto al tempo per la cartografia tecnica numerica non erano tali da assicurare l'assenza di errori anche grossolani. Tra gli errori più frequenti l'assegnazione di quote errate, la non assegnazione di quote ad oggetti con conseguente automatica quota zero e la presenza di aree "buie" senza curve di livello o punti quota.
- Una volta ottenuta la copertura dell'intero bacino con la versione digitale della carta a curve di livello alla scala prescelta si è presentata la scelta di quale tipo di DEM adottare. Esistono in letteratura, e sono normalmente utilizzabili tramite i software disponibili, due tipi di DEM:

- A. modelli discreti a matrice di celle rettangolari (GRID nel gergo ARC/INFO)
- B. modelli continui a triangoli (TIN nel gergo ARC/INFO)

Mentre il primo tipo consiste nella costruzione di una matrice di celle rettangolari che coprono l'area di interesse, ognuna delle quali ha una singola elevazione assegnata, il secondo è costituito da una trama irregolare di triangoli il più possibile vicini all'equilatero i quali congiungono punti quotati reali (MCCULLAGH, 1983).

Le differenze principali tra i due modelli sono:

1. In un GRID le quote ricadono solo raramente sui punti originali (curve di livello o punti quota) e sono quindi interpolate. In un TIN invece i singoli punti mantengono la quota originale.
2. Come conseguenza diretta del punto precedente un GRID rappresenta con la stessa densità di punti aree a diversa acclività o complessità topografica, mentre un TIN è in grado di riprodurre zone diverse con precisioni diverse. Con un TIN è anche possibile rappresentare correttamente aree perfettamente piatte (laghi etc.) o linee di rottura quali scarpate ripide o strutture artificiali.
3. D'altra parte la struttura di un GRID è regolare e ben si presta ai calcoli in un computer o alla implementazione degli algoritmi di calcolo su DEM. La struttura di memorizzazione di un TIN è invece molto più complessa, come più laboriosi sono i calcoli che su di esso possono essere effettuati. Il GRID si presta ottimamente a tutte le analisi di sovrapposizione e anche la maggior parte degli algoritmi in idrologia è basata su modelli a matrice di celle.
4. Da un punto di vista strettamente morfometrico i TIN rappresentano un modello che non peggiora la qualità del dato di partenza (curve di livello) ma neppure la migliora in nessun modo: la pendenza tra due curve sarà praticamente mantenuta ma sarà stimata costante in tutto il tratto intermedio tra di esse. In un GRID, d'altra parte, la pendenza sarà calcolata tra una cella e le otto celle circostanti, tutte con quote interpolate. Il risultato sarà quindi una pendenza mediata, dove gli estremi tendono ad essere lievemente appiattiti. Tra curva e curva si avrà però una stima statistica della variazione basata su tutta la forma del versante, con conseguente migliore fedeltà nella riproduzione di parametri fondamentali quali la curvatura planare o di profilo.

Nel caso della analisi di suscettibilità di frana proposta in questo lavoro è ovvio che il risultato finale debba essere una matrice di tipo GRID con la quota che contraddistingue ogni singola cella. Questo perché la metodologia adottata, almeno



fino alla produzione delle macroaree, è sostanzialmente di sovrapposizione cartografica e vuole costituire un modello distribuito composto di elementi omogenei e quindi confrontabili direttamente, senza necessità di assegnare pesi che tengano conto dell'area di ogni elemento finito.

Si è quindi prescelto di utilizzare i dati altimetrici digitalizzati per la generazione di un modello di tipo GRID. Parallelamente, per scopi di controllo ed anche per il caso speciale delle scarpate di conglomerati presenti nel bacino del Torrente Virginio, si è anche generato un modello TIN alla stessa risoluzione. Da quest'ultimo si sono potute evidenziare la maggior parte delle aree soggette a fenomeni di crollo.

Le fasi per la costruzione del DEM in formato matrice sono state le seguenti:

- Digitalizzazione del reticolo idrografico con le stesse modalità usate per le curve di livello. Il reticolo idrografico cartografato dal rilievo 1:5.000 è stato poi utilizzato per meglio definire l'accuratezza idrologica del DEM.
- Scelta della definizione del DEM (larghezza della cella quadrata). Anche se nella maggior parte dei casi da una cartografia alla scala 1:5.000 si può ragionevolmente ottenere un modello avente risoluzione planimetrica non maggiore di 10 metri, nel nostro caso si è deciso di provare a generare un DEM a 5 metri di risoluzione in virtù del fatto che erano disponibili un gran numero di punti quotati esterni alle curve di livello, molto utili nelle operazioni di interpolazione.
- Creazione del DEM. Si è scelto di utilizzare a questo scopo l'algoritmo ANUDEM (HUTCHINSON, 1989, 1993; HUTCHINSON & DOWLING, 1991) nella versione disponibile all'interno del GIS ARC/INFO sotto forma del programma TOPOGRID. L'interpolazione si basa su una tecnica iterativa alle differenze finite che sfrutta l'efficienza dei metodi di interpolazione locale senza trascurare gli andamenti generali a più larga scala, quali ad esempio la forma generale di un versante.
- Controllo della qualità del DEM. Sono stati effettuati diversi tipi di controllo atti a verificare la affidabilità del modello dai vari punti di vista importanti nella previsione dei movimenti di massa. In particolare, per verificare se la eccessiva discretizzazione dell'area con passo 5 metri avesse generato artefatti tipo terrazzi in corrispondenza delle curve di livello originarie, si sono: i) create viste bidimensionali di confronto in scale di colori e vettori; ii) analizzati gli istogrammi di frequenza nella distribuzione delle quote; iii) controllate le occorrenze di fasce convesse in corrispondenza di curve di livello tramite calcolo della curvatura di profilo. Altri controlli hanno riguardato il confronto tra DEM originale e DEM modificati nei seguenti modi: i) con algoritmo di riempimento delle depressioni non naturali; ii) con filtraggio dei valori di quota tramite operatori di media e mediana locali; iii) con generalizzazione delle curve di livello (sfoltimento intelligente DOUGLAS & PECKER, 1973) e ricostruzione del DEM. Si è inoltre confrontato quote originali della CTR 1:5.000 con quote del DEM alla stessa località, riscontrando scarti quadratici medi entro le soglie di tolleranza suggerite in letteratura (GAO, 1997).

Per gli scopi della ricerca il DEM finale ottenuto è stato poi elaborato in modo ulteriore, per generare la carta delle pendenze, componente fondamentale nell'analisi di sito. Esistono molti metodi proposti ed utilizzati in letteratura per effettuare una stima del gradiente di pendio. In generale con questo termine si intende il gradiente del piano tangente alla superficie nel punto desiderato nella direzione di massima pendenza. Analiticamente esso equivale alla derivata prima della funzione che rappresenta la variazione di quota lungo la stessa direzione. Più precisamente, all'interno di una matrice GRID questo calcolo può essere ottenuto in prima istanza come proposto da BURROUGH & MCDONNELL (1998) determinando il gradiente massimo nella direzione  $x$  del piano su un punto di coordinate cella  $ij$ , secondo la seguente forma:

$$\text{eq. 0-1} \quad \left[ \frac{\delta z}{\delta x} \right]_{ij} = \max(z_{i+1,j} - z_{i-1,j}) / 2\delta x$$

dove  $\delta x$  rappresenta la distanza tra il centro di due celle adiacenti. Questa misura è però pesantemente influenzata da errori locali nella quota. Per questo motivo ZEVENBERGEN & THORNE (1987) proposero di utilizzare una superficie polinomiale del secondo ordine vincolata alle quattro celle adiacenti alla cella data. In questo caso abbiamo che:

$$\text{eq. 0-2} \quad \tan \theta = \left[ (\delta z / \delta x)^2 + (\delta z / \delta y)^2 \right]^{0.5}$$

dove  $z$  rappresenta la quota, ed  $x$  e  $y$  le coordinate degli assi della griglia. Precedentemente HORN (1981) aveva invece utilizzato una superficie polinomiale del terzo ordine, applicata su tutte le otto celle confinanti. Questo metodo è quello prescelto all'interno del presente studio, visto che garantisce i migliori risultati in aree a topografia complessa come quella in esame (SKIDMORE, 1989, BURROUGH & MCDONNELL, 1998).

Una efficiente implementazione di questo sistema è presente all'interno del GIS ARC/INFO, utilizzando il comando SLOPE all'interno del modulo per i calcoli raster. Da esso risulta che la pendenza finale calcolata per ogni cella del DEM sarà pari a:

$$\text{eq. 0-3} \quad \text{pendenza} = \text{sqrt}(\text{sqrt}(\delta z / \delta x) + \text{sqrt}(\delta z / \delta y))$$

dove:

$$\text{eq. 0-4} \quad [\delta z / \delta x] = \left[ (z_{i+1,j+1} + 2z_{i+1,j} + z_{i+1,j-1}) - (z_{i-1,j+1} + 2z_{i-1,j} + z_{i-1,j-1}) \right] / 8\delta x$$

è il gradiente nella direzione est-ovest, mentre:

$$\text{eq. 0-5} \quad [\delta z / \delta y] = \left[ (z_{i+1,j+1} + 2z_{i,j+1} + z_{i-1,j+1}) - (z_{i+1,j-1} + 2z_{i,j-1} + z_{i-1,j-1}) \right] / 8\delta x$$

è il gradiente nella direzione nord-sud.

Una volta determinata la pendenza secondo HORN (1981) per ogni cella del DEM, si è proceduto alla classificazione della stessa secondo classi opportunamente definite per gli scopi della ricerca. In particolare si sono adottati intervalli di pendenza dedotti dall'analisi di sito per ogni diversa tipologia di fenomeno. E' stata redatta la carta delle pendenze finali. La carta della esposizione dei versanti deriva sempre tramite la polinomiale di terzo grado di HORN (1981) con il comando ASPECT di ARC/INFO.

## Inventario delle frane

Tutto il bacino del Torrente Virginio è stato oggetto di censimento e georeferenziazione delle frane attive e quiescenti, condotto mediante un rilevamento dei dissesti alla scala 1:10.000.

Il lavoro di censimento si è articolato in tre fasi distinte:

- analisi della documentazione bibliografica disponibile;
- fotointerpretazione dei fenomeni di dissesto eseguito a diversa scala in funzione della disponibilità di coperture aeree;
- rilevamento e controllo di campagna.

L'analisi bibliografica ha preso in esame sia le pubblicazioni presenti su riviste scientifiche che i documenti consultabili presso Enti della pubblica amministrazione.

La documentazione che contiene l'intera copertura del bacino del Torrente Virginio è sostanzialmente riassumibile in due tipi di elaborati:

- le cartografie e le schede preliminari prodotte dall'Autorità di Bacino dell'Arno finalizzate alla redazione del piano stralcio di bacino e di tutti gli elaborati relativi agli adempimenti della L. 267/98;
- la "Carta della Geomorfologia" prodotta dalla Provincia di Firenze ed allegata al Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (1995) alla scala 1:25.000;

La porzione centrale del bacino è quella maggiormente documentata in quanto oggetto dello studio di dettaglio di CANUTI *et alii* (1982) in cui era stata redatta una carta di "Attività delle forme" alla scala 1:10.000 e che è stata completamente acquisita nell'ambito di questo censimento per quanto riguarda i processi di versante.

Sono state inoltre analizzate le fotografie aeree del volo SOREM, 1998, quota 1100 (scala 1:7.500) e quelle del volo CGR Parma, 1993/94, quota 4760 (scala 1:33.000) per l'estremo settore meridionale non coperto dagli altri voli, disponibili presso l'Archivio fotocartografico della Regione Toscana. Inoltre sono state analizzate le foto ortorettificate del volo AIMA 1997.

Tutto lo studio è stato svolto con lo scopo primario di riconoscere forme e processi geomorfologici con particolare riguardo ai movimenti di massa, tenendo presenti gli aspetti specifici presenti all'interno della metodologia per la zonazione della suscettibilità da frana. I fenomeni rilevati sono stati distinti in due categorie, attivi e quiescenti, in base al loro grado di attività ed in tre a seconda della tipologia di movimento (scivolamenti, crolli e colamenti).

Sulla base dei documenti pregressi e della fotointerpretazione è stata redatta una cartografia di base in seguito validata da una serie di sopralluoghi di campagna. Tali sopralluoghi hanno anche permesso di individuare ulteriori nuovi dissesti verificatisi in tempi successivi ai voli analizzati. Tra questi molti presentano indizi di recente movimento e probabilmente sono stati innescati dalle abbondanti precipitazioni che hanno interessato il bacino del Torrente Virginio nel periodo intercorrente fra l'Ottobre 2000 e il Marzo 2001. I sopralluoghi hanno permesso inoltre di aggiornare lo stato di attività e la perimetrazione dei dissesti già censiti o riconosciuti con la fotointerpretazione.

I movimenti di massa, per la maggior parte, possono essere classificati come scivolamento rototraslazionale di terra (CRUDEN & VARNES, 1994). Le velocità di questa tipologia di fenomeni, in virtù anche del fatto che si tratta principalmente di riattivazioni, sono modeste e solo in condizioni climatiche estreme possono presentare un'evoluzione rapida. Talvolta la porzione terminale dell'accumulo evolve in modesti fenomeni di colamento con limitata distanza di propagazione. In questi casi il dissesto è stato classificato come scivolamento data la modesta componente di colamento. I fenomeni di crollo che interessano le scarpate sono invece caratterizzati da velocità elevate con volumi coinvolti in genere modesti. I fenomeni di colamento detritico rapido sono rari e di dimensioni non cartografabili in scala 1:10.000.

Come accennato i movimenti sono stati divisi in attivi e quiescenti in accordo con le più moderne classificazioni delle frane, per fenomeno **attivo** si intende quello che si è mosso nell'ultimo ciclo stagionale e per **quiescente** quello che ha avuto l'ultima riattivazione precedentemente l'ultimo ciclo stagionale e che non si è mosso in tale periodo.

Nel bacino sono presenti numerosi versanti che presentano i classici indicatori geomorfologici di dissesto, seppure a cinematica lenta, quali contropendenze e morfologia "mammellonare". Tali elementi evidenziano in modo inequivocabile il lento scivolamento di materiale verso valle. Molte situazioni di dissesto di questo tipo appaiono mal definibili anche attraverso accurati sopralluoghi di campagna sia perché caratterizzate da movimenti lenti sia perché gli eventuali indicatori che potrebbero permettere di definirne la loro geometria vengono spesso obliterati dalle correnti pratiche agricole. Sono state classificate pertanto come attive quelle zone, meglio definibili da un punto di vista areale, all'interno delle quali è stato possibile riconoscere indizi di movimento verificatisi nell'ultimo ciclo stagionale.

Sono presenti anche frane di crollo che si verificano essenzialmente lungo scarpate quasi verticali impostate nelle bancate più francamente sabbiose e conglomeratiche. Queste si scompongono in porzioni, in genere di modesto volume, che sono soggette a fenomeni di crollo in conseguenza del naturale rilassamento presente in corrispondenza della parete esterna e dello scalzamento al piede operato dalle frane e dai processi erosivi. Tra le cause predisponenti sono inoltre da menzionare i processi erosivi (particolarmente attivi nelle porzioni dei versanti in cui affiorano litologie più argillose), la formazione e soprattutto l'allargamento di fratture verticali dovute ad apparati radicali di specie arboree ad alto fusto, a sovraccarichi imputabili ad attività antropiche ed a fenomeni di degradazione. All'interno del territorio studiato non sono emerse evidenze di forme riconducibili a fenomeni franosi sicuramente stabilizzati o verificatisi in condizioni climatiche diverse dalle attuali (movimenti relitti).

## Geologia

Il rilevamento geo-litologico di dettaglio a scala 1:10,000 è stato eseguito suddividendo i terreni affioranti in quattro unità geo-litologiche (oltre ai depositi alluvionali che occupano il fondovalle) e adottando come criterio distintivo i reciproci rapporti quantitativi fra le varie classi granulometriche presenti, facendo riferimento anche alla cartografia disponibile in bibliografia (in particolare lo studio di dettaglio condotto da CANUTI *et al.* 1982).

Sono state definite le seguenti unità, di età Pliocenica, utilizzate per la stesura della carta litologica dell'area di studio:

- Ciottolami e ghiaie (Pcg): depositi grossolani spesso clasto-sostenuti con elevato grado di arrotondamento costituiti da ciottolami e subordinatamente ghiaie. Rare le lenti di sabbie di colore ocra che raggiungono spessori massimi di 1 m con limitata continuità laterale. I clasti, immersi in scarsa matrice da limoso-sabbiosa a sabbiosa grossolana, sono costituiti principalmente da calcilutiti e calcareniti di colore biancastro ed avana mentre rari risultano gli elementi costituiti da altre litologie quali arenarie tipo Pietraforte e calcari marnosi. Mediamente i clasti hanno dimensioni comprese tra i 10 e i 15 cm. Nell'area di studio affiorano generalmente come banchi massivi ben cementati e fratturati verticalmente, con spessori che al massimo raggiungono i 20-25 m in corrispondenza di scarpate quasi verticali.
- Ghiaie e sabbie (Pcg-S): livelli da centimetrici a metrici di ghiaie e subordinatamente ciottolami con tessitura da clasto-sostenuta a matrice sostenuta, con clasti di dimensioni massime di circa 15-20 cm alternati a livelli da decimetrici a metrici di sabbie limose di colore dal giallo chiaro al rossastro. Gli elementi che costituiscono i livelli ghiaiosi e i ciottolami, con elevato grado di arrotondamento, sono costituiti prevalentemente da litologie carbonatiche (calcilutiti e calcareniti) immersi in una matrice sabbiosa-limosa di colore giallo avana. La presenza di elementi arenacei e marnosi risulta tuttavia più abbondante rispetto all'unità precedente soprattutto nel tratto a monte del bacino, nei pressi dell'abitato di Tavarnelle Val di Pesa. I depositi appartenenti a questa unità solo occasionalmente si presentano ben cementati e quindi danno luogo raramente a scarpate subverticali.
- Sabbie (Ps): è l'unità che affiora più estesamente nell'area studiata, con tessiture che variano dalle sabbie alle sabbie limose in strati da decimetrici a metrici di colore giallo chiaro e rossastro se alterate. Frequenti le intercalazioni di limi sabbiosi di colore grigio azzurro spessi al massimo 50 cm e di ghiaie di spessore da centimetrico a decimetrico. In alcuni casi presentano un grado di cementazione sufficiente per dare luogo a scarpate quasi verticali.
- Sabbie e argille (Ps-Ag): alternanza di livelli metrici di sabbie e sabbie limose gialle ed ocra alternate a livelli di limi argillosi e argille di colore grigio azzurro di spessore variabili da pochi centimetri ad alcuni metri. Rare le lenti ghiaiose con spessore massimo di 1 m, costituite da elementi calcarei prevalenti.

Il lavoro di campagna è stato condotto utilizzando come base topografica la Carta Tecnica Regionale della Regione Toscana a scala 1:10,000 (Elementi: 275050, 275090, 275100, 275130, 275140, 275150, 286020, 286030).

### Uso del suolo

Per la realizzazione della carta di uso del suolo si è provveduto un rilevamento aereofotogrammetrico di tutto il bacino utilizzando le coperture aeree più recenti disponibili presso la Regione Toscana e corredandole con numerosi sopralluoghi di campagna, finalizzato ad effettuare una validazione dei risultati ottenuti. Durante tali sopralluoghi sono state inoltre raccolte le necessarie informazioni sulle pratiche colturali più diffuse nella zona.

Nella fase di fotointerpretazione sono stati utilizzati i seguenti voli aerei:

- Regione Toscana STR. 14 fotogramma n° 2181-2184 scala 1: 30,000 del 3/12/1998;
- Regione Toscana fotogramma n° 219-223 231 233 235 237 239 245 247 249 del 7/5/1992;
- Regione Toscana volo C.G.R. 513 13 A fotogramma 1023 1025 1027 1029 1032 scala 1:30,000; 1993-1994).

Le basi cartografiche utilizzate per il rilevamento sono state le Tavole IGM 113-4 e 106-3 a scala 1:25,000. Le aree a diverso uso del suolo sono state in seguito digitalizzate mediante Tavole Digitalizzatrice (Modello CalComp 2300) utilizzando il software AutoCad R14 e successivamente elaborate mediante il software ARC/INFO (ESRI Inc.). In questo modo è stato prodotto il livello informativo "Uso del suolo" utilizzato come parametro discriminante nella individuazione delle macroaree.

### Analisi di sito

L'analisi di sito è stata effettuata su un campione significativo per tipologia, attività e distribuzione sul territorio, secondo i criteri espressi nel precedentemete capitolo, di fenomeni derivanti dal censimento e da un'indagine diretta.

In particolare sono stati analizzati 32 fenomeni franosi le cui caratteristiche sono sintetizzate in tabella Tabella 0.1.

Tabella 0.1

ID	TIPOLOGIA	STADIO EVOLUTIVO	PARAMETRI DISCRIMINANTI	
			PEND (°)	LITOLOGIA
B1103	rotazionale	riattivata	22	Pcg
B1101	rotazionale	neof ormazione	32	Pcg
B1102	rotazionale	riattivazione	20	Pcg-Ps
B1202	rotazionale	riattivazione	23	Pcg-Ps
B1201	rotazionale	neof ormazione	32	Pcg-Ps
B1203	rotazionale	neof ormazione	50	Pcg
B1301	rotazionale	riattivazione	20	Ps-Ag
B1401	colata lenta	riattivata	12	Ps
B1501	colata lenta	riattivata	15	Ps
B1801	rotazionale	neof ormazione	52	Pcg
B1601	rotazionale	riattivazione	25	Ps
B1602	rotazionale	riattivazione	30	Ps
B1701	crollo	neof ormazione	70	Pcg-Ps

1001	rotazionale	neoformazione	18	Ps
1101	rotazionale	riattivazione	38	Pcg
A1101	colata rapida	neoformazione	32	Pcg
0201	colata lenta	riattivazione	20	Ps-Ag
0301	colata lenta	riattivazione	10	Ps-Ag
0401	rotazionale	riattivazione	30	Ps-Ag
0402	rotazionale	riattivazione	25	Ps
0403	colata lenta	riattivazione	20	Ps-Ag
0101	colata lenta	riattivazione	14	Ps-Ag
0102	colata rapida	neoformazione	45	Ps-Ag
A1201	Rotazionale	neoformazione	43	Ps-Ag
A1202	colata lenta	riattivazione	18	Ps-Ag
A1203	colata rapida	neoformazione	40	Ps-Ag
A1204	rotazionale	riattivazione	25	Ps-Ag
0601	rotazionale	riattivazione	25	Ps
0901	rotazionale	riattivazione	25	Ps-Ag
0701	rotazionale	neoformazione	40	Ps
A1501	crollo	neoformazione	90	Pcg
A1301	crollo	neoformazione	75	Pcg
A1302	colata lenta	riattivazione	20	Ps-Ag
A1401	rotazionale	neoformazione	30	Pcg-Ps
B1901	rotazionale	riattivazione	25	Ps
B1902	rotazionale	neoformazione	45	Pcg-Ps

### Parametri discriminanti e Classificazione della tipologie di fenomeni analizzati.

Dalla semplice analisi della tabella generale è stato possibile raggruppare in base ai parametri discriminanti, i fenomeni franosi in tre tipologie prevalenti, cui corrisponde anche un diverso stadio evolutivo:

- Scivolamenti Rotazionali e Crolli di neoformazione
- Scivolamenti Rotazionali di riattivazione
- Colate lente e Scivolamenti di riattivazione

Tabella 0.2

TIPOLOGIA	PARAMETRI DISCRIMINANTI	
	INTERVALLO DI PENDENZA (°)	LITOLOGIA
Scivolamenti Rotazionali e Crolli di neoformazione	30-90	Pcg, Pcg-Ps, Ps
Scivolamenti Rotazionali di riattivazione	15-30	Pcg-Ps, Ps, Ps-Ag
Colate e Scivolamenti rotazionali di riattivazione	10-20	Ps, Ps-Ag

Diversamente dalla metodologia generale, riportata nel Capitolo 3, l'analisi di sito ha consentito di individuare un ulteriore Parametro discriminante costituito dall'uso del suolo, già disponibile per il bacino in oggetto in formato vettoriale. Infatti è stato rilevato che la quasi totalità delle frane censite relative alle tipologie Scivolamenti Rotazionali di

riattivazione e Colate lente e Scivolamenti di riattivazione, non insistono in aree boscate e nelle aree a coltivazione di ulivi. L'intersezione GIS degli intervalli di pendenza e le litologie relative a tali classe con l'esclusione delle suddette classi di uso del suolo, ha permesso di discretizzare il territorio in unità territoriali lito-morfometriche (UTLM) maggiormente definite, facilitando così la successiva fase di perimetrazione delle Macroaree.

### Parametri predisponenti

Nelle tabelle seguenti sono illustrati suddivisi per tipologia di fenomeno e tipologia di parametro tutti i parametri predisponenti riscontrati durante la fase di analisi di sito seguendo il processo delineato nel capitolo relativo.

E' da notare come il maggior numero di parametri sia di ordine geomorfologico e come in particolare nell'area in studio la presenza di altri processi gravitativi attivi o relitti rivesta un ruolo fondamentale nella morfogenesi dei versanti.

I parametri predisponenti di ordine geologico, invece, sono stati accorpati con quelli litotecnici. A tal proposito dall'analisi litotecnica delle area di innesco dei fenomeni, è stato possibile dettagliare le litologie derivanti dalla carta litologica di base, in classi litotecniche costituite da:

- Conglomerati cementati (**Pcg**);
- Ghiaie con intercalazioni sabbiose (**Pcg-Ps**),
- Sabbie con intercalazioni argilloso-limose (**Ps-Pag**),
- Argille limose con intercalazioni sabbiose (**Pag-Ps**),
- Argilla limosa (**Pag**).

Ciascuna di queste è stato poi classificata seguendo la classificazione internazionale U.S.C.S. (Unified Soil Classification System, adottato dal Corps of Engineers)

<b>CLASSIFICAZIONE LITOTECNICA SPEDITIVA</b>	<b>CLASSIFICAZIONE U.S.C.S.</b>
Pcg	GW
Pcg-Ps	GC-CL
Ps-Pag	SC-CL
Pag-Ps	CL
Pag	CH

Quest'ultima fase è stata necessaria anche al fine di rendere standardizzabile e riproducibile la metodologia adotta, anche in altri contesti geologici e geomorfologici.

Tabella 0.3

SCIVOLAMENTI ROTAZIONALI E CROLLI DI NEOFORMAZIONE				
Parametri predisponenti				
id	Geomorfologici	idrogeologici	uso suolo	class. USCS
1101	concomitanza con altri processi gravitativi			GW
	Creep			
B1101	concomitanza con altri processi gravitativi	contrasto di permeabilità		GW
	erosione fluviale base versante	presenza di litotipi soggetti al fenom. di liquefazione		
	profilo long. convesso-concavo-convesso			
B1201	concomitanza con altri processi gravitativi			GW
B1203	concomitanza con altri processi gravitativi		scasso antropico	GW
	profilo long. convesso-concavo-convesso			
0701	concomitanza con altri processi gravitativi			SC-CL
	variazione profilo long. Impluvi			
A1201	profilo trasversale concavo			SC-CL
	concomitanza con altri processi gravitativi			
B1801			scasso antropico	GW
B1902	profilo trasversale concavo	presenza di acquiferi nell'area in frana	scasso antropico	GC-CL
	profilo long. Concavo-convesso-convesso			
A1401	Creep			GC-CL
A1301	concomitanza di altri processi gravitativi	presenza di fratture beanti		GW
	erosione fluviale base versante	apporti temporanei di acque di ruscellamento		
A1501	concomitanza di altri processi gravitativi			GW
	erosione fluviale base versante			
B1701			scasso antropico	GC-CL
0102	concomitanza con altri processi gravitativi	contrasto di permeabilità		SC-CL
	Creep	presenza di litotipi soggetti a liquefazione		
	variazione profilo long. Impluvi	apporti temporanei di acque di ruscellamento		
		aree di ristagno di acque superficiali		
		presenza di acquiferi nell'area in frana		
		imbibizione-essiccamento		
A1101				GW
A1203	concomitanza con altri processi gravitativi			SC-CL



Tabella 0.4

SCIVOLAMENTI ROTAZIONALI DI RIATTIVAZIONE				
Parametri predisponenti				
id	geomorfologici	idrogeologici	uso suolo	class.
402	concomitanza con altri processi gravitativi	aree di ristagno di acque superficiali		SC-CL
	Creep	presenza acquiferi nell'area in frana		
	profilo trasversale concavo	imbibizione-essiccamento		
B1103	concomitanza con altri processi gravitativi		scasso antropico	GW
	erosione fluviale base versante			
	profilo long. convesso-concavo-convesso			
B1202	concomitanza con altri processi gravitativi			GC-CL
	profilo long. convesso-concavo-convesso			
601	concomitanza con altri processi gravitativi	variazione capacità di drenaggio-ritenzione acque		SC-CL
	Creep	imbibizione-essiccamento		
	erosione fluviale base versante	contrasto di permeabilità		
	erosione margini laterali della frana			
	profilo trasversale concavo			
	erosione fluviale base versante			
	variazione profilo long. Impluvi			
occlusione naturale linee di drenaggio				
901	concomitanza con altri processi gravitativi	contrasto di permeabilità	scasso antropico	SC-CL
	profilo trasversale concavo	elevata permeabilità		
	Creep	presenza acquiferi nell'area in frana		
	erosione fluviale base versante	apporti temporanei di acque di ruscellamento		
	erosione margini laterali della frana	aree di ristagno di acque superficiali		
	erosione fluviale base versante	variazione capacità di drenaggio-ritenzione acque		
	variazione profilo long. Impluvi	imbibizione-essiccamento		
occlusione naturale linee di drenaggio				
B1301	profilo long. convesso-concavo-convesso			SC-CL
1001	concomitanza con altri processi gravitativi	apporti temporanei di acque di ruscellamento	scasso antropico	SC-CL
	Creep			
401	concomitanza con altri processi gravitativi	contrasto di permeabilità		SC-CL
	profilo concavo trasversale	imbibizione-essiccamento		
	Creep	elevata permeabilità		
	occlusione naturale linee di drenaggio	apporti temporanei di acque di ruscellamento		
B1601	erosione margini laterali della frana	insufficiente manutenzione reticolo di drenaggio		SC-CL
	profilo long. convesso-concavo-convesso	contrasto di permeabilità		
B1901	profilo trasversale concavo	presenza acquiferi nell'area in frana	impianto vigna nuova	GC-CL
	profilo long. concavo-convesso		scasso antropico	
B1602	concomitanza con altri processi gravitativi	insufficiente manutenzione reticolo di drenaggio		SC-CL
	erosione margini laterali della frana	variazione capacità di drenaggio-ritenzione acque		
	profilo concavo convesso concavo convesso			
B1102	concomitanza con altri processi gravitativi	apporti temporanei di acque di ruscellamento	scasso antropico	GC-CL
	erosione fluviale base versante	aree di ristagno di acque superficiali		
	profilo long. convesso-concavo-convesso			
A1204	concomitanza con altri processi gravitativi			SC-CL

<b>COLATE LENTE E SCIVOLAMENTI DI RIATTIVAZIONE</b>				
<b>Parametri predisponenti</b>				
<b>id</b>	<b>geomorfologici</b>	<b>idrogeologici</b>	<b>uso suolo</b>	<b>class. USCS</b>
0101	concomitanza con altri processi gravitativi	contrasto di permeabilità		SC-CL
	creep	presenza di acquiferi nell'area in frana		
	variazione profilo long. degli impluvi	presenza di litotipi soggetti a liquefazione		
	profilo trasversale concavo	apporti temporanei di acque di ruscellamento		
		aree di ristagno di acque superficiali		
		imbibizione-essiccamento		
0201	concomitanza con altri processi gravitativi	elevata permeabilità	scasso antropico	SC-CL
	profilo trasversale concavo	imbibizione-essiccamento		
	erosione fluviale base versante	apporti temporanei di acque di ruscellamento		
	creep			
	occlusione naturale linee di drenaggio			
0301	concomitanza con altri processi gravitativi	contrasto di permeabilità		SC-CL
	profilo trasversale concavo	imbibizione-essiccamento		
	creep			
	occlusione naturale linee di drenaggio			
A1202	concomitanza con altri processi gravitativi			SC-CL
	profilo trasversale concavo			
	creep			
	variazione profilo trasv. degli impluvi			
A1302	concomitanza con altri processi gravitativi	contrasto di permeabilità	perdita condutture	SC-CL
	creep	apporti temporanei di acque di ruscellamento		
	profilo trasversale concavo	imbibizione-essiccamento		
	variazione profilo long. degli impluvi	eventuali apporti dovuti a cause artificiali		
	erosione fluviale base versante	aree di ristagno acque superficiali		
B1401			scasso antropico	SC-CL
B1501	concomitanza con altri processi gravitativi			SC-CL
	erosione fluviale base versante			
403	concomitanza con altri processi gravitativi	contrasto di permeabilità		SC-CL
	creep	elevata permeabilità		
	erosione margini laterali della frana	apporti temporanei di acque di ruscellamento		
	variazione profilo long. degli impluvi	aree di ristagno acque superficiali		
	occlusione naturale linee di drenaggio	presenza di acquiferi nell'area in frana		
	erosione fluviale base versante	imbibizione-essiccamento		

Tabella 0.5

Successivamente e' stato effettuato il calcolo della frequenza relativa di ciascun parametro, (Tabella 0.6, Tabella 0,8, Tabella 0,9.) al fine di estrarre esclusivamente quelli maggiormente significativi da indagare e spazializzare nella seguente fase di indagine di macroarea.

<b>SCIVOLAMENTI ROTAZIONALI E CROLLI DI NEOFORMAZIONE</b>	<b>TOTALE 15</b>
<b>PARAMETRI PREDISPONENTI</b>	<b>FREQUENZA</b>
<b>PARAMETRI GEOMORFOLOGICI</b>	
Concomitanza con altri processi gravitativi	10
Creep	3
Profilo trasversale concavo	2
Profilo longitudinale convesso-concavo-convesso	3
Variazione profilo long. degli impluvi	2
Erosione fluviale base del versante	3
<b>PARAMETRI IDROGEOLOGICI</b>	
Contrasto di permeabilità	2
Presenza di litotipi soggetti al fenomeno della liquefazione	2
Presenza di acquiferi nell'area in frana	2
Aumento della permeabilità secondaria	1
Apporti temporanei acque di ruscellamento	2
Aree di ristagno di acque superficiali	1
Imbibizione-essiccamento	1
<b>PARAMETRI USO SUOLO</b>	
Scasso antropico	4
<b>PARAMETRI CLASSIFICAZIONE USCS</b>	
GW	8
GC-CL	3
CL	
SC-CL	4
CH	0

Tabella 0.6

<b>SCIVOLAMENTI ROTAZIONALI DI RIATTIVAZIONE</b>	<b>TOTALE 13</b>
<b>PARAMETRI PREDISPONENTI</b>	<b>FREQUENZA</b>
<b>PARAMETRI GEOMORFOLOGICI</b>	
Concomitanza con altri processi gravitativi	10
Creep	5
Profilo trasversale concavo	5
Profilo longitudinale convesso-concavo	7
Variazione profilo long. degli impluvi	2
Erosione fluviale base del versante	4
Erosione margini laterali della frana	4
Occlusione naturale linee drenaggio	3
<b>PARAMETRI IDROGEOLOGICI</b>	
Contrasto di permeabilità	4
Presenza di acquiferi nell'area in frana	3
Apporti temporanei acque di ruscellamento	4
Aree di ristagno di acque superficiali	3
Imbibizione-essiccamento	4
Variazione capacità di drenaggio-ritenzione acque	3
Elevata permeabilità	2
Insufficiente manutenzione reticolo di drenaggio	2
<b>PARAMETRI USO SUOLO</b>	
Scasso antropico	5
Impianto nuova vigna	1
<b>PARAMETRI CLASSIFICAZIONE USCS</b>	
GW	1
GC-CL	3
CL	5
SC-CL	4
CH	0

Tabella 0.7

<b>COLATE LENTE E SCIVOLAMENTI DI RIATTIVAZIONE</b>	<b>TOTALE 8</b>
---	-----------------

<b>PARAMETRI PREDISPONENTI</b>	<b>FREQUENZA</b>
<b>PARAMETRI GEOMORFOLOGICI</b>	
Concomitanza con altri processi gravitativi	7
Creep	6
Profilo trasversale concavo	5
Variazione profilo long. degli impluvi	4
Erosione fluviale base del versante	4
Erosione margini laterali della frana	1
Occlusione naturale linee drenaggio	3
<b>PARAMETRI IDROGEOLOGICI</b>	
Contrasto di permeabilità	4
Presenza di litotipi soggetti al fenomeno della liquefazione	1
Presenza di acquiferi nell'area in frana	3
Apporti temporanei acque di ruscellamento	4
Aree di ristagno di acque superficiali	3
Imbibizione-essiccamento	5
Elevata permeabilità	2
<b>PARAMETRI USO SUOLO</b>	
Scasso antropico	2
Perdita condutture	1
<b>PARAMETRI CLASSIFICAZIONE USCS</b>	
GW	0
GC-CL	0
CL	6
SC-CL	2
CH	0

*Tabella 0.8*

In Tabella 0.9 sono riportati i parametri predisponenti significativi per ciascuna tipologia di frana

<b>SCIVOLAMENTI ROTAZIONALI E CROLLI DI NEOFORMAZIONE</b>	
<b>PARAMETRI PREDISPONENTI</b>	<b>FREQUENZA</b>
<b>GEOMORFOLOGICI</b>	
Concomitanza con altri processi gravitativi	10
Profilo longitudinale convesso-concavo-convesso	3
Erosione fluviale base del versante	3
<b>IDROGEOLOGICI</b>	
Contrasto di permeabilità	2
Presenza di litotipi soggetti al fenomeno della liquefazione	2
Presenza di acquiferi nell'area in frana	2
Apporti temporanei acque di ruscellamento	2
<b>USO SUOLO</b>	
Scasso antropico	4
<b>LITOTECNICI (USCS)</b>	
GW	8
SC-CL	4
GC-CL	3
<b>SCIVOLAMENTI ROTAZIONALI DI RIATTIVAZIONE</b>	
<b>PARAMETRI PREDISPONENTI</b>	<b>FREQUENZA</b>
<b>GEOMORFOLOGICI</b>	
Concomitanza con altri processi gravitativi	10
Creep	5
Profilo trasversale concavo	5
Profilo longitudinale convesso-concavo	7
Erosione fluviale base del versante	4
Erosione margini laterali della frana	4
<b>IDROGEOLOGICI</b>	
Contrasto di permeabilità	4
Apporti temporanei acque di ruscellamento	4
Presenza di acquiferi nell'area in frana	3
Aree di ristagno di acque superficiali	3
Imbibizione-essiccamento	3
Variazione capacità di drenaggio-ritenzione acque	3
<b>USO SUOLO</b>	
Scasso antropico	5
<b>LITOTECNICI (USCS)</b>	
CL	5
SC-CL	4
GC-CL	3
GW	1
<b>COLATE LENTE E SCIVOLAMENTI DI RIATTIVAZIONE</b>	
<b>PARAMETRI PREDISPONENTI</b>	<b>FREQUENZA</b>
<b>GEOMORFOLOGICI</b>	
Concomitanza con altri processi gravitativi	7
Creep	6
Profilo longitudinale convesso-concavo	5
Variazione profilo long. degli impluvi	4
Erosione fluviale base del versante	4
<b>IDROGEOLOGICI</b>	
Imbibizione-essiccamento	5
Contrasto di permeabilità	4
Apporti temporanei acque di ruscellamento	4
Presenza di acquiferi nell'area in frana	3
Aree di ristagno di acque superficiali	3
<b>USO DEL SUOLO</b>	
Scasso antropico	2
<b>LITOTECNICI (USCS)</b>	
CL	6
SC-CL	2

Tabella 0.9

## Perimetrazione macroaree

La perimetrazione delle macroaree, è stata effettuata secondo una metodologia semi-automatica, delimitando a partire dal modello digitale del terreno i bacini di ordine più basso possibile in funzione della risoluzione del DEM stesso. E' stata poi effettuata l'intersezione tra tale tematismo e le UTLM, al fine di escludere tutti quei bacini in cui non ricadono UTLM. La perimetrazione in macroaree della restante porzione di territorio è stata effettuata manualmente seguendo un criterio geomorfologico cioè perimetrando le UTLM in macroaree costituite da Unità geomorfologiche quali bacini o versanti. Per ogni tipologia di frana individuata sono state perimetrare le macroaree di riferimento. I risultati di tale elaborazione consentono alcune osservazioni preliminari:

- concentrazione dei fenomeni di neoformazione in aree a più elevata pendenza;
- elevata propensione del territorio a fenomeni di riattivazione sia per scivolamento che per colamento;
- soddisfacente sovrapposizione tra macroaree e franosità censita.

## Analisi di macroarea

All'interno delle macroaree è stata condotta l'**analisi di macroarea**, esplicitata attraverso rilevamenti geomorfologico, geologico, litotecnico, idrogeologico e di uso del suolo, al fine di verificare la sussistenza o meno dei parametri predisponenti significativi di vario ordine, individuati durante l'analisi di sito, e di spazializzarli.

In particolare per ciascuna macroarea è stato condotto un rilevamento finalizzato alla classificazione litotecnica delle litologie individuate durante l'analisi di sito.

Particolare attenzione è stata poi posta nella individuazione e mappatura di frane attive o quiescenti già censite o di prima rilevazione e di eventuali elementi precursori, poiché tali elementi assumono un peso rilevante nel determinare la suscettibilità delle UTO in cui ricadono.

## Unità Territoriali Omogenee (UTO)

Ciascun Parametro predisponente di ogni ordine, rilevato e spazializzato all'interno della rispettiva macroarea è stato successivamente digitalizzato, costituendo così uno strato informativo indipendente, la cui intersezione tramite GIS, ha generato la ripartizione di ciascuna macroarea in Unità Territoriali Omogenee per parametri predisponenti (UTO), che rappresentano quelle porzioni elementari di territorio in cui tali parametri si mantengono costanti. Al contrario le frane e gli elementi precursori costituiscono esclusivamente temi puntuali sovrapposti alle UTO in cui ricadono.

Ciascuna UTO è quindi caratterizzata dalla concomitanza di un dato numero di parametri predisponenti e dalla presenza o meno di altri elementi precursori, come si evince dalle Tabella 0.10, 5.11 e 5.12.

Tale tabelle si riferiscono ad alcune macroaree specifiche per le quali, a titolo esemplificativo, è di seguito descritta la procedura che dall'analisi di macroarea porta alla definizione della funzione di suscettibilità. Si noti come in queste aree, pur essendo stati indagati tutti i parametri predisponenti significativi, siano stati effettivamente riscontrati solo una parte di questi.

Per ogni UTO i parametri predisponenti analizzati, sono codificati 0 o 1 (assenza/presenza nella UTO cui il parametro si riferisce).

### Legenda:

PAR\_LITO 1: : *Classificazione USCS (classi GW e GC-CL e CL);*  
PAR\_MORF 1: *Concomitanza con altri processi gravitativi;*  
PAR\_MORF 2: *Profilo longitudinale convesso-concavo-concavo;*



PAR\_IDRO 1  
FRANE:  
ELEM\_PREC:

Contrasto di permeabilità;  
Numero di frane ricadenti nella UTO e loro attività  
(A attive, Q quiescenti)  
Numero di elementi precursori ricadenti nella UTO.

SCIVOLAMENTI ROTAZIONALI E CROLLI DI NEOFORMAZIONE								
UTO	PAR. LITO 1	PAR. MORF 1	PAR. MORF 2	PAR. IDRO 1	TOT.	FRANE	ELEMENTI PRECURSORI	CLASSE SUSCETTIBILITA'
1	1	0	1	0	2	0	0	1
2	1	0	0	1	2	0	2	2
3	1	1	1	1	4	0	1	2
4	1	1	1	0	3	1A	3	3
5	1	0	0	1	2	0	0	1
6	1	0	0	0	1	0	1	2
7	1	0	0	1	2	0	2	2
8	1	0	0	0	1	0	0	1
9	1	0	0	0	1	0	0	1
10	1	0	0	1	2	0	0	1
11	1	1	0	0	2	0	0	1
12	1	0	0	0	1	0	0	1
13	1	1	0	1	3	0	2	2
14	1	1	0	0	2	0	0	1
15	1	0	0	1	2	0	0	1
16	1	0	0	0	1	0	0	1
17	0	1	0	0	1	1Q	0	3
18	0	0	0	0	0	1A + 1Q	5	3
19	0	0	1	0	1	0	0	1
20	0	0	1	0	1	0	0	1
21	0	1	1	0	2	0	0	1
22	0	1	1	0	2	1Q	3	3
23	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabella 0.10

Per ogni UTO i parametri predisponenti analizzati, sono codificati 0 o 1 (assenza/presenza nella UTO cui il parametro si riferisce).

**Legenda:**

PAR\_LITO 1: *Classificazione USCS (classi ML-CL , GW , GC-CL, CL e GC-CL)*

PAR\_MORF 1: *Concomitanza con altri processi gravitativi*

PAR\_MORF 2: *Profilo longitudinale convesso-concavo-convesso*

PAR\_MORF 5: *Creep*

PAR\_MORF 6: *Corso d'acqua in approfondimento*

PAR\_IDRO 1 *Contrasto di permeabilità*

FRANE: *Numero di frane ricadenti nella UTO e loro attività (A attive, Q quiescenti)*

ELEM\_PREC: *Numero di elementi precursori ricadenti nella UTO.*

Tabella 0.11

SCIVOLAMENTI ROTAZIONALI DI RIATTIVAZIONE										
UTO	PAR. LITO 1	PAR. MORF 1	PAR. MORF 2	PAR. MORF 5	PAR. MORF 6	PAR. IDRO 1	TOT.	FRANE	ELEMENTI PRECURSORI	CLASSE SUSCETTIBILITA'
1	0	1	1	0	1	0	3	0	0	3
2	0	1	1	0	1	0	3	0	0	3
3	0	1	1	0	0	0	2	0	0	2
4	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
5	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
8	1	1	1	1	0	0	4	0	1	3
9	1	1	1	0	0	0	3	0	0	3
10	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
11	1	1	1	1	0	0	4	0	0	3
12	1	1	1	0	0	0	3	0	0	3
13	1	1	1	0	0	0	3	0	0	3
14	1	0	0	1	0	0	2	0	0	2
15	1	0	0	1	0	0	2	0	0	2
16	1	0	0	0	0	0	1	1Q	0	4
17	1	1	1	0	1	0	4	0	0	3
18	1	1	1	0	0	1	4	0	0	3
19	1	1	1	0	0	1	2	0	0	2
20	1	0	0	0	1	0	2	1Q	0	4
21	1	0	0	0	0	1	2	1Q	0	4
22	1	0	0	0	0	0	1	1Q	0	4
23	1	1	1	0	0	0	2	0	0	2
24	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
25	1	1	1	0	0	0	3	1Q	0	4
26	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
27	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
28	1	1	1	0	0	0	3	0	0	3
29	1	0	0	0	0	0	1	1Q	0	4
30	1	1	1	1	0	1	5	0	2	3

31	1	1	1	1	0	0	4	1A+1Q	2	4
32	1	1	1	1	0	0	4	1Q	1	4
33	1	1	1	0	0	1	4	0	0	3
34	1	1	1	0	0	0	3	0	0	3
35	1	1	1	0	0	0	3	0	0	3
36	1	1	1	0	0	0	3	1Q	0	4
37	1	1	1	0	0	0	3	0	0	3
38	1	1	1	0	0	0	3	1Q	0	4
39	1	1	1	1	1	0	5	0	1	3
40	1	1	1	1	0	0	4	0	1	3
41	1	1	1	1	0	0	4	0	0	3
42	1	1	1	1	0	0	4	0	0	3
43	1	1	1	0	1	1	5	0	0	3
44	1	1	1	0	1	0	4	0	2	3
45	1	1	1	0	1	0	4	1A+3Q	10	4
46	1	1	1	0	1	0	4	0	0	3
47	1	1	1	0	0	1	4	0	0	3
48	1	1	1	0	0	1	4	0	0	3
49	1	1	1	0	0	1	4	0	0	3
50	1	1	1	0	0	0	3	1A+1Q	0	4
51	1	1	1	0	0	0	3	0	0	3
52	1	1	1	0	0	0	3	1Q	0	4
53	1	1	1	0	0	0	3	0	0	3
54	1	1	1	0	0	0	3	0	0	3
55	1	1	1	0	1	0	4	0	0	3
56	1	1	1	0	1	0	4	0	0	3
57	1	1	1	0	0	0	3	0	0	3
58	1	0	0	0	1	0	2	1Q	0	4
59	1	0	0	0	0	1	1	1Q	0	4
60	1	0	0	0	0	1	2	0	0	2
61	1	0	0	0	0	1	2	1Q	0	4
62	1	0	0	0	0	1	2	0	0	2
63	1	0	0	0	0	0	1	3Q	0	4
64	1	0	0	0	0	1	2	0	0	2
65	1	0	0	0	1	0	2	1Q	0	4
66	1	0	0	0	0	1	2	1Q	0	4
67	1	0	0	0	0	0	1	1Q	0	4
68	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
69	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
70	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
71	1	0	0	0	1	0	2	0	0	2
72	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
73	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
74	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
75	1	0	0	1	0	1	2	0	0	2
76	1	0	0	1	0	0	2	0	0	2
77	1	0	0	1	0	0	2	0	0	2
78	1	0	0	1	0	0	2	0	0	2
79	1	0	0	1	0	1	3	0	0	3

80	1	0	0	1	0	0	2	0	0	2
81	1	0	0	1	0	0	2	0	0	2
82	1	0	0	1	0	0	2	1Q	0	4
83	1	0	0	0	1	0	2	0	0	2
84	1	0	0	0	0	1	1	0	0	2
85	1	0	0	0	0	0	1	2Q	0	4
86	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
87	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
88	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
89	1	1	1	0	1	0	4	0	0	3
90	1	1	1	0	0	0	3	0	0	3

Per ogni UTO i parametri predisponenti analizzati, sono codificati 0 o 1 (assenza/presenza nella UTO cui il parametro si riferisce).

**Legenda:**

- PAR\_LITO 1: Classificazione USCS (classi ML-CL, GW e GC-CL)
- PAR\_MORF 1: Concomitanza con altri processi gravitativi
- PAR\_MORF 2: Profilo longitudinale convesso-concavo-convesso
- PAR\_MORF 5: Creep
- PAR\_MORF 6: Corso d'acqua in approfondimento
- PAR\_IDRO 1: Contrasto di permeabilità
- FRANE: Numero di frane ricadenti nella UTO e loro attività (A attive, Q quiescenti)
- ELEM\_PREC: Numero di elementi precursori ricadenti nella UTO.

Tabella 0.12

COLATE LENTE E SCIVOLAMENTI DI RIATTIVAZIONE										
UTO	PAR. LITO 1	PAR. MORF 1	PAR. MORF 2	PAR. MORF 5	PAR. MORF 6	PAR. IDRO 1	TOT.	FRANE	ELEMENTI PRECURSORI	CLASSE SUSCETTIBILITA'
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
3	0	1	1	1	0	0	3	0	1	3
4	0	1	1	0	0	0	2	0	0	2
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
6	0	1	1	1	0	0	3	0	0	3
7	0	1	1	0	0	0	2	0	0	2
8	0	1	1	0	0	0	2	0	0	2
9	0	1	1	0	0	0	2	0	0	2
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
12	0	1	1	0	1	0	3	0	0	3
13	0	1	1	0	1	0	3	0	0	3
14	0	1	1	0	1	0	3	0	0	3
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
16	0	1	1	0	0	0	2	0	0	2
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

19	0	1	1	0	0	0	2	0	0	2
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
22	0	1	1	0	0	0	2	0	0	2
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
24	0	1	1	0	0	0	2	0	0	2
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
27	1	1	1	0	0	0	3	0	0	3
28	1	1	1	0	0	0	3	0	0	3
29	1	1	1	0	0	1	3	0	0	3
30	1	1	1	0	0	0	3	0	0	3
31	1	1	1	1	0	1	4	0	2	3
32	1	1	1	1	0	0	4	0	2	3
33	1	1	1	1	0	0	4	0	1	3
34	1	1	1	0	0	0	3	0	0	3
35	1	1	1	1	1	0	5	1Q	1	4
36	1	1	1	1	0	0	4	0	0	3
37	1	1	1	1	0	0	4	0	1	3
38	1	1	1	0	0	1	3	0	0	3
39	1	1	1	0	0	0	3	0	0	3
40	1	1	1	0	1	1	4	0	0	3
41	1	1	1	0	1	1	4	0	0	3
42	1	1	1	0	1	1	4	0	0	3
43	1	1	1	0	1	0	4	0	0	3
44	1	1	1	0	1	0	4	0	12	4
45	1	1	1	0	0	0	3	0	0	3
46	1	1	1	0	0	1	3	0	0	3
47	1	1	1	0	0	0	3	1Q	0	4
48	1	1	1	0	0	0	3	0	0	3
49	1	1	1	0	0	0	3	0	0	3
50	1	1	0	0	1	0	3	0	0	3
51	1	1	1	0	0	0	3	0	0	3
52	1	0	0	1	0	0	2	0	0	2
53	1	0	0	0	1	0	2	0	0	2
54	1	0	0	0	0	1	1	0	0	2
55	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
56	1	0	0	1	0	0	2	0	0	2
57	1	0	0	0	0	1	1	0	0	2
58	1	0	0	0	0	1	1	0	0	2
59	1	0	0	0	0	1	1	0	0	2
60	1	0	0	0	0	1	1	0	0	2
61	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
62	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
63	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
64	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
65	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
66	1	0	0	0	0	1	1	0	0	2
67	1	0	0	0	0	1	1	0	0	2
68	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2

69	1	0	0	0	1	0	1	0	0	2
70	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
71	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
72	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2

### Funzione di suscettibilità

Per l'area in oggetto di studio è stata individuata come migliore funzione di suscettibilità il numero di parametri predisponenti, di frane attive e quiescenti e di elementi precursori che insistono su ciascuna UTO, poiché questo metodo appare del tutto indipendente dalla soggettività dell'operatore e facilmente esportabile in altri contesti del Bacino dell'Arno. E' da sottolineare che questa funzione deve essere tarata sulla base della tipologia di frana che si considera poiché il numero e la tipologia di parametri predisponenti varierà al variare del contesto geomorfologico indagato. Sono state infine definite quindi le seguenti classi di suscettibilità da attribuire a ciascuna UTO:

- Suscettibilità alta (S3) Presenza di frane attive o quiescenti o presenza di almeno 3 elementi precursori;
- Suscettibilità media (S2) Presenza di almeno 1 elemento precursore o concomitanza di almeno 3 parametri predisponenti;
- Suscettibilità bassa (S1) Presenza di almeno 1 parametro predisponente;
- Suscettibilità nulla (S0) Assenza di parametri predisponenti e elementi precursori.

### Conclusioni

L'applicazione della metodologia generale ENEA-MINAMB per la zonazione della suscettibilità da frana al bacino del Torrente Virginio ha permesso di verificarne le potenzialità di implementazione in un contesto geologico e geomorfologico rappresentativo delle condizioni di gran parte del Bacino dell'Arno.

La metodologia nelle sue linee generali prevede:

- l'identificazione di macroaree mediante l'incrocio dei parametri discriminanti (litologia, acclività e uso del suolo), rilevati direttamente sui siti in frana censiti, differenziati in base alla tipologia di fenomeno franoso;
- l'esecuzione di indagini di campagna per il rilevamento sui siti in frana di parametri predisponenti e per la loro identificazione e spazializzazione, congiuntamente con elementi precursori, nell'ambito di ogni macroarea;
- la definizione di unità territoriali omogenee (UTO) sulla base della spazializzazione dei parametri predisponenti e degli elementi precursori e l'attribuzione, ad ogni UTO, di un valore di suscettibilità assegnato mediante una funzione logica.

La metodologia si differenzia rispetto ad altre proposte nella letteratura scientifica soprattutto per i seguenti aspetti innovativi:

- differenziazione dei criteri per l'identificazione delle macroaree e per l'analisi dei parametri predisponenti e degli elementi precursori;
- importanza attribuita alle indagini di dettaglio (analisi di macroarea) per la zonazione della suscettibilità sulla base di una serie di elementi rilevati direttamente sui siti in frana alla scala del singolo versante (analisi di sito).
- enfasi attribuita al rilevamento di dettaglio degli elementi conoscitivi di base e loro archiviazione su sistemi informativi territoriali, come strumento propedeutico all'implementazione di qualsiasi funzione di suscettibilità.

Sulla base delle precedenti considerazioni l'applicazione della metodologia prevede un notevole impegno per la fase di raccolta dei dati. Questo risponde alla necessità di analizzare in maniera adeguata una casistica di fenomeni che si differenziano marcatamente per tipologia, materiale interessato e caratteri geometrico-cinematici e che, proprio per questa eterogeneità, richiederebbero idealmente un'analisi effettuata alla scala del singolo fenomeno franoso.

E' da sottolineare che la metodologia è fortemente condizionata dalla disponibilità in formato vettoriale di una carta geologica o litologica a scala adeguata (scala max: 1:25.000) e di un censimento dei fenomeni fransi dettagliato (scala max di rilevamento 1:25.000) ed esaustivo.

La sperimentazione sul bacino del Virginio (su un'area di circa 60 km<sup>2</sup>) ha richiesto un mese di lavoro comprensivo delle indagini di campagna, della informatizzazione dei dati raccolti, della loro elaborazione, restituzione ed editing finale. La metodologia ENEA-MINAMB si è dimostrata pienamente applicabile al contesto del bacino sperimentale ed ha richiesto minimi adattamenti e adeguamenti rispetto ad altre sperimentazioni passate, sviluppate in contesti geomorfologici completamente diversi (es. Comune di Cervinara, caratterizzato da colate detritiche rapide).

L'analisi della banca dati degli eventi fransivi pregressi ha permesso di individuare in modo adeguato i parametri discriminanti e predisponenti da considerare per l'individuazione e discretizzazione in UTO delle macroaree.

La funzione di suscettibilità adottata, articolata in 3 classi più una classe nulla, è basata su operatori logici e ha un valore del tutto generale e oggettivo essendo determinata tramite la presenza/assenza di chiare evidenze geologiche e geomorfologiche, quali frane attive e quiescenti, elementi precursori e parametri predisponenti. Per tali motivi, adeguatamente modificando i dati di ingresso, la funzione di suscettibilità risulta esportabile ad altri contesti geologici e geomorfologici.







**IDRARNO**

Modulo di elaborazione idrologica e idraulica

**Guida all'uso**

## **Introduzione**

Il programma IDRARNO è composto da un modulo idrologico e da un modulo idraulico. Il primo consente la valutazione degli idrogrammi di piena nelle sezioni di interesse del reticolo idrografico considerato. Il secondo utilizza uno schema di moto vario per l'analisi delle caratteristiche di propagazione all'interno dell'alveo, calcolando le portate di tracimazione dalle sommità arginali o da sogli esfioranti verso aree adiacenti connesse idraulicamente e funzionanti come aree statiche di accumulo.

## **Installazione**

Il modulo IDRARNO si installa attivando il programma SETUP.EXE ed eseguendone i comandi. Nella directory di installazione prescelta verrà posto il solo file IDRARNO.EXE.

## **I comandi**

Il modulo IDRARNO una volta attivato presenta il seguente menu (Figura 1):

- *Archivi*
- *Calcolo idrogrammi*
- *Calcolo esondazioni*
- *Informazioni*

Il comando *Archivi* presenta come sottomenu il comando *Esci* attraverso il quale è possibile terminare la sessione di lavoro.

Il comando *Calcolo idrogrammi* attiva la finestra riportata in Figura 2.

Il comando *Calcolo esondazioni* attiva la finestra riportata in Figura 5.

Il comando *Informazioni* attiva la finestra riportata in Figura 1.

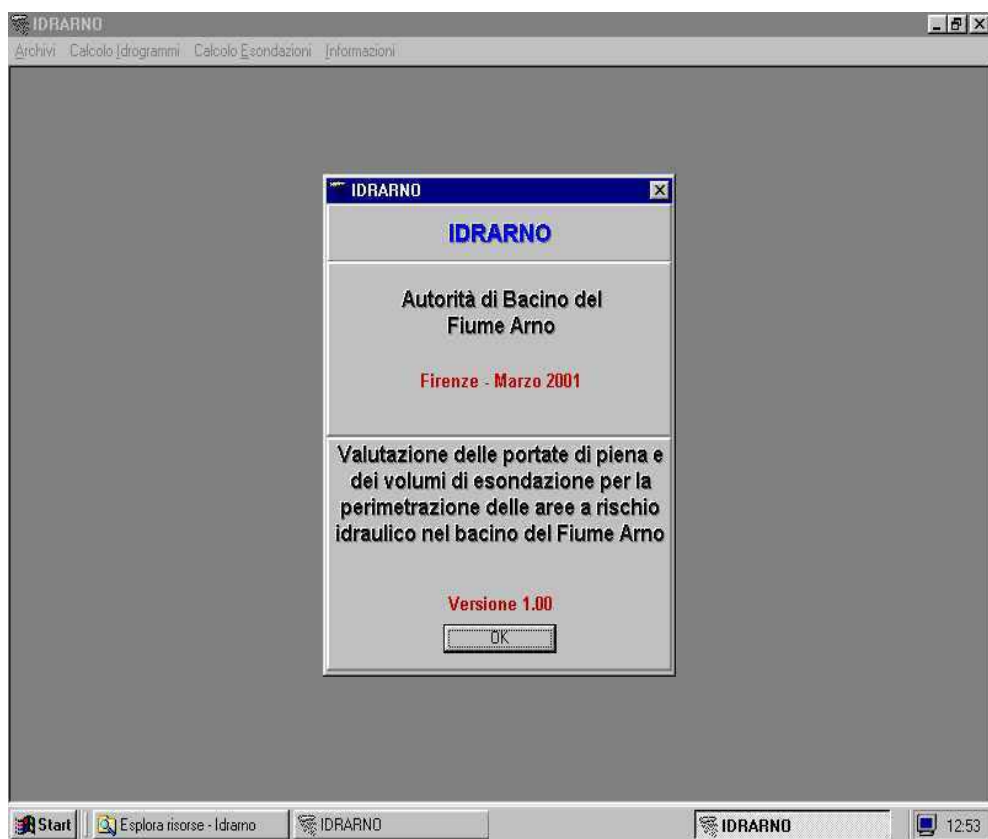


Figura 1

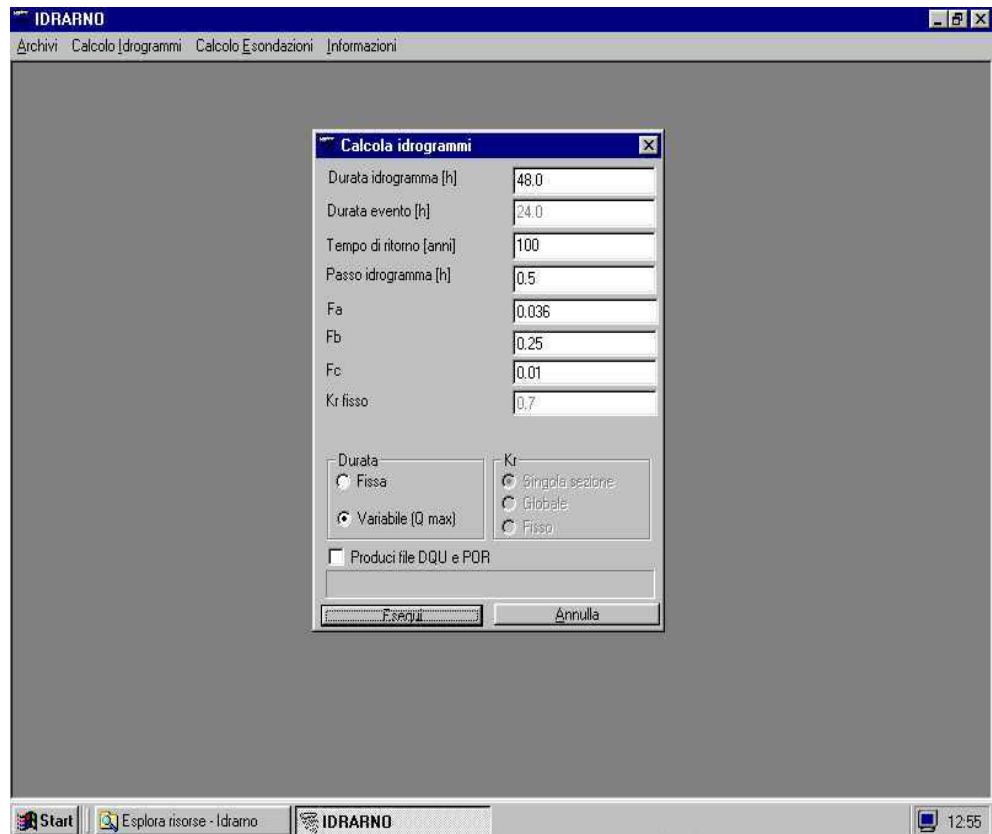
### Analisi idrologica

Le elaborazioni idrologiche sono gestite dalla finestra riportata in Figura 2. Tale finestra consente di inserire i dati necessari per l'elaborazione, di definire il tipo di elaborazione da condurre e di selezionare il file .IDR che contiene i parametri delle sezioni nelle quali si vuole calcolare l'idrogramma di piena.

I dati da inserire sono i seguenti:

- Durata idrogramma di piena (positiva) [ore];
- Durata dell'evento pluviometrico (almeno la metà della durata dell'idrogramma) [ore] [opzionale];
- Tempo di ritorno [anni];
- Passo dell'idrogramma (minore della durata dell'evento) [ore];
- Fa, Fb e Fc parametri della formula per il ragguglio areale della precipitazione;
- Kr, valore del coefficiente di ragguglio areale (fisso) [opzionale].

Figura 2



Il tipo di elaborazione può essere definito in termini di durata dell'evento e di ragguglio areale della precipitazione.

Nel riquadro **Durata** è possibile scegliere due alternative:

- *Durata fissa*
- *Durata variabile (Qmax)*

Se si seleziona *Durata fissa* la durata dell'evento deve essere inserita tra i dati di elaborazione. Lo ietogramma per il calcolo dell'idrogramma di piena avrà forma rettangolare e durata pari a quella inserita. Se si seleziona *Durata variabile* il programma non utilizza la durata dell'evento predefinita (si disattiva la possibilità di inserire il valore della durata) ma ricerca la durata di pioggia che massimizza la portata in uscita.

Nel riquadro **Kr** sono disponibili tre opzioni di calcolo:

- *Singola sezione*
- *Globale*
- *Fisso*

Se si è selezionato la elaborazione con durata variabile le opzioni di **Kr** sono disabilitate e viene utilizzata di default la scelta *Singola sezione*. Il coefficiente di ragguglio areale è espresso da un funzionale nella forma  $Kr=f(A,d)$  dove  $A$  è l'area del bacino e  $d$  la durata dell'evento. L'opzione *Singola sezione* calcola il valore del coefficiente di ragguglio areale con l'area del bacino complessivamente sotteso e con

una prefissata durata (che può essere fissa o calcolata per massimizzare la portata in uscita). L'opzione *Globale* calcola il coefficiente di ragguglio areale  $K_a$ , considerando che i parametri contenuti nel file .IDR siano quelli di un bacino intermedio afferente a un'asta principale, secondo la seguente formula:

$$K_a = \frac{K_v A_v - K_m A_m}{(A_v - A_m)}$$

dove:  $K_v$  = coefficiente di ragguglio areale per il bacino di valle;  $A_v$  = area del bacino di valle;  $K_m$  = coefficiente di ragguglio areale per il bacino di monte;  $A_m$  = area del bacino di monte.

In pratica si assume per l'interbacino un coefficiente di ragguglio  $K_a$ , che mantenga inalterato il valore del coefficiente di ragguglio  $K_v$  pertinente al bacino di valle assumendo come peso l'area dei bacini stessi. In questo caso le righe nel file .IDR devono essere relative, la prima al bacino di testa e le altre ai bacini intermedi lungo una stessa asta fluviale. L'opzione *Fisso* consente di inserire un valore prefissato del coefficiente di ragguglio areale (ne caso in cui non sia attivata resta disattivata la possibilità di digitare un valore di  $K_r$  nella finestra dei dati).

Il programma legge un file con estensione .IDR e scrive un file con estensione .OUT. Nel caso in cui sia attivato *Produci file DQU e POR* il programma produce in output un file con estensione .POR contenente l'elenco delle sezioni di immissione e tanti file .DQU contenenti le tabulazioni degli idrogrammi di piena. I file dei risultati vengono prodotti nella stessa directory del file di input .IDR.

Il comando **Esegui** consente di selezionare il file di input .IDR (Figura 3), il comando **Annulla** chiude la finestra di lavoro. Una barra a scorrimento orizzontale evidenzia l'avanzamento dei calcoli al termine dei quali compare una finestra che annuncia l'avvenuta elaborazione (Figura 4).

Figura 3

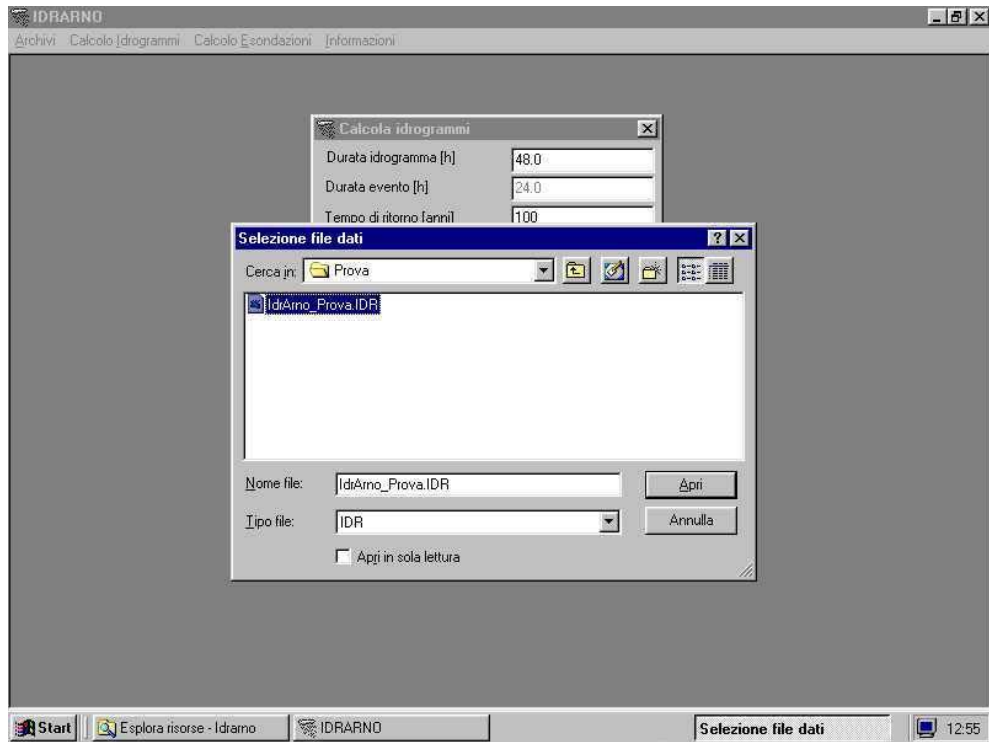
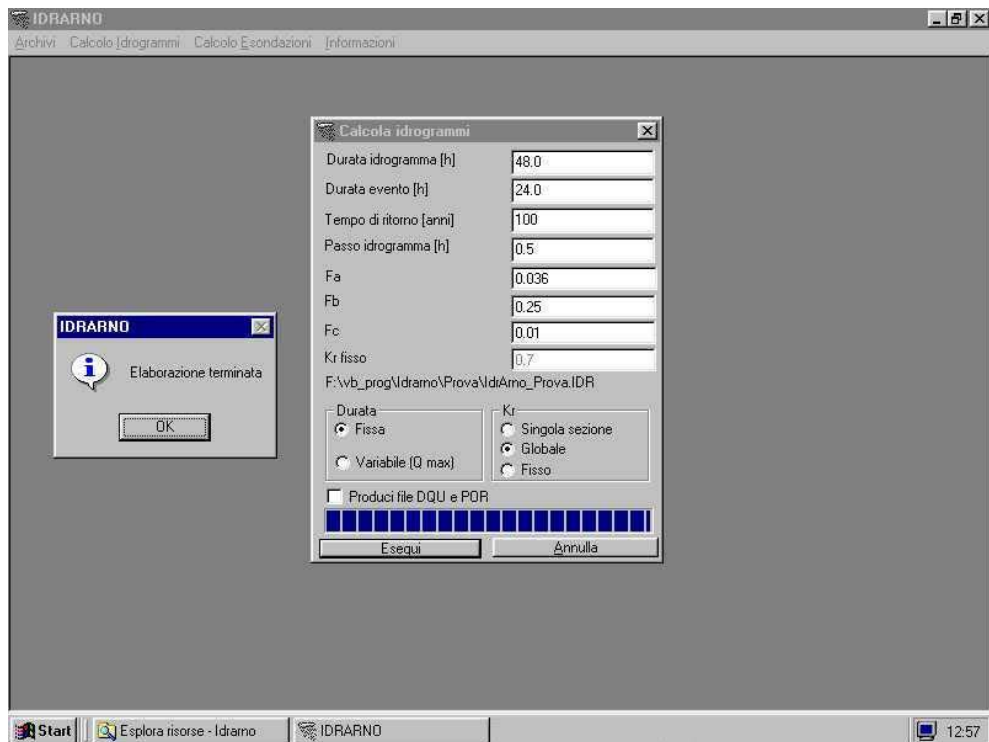


Figura 4



Il file .IDR contiene le seguenti informazioni:

- Bac\_arno\_ = Codice del data base del programma ALTO;
- Codice = Codice della D.C.R.T. 230/94
- Nome = Denominazione del corso d'acqua;
- Area\_por = Area sottesa [kmq];
- Ia = Perdita iniziale media sul bacino [mm];
- Ks = Infiltrazione a saturazione media sul bacino [mm/ora];
- N = parametro di forma dell'idrogramma di Nash;
- K = parametro di scala dell'idrogramma di Nash [ore];
- Cpp\_a1 = parametro  $a_1$  della curva di possibilità pluviometrica per durate inferiori all'ora;
- Cpp\_n1 = parametro  $n_1$  della curva di possibilità pluviometrica per durate inferiori all'ora;
- Cpp\_m1 = parametro  $m_1$  della curva di possibilità pluviometrica per durate inferiori all'ora;
- Cpp\_a = parametro a della curva di possibilità pluviometrica per durate superiori all'ora;
- Cpp\_n = parametro n della curva di possibilità pluviometrica per durate superiori all'ora;
- Cpp\_m = parametro m della curva di possibilità pluviometrica per durate superiori all'ora;
- Qbase[mc/skmq] = portata di base [mc/s kmq];
- Sezione = Codice della sezione di immissione (verifica idraulica);
- Qmax[mc/s] = portata massima limite (se non indicata si assume che non vi sia limite).

Il file presenta una prima linea di intestazione con le sigle dei diversi parametri prima riportate e successivamente su ogni riga i valori dei parametri separati da tabulazioni.

Il file .OUT contiene le seguenti informazioni:

- Bac\_arno = Codice del data base del programma ALTO;
- Codice = Codice della D.C.R.T. 230/94;
- Nome = Denominazione del corso d'acqua;
- Tr[anni] = Tempo di ritorno;
- Durata [h] = Durata evento;
- Afflusso [mm] = Afflusso meteorico;
- Intensità [mm/h] = Intensità media dell'evento;
- Fa = Parametro a della formula di ragguaglio areale;
- Fb = Parametro b della formula di ragguaglio areale;
- Fc = Parametro c della formula di ragguaglio areale;
- Kr = Valore del coefficiente di ragguaglio areale;
- Afflusso ridotto [mm] = Afflusso ragguagliato al bacino tramite il coefficiente Kr;
- Suolo libero medio [mm] = Valore medio sul periodo di simulazione del suolo non saturo;
- Infiltrazione [mm] = Quantità di acqua che si infiltra nel suolo;
- Deflusso [mm] = Deflusso, Afflusso ridotto meno Infiltrazione;
- Portata al colmo [mc/s] = Portata al colmo;
- Passo [h] = Passo dell'idrogramma;
- N\_Passi = Numero di passi;
- Sezione = Codice della sezione di immissione (per il modello idraulico);



- $Q(t)$  = Valore della portata tabulata sul passo dell'idrogramma (la riga di intestazione riporta le ore).

Il file presenta una prima linea di intestazione con le sigle dei diversi parametri prima riportate e successivamente su ogni riga i valori dei parametri separati da tabulazioni.

Il file .POR contiene le seguenti informazioni:

NF = nome della verifica;  
 NT = numero del tronco;  
 DS = descrizione;  
 NZ = numero di immissioni;  
 NN = codice delle sezioni con immissione (lista).

Il file prevede gli identificativi prima riportati nei primi due caratteri della riga.

Il file .DQU contiene le seguenti informazioni:

NF = nome della verifica;  
 NS = codice della sezione di immissione;  
 DS = descrizione;  
 DA = data;  
 DT = passo di tabulazione in secondi;  
 NI = numero di tabulazioni  
 QU = valore della portata in [mc/s] per ciascun passo.

### **Analisi idraulica**

Le elaborazioni idrauliche sono gestite dalla finestra riportata in Figura 5. La finestra consente di inserire i parametri della verifica idraulica e di selezionare i file .SEZ e .OUT (output del modello idrologico).

I dati da inserire per la verifica idraulica sono i seguenti:

- *Iterazioni*
- *Tolleranza*
- *Stabilizzatore*

Le *Iterazioni*, in numero di default pari a 50, indicano i cicli che il programma compie per portare a chiusura l'equazione di continuità su ogni singolo tronco elementare. La *Tolleranza*, pari di default a 0.0001, indica il valore relativo dell'incremento minimo al disotto del quale si interrompe il ciclo per la chiusura dell'equazione di continuità. Lo *Stabilizzatore* controlla il processo di convergenza durante le iterazioni, maggiore il valore dello stabilizzatore maggiore il peso che si attribuisce al passo precedente secondo la seguente formulazione:

$$H(i) = (H(i-1) * Stabb + H(i)) / (Stabb + 1)$$

dove  $H(i)$  è il valore della variabile in una data sezione al passo di calcolo  $i$ -esimo,  $H(i-1)$  lo stesso al passo  $(i-1)$ -esimo e  $Stabb$  lo stabilizzatore.

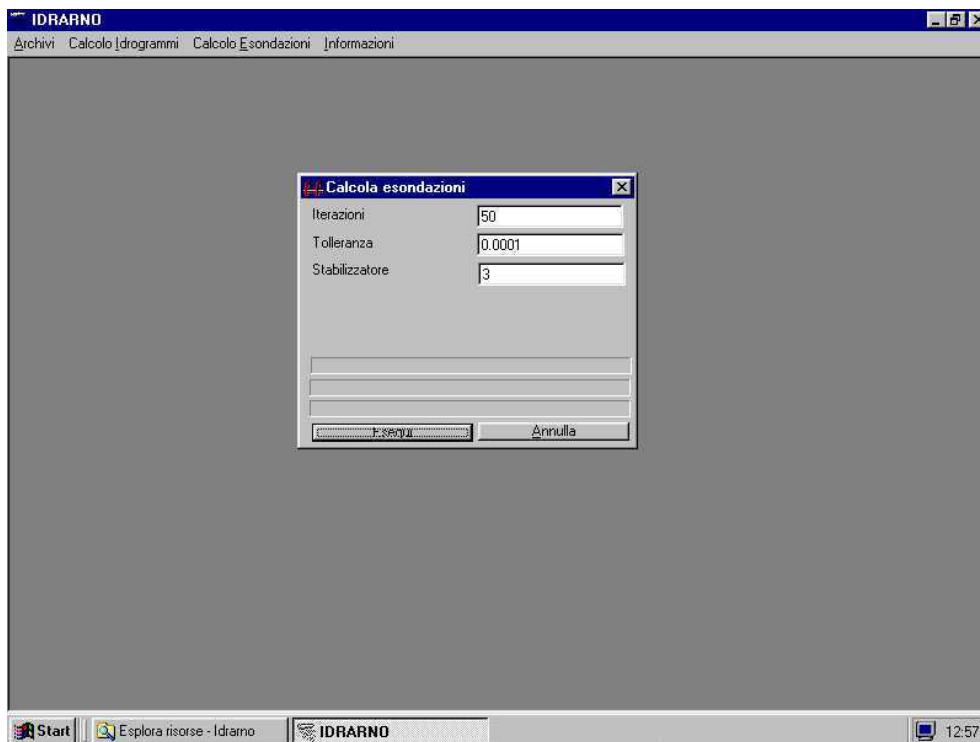


Figura 5

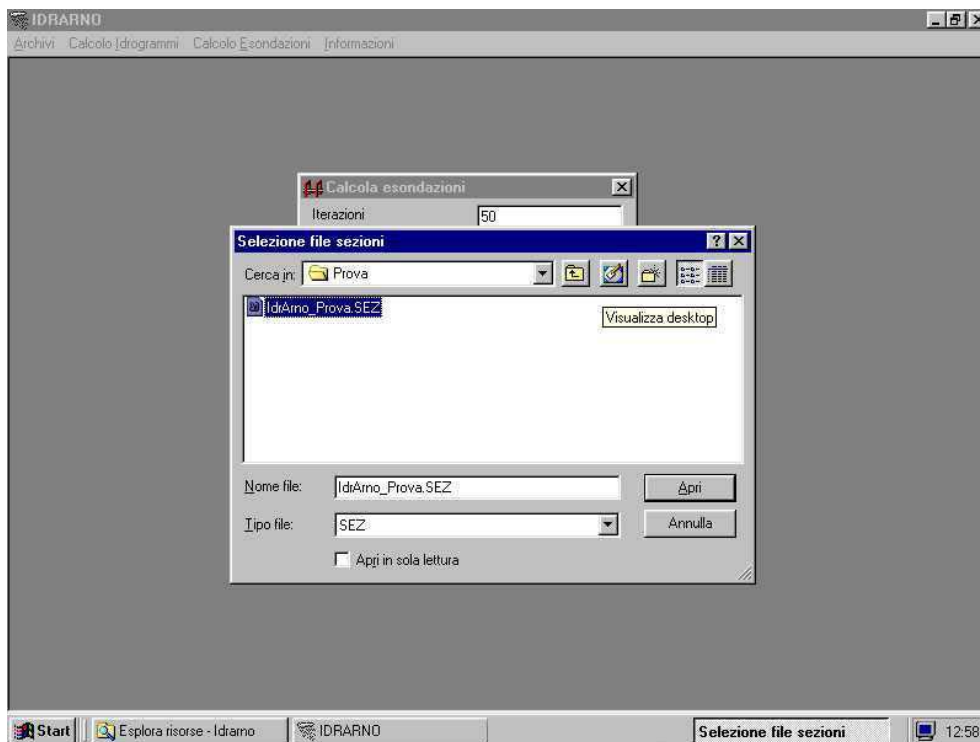


Figura 6

Il comando **Esegui** consente di selezionare il file di input .SEZ (Figura 6) e il file di input .OUT (output del modello idrologico) (Figura 7) il comando **Annulla** chiude la finestra di lavoro.

Sono previste tre barre a scorrimento orizzontale evidenziano dall'alto verso il basso rispettivamente:

- l'avanzamento dei calcoli nel tempo (l'elaborazione è conclusa quanto la barra è completa);
- l'avanzamento dei calcoli nello spazio (sezione per sezione a ogni passo temporale);
- l'avanzamento dei calcoli nei cicli di convergenza sulla singola sezione (se la barra raggiunge la completa estensione verso destra la convergenza non è stata ottenuta e il ciclo si è interrotto per il raggiungimento del massimo numero di iterazioni).

Al termine dei quali compare una finestra che annuncia l'avvenuta elaborazione (Figura 8).

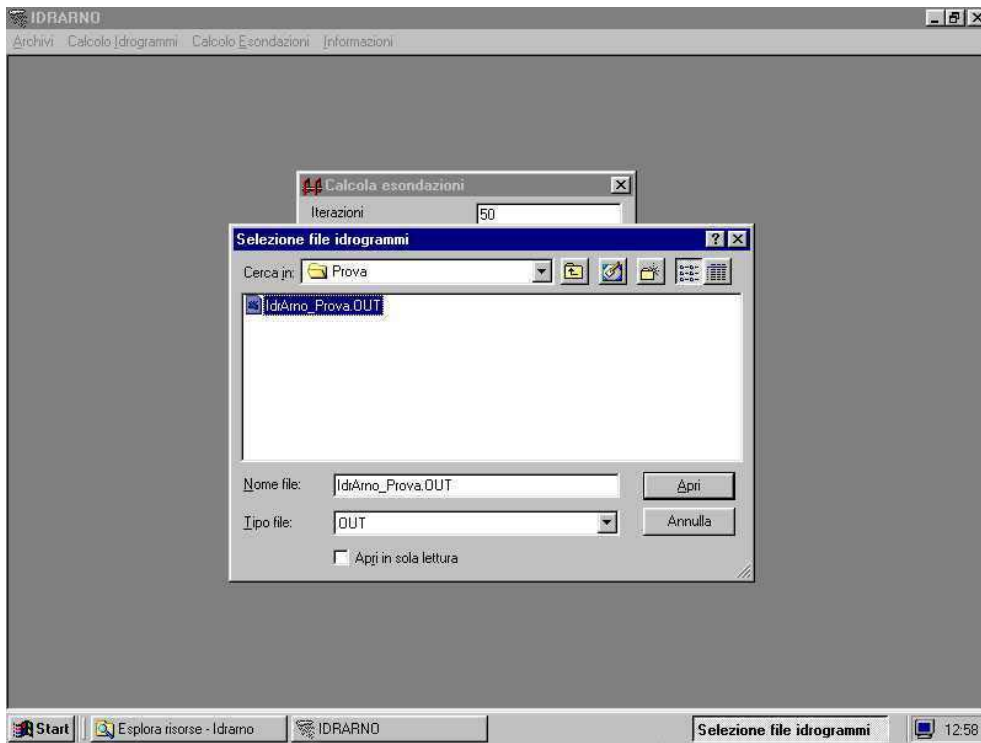


Figura 7

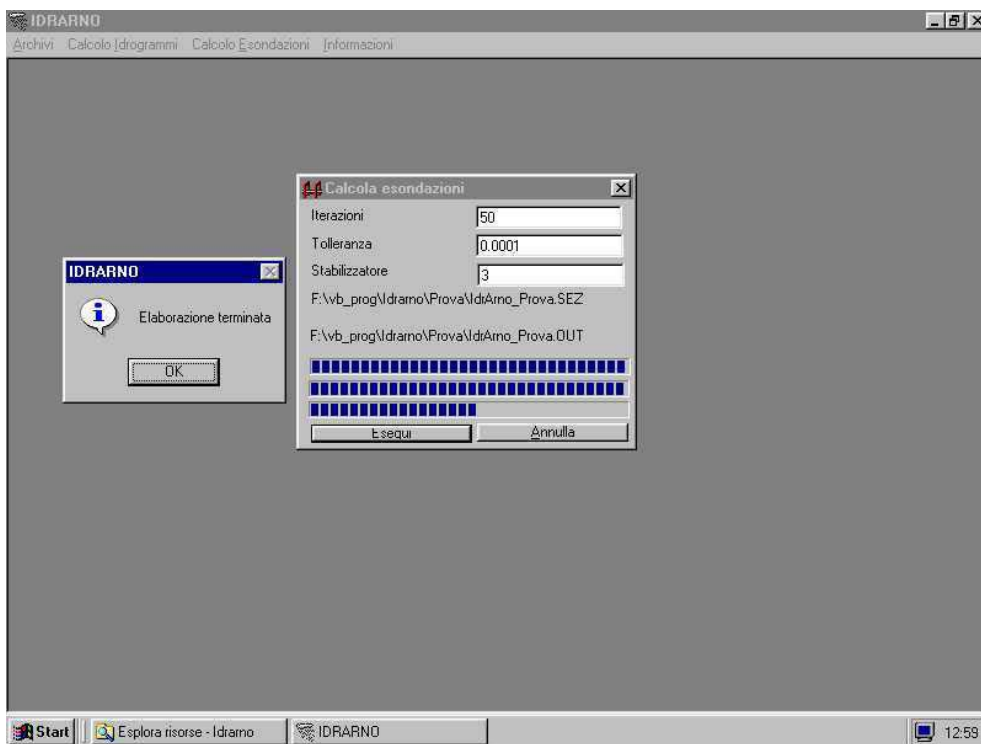


Figura 8

Il file .SEZ contiene le seguenti informazioni:

- Sezione = Sezione fluviale
- Progr = Progressiva [m];
- Arg sx = Quota assoluta dell'argine sinistro [m]
- Ls sx = Lunghezza dello sfioro in sinistra [opzionale];
- A\_cassa\_Sx = Parametro a dell'area di espansione in sinistra [opzionale];
- B\_cassa\_Sx = Parametro b dell'area di espansione in sinistra [opzionale];
- C\_cassa\_Sx = Parametro c dell'area di espansione in sinistra [opzionale];
- Arg dx = Quota argine destro [m];
- Ls dx = Lunghezza argine destro [m];
- A\_cassa\_Dx = Parametro a dell'area di espansione in destra [opzionale];
- B\_cassa\_Dx = Parametro b dell'area di espansione in destra [opzionale];
- C\_cassa\_Dx = Parametro c dell'area di espansione in destra [opzionale];
- Num\_Tab = Numero di tabulazioni Portata – Livello – Area bagnata;
- Q(i) = Portata [mc/s];
- H(i) = Livello [m];
- A(i) = Area bagnata [mq].

La lunghezza degli sfiori in sinistra e destra può assumere i seguenti valori:

- non presente = in questo caso si assume uno sfioro con soglia dalle quote variabili tra la sezione in esame e quella precedente;
- nullo = in questo caso si esclude la possibilità di sfioro tra la sezione in esame e quella precedente;
- valore >0 = in questo caso si assume che nella sezione in esame sia posto uno sfioratore orizzontale di lunghezza assegnata.

I parametri delle aree di espansione possono assumere i seguenti valori:

- non presenti = non si considera la presenza di un'area di espansione pertanto lo sfioro non sarà mai rigurgitato;
- valore >0 = si considera la presenza di un'area di espansione pertanto lo sfioro potrà essere rigurgitato.

I parametri sono relativi al seguente funzionale che lega il livello nell'area di espansione (H [m]) al volume invasato (V [mc]):

$$V = a(H - b)^c$$

I valori di Q(i), H(i) e A(i) derivano devono essere calcolati con una modellazione idraulica in moto permanente da condursi esternamente al programma IDRARNO in modo da avere una scala di deflusso per altezze idrometriche e aree bagnate.

Il file presenta una prima linea di intestazione con le sigle dei diversi parametri prima riportate e successivamente su ogni riga i valori dei parametri separati da tabulazioni.

I file di output del modello idraulico sono il file .RIS che riporta i risultati e sintesi della simulazione; .RHY, .RQU, .RSD e .RSS che riportano le tabulazioni rispettivamente dei livelli idrometrici, delle portate in alveo e delle portate sfiorate in destra e in sinistra.

Il formato del file .RIS è il seguente:

- Codice = Codice della sezione;
- Q max [mc/s] = Portata massima in transito;

- H max [mc/s] = Livello massimo durante l'evento;
- S\_S max [mc/s] = Massima portata sfiorata in sinistra;
- V\_S\_S max [mc/s] = Volume totale sfiorato in sinistra;
- S\_D max [mc/s] = Massima portata sfiorata in destra;
- V\_S\_D max [mc/s] = Volume totale sfiorato in destra.

Il file presenta una prima linea di intestazione con le sigle dei diversi parametri prima riportate e successivamente su ogni riga i valori dei parametri separati da tabulazioni.

Il formato dei file .RHY, .RQU, .RSS e .RSD è il seguente:

Codice = Codice della sezione;  
 Passo [h] = Passo di tabulazione;  
 N\_Passi = Numero di passi;  
 X(t) = Tabulazione della grandezza.

I file presentano una prima linea di intestazione con le sigle dei diversi parametri prima riportate e successivamente su ogni riga i valori dei parametri separati da tabulazioni.

## ALGORITMI DI CALCOLO

### IDROLOGIA

Le elaborazioni idrologiche sono state condotte secondo la metodologia messa a punto per la "Regionalizzazione delle portate di piena in Toscana" già implementate nel modello ALTO. Il modello IDRARNO mantiene gli stessi algoritmi per quanto riguarda il bilancio idrologico di evento mentre risulta più flessibile per quanto riguarda i tipi di simulazione possibili. In particolare si ricorda la possibilità di generare idrogrammi con eventi di durata fissata e la possibilità di calcolare gli input ad un'asta fluviale per la sua verifica con un modello idraulico di moto vario.

### Le precipitazioni

Il modello prevede per un dato tempo di ritorno uno ietogramma di durata fissata e intensità costante. L'intensità dell'ietogramma è calcolata noti i parametri della curva di possibilità pluviometrica media del bacino. La curva di possibilità pluviometrica è espressa nella seguente forma:

$$h = ad^n T^m$$

dove h è in [mm], d in [ore] e T in [anni].

I parametri possono assumere diversi valori per durate superiori o inferiori all'ora. In tal caso la durata limite per l'uso dell'uno o dell'altro set di valori è calcolata con la seguente formula:

$$DI = (a_1/a * T^{(m_1 - m)})^{(1 / (n - n_1))}$$

dove DI è la durata limite mentre il pedice 1 sta ad indicare il parametro della curva di possibilità pluviometrica per durate inferiori all'ora.

La variabilità spazio-temporale della precipitazione è messa in conto attraverso un coefficiente di riduzione,  $K_r$ , del tipo:

$$K_r = h_A(A, t) / h(t)$$

dove  $h_A(A, t)$  è l'altezza di pioggia di durata t ragguagliata all'area A e h(t) l'altezza di pioggia di durata t nel centro di scroscio.

Il valore di  $K_r$  dipende da tre fattori:

- l'estensione dell'area investita dalla precipitazione;
- la durata considerata;
- l'altezza di pioggia;

Per la quantificazione di  $K_r$  si è fatto riferimento alla formula dell'USWB opportunamente modificata per tenere in conto delle caratteristiche peculiari della Regione Toscana [4]

$$Kr = 1 - \exp(-\alpha t^\beta) + \exp(-\alpha t^\beta - \gamma A)$$

dove  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$  sono i parametri della formula,  $t$  [h] la durata della precipitazione e  $A$  [kmq] l'area del bacino.

Per la regione Toscana nell'ambito dello studio di regionalizzazione sono stati definiti i seguenti valori per i parametri:

- $\alpha = Fa \times a = 0.036 \times a$ , dove  $a$  è il parametro della curva di possibilità;
- $\beta = Fb = 0.25$ ;
- $\gamma = Fc = 0.01$ .

Come già riportato in precedenza nel caso si utilizzi l'opzione *Globale* il calcolo del coefficiente di ragguglio areale  $K_a$ , è condotto secondo la seguente formula:

$$K_a = \frac{K_v A_v - K_m A_m}{(A_v - A_m)}$$

dove:  $K_v$  = coefficiente di ragguglio areale per il bacino di valle;  $A_v$  = area del bacino di valle;  $K_m$  = coefficiente di ragguglio areale per il bacino di monte;  $A_m$  = area del bacino di monte

#### 6.1.2 IL CALCOLO DEL DEFLUSSO

Il calcolo del deflusso in primo luogo necessita del calcolo della pioggia netta che nel caso specifico viene condotto con un semplice modello di infiltrazione caratterizzato da due parametri: il volume di suolo non saturo all'inizio dell'evento o perdita iniziale (indicata con  $Ia$ ) che assorbe completamente la precipitazione durante i primi momenti dell'evento (dall'istante iniziale dell'evento  $t = 0$  sino all'istante  $t = ta$ ), e la perdita durante l'evento viene schematizzata con una *infiltrazione costante a saturazione* (indicata con  $K_s$ ):

$$\text{se } t < ta \quad \begin{cases} Ia(t) = Ia - \int_0^t (P(\tau) - K_s) d\tau \\ Pn(t) = 0 \end{cases}$$

$$\text{se } t \geq ta \quad \begin{cases} Ia(t) = 0 \\ Pn(t) = P(t) - K_s \end{cases}$$

dove:

$P(t)$  intensità di precipitazione ragguagliata sul bacino [mm/h];  
 $Pn(t)$  intensità di precipitazione netta sul bacino [mm/h];  
 $la(t)$  perdita iniziale all'istante  $t$  dell'evento [mm];  
 $la=la(ta)$  volume di perdita iniziale per unità di area [mm];  
 $K_s$  = velocità di infiltrazione a saturazione [mm/h].

Una volta calcolata la pioggia netta l'idrogramma di piena viene ricostruito attraverso la convoluzione con l'idrogramma unitario di Nash caratterizzato dai parametri N e K. L'integrale di convoluzione si esprime nella forma:

$$Q(t) = \int_0^t U(t) Pn(t - \tau) d\tau$$

dove  $Q(t)$  è la portata al tempo  $t$  e  $U(t)$  l'idrogramma unitario. Nella formulazione di Nash l'idrogramma unitario assume la forma:

$$U(t) = \frac{1}{k\Gamma(n)} \left(\frac{t}{k}\right)^{n-1} e^{-\frac{t}{k}}$$

dove  $n$  e  $k$  sono rispettivamente il parametro di forma e quello di scala.

### **Idraulica**

Il modello idraulico implementato nel modulo IDRARNO assume un legame biunivoco tra la portata in transito e il livello idrometrico e la sezione bagnata, in particolare  $H = f(Q)$  e  $A = g(Q)$ . Tali funzionali (scale di deflusso) possono essere calcolati utilizzando una modellazione in moto permanente. La loro tabulazione è riportata nel file .SEZ.

Per le portate sfiorate si assume una legge di soglia in parete grossa eventualmente rigurgitata del tipo:

$$Q_s = l(\mu_1 h_2 + \mu_2 h_1) \sqrt{2gh_1}$$

dove  $l$  è la lunghezza della soglia,  $\mu_1$  e  $\mu_2$  sono pari rispettivamente a 0.65 e 0.4,  $h_1$  è la differenza tra il pelo libero di monte e di valle e  $h_2$  il livello del pelo libero a valle riferito alla quota della soglia.

Nel caso in cui la soglia sfiorante versi in un'area di espansione il livello nella cassa in funzione del volume complessivamente sfiorato è espresso secondo il funzionale:

$$V = a(H - b)^c$$

ove  $V$  è il volume di riempimento,  $H$  è il livello idrico, mentre i parametri  $a$ ,  $b$  e  $c$  possono essere calcolati in base alle caratteristiche morfologiche dell'area.

Il modello idraulico risolve quindi l'equazione di continuità ad ogni passo in ciascun tronco elementare delimitato da due sezioni. L'equazione di continuità nella forma differenziale può essere espressa nella forma:

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q(x) - qs(x)$$



dove  $A$  è la sezione bagnata,  $Q$  la portata in alveo,  $q(x)$  l'eventuale portata immessa (positiva se entrante) e  $qs(x)$  l'eventuale portata sfiorata in destra o in sinistra (positiva se uscente).

La precedente equazione viene risolta in forma implicita approssimando alle differenze finite le derivate e operando una media pesata per gli altri termini. In particolare sono state utilizzate le seguenti formulazioni:

$$A = p_s p_t A_i^k + p_s (1 - p_t) A_i^{k+1} + (1 - p_s) p_t A_{i+1}^k + (1 - p_s) (1 - p_t) A_{i+1}^{k+1}$$

$$\frac{\partial A}{\partial s} = p_t \frac{A_{i+1}^k - A_i^k}{\Delta s} + (1 - p_t) \frac{A_{i+1}^{k+1} - A_i^{k+1}}{\Delta s}$$

$$\frac{\partial A}{\partial t} = p_s \frac{A_i^{k+1} - A_i^k}{\Delta t} + (1 - p_s) \frac{A_{i+1}^{k+1} - A_{i+1}^k}{\Delta t}$$

dove  $p_s$  è il peso della media spaziale e  $p_t$  il peso della media temporale (l'indice  $k$  è riferito al tempo e l'indice  $i$  allo spazio). Il valore utilizzato per  $p_s$  e  $p_t$  è di 0.5.

La risoluzione avviene iterativamente per ogni tratto elementare.





**GLOSSARIO INTERNAZIONALE DELLE FRANE**



## **Traduzione italiana del “Glossario Internazionale delle frane”.**

WP/WLI - International Geotechnical Societies' UNESCO Working Party for World Landslide Inventory (1993) - *Multilingual Glossary for Landslides*. The Canadian Geotechnical Society. BiTech Publisher Ltd., Richmond (CAN).

Il glossario internazionale delle frane è un'utile riferimento per la terminologia in uso nel definire le caratteristiche dei movimenti franosi, sia nel loro aspetto geometrico che cinematico, ad esso si fa esplicito riferimento nel DPCM del 29-09-1998, “*Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art.1, commi 1 e 2* (redazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, ndr), *del decreto-legge 11 giugno 1998*”, all'allegato A. Si deve notare comunque che la definizione delle tipologie di frana riportata nel dizionario differisce leggermente da quella riportata nell'atto d'indirizzo e coordinamento, le differenze sono esplicitate nelle note al testo.

Particolare attenzione deve essere posta nello “stato di attività” e nella “distribuzione di attività” del fenomeno franoso, in riferimento al loro significato nella definizione del livello di pericolosità (frana attiva\frana quiescente) e alla geografia delle aree a pericolosità rispetto alla geometria dei dissesti (es. pericolosità dell'area a monte di una frana retrogressiva).



## Caratteristiche delle frane

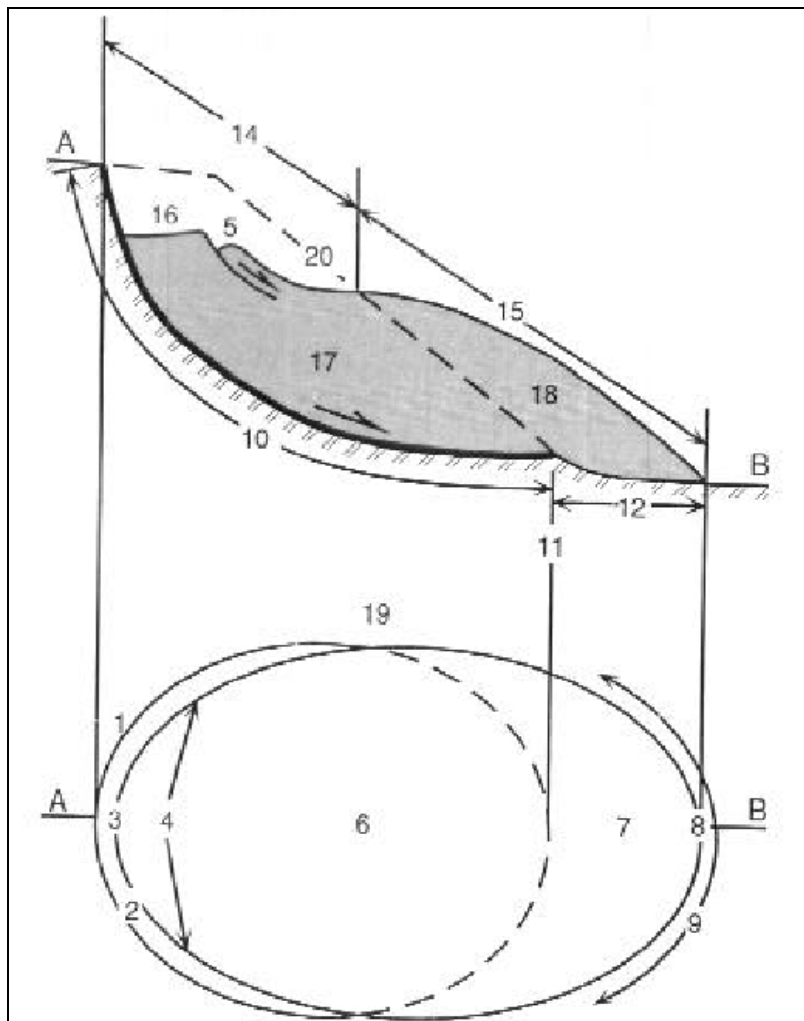


Figura 6: caratteristiche delle frane. Il terreno indisturbato è mostrato in rigato obliquo. La zona retinata grigia mostra l'estensione del "materiale spostato" (punto 13 delle caratteristiche delle frane).

Punto 1) in Figura 6: CORONAMENTO (*crown; couronne*): materiale rimasto praticamente in posto nella parte alta della "scarpata principale" (2).

Punto 2) in Figura 6: SCARPATA PRINCIPALE (*main scarp; escarpement principal*): superficie generalmente ripida che delimita l'area quasi indisturbata circostante la parte sommitale della frana, generata dal movimento del "materiale spostato" (13). Rappresenta la parte visibile della "superficie di rottura" (10).

Punto 3) in Figura 6: PUNTO SOMMITALE (*top; sommet*): punto più alto del contatto fra "materiale spostato" (13) e la "scarpata principale" (2).

Punto 4) in Figura 6: TESTATA (*head; tête*): parti più alte della frana lungo il contatto fra "materiale spostato" (13) e la "scarpata principale" (2).

Punto 5) in Figura 6: SCARPATA SECONDARIA (*minor scarp; escarpement secondaire*): ripida superficie presente sul "materiale spostato" (13) della frana prodotta da movimenti differenziali all'interno del "materiale spostato".

Punto 6) in Figura 6: CORPO PRINCIPALE (*main body; corps*): parte del "materiale spostato" (13) che ricopre la "superficie di rottura" (10) fra la "scarpata principale" (2) e l'"unghia della superficie di rottura" (11).



Punto 7) in Figura 6: PIEDE (*foot; pied*): porzione della frana che si è mossa oltre l'"unghia della superficie di rottura" (11) e ricopre la "superficie originaria del versante" (20).

Punto 8) in Figura 6: PUNTO INFERIORE (*tip; extrémité aval*): punto dell'"unghia" (9) situato a maggior distanza dal "punto sommitale" (3) della frana.

Punto 9) in Figura 6: UNGHIA (*toe; front*): margine inferiore, generalmente curvo, del "materiale spostato" della frana, situato alla maggior distanza dalla "scarpata principale" (2).

Punto 10) in Figura 6: SUPERFICIE DI ROTTURA (*surface of rupture; surface de rupture*): superficie che forma (o che formava) il limite inferiore del "materiale spostato" (13) sotto la "superficie originaria del versante" (20). L'idealizzazione della "superficie di rottura" può essere definita "superficie di scivolamento".

Punto 11) in Figura 6: UNGHIA DELLA SUPERFICIE DI ROTTURA (*toe of the surface of rupture; pied de la surface de rupture*): intersezione (generalmente sepolta) fra la parte inferiore della "superficie di rottura" (10) della frana e la "superficie originaria del versante" (20).

Punto 12) in Figura 6: SUPERFICIE DI SEPARAZIONE (*surface of separation; surface de séparation*): parte della "superficie originaria del versante" (20) ricoperta dal "piede" (7) della frana.

Punto 13), risultante dei punti 17 e 18 in Figura 6: MATERIALE SPOSTATO (o FRANATO) (*displaced material; materiau déplacé*): materiale spostato dalla sua posizione originaria sul versante a causa del movimento della frana. Esso forma sia la "massa distaccata" (17) che l'"accumulo" (18).

Punto 14) in Figura 6: ZONA DI ABBASSAMENTO (*zone of depletion; zone d'affaissement*): parte della frana entro la quale il "materiale spostato" (13) giace al di sotto della "superficie originaria del versante" (20).

Punto 15) in Figura 6: ZONA DI ACCUMULO (*zone of accumulation; zone d'accumulation*): parte della frana entro la quale il "materiale spostato" (13) giace al di sopra della "superficie originaria del versante" (20).

Punto 16) in Figura 6: ABBASSAMENTO (*depletion; dépression*): volume delimitato dalla "scarpata principale" (2), la "massa distaccata" (17) e la "superficie originaria del versante" (20).

Punto 17) in Figura 6: MASSA ABBASSATA (*depletion mass; masse affaissée*): volume del "materiale spostato" (13) che ricopre la "superficie di rottura" (10) e che giace al di sotto della "superficie originaria del versante" (20).

Punto 18) in Figura 6: ACCUMULO (*accumulation; accumulation*): volume del "materiale spostato" (13) che giace al di sopra della "superficie originaria del versante" (20).

Punto 19) in Figura 6: FIANCO (*flank; flanc*): materiale non spostato adiacente ai margini della "superficie di rottura" (10). I fianchi possono essere identificati mediante l'azimut misurato con la bussola oppure dai termini "destro" e "sinistro", riferiti a chi guarda la frana dal "coronamento" (1).

Punto 20) in Figura 6: SUPERFICIE ORIGINARIA DEL VERSANTE (*original ground surface; surface topographique originale*): superficie del versante che esisteva prima che avvenisse il movimento franoso.

## Dimensioni delle frane

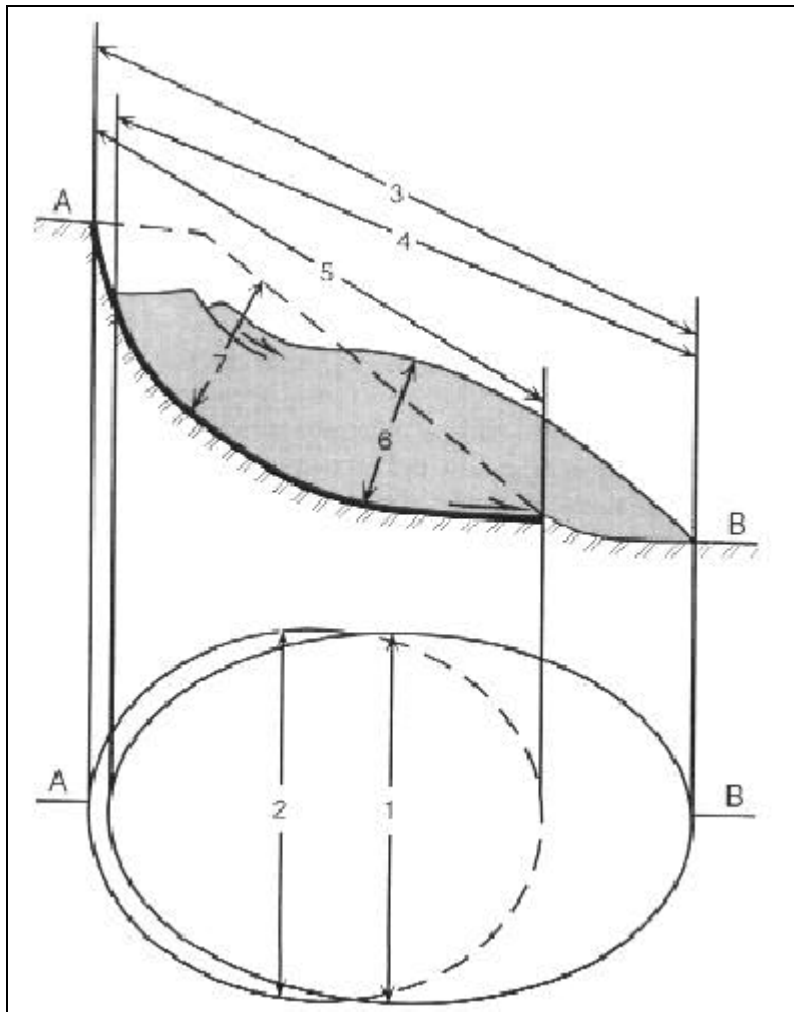


Figura 7: Dimensioni delle frane. Il terreno indisturbato è mostrato in grigio.

Punto 1) in Figura 7: LARGHEZZA DELLA MASSA SPOSTATA  $W_d$  : larghezza massima della "massa spostata" misurata perpendicolarmente alla "lunghezza della massa spostata"  $L_d$  .

Punto 2) in Figura 7: LARGHEZZA DELLA SUPERFICIE DI ROTTURA  $W_r$  : larghezza massima fra i "fianchi" della frana, misurata perpendicolarmente alla "lunghezza della superficie di rottura"  $L_r$  .

Punto 3) in Figura 7: LUNGHEZZA TOTALE  $L$  : distanza minima fra il "punto inferiore" della frana ed il "coronamento".

Punto 4) in Figura 7: LUNGHEZZA DELLA MASSA SPOSTATA  $L_d$  : minima distanza fra il "punto sommitale" ed il "punto inferiore".

Punto 5) in Figura 7: LUNGHEZZA DELLA SUPERFICIE DI ROTTURA  $L_r$  : minima distanza fra l'"unghia della superficie di rottura" ed il "coronamento".

Punto 6) in Figura 7: PROFONDITÀ DELLA MASSA SPOSTATA  $D_d$  : profondità massima della "massa spostata" misurata perpendicolarmente al piano contenente  $L_d$  e  $W_d$  .

Punto 7) in Figura 7: PROFONDITÀ DELLA SUPERFICIE DI ROTTURA  $D_r$  : profondità massima della "superficie di rottura" sotto la "superficie originaria del versante" misurata perpendicolarmente al piano contenente  $L_r$  e  $W_r$  .

## Stati di attività

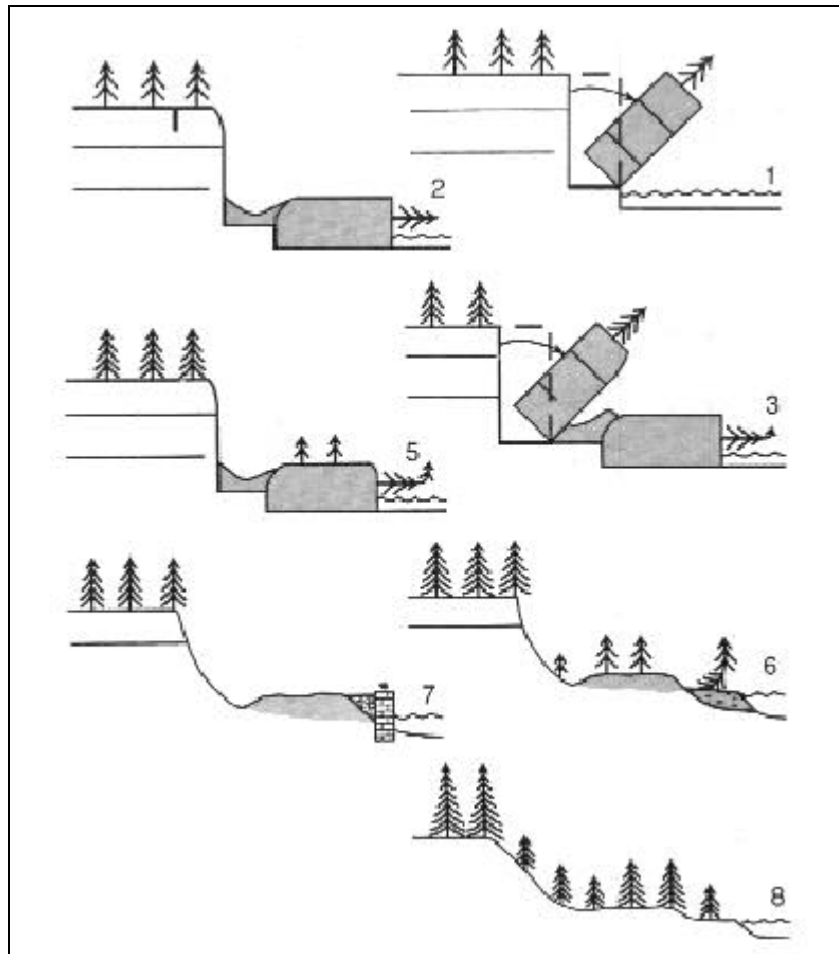


Figura 8: esempio di stati di attività per frane di ribaltamento:

- 1) **Attiva**: l'erosione all'unghia del pendio causa il ribaltamento di un blocco. 2) **Sospesa**: fessurazione locale nel coronamento del ribaltamento. 3) **Riattivata**: un altro blocco ribalta, disturbando il materiale precedentemente spostato. 5) **Quiescente**: la massa spostata riprende la sua copertura vegetale, le scarpate sono modificate dalla degradazione meteorica. 6) **Naturalmente stabilizzata**: la deposizione fluviale ha protetto l'unghia del pendio, la scarpata riprende la sua copertura vegetale. 7) **Artificialmente stabilizzata**: un muro protegge l'unghia del pendio; 8) **Relitta**: si è stabilita una copertura vegetale uniforme.

Punto 1) in Figura 8: frana ATTIVA (*active; actif*): attualmente in movimento.

Punto 2) in Figura 8: frana SOSPESA (*suspended; en suspens*): si è mossa entro l'ultimo ciclo stagionale ma non è attiva attualmente.

Punto 3) in Figura 8: frana RIATTIVATA (*reactivated; réactivé*): di nuovo attiva (1) dopo essere stata inattiva (4).

Punto 4) in Figura 8: frana INATTIVA (*inactive; inactif*): si è mossa l'ultima volta prima dell'ultimo ciclo stagionale. Le frane inattive si possono dividere ulteriormente negli stati 5-8.

Punto 5) in Figura 8: frana QUIESCENTE (*dormant; latent*): frana inattiva (4) che può essere riattivata (3) dalle sue cause originali.

Punto 6) in Figura 8: frana NATURALMENTE STABILIZZATA (*abandoned; naturellement stabilisé*): frana inattiva (4) che non è più influenzata dalle sue cause originali.

Punto 7) in Figura 8: frana ARTIFICIALMENTE STABILIZZATA (*stabilized; artificiellement stabilisé*): frana inattiva (4) che è stata protetta dalle sue cause originali da misure di stabilizzazione.

Punto 8) in Figura 8: frana RELITTA (*relict; ancien*): frana inattiva (4) che si è sviluppata in condizioni geomorfologiche o climatiche considerevolmente diverse dalle attuali.

## Distribuzione di attività

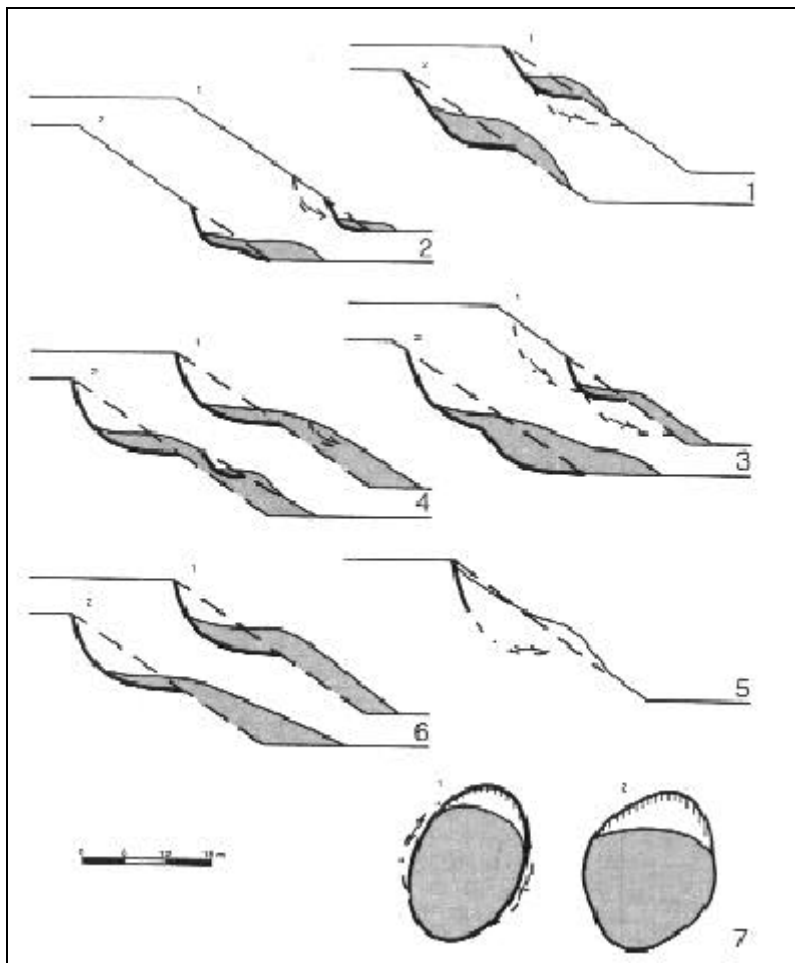


Figura 9: frane con diversa distribuzione di attività; la sezione 2 di ogni diagramma mostra il versante dopo il movimento sulla superficie di rottura, indicata con la freccia. Il materiale spostato è retinato.

Punto 1) in Figura 9: frana IN AVANZAMENTO (*advancing; en avancement*): la superficie di rottura si estende nella direzione del movimento.

Punto 2) in Figura 9: frana RETROGRESSIVA (*retrogressing; rétrogressif*): la superficie di rottura si estende in senso opposto a quello del movimento del materiale spostato.

Punto 3) in Figura 9: frana MULTI-DIREZIONALE (*enlarging; multi-directionnel*): la superficie di rottura si estende in due o più direzioni.

Punto 4) in Figura 9: frana IN DIMINUZIONE (*diminishing; régressif*): il volume del materiale spostato decresce nel tempo.

Punto 5) in Figura 9: frana CONFINATA (*confined; confiné*): è presente una scarpata ma non è visibile la superficie di scivolamento al piede della massa spostata.

Punto 6) in Figura 9: frana COSTANTE (*moving; constant*): il materiale spostato continua a muoversi senza variazioni apprezzabili della superficie di rottura e del volume materiale spostato.

Punto 7) in Figura 9: frana IN ALLARGAMENTO (*widening; en élargissement*): la superficie di rottura si estende su uno o entrambi i margini laterali.

## Stile di attività

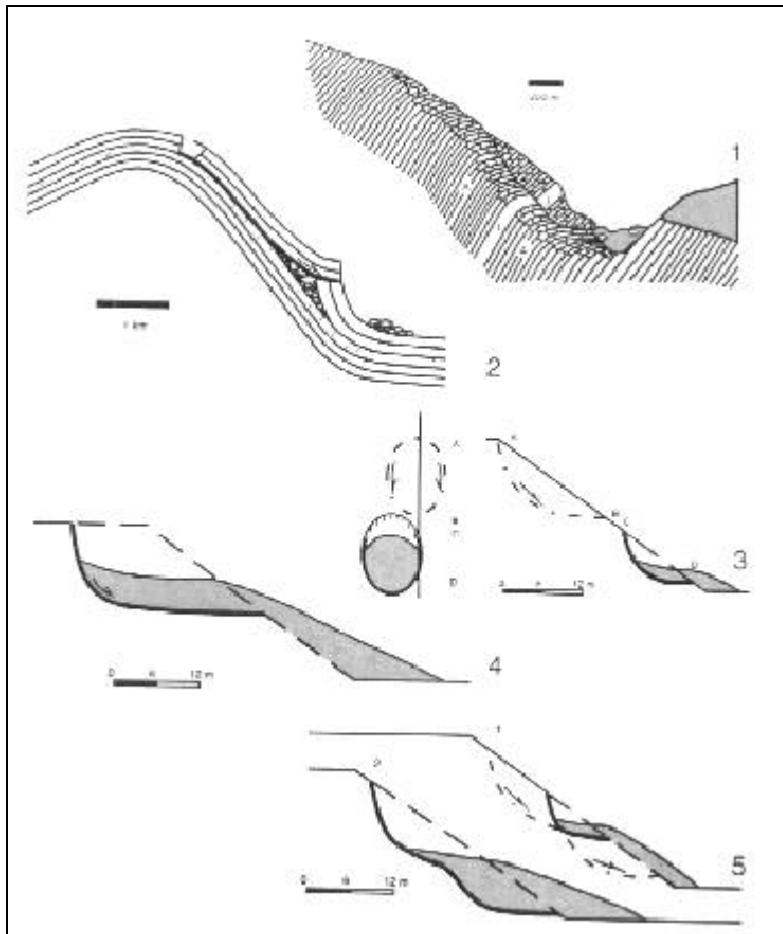


Figura 10: frane con diverso stile di attività. **1) Complessa:** gneiss (A) e migmatiti (I) coinvolte in un ribaltamento in seguito all'incisione della valle. Il fondovalle è colmato con depositi alluvionali. Dopo che i processi di degradazione meteorica hanno causato l'indebolimento della massa ribaltata, una parte del material esposto è coinvolto in uno scivolamento. **2) Composita:** le rocce calcaree hanno subito un movimento di scivolamento in corrispondenza dei sottostanti scisti, causando un ribaltamento sotto l'unghia della superficie di rottura. **3) Successiva:** l'ultimo scivolamento, AB, è dello stesso tipo dello scivolamento DC ma non condivide le masse spostate e le superfici di rottura si mantengono ben distinte. **4) Singola; 5) Multipla.**

Punto 1) in Figura 10: frana COMPLESSA (*complex; complexe*): caratterizzata dalla combinazione, in sequenza temporale, di due o più tipi di movimento (crollo, ribaltamento, scivolamento, espansione, colamento).<sup>1</sup>

Punto 2) in Figura 10: frana COMPOSITA (*composite; composé*): caratterizzata dalla combinazione di due o più tipi di movimento (crollo, ribaltamento, scivolamento, espansione, colamento), simultaneamente in parti diverse della massa spostata.

Punto 3) in Figura 10: frana SUCCESSIVA (*successive; successif*): fenomeno caratterizzato da un movimento dello stesso tipo di un fenomeno precedente e adiacente, in cui però le masse spostate e le superfici di rottura si mantengono ben distinte.

Punto 4) in Figura 10: frana SINGOLA (*single; simple*): caratterizzata da un singolo movimento del materiale spostato.

<sup>1</sup> Nell'atto d'indirizzo e coordinamento questo stile di attività è riportato come tipologia di frana.

Punto 5) in Figura 10: frana MULTIPLA (*multiple; multiple*): molteplice ripetizione dello stesso tipo di movimento.

## Tipi di frana

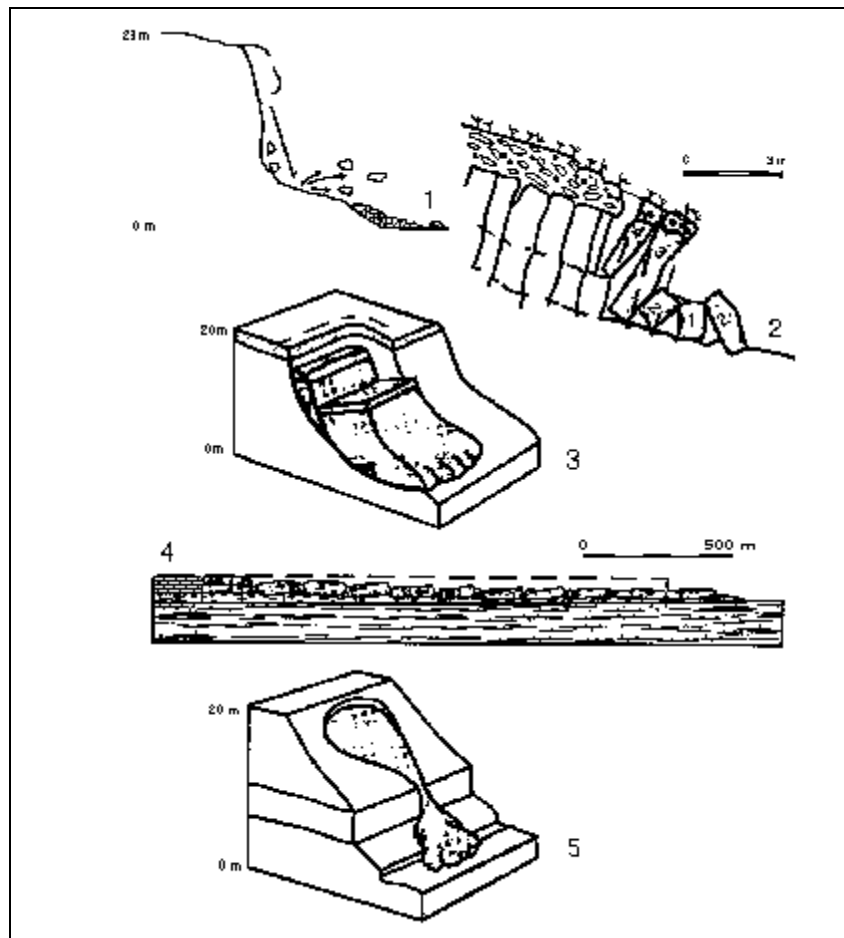


Figura 11: Tipi di frana

Punto 1) in Figura 11: CROLLO (*fall; éboulement*): fenomeno che inizia con il distacco di terra o roccia da un pendio acclive lungo una superficie lungo la quale lo spostamento di taglio è nullo o limitato. Il materiale si muove quindi nell'aria per caduta libera, rimbalzo e rotolamento.<sup>2</sup>

Punto 2) in Figura 11: RIBALTAMENTO (*topple; basculement*): rotazione in avanti, verso l'esterno del versante, di una massa di terra o roccia, intorno ad un punto o un asse situato al di sotto del centro di gravità della massa spostata.<sup>2</sup>

Punto 3) in Figura 11: SCIVOLAMENTO (*slide; glissement*): movimento verso la base del versante di una massa di terra o roccia che avviene in gran parte lungo una superficie di rottura o entro una fascia, relativamente sottile, di intensa deformazione di taglio.<sup>3</sup>

Punto 4) in Figura 11: ESPANSIONE (*spread; étalement*): movimento di un terreno coesivo o di un ammasso roccioso, in seguito all'estrusione e allo spostamento di un livello di materiale meno competente sottostante, associato alla subsidenza della massa fratturata. La superficie di rottura non è una superficie di intensa deformazione

<sup>2</sup> Nell'atto d'indirizzo e coordinamento frane per crollo e frane per ribaltamento rientrano nella classe "frane per crollo"

<sup>3</sup> Nell'atto d'indirizzo e coordinamento viene esplicitato che la classe "frane per scivolamento" comprendono sia i movimenti rotazionali che quelli traslazionali.



di taglio. L'espansione può essere causata dalla liquefazione o dal flusso del materiale a bassa competenza.<sup>4</sup>

Punto 5) in Figura 11: COLAMENTO (*flow; écoulement*): movimento distribuito in maniera continua all'interno della massa spostata. Le superfici di taglio all'interno di questa sono multiple, temporanee e generalmente non vengono conservate. La distribuzione delle velocità nella massa spostata è analoga a quella all'interno di un fluido viscoso.

---

<sup>4</sup> Questa tipologia non è riportata nell'atto d'indirizzo e coordinamento, può comunque essere riferita alla classe "Deformazioni gravitative profonde di versante (DGPV)"





**PERIMETRAZIONE DELLE AREE A RISCHIO IDRAULICO SUGLI  
AFFLUENTI DEL FIUME ARNO**



## Premessa

Il D.L.180/98 stabilisce che le Autorità di Bacino di rilievo nazionale e interregionale e le regioni per i restanti bacini adottino Piani Stralcio per l'assetto idrogeologico che contengano in particolare l'individuazione e la perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico. Il D.L.180 prevede inoltre che nelle stesse aree siano in ogni modo adottate le norme di salvaguardia.

L'Atto di Indirizzo e Coordinamento del 29.9.98 individua i criteri relativi agli adempimenti di cui ai commi 1 e 2 dell'art. 1 del citato Decreto. In particolare, fornisce le indicazioni per la stima del livello di pericolosità degli eventi e per la valutazione del rischio idraulico, prevedendo l'individuazione dei tronchi fluviali per i quali dovrà essere eseguita la perimetrazione delle aree a rischio, con compilazione per ciascun tronco di scheda descrittiva, e la perimetrazione delle aree a rischio mediante adeguati studi idraulici e idrogeologici, in corrispondenza di eventi associati a tre diversi tempi di ritorno compresi rispettivamente tra 20 e 50, 100 e 200, 300 e 500 anni. In particolare, si definiscono tre differenti classi di pericolosità: alta probabilità di esondazione ( $Tr=20-50$  anni), moderata probabilità di inondazione ( $Tr=100-200$  anni) e bassa probabilità di inondazione ( $Tr=300-500$  anni). La rappresentazione delle aree perimetrate deve essere condotta su cartografia a scala non inferiore a 1:25.000. Per quanto riguarda la procedura, i calcoli idrologici e idraulici richiesti possono essere prodotti in modo speditivo;

La presenza degli elementi a rischio (insediamenti, attività produttive e patrimonio ambientale) deve essere individuata tramite cartografia scala minima 1:25.000 integrata da foto aeree e rappresentata su carta. Tramite la sovrapposizione della carta degli elementi a rischio con quella delle aree a rischio si ottiene la carta del rischio articolata con le seguenti classi: R1-moderato, R2-medio, R3-elevato, R4-molto elevato.

Nell'ambito della normativa prima descritta, la presente relazione sintetizza le attività svolte per la perimetrazione delle aree soggette a inondazione in conseguenza di eventi di piena di assegnata probabilità per una serie di affluenti del fiume Arno.

I corsi d'acqua per i quali di seguito si riporta la descrizione delle elaborazioni condotte e dei risultati ottenuti sono i seguenti:

- *asta principale del F. Ombrone*, dal tratto di rigurgito fino alla confluenza con il torrente Vincio di Brandeglio e torrente Stella;
- *asta principale del f. Bisenzio*, dal tratto di rigurgito fino a Praticello;
- *asta principale del f. Sieve*, dalla briglia di S. Francesco fino a Bilancino
- *asta principale del fiume Greve*, dal tratto di rigurgito fino a Greve;
- *asta principale del fiume Elsa*, dal tratto di rigurgito fino a Castelfiorentino;
- *asta principale del fiume Era*, dal tratto di rigurgito fino a Capannoli, fiume Cascina e fiume Roglio;
- *asta principale del fiume Pesa* dal tratto di rigurgito fino a Lucarelli.

Infine si ritiene opportuno premettere alcune considerazioni di carattere generale:

- l'impostazione metodologica utilizzata è conforme ai criteri generali individuati dall'Autorità di Bacino per la perimetrazione delle aree a rischio idraulico;
- i corsi d'acqua oggetto della presente proposta sono stati selezionati in funzione del livello conoscitivo attualmente disponibile;
- in analogia con quanto già svolto per l'asta principale del fiume Arno si assume che:
- le strutture idrauliche di contenimento (argini, muri di sponda, spallette) siano trascinabili senza collasso della struttura. Analogamente non si considerano fenomeni di collasso dovuti a processi di mobilità dell'alveo o a moti di filtrazione;

per altre strutture di contenimento non idrauliche (rilevati stradali e ferroviari), non si verifichi il collasso anche nel caso di tracimazione, valutandone nel contempo il grado di permeabilità dovuto agli attraversamenti.

- Le aree allagate sono conseguenza della fuoriuscita dei volumi idrici dai corsi d'acqua considerati.

## Torrente Ombrone Pistoiese e Fiume Bisenzio.

### Generalità

Il bacino dell'Ombrone Pistoiese interessa una superficie di 489 km<sup>2</sup>, con lo sviluppo dell'asta principale di circa 41 km; ha forma ovale con oltre 30 km di lunghezza e 15 km di larghezza media. Il bacino del Bisenzio, situato ad Est dell'Ombrone, è caratterizzato da un'estensione di 320 km<sup>2</sup>, con uno sviluppo dell'asta principale di circa 46 km; le specificità del bacino del Bisenzio rispetto a quello dell'Ombrone, sono da individuarsi nella sua forma molto allungata, avendo una larghezza media inferiore a 10 km, e nella sua morfologia essenzialmente montagnosa. La superficie globalmente occupata dai due sistemi idrografici è di circa 810 km<sup>2</sup>.

I due bacini, pur con proprie specificità, hanno la caratteristica comune di avere un ampio sistema idrografico degli affluenti del tratto vallivo con deflusso impedito in caso di piena del ricevente (*sistema delle acque basse*), mentre il sistema principale, pur non avendo organi di controllo alle foci (*acque alte*), può risultare significativamente influenzato dalle condizioni di piena del ricettore Arno.

La sistematica azione antropica sul reticolo idrografico è particolarmente evidente nella struttura del reticolo di drenaggio delle *acque basse*, che deriva dall'opera di bonifica idraulica svolta sin dai tempi romani.

Le morfologie di alveo dei corsi d'acqua di pianura sono caratterizzate da geometria per lo più trapezoidale e dall'assenza di importanti processi di dinamica geomorfologica, inibiti dalla costrizione laterale costituita dagli argini. Tale costrizione ha causato, in alcuni torrenti ad elevato trasporto solido, depositi in alveo con conseguente innalzamento del fondo, fino al raggiungimento di quote superiori al piano di campagna (alveo pensile).

Rispetto ai complessi sistemi sopra accenati, le analisi idrologiche idrauliche illustrate nel presente capitolo hanno riguardato solo le aste principali del torrente Ombrone Pistoiese e del suo principale affluente, torrente Stella, nonché del fiume Bisenzio.

Più precisamente i tronchi idraulicamente studiati sono:

- torrente Ombrone Pistoiese - da Ponte Calciola a Ponte a Tigliano, sezione considerata nello studio analitico dell'asta principale del fiume Arno - settembre 1999;
- torrente Stella - da Stazione Masotti alla confluenza nell'Ombrone;
- fiume Bisenzio - da La Villa al ponte sulla SS 66 Pistoiese, sezione considerata nello studio analitico dell'asta principale del fiume Arno - settembre 1999.

Nella successiva Tab.1.1.A sono evidenziate le lunghezze dei tronchi ed il numero delle sezioni trasversali utilizzate rispettivamente per l'analisi dei tre tronchi fluviali.

Le sezioni trasversali utilizzate nello studio in esame erano sostanzialmente quelle in possesso dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno. L'attività di verifica svolta ha portato pertanto all'aggiornamento del quadro conoscitivo limitatamente a quei tronchi fluviali oggetto di recenti lavori (realizzazione di casse di espansione in fregio all'alveo, adeguamenti arginali).

Tab.1.1.A

Asta fluviale	Lunghezza studiata (km)	Sezioni Fluviali (n°)
t. Ombrone P.se	24,2	137
t. Stella	17,1	78
f. Bisenzio	39,5	141



## Analisi idrologica

La metodologia di seguito accennata per punti fa riferimento ai criteri definiti dal coordinatore Prof. Ing. Enio Paris.

Gli idrogrammi di piena per i sottobacini sono valutati con il modello *ALTO* [Regione Toscana 1998], consistente in un modello di trasformazione afflussi-deflussi ottenuto tramite la metodologia dell'idrogramma istantaneo unitario (*IUH*); i parametri dell'*IUH* sono determinati sulla base delle caratteristiche geomorfologiche del bacino, previa regionalizzazione dei parametri, con calibratura su tutto il territorio della Regione, ottenendo un idrogramma unitario istantaneo geomorfologico (*GIUH*). L'input meteorico è fornito da un idrogramma sintetico, statisticamente individuato - per Tempo di ritorno (*Tr*) assegnato - a partire dalle curve di possibilità climatiche ricavate per lo studio di regionalizzazione suddetto.

Una specifica procedura è stata messa a punto per conto dell'Autorità di Bacino (*IDRARNO*) e applicata per lo studio dei tronchi fluviali in oggetto, per ottenere la generazione di idrogrammi di piena per eventi di pioggia di assegnata durata. Nella procedura *ALTO*, viceversa, la durata è automaticamente prefissata con l'obiettivo di massimizzare la portata del singolo tronco fluviale in esame.

L'analisi è sviluppata per idrogrammi costruiti per le seguenti ricorrenze:  $Tr=30 - 100 - 200 - 500$  anni. Agli eventi di piena rispettivamente generati sono state assegnate pari ricorrenze statistiche.

Per ogni *Tr* sono considerate quattro durate di pioggia, assunte nell'intorno del tempo di risposta caratteristico del bacino idrografico considerato. Nella sottostante Tab. 1.2.A sono riportate, per i tre corsi esaminati, le durate di pioggia utilizzate per le simulazioni.

Tab. 1.2.A

Asta fluviale	Durata della pioggia (ore)			
t. Ombrone P.se	4	8	12	16
t. Stella	1	3	5	7
f. Bisenzio	4	8	12	16

Gli input idrologici, generati con la procedura *IDRARNO*, sono localizzati in corrispondenza dell'immissione dei principali affluenti. I contributi delle aree direttamente afferenti all'asta principale o provenienti da immissari di limitatissimo bacino imbrifero vengono accorpati con quelle degli immissari contigui considerati.

La superficie scolante considerata è comunque inferiore a quella del bacino complessivo afferente alle tre aste studiate, in quanto non vengono considerati i contributi delle *acque basse* e, per le aste dei due affluenti del primo ordine dell'Arno, la sezione di chiusura assunta per il bacino non è allo sbocco in Arno, ma al limite dell'area già oggetto dello studio interessante l'asta principale dell'Arno che considera anche tratti di rigurgito lungo gli affluenti del primo ordine.

Nelle sottostanti Tabb. 1.2.B/1-3, sono riportati gli affluenti considerati per le tre aste fluviali (Ombrone, Stella, Bisenzio) con le rispettive superfici che determinano contributi idrologici calcolati con le procedure suddette. Le aree dei bacini sono state ricalcolate rispetto alla procedura automatica di regionalizzazione che determina automaticamente le aree scolanti dall'interpretazione di un DTM.

Tab. 1.2.B/1

OMBRONE PISTOIESE: SEZIONE DI MONTE E AFFLUENTI

Affluente	Area (kmq)
TORRENTE OMBRONE	30,4
VINCIO DI BRANDEGLIO	13,9
FOSSO DELLA CASACCIA	0,8
RIO TORBECCHIA	11,7
RIO DELLA FALLITA	2,6
TORRENTE VINCIO DI MONTAGNANA	21,4
RIO BRUSIGLIANO	9,4
TORRENTE CALICE	90,5
TORRENTE BAGNOLO	11,5
FOSSO IOLO	17,6
TORRENTE STELLA	69,7
TORRENTE FURBA	13,4
<b>TOTALE AREA</b>	<b>292,9</b>

Portate al colmo (mc/s)

Tr = 30	Tr = 100	Tr = 200	Tr = 500
126	166	194	236
60	78	90	109
4	5	5	6
46	60	70	85
11	14	17	20
66	90	104	125
38	48	55	67
205	271	317	387
29	37	43	51
29	38	45	56
121	154	176	210
41	54	63	78

TORRENTE STELLA: SEZIONE DI MONTE E AFFLUENTI

Affluente	Area (kmq)
TORRENTE STELLA	10,1
FORRA GRILLAIA	2,2
FOSSO SARDIGNA	1,6
FOSSO TAZZERA	6,1
RIO VINACCIANO	5,2
FOSSO DI CASTELNUOVO	6,7
RIO MORIONE	7,7
FOSSO DEL SANTONOVO	4,4
FOSSO IMPIALLA	3,9
FOSSO FALCHERETO	4,0
FOSSO FERMULLA	10,5
RIO BARBERONI	3,0
<b>TOTALE AREA</b>	<b>65,4</b>

Portate al colmo (mc/s)

Tr = 30	Tr = 100	Tr = 200	Tr = 500
53	70	82	98
10	13	15	18
18	22	25	30
55	70	79	95
44	56	64	77
27	34	39	47
29	38	44	52
18	22	26	32
16	20	24	29
17	25	30	38
37	48	55	66
19	25	29	34

Tab. 1.2.B/2

Tab. 1.2.B/3

FIUME BISENZIO:SEZIONE DI MONTE E AFFLUENTI		Portate al colmo (mc/s)			
Affluente	Area (kmq)	Tr = 30	Tr = 100	Tr = 200	Tr = 500
FIUME BISENZIO	24,0	114	151	176	214
TORRENTE CANVELLA	4,0	20	26	30	36
FOSSO FIUMICELLO	8,4	42	54	62	75
TORRENTE CARIGIOLA	21,2	77	105	123	153
FOSSO DI FIUMENTA	22,5	87	116	136	166
TORRENTE TORBOLA	11,2	47	60	70	85
FOSSO DELLE CAPANNE	5,3	16	22	26	33
RIO ALLESE	9,3	38	48	56	68
BOTRO CAMBIATICCI	4,9	12	16	18	23
RIO USOLLA	2,5	10	13	15	18
FOSSO DI MIGLIANO	14,9	55	72	83	101
FOSSO DELLE SPINAIE	2,7	10	13	15	18
RIO AL TAGLIO	1,7	4	6	6	8
FOSSO DEGLI SCALAI	7,4	16	22	25	30
RIO LA NOSA	12,6	17	29	35	45
RIO BUTI	9,3	4	18	24	30
FOSSO FILETTOLE	8,2	2	13	18	25
TORRENTE MARINELLA	14,0	11	22	29	39
TORRENTE MARINA	68,7	51	90	114	152
<b>TOTALE AREA</b>	<b>252,9</b>				

La procedura *ALTO* fornisce i valori dei parametri geomorfologici per un elevato numero di corsi d'acqua. Dove non sono disponibili detti parametri sono stati implementati avendo a riferimento quelli di aste contigue e similari per le quali i parametri geomorfologici sono già disponibili dalla procedura.

*IDRARNO*, come detto, permette la generazione delle portate idrologiche in funzione delle durate di pioggia scelte. Le suddette Tab. 1.2.B/1-3, per ogni tempo di ritorno, forniscono le massime portate degli affluenti al colmo, iniluppo di quelle di varia durata di pioggia.

## Analisi idraulica

Il modello di simulazione numerica adottato è in moto vario e sfrutta la procedura *IDRARNO* che è in grado di integrare gli input idrologici puntuali generati come descritto al punto precedente.

Le portate generate vengono confrontate con quelle smaltibili dalle sezioni fluviali. A quest'ultimo scopo con la procedura *HEC-RAS* sono state generate scale di deflusso al fine di ottenere l'associazione fra portate e livelli idrici in alveo.

La procedura *IDRARNO*, interfacciandosi con le scale di deflusso generate, è in grado di segnalare le eventuali tracimazioni arginali o delle sponde, in destra o sinistra idrografica, le portate smaltibili in alveo e quelle eventualmente tracimate, fornendo i volumi di esondazione. La tracimazione viene simulata come sfioro attraverso soglia fissa, predisposta nel modello fra due successive sezioni.

Vengono sviluppate tante simulazioni quante sono le durate di pioggia considerate. Per ogni tempo di ritorno, dal confronto delle simulazioni per le diverse durate si evince l'involuppo dei valori massimizzanti le portate, i livelli idrici e i volumi esondati.

Per la generazione delle scale di deflusso in *HEC-RAS* nelle sezioni fluviali sono stati considerati parametri di scabrezza (di Manning) corrispondenti ad ordinarie condizioni di manutenzione e controllo dello sviluppo della vegetazione in alveo.

La procedura adottata esclude la possibilità di ostruzione delle opere d'arte interferenti e l'eventuale collasso degli argini a seguito della loro tracimazione.

Rispetto alla condizione di tracimazione oltre le sponde degli alvei, non viene considerato alcun franco idraulico.

Le condizioni di valle per l'Ombrone P.se ed il Bisenzio sono definite, secondo i criteri metodologici stabiliti, con riferimento a livelli medi di rigurgito fra quelli determinati in fase di studio analitico: *Analisi idrologica - idraulica dell'asta principale del fiume Arno e degli affluenti nel tratto di rigurgito* [Autorità di Bacino del fiume Arno – Paris, Preti, Settesoldi - settembre 1999].

La condizione di valle del torrente Stella è assunta in considerazione dei livelli determinati dall'Ombrone, con calcolo di quest'ultimo svolto sulla base della portata dello Stella idrologicamente determinata.

Nelle sottostanti Tabb. 1.3.A/1-3, per i tre corsi d'acqua sono riepilogate l'entità dei volumi esondati in corrispondenza delle località geografiche a fianco evidenziate.

Tab. 1.3.A/1 – Volumi esondati sul Torrente Ombrone

Località dell'esondazione	Tr=30 anni Volume esondato [mc]	Tr=100 anni Volume esondato [mc]	Tr=200 anni Volume esondato [mc]	Tr=500 anni Volume esondato [mc]
Località Ponte Calcaiola		54200	171500	457600
Località Ponte Autostrada			3100	191700
Località Ponte alla Pergola				181900
Località Castellare		219500	722700	1255000
Località Cason dei Giacomelli		42900	77300	131300
Località Castel del Fabbro		300	3100	1700
Località Bocca di Calice		390300	1424300	3483500
Cassa di espansione Ponte alle Vanne	436300	441200	470900	436700
Località Case Betti		772200	1551200	2671800
Località Ponte Caserana				200

Località Case Lombardi		64300	124800	227700
Località Guado del Molino	42300	861300	1233400	1705300
Cassa di espansione Case Carlesi	197600	251500	252700	256300
Località Bocca di Stella e Bocca Vittoria		239700	641700	1548100

Tab. 1.3.A/2 – Volumi esondati sul Torrente Stella

Località dell'esondazione	Tr=30 anni Volume esondato [mc]	Tr=100 anni Volume esondato [mc]	Tr=200 anni Volume esondato [mc]	Tr=500 anni Volume esondato [mc]
Località Stazione Masotti	34700	133100	222500	389300
Località S. maddalena	86600	189900	258300	311000
Località Bargi	109400	175300	214900	281400
Località Ponte di Cencino	228200	339600	507100	731700
Località Casa Rossa	320600	521200	646900	366000
Località Pontassio e P. Stella	378400	698900	1036400	1331500
Località S. Biagio	4500	19100	23500	41400
Località Ponte Torto di Casanuova	4200	64600	229300	430700

Tab. 1.3.A/3 – Volumi esondati sul Fiume Bisenzio

Località dell'esondazione	Tr=30 anni Volume esondato [mc]	Tr=100 anni Volume esondato [mc]	Tr=200 anni Volume esondato [mc]	Tr=500 anni Volume esondato [mc]
Località Fondagnana		si	si	si
Località Carigiola	si	si	si	si
Località Merc. San Quirico		si	si	si
Località Pozzo alla botte		si	si	si
Località Le confina		si	si	si
Località la Strada		si	si	si
Località il Fabbro		si	si	si
Località Vaiano		si	si	si
Località L'Isola		si	si	si
Località La Briglia		si	si	si
Località LA Casina		si	si	si
Località Pantano 3				168600
Località Fornello				219400
Fattoria Montalvo				957000

San Martino		2500	253500	932800
-------------	--	------	--------	--------

Per il corso dell'alto e medio Bisenzio, caratterizzato dalla pressoché assenza di argini e modeste aree golenali che non permettono fenomeni di accumulo significativo, vengono semplicemente segnalati i tronchi per i quali si verificano le tracimazioni rispetto alle sommità delle sponde dell'alveo. I volumi idrici vengono comunque trasferiti a valle; pertanto non si prevede, in fase di modellazione, l'inserimento figurato di sfioratori.

Con l'obiettivo di massimizzare i livelli idrici, la portata viene considerata in transito solo in alveo, trascurando le aree golenali interessate dalle piene.



## **Perimetrazione delle aree inondabili**

I volumi esondati come stimati al punto precedente devono essere distribuiti sul territorio circostante.

Allo scopo dall'Autorità di Bacino sono state fornite le Carte Tecniche della Regione Toscana alla scala 1:10.000 ed il DTM dell'IGM, 20 m x 20 m, che coprono l'intera area di studio.

Lo stoccaggio dei volumi esondati è stato fatto principalmente utilizzando procedure di calcolo che si appoggiano al DTM. La compartimentazione dei volumi all'interno di determinate aree è determinata principalmente dalla presenza di infrastrutture viarie (autostrade, ferrovie, strade in rilevato) ed argini fluviali che contengono i flussi. La presenza di tali infrastrutture non può essere desunta dal DTM ma deve essere descritta a partire dalla cartografia, con controllo mediante aerofotogrammetria, verifica sul posto di eventuale presenza di sottoattraversamenti, etc.

In via preliminare, è stata definita una struttura delle aree di potenziale esondazione, con aree contigue che possono o meno essere intercomunicanti, definendo pertanto una vera e propria struttura del modello di simulazione. La limitazione delle aree è data da rilevati stradali e/o ferroviari, argini fluviali o isoipse, in corrispondenza dei versanti.

Problematiche particolari si manifestano nel caso che i volumi esondati non vengano stoccati in aree naturalmente depresse poste in fregio alle aste fluviali simulate. In questi casi, devono essere individuati i percorsi di transito delle onde di piena che sormontano i cigli degli alvei fluviali, sfruttando anche tracciati di deflusso che possono essere individuati in maniera semiautomatica basandosi sul DTM (metodo *drop rain*). Tali transiti dei volumi esondati perdurano fino a che il fenomeno non si esaurisce, in quanto i volumi possono essere contenuti da confini fisici, con battenti minimi stimabili dell'ordine di 20 cm.

Le mappature considerano anche le aree interessate dai volumi di transito.

Per il Medio ed Alto Bisenzio l'estensione delle superfici allagabili, in assenza della stima di volumi stoccabili in naturali depressioni, viene determinata in base alla cartografia, con controlli sul posto nei casi non cartograficamente ben definiti, essenzialmente in presenza dei centri abitati.

Come elaborato propedeutico alla perimetrazione delle aree a diversi livelli di pericolosità idraulica, di cui al punto successivo, è stata realizzata sempre alla scala 1:10.000, la perimetrazione delle aree inondabili per esondazioni delle tre aste fluviali oggetto dello studio.

## **Perimetrazione delle aree a diversi livelli di pericolosità idraulica (cartografia di piano)**

Questo documento cartografico definisce la pericolosità idraulica delle aree classificandola come *P.I.1 – moderata*, *P.I.2 – media*, *P.I.3 – elevata*, *P.I.4 – molto elevata*. Per la parte oggetto di studio, è stato elaborato alla scala 1:10.000 ed essenzialmente viene ottenuto dal raccordo fra le aree analiticamente determinate, come al punto precedente, con le aree perimetrare su base geomorfologica e storico-inventariale dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno [aprile 2001]. Alle estremità di valle dell'Ombrone e del Bisenzio sono stati operati raccordi fra le perimetrazioni suddette e quelle determinate sulla base del comportamento dell'asta principale dell'Arno [Autorità di Bacino del fiume Arno – Paris, Preti, Settesoldi - settembre 1999].

I criteri metodologici per pervenire alla ricongiunzione dei vari tematismi in quello risultante riportato nella cartografia del Piano dell'Assetto Idrogeologico (PAI) sono i seguenti:

- la perimetrazione analitica del punto precedente predomina sulla perimetrazioni storico-inventariale di minor livello di pericolosità;



- si procede a deperimetrazione di aree delimitate con criterio storico inventariale solo qualora la perimetrazione analitica, come definita al punto 1.4, fornisca condizioni di minore pericolosità e tale informazione sia del tutto esaustiva. Viceversa la deperimetrazione non viene operata qualora la pericolosità idraulica documentalmente censita possa scaturire da contributi non analiticamente considerati in questa fase del lavoro, essenzialmente apporti di affluenti non oggetto di modellazione o ristagni di acque basse.

Con i suddetti criteri sono state ottenute le cartografie in scala 1:10.000 che interessano gli ambiti spaziali oggetto dello studio.

Nella Tab. 1.5.A sono riportate l'estensione dell'ambito spaziale considerato per l'insieme dei tre corsi d'acqua studiati e l'estensione delle superfici a diversa pericolosità perimetrate al suo interno.

Tab. 1.5.A – Estensione delle superfici a diversi livelli di pericolosità idraulica

<b>Limite dell'ambito di studio [kmq]</b>	<b>P.I.1 Aree a pericolosità idraulica moderata [kmq]</b>	<b>P.I.2 Aree a pericolosità idraulica media [kmq]</b>	<b>P.I.3 Aree a pericolosità idraulica elevata [kmq]</b>	<b>P.I.4 Aree a pericolosità idraulica molto elevata [kmq]</b>
133	128	103	68	21

La metodologia esposta comporta la necessità di successivi aggiornamenti che dovranno essere fatti via via che verranno implementati studi analitici di ulteriori tronchi fluviali, all'interno o al limite dell'ambito analizzato

# Fiume GREVE

## Generalità

Il bacino del fiume Greve, affluente di sinistra del Fiume Arno, misura globalmente 290.1 km<sup>2</sup>.

Esso ricade interamente in Provincia di Firenze e confina ad ovest e a sud con il bacino del torrente Pesa e ad est con bacini minori del Valdarno superiore.

Nel tratto oggetto di studio l'asta principale, lunga complessivamente 39.25 km, riceve 115 affluenti minori, la maggior parte dei quali non censita nell'elenco allegato alla deliberazione 230 del 21/06/94 del Consiglio Regionale della Regione Toscana, mentre 13 affluenti formano il bacino complessivo di monte alla prima sezione dello studio, per un totale di 30.9 km<sup>2</sup>.

Lungo il tratto studiato sono state fornite dall'Autorità di Bacino le 228 sezioni già rilevate lungo l'asta principale; esse provengono da uno studio commissionato dalla Provincia di Firenze al PIN – Centro Studi Ingegneria nel 1998: "Evoluzione territoriale e fenomeni alluvionali nel bacino del Fiume Greve".

Le suddette sezioni sono state controllate in campagna e in qualche caso aggiornate.

Lo studio è stato condotto solo sull'asta principale nel tratto compreso fra la località "Casanova del Ponte", in Comune di Greve circa un chilometro a monte del capoluogo, fino alla confluenza nel Fiume Arno.

## Analisi idrologica

L'analisi idrologica è stata condotta utilizzando il modello "ALTO" unitamente ad un'applicazione, appositamente realizzata dal gruppo di coordinamento dello studio, chiamata "IDRARNNO".

Quest'ultima applicazione, descritta nella relazione generale, si compone di due moduli, uno per i calcoli idrologici ed uno per i calcoli idraulici.

In particolare si è usato il modello "ALTO" per i bacini da esso già processati e la parte idrologica di "IDRARNNO" per quelli non processati.

Quest'ultimo modello consente di valutare ogni singolo idrogramma affluente all'asta principale del corso d'acqua in studio, relativo ad una pioggia ragguagliata all'intero bacino, definendo la durata dell'evento di piena.

L'analisi idrologica è stata svolta, in accordo a quanto deciso in fase di coordinamento, per quattro diversi tempi di ritorno, rispettivamente 30, 100, 200 e 500 anni, e per ciascuno di essi per quattro durate di pioggia.

Le durate sono state scelte prendendo come primo valore quello calcolato come critico da ALTO per il bacino alla sezione iniziale, come terzo valore quello calcolato come critico per la sezione finale, un tempo di pioggia intermedio fra il primo e il terzo valore, ed uno leggermente superiore al terzo.

Sono dunque risultati i tempi di pioggia rispettivamente di 2, 6, 9 e 12 ore.

Gli affluenti considerati per il calcolo idrologico sono riportati nella Tab. 2.2.A, dove si evidenzia il codice dell'asta per il modello ALTO, il codice del corso d'acqua (DCRT 230), il nome, la superficie del bacino e la sezione immediatamente a valle della confluenza nella Greve:

Tab. 2.2.A

Bac_arno	Codice	Nome	Area_por	Sezione
46958	2648	GREVE	5.94	f1
46907	120	LUICELLA	5.455	f2
47189	-	-	1.609	f3
48001	-	-	2.181	f4
45494	1986	ANTINA	6.493	f5
44895	-	-	0.715	f6
44684	-	-	4.454	f7
44382	153	RICHIARI	4.079	GR_0228
43996	-	-	0.892	GR_0224
43708	-	-	0.687	GR_0223
42884	-	-	1.978	GR_0221
43837	187	STECCONAIA	3.632	GR_0219
42576	-	-	1.164	GR_0210
42212	60	CONVERTOIE	7.2	GR_0212
42101	133	PAUROSA	5.276	GR_0208
41433	-	-	0.308	GR_0198
41437	-	-	0.361	GR_0198
41257	-	-	1.105	GR_0198
41036	-	-	0.437	GR_0198
40683	-	-	0.143	GR_0196
40967	-	-	0.95	GR_0195
40578	59	CITILLE	3.921	GR_0195
41364	-	-	0.512	GR_0192
40499	-	-	0.471	GR_0192
40214	-	-	0.397	GR_0190
40122	-	-	3.22	GR_0187
40212	-	-	0.441	GR_0185
40556	-	-	0.77	GR_0183
40730	-	-	1.707	GR_0183
40773	184	SPUGNE	0.794	GR_0183
40410	-	-	0.818	GR_0183
39742	-	-	0.669	GR_0175
39155	-	-	2.632	GR_0169
38477	-	-	0.454	GR_0168
38844	114	LUCIANA	2.268	GR_0168
38334	-	-	0.26	GR_0165
37676	-	-	2.724	GR_0163
37735	75	FALCINA	5.039	GR_0162
36948	-	-	0.941	GR_0158
37265	-	-	1.19	GR_0158
37297	-	-	0.532	GR_0158
36450	-	-	0.562	GR_0157
36631	-	-	1.776	GR_0145
35743	-	-	1.725	GR_0142
34082	42	CALASINA	10.086	GR_0137
33988	-	-	1.406	GR_0137
34446	-	-	1.394	GR_0132
34990	-	-	1.908	GR_0128
33422	111	ACQUACALDA	4.284	GR_0124
33483	-	-	0.899	GR_0123

33381	-	-	0.825	GR_0123
34037	-	-	0.269	GR_0122
33164	-	-	0.471	GR_0120
34451	30	BATTAGLIO	3.638	GR_0115
33516	-	-	3.653	GR_0115
32844	-	-	0.283	GR_0113
32925	-	-	0.687	GR_0113
32131	-	-	1.105	GR_0112
31929	-	-	0.575	GR_0106
31721	-	-	0.969	GR_0106
31542	-	-	0.615	GR_0106
31068	-	-	3.849	GR_0102
30299	-	-	0.549	GR_0097
29999	939	CAGNOLINO	1.177	GR_0095
29704	-	-	0.48	GR_0091
29308	-	-	0.662	GR_0090
28923	160	RIMARE	2.578	GR_0083
28694	-	-	1.83	GR_0081
28247	-	-	1.615	GR_0076
28054	1506	PESCINA	4.654	GR_0067
27839	-	-	0.684	GR_0066
26573	1612	RENICCIOLI	6.599	GR_0053
27495	-	-	1.207	GR_0049
26918	-	-	1.683	GR_0049
25929	2585	EMA	122.896	GR_0048
25445	-	-	0.828	GR_0044
25081	888	SETTE	2.371	GR_0044
24978	-	-	0.227	GR_0041
24250	-	-	0.911	GR_0038
24380	-	-	1.3	GR_0035
23123	-	-	4.185	GR_0014
22734	-	-	7.854	GR_0010

I sottobacini che confluiscono a monte della stessa sezione sono stati poi accorpati tra loro, sommando algebricamente gli interi idrogrammi.

Nella Tab 2.2.B si riporta invece la portata al colmo degli affluenti accorpati secondo il criterio sopra descritto, dove per ogni tempo di ritorno è riportato il massimo valore della portata al colmo dell'idrogramma calcolato fra le quattro durate dell'evento.

Tab 2.2.B

Bac_arno	Codice	Nome	Sezione	Qmax 30 Anni	Qmax 100 anni	Qmax 200 anni	Qmax 500 anni
44382	153	RICHIARI	GR_0228.1	106.02	163.12	196.63	251.98
43996	-	-	GR_0224	3.90	5.21	6.01	7.34
43708	-	-	GR_0223	3.06	4.05	4.65	5.67
42884	-	-	GR_0221	7.46	10.37	12.28	15.24
43837	187	STECCONAIA	GR_0219	9.88	14.85	17.78	22.43
42576	-	-	GR_0212	4.96	6.69	7.77	9.49
42212	60	CONVERTOIE	GR_0210	22.31	31.28	36.41	45.46
42101	133	PAUROSIA	GR_0208	6.54	12.53	16.10	21.86
41433	-	-	GR_0198	7.90	11.27	13.10	16.18
40683	-	-	GR_0196	0.63	0.84	0.94	1.16
40967	-	-	GR_0195	11.45	18.13	21.79	27.81
40499	-	-	GR_0192	2.57	4.69	5.53	6.88
40214	-	-	GR_0190	1.06	1.94	2.26	2.79
40122	-	-	GR_0187	4.82	10.12	13.42	18.30
40212	-	-	GR_0185	1.09	2.06	2.43	3.02
40773	184	SPUGNE	GR_0183	4.12	12.35	16.52	23.19
39742	-	-	GR_0175	0.42	1.96	2.74	3.68
39155	-	-	GR_0169	0.78	4.84	7.77	11.66
38844	114	LUCIANA	GR_0168	2.29	7.27	9.52	13.34
38334	-	-	GR_0165	1.00	1.29	1.43	1.71
37676	-	-	GR_0163	6.42	10.00	11.81	14.69
37735	75	FALCINA	GR_0162	13.98	19.38	22.25	27.68
36948	-	-	GR_0158	9.30	12.24	13.98	16.90
36450	-	-	GR_0157	2.35	2.95	3.32	3.92
36631	-	-	GR_0145	5.32	7.42	8.64	10.58
35743	-	-	GR_0142	5.28	7.32	8.50	10.38
34082	42	CALOSINA	GR_0137	28.70	34.29	46.89	58.04
34446	-	-	GR_0132	5.02	5.96	7.61	9.10
34990	-	-	GR_0128	6.55	7.73	9.98	12.05
33422	111	ACQUACALDA	GR_0124	10.61	13.66	18.20	22.66
33483	-	-	GR_0123	6.08	7.50	9.36	11.17
34037	-	-	GR_0122	1.12	1.31	1.56	1.85
33164	-	-	GR_0121	1.84	2.19	2.64	3.13
34451	30	BATTAGLIO	GR_0115	19.22	25.20	32.40	39.96
32844	-	-	GR_0113	3.82	4.53	5.36	6.34
32131	-	-	GR_0112	4.04	4.89	5.88	6.99
31929	-	-	GR_0106	8.20	9.84	11.68	13.83
31068	-	Sorrettele	GR_0102	11.18	14.28	17.44	21.20
30299	-	-	GR_0097	2.12	2.55	2.98	3.53
29999	939	CAGNOLINO	GR_0095	4.67	5.58	6.48	7.65
29704	-	-	GR_0091	1.83	2.21	2.57	3.05
29308	-	-	GR_0090	2.46	2.98	3.49	4.15
28923	160	RIMARE	GR_0083	5.41	8.05	10.28	12.97
28694	-	-	GR_0081	5.93	7.52	9.00	10.84
28247	-	-	GR_0076	5.28	6.76	8.03	9.64
28054	1506	PESCINA	GR_0067	14.82	18.59	21.78	26.12
27839	-	-	GR_0066	2.86	3.49	3.96	4.66
26573	1612	RENICCIOLI	GR_0053	24.14	30.25	34.43	40.76

27495	-	-	GR_0049	12.48	15.50	17.49	20.54
25929	2585	EMA	GR_0048	175.05	226.27	261.55	316.68
25081	888	SETTE	GR_0044	14.15	19.69	21.35	25.44
24978	-	-	GR_0041	1.14	1.58	1.62	1.93
24250	-	-	GR_0038	4.12	5.70	6.18	7.36
24380	-	-	GR_0035	5.87	8.13	8.83	10.51



## Analisi idraulica

Lo studio idraulico è stato condotto con l'utilizzo di un modello di moto permanente, HEC – RAS 2.2 con cui viene risolta l'equazione di moto, in accoppiamento ad un modello di moto vario, contenuto nell'applicazione IDRARNO, nel quale viene risolta l'equazione di continuità.

Il primo fornisce per ogni sezione le scale di deflusso, ottenute per vari valori di portata, mentre il secondo valuta i livelli tenendo conto degli ingressi di portata (immissione degli affluenti) e delle uscite per l'esondazione del fiume.

La scelta di non utilizzare uno schema di moto permanente è stata dettata dal fatto che, pur disponendo dell'andamento delle sezioni sull'intera valle alluvionale, lungo l'asta della Greve sono presenti 6 casse di espansione.

Per poter tenere conto del loro effetto idraulico, e per poter schematizzare le esondazioni nel tratto finale del corso d'acqua, che diventa arginato nel tratto compreso fra la località Le Bagnese e la foce, non si è potuto utilizzare un approccio di moto permanente.

Il primo passo dell'analisi consiste nella valutazione delle condizioni al contorno di valle.

Lo studio delle condizioni di valle presuppone l'individuazione della sezione da prendere come estremo di valle dello studio.

Tale studio infatti deve ricollegarsi all'indagine a suo tempo effettuata per l'asta principale dell'Arno, durante la quale il calcolo idraulico fu spinto anche ai tronchi finali degli affluenti principali.

Lo studio dell'Arno si è spinto fino alla sezione GR\_0048, corrispondente alla confluenza Greve – Ema: questo infatti è il limite di rigurgito dal punto di vista amministrativo (competenza del Provveditorato alle OO.PP.).

In realtà il presente studio si è spinto più a valle, fino alla sezione GR\_0024, sezione alla quale si è potuto verificare che termina l'effettivo effetto di rigurgito dell'Arno.

Avendo a disposizione infatti tutti gli idrogrammi sulla Greve nelle sezioni comprese fra GR\_0001 e GR\_0048 per i tempi di ritorno di 30, 100, 200 e 500 anni, e per ciascuno di essi per durate di pioggia di 3, 6, 12, 18, 24 e 36 ore, si è proceduto nel seguente modo:

- 1) Si è cercato la sezione in cui i rami ascendente e discendente dell'idrogramma producono lo stesso valore del livello del pelo libero; tale sezione è risultata la GR\_0024, assumendo la medesima come ultima sezione che non risente dell'effetto di rigurgito dell'Arno
- 2) si sono presi per questa sezione gli involucri degli idrogrammi suddetti
- 3) sono stati uniti in un unico file tutti i punti degli idrogrammi
- 4) si è studiata una legge polinomiale che approssimasse con il metodo dei minimi quadrati i punti così ottenuti
- 5) Si è pertanto ricostruita la scala di deflusso con la legge polinomiale

I risultati del modello evidenziano che nel tratto fra Greve e Testi l'evento più critico è di 2 ore, fra Testi e Ferrone è di 6 ore, fra Ferrone e Tavarnuzze 9 ore ed infine fra Tavarnuzze e la foce risulta di 9-12 ore.

Nelle Tab 2.3.A/1-4 si riportano le portate di transito in sezioni significative, e volumi di esondazione, in funzione del tempo di ritorno.



Tab 2.3.A/1 - Tr 30 anni

Codice Sezione	Massimi livelli	Argine sx	Argine dx	Battente sx	Battente dx	Massimi volumi	Massime portate
GR_0228	<b>244.36</b>	245	242.88	0	1.48	<b>56,424</b>	<b>85.96</b>
GR_0219	<b>227.66</b>	229.48	229.35	0	0	<b>0</b>	<b>94.24</b>
GR_0198	<b>213.02</b>	212.14	212.61	0.88	0.41	<b>170,111</b>	<b>100.23</b>
GR_0187	<b>200.7</b>	201.34	204.19	0	0	<b>0</b>	<b>107.59</b>
GR_0162	<b>152.38</b>	154.32	151.8	0	0.58	<b>97,750</b>	<b>104.12</b>
GR_0150	<b>139.89</b>	140.37	139.3	0	0.59	<b>13,348</b>	<b>103.34</b>
GR_0137	<b>129.32</b>	130.73	131.23	0	0	<b>0</b>	<b>129.32</b>
GR_0123	<b>116.23</b>	115.57	115.06	0.66	1.17	<b>76,777</b>	<b>143.01</b>
GR_0048	<b>55.68</b>	56.25	57.69	0	0	<b>0</b>	<b>364.96</b>
GR_0032	<b>46.15</b>	45.54	47.94	0.61	0	<b>52,219</b>	<b>360.72</b>
GR_0031	<b>46.05</b>	48.71	45.86	0	0.19	<b>12,822</b>	<b>358.76</b>
GR_0030	<b>46.09</b>	48.72	47.49	0	0	<b>622</b>	<b>358.56</b>
GR_0024	<b>44.38</b>	45.41	45.53	0	0	<b>0</b>	<b>358.41</b>

Tab 2.3.A/2 - Tr 100 anni

Codice sezione	Massimi livelli	Argine sx	Argine dx	Battente sx	Battente dx	Massimi volumi	Massime portate
GR_0228	<b>245.4</b>	245	242.88	0.4	2.52	<b>61,263</b>	<b>149</b>
GR_0219	<b>229.28</b>	229.48	229.35	0	0	<b>0</b>	<b>166</b>
GR_0198	<b>213.89</b>	212.14	212.61	1.75	1.28	<b>209,249</b>	<b>149</b>
GR_0187	<b>201.09</b>	201.34	204.19	0	0	<b>0</b>	<b>166</b>
GR_0162	<b>153.19</b>	154.32	151.8	0	1.39	<b>108,462</b>	<b>179</b>
GR_0150	<b>141</b>	140.37	139.3	0.63	1.7	<b>13,939</b>	<b>178</b>
GR_0137	<b>130.15</b>	130.73	131.23	0	0	<b>0</b>	<b>192</b>
GR_0123	<b>116.65</b>	115.57	115.06	1.08	1.59	<b>86,706</b>	<b>201</b>
GR_0048	<b>56.38</b>	56.25	57.69	0.13	0	<b>0</b>	<b>484</b>
GR_0032	<b>46.63</b>	45.54	47.94	1.09	0	<b>379,878</b>	<b>450</b>
GR_0031	<b>46.51</b>	48.71	45.86	0	0.65	<b>105,738</b>	<b>439</b>
GR_0030	<b>46.52</b>	48.72	47.49	0	0	<b>28,243</b>	<b>436</b>
GR_0024	<b>44.66</b>	45.41	45.53	0	0	<b>7,118</b>	<b>432</b>

Tab. 2.3.A/3 - Tr 200 anni

Codice sezione	Massimi livelli	Argine sx	Argine dx	Battente sx	Battente dx	Massimi volumi	Massime portate
GR_0228	<b>245.76</b>	245	242.88	0.76	2.88	<b>56 489</b>	<b>180</b>
GR_0219	<b>230.66</b>	229.48	229.35	1.18	1.31	<b>0</b>	<b>204</b>
GR_0198	<b>214.58</b>	212.14	212.61	2.44	1.97	<b>207 718</b>	<b>191</b>
GR_0187	<b>201.34</b>	201.34	204.19	0	0	<b>0</b>	<b>208</b>
GR_0162	<b>153.49</b>	154.32	151.8	0	1.69	<b>125 924</b>	<b>215</b>
GR_0150	<b>141.38</b>	140.37	139.3	1.01	2.08	<b>18 289</b>	<b>215</b>
GR_0137	<b>130.66</b>	130.73	131.23	0	0	<b>0</b>	<b>231</b>
GR_0123	<b>116.9</b>	115.57	115.06	1.33	1.84	<b>95 734</b>	<b>243</b>
GR_0048	<b>57.49</b>	56.25	57.69	1.24	0	<b>0</b>	<b>578</b>
GR_0032	<b>46.93</b>	45.54	47.94	1.39	0	<b>853 635</b>	<b>510</b>

GR_0031	<b>46.78</b>	48.71	45.86	0	0.92	<b>233 268</b>	<b>490</b>
GR_0030	<b>46.75</b>	48.72	47.49	0	0	<b>80 735</b>	<b>481</b>
GR_0024	<b>44.77</b>	45.41	45.53	0	0	<b>25 471</b>	<b>472</b>

Tab. 2.3.A/4 - Tr 500 anni

Codice sezione	Massimi livelli	Argine sx	Argine dx	Battente sx	Battente dx	Massimi volumi	Massime portate
GR_0228	<b>246.35</b>	245	242.88	1.35	3.47	<b>61 513</b>	<b>233</b>
GR_0219	<b>233.32</b>	229.48	229.35	3.84	3.97	<b>0</b>	<b>269</b>
GR_0198	<b>215.61</b>	212.14	212.61	3.47	3	<b>236 593</b>	<b>264</b>
GR_0187	<b>201.56</b>	201.34	204.19	0.22	0	<b>0</b>	<b>249</b>
GR_0162	<b>153.89</b>	154.32	151.8	0	2.09	<b>129 268</b>	<b>267</b>
GR_0150	<b>141.88</b>	140.37	139.3	1.51	2.58	<b>18 528</b>	<b>264</b>
GR_0137	<b>131.4</b>	130.73	131.23	0.67	0.17	<b>0</b>	<b>290</b>
GR_0123	<b>117.26</b>	115.57	115.06	1.69	2.2	<b>110 193</b>	<b>312</b>
GR_0048	<b>58.68</b>	56.25	57.69	2.43	0.99	<b>0</b>	<b>660</b>
GR_0032	<b>47.01</b>	45.54	47.94	1.47	0	<b>2 059 843</b>	<b>526</b>
GR_0031	<b>46.84</b>	48.71	45.86	0	0.98	<b>495 396</b>	<b>502</b>
GR_0030	<b>46.81</b>	48.72	47.49	0	0	<b>190 481</b>	<b>493</b>
GR_0024	<b>44.8</b>	45.41	45.53	0	0	<b>62 911</b>	<b>484</b>

### Perimetrazione delle aree inondabili

Una volta noti i volumi esondati nelle casse di espansione e nel tratto arginato, e noti anche i massimi livelli, per ogni tempo di ritorno e per ogni durata di pioggia, è stato elaborato un file, per ogni tempo di ritorno studiato, dei valori massimi di inviluppo dei volumi, dei livelli raggiunti dalla corrente e delle portate transitate in alveo su ogni sezione.

Per la mappatura dei volumi esondati si è utilizzata, oltre alla cartografia tecnica 1:10000 della Regione Toscana fornita dall'Autorità di Bacino, anche della carta tecnica regionale 1:5000 (della Regione Toscana) e alcuni tratti disponibili delle cartografie comunali in scala 1:2000 dei Comuni di Greve e di Impruneta, procedendo come segue:

- 1) Sono state mappate le casse d'espansione quando entrano in funzione,
- 2) Nel tratto a monte della frazione di Le Bagnese si sono mappate le aree a quota inferiore alla massima raggiunta
- 3) Sempre nello stesso tratto si è verificato, per ogni tempo di ritorno, che le esondazioni su una certa sezione interessassero terreni limitrofi anche a valle (specialmente nei tratti urbanizzati)
- 4) Nel tratto di valle della frazione di Le Bagnese, dove il corso d'acqua diventa arginato ed entra nella pianura fino alla sua foce in Arno si sono individuate due ampie zone (una in sinistra e una in destra) comprese fra il tratto dove i calcoli evidenziano l'esondazione e l'arginatura dell'Arno.
- 5) Si sono poi calcolate utilizzando il DTM fornito dall'Autorità di Bacino (con passo 20 metri) le aree dove ristagna il volume uscito. Tale volume, per tenere conto della presenza dei fabbricati (la zona è quasi completamente urbanizzata), è stato aumentato del 30%. È da rilevare che non si è trovata una fedele corrispondenza fra i punti quota riportati sulla cartografia di riferimento (1:10000) ed il modello numerico.

- 6) Utilizzando i punti quota della cartografia, il DTM e la viabilità urbana si è poi cercato di ricostruire i percorsi dell'esondazione per arrivare nelle zone di ristagno precedentemente trovate, imponendo di chiudere le aree di esondazione su superfici che contengono i volumi di esondazione con battenti di una ventina di centimetri.
- 7) L'ultima operazione è stata quella di raccordare le aree perimetrate secondo i criteri sopra esposti con quelle precedentemente calcolate per l'asta principale dell'Arno.

# Torrente Pesa

## Generalità

Il Torrente Pesa, affluente in sinistra del Fiume Arno, nasce dal monte S.Michele (892 m s.l.m.) e dopo circa 57 Km sfocia in Arno nel Comune di Montelupo Fiorentino drenando un'area di circa 339 km<sup>2</sup>.

Il bacino della Pesa si estende per circa 33'900 ha, interessando la provincia di Firenze (comuni di Barberino Val d'Elsa, Certaldo, Greve, Lastra a Signa, Montelupo Fiorentino, Montespertoli, San Casciano Val di Pesa, Scandicci, Tavarnelle Val di Pesa) e la provincia di Siena (comuni di Castellina in Chianti e Radda in Chianti). In particolare i centri abitati che si incontrano lungo il suo corso sono (da valle verso monte) Montelupo Fiorentino, Ginestra Fiorentina, San Vincenzo a Torri, Cerbaia, Ponte Rotto, Calzaiolo, Bargino, Sambuca Val di Pesa e Lucarelli.

Il tratto studiato si estende dalla località *Il Turbone* alla località *Lucarelli* per una lunghezza di circa 40 km.

Le sezioni utilizzate per caratterizzare questo tratto provengono per la gran parte dalla raccolta effettuata dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno nell'ambito del lavoro "*Rilievi degli Affluenti Principali del Fiume Arno: raccolta e georeferenziazione delle sezioni ed analisi idraulica delle portate smaltibili in alveo*"<sup>5</sup> e limitatamente ad alcune opere d'arte da appositi rilievi fatti eseguire per questo lavoro.

In particolare delle 363 sezioni raccolte nell'ambito del sopra citato studio, ne sono state selezionate 83 sezioni che sono maggiormente rappresentative dell'alveo e della zona golenale a cui sono state aggiunte 20 sezioni rilevate in corrispondenza dei ponti e di alcune briglie.

Sebbene il rilievo dell'insieme delle sezioni è relativo a date diverse (si va dal 1967 ad oggi), la loro validità è stata verificata, sia mediante un confronto con la cartografia sia da sopralloghi.

## Analisi idrologica

La stima della portata di piena per i tempi di ritorno di interesse lungo l'asta del Torrente Pesa, come già detto, ha fatto uso della metodologia della Regione Toscana ed adottata dall'Autorità di Bacino nei criteri metodologici per la perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica.

La metodologia è stata implementata nel codice di calcolo "Idrarno"<sup>6</sup> che per ciascun nodo del reticolo idrografico dell'intero bacino dell' Arno calcola in modo semidistribuito l'evento critico per precipitazione di assegnato tempo di ritorno. In particolare per il Torrente Pesa sono state individuate 14 sezioni critiche le cui aree drenate e parametri idrologici sono riportati in Tab 3.2.A.

Per il calcolo delle superfici drenanti in ciascuna delle 14 sezioni è stato ricavato, mediante la generazione automatica del reticolo idrografico dal modello digitale delle quote a risoluzione di 20x20m messo a disposizione dall'Autorità di Bacino. Successivamente sono stati ricavati i parametri caratteristici di ogni singolo sottobacino e necessari alla stima della portata di piena messi a disposizione dall'Autorità di Bacino secondo la procedura regionale ALTO (file "BAC\_ARNO" di corredo al modulo Idrarno).

---

<sup>5</sup> I. D'Urso- G. Gigli, 2000.

<sup>6</sup> Physis, ALTO, Regione Toscana, 1999

Tab 3.2.A - Parametri idrologici di ciascun sottobacino del T. Pesa chiuso alle sezioni critiche.

Numero Bacino	Area [kmq]	la	Ks	N	K	Cpp_a1	Cpp_n1	Cpp_m1	Cpp_a	Cpp_n	Cpp_m
1	52.6	12.87	2.09	3.80	0.80	21.48	0.34	0.16	19.44	0.34	0.20
2	74.3	12.87	2.09	3.80	0.95	21.48	0.34	0.16	19.44	0.34	0.20
3	87.8	12.87	2.09	3.80	1.04	21.48	0.34	0.16	19.44	0.34	0.20
4	104.9	12.87	2.09	3.80	1.13	21.48	0.34	0.16	19.44	0.34	0.20
5	116.2	12.87	2.09	3.80	1.19	21.48	0.34	0.16	19.44	0.34	0.20
6	133.8	12.87	2.09	3.80	1.28	21.48	0.34	0.16	19.44	0.34	0.20
7	140.3	12.87	2.09	3.80	1.31	21.48	0.34	0.16	19.44	0.34	0.20
8	145.9	12.87	2.09	3.80	1.33	21.48	0.34	0.16	19.44	0.34	0.20
9	168.9	12.87	2.09	3.80	1.44	21.48	0.34	0.16	19.44	0.34	0.20
10	190.7	12.87	2.09	3.80	1.53	21.48	0.34	0.16	19.44	0.34	0.20
11	208.8	12.87	2.09	3.80	1.60	21.48	0.34	0.16	19.44	0.34	0.20
12	221.6	12.87	2.09	3.80	1.64	21.48	0.34	0.16	19.44	0.34	0.20
13	232.7	12.87	2.09	3.80	1.69	21.48	0.34	0.16	19.44	0.34	0.20
14	308.8	11.7	1.83	2.66	2.77	21.19	0.33	0.16	19.40	0.33	0.20

Il calcolo della portata di piena per i vari tempi di ritorno indicati dai criteri metodologici e cioè 30, 100, 200 e 500 anni, sono quindi stati calcolati usando, all'interno del codice IDRARNO, l'opzione "Durata variabile" che varia la durata di pioggia automaticamente in modo da massimizzare la portata sul bacino simulato.

I risultati ottenuti per ciascun sottobacino sono riassunti nella seguente Tab 3.2.B.

Tab 3.2.B - Portate di piena ad assegnato tempo di ritorno per le sezioni critiche

SEZIONE CRITICA	Q Tr=30 [mc/s]	Q Tr=100 [mc/s]	Q Tr=200 [mc/s]	Q Tr=500 [mc/s]
PE_0058	229.24	344.04	422.78	544.6
PE_0082	204.01	309.59	381.76	493.05
PE_0087	197.05	298.82	368.47	475.72
PE_0093	190.97	288.73	355.54	458.5
PE_0097	185.99	279.06	342.72	440.93
PE_0116	177.34	264.03	323.31	414.89
PE_0127	166.28	245.66	300.01	383.87
PE_0138	165.05	243.01	296.37	378.86
PE_0162	160.83	236.21	288	367.94
PE_0243	152.88	222.76	270.74	344.87
PE_0273	144.54	209.98	254.89	324.17
PE_0326	134.47	193.57	234.27	297.17
PE_0339	126.32	180.5	217.75	275.42
PE_0343	110.25	155.58	186.81	235.11

## Analisi idraulica

Il calcolo dei livelli di esondazione è stato condotto con tecniche di moto permanente, utilizzando i valori di portata ricavati nella fase precedente.

Fino a che i livelli sono contenuti nelle sponde d'alveo, la sezione trasversale sarà costituita dall'alveo inciso; successivamente, quando il livello idrico supera le sponde anzidette, la sezione risulterà dall'unione dell'alveo inciso e della pianura alluvionale compresa tra il corso d'acqua e la linea isoipsa corrispondente al livello idrico per la portata di calcolo.

Avendo supposto un regime di corrente lenta per il range di portate studiato si è fatto uso esclusivamente di condizioni al contorno di valle: seguendo le indicazioni dei criteri metodologici si è imposto, nella sezione iniziale (PE\_0039), per ciascun tempo di ritorno i corrispondenti livelli massimi raggiunti, in questa sezione, durante la simulazione del tratto di rigurgito effettuata nel lavoro di perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica dell'asta principale del Fiume Arno.

Tab.3.3.A. Condizioni al contorno di valle

Tempo di ritorno	Livello [m s.l.m.]
30 anni	37.09
100 anni	37.6
200 anni	37.9
500 anni	38.33

Per quanto riguarda la stima del coefficiente di Manning da adottare durante le simulazioni, data la grande varietà della tipologia delle aree allagate e della composizione del fondale, come rilevato dai numerosi sopralluoghi, anche a breve distanza non è sembrato opportuno diversificare la scabrezza, nell'impossibilità di darne una stima precisa, ma si è adottato un valore unico pari a 0,04, che è parso adatto a rappresentare il valore medio della scabrezza in tutto il tratto da noi studiato.

### Perimetrazione delle aree inondabili

In base ai livelli idrici determinati con le simulazioni di moto permanente sono state definite come allagabili tutte le porzioni di territorio limitrofe al corso d'acqua le cui quote del piano campagna risultassero minori di quella del pelo libero della corrente nelle sezioni considerate: tra sezione e sezione il raccordo è stato fatto sia seguendo l'andamento delle curve di livello e dei punti quotati del terreno sia dell'andamento di infrastrutture quali strade o ferrovie,

### Perimetrazione delle aree a diversi livelli di pericolosità idraulica

Le aree analiticamente determinate, come al punto precedente sono state integrate con eventuali zone segnalate dalla carta delle aree a frequente inondazione della Regione Toscana.

In questo modo sono state perimetrate, infatti, anche aree che risultano allagabili non per il superamento della quota arginale ma per cedimento, ad esempio, della sponda arginale. Tali aree sono state perimetrate anche in base ad una serie di sopralluoghi mirati. Di seguito si riporta l'elenco di queste situazioni.

1. area in destra idrografica presso "le Topole": tale zona non risultava allagata con la modellazione idraulica in quanto è presente un'arginatura; in base a testimonianze

- risulta però che questo argine ha dei problemi di stabilità e che quindi non impedisce l'allagamento della zona anche per bassi tempi di ritorno.
2. area in destra idrografica a monte del Ponte di S.Vincenzo a Torri: data la vicinanza della zona al Ponte e la sua conformazione si può desumere che la zona si allaghi per effetto di effetti localizzati generati dalla presenza dell'infrastruttura in alveo e non schematizzabili mediante modellazione.
  3. area in destra in loc. La Botte: questa zona si trova immediatamente a valle di una briglia; si è ritenuto che l'allagamento di questa zona fosse dovuto a fenomeni legati all'infrastruttura e non schematizzabili con la modellazione
  4. area in sinistra presso Calzaiolo: tale area, compresa tra due sezioni è risultata, da un'analisi della morfologia del posto di possibile allagamento anche per la presenza in corrispondenza di una confluente importate come quella con il torrente Terzona.
  5. aree in destra idrografica presso Podere Mercatale e Pian di Pesa: queste due zone sono state annesse alla perimetrazione poiché in questa zona, come si rileva anche dal piano di bonifica, si verificano spesso fenomeni di instabilità spondale di cui non è possibile tener conto nel modello.

Si è poi provveduto ad effettuare i raccordi dei perimetri delle aree a pericolosità idraulica della Pesa con quelle lungo principali affluenti derivate dai criteri storico-inventariali da parte dell'Autorità di Bacino:

- T.Turbone (sn)
- T.Virginio (sn)
- T. Terzona (dx)

Non è stato effettuato, invece, nessun raccordo, all'interno della pianura alluvionale della Pesa, con quegli affluenti di cui non era possibile stabilire l'ambito di influenza ; tali affluenti risultano, comunque, non essere di grande importanza.

Qui di seguito si riporta il quadro riassuntivo, in termini di superfici perimetrate, dei risultati ottenuti

*Tab 3.5.B - Aree per le diverse classi di pericolosità*

<b>Pericolosità</b>	<b>Area in ha</b>
P4	2907.3
P3	758.2
P2	585.1
P1	717.3

# Fiumi SIEVE, ELSA e ERA

## Generalità

Il sistema fluviale studiato comprende i seguenti tratti:

- Fiume Sieve da Ponte del Bilancino alla confluenza in Arno (47.6 Km);
- Fiume Elsa da Castelfiorentino a Ponte a Elsa (loc. Molino di Capocavallo) (19 Km); scolmatore di piena del fiume Elsa (4.1 Km);
- Fiume Era dal ponte di Capannoli alla località I Renacci (14.7 Km); fiume Cascina dai ponti in loc. La Fornace alla confluenza in Era (7.6 Km); torrente Roglio dal ponte di Forcoli alla confluenza in Era (5.1 Km).

Il quadro conoscitivo delle caratteristiche geometriche dei corsi d'acqua (sezioni fluviali) a disposizione dell'Autorità di Bacino è stato integrato da nuovi rilievi su tutti i tratti dei corsi d'acqua privi di informazione.

Sono state inoltre acquisite, e in seguito utilizzate nella modellazione, alcune sezioni sul fiume Cascina provenienti dall'Ufficio dei Fiumi e dei Fossi della Provincia di Pisa e sezioni relative al Fiume Elsa provenienti dal Provveditorato OO.PP. della Toscana.

La consistenza complessiva dei rilievi disponibili sui vari corsi d'acqua è riassunta nella Tab 4.1.A

Tab 4.1.A - Sezioni utilizzate nel modello idraulico.

corso d'acqua	n. sezioni	n.sezioni/km
Sieve	233	4.89
Elsa	124	6.53
Scolmatore Elsa	15	3.66
Era	98	6.67
Cascina	27	3.55
Roglio	18	3.53

## Analisi idrologica

La produzione degli input idrologici (cioè degli idrogrammi in ingresso con cui cimentare il modello idraulico) è avvenuta in accordo con la metodologia già adottata in occasione della *Regionalizzazione delle Portate di Piena in Toscana* e sintetizzata nel pacchetto software IDRARNO. Tale approccio prevede la generazione di idrogrammi di piena valutati su base geomorfologica a partire dall'idrogramma unitario espresso nella forma di Nash.

In particolare per ogni corso d'acqua studiato è stato previsto un numero di immissioni parziali

congruente con il numero di sezioni rilevate disponibile (cioè con la risoluzione spaziale del modello)



Tab 4.2.A – Immissioni nel modello idraulico

I parametri della simulazione idrologica erano disponibili per i sottobacini già monitorati in occasione del menzionato lavoro di regionalizzazione. Per gli altri bacini intermedi si è fatto ricorso a procedimenti di interpolazione: in particolare sono stati ricostruiti i legami funzionali tra il parametro *tempo di ritardo (TI)* e l'area di bacino sottesa (*A*).

Gli scenari di simulazione riprodotti nelle varie aste fluviali prevedevano la combinazione dei quattro tempi di ritorno scelti (30, 100, 200 e 500 anni) con differenti durate scelte in funzione delle caratteristiche dei bacini con lo scopo di riprodurre le condizioni critiche su tutti i tratti fluviali studiati.

Sui tre sistemi idraulici studiati sono stati simulati (per ogni tempo di ritorno) eventi con le seguenti durate:

Tab. 4.2.B – Durate eventi simulati per i diversi bacini

	<b>3h</b>	<b>6h</b>	<b>9h</b>	<b>12h</b>	<b>15h</b>
<b>Sieve</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
<b>Elsa + scolmatore</b>			<b>x</b>	<b>x</b>	
<b>Era + Cascina + Roaglio</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	

Si riportano nelle Tab. 4.2.C/1-5 i contributi al colmo provenienti da ogni sottobacino per ognuno degli scenari di simulazione.

Tab .4.2.C/1 - Bacino Fiume Sieve: contributi massimi degli interbacini.Tr30 e Tr100

nome interbacino	codice sezione	superficie [kmq]	TR30					TR100				
			3h	6h	9h	12h	15h	3h	6h	9h	12h	15h
bacino intermedio	SI 0391	150.7	228.9	302.5	293.0	261.1	231.1	321.1	399.0	376.5	332.8	294.4
bacino intermedio	SI 0387	2.5	7.6	5.6	4.5	3.9	3.4	9.8	7.1	5.8	4.9	4.4
PONTICINO DI O DI BUCCIANO	SI 0333	4.7	13.1	9.8	7.6	6.3	5.4	17.4	12.3	9.7	8.1	7.0
bacino intermedio	SI 0314	0.9	3.0	2.1	1.7	1.5	1.3	3.8	2.7	2.2	1.9	1.7
ANGUIDOLA	SI 0295	16.6	38.5	34.5	28.2	24.0	21.1	51.4	44.6	36.5	31.3	27.6
RIMOTOSO DI O RIOMOTO	SI 0293	3.6	10.9	8.5	7.0	6.0	5.4	13.9	10.7	8.8	7.6	6.8
bacino intermedio	SI 0290	0.3	1.0	0.7	0.6	0.5	0.4	1.2	0.9	0.7	0.6	0.5
CARZA E FOSSO CALICARZA	SI 0281	66.5	56.8	85.4	82.9	71.3	60.1	103.0	132.9	121.8	103.5	88.1
LEVISONE	SI 0279	31.7	37.0	54.8	52.4	46.2	40.9	57.2	74.5	68.6	60.1	53.3
bacino intermedio	SI 0274	3.2	9.7	7.2	5.7	4.8	4.2	12.8	9.2	7.4	6.3	5.5
IL FOSSATINO	SI 0273	0.2	0.6	0.4	0.3	0.3	0.3	0.7	0.5	0.4	0.4	0.3
CARDETOLE DI	SI 0272	6.3	17.1	14.8	12.1	10.4	9.2	23.5	18.9	15.4	13.2	11.8
BAGNONE	SI 0216	23.4	46.0	52.4	45.6	39.2	34.7	65.2	69.7	59.8	51.5	45.6
bacino intermedio	SI 0210	0.5	1.7	1.2	1.0	0.8	0.7	2.2	1.5	1.2	1.1	0.9
BOSSO E FOSSO DELLA DIRCI	SI 0209	15.0	24.7	32.9	30.1	26.3	23.4	38.5	45.5	40.5	35.3	31.4
FALTONA E FOSSO DI POLCANTO	SI 0208	25.5	32.3	47.2	44.3	38.4	33.7	52.1	65.4	58.6	50.5	44.3
PATERNO DI O TORRENTE DI MONTE	SI 0207	3.3	9.9	8.3	6.7	5.8	5.1	13.8	10.7	8.7	7.4	6.6
LE CALE	SI 0204	8.4	25.6	21.5	17.5	15.0	13.3	34.1	27.8	22.6	19.4	17.2
bacino intermedio	SI 0203	0.8	2.5	1.7	1.4	1.2	1.0	3.2	2.2	1.8	1.5	1.3
RIMORELLI	SI 0197	0.5	1.9	1.3	1.1	0.9	0.8	2.3	1.7	1.3	1.2	1.0
VIGNANO	SI 0196	4.9	18.0	12.7	10.3	8.8	7.8	22.7	16.0	12.9	11.0	9.8
FISTONA O DI SANT'ANSANO	SI 0195	20.8	28.9	42.2	38.8	33.7	29.7	45.9	56.4	49.6	42.7	37.7
CAVALLINA DELLA	SI 0194	0.2	0.6	0.5	0.4	0.3	0.3	0.8	0.6	0.5	0.4	0.4
STRULLA DI O STRALA O DI SEGGIANO	SI 0192	9.4	25.6	23.1	18.8	16.1	14.2	35.8	29.5	23.9	20.5	18.1
COROLLA DELLA O CAROLA	SI 0187	9.6	25.0	22.9	18.5	15.7	13.8	35.0	29.7	23.9	20.3	17.9
bacino intermedio	SI 0186	1.0	3.4	2.4	1.9	1.6	1.4	4.4	3.0	2.4	2.0	1.8
ELSA O ENSA DI RAZZUOLO	SI 0185	31.8	46.2	65.2	62.7	55.8	49.7	72.3	91.5	85.0	75.1	66.9
bacino intermedio	SI 0182	3.7	12.0	8.8	7.0	6.0	5.2	16.0	11.5	9.2	7.8	6.9
PESCIOLA	SI 0181	10.5	20.5	24.5	21.7	18.8	16.6	30.3	33.3	28.9	25.0	22.2
CAMPESTRI DI O DI RIMAGGIO	SI 0180	7.4	13.1	14.5	11.9	9.9	8.5	20.6	19.6	15.8	13.2	11.5
bacino intermedio	SI 0180B	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1
MUCCIONE	SI 0180C	22.9	24.8	39.8	40.5	36.8	32.8	41.3	57.3	55.6	49.7	44.3
bacino intermedio	SI 0179	9.6	23.3	21.3	17.1	14.5	12.6	33.0	27.4	22.1	18.8	16.5
bacino intermedio	SI 0175	2.2	6.9	4.9	3.9	3.3	2.9	9.0	6.4	5.1	4.3	3.8
ARSELLA	SI 0163	20.4	25.7	37.0	33.3	28.6	25.1	41.7	50.3	43.6	37.4	32.9
BOTENA	SI 0161	29.4	28.3	46.7	44.9	39.2	34.4	47.6	64.2	58.3	50.4	44.3
ROSANI DEI O CAPANNUCCIA O FOSSO RIC	SI 0149	8.1	21.4	17.8	14.5	12.5	11.2	29.2	22.4	18.3	15.8	14.0
bacino intermedio	SI 0126	4.8	13.8	10.8	8.6	7.2	6.3	18.7	13.8	11.1	9.4	8.3
RIMAGGIO DI	SI 0122	6.2	15.3	13.4	10.9	9.4	8.4	21.3	16.9	13.8	11.9	10.6
BRICCIANA DI	SI 0118	8.7	18.9	18.8	15.4	13.3	11.9	28.2	23.8	19.4	16.7	14.9
SAN GODENZO O FOSSO DI FALTERONA	SI 0084	89.8	34.5	79.0	97.1	98.9	93.4	72.5	125.8	142.0	138.4	127.7
CELLE DI	SI 0080	1.0	3.1	2.2	1.8	1.5	1.4	3.9	2.8	2.3	1.9	1.7
bacino intermedio	SI 0070	5.5	15.3	12.3	9.8	8.3	7.2	21.0	15.8	12.6	10.7	9.4
MOSCIA	SI 0067	63.6	78.1	121.9	116.1	101.7	90.0	129.8	168.1	151.7	131.6	116.4
bacino intermedio	SI 0066	3.4	10.5	7.7	6.1	5.2	4.5	14.1	10.0	8.0	6.8	5.9
PIETRAMALA	SI 0048	3.4	9.6	7.3	6.0	5.1	4.5	12.4	9.3	7.5	6.5	5.7
bacino intermedio	SI 0047	2.3	7.5	5.4	4.2	3.6	3.1	10.0	7.0	5.5	4.7	4.1
bacino intermedio	SI 0045	2.7	8.8	6.3	5.0	4.2	3.7	11.7	8.2	6.5	5.6	4.9
USCIALI DI O TORRENTE USCIOI	SI 0035	10.4	23.3	22.0	17.9	15.4	13.6	33.3	27.9	22.7	19.5	17.3
bacino intermedio	SI 0033	5.7	16.6	13.3	10.6	9.0	7.9	23.0	17.3	13.9	11.8	10.4
bacino intermedio	SI 0031	0.2	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.7	0.5	0.4	0.3	0.3
RUFINA	SI 0028	21.7	57.2	61.7	52.5	45.4	40.4	82.7	81.8	68.6	59.2	52.7
bacino intermedio	SI 0024	0.2	0.6	0.4	0.3	0.3	0.2	0.7	0.5	0.4	0.4	0.3
ARGOMENNA	SI 0022	20.9	41.8	45.2	37.7	32.1	28.2	60.4	58.2	47.8	40.7	35.9
FALCHETTO DEL	SI 0020	2.0	7.1	5.0	4.0	3.4	2.9	9.3	6.4	5.1	4.3	3.8
RICCAIANO	SI 0018	7.6	29.1	22.3	18.1	15.5	13.7	39.2	29.1	23.6	20.2	17.9
bacino intermedio	SI 0016	4.1	12.7	9.6	7.6	6.4	5.6	17.2	12.4	9.9	8.4	7.4
GRIGNANO DI	SI 0013	3.3	8.1	4.2	2.5	1.4	0.2	11.7	6.6	4.4	3.1	2.2
MACINAIE DELLE	SI 0011	5.3	16.3	12.5	9.8	8.1	7.0	22.6	16.6	13.0	10.9	9.4
bacino intermedio	SI 0007	3.3	10.3	7.5	6.0	5.0	4.4	13.8	9.8	7.8	6.6	5.8
bacino intermedio	SI 0004	4.0	12.4	9.3	7.3	6.2	5.4	16.7	12.0	9.6	8.1	7.1

Tab .4.2.C/2 - Bacino Fiume Sieve: contributi massimi degli interbacini. Tr200 e Tr500

nome interbacino	codice sezione	superficie [kmq]	TR200					TR500				
			3h	6h	9h	12h	15h	3h	6h	9h	12h	15h
bacino intermedio	SI 0391	150.7	383.5	463.9	433.0	381.5	337.6	478.2	562.4	518.9	455.9	403.5
bacino intermedio	SI 0387	2.5	11.2	8.1	6.6	5.7	5.0	13.4	9.6	7.8	6.8	6.0
PONTICINO DI O DI BUCCIANO	SI 0333	4.7	20.1	14.1	11.1	9.3	8.1	24.0	16.7	13.2	11.1	9.7
bacino intermedio	SI 0314	0.9	4.3	3.1	2.5	2.1	1.9	5.1	3.6	3.0	2.6	2.3
ANGUIDOLA	SI 0295	16.6	60.2	51.5	42.2	36.2	32.1	73.6	62.1	51.0	43.9	38.9
RIMOTOSO DI O RIOMOTO	SI 0293	3.6	16.0	12.2	10.0	8.7	7.7	19.2	14.5	11.9	10.3	9.2
bacino intermedio	SI 0290	0.3	1.4	1.0	0.8	0.7	0.6	1.6	1.2	1.0	0.8	0.7
CARZA E FOSSO CALICARZA	SI 0281	66.5	134.3	164.2	147.7	125.5	107.4	182.0	211.5	187.4	159.4	137.4
LEVISIONE	SI 0279	31.7	70.7	87.7	79.6	69.6	61.8	91.4	107.7	96.5	84.2	74.9
bacino intermedio	SI 0274	3.2	14.9	10.7	8.6	7.3	6.4	18.0	12.9	10.4	8.9	7.8
IL FOSSATINO	SI 0273	0.2	0.8	0.6	0.5	0.4	0.4	1.0	0.7	0.6	0.5	0.4
CARDETOLE DI	SI 0272	6.3	27.6	21.7	17.7	15.2	13.5	33.9	26.1	21.3	18.3	16.3
BAGNONE	SI 0216	23.4	78.6	81.7	69.7	60.1	53.2	99.2	100.4	85.2	73.5	65.2
bacino intermedio	SI 0210	0.5	2.5	1.8	1.4	1.2	1.1	3.0	2.1	1.7	1.5	1.3
BOSSO E FOSSO DELLA DIRCI	SI 0209	15.0	47.9	54.2	47.8	41.6	37.1	62.7	67.9	59.3	51.7	46.1
FALTONA E FOSSO DI POLCANTO	SI 0208	25.5	65.5	77.6	68.4	58.8	51.7	85.9	96.1	83.5	71.8	63.2
PATERNO DI O TORRENTE DI MONTE	SI 0207	3.3	16.4	12.4	10.0	8.6	7.6	20.3	15.0	12.1	10.4	9.2
LE CALE	SI 0204	8.4	40.0	32.2	26.2	22.5	19.9	49.2	39.1	31.8	27.3	24.2
bacino intermedio	SI 0203	0.8	3.7	2.6	2.1	1.8	1.6	4.4	3.1	2.5	2.1	1.9
RIMORELLI	SI 0197	0.5	2.7	1.9	1.5	1.3	1.2	3.2	2.3	1.8	1.6	1.4
VIGNANO	SI 0196	4.9	25.9	18.2	14.7	12.6	11.2	30.8	21.7	17.5	15.0	13.3
FISTONA O DI SANT'ANSANO	SI 0195	20.8	57.0	65.7	56.9	48.9	43.2	73.9	79.8	68.1	58.5	51.7
CAVALLINA DELLA	SI 0194	0.2	0.9	0.7	0.5	0.5	0.4	1.0	0.8	0.6	0.6	0.5
STRULLA DI O STRALA O DI SEGGIANO	SI 0192	9.4	42.4	33.9	27.4	23.5	20.8	52.4	40.7	32.9	28.2	25.0
COROLLA DELLA O CAROLA	SI 0187	9.6	41.7	34.4	27.7	23.5	20.7	51.9	41.7	33.5	28.5	25.1
bacino intermedio	SI 0186	1.0	5.0	3.5	2.8	2.4	2.1	6.0	4.2	3.4	2.9	2.5
ELSA O ENSA DI RAZZUOLO	SI 0185	31.8	90.4	109.7	100.6	88.6	79.0	118.8	138.1	125.1	110.1	98.3
bacino intermedio	SI 0182	3.7	18.6	13.3	10.7	9.1	8.0	22.7	16.1	13.0	11.1	9.8
PESCIOLA	SI 0181	10.5	37.0	39.5	34.0	29.5	26.2	47.6	49.1	42.1	36.5	32.4
CAMPESTRI DI O DI RIMAGGIO	SI 0180	7.4	25.6	23.0	18.5	15.6	13.6	32.9	28.3	22.8	19.2	16.8
bacino intermedio	SI 0180B	0.1	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2
MUCCIONE	SI 0180C	22.9	52.6	69.3	66.0	58.7	52.4	70.1	87.7	82.1	72.8	65.0
bacino intermedio	SI 0179	9.6	39.3	31.7	25.5	21.7	19.1	48.7	38.1	30.8	26.3	23.2
bacino intermedio	SI 0175	2.2	10.4	7.3	5.9	5.0	4.4	12.5	8.8	7.1	6.1	5.3
ARSELLA	SI 0163	20.4	52.3	59.0	50.5	43.4	38.2	68.2	72.3	61.2	52.6	46.5
BOTENA	SI 0161	29.4	60.3	75.6	67.2	58.0	51.1	79.3	92.5	80.8	69.6	61.4
ROSANI DEI O CAPANNUCCIA O FOSSO RIC	SI 0149	8.1	34.1	25.6	20.8	18.0	16.0	41.2	30.4	24.8	21.4	19.1
bacino intermedio	SI 0126	4.8	21.8	15.9	12.8	10.9	9.6	26.5	19.2	15.4	13.2	11.6
RIMAGGIO DI	SI 0122	6.2	25.1	19.2	15.7	13.5	12.1	30.6	22.9	18.7	16.1	14.4
BRICCIANA DI	SI 0118	8.7	33.8	27.1	22.1	19.1	17.0	41.8	32.3	26.4	22.7	20.3
SAN GODENZO O FOSSO DI FALTERONA	SI 0084	89.8	98.3	156.9	171.6	164.5	150.7	137.6	203.8	216.0	204.0	185.9
CELLE DI	SI 0080	1.0	4.4	3.2	2.6	2.2	2.0	5.3	3.8	3.1	2.6	2.4
bacino intermedio	SI 0070	5.5	24.6	18.2	14.6	12.4	10.9	30.0	21.9	17.6	15.0	13.3
MOSCIA	SI 0067	63.6	164.6	198.9	176.1	152.3	134.8	217.3	245.5	213.6	184.4	163.3
bacino intermedio	SI 0066	3.4	16.5	11.6	9.3	7.9	6.9	20.1	14.1	11.3	9.6	8.5
PIETRAMALA	SI 0048	3.4	14.2	10.6	8.6	7.4	6.6	17.1	12.7	10.3	8.9	7.9
bacino intermedio	SI 0047	2.3	11.6	8.1	6.5	5.5	4.8	14.0	9.8	7.9	6.7	5.9
bacino intermedio	SI 0045	2.7	13.6	9.5	7.6	6.5	5.7	16.5	11.6	9.3	7.9	6.9
USCIALI DI O TORRENTE USCIOI	SI 0035	10.4	39.7	31.9	25.9	22.3	19.8	49.1	38.2	31.0	26.6	23.6
bacino intermedio	SI 0033	5.7	27.1	20.0	16.1	13.7	12.1	33.4	24.3	19.6	16.7	14.8
bacino intermedio	SI 0031	0.2	0.8	0.6	0.5	0.4	0.3	1.0	0.7	0.5	0.5	0.4
RUFINA	SI 0028	21.7	100.2	95.8	80.0	69.0	61.4	127.5	117.8	97.9	84.4	75.1
bacino intermedio	SI 0024	0.2	0.9	0.6	0.5	0.4	0.4	1.0	0.7	0.6	0.5	0.4
ARGOMENNA	SI 0022	20.9	72.6	67.0	54.7	46.7	41.1	90.8	80.4	65.5	55.8	49.2
FALCHETTO DEL	SI 0020	2.0	10.7	7.5	5.9	5.0	4.4	13.1	9.1	7.2	6.1	5.4
RICCIAIANO	SI 0018	7.6	46.2	33.9	27.5	23.6	20.9	57.1	41.5	33.6	28.9	25.6
bacino intermedio	SI 0016	4.1	20.2	14.4	11.5	9.8	8.6	24.7	17.5	14.0	12.0	10.5
GRIGNANO DI	SI 0013	3.3	14.2	8.4	5.8	4.3	3.2	18.1	11.1	8.0	6.1	4.9
MACINAIE DELLE	SI 0011	5.3	26.9	19.5	15.4	12.9	11.2	33.5	24.0	19.0	16.0	13.9
bacino intermedio	SI 0007	3.3	16.1	11.3	9.1	7.7	6.8	19.6	13.8	11.0	9.4	8.3
bacino intermedio	SI 0004	4.0	19.6	13.9	11.1	9.5	8.3	23.9	16.9	13.6	11.6	10.2

Tab .4.2.C/3 - Bacino Fiume Era-Cascina-Roglio: contributi massimi degli interbacini Tr30 e Tr100

nome interbacino	codice sezione	superficie [kmq]	T30				T100			
			3h	6h	9h	12h	3h	6h	9h	12h
bacino intermedio Era	ER_0126	334.8	321.4	431.4	472.1	472.8	449.4	589.9	638.2	634.3
bacino intermedio Era	ER_0120	3.3	12.6	8.5	6.6	5.6	16.5	11.1	8.7	7.3
bacino intermedio Era	ER_0110	2.6	10.0	6.7	5.2	4.4	13.0	8.8	6.9	5.8
bacino intermedio Era	ER_0106	1.8	6.9	4.6	3.6	3.0	9.0	6.1	4.8	4.0
bacino intermedio Era	ER_0099	1.3	5.0	3.4	2.6	2.2	6.5	4.4	3.4	2.9
bacino intermedio Era	ER_0078	1.8	6.8	4.4	3.4	2.8	8.9	5.8	4.5	3.7
bacino intermedio Era	ER_0071	0.6	2.3	1.5	1.1	0.9	3.0	1.9	1.5	1.2
bacino intermedio Era	ER_0051	3.7	13.8	9.1	7.0	5.7	18.1	11.9	9.2	7.6
bacino intermedio Era	ER_0048	0.2	0.8	0.5	0.4	0.3	1.0	0.7	0.5	0.4
bacino intermedio Era	ER_0039	0.1	0.4	0.3	0.2	0.2	0.5	0.4	0.3	0.2
bacino intermedio Era	ER_0036	3.8	14.5	9.5	7.3	6.0	19.0	12.5	9.6	8.0
MALTAGLIATA O RIO PADULE	ER_0012	5.9	25.0	16.2	12.3	10.1	31.6	20.8	15.9	13.1
bacino intermedio Era	ER_0009	0.2	0.8	0.5	0.4	0.3	1.1	0.7	0.5	0.4
bacino intermedio Cascina	CA_1013	54.3	139.9	146.2	128.1	107.6	178.4	185.0	161.8	137.3
bacino intermedio Cascina	CA_1011	1.6	7.4	4.8	3.7	3.0	9.2	6.0	4.6	3.8
bacino intermedio Cascina	CA_1009	8.1	35.3	23.9	18.4	15.0	44.2	30.0	23.1	19.1
bacino intermedio Cascina	CA_1008	0.4	1.8	1.2	0.9	0.7	2.3	1.5	1.2	1.0
bacino intermedio Cascina	CA_1007	4.5	19.9	13.1	10.1	8.2	24.8	16.4	12.7	10.5
bacino intermedio Cascina	CA_1005	0.9	4.0	2.6	2.0	1.6	5.0	3.3	2.5	2.1
bacino intermedio Cascina	CA_1004	0.5	2.2	1.5	1.1	0.9	2.8	1.8	1.4	1.2
bacino intermedio Roglio	RO_1016a	154.7	159.6	191.9	194.0	181.7	222.7	264.7	266.1	248.6
bacino intermedio Roglio	RO_1009d	1.6	5.2	3.3	2.5	2.0	6.7	4.3	3.3	2.7
bacino intermedio Roglio	RO_1006m	1	3.2	2.1	1.5	1.2	4.2	2.7	2.1	1.7
bacino intermedio Roglio	RO_1004d	3.2	10.2	6.5	4.9	4.0	13.4	8.6	6.5	5.3
ROGLIO	RO_1003	0.2	0.7	0.4	0.3	0.3	0.9	0.6	0.4	0.3

nome interbacino	codice sezione	superficie [kmq]	T200				T500			
			3h	6h	9h	12h	3h	6h	9h	12h
bacino intermedio Era	ER_0126	334.8	520.8	701.2	754.8	747.6	627.7	875.9	937.7	925.4
bacino intermedio Era	ER_0120	3.3	18.6	13.0	10.2	8.5	21.9	15.9	12.5	10.5
bacino intermedio Era	ER_0110	2.6	14.7	10.2	8.0	6.7	17.3	12.5	9.8	8.3
bacino intermedio Era	ER_0106	1.8	10.2	7.1	5.6	4.7	12.0	8.7	6.8	5.7
bacino intermedio Era	ER_0099	1.3	7.4	5.1	4.0	3.4	8.7	6.3	4.9	4.1
bacino intermedio Era	ER_0078	1.8	10.3	6.8	5.2	4.3	12.4	8.3	6.4	5.3
bacino intermedio Era	ER_0071	0.6	3.5	2.3	1.8	1.5	4.1	2.8	2.2	1.8
bacino intermedio Era	ER_0051	3.7	21.1	13.9	10.8	8.9	25.3	17.0	13.2	11.0
bacino intermedio Era	ER_0048	0.2	1.2	0.8	0.6	0.5	1.4	0.9	0.7	0.6
bacino intermedio Era	ER_0039	0.1	0.6	0.4	0.3	0.3	0.7	0.5	0.4	0.3
bacino intermedio Era	ER_0036	3.8	21.8	14.6	11.3	9.3	25.6	17.9	13.9	11.5
MALTAGLIATA O RIO PADULE	ER_0012	5.9	35.8	24.0	18.4	15.1	42.4	29.0	22.2	18.3
bacino intermedio Era	ER_0009	0.2	1.2	0.8	0.6	0.5	1.4	1.0	0.8	0.6
bacino intermedio Cascina	CA_1013	54.3	204.4	211.2	184.5	156.8	243.8	250.9	219.1	186.3
bacino intermedio Cascina	CA_1011	1.6	10.5	6.8	5.3	4.4	12.3	8.1	6.2	5.2
bacino intermedio Cascina	CA_1009	8.1	50.2	34.1	26.4	21.8	59.3	40.3	31.3	26.0
bacino intermedio Cascina	CA_1008	0.4	2.6	1.7	1.3	1.1	3.0	2.0	1.6	1.3
bacino intermedio Cascina	CA_1007	4.5	28.2	18.7	14.5	12.0	33.2	22.1	17.2	14.3
bacino intermedio Cascina	CA_1005	0.9	5.7	3.7	2.9	2.4	6.7	4.4	3.4	2.9
bacino intermedio Cascina	CA_1004	0.5	3.2	2.1	1.6	1.3	3.7	2.5	1.9	1.6
bacino intermedio Roglio	RO_1016a	154.7	266.8	315.3	316.3	295.1	335.3	394.1	394.2	367.5
bacino intermedio Roglio	RO_1009d	1.6	7.8	5.1	3.8	3.1	9.6	6.2	4.7	3.9
bacino intermedio Roglio	RO_1006m	1	4.9	3.2	2.4	2.0	6.0	3.9	3.0	2.4
bacino intermedio Roglio	RO_1004d	3.2	15.6	10.1	7.7	6.3	19.0	12.3	9.4	7.8
ROGLIO	RO_1003	0.2	1.0	0.7	0.5	0.4	1.2	0.8	0.6	0.5

Tab .4.2.C/4 - Bacino Fiume Era-Cascina-Roglio: contributi massimi degli interbacini Tr200 e Tr500

nome interbacino	codice sezione	superficie [kmq]	T30		T100		T200		T500	
			9h	12h	9h	12h	9h	12h	9h	12h
ELSA	EL_1001	708.9	496.5	475.8	750.2	747.6	901.6	902.1	1130.5	1135.2
PESCIOLA	EL_1002	61.2	85.2	69.8	114.2	94.2	133.5	111.1	160.2	134.3
FRATI DEI O VALLONE DEL	EL_1011	5.7	9.2	7.6	12.2	10.1	14.3	11.9	17.5	14.6
bacino intermedio	EL_1018	2.1	2.8	2.2	3.9	3.1	4.5	3.7	5.5	4.5
LAMA	EL_0173	5.3	7.3	5.9	9.9	8.1	11.8	9.6	14.6	12.0
bacino intermedio	EL_0172	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2
bacino intermedio	EL_2001	0.04	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1
PIETROSO	EL_2007d	20.02	37.3	28.8	50.0	39.4	58.2	46.1	70.8	56.5
bacino intermedio	EL_2010d	2.23	3.9	3.0	5.2	4.1	6.1	4.9	7.4	6.0
MORTO	EL_0171	9.4	13.9	11.2	18.6	15.2	22.0	18.0	27.2	22.4
GRIGNANA DI	EL_0159	2.5	2.8	2.1	3.7	2.9	4.3	3.4	5.0	4.1
FATE DELLE	EL_0153	3.1	3.5	2.9	4.1	3.4	4.5	3.8	5.1	4.3
bacino intermedio	EL_0138	1.9	2.6	2.0	3.5	2.8	4.1	3.3	5.0	4.1
bacino intermedio	EL_0137	0.2	0.3	0.2	0.4	0.3	0.4	0.4	0.5	0.4
bacino intermedio	EL_0132	1.9	2.6	2.0	3.5	2.8	4.1	3.3	5.0	4.1
BROCCOLINO DI O DI PIANZANO	EL_0126	8.8	10.2	7.8	13.8	10.7	16.2	12.8	19.9	15.9
MAREMMANA	EL_0107	5.9	9.9	7.8	13.1	10.5	15.3	12.4	18.7	15.3
bacino intermedio	EL_3016	1	1.4	1.1	1.8	1.5	2.2	1.7	2.6	2.1
bacino intermedio	EL_3014	2.5	3.4	2.6	4.6	3.7	5.4	4.4	6.5	5.3
bacino intermedio	EL_3013	1.8	2.4	1.9	3.3	2.7	3.9	3.1	4.7	3.8
bacino intermedio	EL_3013b	1.4	1.9	1.5	2.6	2.1	3.0	2.4	3.7	3.0
bacino intermedio	EL_3012	0.6	0.8	0.6	1.1	0.9	1.3	1.1	1.6	1.3
bacino intermedio	EL_3011	1.3	1.8	1.4	2.4	1.9	2.8	2.3	3.4	2.8
bacino intermedio	EL_3002	2.9	3.9	3.1	5.3	4.3	6.2	5.1	7.6	6.2
RIOSOLI DI O DI MUGNANA	EL_0082	2.6	5.0	4.0	6.8	5.5	8.0	6.5	9.9	8.1
ELSA	EL_0077	1.3	0.8	0.8	1.1	1.1	1.3	1.4	1.7	1.7

Tab .4.2.C/5 - Bacino Fiume Elsa: contributi massimi degli interbacini Tr30, Tr100, Tr200 e Tr500.

## Analisi idraulica

Per il modello idraulico è stata adottata una schematizzazione quasi-bidimensionale del tipo proposto da Cunge (1975), che associa a un modello non stazionario delle aste fluviali una rappresentazione "a celle di accumulo" delle aree potenzialmente inondabili preventivamente individuate a margine dei corsi d'acqua, opportunamente schematizzate e connesse idraulicamente sia con le sezioni che reciprocamente tra loro.

Si tratta dello stesso algoritmo di calcolo utilizzato in occasione del lavoro di *Perimetrazione delle aree a rischio sull'asta principale del Fiume Arno e degli affluenti nel tratto di rigurgito (Autorità di Bacino, 1999)*.

Le condizioni al contorno sono state imposte in termini di scala di deflusso nelle sezioni di valle sulla base delle simulazioni in moto vario effettuate sull'asta principale dell'Arno in occasione del lavoro appena citato.

La caratterizzazione geometrica delle aree di potenziale esondazione è stata condotta secondo i seguenti criteri:

*individuazione e acquisizione delle strutture di contenimento* (argini, rilevati stradali e ferroviari, contenimenti naturali, altri corsi d'acqua);

*delimitazione preliminare* delle aree anche sulla base delle esondazioni storiche;

*caratterizzazione morfologica* delle aree espressa tramite la legge di riempimento quota-volume di inondazione in funzione dei livelli di piena;

definizione delle *connessioni idrauliche* assimilabili a stramazzi in parete grossa, con possibilità di funzionamento bidirezionale, in condizioni di deflusso libero oppure rigurgitato in funzione dei livelli a monte e a valle dello stramazzone stesso.

In particolare il calcolo della legge di riempimento delle aree è stato effettuato sulla base del modello digitale del terreno a maglia 20x20m (fonte: IGM).

Le aree di potenziale esondazione individuate sono state 91 lungo il corso della Sieve, 50 nel bacino dell'Elsa e 62 nel bacino Era/Cascina/Roglio.

Gli sfioratori complessivamente predisposti sono stati 163 per la Sieve, 217 per l'Elsa e 252 per l'Era.

Il passo temporale adottato in tutte le simulazioni è stato pari a 0.5h. La durata complessiva di ogni simulazione è stata posta pari a 36 ore.

Si riporta di seguito l'elenco schematico dei principali tratti critici riscontrati lungo i corsi d'acqua studiati.



## Fiume Sieve

- S. Piero a Sieve (in destra idrografica a monte del ponte della SS506 del Passo del Giogo; alle confluenze dei torrenti Carza e Levisone e a monte del ponte ferroviario);
- Borgo San Lorenzo (esondazioni della  $Q_{30}$  a monte del ponte);
- Sagginale (in sinistra idrografica a monte del ponte in loc. Rabatta);
- tratto a monte di Ponte a Vicchio;
- Dicomano (in sinistra, zona campo sportivo);
- Contea (a monte e a valle della confluenza del torrente Moscia);
- Rufina e Montebonello (esondazioni della  $Q_{30}$ );
- Pontassieve (loc. S. Francesco; esondazioni della  $Q_{100}$  in sinistra);
- Pontassieve (in destra a valle della traversa di San Francesco; a monte del ponte ferroviario).

## Fiume Elsa

- Castelfiorentino (esondazioni della  $Q_{100}$  nel tratto urbano);
- confluenza scolmatore (esondazioni della  $Q_{100}$  in loc. Dogana);
- località Madonna della Tosse (esondazioni della  $Q_{100}$  in destra in prossimità del depuratore);
- Osteria Bianca e Terrafino (per esondazioni diffuse della  $Q_{30}$  in destra nel tratto di Brusiana con volumi esondati stimabili in 700.000mc per la  $Q_{30}$ , 2.7Mmc per la  $Q_{100}$ , 3.8Mmc per la  $Q_{200}$  e 5Mmc per la  $Q_{500}$ ).

## Fiume Era

- tratto Capannoli-confluenza Fiume Cascina (esondazioni diffuse della  $Q_{30}$ );
- località La Borra-I Renacci (situazioni di rischio idraulico in sinistra con portata centennale e in destra idrografica con portata trentennale);
- Torrente Roglio (esondazioni diffuse con la  $Q_{30}$  in tutto il tratto studiato tra Forcoli e la confluenza in Era);
- Ponsacco (situazioni di rischio idraulico per esondazioni del Cascina e dell'Era in destra idrografica con la  $Q_{100}$  e, parzialmente, anche con la  $Q_{30}$ ; in sinistra l'abitato è interessato da esondazioni solo per eventi con tempo di ritorno cinquecentennale).

I volumi di esondazione complessivi calcolati per ogni tempo di ritorno come involuppo dei volumi massimi stoccati nelle aree di potenziale esondazione sono riportati nella Tab 4.3.A.

Tab. 4.3.A Volumi di esondazione [mc]

<i>bacino</i>	<i>T30</i>	<i>T100</i>	<i>T200</i>	<i>T500</i>
<b>Sieve</b>	1784472	3761190	5440496	8069530
<b>Elsa e scolmatore</b>	1587064	8681639	14986838	24515079
<b>Era / Cascina / Roglio</b>	2129110	4821700	8093395	15919258



### **Perimetrazione delle aree inondabili**

L'involuppo dei risultati ottenuti per ciascun tempo di ritorno (in particolare in termini di livelli idrometrici massimi raggiunti in alveo e nelle aree di potenziale esondazione e di volumi esondati) ha costituito la base numerica di riferimento per il tracciamento delle aree inondabili, effettuato con riferimento alla cartografia CTR 1:10000.

Per le aree interessate prevalentemente da fenomeni di trasporto (alveo principale, aree golenali), è stata attribuita a ciascuna sezione fluviale l'altezza idrometrica massima raggiunta, delimitando le aree comprese fra sezioni successive sulla base delle quote rilevabili dalla cartografia e interpolando in base alla locale cadente piezometrica le quote calcolate in corrispondenza delle sezioni fluviali.

Per le aree interessate prevalentemente da fenomeni di invaso (aree di potenziale esondazione) la perimetrazione è stata condotta sulla base della conoscenza del livello massimo di riempimento e del volume invasato per ciascuna area considerata. In particolare, utilizzando il modello digitale del terreno, sono state delimitate le zone di accumulo "statico" dei volumi esondati completando la perimetrazione con l'analisi dei presumibili percorsi di inondazione deducibili dalla mappa delle connessioni idrauliche e dall'analisi delle caratteristiche morfologiche del territorio. L'allagamento di un'area può derivare pertanto dal transito, come sopra ipotizzato, dei volumi che si trasferiscono da una zona all'altra e/o dall'accumulo di volumi idrici.

### **Perimetrazione delle aree a diversi livelli di pericolosità idraulica**

Partendo dallo strato informativo delle aree inondabili, prodotto su base analitica con le modalità appena esposte è stato delimitato un perimetro di studio all'interno del quale risultano definite le aree con differenti livelli di pericolosità idraulica (P1-modesta; P2-media; P3-elevata; P4-molto elevata).

E' stato garantito il raccordo con gli strati informativi già esistenti relativi alle aree perimetrate su base geomorfologica e storico inventariale.

All'interno dell'area di studio, il grado di pericolosità delle aree per le quali si ritiene che il rischio di inondazione sia dovuto alla rete scolante minore (o, in generale, a quella non studiata analiticamente) è stato mantenuto inalterato rispetto agli strati informativi esistenti.

Il dettaglio dell'ampiezza delle aree a diversa pericolosità perimetrate nei tre bacini studiati è riportato nella Tab 4.4.A.

Tab 4.4.A - Aree a diversa pericolosità [ha].

	<b>P4</b>	<b>P3</b>	<b>P2</b>	<b>P1</b>
<b>SIEVE</b>	771.6	297.5	355.1	352.8
<b>ELSA</b>	423.4	308.9	539.4	771.3
<b>ERA</b>	758.9	479.6	613.0	431.8





**INVENTARIO DEI MOVIMENTI FRANOSI RICADENTI  
NEL BACINO DELL'ARNO**



Provincia	Comune	Codice Punto Coron. Frana	Codice area soggetta a normativa	Classe Peric.	Stralcio A3	Gauss Boaga Est	Gauss Boaga Nord	Localita'
Arezzo	Bibbiena	51004F01	51004-V01	PF3	311	1.728.821	4.846.290	Gressa-Sprugnolo
Arezzo	Bibbiena	51004F02	51004-V02	PF3	312	1.732.307	4.847.525	Giona di Sotto
Arezzo	Bibbiena	51004F03	51004-V03	PF4	346	1.730.596	4.845.444	Banzena 1 e 2
Arezzo	Bibbiena	51004F04	51004-V03	PF4	346	1.730.960	4.845.002	Banzena 1 e 2
Arezzo	Bibbiena	51004F05	51004-V04	PF3	311	1.728.103	4.847.590	Partina
Arezzo	Bibbiena	51004F06			311	1.727.195	4.848.227	
Arezzo	Bibbiena	51004F07	51004-V06	PF2	278	1.728.648	4.851.643	Serravalle
Arezzo	Bibbiena	51004F08			245	1.728.598	4.851.818	
Arezzo	Bibbiena	51004F09			380	1.726.948	4.841.818	
Arezzo	Bibbiena	51004F10			380	1.726.991	4.842.332	
Arezzo	Bibbiena	51004F11			380	1.726.798	4.842.368	
Arezzo	Bibbiena	51004F12			380	1.727.148	4.841.568	
Arezzo	Bibbiena	51004F13			347	1.734.048	4.845.318	
Arezzo	Bibbiena	51004F14			347	1.735.348	4.844.418	
Arezzo	Bibbiena	51004F15			279	1.730.023	4.851.288	
Arezzo	Bibbiena	51004F16	51004-V05	PF2	278	1.728.859	4.851.030	Serravalle
Arezzo	Bibbiena	51004F17	51004-V05	PF2	278	1.729.133	4.851.096	Serravalle
Arezzo	Bibbiena	51004F18	51004-V01	PF3	345	1.728.766	4.846.014	Gressa-Sprugnolo
Arezzo	Bucine	51005F01			732	1.710.920	4.810.363	
Arezzo	Bucine	51005F02			679	1.711.498	4.817.418	
Arezzo	Bucine	51005F03			647	1.711.998	4.818.443	
Arezzo	Capolona	51006F01	51006-V01	PF3	518	1.731.489	4.829.870	Le Mottacce
Arezzo	Capolona	51006F02			518	1.730.854	4.831.859	
Arezzo	Capolona	51006F03			552	1.731.123	4.829.235	
Arezzo	Castel Focognano	51008F01	51008-V01	PF3	448	1.723.618	4.837.284	Cerreto-Casalte
Arezzo	Castel Focognano	51008F02	51008-V02	PF3	447	1.719.514	4.836.579	Calletta
Arezzo	Castel Focognano	51008F03	51008-V01	PF3	448	1.723.955	4.837.378	Cerreto-Casalte
Arezzo	Castel Focognano	51008F04	51008-V01	PF3	448	1.724.259	4.837.330	Cerreto-Casalte
Arezzo	Castel Focognano	51008F05	51008-V02	PF3	447	1.720.007	4.836.598	Calletta
Arezzo	Castel Focognano	51008F06			447	1.721.078	4.835.768	
Arezzo	Castel Focognano	51008F07			448	1.723.499	4.837.696	
Arezzo	Castel Focognano	51008F08			482	1.725.598	4.834.743	
Arezzo	Castel Focognano	51008F09			483	1.728.578	4.834.788	
Arezzo	Castel Focognano	51008F10			449	1.727.533	4.835.782	
Arezzo	Castel Focognano	51008F11	51008-V01	PF3	448	1.723.648	4.837.318	Cerreto-Casalte
Arezzo	Castel San Niccolo'	51010F01			377	1.714.498	4.842.993	
Arezzo	Castel San Niccolo'	51010F02			308	1.717.088	4.846.668	
Arezzo	Castel San Niccolo'	51010F03			308	1.717.522	4.846.405	
Arezzo	Castel San Niccolo'	51010F04			342	1.716.723	4.845.343	
Arezzo	Castel San Niccolo'	51010F05			342	1.714.198	4.845.643	
Arezzo	Castel San Niccolo'	51010F06			308	1.717.623	4.846.493	
Arezzo	Castel San Niccolo'	51010F07	51010-V01	PF4	308	1.716.958	4.846.552	Terzelli

Arezzo	Castelfranco di Sopra	51009F01			478	1.707.405	4.834.668	
Arezzo	Castelfranco di Sopra	51009F02			477	1.705.885	4.833.033	
Arezzo	Castelfranco di Sopra	51009F03			478	1.706.310	4.833.155	
Arezzo	Castelfranco di Sopra	51009F04			478	1.707.573	4.833.824	
Arezzo	Castelfranco di Sopra	51009F05			478	1.706.048	4.832.598	
Arezzo	Castelfranco di Sopra	51009F06			478	1.707.898	4.834.193	
Arezzo	Castiglion Fibocchi	51011F01			550	1.722.073	4.826.618	
Arezzo	Castiglion Fibocchi	51011F02			549	1.721.948	4.827.018	
Arezzo	Cavriglia	51013F01	51013-V01	PF3	579	1.698.366	4.824.296	Castelnuovo dei Sabbioni
Arezzo	Cavriglia	51013F02	51013-V02	PF3	544	1.698.618	4.826.716	Meleto
Arezzo	Cavriglia	51013F03	51013-V03	PF2	644	1.701.617	4.819.477	Montegonzi
Arezzo	Chitignano	51014F01	51014-V01	PF4	416	1.731.561	4.838.943	Rosina
Arezzo	Chitignano	51014F02	51014-V01	PF4	416	1.731.725	4.838.715	Rosina
Arezzo	Chitignano	51014F03			416	1.732.053	4.839.206	
Arezzo	Chitignano	51014F04			416	1.731.298	4.837.918	
Arezzo	Chitignano	51014F05			450	1.732.323	4.837.218	
Arezzo	Chitignano	51014F06			416	1.731.498	4.838.718	
Arezzo	Chitignano	51014F07			416	1.732.079	4.839.236	
Arezzo	Chitignano	51014F08			416	1.733.248	4.839.068	
Arezzo	Chitignano	51014F09			416	1.731.960	4.839.620	
Arezzo	Chiusi della Verna	51015F01	51015-V08	PF3	347	1.736.531	4.844.226	Santuario
Arezzo	Chiusi della Verna	51015F02	51015-V01	PF4	347	1.736.197	4.843.391	Santuario
Arezzo	Chiusi della Verna	51015F03	51015-V02	PF4	313	1.736.152	4.848.571	Biforco
Arezzo	Chiusi della Verna	51015F04	51015-V03	PF3	312	1.732.872	4.847.336	Giona
Arezzo	Chiusi della Verna	51015F05	51015-V04	PF4	348	1.738.286	4.845.950	Giampereta
Arezzo	Chiusi della Verna	51015F06	51015-V04	PF4	348	1.738.998	4.845.050	Giampereta
Arezzo	Chiusi della Verna	51015F07	51015-V05	PF4	279	1.733.608	4.849.805	Frassineta
Arezzo	Chiusi della Verna	51015F08			347	1.735.448	4.843.318	
Arezzo	Chiusi della Verna	51015F09			347	1.737.148	4.843.868	
Arezzo	Chiusi della Verna	51015F10			347	1.736.598	4.844.568	
Arezzo	Chiusi della Verna	51015F11	51015-V08	PF3	347	1.736.348	4.844.168	Santuario
Arezzo	Chiusi della Verna	51015F12			382	1.736.186	4.842.815	
Arezzo	Chiusi della Verna	51015F13	51015-V07	PF2	382	1.737.746	4.843.097	La Rocca
Arezzo	Chiusi della Verna	51015F14	51015-V07	PF2	382	1.737.654	4.843.136	La Rocca
Arezzo	Chiusi della Verna	51015F15	51015-V06	PF4	280	1.734.851	4.850.239	Corezzo
Arezzo	Chiusi della Verna	51015F16	51015-V06	PF4	280	1.734.838	4.850.017	Corezzo
Arezzo	Chiusi della Verna	51015F17			280	1.736.275	4.850.740	

Arezzo	Cortona	51017F01			862	1.745.262	4.790.223	
Arezzo	Loro Ciuffenna	51020F01	51020-V01	PF4	479	1.711.162	4.834.060	Modine
Arezzo	Loro Ciuffenna	51020F02	51020-V02	PF4	445	1.711.757	4.836.220	Rocca Ricciarda
Arezzo	Loro Ciuffenna	51020F03	51020-V01	PF4	479	1.711.416	4.834.366	Modine
Arezzo	Loro Ciuffenna	51020F04			479	1.711.548	4.834.718	
Arezzo	Loro Ciuffenna	51020F05			479	1.711.193	4.834.666	
Arezzo	Loro Ciuffenna	51020F06			513	1.712.592	4.830.011	
Arezzo	Loro Ciuffenna	51020F07			513	1.712.673	4.830.118	
Arezzo	Loro Ciuffenna	51020F08	51020-V01	PF4	479	1.711.374	4.834.392	Modine
Arezzo	Loro Ciuffenna	51020F09			479	1.713.023	4.833.468	
Arezzo	Montemignai	51023F01	51023-V01	PF4	307	1.711.074	4.846.226	Montemignai
Arezzo	Montemignai	51023F02	51023-V01	PF4	307	1.711.136	4.846.183	Montemignai
Arezzo	Montemignai	51023F03	51023-V01	PF4	307	1.711.140	4.846.382	Montemignai
Arezzo	Montemignai	51023F04			307	1.711.114	4.846.499	
Arezzo	Montevarchi	51026F01			677	1.703.002	4.817.059	
Arezzo	Montevarchi	51026F02			677	1.702.998	4.816.998	
Arezzo	Montevarchi	51026F03			677	1.703.260	4.816.318	
Arezzo	Montevarchi	51026F04			645	1.705.748	4.819.818	
Arezzo	Montevarchi	51026F05			646	1.709.175	4.819.843	
Arezzo	Montevarchi	51026F06			677	1.703.373	4.816.468	
Arezzo	Montevarchi	51026F07			614	1.707.441	4.821.297	
Arezzo	Montevarchi	51026F08			677	1.702.993	4.817.008	
Arezzo	Montevarchi	51026F09			647	1.711.081	4.820.800	
Arezzo	Ortignano Raggiolo	51027F01	51027-V01	PF3	413	1.721.158	4.840.410	Case Carbonaia
Arezzo	Ortignano Raggiolo	51027F02	51027-V02	PF2	413	1.720.854	4.840.028	Ponte alle Lame
Arezzo	Ortignano Raggiolo	51027F03	51027-V02	PF2	413	1.720.898	4.839.968	Ponte alle Lame
Arezzo	Ortignano Raggiolo	51027F04			413	1.720.748	4.839.918	
Arezzo	Ortignano Raggiolo	51027F05			413	1.721.498	4.840.468	
Arezzo	Ortignano Raggiolo	51027F06			378	1.721.882	4.840.738	
Arezzo	Poppi	51031F01	51031-V01	PF3	277	1.723.520	4.849.784	Lierna
Arezzo	Poppi	51031F02	51031-V02	PF4	378	1.719.777	4.840.878	Quota
Arezzo	Poppi	51031F03	51031-V03	PF4	378	1.721.196	4.841.474	San Martino in Tremoleto
Arezzo	Poppi	51031F04			310	1.724.417	4.848.690	
Arezzo	Poppi	51031F05			246	1.732.151	4.852.965	
Arezzo	Poppi	51031F06			246	1.732.148	4.853.943	
Arezzo	Poppi	51031F07			246	1.731.423	4.853.943	
Arezzo	Poppi	51031F08			344	1.722.898	4.844.048	
Arezzo	Poppi	51031F09			246	1.732.723	4.852.718	
Arezzo	Poppi	51031F10			246	1.731.271	4.852.459	
Arezzo	Poppi	51031F11			277	1.724.465	4.849.132	
Arezzo	Pratovecchio	51032F01	51032-V01	PF4	242	1.714.923	4.852.980	Campolombardo
Arezzo	Pratovecchio	51032F02	51032-V01	PF4	242	1.715.361	4.852.576	Campolombardo
Arezzo	Pratovecchio	51032F03	51032-V02	PF4	276	1.718.632	4.850.654	Pieve di Romena
Arezzo	Pratovecchio	51032F04	51032-V03	PF3	276	1.718.308	4.850.796	Pieve di Romena
Arezzo	Pratovecchio	51032F05	51032-V01	PF4	242	1.715.193	4.852.360	Campolombardo
Arezzo	Pratovecchio	51032F06			243	1.719.321	4.853.449	
Arezzo	Pratovecchio	51032F07			243	1.721.745	4.852.618	



Arezzo	Pratovecchio	51032F08			243	1.721.048	4.852.743	
Arezzo	Pratovecchio	51032F09			242	1.716.328	4.853.993	
Arezzo	Pratovecchio	51032F10			243	1.720.212	4.853.174	
Arezzo	Pratovecchio	51032F11			243	1.719.540	4.853.534	
Arezzo	Pratovecchio	51032F12			244	1.722.098	4.852.618	
Arezzo	Pratovecchio	51032F13			242	1.717.398	4.851.943	
Arezzo	Pratovecchio	51032F14			275	1.715.463	4.849.912	
Arezzo	Pratovecchio	51032F15	51032-V01	PF4	242	1.715.528	4.853.122	Campolombardo
Arezzo	Pratovecchio	51032F16	51032-V04	PF2	276	1.718.768	4.850.951	Romana-Fiume
Arezzo	Pratovecchio	51032F17			242	1.714.536	4.852.966	
Arezzo	San Giovanni Valdarno	51033F01			545	1.704.978	4.827.818	
Arezzo	San Giovanni Valdarno	51033F02			613	1.704.483	4.822.968	
Arezzo	San Giovanni Valdarno	51033F03			545	1.704.243	4.829.190	
Arezzo	Stia	51036F01	51036-V01	PF3	210	1.714.153	4.857.234	Serelli
Arezzo	Stia	51036F02			243	1.718.025	4.853.948	
Arezzo	Stia	51036F03			242	1.716.288	4.854.318	
Arezzo	Stia	51036F04			243	1.718.068	4.852.568	
Arezzo	Stia	51036F05			183	1.713.408	4.857.768	
Arezzo	Stia	51036F06			183	1.712.598	4.857.848	
Arezzo	Stia	51036F07			211	1.718.048	4.855.564	
Arezzo	Stia	51036F08			242	1.717.032	4.853.898	
Arezzo	Stia	51036F09			183	1.711.403	4.857.785	
Arezzo	Stia	51036F10			183	1.712.068	4.858.018	
Arezzo	Stia	51036F11			210	1.714.584	4.857.194	
Arezzo	Stia	51036F12			210	1.715.062	4.857.282	
Arezzo	Stia	51036F13			183	1.713.898	4.857.768	
Arezzo	Stia	51036F14			209	1.713.248	4.856.618	
Arezzo	Stia	51036F15	51036-V01	PF3	210	1.714.072	4.857.012	Serelli
Arezzo	Terranuova Bracciolini	51039F01	51039-V01	PF4	580	1.705.866	4.825.824	Poggiolupi - Pozzi 1 e 2
Arezzo	Terranuova Bracciolini	51039F02	51039-V01	PF4	581	1.706.826	4.825.788	Poggiolupi - Pozzi 1 e 2
Arezzo	Terranuova Bracciolini	51039F03	51039-V01	PF4	581	1.707.005	4.825.650	Poggiolupi - Pozzi 1 e 2
Arezzo	Terranuova Bracciolini	51039F04	51039-V03	PF3	615	1.711.777	4.821.614	Val di Lago
Arezzo	Terranuova Bracciolini	51039F05			545	1.705.048	4.828.138	
Arezzo	Terranuova Bracciolini	51039F06			546	1.706.208	4.827.118	
Firenze	Bagno a Ripoli	48001F01			370	1.686.375	4.840.620	
Firenze	Bagno a Ripoli	48001F02			334	1.682.709	4.844.570	
Firenze	Bagno a Ripoli	48001F03			369	1.684.948	4.840.968	
Firenze	Bagno a Ripoli	48001F04			269	1.692.754	4.850.722	
Firenze	Bagno a Ripoli	48001F05	48001-V01	PF4	336	1.690.017	4.844.784	Taiano
Firenze	Barberino di Mugello	48002F01			39	1.675.568	4.876.488	
Firenze	Barberino di Mugello	48002F02			12	1.682.317	4.882.212	
Firenze	Barberino di Mugello	48002F03			4	1.678.287	4.882.512	
Firenze	Barberino di Mugello	48002F04			41	1.682.118	4.875.868	
Firenze	Barberino di Mugello	48002F05			23	1.681.146	4.878.912	
Firenze	Barberino Val	48003F01			573	1.675.548	4.823.818	



Firenze	Barberino Val d'Elsa	48003F02			605	1.672.888	4.822.818	
Firenze	Barberino Val d'Elsa	48003F03			637	1.673.058	4.819.597	
Firenze	Barberino Val d'Elsa	48003F04			636	1.669.444	4.819.871	
Firenze	Barberino Val d'Elsa	48003F05			605	1.673.893	4.821.122	
Firenze	Borgo San Lorenzo	48004F01			28	1.698.948	4.879.168	
Firenze	Borgo San Lorenzo	48004F02			62	1.691.198	4.872.188	
Firenze	Borgo San Lorenzo	48004F03			153	1.691.145	4.862.162	
Firenze	Borgo San Lorenzo	48004F04			153	1.690.308	4.862.068	
Firenze	Borgo San Lorenzo	48004F05			129	1.692.431	4.863.650	
Firenze	Borgo San Lorenzo	48004F06			128	1.686.728	4.864.918	
Firenze	Borgo San Lorenzo	48004F07			153	1.691.118	4.862.133	
Firenze	Borgo San Lorenzo	48004F08			153	1.691.181	4.862.216	
Firenze	Capraia e Limite	48008F01	48008-V01	PF4	328	1.658.503	4.844.788	I Paci
Firenze	Capraia e Limite	48008F02			294	1.659.198	4.846.488	
Firenze	Capraia e Limite	48008F03			329	1.662.441	4.844.511	
Firenze	Capraia e Limite	48008F04			294	1.659.208	4.846.238	
Firenze	Capraia e Limite	48008F05			328	1.659.923	4.845.718	
Firenze	Capraia e Limite	48008F06			329	1.662.265	4.844.666	
Firenze	Capraia e Limite	48008F07			329	1.662.556	4.844.694	
Firenze	Capraia e Limite	48008F08			328	1.660.448	4.844.943	
Firenze	Cerreto Guidi	48011F01			326	1.652.348	4.843.668	
Firenze	Cerreto Guidi	48011F02			291	1.647.998	4.847.093	
Firenze	Cerreto Guidi	48011F03			325	1.647.773	4.846.043	
Firenze	Cerreto Guidi	48011F04	48011-V02	PF4	292	1.651.047	4.846.628	Via Ildebrandino - Campo Sportivo
Firenze	Cerreto Guidi	48011F05	48011-V01	PF4	292	1.650.886	4.846.264	Via Ildebrandino - Campo Sportivo
Firenze	Cerreto Guidi	48011F06	48011-V03	PF4	292	1.650.811	4.846.852	Via Ildebrandino - Campo Sportivo
Firenze	Certaldo	48012F01	48012-V01	PF4	570	1.665.303	4.823.836	Certaldo Alta
Firenze	Certaldo	48012F02	48012-V02	PF4	537	1.672.818	4.826.884	Marcialla Nord Ovest
Firenze	Certaldo	48012F03	48012-V03	PF3	537	1.672.683	4.826.906	Marcialla Nord Ovest
Firenze	Certaldo	48012F04	48012-V04	PF3	603	1.665.618	4.822.720	Certaldo
Firenze	Certaldo	48012F05			537	1.672.722	4.827.590	
Firenze	Certaldo	48012F06	48012-V02	PF4	537	1.672.848	4.826.968	Marcialla Nord Ovest
Firenze	Certaldo	48012F07	48012-V02	PF4	537	1.672.798	4.826.943	Marcialla Nord Ovest
Firenze	Certaldo	48012F08			572	1.672.803	4.826.493	
Firenze	Certaldo	48012F09			572	1.673.128	4.825.818	
Firenze	Certaldo	48012F10			537	1.673.018	4.826.718	
Firenze	Dicomano	48013F01	48013-V01	PF4	87	1.706.004	4.868.970	Corella - La Villa

Firenze	Dicomano	48013F02			156	1.702.008	4.862.443	
Firenze	Dicomano	48013F03			132	1.703.198	4.864.118	
Firenze	Dicomano	48013F04			132	1.703.162	4.864.316	
Firenze	Dicomano	48013F05			108	1.704.172	4.866.812	
Firenze	Dicomano	48013F06			86	1.705.427	4.868.620	
Firenze	Dicomano	48013F07			108	1.705.120	4.867.875	
Firenze	Dicomano	48013F08			108	1.703.888	4.866.518	
Firenze	Dicomano	48013F09			87	1.706.769	4.869.064	
Firenze	Dicomano	48013F11			131	1.701.475	4.863.242	
Firenze	Dicomano	48013F12			108	1.704.929	4.867.320	
Firenze	Dicomano	48013F13			132	1.702.642	4.863.468	
Firenze	Dicomano	48013F14			131	1.699.718	4.862.912	
Firenze	Empoli	48014F01			431	1.656.298	4.837.568	
Firenze	Empoli	48014F02			328	1.659.205	4.844.943	
Firenze	Empoli	48014F03			397	1.656.603	4.837.973	
Firenze	Fiesole	48015F01	48015-V01	PF4	234	1.684.089	4.853.270	Fonte Lucente
Firenze	Fiesole	48015F02			203	1.686.803	4.854.988	
Firenze	Fiesole	48015F03			203	1.686.563	4.854.572	
Firenze	Fiesole	48015F04			203	1.686.657	4.854.896	
Firenze	Fiesole	48015F05			202	1.685.975	4.855.675	
Firenze	Fiesole	48015F06			235	1.687.400	4.854.070	
Firenze	Figline Valdarno	48016F01			476	1.698.048	4.832.368	
Firenze	Firenze	48017F01	48017-V01	PF3	300	1.682.480	4.847.776	S.Miniato
Firenze	Firenze	48017F02	48017-V01	PF3	300	1.682.298	4.847.698	S.Miniato
Firenze	Firenze	48017F03	48017-V01	PF3	300	1.682.440	4.847.679	S.Miniato
Firenze	Firenze	48017F04	48017-V02	PF3	300	1.682.294	4.847.526	S. Miniato
Firenze	Firenze	48017F05	48017-V03	PF3	300	1.682.518	4.847.440	S. Miniato
Firenze	Firenze	48017F06	48017-V04	PF3	300	1.682.814	4.847.168	S. Miniato
Firenze	Firenze	48017F07			300	1.682.399	4.846.511	
Firenze	Firenze	48017F08			300	1.684.078	4.846.318	
Firenze	Fucecchio	48019F01			257	1.644.498	4.849.093	
Firenze	Fucecchio	48019F02	48019-V01	PF2	325	1.646.798	4.846.048	Podere Turricchio
Firenze	Gambassi Terme	48020F01	48020-V01	PF4	602	1.658.073	4.822.543	Centro Storico Zona Est
Firenze	Greve in Chianti	48021F01			438	1.685.562	4.835.264	
Firenze	Greve in Chianti	48021F02			438	1.685.778	4.836.620	
Firenze	Greve in Chianti	48021F03			577	1.692.555	4.826.226	
Firenze	Impruneta	48022F01			403	1.679.638	4.840.004	
Firenze	Impruneta	48022F02			404	1.682.008	4.838.878	
Firenze	Impruneta	48022F03			368	1.678.746	4.840.890	
Firenze	Incisa Valdarno	48023F01	48023-V01	PF3	441	1.696.991	4.837.366	Castello
Firenze	Incisa Valdarno	48023F02	48023-V01	PF3	441	1.697.102	4.837.348	Castello
Firenze	Incisa Valdarno	48023F03	48023-V01	PF3	441	1.697.169	4.837.348	Castello
Firenze	Incisa Valdarno	48023F04	48023-V01	PF3	441	1.697.220	4.837.346	Castello
Firenze	Incisa Valdarno	48023F05	48023-V01	PF3	441	1.697.183	4.837.353	Castello
Firenze	Incisa Valdarno	48023F06			441	1.697.648	4.835.868	
Firenze	Incisa Valdarno	48023F07			441	1.696.673	4.836.068	
Firenze	Incisa Valdarno	48023F08			441	1.696.690	4.836.400	
Firenze	Incisa Valdarno	48023F09			440	1.693.040	4.835.648	
Firenze	Incisa Valdarno	48023F10			407	1.695.258	4.839.268	

Firenze	Lastra a Signa	48024F01			296	1.668.848	4.847.318	
Firenze	Lastra a Signa	48024F02			365	1.666.688	4.842.296	
Firenze	Londa	48025F01			208	1.707.242	4.857.224	
Firenze	Londa	48025F02			158	1.713.112	4.860.316	
Firenze	Londa	48025F03			158	1.712.992	4.860.790	
Firenze	Londa	48025F04			182	1.706.591	4.858.227	
Firenze	Londa	48025F05			182	1.706.724	4.857.889	
Firenze	Londa	48025F06			208	1.707.626	4.855.463	
Firenze	Londa	48025F07			158	1.710.105	4.860.328	
Firenze	Londa	48025F08	48025-V01	PF2	157	1.709.108	4.860.696	Rincine
Firenze	Londa	48025F09			207	1.704.693	4.856.694	
Firenze	Montelupo Fiorentino	48028F01			328	1.661.288	4.844.278	
Firenze	Montelupo Fiorentino	48028F02			329	1.663.148	4.844.168	
Firenze	Montelupo Fiorentino	48028F03			295	1.663.611	4.847.853	
Firenze	Montespertoli	48030F01	48030-V04	PF3	468	1.666.370	4.834.618	Montespertoli
Firenze	Montespertoli	48030F02	48030-V04	PF3	468	1.666.782	4.834.532	Montespertoli
Firenze	Montespertoli	48030F03	48030-V01	PF4	468	1.667.105	4.834.330	Montespertoli
Firenze	Montespertoli	48030F04	48030-V04	PF3	468	1.666.606	4.834.257	Montespertoli
Firenze	Montespertoli	48030F05	48030-V04	PF3	468	1.666.424	4.834.172	Montespertoli
Firenze	Montespertoli	48030F06	48030-V04	PF3	468	1.666.598	4.834.046	Montespertoli
Firenze	Montespertoli	48030F07	48030-V04	PF3	468	1.666.898	4.834.064	Montespertoli
Firenze	Montespertoli	48030F08	48030-V02	PF4	468	1.668.158	4.833.820	Montespertoli
Firenze	Montespertoli	48030F09	48030-V02	PF4	468	1.667.802	4.834.452	Montespertoli
Firenze	Montespertoli	48030F10	48030-V02	PF4	468	1.667.982	4.834.604	Montespertoli
Firenze	Montespertoli	48030F11	48030-V02	PF4	468	1.668.136	4.834.534	Montespertoli
Firenze	Montespertoli	48030F12	48030-V02	PF4	468	1.668.391	4.834.086	Montespertoli
Firenze	Montespertoli	48030F13			502	1.669.431	4.831.906	
Firenze	Montespertoli	48030F14			503	1.671.008	4.829.678	
Firenze	Montespertoli	48030F15			469	1.671.908	4.833.288	
Firenze	Montespertoli	48030F16			467	1.663.146	4.832.857	
Firenze	Montespertoli	48030F17			503	1.672.678	4.830.838	
Firenze	Montespertoli	48030F18			435	1.670.454	4.835.179	
Firenze	Montespertoli	48030F19			468	1.667.698	4.833.568	
Firenze	Montespertoli	48030F20			469	1.671.929	4.834.822	
Firenze	Montespertoli	48030F21			503	1.670.448	4.832.032	
Firenze	Montespertoli	48030F22			468	1.668.400	4.832.952	
Firenze	Montespertoli	48030F23			502	1.669.294	4.830.078	
Firenze	Montespertoli	48030F24			502	1.668.308	4.830.581	
Firenze	Montespertoli	48030F25			468	1.667.323	4.834.024	
Firenze	Montespertoli	48030F26			502	1.667.914	4.831.360	
Firenze	Montespertoli	48030F27	48030-V03	PF4	435	1.670.536	4.835.254	Poppiano
Firenze	Montespertoli	48030F28			502	1.668.602	4.831.236	
Firenze	Montespertoli	48030F29	48030-V01	PF4	468	1.667.104	4.834.312	Montespertoli
Firenze	Pelago	48032F01	48032-V01	PF4	304	1.699.053	4.847.784	Carbonile
Firenze	Pelago	48032F02	48032-V01	PF4	304	1.699.414	4.847.686	Carbonile
Firenze	Pelago	48032F03	48032-V01	PF4	304	1.699.449	4.847.596	Carbonile
Firenze	Pelago	48032F04	48032-V01	PF4	304	1.699.467	4.847.461	Carbonile
Firenze	Pelago	48032F05			304	1.699.898	4.848.518	
Firenze	Pelago	48032F06			305	1.704.123	4.847.593	
Firenze	Pelago	48032F07			271	1.701.207	4.850.485	
Firenze	Pelago	48032F08			271	1.701.458	4.849.618	
Firenze	Pelago	48032F09			305	1.702.748	4.846.943	
Firenze	Pelago	48032F10			305	1.702.749	4.846.891	
Firenze	Pontassieve	48033F01			180	1.700.073	4.859.848	
Firenze	Pontassieve	48033F02			179	1.697.348	4.857.618	
Firenze	Pontassieve	48033F03			179	1.697.598	4.857.688	
Firenze	Pontassieve	48033F04			237	1.697.348	4.852.018	
Firenze	Pontassieve	48033F05			270	1.695.239	4.850.541	

Firenze	Pontassieve	48033F06			204	1.692.786	4.854.669	
Firenze	Pontassieve	48033F07			237	1.697.686	4.853.472	
Firenze	Pontassieve	48033F08			180	1.700.398	4.859.568	
Firenze	Pontassieve	48033F09			236	1.692.437	4.852.909	
Firenze	Pontassieve	48033F10			238	1.698.726	4.853.555	
Firenze	Pontassieve	48033F11			237	1.697.064	4.854.134	
Firenze	Pontassieve	48033F12			205	1.694.848	4.855.218	
Firenze	Pontassieve	48033F13			206	1.698.103	4.855.314	
Firenze	Pontassieve	48033F14			205	1.694.648	4.856.018	
Firenze	Pontassieve	48033F15			205	1.694.421	4.856.112	
Firenze	Pontassieve	48033F16			155	1.700.258	4.860.973	
Firenze	Pontassieve	48033F17			237	1.697.928	4.851.913	
Firenze	Pontassieve	48033F18			270	1.697.286	4.851.118	
Firenze	Pontassieve	48033F19			155	1.700.002	4.861.074	
Firenze	Pontassieve	48033F20			238	1.698.681	4.853.610	
Firenze	Pontassieve	48033F21			237	1.694.017	4.853.776	
Firenze	Pontassieve	48033F22			206	1.698.341	4.855.421	
Firenze	Pontassieve	48033F23			155	1.700.048	4.861.068	
Firenze	Pontassieve	48033F24			178	1.692.968	4.858.178	
Firenze	Pontassieve	48033F25			205	1.694.898	4.855.211	
Firenze	Pontassieve	48033F26			178	1.692.442	4.858.304	
Firenze	Pontassieve	48033F27			178	1.692.583	4.858.359	
Firenze	Reggello	48035F01	48035-V01	PF4	338	1.699.413	4.845.734	S. Ellero Alto
Firenze	Reggello	48035F02	48035-V02	PF3	338	1.701.456	4.845.241	Donnini
Firenze	Reggello	48035F03	48035-V03	PF3	305	1.703.793	4.846.770	Tosi
Firenze	Reggello	48035F04	48035-V04	PF4	305	1.704.275	4.847.436	Taborra
Firenze	Reggello	48035F05	48035-V05	PF4	409	1.704.187	4.838.710	Tallini
Firenze	Reggello	48035F06			409	1.704.397	4.839.656	
Firenze	Reggello	48035F07	48035-V07	PF3	338	1.698.811	4.845.002	Case Riscaggio
Firenze	Reggello	48035F08			375	1.706.948	4.840.943	
Firenze	Reggello	48035F09			375	1.706.823	4.840.768	
Firenze	Reggello	48035F10			338	1.698.878	4.844.638	
Firenze	Reggello	48035F11			374	1.704.148	4.842.418	
Firenze	Reggello	48035F12			339	1.703.623	4.846.058	
Firenze	Reggello	48035F13			340	1.706.099	4.845.765	
Firenze	Reggello	48035F14			339	1.702.868	4.843.418	
Firenze	Reggello	48035F15			409	1.704.768	4.839.698	
Firenze	Reggello	48035F16			408	1.701.238	4.838.555	
Firenze	Reggello	48035F17	48035-V08	PF4	375	1.707.448	4.840.676	Macereto
Firenze	Reggello	48035F18	48035-V09	PF2	409	1.705.134	4.840.220	Reggello
Firenze	Rufina	48037F01			207	1.705.848	4.854.543	
Firenze	Rufina	48037F02			239	1.705.957	4.852.828	
Firenze	Rufina	48037F03			207	1.702.318	4.856.548	
Firenze	Rufina	48037F04			208	1.706.098	4.856.168	
Firenze	Rufina	48037F05			239	1.702.048	4.852.943	
Firenze	Rufina	48037F06			238	1.701.698	4.853.418	
Firenze	Rufina	48037F07			238	1.701.838	4.853.414	
Firenze	Rufina	48037F08			207	1.703.632	4.856.404	
Firenze	Rufina	48037F09			207	1.704.548	4.855.068	
Firenze	Rufina	48037F10			206	1.701.573	4.855.073	
Firenze	Rufina	48037F11			207	1.704.498	4.855.068	
Firenze	Rufina	48037F12			240	1.706.028	4.852.638	
Firenze	Rufina	48037F13			239	1.703.898	4.854.398	
Firenze	Rufina	48037F14			239	1.702.053	4.853.060	
Firenze	San Casciano Val di Pesa	48038F01			435	1.673.197	4.837.674	
Firenze	San Casciano Val di Pesa	48038F02			437	1.681.646	4.835.518	
Firenze	San Casciano Val di Pesa	48038F03			506	1.683.696	4.830.694	
Firenze	San Casciano Val di Pesa	48045F05			539	1.678.148	4.827.918	
Firenze	San Godenzo	48039F01			159	1.715.848	4.861.848	
Firenze	San Godenzo	48039F02			135	1.716.868	4.863.018	

Firenze	San Godenzo	48039F03			159	1.716.008	4.862.238	
Firenze	San Godenzo	48039F04			159	1.717.308	4.862.218	
Firenze	San Godenzo	48039F05			133	1.708.949	4.865.168	
Firenze	San Godenzo	48039F06			110	1.710.511	4.866.838	
Firenze	San Godenzo	48039F07			158	1.713.048	4.861.918	
Firenze	San Godenzo	48039F08			134	1.712.248	4.863.068	
Firenze	San Godenzo	48039F09			134	1.713.812	4.863.482	
Firenze	San Godenzo	48039F10			108	1.705.205	4.867.003	
Firenze	San Godenzo	48039F11			109	1.709.558	4.867.943	
Firenze	San Godenzo	48039F12			110	1.710.198	4.866.688	
Firenze	San Godenzo	48039F13			134	1.713.006	4.864.842	
Firenze	San Godenzo	48039F14			110	1.710.403	4.867.104	
Firenze	San Godenzo	48039F15			110	1.710.656	4.867.238	
Firenze	San Godenzo	48039F16			110	1.710.799	4.867.319	
Firenze	San Godenzo	48039F17			109	1.709.987	4.868.058	
Firenze	San Godenzo	48039F18			109	1.709.932	4.868.116	
Firenze	San Godenzo	48039F19			109	1.709.926	4.868.170	
Firenze	San Godenzo	48039F20			110	1.713.561	4.867.544	
Firenze	San Godenzo	48039F21			133	1.706.523	4.865.618	
Firenze	San Piero A Sieve	48040F01			82	1.686.698	4.871.168	
Firenze	San Piero A Sieve	48040F02			103	1.683.323	4.866.918	
Firenze	Scandicci	48041F01			331	1.671.294	4.843.381	
Firenze	Scarperia	48042F01	48042-V01	PF3	42	1.688.792	4.874.176	Madonna Del Vivaio
Firenze	Scarperia	48042F02	48042-V01	PF3	61	1.688.706	4.874.061	Madonna Del Vivaio
Firenze	Scarperia	48042F03			61	1.689.273	4.872.368	
Firenze	Scarperia	48042F04			12	1.684.225	4.880.742	
Firenze	Scarperia	48042F05			25	1.689.248	4.877.018	
Firenze	Scarperia	48042F06			61	1.688.608	4.871.938	
Firenze	Scarperia	48042F07			25	1.687.115	4.877.767	
Firenze	Scarperia	48042F08			25	1.689.098	4.876.998	
Firenze	Scarperia	48042F09			25	1.687.834	4.877.665	
Firenze	Scarperia	48042F10			13	1.687.974	4.880.336	
Firenze	Scarperia	48042F11			24	1.684.205	4.877.925	
Firenze	Scarperia	48042F12			25	1.687.151	4.877.712	
Firenze	Scarperia	48042F13			42	1.689.077	4.876.380	
Firenze	Scarperia	48042F14			42	1.689.114	4.876.476	
Firenze	Sesto Fiorentino	48043F01			174	1.677.539	4.859.692	
Firenze	Sesto Fiorentino	48043F02	48043-V01	PF2	202	1.683.468	4.856.593	Montorsoli-Ponte Al Fico
Firenze	Sesto Fiorentino	48043F03			175	1.681.335	4.858.068	
Firenze	Tavarnelle Val di Pesa	48045F01			573	1.675.080	4.824.994	
Firenze	Tavarnelle Val di Pesa	48045F02			574	1.678.568	4.824.338	
Firenze	Tavarnelle Val di Pesa	48045F03			574	1.678.448	4.825.818	
Firenze	Tavarnelle Val di Pesa	48045F04			539	1.678.798	4.827.068	
Firenze	Tavarnelle Val di Pesa	48045F06			573	1.674.811	4.824.164	
Firenze	Tavarnelle Val di Pesa	48045F07			574	1.678.459	4.825.714	
Firenze	Tavarnelle Val di Pesa	48045F08			539	1.681.183	4.827.226	
Firenze	Tavarnelle Val di Pesa	48045F09			539	1.681.643	4.827.647	
Firenze	Tavarnelle Val di Pesa	48045F10			539	1.681.999	4.827.702	
Firenze	Vaglia	48046F01			152	1.687.024	4.861.268	

---

Firenze	Vaglia	48046F02	152	1.686.448	4.862.568
---------	--------	----------	-----	-----------	-----------

---



Firenze	Vicchio	48049F01			63	1.697.878	4.873.188	
Firenze	Vicchio	48049F02			107	1.700.108	4.865.968	
Firenze	Vicchio	48049F03			85	1.700.378	4.869.943	
Firenze	Vicchio	48049F04			63	1.697.155	4.871.828	
Firenze	Vicchio	48049F05			85	1.699.128	4.868.688	
Firenze	Vicchio	48049F06			84	1.696.562	4.870.065	
Firenze	Vicchio	48049F07			86	1.704.218	4.871.168	
Firenze	Vicchio	48049F08			86	1.703.888	4.871.018	
Firenze	Vicchio	48049F09			85	1.698.698	4.869.443	
Firenze	Vicchio	48049F10			106	1.696.977	4.868.071	
Firenze	Vinci	48050F01	48050-V01	PF3	293	1.656.806	4.847.415	Sant'ansano
Firenze	Vinci	48050F02	48050-V01	PF3	293	1.656.872	4.847.576	Sant'ansano
Firenze	Vinci	48050F03			260	1.657.448	4.849.498	
Firenze	Vinci	48050F04			260	1.657.561	4.849.461	
Livorno	Collesalveti	49008F01	49008-V01	PF2	623	1.616.746	4.818.346	Cimitero Di Colognole
Livorno	Collesalveti	49008F02	49008-V02	PF2	623	1.616.560	4.819.256	Loti
Lucca	Capannori	46007F01	46007-V03	PF2	138	1.631.494	4.861.691	San Gennaro
Lucca	Capannori	46007F02	46007-V02	PF2	138	1.631.802	4.860.776	Lappato
Lucca	Capannori	46007F03	46007-V01	PF2	137	1.629.935	4.861.237	Tofori
Lucca	Capannori	46007F04	46007-V04	PF2	113	1.628.011	4.862.977	Valgiano
Lucca	Capannori	46007F05			138	1.631.562	4.862.473	
Lucca	Capannori	46007F06			138	1.631.490	4.862.583	
Lucca	Capannori	46007F07			138	1.631.449	4.862.578	
Lucca	Capannori	46007F08			138	1.631.390	4.862.535	
Lucca	Capannori	46007F09			138	1.631.442	4.862.414	
Lucca	Capannori	46007F10			163	1.632.596	4.858.660	
Lucca	Capannori	46007F11			138	1.631.763	4.862.558	
Lucca	Capannori	46007F12			138	1.631.628	4.862.510	
Lucca	Capannori	46007F13			114	1.631.532	4.862.934	
Lucca	Capannori	46007F14			114	1.631.511	4.863.228	
Lucca	Capannori	46007F15			138	1.631.015	4.862.614	
Lucca	Capannori	46007F16			138	1.631.085	4.862.631	
Lucca	Capannori	46007F17			138	1.631.010	4.862.403	
Lucca	Capannori	46007F18			138	1.631.353	4.862.342	
Lucca	Montecarlo	46021F01			189	1.633.997	4.856.870	
Lucca	Montecarlo	46021F02			190	1.634.205	4.856.874	
Lucca	Villa Basilica	46034F01	46034-V01	PF3	90	1.631.360	4.867.126	Pariana
Lucca	Villa Basilica	46034F02			90	1.631.716	4.867.122	
Lucca	Villa Basilica	46034F03			90	1.631.166	4.867.060	
Lucca	Villa Basilica	46034F04			90	1.631.326	4.866.790	
Lucca	Villa Basilica	46034F05			90	1.631.640	4.866.821	
Lucca	Villa Basilica	46034F06			90	1.631.678	4.866.859	
Lucca	Villa Basilica	46034F07			90	1.631.474	4.866.762	
Lucca	Villa Basilica	46034F08			90	1.631.375	4.867.286	
Lucca	Villa Basilica	46034F09			90	1.630.742	4.866.793	
Lucca	Villa Basilica	46034F10			90	1.630.623	4.867.501	
Lucca	Villa Basilica	46034F11			90	1.631.607	4.866.892	
Lucca	Villa Basilica	46034F12	46034-V01	PF3	90	1.631.260	4.867.250	Pariana
Lucca	Villa Basilica	46034F13			90	1.633.548	4.866.968	
Lucca	Villa Basilica	46034F14			90	1.633.773	4.866.981	
Lucca	Villa Basilica	46034F15	46034-V02	PF2	114	1.632.162	4.864.214	Guzzano
Lucca	Villa Basilica	46034F16	46034-V05	PF2	114	1.631.982	4.865.492	Capomano
Lucca	Villa Basilica	46034F17	46034-V04	PF2	114	1.631.532	4.865.180	Barbagliana
Lucca	Villa Basilica	46034F18	46034-V04	PF2	114	1.631.670	4.865.028	Barbagliana
Lucca	Villa Basilica	46034F19	46034-V03	PF2	114	1.632.252	4.864.588	Guzzano
Lucca	Villa Basilica	46034F20	46034-V04	PF2	114	1.631.595	4.865.106	Barbagliana
Lucca	Villa Basilica	46034F21	46034-V06	PF2	90	1.632.106	4.866.468	S. Marco
Lucca	Villa Basilica	46034F22			114	1.632.362	4.864.478	
Lucca	Villa Basilica	46034F23			114	1.632.296	4.864.449	
Lucca	Villa Basilica	46034F24			114	1.632.379	4.864.569	
Lucca	Villa Basilica	46034F25			90	1.631.850	4.866.990	

---

Lucca	Villa Basilica	46034F26	114	1.632.224	4.864.482
-------	----------------	----------	-----	-----------	-----------

---

Lucca	Villa Basilica	46034F27			90	1.631.650	4.866.622	
Lucca	Villa Basilica	46034F28			90	1.631.699	4.866.656	
Lucca	Villa Basilica	46034F29			90	1.631.871	4.866.882	
Perugia	Citta' della Pieve	54012F01			934	1.743.639	4.762.660	
Pisa	Calci	50003F01			354	1.624.048	4.841.893	
Pisa	Calci	50003F02			319	1.622.907	4.844.031	
Pisa	Calcinaia	50004F01			391	1.632.773	4.837.818	
Pisa	Calcinaia	50004F02	50004-V01	PF2	391	1.632.822	4.837.978	Le Cateratte
Pisa	Calcinaia	50004F03	50004-V01	PF2	391	1.632.898	4.837.946	Le Cateratte
Pisa	Calcinaia	50004F04			391	1.632.827	4.837.877	
Pisa	Capannoli	50005F01	50005-V01	PF3	563	1.634.884	4.825.762	Cimitero
Pisa	Capannoli	50005F02			563	1.634.370	4.825.398	
Pisa	Capannoli	50005F03			563	1.634.294	4.825.217	
Pisa	Capannoli	50005F04			563	1.634.626	4.825.330	
Pisa	Capannoli	50005F05			563	1.634.825	4.825.161	
Pisa	Capannoli	50005F06			563	1.634.767	4.825.410	
Pisa	Capannoli	50005F07			563	1.634.908	4.825.656	
Pisa	Casciana Terme	50007F01			627	1.630.985	4.820.128	
Pisa	Casciana Terme	50007F02			627	1.631.329	4.820.478	
Pisa	Casciana Terme	50007F03			594	1.627.328	4.820.978	
Pisa	Casciana Terme	50007F04			659	1.631.640	4.818.087	
Pisa	Castelfranco Di Sotto	50009F01			358	1.639.484	4.842.824	
Pisa	Castelfranco Di Sotto	50009F02			358	1.639.365	4.842.822	
Pisa	Chianni	50012F01			688	1.631.856	4.813.787	
Pisa	Chianni	50012F02	50012-V02	PF3	714	1.631.540	4.811.386	Villa Rosavita
Pisa	Chianni	50012F03			688	1.631.994	4.814.041	
Pisa	Chianni	50012F04	50012-V02	PF3	714	1.631.589	4.811.338	Villa Rosavita
Pisa	Chianni	50012F05			714	1.631.303	4.811.230	
Pisa	Chianni	50012F06			688	1.631.912	4.813.658	
Pisa	Chianni	50012F07			659	1.633.132	4.816.037	
Pisa	Chianni	50012F08			688	1.633.115	4.812.702	
Pisa	Chianni	50012F09			659	1.632.427	4.817.443	
Pisa	Chianni	50012F10			659	1.630.044	4.815.443	
Pisa	Chianni	50012F11			740	1.631.172	4.807.748	
Pisa	Chianni	50012F12			688	1.632.548	4.813.189	
Pisa	Chianni	50012F13			714	1.631.104	4.809.825	
Pisa	Chianni	50012F14			689	1.634.553	4.812.943	
Pisa	Fauglia	50014F01	50014-V01	PF3	560	1.622.443	4.824.616	Capoluogo
Pisa	Fauglia	50014F02			592	1.620.823	4.822.693	
Pisa	Fauglia	50014F03			560	1.623.368	4.824.718	
Pisa	Lajatico	50016F01	50016-V01	PF3	690	1.639.390	4.814.411	La Fornace
Pisa	Lajatico	50016F02			690	1.639.488	4.814.464	
Pisa	Lajatico	50016F03			690	1.639.573	4.814.471	
Pisa	Lajatico	50016F04			690	1.639.380	4.814.286	
Pisa	Lajatico	50016F05			690	1.639.185	4.814.255	
Pisa	Lajatico	50016F06			689	1.635.627	4.813.335	
Pisa	Lajatico	50016F07			741	1.636.943	4.808.621	
Pisa	Lajatico	50016F08			715	1.636.590	4.811.574	
Pisa	Lajatico	50016F09			716	1.639.191	4.810.914	
Pisa	Lari	50017F01	50017-V01	PF3	561	1.629.215	4.824.783	Lari
Pisa	Lari	50017F02	50017-V03	PF3	561	1.628.659	4.825.154	Lari
Pisa	Lari	50017F03	50017-V02	PF3	594	1.628.842	4.821.908	Casciana Alta
Pisa	Lari	50017F04	50017-V02	PF3	594	1.629.360	4.822.098	Casciana Alta
Pisa	Lari	50017F05	50017-V02	PF3	594	1.629.117	4.822.048	Casciana Alta
Pisa	Lari	50017F06	50017-V04	PF3	594	1.629.324	4.821.880	Casciana Alta

Pisa	Lari	50017F07	50017-V02	PF3	594	1.629.156	4.822.033	Casciana Alta
Pisa	Lari	50017F08	50017-V04	PF3	594	1.629.405	4.821.607	Casciana Alta
Pisa	Lari	50017F09	50017-V04	PF3	594	1.629.314	4.821.703	Casciana Alta
Pisa	Lari	50017F10	50017-V04	PF3	594	1.629.249	4.821.830	Casciana Alta
Pisa	Lari	50017F11			594	1.629.519	4.822.062	
Pisa	Lari	50017F12			594	1.629.459	4.822.219	
Pisa	Lari	50017F13			594	1.629.461	4.822.319	
Pisa	Lari	50017F14			594	1.629.375	4.822.379	
Pisa	Lari	50017F15			594	1.629.484	4.822.520	
Pisa	Lari	50017F16			594	1.629.388	4.822.506	
Pisa	Lari	50017F17			594	1.629.152	4.822.746	
Pisa	Lari	50017F18	50017-V01	PF3	561	1.629.198	4.824.653	Lari
Pisa	Lari	50017F19	50017-V03	PF3	561	1.628.765	4.824.888	Lari
Pisa	Lari	50017F20	50017-V03	PF3	561	1.628.644	4.824.999	Lari
Pisa	Lari	50017F21			561	1.628.795	4.824.785	
Pisa	Lari	50017F22			594	1.628.905	4.821.821	
Pisa	Lari	50017F23	50017-V02	PF3	594	1.629.198	4.822.138	Casciana Alta
Pisa	Lari	50017F24			561	1.629.698	4.823.718	
Pisa	Lari	50017F25			561	1.629.808	4.825.105	
Pisa	Lorenzana	50018F01			593	1.623.973	4.821.618	
Pisa	Montecatini Val di Cecina	50019F01	50019-V01	PF3	742	1.641.770	4.807.258	Botro Della Macina
Pisa	Montecatini Val di Cecina	50019F02	50019-V01	PF3	742	1.641.915	4.807.230	Botro Della Macina
Pisa	Montecatini Val di Cecina	50019F03	50019-V01	PF3	743	1.642.031	4.807.350	Botro Della Macina
Pisa	Montecatini Val di Cecina	50019F04	50019-V01	PF3	742	1.641.633	4.807.450	Botro Della Macina
Pisa	Montecatini Val di Cecina	50019F05	50019-V01	PF3	743	1.642.044	4.806.978	Botro Della Macina
Pisa	Montecatini Val di Cecina	50019F06			742	1.640.268	4.807.859	
Pisa	Montecatini Val di Cecina	50019F07			769	1.641.201	4.806.760	
Pisa	Montecatini Val di Cecina	50019F08			742	1.639.247	4.807.740	
Pisa	Montopoli In Val d'Arno	50022F01			427	1.641.927	4.836.477	
Pisa	Montopoli In Val d'Arno	50022F02			427	1.641.946	4.836.175	
Pisa	Montopoli In Val d'Arno	50022F03			461	1.640.198	4.834.491	
Pisa	Palaia	50024F01	50024-V01	PF4	496	1.642.999	4.829.563	Centro Storico
Pisa	Palaia	50024F02	50024-V01	PF4	496	1.643.224	4.829.489	Centro Storico
Pisa	Palaia	50024F03	50024-V02	PF3	530	1.644.743	4.828.674	Monzone
Pisa	Palaia	50024F04	50024-V03	PF3	530	1.645.737	4.829.226	Monzone
Pisa	Palaia	50024F05	50024-V04	PF3	531	1.646.849	4.828.734	Lo Stento
Pisa	Palaia	50024F06	50024-V05	PF3	531	1.646.944	4.827.804	Toiano Vecchio
Pisa	Palaia	50024F07	50024-V05	PF3	531	1.646.743	4.827.676	Toiano Vecchio
Pisa	Palaia	50024F08	50024-V05	PF3	531	1.646.395	4.827.702	Toiano Vecchio
Pisa	Palaia	50024F09	50024-V05	PF3	531	1.646.232	4.827.740	Toiano Vecchio
Pisa	Palaia	50024F10			496	1.642.534	4.829.728	
Pisa	Palaia	50024F11			496	1.642.680	4.829.630	
Pisa	Palaia	50024F12			496	1.642.726	4.829.489	
Pisa	Palaia	50024F13	50024-V01	PF4	496	1.642.926	4.829.478	Centro Storico
Pisa	Palaia	50024F14	50024-V01	PF4	496	1.643.066	4.829.512	Centro Storico
Pisa	Palaia	50024F15			530	1.644.502	4.828.723	
Pisa	Palaia	50024F16			530	1.644.650	4.828.809	
Pisa	Palaia	50024F17			530	1.644.726	4.828.887	
Pisa	Palaia	50024F18			530	1.644.979	4.828.668	
Pisa	Palaia	50024F19			530	1.645.048	4.828.828	
Pisa	Palaia	50024F20			530	1.645.163	4.828.884	
Pisa	Palaia	50024F21			530	1.645.464	4.828.976	
Pisa	Palaia	50024F22			530	1.645.568	4.829.198	

Pisa	Palaia	50024F23	50024-V05	PF3	531	1.646.540	4.827.704	Toiano Vecchio
Pisa	Palaia	50024F24	50024-V05	PF3	531	1.646.428	4.827.678	Toiano Vecchio

Pisa	Palaia	50024F25			531	1.646.986	4.828.670	
Pisa	Palaia	50024F26			496	1.642.898	4.829.568	
Pisa	Palaia	50024F27			495	1.638.198	4.829.318	
Pisa	Palaia	50024F28			495	1.641.323	4.831.108	
Pisa	Palaia	50024F29			461	1.638.112	4.832.510	
Pisa	Palaia	50024F30			530	1.643.898	4.828.518	
Pisa	Palaia	50024F31			564	1.641.280	4.825.470	
Pisa	Palaia	50024F32			495	1.639.716	4.830.922	
Pisa	Palaia	50024F33			531	1.646.148	4.829.148	
Pisa	Palaia	50024F34			496	1.642.348	4.829.768	
Pisa	Palaia	50024F35			529	1.640.650	4.826.609	
Pisa	Peccioli	50025F01	50025-V01	PF3	629	1.640.304	4.820.446	Montecchio
Pisa	Peccioli	50025F02	50025-V02	PF3	597	1.639.182	4.821.146	Strada di Montecchio
Pisa	Peccioli	50025F03	50025-V03	PF3	566	1.646.956	4.825.684	Le Lenze
Pisa	Peccioli	50025F04	50025-V04	PF3	629	1.641.926	4.818.482	Fabbrica
Pisa	Peccioli	50025F05	50025-V04	PF3	630	1.642.139	4.818.580	Fabbrica
Pisa	Peccioli	50025F06			566	1.646.827	4.825.600	
Pisa	Peccioli	50025F07	50025-V01	PF3	629	1.640.379	4.820.382	Montecchio
Pisa	Peccioli	50025F08	50025-V01	PF3	629	1.640.396	4.820.340	Montecchio
Pisa	Peccioli	50025F09			566	1.647.078	4.825.424	
Pisa	Peccioli	50025F10			566	1.647.122	4.825.596	
Pisa	Peccioli	50025F11			566	1.647.348	4.825.712	
Pisa	Peccioli	50025F12			566	1.647.560	4.825.707	
Pisa	Peccioli	50025F13	50025-V04	PF3	630	1.642.061	4.818.450	Fabbrica
Pisa	Peccioli	50025F14			630	1.642.256	4.818.694	
Pisa	Peccioli	50025F15	50025-V04	PF3	630	1.642.366	4.818.676	Fabbrica
Pisa	Peccioli	50025F16			598	1.644.768	4.822.318	
Pisa	Peccioli	50025F17			565	1.644.542	4.825.733	
Pisa	Peccioli	50025F18			630	1.642.758	4.818.798	
Pisa	Pontedera	50029F01	50029-V01	PF3	460	1.636.756	4.832.666	Monte Castello
Pisa	Pontedera	50029F02			460	1.636.635	4.832.786	
Pisa	Pontedera	50029F03	50029-V01	PF3	460	1.636.788	4.832.634	Monte Castello
Pisa	Pontedera	50029F04			494	1.635.653	4.831.593	
Pisa	Riparbella	50030F01			740	1.632.764	4.808.250	
Pisa	Riparbella	50030F02			740	1.632.078	4.808.757	
Pisa	San Miniato	50032F01	50032-V01	PF3	395	1.649.245	4.838.005	Testata Valle del Cencione
Pisa	San Miniato	50032F02	50032-V01	PF3	395	1.649.362	4.838.171	Testata Valle del Cencione
Pisa	San Miniato	50032F03	50032-V01	PF3	395	1.648.926	4.838.066	Testata Valle del Cencione
Pisa	San Miniato	50032F04	50032-V01	PF3	395	1.649.113	4.837.936	Testata Valle del Cencione
Pisa	San Miniato	50032F05	50032-V01	PF3	395	1.649.402	4.837.944	Testata Valle del Cencione
Pisa	San Miniato	50032F06	50032-V01	PF3	429	1.648.698	4.837.648	Testata Valle del Cencione
Pisa	San Miniato	50032F07	50032-V01	PF3	429	1.648.462	4.837.590	Testata Valle del Cencione
Pisa	San Miniato	50032F08			395	1.649.664	4.838.038	
Pisa	San Miniato	50032F09			395	1.649.482	4.838.304	
Pisa	San Miniato	50032F10	50032-V01	PF3	395	1.648.927	4.837.927	Testata Valle del Cencione
Pisa	San Miniato	50032F11			395	1.648.586	4.838.358	
Pisa	San Miniato	50032F12			395	1.649.448	4.838.448	
Pisa	San Miniato	50032F13			395	1.649.774	4.838.014	
Pisa	San Miniato	50032F14			395	1.648.972	4.837.744	
Pisa	San Miniato	50032F15			463	1.646.068	4.833.068	
Pisa	San Miniato	50032F16	50032-V01	PF3	429	1.648.548	4.837.518	Testata Valle del Cencione
Pisa	San Miniato	50032F17			395	1.649.908	4.838.268	
Pisa	San Miniato	50032F18			430	1.650.498	4.837.448	

Pisa	San Miniato	50032F19			429	1.646.989	4.836.314	
Pisa	Santa Maria a Monte	50035F01			392	1.636.610	4.839.828	
Pisa	Santa Maria a Monte	50035F02			392	1.636.278	4.839.899	
Pisa	Santa Maria a Monte	50035F03			391	1.633.567	4.838.396	
Pisa	Santa Maria a Monte	50035F04			391	1.633.574	4.838.420	
Pisa	Terricciola	50036F01	50036-V01	PF3	628	1.635.699	4.820.425	Capoluogo
Pisa	Terricciola	50036F02	50036-V02	PF3	596	1.634.362	4.821.388	Morrone
Pisa	Terricciola	50036F03	50036-V02	PF3	596	1.634.380	4.821.320	Morrone
Pisa	Terricciola	50036F04	50036-V01	PF3	628	1.635.817	4.820.465	Capoluogo
Pisa	Terricciola	50036F05	50036-V02	PF3	596	1.634.303	4.821.492	Morrone
Pisa	Terricciola	50036F06			596	1.634.185	4.821.083	
Pisa	Terricciola	50036F07			596	1.634.346	4.821.085	
Pisa	Terricciola	50036F08	50036-V02	PF3	596	1.634.610	4.821.207	Morrone
Pisa	Terricciola	50036F09	50036-V02	PF3	596	1.634.519	4.821.256	Morrone
Pisa	Terricciola	50036F10	50036-V02	PF3	596	1.634.454	4.821.161	Morrone
Pisa	Terricciola	50036F11			628	1.635.531	4.820.379	
Pisa	Terricciola	50036F12	50036-V01	PF3	628	1.635.651	4.820.498	Capoluogo
Pisa	Terricciola	50036F13			628	1.635.532	4.820.578	
Pisa	Terricciola	50036F14			628	1.635.210	4.820.593	
Pisa	Volterra	50039F06	50039-V04	PF3	744	1.649.861	4.808.322	Le Balze
Pisa	Volterra	50039F19			771	1.653.257	4.806.516	
Pisa	Volterra	50039F20			771	1.653.445	4.806.469	
Pisa	Volterra	50039F21			744	1.649.199	4.808.881	
Pisa	Volterra	50039F22			744	1.649.356	4.808.904	
Pisa	Volterra	50039F23			744	1.649.498	4.808.833	
Pisa	Volterra	50039F24			744	1.649.545	4.808.761	
Pisa	Volterra	50039F25	50039-V04	PF3	744	1.649.687	4.808.719	Le Balze
Pisa	Volterra	50039F26	50039-V04	PF3	744	1.649.423	4.808.422	Le Balze
Pisa	Volterra	50039F27	50039-V04	PF3	744	1.649.506	4.808.416	Le Balze
Pisa	Volterra	50039F28	50039-V04	PF3	744	1.649.470	4.808.385	Le Balze
Pisa	Volterra	50039F29	50039-V04	PF3	744	1.649.639	4.808.236	Le Balze
Pisa	Volterra	50039F30	50039-V04	PF3	744	1.649.714	4.808.100	Le Balze
Pisa	Volterra	50039F31	50039-V04	PF3	744	1.649.686	4.808.026	Le Balze
Pisa	Volterra	50039F32	50039-V04	PF3	744	1.649.618	4.808.082	Le Balze
Pisa	Volterra	50039F33			744	1.649.196	4.808.516	
Pisa	Volterra	50039F34			771	1.653.948	4.806.518	
Pisa	Volterra	50039F35			771	1.653.526	4.806.650	
Pisa	Volterra	50039F36			746	1.655.817	4.808.128	
Pisa	Volterra	50039F37	50039-V04	PF3	744	1.649.868	4.808.378	Le Balze
Pisa	Volterra	50039F38			744	1.649.119	4.807.550	
Pisa	Volterra	50039F39			745	1.650.884	4.807.112	
Pisa	Volterra	50039F40			745	1.651.142	4.807.190	
Pistoia	Buggiano	47003F01			140	1.639.380	4.862.390	
Pistoia	Buggiano	47003F02			140	1.639.611	4.861.513	
Pistoia	Buggiano	47003F03			140	1.639.653	4.861.362	
Pistoia	Marliana	47007F01	47007-V01	PF3	71	1.645.718	4.870.462	Momigno
Pistoia	Marliana	47007F02			71	1.645.356	4.870.473	
Pistoia	Marliana	47007F03			71	1.645.464	4.870.114	
Pistoia	Massa e Cozzile	47008F01			116	1.639.768	4.863.998	
Pistoia	Massa e Cozzile	47008F02			116	1.639.755	4.863.447	
Pistoia	Massa e Cozzile	47008F03			116	1.639.627	4.863.427	
Pistoia	Massa e Cozzile	47008F04			116	1.639.378	4.863.203	
Pistoia	Massa e Cozzile	47008F05			116	1.639.912	4.863.901	
Pistoia	Massa e Cozzile	47008F06			116	1.640.626	4.863.776	

Pistoia	Monsummano Terme	47009F01	47009-V01	PF3	167	1.648.221	4.857.775	Montevettolini
Pistoia	Monsummano Terme	47009F02	47009-V03	PF2	167	1.648.377	4.857.642	Montevettolini
Pistoia	Monsummano Terme	47009F03			167	1.646.318	4.859.968	
Pistoia	Monsummano Terme	47009F04			142	1.646.398	4.860.418	
Pistoia	Monsummano Terme	47009F05			167	1.648.788	4.858.068	
Pistoia	Monsummano Terme	47009F06			167	1.647.998	4.860.018	
Pistoia	Monsummano Terme	47009F07	47009-V02	PF2	167	1.648.455	4.857.848	Montevettolini
Pistoia	Montale	47010F01	47010-V01	PF3	76	1.662.978	4.868.577	Fognano
Pistoia	Montale	47010F02	47010-V01	PF3	76	1.662.999	4.868.641	Fognano
Pistoia	Montale	47010F03			97	1.661.568	4.867.058	
Pistoia	Montale	47010F04			76	1.663.508	4.869.738	
Pistoia	Montale	47010F05			76	1.664.234	4.869.576	
Pistoia	Montecatini-Terme	47011F01	47011-V01	PF3	141	1.643.740	4.862.036	Montecatini Alto
Pistoia	Montecatini-Terme	47011F02			141	1.643.323	4.862.698	
Pistoia	Montecatini-Terme	47011F03			141	1.642.147	4.862.574	
Pistoia	Pescia	47012F01	47012-V01	PF3	91	1.636.514	4.866.068	Pietrabuona
Pistoia	Pescia	47012F02	47012-V02	PF3	91	1.635.666	4.866.306	Pietrabuona
Pistoia	Pescia	47012F03			115	1.635.617	4.865.294	
Pistoia	Pescia	47012F04	47012-V04	PF3	138	1.633.096	4.862.362	Collodi
Pistoia	Pescia	47012F05	47012-V04	PF3	138	1.633.234	4.862.336	Collodi
Pistoia	Pescia	47012F06	47012-V05	PF4	91	1.637.841	4.868.211	Vellano
Pistoia	Pescia	47012F07	47012-V06	PF3	69	1.636.204	4.870.830	Pieve Castelvecchio
Pistoia	Pescia	47012F08	47012-V07	PF3	69	1.635.510	4.869.958	S.Quirico
Pistoia	Pescia	47012F09	47012-V05	PF4	91	1.637.890	4.868.124	Vellano
Pistoia	Pescia	47012F10	47012-V05	PF4	92	1.638.093	4.868.260	Vellano
Pistoia	Pescia	47012F11			69	1.636.086	4.870.672	
Pistoia	Pescia	47012F12	47012-V07	PF3	69	1.635.572	4.869.998	S.Quirico
Pistoia	Pescia	47012F13			69	1.635.725	4.869.810	
Pistoia	Pescia	47012F14			69	1.635.507	4.869.650	
Pistoia	Pescia	47012F15			69	1.635.962	4.869.428	
Pistoia	Pescia	47012F16			91	1.636.776	4.866.093	
Pistoia	Pescia	47012F17			91	1.637.044	4.866.166	
Pistoia	Pescia	47012F18	47012-V02	PF3	91	1.635.662	4.866.167	Pietrabuona
Pistoia	Pescia	47012F19	47012-V02	PF3	91	1.635.698	4.866.206	Pietrabuona
Pistoia	Pescia	47012F20	47012-V02	PF3	91	1.635.760	4.866.076	Pietrabuona
Pistoia	Pescia	47012F21			115	1.635.434	4.865.243	
Pistoia	Pescia	47012F22			115	1.635.578	4.865.484	
Pistoia	Pescia	47012F23	47012-V04	PF3	138	1.633.209	4.862.123	Collodi
Pistoia	Pescia	47012F24	47012-V04	PF3	138	1.633.310	4.862.312	Collodi
Pistoia	Pescia	47012F25			138	1.633.388	4.862.209	
Pistoia	Pescia	47012F26			69	1.635.701	4.870.101	
Pistoia	Pescia	47012F27			69	1.635.227	4.869.794	
Pistoia	Pescia	47012F28			91	1.636.771	4.866.024	
Pistoia	Pescia	47012F29			91	1.634.659	4.867.540	
Pistoia	Pescia	47012F30			91	1.635.498	4.865.993	
Pistoia	Pescia	47012F31			115	1.634.223	4.864.043	
Pistoia	Pescia	47012F32			115	1.635.123	4.863.143	
Pistoia	Pescia	47012F33			91	1.637.603	4.867.143	
Pistoia	Pescia	47012F34	47012-V05	PF4	92	1.638.018	4.868.160	Vellano
Pistoia	Pescia	47012F35	47012-V05	PF4	91	1.638.000	4.868.200	Vellano
Pistoia	Pescia	47012F36	47012-V05	PF4	91	1.637.983	4.868.188	Vellano
Pistoia	Pescia	47012F37			115	1.635.448	4.863.567	



Pistoia	Pescia	47012F38			115	1.635.447	4.863.652	
Pistoia	Pescia	47012F39			115	1.635.431	4.863.574	
Pistoia	Pescia	47012F40			115	1.635.423	4.863.672	
Pistoia	Pescia	47012F41			138	1.632.838	4.862.388	
Pistoia	Pescia	47012F42			139	1.636.188	4.862.754	
Pistoia	Pescia	47012F43	47012-V05	PF4	92	1.638.003	4.868.235	Vellano
Pistoia	Pescia	47012F44			92	1.638.116	4.867.926	
Pistoia	Pescia	47012F45			92	1.638.104	4.867.918	
Pistoia	Pescia	47012F46			92	1.638.121	4.868.170	
Pistoia	Pescia	47012F47			139	1.634.922	4.862.565	
Pistoia	Pescia	47012F48			139	1.634.989	4.862.408	
Pistoia	Pescia	47012F49			139	1.634.874	4.862.460	
Pistoia	Pescia	47012F50			139	1.634.866	4.862.601	
Pistoia	Pieve a Nievole	47013F01			166	1.644.249	4.860.050	
Pistoia	Pistoia	47014F01	47014-V01	PF3	51	1.648.884	4.873.134	Cireglio Ovest
Pistoia	Pistoia	47014F02	47014-V01	PF3	51	1.648.562	4.873.084	Cireglio Ovest
Pistoia	Pistoia	47014F03	47014-V02	PF3	51	1.647.663	4.873.462	Cireglio (La Civilina)
Pistoia	Pistoia	47014F04			51	1.647.948	4.872.478	
Pistoia	Pistoia	47014F05			52	1.650.728	4.873.558	
Pistoia	Pistoia	47014F06			52	1.650.548	4.873.868	
Pistoia	Pistoia	47014F07			33	1.652.698	4.874.568	
Pistoia	Pistoia	47014F08			72	1.649.998	4.870.993	
Pistoia	Pistoia	47014F09			17	1.653.318	4.877.168	
Pistoia	Pistoia	47014F10	47014-V02	PF3	51	1.647.616	4.873.565	Cireglio (La Civilina)
Pistoia	Pistoia	47014F11			51	1.648.748	4.872.818	
Pistoia	Pistoia	47014F12			33	1.652.898	4.874.568	
Pistoia	Piteglio	47015F01			49	1.639.723	4.872.568	
Pistoia	Piteglio	47015F02			49	1.640.603	4.873.168	
Pistoia	Piteglio	47015F03			49	1.640.173	4.872.643	
Pistoia	Piteglio	47015F04			49	1.639.773	4.872.543	
Pistoia	Ponte Buggianese	47016F01			191	1.641.323	4.855.188	
Pistoia	Quarrata	47017F01			169	1.656.837	4.859.434	
Pistoia	Quarrata	47017F02	47017-V01	PF4	195	1.657.859	4.856.097	Via Asiago
Pistoia	Serravalle Pistoiese	47020F01	47020-V01	PF3	118	1.647.041	4.863.008	Poggiolo
Pistoia	Serravalle Pistoiese	47020F02	47020-V01	PF3	118	1.647.153	4.863.018	Poggiolo
Pistoia	Uzzano	47021F01			139	1.636.798	4.861.968	
Pistoia	Uzzano	47021F02			139	1.637.398	4.861.518	
Pistoia	Uzzano	47021F03			139	1.636.748	4.861.568	
Pistoia	Uzzano	47021F04			139	1.637.098	4.861.318	
Pistoia	Uzzano	47021F05			139	1.636.511	4.861.953	
Pistoia	Uzzano	47021F06			139	1.636.565	4.862.141	
Prato	Cantagallo	100001F01			57	1.672.629	4.871.703	
Prato	Cantagallo	100001F02			57	1.673.937	4.872.908	
Prato	Cantagallo	100001F03			57	1.670.921	4.873.737	
Prato	Cantagallo	100001F04			57	1.670.418	4.871.748	
Prato	Cantagallo	100001F05			38	1.671.239	4.876.048	
Prato	Cantagallo	100001F06			37	1.669.542	4.876.730	
Prato	Cantagallo	100001F07			36	1.665.597	4.876.730	
Prato	Cantagallo	100001F08			38	1.670.592	4.874.952	
Prato	Cantagallo	100001F09			20	1.669.885	4.877.266	
Prato	Cantagallo	100001F10	100001-V04	PF2	56	1.669.129	4.872.380	Migliana-L'iaia
Prato	Cantagallo	100001F11	100001-V02	PF2	38	1.670.094	4.876.822	Lago Verde - Ponte di Bisenzio
Prato	Cantagallo	100001F12	100001-V01	PF2	20	1.669.417	4.877.211	Lago Verde - Ponte di Bisenzio
Prato	Cantagallo	100001F13	100001-V03	PF2	37	1.666.847	4.876.366	Cantagallo
Prato	Cantagallo	100001F14			20	1.667.689	4.877.212	

---

Prato	Carmignano	10002F01	228	1.660.973	4.853.568
-------	------------	----------	-----	-----------	-----------

---

Prato	Carmignano	100002F02			228	1.659.823	4.852.693	
Prato	Carmignano	100002F03			228	1.659.998	4.852.118	
Prato	Carmignano	100002F04			228	1.660.448	4.853.318	
Prato	Carmignano	100002F05			228	1.660.206	4.851.971	
Prato	Carmignano	100002F06			229	1.662.649	4.853.919	
Prato	Montemurlo	100003F01			77	1.667.198	4.868.568	
Prato	Montemurlo	100003F02			98	1.664.548	4.867.298	
Prato	Prato	100005405	100005-V03	PF2	99	1.668.248	4.867.143	Via di Cerreto e Solano
Prato	Prato	100005F01			99	1.667.248	4.867.218	
Prato	Prato	100005F02			99	1.669.501	4.867.195	
Prato	Prato	100005F03	100005-V01	PF4	99	1.668.142	4.866.412	Strada Comunale Figline Schipano
Prato	Prato	100005F04	100005-V04	PF2	99	1.668.185	4.866.631	Fornaci-Via di Schignano
Prato	Prato	100005F06	100005-V03	PF2	99	1.668.296	4.867.081	Via di Cerreto e Solano
Prato	Prato	100005F07	100005-V03	PF2	99	1.668.324	4.867.190	Via di Cerreto e Solano
Prato	Prato	100005F08	100005-V03	PF2	99	1.668.472	4.867.058	Via di Cerreto e Solano
Prato	Prato	100005F09	100005-V02	PF2	99	1.668.058	4.866.639	Via di Cerreto e Solano
Prato	Prato	100005F10	100005-V05	PF2	147	1.669.446	4.862.477	Via del Palco-Villa San Leonar
Prato	Vaiano	100006F01	100006-V04	PF3	124	1.670.961	4.865.286	Gamberame
Prato	Vaiano	100006F02			100	1.671.036	4.866.013	
Prato	Vaiano	100006F03			78	1.671.021	4.871.239	
Prato	Vaiano	100006F04			100	1.671.249	4.866.579	
Prato	Vaiano	100006F05	100006-V01	PF4	100	1.670.680	4.867.152	Popigliano
Prato	Vaiano	100006F06	100006-V03	PF2	100	1.670.532	4.867.404	La Briglia-Popigliano
Prato	Vaiano	100006F07	100006-V02	PF2	100	1.670.260	4.867.302	La Briglia-Popigliano
Prato	Vaiano	100006F08	100006-V03	PF2	100	1.670.707	4.867.366	La Briglia-Popigliano
Prato	Vernio	100007F01	100007-V01	PF4	21	1.670.794	4.878.830	Fondagnana Ovest
Prato	Vernio	100007F02	100007-V02	PF3	9	1.672.896	4.880.954	Gorandaccio
Prato	Vernio	100007F03	100007-V02	PF3	9	1.672.923	4.880.902	Gorandaccio
Prato	Vernio	100007F04	100007-V03	PF3	21	1.672.044	4.877.199	La Casa
Prato	Vernio	100007F05	100007-V01	PF4	21	1.670.779	4.878.996	Fondagnana Ovest
Prato	Vernio	100007F06	100007-V02	PF3	9	1.672.977	4.880.974	Gorandaccio
Prato	Vernio	100007F07	100007-V01	PF4	21	1.670.743	4.879.175	Fondagnana Ovest
Prato	Vernio	100007F08			21	1.671.502	4.878.128	
Prato	Vernio	100007F09	100007-V02	PF3	9	1.672.848	4.880.908	Gorandaccio
Prato	Vernio	100007F10			9	1.672.104	4.882.190	
Prato	Vernio	100007F11			2	1.672.138	4.883.096	
Prato	Vernio	100007F12			2	1.672.138	4.883.096	
Prato	Vernio	100007F13			2	1.673.050	4.882.661	
Prato	Vernio	100007F14			9	1.672.573	4.880.108	
Prato	Vernio	100007F15			9	1.671.979	4.880.540	
Prato	Vernio	100007F16			21	1.672.978	4.877.443	
Prato	Vernio	100007F17	100007-V08	PF2	21	1.671.358	4.879.104	Fondagnana-Ponte di Carigiola
Prato	Vernio	100007F18	100007-	PF2	9	1.671.051	4.881.379	Luciana-Rio



Prato	Vernio	100007F19	100007-V06	PF2	21	1.673.098	4.878.508	Costozze-Case Giusti
Prato	Vernio	100007F20	100007-V04	PF2	21	1.671.022	4.877.776	Poggio di Croce-Toponi
Prato	Vernio	100007F21	100007-V04	PF2	21	1.670.967	4.877.720	Poggio di Croce-Toponi
Prato	Vernio	100007F22	100007-V05	PF2	21	1.670.434	4.877.131	Poggio di Croce-Toponi
Prato	Vernio	100007F23	100007-V09	PF2	9	1.672.428	4.879.962	La Lama-La Rocca
Siena	Casole d'Elsa	52004F01			792	1.664.727	4.801.898	
Siena	Casole d'Elsa	52004F02			811	1.667.189	4.799.579	
Siena	Casole d'Elsa	52004F03			811	1.667.688	4.799.325	
Siena	Castellina in Chianti	52005F01			700	1.680.310	4.812.795	
Siena	Chianciano Terme	52009F01	52009-V01	PF3	911	1.729.142	4.770.720	Castagnolo - Le Case
Siena	Chianciano Terme	52009F02	52009-V02	PF3	920	1.729.406	4.769.694	Chianciano Bagni
Siena	Chianciano Terme	52009F03	52009-V02	PF3	920	1.729.698	4.770.174	Chianciano Bagni
Siena	Chianciano Terme	52009F04	52009-V02	PF3	921	1.730.340	4.770.396	Chianciano Bagni
Siena	Chianciano Terme	52009F05			921	1.731.248	4.768.818	
Siena	Chianciano Terme	52009F06			920	1.729.712	4.768.927	
Siena	Chianciano Terme	52009F07			921	1.730.288	4.769.012	
Siena	Chianciano Terme	52009F08			912	1.730.835	4.770.822	
Siena	Chianciano Terme	52009F09			920	1.729.203	4.769.189	
Siena	Chianciano Terme	52009F10			913	1.734.034	4.770.536	
Siena	Chiusi	52011F01	52011-V01	PF3	922	1.735.024	4.768.415	Chiesa Di Macciano
Siena	Chiusi	52011F02			929	1.739.273	4.765.318	
Siena	Colle Val d'Elsa	52012F01	52012-V01	PF3	724	1.671.912	4.810.053	Colle di Val D'elsa
Siena	Colle Val d'Elsa	52012F02	52012-V02	PF3	724	1.672.440	4.810.364	Colle di Val D'elsa
Siena	Colle Val d'Elsa	52012F03	52012-V03	PF3	724	1.672.500	4.810.528	Colle di Val D'elsa
Siena	Colle Val d'Elsa	52012F04			750	1.672.798	4.809.268	
Siena	Colle Val d'Elsa	52012F05			750	1.672.998	4.808.518	
Siena	Colle Val d'Elsa	52012F06			750	1.672.948	4.809.018	
Siena	Colle Val d'Elsa	52012F07			750	1.672.798	4.809.168	
Siena	Colle Val d'Elsa	52012F08			724	1.672.698	4.809.818	
Siena	Colle Val d'Elsa	52012F09	52012-V07	PF2	724	1.672.548	4.809.768	Colle Val D'elsa
Siena	Colle Val d'Elsa	52012F10			750	1.672.778	4.809.368	
Siena	Colle Val d'Elsa	52012F11			750	1.672.765	4.809.463	
Siena	Colle Val d'Elsa	52012F12	52012-V07	PF2	750	1.672.750	4.809.683	Colle Val D'elsa
Siena	Colle Val d'Elsa	52012F13			750	1.673.098	4.809.068	

Siena	Colle Val d'Elsa	52012F14	52012-V04	PF2	724	1.672.406	4.810.567	Colle Val D'elsa
Siena	Colle Val d'Elsa	52012F15	52012-V06	PF2	724	1.671.310	4.809.875	Colle Val D'elsa
Siena	Colle Val d'Elsa	52012F16	52012-V07	PF2	750	1.672.608	4.809.643	Colle Val D'elsa
Siena	Colle Val d'Elsa	52012F17	52012-V07	PF2	750	1.672.676	4.809.550	Colle Di Val D'elsa
Siena	Colle Val d'Elsa	52012F18	52012-V07	PF2	750	1.672.750	4.809.577	Colle Di Val D'elsa
Siena	Colle Val d'Elsa	52012F19	52012-V05	PF2	724	1.671.598	4.810.044	Colle Di Val D'elsa
Siena	Montepulciano	52015F01	52015-V01	PF4	903	1.726.424	4.775.202	Centro Storico
Siena	Montepulciano	52015F02	52015-V04	PF3	903	1.726.645	4.775.920	Centro Storico
Siena	Montepulciano	52015F03	52015-V03	PF3	903	1.726.170	4.774.505	Centro Storico
Siena	Montepulciano	52015F04	52015-V02	PF3	911	1.726.474	4.773.143	Montepulciano
Siena	Montepulciano	52015F05			902	1.725.946	4.774.982	
Siena	Montepulciano	52015F06			903	1.727.698	4.775.458	
Siena	Montepulciano	52015F07			897	1.726.538	4.777.748	
Siena	Montepulciano	52015F08			897	1.726.168	4.776.668	
Siena	Montepulciano	52015F09			911	1.726.967	4.773.027	
Siena	Montepulciano	52015F10	52015-V01	PF4	903	1.726.146	4.775.588	Centro Storico
Siena	Poggibonsi	52022F01			724	1.673.188	4.811.598	
Siena	Poggibonsi	52022F02	52022-V01	PF4	669	1.673.931	4.816.070	Casalino Nuovo
Siena	Poggibonsi	52022F03	52022-V01	PF4	670	1.674.243	4.815.956	Casalino Nuovo
Siena	Poggibonsi	52022F04	52022-V01	PF4	669	1.673.914	4.816.118	Casalino Nuovo
Siena	Poggibonsi	52022F05	52022-V01	PF4	669	1.673.910	4.816.064	Casalino Nuovo
Siena	Poggibonsi	52022F06	52022-V01	PF4	669	1.673.909	4.815.970	Casalino Nuovo
Siena	Poggibonsi	52022F07	52022-V01	PF4	669	1.673.842	4.816.052	Casalino Nuovo
Siena	Poggibonsi	52022F08	52022-V01	PF4	669	1.673.983	4.816.032	Casalino Nuovo
Siena	Poggibonsi	52022F09			725	1.676.795	4.810.474	
Siena	Poggibonsi	52022F10			725	1.676.682	4.810.403	
Siena	Radda in Chianti	52023F01			673	1.689.990	4.817.124	
Siena	Radda in Chianti	52023F02			642	1.692.220	4.818.192	
Siena	Radda in Chianti	52023F03	52023-V01	PF4	674	1.692.148	4.817.824	Le Bonatte - Bonagino
Siena	San Gimignano	52028F01	52028-V01	PF3	696	1.665.380	4.814.664	San Gimignano
Siena	San Gimignano	52028F02	52028-V01	PF3	696	1.665.584	4.814.852	San Gimignano
Siena	San Gimignano	52028F03			696	1.665.289	4.815.100	
Siena	San Gimignano	52028F04			748	1.664.288	4.809.138	
Siena	San Gimignano	52028F05			696	1.665.548	4.814.818	
Siena	San Gimignano	52028F06			747	1.660.829	4.809.012	
Siena	San Gimignano	52028F07			748	1.664.961	4.809.181	
Siena	San Gimignano	52028F08			635	1.663.777	4.819.562	
Siena	San Gimignano	52028F09			696	1.665.320	4.815.154	
Siena	San Gimignano	52028F10			696	1.665.644	4.815.252	
Siena	San Gimignano	52028F11	52028-V01	PF3	696	1.665.464	4.814.626	San Gimignano
Siena	San Gimignano	52028F12			667	1.662.510	4.817.308	
Siena	San Gimignano	52028F13			667	1.663.394	4.816.054	
Siena	San Gimignano	52028F14			696	1.663.867	4.814.670	
Siena	San Gimignano	52028F15			697	1.666.475	4.813.513	
Siena	Torrita di Siena	52035F01	52035-V01	PF3	896	1.723.807	4.778.328	Via dei Colli (Torrita)
Siena	Torrita di Siena	52035F02	52035-V01	PF3	896	1.724.440	4.778.666	Via dei Colli (Torrita)



**INDICE DI ESPOSIZIONE AL DISSESTO PER FRANA  
DEL TERRITORIO COMUNALE**





## INTRODUZIONE

Il Piano di Bacino, nella sua struttura generale, relativamente ai fenomeni franosi, prevede di considerare tre momenti essenziali nella pianificazione:

- 1) PREVENZIONE dei rischi connessi ai fenomeni franosi;
- 2) CONSOLIDAMENTO delle aree a rischio interessate da fenomeni franosi;
- 3) MANUTENZIONE delle opere di consolidamento realizzate.

L'attività di pianificazione, in presenza di risorse molto limitate rispetto alle necessità, deve indicare come utilizzare tali risorse, secondo criteri propri che tengono conto delle differenti situazioni di rischio, indicandone la misura e le priorità.

- Assunto che l'AdB intenda riservare delle risorse specifiche per **la manutenzione** delle opere, la loro distribuzione, in teoria, non pone grandi problemi perchè dipende dalle necessità oggettive di manutenzione delle opere già realizzate; in realtà i problemi esistono perchè non solo i vecchi progetti delle opere sono privi di un programma di manutenzione, ma non esistono neppure i dati minimi di rilevamento delle opere esistenti;
- la distribuzione delle risorse per **il consolidamento** delle aree a rischio interessate da fenomeni franosi costituisce la parte più consistente dell'attività di pianificazione e dipende non solo dalla valutazione del rischio, ma anche da altri criteri quali: privilegiare la conservazione di beni o la salvaguardia della sicurezza delle persone; la realizzazione di piccoli lotti di un ampio numero di casi o la completa realizzazione di un numero più limitato di opere ecc.;
- l'allocazione delle risorse per **la prevenzione**, in astratto, non dovrebbe seguire criteri di priorità perchè in un'area collinare e montana quale quella del Bacino dell'Arno l'attività di prevenzione interessa tutto il territorio, infatti l'attività di prevenzione non è costituita solo dallo studio delle singole situazioni di rischio o dal loro monitoraggio, ma anche dall'adottare e dal modificare gli strumenti urbanistici così da renderli compatibili con le reali condizioni di stabilità del territorio.

Il parametro che viene utilizzato per individuare e differenziare le diverse necessità dei comuni è **l'indice totale di esposizione al dissesto** per frana, del territorio comunale.

## INDICE DI ESPOSIZIONE AL DISSESTO

L'indice di esposizione al dissesto, caratteristico di ciascun Comune è stato concepito per la particolare esigenza di definire un criterio per assegnare le risorse disponibili.

Considerata la finalità dell'indice si è cercato di utilizzare termini e concetti vicini a quelli della letteratura scientifica senza porsi l'obiettivo del rigore scientifico indiscusso; si è cercato inoltre di utilizzare parametri oggettivi semplici, rappresentativi e attualmente disponibili in modo omogeneo su tutto il Bacino dell'Arno.

Si sono considerati 3 elementi fondamentali: i fattori fisici in funzione della pericolosità e dell'intensità dei fenomeni; i fattori antropici in funzione degli elementi a rischio e della loro vulnerabilità; la superficie del territorio comunale in funzione del valore degli elementi a rischio e del danno potenziale.

Si è definito un **indice specifico di esposizione al dissesto** (da frana) ( $I_{SF}$ ) che è più rappresentativo dei caratteri di pericolosità del territorio ed un **indice totale di esposizione al dissesto** (da frana) ( $I_{TF}$ ) che è più rappresentativo del valore degli elementi a rischio.

Nella formulazione dell'indice, considerata la sua utilizzazione, si è ritenuto che i fattori fisici ed i fattori antropici debbano avere potenzialmente la stessa importanza.

## FATTORI FISICI

I fattori fisici considerati sono relativi alla litologia ed alla morfologia del territorio.

### FATTORE LITOLOGICO (L)

La litologia copre un ruolo fondamentale nella pericolosità da frane sul territorio.

La definizione del fattore litologico del territorio Comunale ha seguito la seguente procedura:

- la base conoscitiva di partenza sono stati i fogli in scala 1:100.000 della carta geologica d'Italia compresi nel Bacino dell'Arno, tale carta è formazionale e non litologica;
  - di tutte le Formazioni presenti nel Bacino dell'Arno (vedi III colonna della Tabella I) sono stati descritti i suoi caratteri litologici (vedi IV colonna della Tabella I);
  - le formazioni con litologia o litologie simili (relativamente alla loro propensione al dissesto) sono state raggruppate in gruppi (vedi I colonna Tabella I) ne sono risultati 30 gruppi oltre a due gruppi particolari per la loro giacitura, che di norma si rilevano in pianura. Si sono inoltre considerate come due gruppi distinti le discariche e le frane che, ove rappresentate, di norma non indicano i loro caratteri litologici.
  - di ogni gruppo si sono determinati i suoi caratteri di instabilità (IN) secondo una scala da 1 a 100 (vedi II colonna Tabella I) assegnando il valore 100 alle frane;
  - utilizzando il GIS si sono determinate le superfici di affioramento di ogni gruppo litologico all'interno del territorio di ogni comune (s);
- si è calcolata la instabilità media relativa al territorio comunale, come valore medio pesato rispetto alla superficie del territorio comunale (S). Tale instabilità è stata chiamata fattore litologico (L) (vedi II colonna di Tabella II).

$$L = (\sum_1^N IN^i \times s^i) / S$$

### **FATTORE MORFOLOGICO (M)**

La geomorfologia è la scienza che studia le forme del paesaggio ed i processi che le determinano e che le modificano, nonché i reciproci rapporti fra forme e processi.

I fenomeni franosi sono un importante capitolo della geomorfologia.

La franosità di un territorio dipende da numerosi fattori che sarebbe gravoso quanto eccessivo considerare nel dettaglio ai fini della definizione dell'indice di esposizione al dissesto; a questi fini basta l'osservazione elementare che in aree franose e molto probabile che vi siano presenti numerose frane e considerare quindi la presenza di frane come l'elemento in se rappresentativo degli aspetti geomorfologici di interesse.

Il problema è che cosa, delle frane, considerare come parametro rappresentativo. Un parametro di certo rappresentativo è la superficie del territorio che corrisponde a frane attive e non attive o meglio la percentuale di superficie interessata da frane, eventualmente definita per ogni raggruppamento litologico.

Un altro parametro rappresentativo, forse in misura minore del precedente, è il numero di frane.

Le frane considerate per le seguenti elaborazioni sono quelle risultanti dal censimento dell'Autorità di Bacino.

In futuro il valore dell'indice di esposizione al dissesto che, al momento, deve essere ritenuto di prima approssimazione, potrà essere rivisto a seguito del miglioramento del quadro conoscitivo.

In sintesi, quindi, il fattore morfologico (M) è rappresentato dal numero di fenomeni franosi (noti) (N) all'interno del territorio comunale.

### **FATTORE ANTROPICO (A)**

I caratteri antropici del territorio, nella formulazione dell'indice di esposizione al dissesto, devono rappresentare gli elementi a rischio, la loro vulnerabilità ed il loro valore, ovvero devono essere rappresentativi del danno potenziale caratteristico di quel territorio in caso di frane.

Anche in questo caso si sono privilegiati i parametri ritenuti più rappresentativi fra quelli di semplice determinazione e disponibili per tutto il bacino: tali parametri sono stati individuati nella densità di popolazione del Comune e nella percentuale areale di centri urbani e industriali presenti nelle zone collinari e montane del Comune (escluse quindi le aree di pianura non interessate da fenomeni franosi).

### **DENSITA' DI POPOLAZIONE (D)**

E' stata considerata la densità di popolazione rilevata dai dati ISTAT relativa al Comune.

I valori di densità sono stati ordinati in ordine crescente assegnando alla densità minima il peso pari  $D = 0.5$ ; alla densità massima il peso pari a  $D = 1$  e alle densità intermedie valori fra 0.5 e 1 secondo un criterio di interpolazione lineare.

### **AREE URBANE E INDUSTRIALI (C)**

- Tramite il GIS è stata definita la superficie di pianura di ogni Comune. Tale superficie, con riferimento alla carta geologica d'Italia, è stata determinata come somma delle superfici di affioramento delle seguenti formazioni caratteristiche delle pianure: d1; d2; all; t; co; com; s; sV;p;

è stata calcolata la superficie collinare e montana del Comune come differenza fra quella totale e quella di pianura (vedi VII colonna della Tabella II);

è stata calcolata la percentuale di superficie collinare e montana occupata da centri urbani e industriali, i valori percentuali sono stati ordinati in ordine crescente assegnando alla percentuale minima il valore  $C = 0.5$ , alla percentuale massima il valore  $C = 1$  e alle percentuali intermedie valori compresi fra 0.5 e 1 secondo un criterio di interpolazione lineare.

Il fattore antropico (A), che può variare fra 1 e 2, viene definito come

$$A = (D + C)$$

### **INDICE SPECIFICO DI ESPOSIZIONE AL DISSESTO (DA FRANA)**

L'indice specifico di esposizione al dissesto, come precedentemente accennato, è rappresentativo dei caratteri di pericolosità del territorio.

La formulazione dell'indice è la seguente:

$$I_{SF} = (L + M) \cdot A$$

nel Bacino dell'Arno l'indice  $I_{SF}$  varia da 13 per il Comune di Livorno seguita da 17 per il Comune di Pisa e 19 per il Comune di Bientina fino a 92 per il Comune di Volterra preceduti da 79 per il Comune di Palaia e 78 per i Comuni di Firenze e Montespertoli.

## INDICE TOTALE DI ESPOSIZIONE AL DISSESTO (DA FRANA)

Il valore dell'indice  $I_{SF}$  è indipendente dall'ampiezza del territorio considerato e rappresenta per così dire l'intensità o la magnitudo del problema, ma le necessità legate alla prevenzione, a parità di altri elementi, dipendono anche dalla superficie interessata del Comune (S) (della porzione interessata di Comune presente nel Bacino dell'Arno).

Esprimendo S in  $\text{km}^2$  l'espressione dell'indice totale di esposizione al dissesto è dato da:

$$I_{TF} = (L + M) \cdot A \cdot S = I_{SF} \cdot A$$

in tal modo  $I_{TF}$  è più elevato nei comuni in cui è più ampia la zona collinare e montana compresa nel Bacino dell'Arno ed è nullo dove questa è assente (Comuni di pianura) (IX colonna in Tabella II).

Così nel Bacino dell'Arno vi sono alcuni comuni con indice nullo come Agliana, Campi Bisenzio, Cascina, Chiesina Uzzanese, mentre il massimo valore dell'indice  $I_{TF} = 10.665$  è relativo al Comune di Volterra che è preceduto dal Comune di Montespertoli con  $I_{TF} = 8.860$  e Arezzo con  $I_{TF} = 8.473$  mentre Firenze ha un valore medio basso pari a  $I_{TF} = 3.276$ .

## UTILIZZO DELL'INDICE TOTALE DI ESPOSIZIONE AL DISSESTO

Per il calcolo dell'indice è stato realizzato un applicativo del programma "ACCESS" che permette di aggiornare il valore dell'indice al variare delle condizioni e/o all'aumentare delle informazioni disponibili sul territorio. L'indice totale di esposizione al dissesto è stato concepito e determinato per avere un criterio oggettivo di valutazione delle necessità di risorse specifiche per la prevenzione dei rischi dovuti a fenomeni franosi; ci sembra però che un indice che varia da 0 a 10.665 esprime con eccessivo dettaglio una caratteristica del territorio determinato come funzione di elementi la cui determinazione è approssimativa, ha inoltre poco senso differenziare le risorse ad esempio fra Castelfranco di sotto che ha un  $I_{TF} = 1.034$  e Capraia e Limite che ha un  $I_{TF} = 1.046$ .

Viene di seguito esposta una proposta di utilizzo dell'indice con la precisazione che per quanto detto all'inizio del presente paragrafo tale proposta può essere facilmente cambiata in futuro direttamente dall'Autorità di Bacino tramite il GIS e l'applicazione del programma "ACCESS".

Viene calcolato il valore medio  $I_{TFM}$  dei Comuni del Bacino e  $I_{TFM} = 2.103$ .

Gli stessi Comuni vengono suddivisi in 5 classi come segue:

I classe comuni con  $I_{TF} \leq 100$  con necessità di risorse specifiche irrilevanti

II classe - comuni con  $I_{TF}$  compreso fra 100 a  $\frac{1}{2} I_{TFM}$  - necessità di risorse specifiche basse

III classe - comuni con  $I_{TF}$  compreso fra  $\frac{1}{2} I_{TFM}$  e  $I_{TFM}$  - necessità di risorse specifiche medio basse

IV classe - comuni con  $I_{TF}$  compreso fra  $\frac{1}{2} I_{TFM}$  e  $\frac{4}{3} I_{TFM}$  - necessità di risorse specifiche medio alte

V classe - comuni con  $I_{TF}$  compreso fra  $\frac{4}{3} I_{TFM}$  e  $I_{TFM} \text{ MAX}$  - necessita di risorse specifiche alte.

Secondo questo criterio la lista dei Comuni compresi nelle diverse classi e riportata in Tabella III.

## CARTA DELL'INDICE DI PROPENSIONE AL DISSESTO

Tutti i dati relativi alla determinazione dell'indice sono contenuti nel Data Base e, tramite il GIS e l'applicativo ACCESS forniti all'AdB, possono essere utilizzati per gli elaborati cartografici che la stessa AdB riterrà opportuno in futuro.

TABELLA 1 - Formazione geologica e gruppi litologici di propensione al dissesto

Codice Gruppo	Fattore propensione	Sigla Formazione	Descrizione
dis	50	dis	discariche
frane	100	f	frane
1	45	cd	Conoidi Olocene
	45	cg/mg	Conglomerato a grossi ciottoli di "macigno" Rusciano inf.?
	45	cM	("ciottoli di Maspino") ciottoli calcarei di origine luviale Pleist. sup.
	45	ctM	Conglomerati e ciottoli a prevalenti elementi di "verrucano"(zona di Montecarlo); di "macigno" e di "ligure" (aree piu' settentrionali) Post-Villafranchiano
	45	dt	detriti
	45	fA-C	sabbie arrossate, conglomerati e depositi ciottolosi a stratificazione incrociata e a prevalenti elementi di "verrucano" ; Pleist. medio
	45	Qf2	Ciottoli, sabbie e argille di origine fluviale e fluviolacustre Pleist. medio
	45	Vcg	ciottoli prevalentemente calcarei, con alternanze sabbiose Pleist. inf.
	45	VVB	("formazione di Villa Babbiani") sabbie con tasche e lenti di ciottoli di "macigno" Pleist. inf.
2	25	Vs	("sabbie del Tasso") sabbie con lenti di ciottoli e sabbie argillose Pleist. inf.
	25	all	alluvioni recenti e attuali Olocene
	25	at,at1,at2,at3	alluvioni terrazzate; ove distinte at1, at2, at3 Pleist. sup.
	25	fA-Cv	intercalazioni di tufo vulcanico cineritico e perlitico Pleist medio
	25	fIC	sabbie argillose, argille,sabbie e ciottoli Pleist. sup.
	25	Pls	("sabbie di San Donato in Avane") sabbie lacustri stratificate in lenti e a tetto di Pla Plioc. sup.?
	25	Ps3'	sabbie, sabbie argillose e lenti di puddinghe fossilifere Plioc. sup.
	25	Qcal	sabbie litorali, argille sabbiose e calcari detritico-organogeni Pleist. inf. (Santeriano-Emiliano)
	25	r	terre rosse Olocene
	25	sB	("sabbie di Bucine") sabbie argillose con lenti di sabbie ed argille Pleist. sup.
25	sV	Sabbie fluviali (Quaternario)	

4	40	agQ	("argille di Quarrata") argille con torba e lenti di ciottoli al tetto Pleist. sup.
	40	arg	argille grigie lignitifere, argille sabbiose e sabbie di ambiente lacustre; talora livelli ciottolosi ad elementi di "macigno" e subordinatamente di calcari della serie toscana; livelli torbosi Ruscignano inf.- Villafranchiano sup.
	40	e	depositi e coperture eluviali e colluviali; terre nere Olocene
	40	Pla	("argille di Meleto") argille lignitifere lacustri, con strati con strati
	40	Vag	("argille di Figline") argille stratificate con straterelli sabbiosi e lenti di ciottoli arenacei e rari straterelli lignitiferi Pleist. inf.
6	30	Mcg	sabbie e conglomerati con rari interstrati gessosi o calcarei Messiniano sup.
	30	Mcg2	conglomerati lacustri di chiusura alternanti con argille e sabbie, talora a stratificazione incrociata Pontico s.s.
	30	Mlcg	conglomerati e conglomerati lignitiferi talvolta con livelli di marne a Bthynia Torton. sup.- Messiniano inf.
	30	Pbm	brecce conchigliari con sabbie intercalate Plioc. inf.-medio
	30	Pcg	conglomerati e ghiaie prevalentemente argillose, con sabbie e sabbie argillose (al tetto e laterale di Ps) Plioc. inf.-medio
	30	Pcg1	conglomerati, sabbie, lenti di calcari detritico-organogeni; a luoghi conglomerati ad elementi di "macigno Plioc. inf.-medio
7	35	aC	("arenarie di Monte Cervarola"); arenarie turbiditiche quarzoso-feldspatiche a grana fine, in strati sottili; talora lenti di selci (sel) Aquitaniano-Langhiano superiore
	35	aM	("arenarie di Monte Modino - Le Lari") arenarie torbiditiche quarzoso-feldspatiche, talvolta in grossi banchi, alternate a siltiti e argilliti Oligocene superiore
	35	aP	("Arenaria di Partena") Arenarie torbiditiche, feldspatico-quarzoso-calcaree alternanti con argilloscisti siltosi grigi; non hanno fornito fossili.
	35	aS	("arenaria di Monte Senario") arenarie quarzoso-feldspatiche tipo "macigno", ma in generale più grossolane e contenenti ciottoli di quarzo, micascisti, filladi, calcari Paleogene
	35	brA	ang "anageniti": conglomerati prevalentemente quarzosi; seguono
	35	fM	(formazione di Montemurlo) arenarie tipo "pietraforte" non chiaramente torbiditiche con lenti di conglomerato grossolano Cretaceo superiore?

7	35	mg	("macigno") arenarie quarzoso-feldspatiche alternate a sottili interstrati di argilliti e siltiti; nella parte superiore olistostromi (ol) di "cb" Oligocene medio-sup.
	35	pf	("pietraforte") arenarie calcaree alternate ad argilliti subordinatamente livelli di marne varietà ofiolitifera Cretaceo superiore-Eocene inf.
	35	qz	verrucano (s.l.): quarziti e quarziti sericitiche con intercalazioni filladiche, passanti sporadicamente verso l'alto a conglomerati quarzoso-micacei ("anageniti") Carnico
	35	sel	selci
8	45	MaP	("arenarie di Ponzano") arenarie quarzoso-feldspatiche più o meno cementate, intercalazioni argillose e conglomeratiche Tortoniano-Elveziano
	45	Mlar	arenarie e brecciole Pontico s.s.
	45	Ps	sabbie gialle, arenarie Pliocene inf.-medio
12	60	Mag	argilla con intercalazioni e strati gessosi, argille a Pycnodonta navicularis, sabbie, con calcari tipo "calcare di Rosignano" (indistinti), conglomerati, talvolta con tripoli alla base Messiniano sup.
	60	Mg	argille con lenti di gesso e di salgemma Messiniano sup.
	60	Mlag	argille azzurre lignitifere, argille con marne a Bthynia, argille più o meno sabbiose con lenti di ciottoli, banchi di conglomerati e marne sabbiose Torton. sup.- Messiniano inf.
	60	Mlag2	argille azzurre lignitifere Pontico s.s.
	60	Pag	argille azzurre e cinerine Plioc. inf.-medio
	60	Pags	argille e sabbia (livello a Cladochora) Plioc. inf.-medio
	60	Pm	marne biancastre e argille azzurre con Pycnodonta navicularis e Pteropodi Plioc. inferiore
	60	T	(termantiti) aureola del metamorfismo di contatto Plioc. sup.- Quaternario
	50	fP3	("marne di Vicchio") marne grigio azzurre per lo più stratificate, a frattura scheggiata (calcimetria 60%); rare intercalazioni di alcareniti e siltiti Serravalliano-Elveziano p.p.
13	50	fPaC	intervalli frequenti o potenti di marne siltose e siltiti in aC Aquitaniano-Langhiano superiore
	50	mp	("marne a Posidonomya") marne e argilliti marnose grigio giallastre, talora con strati di calcareniti gradate e con rari livelli di radiolariti; intercalazioni nella parte alta di radiolariti Lias sup.-Dogger p.p



14	15	bn	(brecciole nummulitiche) brecciole poligeniche e calcareniti da torbide Paleogene
	15	cm	("calcare massiccio") calcari non stratificati, da grigi a grigio scuri; localmente calcari dolomitici e dolomie Lias inf. (Hettangiano)
	15	cP	"calcari di Puglianella": calcari compatti a grana fine, in grossi strati, talvolta lastriformi, di colore bianco latte, piu' raramente grigio verdastro o chiaro, nella parte basale e sommitale della formazione calcari marnosi rosei, con interstrati di argilliti rosse, rari noduli di selce (?) Cenomaniano -Turoniano- Maestrichtiano
	15	gr	Giurassico inf.
	15	mbr	brecce poligeniche e calcareniti, trasgressivi sulle formazioni sottostanti almeno fino ai "grezzoni" Malm
	15	mcm	marmi (Apuane), "calcari ceroidi" (M.Pisano): calcari
	15	mM	("marmi"); calcari saccaroidi bianchi, calcari ceroidi giallastri stratificati Hettangiano
	15	Nu	calcareniti e calciruditi grigie, gradate Eocene
15	20	cC	calcari bianchi o debolmente colorati a Calpionelle, con rare liste e noduli di selce Titon. sup.-Valanginiano-Neocomiano
	20	cR	("calcari e marne a Rhaetavicula contorta") dolomie, dolomie calcaree calcari dolomitici, verso l'alto calcari e calcari marnosi grigio scuri, alternati a straterelli di marne grigie e nerastre, alterate in giallo; localmente straterelli di calcari organogeni Trias sup. ("Retico")
	20	cs1	("calcari grigi a selci chiare") calcari stratificati di coloreda grigio a giallastro, leggermente marnosi, a grana fine, con liste e noduli di selce grigia; localmente sottili strati di argilliti e di marne in lastrine Lias medio e superiore
15	20	cs1M	calcescisti zonati, fibrosi e ondulati; calcari straterellati con intercalazioni scistose; calcare cristallino grigio-brunastro o giallo con liste di selce bianca o grigia; marmo giallo o rosso con intercalazioni scistose Dogger
	20	cs2	("calcari grigio a selci nere") calcari e calcareniti gradate grigio scure, gradate, a liste e noduli di selce nera Dogger sup.-Malm p.p.
	20	cs2M	("calcari selciferi"); calcari ceroidi grigio-scuro ben stratificati con liste di selce bruna, debolmente metamorfici Calloviano-Lusitano

	20	mac	("maiolica") calcari e calcari litografici selciferi bianco latte; nella parte alta calcari grigi talora selciferi e calcareniti Tironico sup.-Neocomiano/Barremiano
	20	mcs1	Calcari grigi stratificati con liste di selce Giurassico
16	25	cc	("calcare cavernoso") calcari a "cellette", calcari dolomitici e brecciatii Trias sup. (Norico-Retico); brecce poligeniche associate ai "calcari cavernosi"
	25	Mcb1	(calciruditi biancastre a Briozoi, massicce o a stratificazione poco evidente Miocene (Elveziano-Langhiano)
	25	McR	("calcare di Rosignano") calcare cariato biancastro talora con fossili marini, passante lateralmente a sabbie Messiniano sup.
	25	Pc	calcari detrito-organogeni e ad Amphistegina Plioc. inf.-medio
	25	tv1	travertini antichi, compatti, stratificati biancastri in terrazze Pleist. sup.
	25	tv2	travertini Olocene
20	30	alb	("alberese" e "formazione di Lanciaia") calcari a grana fine grigio chiari, calcari marnosi scuri e arenarie calcaree gradate Paleocene-Eocene medio
	30	bnS	("calcari e brecciole di M. Senario") brecciole e calcareniti con selci, argilloscisti, calcari marnosi. Formano la base stratigrafica di aS Paleogene
	30	fh	("formazione marno-siltose = flysch ad Elmintoidi"): calcari marnosi scuri, marne e arenarie calcaree Cretaceo superiore
	30	mar	(formazione marnoso-arenacea -facies romagnola) arenarie turbiditiche quarzoso (32%) -feldspatiche (20%), con calcite (21%), dolomite clastica (7%) e fillosilicati (20%), in banchi spessi da 30 cm a qualche metro, di colore grigio-azzurro, alternanti con marnoscisti grigi. Le arenarie sono preponderanti (almeno il 50% del totale) Miocene (Serravalliano-Elveziano)
	30	mmp	Marne e calcari marnosi (M.Pisano), diaspri e scisti diasprigni biancastri, rossi e verdi; talvolta con intercalazioni di msc; calcescisti e cipollini Giurassico sup.
	30	mdi	Radiolariti varicolori con intercalazioni di calcari a entrochi Malm
	30	d, di	("diaspri") radiolariti a strati sottili, rosse, verdicce Giurassico sup-Valanginiano
	50	fl	(formazione di lavello) argilloscisti siltosi prevalenti con arenarie quarzoso-calcaree micacee fini tipo "pietraforte" Cretaceo superiore
	50	pb	("argille a palombini") argilliti e marne fogliettate con intercalazioni di calcari a palombini Cretaceo inf.

21	50	asP	("argiloscisti di Pescina") argiloscisti bruni, con calcareniti minute, calcari marnosi e calcari verdastri duri Eocene
	50	fP1	("argilliti di Fiumalbo - marne di Le Piastre") argilliti varicolori, siltiti e marne grigie Oligocene superiore
	50	fVR	(formazione di Villa a Radda) argiloscisti talora siltosi, prevalentemente rossi, con pochi strati calcari marnosi verdastri o arenarie calcarifere, intercalati nella parte alta di pf o al tetto di questa Cretaceo sup.-Eocene inf.
	50	sc	Scisti argillosi policromi
	50	fs	Formazione di Sillano
	50	scm	intercalazioni di calcari marnosi e marne in strati alternanti calcareniti a calciruduti e argilliti in "sc" Cretaceo inf. p.p.-Oligocene
	50	fV	Formazione di Vallina, argiloscisti variegati, calcari marnosi verdastri o grigi, calcareniti minute e arenarie calcarifere.
	23	75	cb
75		cbh	arenarie, siltiti e argilliti con livelli di breccie; argille varicolori (complesso di base ?) Cretaceo superiore
75		ol	a luoghi intercalazioni di materiale ligure in aC (olistostromi) Aquitaniano-Langhiano superiore
24	20	a	aplite (quarzo e ortoclasio prevalenti, albite e rarissima mica), spesso milonitica e con vene di calcite
	20	g	graniti ercinici
	20	se	("selagiti") trachiti femiche; differenziati pneumatolitici del magma granitico toscano) Plioc. sup.- Quaternario
28	30	b	arenarie e breccie sedimentarie ofiolitiche, breccie poligeniche a cemento argillitico con prevalenti elementi calcarei ed in subordine ofiolitici
	30	bw	conglomerati e arenarie di materiale ofiolitico alla base di cb. Paleocene-Eocene medio
	30	D	diabase spesso alterato, di colore rossastro Giurassico
	30	G	gabbri
	30	pfw	ofioliti; ove distinte
	30	S	serpentine Giurassico

30	30	ang	lenti di dolomie scistose con Orthoceratidi nel "verrucano" Carnico
	30	fB	Filladi sericitiche e cloritiche ad alta scistosita' con intercalazioni di scisti gneissici e gneiss albitici Carbonifero/Permiano-Carnico
	30	fT	("formazione di Tocchi") scisti cloritici e sericitici, grigio-verdichiari, talora con spalmature rosse; calcari ruvidi gialli e rossi; brecce di frammenti di scisti negli stessi calcari Trias superiore
	30	msc	scaglia metamorfica: scisti sericitici grigi, rossi e verdi, calcescisti e cipollini Cretaceo-Oligocene
	30	pmg	pseudomacigno: arenarie micacee e scisti ardesiaci Oligocene
	30	scSL	filladi quarzitiche a grana variabile di colore violaceo; nella parte alta conglomerati di dimensioni inferiori ai precedenti; localmente livelli filladici viola Trias medio
	30	sMM	("scisti di Marmoraia"); scisti micacei e sericitici color tabacco, rosso vinato e verdastri, rare intercalazioni di calcari ceroidi giallastri e cipollini; alla base calcescisti a entrochi, intensamente budinati Dogger-Malm
	30	vr	("verrucano" s.l.) micascisti a muscovite e filladi sericitico-cloritiche con intercalazioni di quarziti sericitiche e lenti di scisti otrelitici; conglomerati quarzoso-micacei ("anageniti") prevalentemente nella parte bassa Carnico-Ladinico
a2	10	d1	sabbie eoliche (dune pre-romane) Olocene
	10	d2	dune sabbiose costiere recenti (post-romane) Olocene
	10	s	sabbie di spiaggia attuale Olocene
	10	s	("sabbie di Vicarello") sabbie fluviali ed eoliche arrossate Pleist. sup.
a4	5	co	terreni di colmata
	5	com	terreni di colmata
	5	p	terreno palustre Olocene
	5	t	terreno torboso Olocene

TABELLA 2 – Fattori ed indici di disposizione al dissesto dei territori comunali

Comune	Fattore litologico L	Fattore morfologico M	Fattore popolazione D	Fattore superficie edificata montana C	Fattore antropico A	Superficie Montana nel Bacino (km2) S	ISF	ITF
AGLIANA	25,00	0	0,65	0,50	1,15	0	29	0
ALTOPASCIO	36,23	0	0,55	0,82	1,37	17	50	865
ANGHIARI	34,91	0	0,51	0,50	1,01	11	35	401
AREZZO	30,99	0	0,53	0,68	1,21	226	37	8473
BAGNO A RIPOLI	39,06	5	0,55	0,57	1,12	67	49	3305
BARBERINO MUGELLO	DI 41,12	5	0,51	0,52	1,02	123	47	5824
BARBERINO D'ELSA	VAL 42,06	5	0,51	0,53	1,04	62	49	3014
BIBBIENA	41,16	18	0,52	0,55	1,06	77	63	4858
BIENTINA	16,76	0	0,53	0,61	1,14	6	19	109
BORGO LORENZO	SAN 33,92	6	0,51	0,55	1,07	133	43	5654
BUCINE	32,19	3	0,51	0,53	1,04	119	36	4329
BUGGIANO	31,83	0	0,57	0,70	1,26	12	40	498
BUTI	33,55	0	0,53	0,57	1,10	20	37	754
CALCI	31,31	2	0,53	0,56	1,09	22	36	786
CALCINAIA	27,61	1	0,57	0,54	1,12	2	32	62
CALENZANO	33,68	0	0,53	0,53	1,05	65	35	2307
CAMPI BISENZIO	25,00	0	0,67	0,50	1,17	0	29	0
CANTAGALLO	34,99	13	0,50	0,52	1,02	74	49	3637
CAPANNOLI	33,14	7	0,53	0,65	1,17	9	47	441
CAPANNORI	32,82	4	0,54	0,68	1,21	69	45	3098
CAPOLONA	40,64	3	0,51	0,53	1,04	46	45	2095
CAPRAIA E LIMITE	39,34	8	0,53	0,51	1,04	21	49	1046
CARMIGNANO	46,02	4	0,54	0,60	1,13	34	57	1937

Comune	Fattore litologico L	Fattore morfologico M	Fattore popolazione D	Fattore superficie edificata montana C	Fattore antropico A	Superficie Montana nel Bacino (km2) S	ISF	ITF
CASCIANA TERME	48,42	4	0,51	0,53	1,04	34	55	1839
CASCINA	24,11	0	0,56	0,50	1,06	0	26	0
CASOLE D'ELSA	32,37	3	0,50	0,51	1,01	64	36	2277
CASTEL FOCOGLIANO	35,90	11	0,51	0,52	1,02	53	48	2519
CASTEL NICCOLO' SAN	35,21	7	0,50	0,52	1,02	80	43	3465
CASTELFIORENTINO	45,74	0	0,53	0,54	1,07	46	49	2249
CASTELFRANCO SOPRA DI	35,92	6	0,51	0,52	1,03	36	43	1572
CASTELFRANCO SOTTO DI	33,81	0	0,53	0,59	1,12	27	38	1034
CASTELLINA CHIANTI IN	41,70	1	0,50	0,52	1,02	88	44	3831
CASTELLINA MARITTIMA	30,85	0	0,50	0,50	1,00	1	31	39
CASTELNUOVO BERARDENGA	33,11	0	0,50	0,50	1,00	18	33	600
CASTIGLION FIBOCCHI	35,29	2	0,51	0,52	1,03	25	38	961
CASTIGLION FIORENTINO	30,17	0	0,51	0,60	1,11	76	34	2551
CASTIGLIONE DEL LAGO	30,80	0	0,51	0,54	1,05	56	32	1813
CAVRIGLIA	37,19	3	0,52	0,53	1,04	58	42	2408
CERRETO GUIDI	35,81	5	0,52	0,56	1,08	29	44	1292
CERTALDO	48,47	10	0,53	0,53	1,06	62	62	3862
CHIANCIANO TERME	44,95	10	0,53	0,63	1,16	21	64	1314
CHIANNI	45,91	14	0,50	0,51	1,02	48	61	2909
CHIESINA UZZANESE	25,00	0	0,57	0,50	1,07	0	27	0
CHITIGNANO	33,94	9	0,51	0,54	1,05	15	45	664
CHIUSI	35,22	2	0,52	0,55	1,07	23	40	925
CHIUSI DELLA VERNA	39,88	15	0,50	0,52	1,02	90	56	5029
CITTA' DELLA PIEVE	31,01	0	0,51	0,53	1,04	31	32	988

Comune	Fattore litologico L	Fattore morfologico M	Fattore popolazione D	Fattore superficie edificata montana C	Fattore antropico A	Superficie Montana nel Bacino (km2) S	ISF	ITF
CIVITELLA IN VAL DI CHIANA	30,23	0	0,51	0,53	1,04	83	32	2605
COLLE DI VAL D'ELSA	34,15	19	0,53	0,54	1,06	82	56	4613
COLLESALVETTI	31,35	1	0,52	0,53	1,05	38	34	1284
CORTONA	28,20	1	0,51	0,55	1,06	177	31	5501
CRESPINA	27,02	0	0,52	0,61	1,13	8	30	239
DICOMANO	35,21	10	0,51	0,51	1,02	53	46	2460
EMPOLI	35,77	3	0,59	0,58	1,17	22	45	1017
FAUGLIA	35,43	3	0,51	0,54	1,05	24	40	951
FIESOLE	48,37	6	0,55	0,62	1,16	40	63	2559
FIGLINE VALDARNO	33,75	1	0,53	0,52	1,05	59	37	2166
FIRENZE	31,17	8	1,00	1,00	2,00	42	78	3276
FIRENZUOLA	41,03	0	0,50	0,50	1,00	3	41	123
FOIANO DELLA CHIANA	25,00	0	0,53	0,67	1,20	19	30	563
FUCECCHIO	33,49	2	0,54	0,58	1,12	35	40	1403
GAIOLE IN CHIANTI	36,77	0	0,50	0,50	1,00	26	37	950
GAMBASSI TERME	41,30	1	0,51	0,52	1,02	74	43	3188
GREVE IN CHIANTI	49,24	0	0,51	0,51	1,02	165	50	8258
IMPRUNETA	60,17	3	0,54	0,58	1,12	44	71	3109
INCISA IN VAL D'ARNO	33,33	10	0,53	0,53	1,06	25	46	1154
LAJATICO	48,28	3	0,50	0,51	1,01	57	52	2962
LAMPORECCHIO	35,25	0	0,54	0,64	1,18	19	42	782
LARCIANO	33,34	0	0,53	0,64	1,17	17	39	661
LARI	27,29	25	0,52	0,58	1,10	23	58	1303
LASTRA A SIGNA	37,75	2	0,56	0,57	1,13	37	45	1648

Comune	Fattore litologico L	Fattore morfologico M	Fattore popolazione D	Fattore superficie edificata montana C	Fattore antropico A	Superficie Montana nel Bacino (km2) S	ISF	ITF
LATERINA	31,35	0	0,52	0,55	1,06	19	33	633
LIVORNO	10,59	0	0,71	0,50	1,21	0	13	1
LONDA	35,28	8	0,50	0,51	1,01	59	44	2591
LORENZANA	43,59	1	0,51	0,52	1,03	14	46	640
LORO CIUFFENNA	35,11	9	0,51	0,54	1,05	86	46	3989
LUCIGNANO	32,56	0	0,51	0,56	1,07	31	35	1060
MARCIANO DELLA CHIANA	25,00	0	0,51	0,56	1,07	13	27	344
MARLIANA	35,35	3	0,51	0,59	1,10	41	42	1724
MASSA E COZZILE	32,45	1	0,56	0,53	1,08	12	36	435
MONSUMMANO TERME	32,97	7	0,58	0,58	1,16	17	46	784
MONTAIONE	41,32	0	0,50	0,51	1,01	96	42	4006
MONTALE	35,91	5	0,54	0,57	1,11	28	45	1257
MONTE SAN SAVINO	29,74	0	0,51	0,54	1,05	66	31	2050
MONTECARLO	38,30	0	0,54	0,56	1,10	11	42	483
MONTECATINI VAL DI CECINA	47,09	7	0,50	0,50	1,00	13	54	710
MONTECATINI-TERME	38,30	1	0,65	0,68	1,33	13	52	691
MONTELUPO FIORENTINO	31,89	3	0,56	0,59	1,15	17	40	680
MONTEMIGNAIO	39,48	4	0,50	0,52	1,02	26	44	1152
MONTEMURLO	42,37	2	0,58	0,56	1,14	22	50	1085
MONTEPULCIANO	36,65	10	0,51	0,58	1,09	92	51	4667
MONTERIGGIONI	32,99	0	0,51	0,53	1,04	71	34	2412
MONTEPERTOLI	48,08	27	0,51	0,52	1,03	114	78	8860
MONTEVARCHI	32,59	9	0,55	0,53	1,09	43	45	1951
MONTOPOLI IN VAL D'ARNO	35,50	3	0,54	0,63	1,17	16	45	722



Comune	Fattore litologico L	Fattore morfologico M	Fattore popolazione D	Fattore superficie edificata montana C	Fattore antropico A	Superficie Montana nel Bacino (km2) S	ISF	ITF
ORCIANO PISANO	57,46	0	0,51	0,50	1,01	3	58	187
ORTIGNANO RAGGIOLO	36,92	6	0,50	0,51	1,01	35	43	1520
PACIANO	30,63	0	0,51	0,53	1,04	13	32	424
PALAIÀ	42,27	34	0,51	0,52	1,03	60	79	4736
PANICALE	31,21	0	0,51	0,53	1,04	19	32	623
PECCIOLI	44,14	18	0,51	0,52	1,03	64	64	4068
PELAGO	43,43	9	0,52	0,60	1,12	53	59	3127
PERGINE VALDARNO	30,72	0	0,51	0,52	1,03	45	32	1428
PESCIA	36,53	33	0,53	0,55	1,08	64	75	4798
PIAN DI SCO'	35,39	0	0,54	0,57	1,11	17	39	663
PIEVE A NIEVOLE	27,11	1	0,59	0,55	1,15	3	32	102
PISA	15,91	0	0,57	0,50	1,07	0	17	0
PISTOIA	34,78	12	0,55	0,57	1,12	123	52	6418
PITEGLIO	36,92	4	0,50	0,52	1,03	11	42	472
POGGIBONSI	40,15	10	0,55	0,60	1,15	62	58	3584
POGGIO A CAIANO	43,90	0	0,69	0,69	1,38	4	61	229
PONSACCO	29,29	0	0,58	0,56	1,15	4	34	148
PONTASSIEVE	42,57	24	0,52	0,52	1,04	108	69	7446
PONTE BUGGIANESE	18,73	1	0,53	0,50	1,03	0	20	0
PONTEDERA	31,19	4	0,58	0,56	1,13	14	40	573
POPPI	39,05	11	0,51	0,55	1,06	90	53	4757
PORCARI	27,76	0	0,55	0,77	1,33	3	37	103
PRATO	29,29	10	0,73	0,62	1,36	24	53	1295
PRATOVECCHIO	40,40	17	0,50	0,53	1,03	74	59	4368

Comune	Fattore litologico L	Fattore morfologico M	Fattore popolazione D	Fattore superficie edificata montana C	Fattore antropico A	Superficie Montana nel Bacino (km2) S	ISF	ITF
QUARRATA	39,71	2	0,56	0,62	1,18	23	49	1116
RADDA IN CHIANTI	36,67	2	0,50	0,51	1,01	52	39	2041
RAPOLANO TERME	34,47	0	0,51	0,50	1,01	28	35	961
REGGELLO	36,69	18	0,51	0,53	1,05	115	57	6597
RIGNANO SULL'ARNO	36,29	0	0,52	0,52	1,04	52	38	1973
RIPARBELLA	33,05	2	0,50	0,50	1,00	5	35	172
RUFINA	37,28	13	0,52	0,53	1,04	44	53	2301
SAN CASCIANO IN VAL DI PESA	33,74	3	0,52	0,55	1,07	102	39	4022
SAN GIMIGNANO	41,32	15	0,51	0,51	1,02	131	57	7503
SAN GIOVANNI VALDARNO	30,78	2	0,61	0,51	1,12	13	37	472
SAN GIULIANO TERME	27,24	2	0,54	0,53	1,07	18	31	565
SAN GODENZO	33,01	14	0,50	0,52	1,02	65	48	3086
SAN MINIATO	36,34	18	0,53	0,55	1,09	58	59	3428
SAN PIERO A SIEVE	35,01	2	0,51	0,52	1,03	34	38	1300
SANTA CROCE SULL'ARNO	30,77	0	0,60	0,64	1,23	5	38	185
SANTA LUCE	45,47	0	0,50	0,50	1,00	9	46	399
SANTA MARIA A MONTE	35,31	2	0,54	0,55	1,09	20	41	818
SCANDICCI	43,14	1	0,61	0,53	1,15	45	51	2291
SCARPERIA	37,63	11	0,51	0,52	1,03	79	50	3973
SERRAVALLE PISTOIESE	42,47	2	0,53	0,53	1,06	33	47	1533
SESTO FIORENTINO	33,48	3	0,63	0,54	1,17	30	43	1261
SIGNA	29,28	0	0,61	0,76	1,37	4	40	150
SINALUNGA	32,01	0	0,52	0,57	1,09	46	35	1621
SOVICILLE	25,49	0	0,51	0,50	1,01	13	26	345

Comune	Fattore litologico L	Fattore morfologico M	Fattore popolazione D	Fattore superficie edificata montana C	Fattore antropico A	Superficie Montana nel Bacino (km2) S	ISF	ITF
STIA	35,01	15	0,51	0,53	1,03	62	52	3209
SUBBIANO	34,90	0	0,51	0,52	1,03	67	36	2415
TALLA	39,50	0	0,50	0,50	1,00	59	40	2344
TAVARNELLE VAL DI PESA	39,85	6	0,52	0,55	1,06	55	49	2664
TERRANUOVA BRACCIOLINI	34,22	6	0,52	0,52	1,04	76	42	3157
TERRICCIOLA	43,25	14	0,51	0,54	1,05	29	60	1772
TORRITA DI SIENA	41,49	2	0,52	0,53	1,05	35	46	1591
TREQUANDA	42,64	0	0,50	0,50	1,00	18	43	756
TUORO TRASIMENO SUL	33,21	0	0,51	0,50	1,01	4	33	139
UZZANO	38,72	4	0,57	0,67	1,25	6	53	327
VAGLIA	47,40	2	0,51	0,54	1,05	56	52	2878
VAIANO	38,73	8	0,53	0,61	1,14	32	53	1722
VERNIO	35,18	23	0,51	0,54	1,05	44	61	2671
VICCHIO	35,06	10	0,51	0,52	1,02	123	46	5671
VICOPISSANO	27,81	0	0,54	0,53	1,06	14	30	404
VILLA BASILICA	34,70	21	0,51	0,54	1,04	30	58	1754
VINCI	37,82	4	0,53	0,56	1,10	43	46	1984
VOLTERRA	52,07	37	0,51	0,53	1,03	116	92	10665