



DISTRETTO

Appennino Settentrionale

Unit of Management: Arno (ITN002)

Relazione

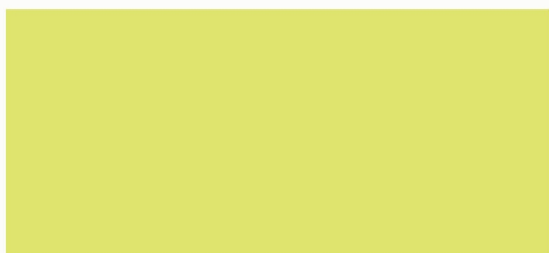
Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA)

direttiva 2007/60/CE
decreto legislativo 49/2010
decreto legislativo 152/2006
decreto legislativo 219/2010



*Autorità di Bacino
del fiume Arno*

Dicembre 2015



SOMMARIO

1. Introduzione generale illustrativa	3
Premessa	3
Il piano in sintesi	4
2. Conclusioni della valutazione preliminare del rischio di alluvioni.	15
La valutazione preliminare del rischio e il catasto degli eventi: le decisioni in merito alla valutazione preliminare alla scala nazionale, di distretto idrografico e di UoM Arno	15
Il reticolo di riferimento, i corpi idrici e le aree di indagine	21
3. Mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni – Sintesi delle elaborazioni svolte al dicembre 2012 e delle integrazioni successive	29
Premessa	29
La tipologia degli eventi alluvionali considerati.....	29
Le mappe del rischio	38
4. La predisposizione dei criteri generali a scala di distretto e del progetto di piano al 22 dicembre 2014.....	41
5. L'aggiornamento e l'integrazione del progetto di piano in seguito alla fase di osservazione e partecipazione pubblica	45
Premessa	45
Analisi delle osservazioni e contributo fornito al PGRA.....	46
6. Descrizione degli appropriati obiettivi della gestione del rischio di alluvioni.....	52
Aspetti generali.....	52
Descrizione generale del bacino dell'Arno, delle sue problematiche e degli obiettivi specifici individuati per le aree omogenee.....	57
7. Sintesi delle problematiche e delle misure definite per ogni area omogenea.....	79
Introduzione	79
Area omogenea 1 Appenninica	80
Area omogenea 2 Val di Chiana.....	110
Area omogenea 3 medio Valdarno e area metropolitana	135
Area omogenea 4 Val di Pesa	178
Area omogenea 5 sistema del Valdarno inferiore.....	198
Area n. 6 Tirrenica – Bacini lacustri Bientina Fucecchio.....	227
Area omogenea 7 Tirrenica – Val d'Era.....	247
Area Omogenea 8 Sistema idraulico costiero	267
8. Monitoraggio del PGRA	290
9. Sintesi delle misure/azioni adottate per informare e consultare il pubblico.....	291
10. Riferimenti Bibliografici.....	294

Ulteriore documentazione facente parte del piano	300
---	------------

1. Introduzione generale illustrativa

Premessa

Nel mese di dicembre 2014, dopo una formale presa d'atto da parte del Comitato Istituzionale Integrato (deliberazione n. 229 del 22.12.2014) è stato pubblicato il progetto di Piano di gestione del rischio di alluvioni (in seguito anche PGRA o Piano di gestione alluvioni) del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale. Si tratta di un progetto di Piano composito, formato nella sostanza da 11 progetti di PGRA relativi alle 11 Unit of Management (UoM) di cui si compone il distretto, tra cui è ricompreso anche il bacino del fiume Arno. L'Autorità di bacino del fiume Arno oltre a redigere il PGRA - parte A per il bacino di propria competenza (si ricorda a tal proposito che la Parte B del PGRA relativa all'Arno, secondo il d.lgs. 49/2010, afferisce al sistema di protezione civile nazionale e regionale, delle due regioni presenti nel bacino che sono la Toscana e l'Umbria), si è occupata anche del coordinamento distrettuale, come previsto dall'art. 4 del d.lgs. 219/2010, con lo scopo di stabilire obiettivi, metodi, contenuti e percorsi condivisi alla scala del distretto, ferma restando la responsabilità delle scelte pianificatorie di ogni UoM sul territorio di propria competenza. Nel presente Relazione di Piano, che riguarda espressamente il bacino del fiume Arno, si farà tuttavia riferimento in più occasioni anche alle decisioni assunte in sede di coordinamento distrettuale, a come queste sono state tradotte nella UoM Arno e alle eventuali specificità riguardanti singoli aspetti (ad esempio quello del rapporto PAI-PGRA) su cui non è stata possibile una scelta unica e unitaria a livello distrettuale.

Il Piano di gestione alluvioni rappresenta il punto di arrivo di un articolato processo pianificatorio che è stato prefigurato a livello europeo già nel 2000 con la direttiva quadro in materia di acque (direttiva 2000/60/CE) e che ha poi trovato la sua espressa codifica nella successiva direttiva 2007/60/CE (cd. direttiva alluvioni) recepita nell'ordinamento giuridico italiano con il decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49.

Con la pubblicazione del progetto di Piano a dicembre scorso si è dunque conclusa una fase assai importante del percorso indicato dalla direttiva e se n'è aperta una nuova altrettanto significativa. Sulla base delle valutazioni compiute in merito alle tipologie di alluvioni presenti nel distretto idrografico e nel territorio di ciascuna UoM, valutate le mappe di pericolosità elaborate al riguardo, identificati gli elementi a rischio e i danni a cui questi sono potenzialmente esposti, in base agli obiettivi e ai criteri individuati alla scala di distretto, sono state definite le misure per fronteggiare e gestire il rischio. Da tale momento anche la fase di partecipazione pubblica, seppur attiva sin dall'inizio del percorso pianificatorio, ha assunto modalità e forme del tutto nuove rispetto al passato, e nel corso del 2015 è stata finalisticamente indirizzata a correggere, integrare e completare il prodotto finale, ossia i vari contenuti del PGRA.

Anche i numeri della consultazione sul progetto di PGRA risultano fortemente più significativi rispetto a quelli delle consultazioni svolte sui vari documenti che hanno preceduto l'elaborazione del progetto di Piano (ossia quelle relative ad esempio al calendario e programma di lavoro o alla valutazione globale provvisoria – VGP – sui problemi di gestione delle acque del distretto o anche alla consultazione fatta sulle mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni). Di tale aspetto si tratterà in seguito nel capitolo dedicato a "Aggiornamento e integrazione del progetto di Piano in seguito alla fase di osservazione e partecipazione pubblica".

In questa sede preme tuttavia evidenziare che le attività di informazione e consultazione del pubblico intraprese sono state tese a migliorare l'efficacia nello scambio e nella diffusione delle informazioni e a realizzare sinergie e vantaggi comuni tra la direttiva 2000/60/CE e la direttiva 2007/60/CE. In particolare la partecipazione attiva di tutte le parti interessate alla predisposizione del PGRA è stata coordinata con l'analoga partecipazione attiva delle parti interessate prevista per l'aggiornamento del PdG acque dall'art. 14 della direttiva quadro. La consultazione dei progetti di Piano ha avuto dunque un avvio contestuale da

dicembre 2014 e non poche sono state le occasioni “pubbliche” in cui si è parlato dei contenuti dei due Piani e del loro “interlinkage” nell’ottica di una gestione integrata dei bacini.

La fase di consultazione sul PGRA è stata arricchita nel corso del 2015 anche dall’espletamento della procedura di VAS con la pubblicazione dapprima del Rapporto Preliminare (dicembre 2014) e, a far data dal 10 giugno 2015, del Rapporto Ambientale: i 60 giorni di consultazione sul progetto di Piano e sul Rapporto Ambientale previsti dal d.lgs. 152/2006 agli art. 13 e 14 hanno, nei fatti, determinato un allungamento del periodo di consultazione anche ai sensi della direttiva, posticipando la scadenza ultima di tutte le osservazioni al Piano al mese di agosto 2015. Attraverso la partecipazione delle amministrazioni pubbliche, anche in veste di autorità ambientali ai fini VAS, e dei tanti stakeholder non istituzionali (privati cittadini, imprese e associazioni) è stato dunque possibile arricchire, integrare e completare il PGRA in vista della sua definitiva approvazione.

Come anticipato già nel progetto di PGRA, per il bacino del fiume Arno così come per i bacini regionali della Toscana (Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone) che hanno aderito e condiviso in pieno la scelta strategica intrapresa della UoM Arno, il completamento di questo processo assume una valenza ancor più importante in quanto il PGRA da gennaio 2016 diventerà l’unico strumento pianificatorio per la gestione del rischio di alluvioni, superando integralmente i Piani di assetto Idrogeologico (PAI) negli aspetti che concernono appunto la pericolosità idraulica. Di tale aspetto, che attiene alle norme e agli indirizzi per un corretto governo del territorio, si tratterà diffusamente nel prosieguo della Relazione nelle parti in cui si descrive nei suoi elementi più significativi e “rivoluzionari” la nuova Disciplina di Piano.

Il PGRA per l’UoM Arno e per le UoM Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone è dunque lo strumento che, nel rispetto delle direttive 2000/60/CE e 2007/60/CE e in piena coerenza con il nuovo quadro programmatico in materia di rischio idrogeologico (rappresentato dal Piano nazionale contro il rischio idrogeologico previsto nel decreto cd. Sblocca Italia) definisce le regole da seguire, le opere da realizzare e le azioni da svolgere nei bacini di interesse sia prima che durante un evento alluvionale.

Il Piano predisposto ha inoltre un carattere fortemente dinamico: la sua struttura consente di aggiornare dati e valutazioni nel tempo e la sua Disciplina detta regole (norme e indirizzi) per orientare e responsabilizzare gli enti, nell’immediato e per il futuro, nell’attuazione e nella individuazione di nuove previsioni degli strumenti di governo del territorio sulla base del concetto di gestione del rischio di alluvioni.

Il piano in sintesi

L’Europa e le alluvioni

Con la direttiva 2000/60/CE, l’Europa compie la scelta innovativa di affrontare e trattare il governo della risorsa idrica nella propria interezza, attraverso il superamento della storica tripartizione che ha caratterizzato da sempre questo settore (da un lato la tutela delle acque, dall’altro la difesa dalle acque e quindi dalle alluvioni, infine la gestione della risorsa idrica), al fine di ricondurlo ad un’unica cornice normativa e pianificatoria di riferimento: la gestione deve essere svolta alla scala del bacino idrografico e/o del distretto idrografico (inteso come raggruppamento di più bacini); tale gestione deve far capo ad un soggetto unico competente e deve attuarsi attraverso un nuovo strumento di pianificazione rappresentato appunto dai Piani di gestione.

La scelta di agire sulla base di una visione unitaria è sottolineata anche nel considerando 17 della direttiva alluvioni, nel quale si esplicita chiaramente che l’elaborazione dei Piani di gestione previsti dalle due direttive costituisce il fulcro della gestione integrata dei bacini idrografici. Non a caso anche i processi di formazione dei due *masterplan* devono essere condotti “in modo tale da sfruttare le reciproche potenzialità di sinergie e benefici comuni”.

La direttiva 2007/60/CE – che ha come scopo precipuo ed espressamente codificato quello di “istituire un quadro per la valutazione e la gestione dei rischi di alluvioni volto a ridurre le conseguenze negative per la salute umana, l’ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche connesse con le alluvioni all’interno della Comunità” – integra dunque la direttiva acque (cd. “extending the scope”) affrontando nello specifico il tema della mitigazione degli effetti delle inondazioni, che nel 2000 era unicamente richiamato tra le finalità generali, in una logica di gestione integrata del bacino idrografico.

Tale direttiva parte dall’assunto che “le alluvioni sono fenomeni naturali impossibili da prevenire (...); possono provocare vittime, danni all’ambiente, compromettere gravemente lo sviluppo economico e mettere in pericolo le attività economiche di un territorio; ridurre i rischi di conseguenze negative derivanti dalle alluvioni (...) è possibile e auspicabile ma, per essere efficaci, le misure per ridurre tali rischi dovrebbero, per quanto possibile, essere coordinate a livello di bacino idrografico”.

Sulla base di ciò, per evitare e ridurre gli impatti negativi delle alluvioni, la direttiva 2007/60/CE richiama l’opportunità di predisporre Piani di gestione del rischio di alluvioni che dovrebbero tener conto delle specifiche caratteristiche delle zone da essi coperte e proporre soluzioni mirate in base alle esigenze e priorità delle medesime, garantendo sempre il coordinamento appropriato all’interno dei distretti idrografici. In particolare la direttiva all’art. 7 stabilisce che “gli Stati membri provvedono a ultimare e pubblicare i piani di gestione del rischio di alluvioni entro il 22 dicembre 2015” e dettaglia in apposito allegato gli elementi fondamentali che devono figurare nei primi Piani di gestione e nei successivi aggiornamenti, individuando agli articoli 4, 5 e 6 gli step pianificatori preliminari e intermedi – riconducibili essenzialmente alla valutazione preliminare del rischio di alluvioni e all’elaborazione delle mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni – funzionali alla costruzione di una solida base conoscitiva necessaria per definire priorità e obiettivi appropriati per la gestione dei rischi di alluvione e conseguentemente per adottare e supportare tutte le decisioni di carattere tecnico, finanziario e politico contenute nel PGRA e nei correlati strumenti programmatori e attuativi riguardo alla gestione di tale rischio.

I concetti chiave della direttiva comunitaria sono essenzialmente tre: valutazione, rischio e gestione. Per sapere ciò che occorre fare in termini di infrastrutture per mitigare il rischio di alluvione durante la fase di evento è indispensabile avere un quadro conoscitivo solido, puntuale e aggiornato della pericolosità. Senza la conoscenza non si può pianificare bene e gestire efficacemente. Questo è in sostanza tutto ciò che sta dentro il termine “valutazione”.

Conoscere quanta popolazione è esposta a “rischio” di alluvioni e quanti beni (come scuole, ospedali, infrastrutture, attività) siano localizzati in aree pericolose significa disporre delle informazioni necessarie per pianificare le misure di prevenzione e protezione più idonee e per gestire l’evento qualora accada. Gestire il rischio significa anche quantificare i danni. Non sempre si può difendere tutto e sempre meno si hanno le risorse per fare le opere che rimuovono il rischio in assoluto. Anche qualora ciò fosse possibile, talvolta non basterebbe data l’imprevedibilità di alcuni eventi legati sempre più frequentemente alle conseguenze del cambiamento climatico in atto. “Gestire” significa in sostanza fare responsabilmente delle scelte che possono anche sacrificare qualcosa (mai qualcuno) ma farle sulla base della conoscenza e delle valutazioni di un’analisi costi-benefici.

I concetti sopra richiamati tracciano la nuova filosofia alla base del PGRA che è, appunto, quella della gestione del rischio: non tutto può essere difeso e non tutto, a volte, è opportuno e necessario difendere. Si deve però fare tutto quanto ragionevolmente e responsabilmente possibile per limitare i danni: questo è l’obiettivo del PGRA.

L'Italia e le alluvioni

In Italia le alluvioni non sono cosa nuova. L'Italia è infatti, tra gli Stati europei, quello con il numero più elevato di abitanti soggetti a rischio di alluvioni: circa 6 milioni di persone.

Il nuovo strumento di pianificazione di ispirazione comunitaria si inserisce dunque in una realtà, qual è quella italiana, in cui si è consolidato nel tempo un patrimonio di conoscenze e di leggi in materia di difesa del suolo, accompagnato da mappe e pianificazioni di dettaglio (in particolare i Piani di assetto idrogeologico - PAI) a cui si è univocamente fatto riferimento in questi decenni sia per l'individuazione degli interventi di mitigazione del rischio idrogeologico che per la pianificazione territoriale.

Anche se la nostra conoscenza e la nostra esperienza in materia è sicuramente maggiore di quella degli altri Stati Membri, la nostra risposta al problema in questi decenni non sempre è stata positiva ed efficace. Il Piano di gestione del rischio alluvioni (PGRA) ci offre pertanto l'opportunità di sviluppare nuovi concetti come quello della "gestione del rischio", correggere i nostri sbagli e le nostre incertezze, rivedere alcune regole oramai superate e semplificare il quadro delle competenze e delle procedure in materia.

Il bacino dell'Arno e le alluvioni

Nel bacino dell'Arno le alluvioni non sono mai mancate. Il '66 è ancora nella memoria di tutti i fiorentini e del mondo intero (nel 2016 ricorrerà tra l'altro proprio il cinquantennale dell'alluvione di Firenze), ma anche altri eventi, grandi e piccoli, nel susseguirsi degli anni hanno colpito, anche recentemente, porzioni più o meno vaste del nostro bacino. Il rischio di alluvioni si può gestire ma certamente non si può annullare in assoluto. La stessa direttiva 2007/60/CE ci ricorda che le alluvioni sono fenomeni naturali impossibili da prevenire.

Il PAI dell'Arno, approvato con d.p.c.m. 6 maggio 2005, è uno strumento pianificatorio attivo ormai da più di dieci anni. Individua la pericolosità idraulica del bacino, definendola in quattro classi che delimitano il territorio in base alla frequenza presunta delle alluvioni e al possibile livello delle acque che ci possiamo attendere. E' uno strumento costruito in parte mediante modellazione (la ricostruzione attraverso l'analisi statistica e di probabilità delle aree allagabili) e in parte attraverso dati storici e geomorfologici, è stato costantemente aggiornato dall'Autorità di bacino con il supporto dei Comuni attraverso una procedura semplificata e snella che prevedeva l'approvazione della nuova mappatura con decreto del Segretario generale. E' uno strumento che detta regole per la pianificazione urbanistica ed edilizia.

Tutti i PAI del territorio italiano evidenziano carenze e necessità di aggiornamento e la direttiva del 2007 ha offerto l'opportunità di rivedere, integrare e correggere i contenuti dei PAI, abbandonando ad esempio il criterio che gli stessi assumevano a fondamento della rimozione totale del rischio e della sicurezza idraulica ovunque. I PAI, inoltre, sono strumenti che trattano della pericolosità e solo in parte del rischio, che individuano quali sono i possibili eventi ma solo in alcuni casi li collegano agli interventi necessari per mitigarli, che dettano regole per l'urbanistica ma che non hanno alcun potere di controllo e di riscontro sul rispetto delle medesime. Infine i PAI non trattano della gestione degli eventi e degli effetti che questi possono avere sui beni esistenti e sulle vite umane.

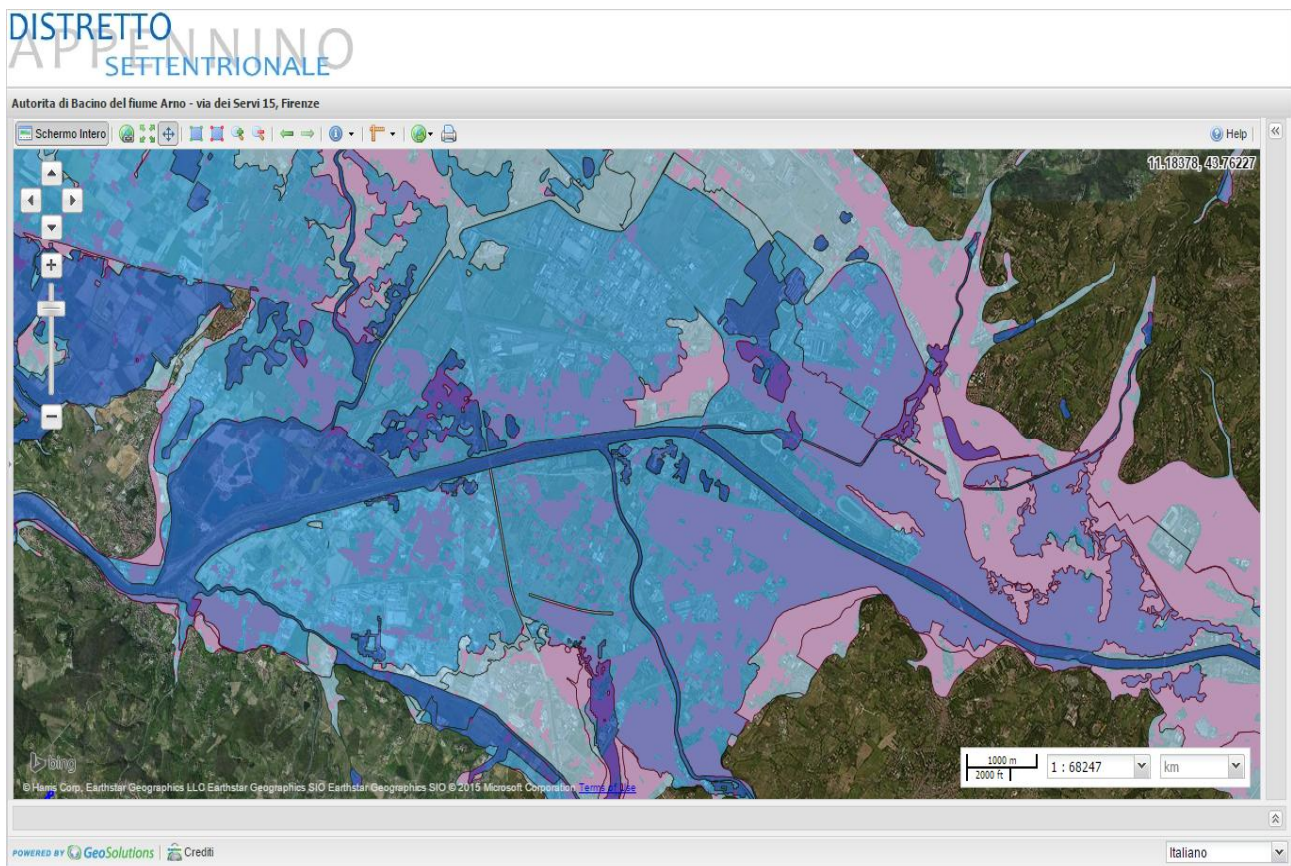
Con il PGRA sono state quindi aggiornate e riviste le mappe di pericolosità da alluvione fluviale alla luce delle nuove conoscenze in campo modellistico e della maggiore disponibilità di dati, e sono state introdotte nuove elaborazioni che cercano di individuare i pericoli connessi agli eventi intensi e concentrati, molto frequenti nel territorio italiano e strettamente correlati al cambiamento climatico in atto, oltreché i pericoli connessi alle alluvioni costiere.

Le mappe della pericolosità fluviale del PGRA dell'Arno nascono dall'esperienza maturata con il PAI e ne mantengono la coerenza e i fondamenti di origine. Sono tuttavia ancora più approfondite sia come dati di base (il miglior dettaglio del terreno è stato possibile grazie all'utilizzo del LIDAR, il sistema di rilievo del

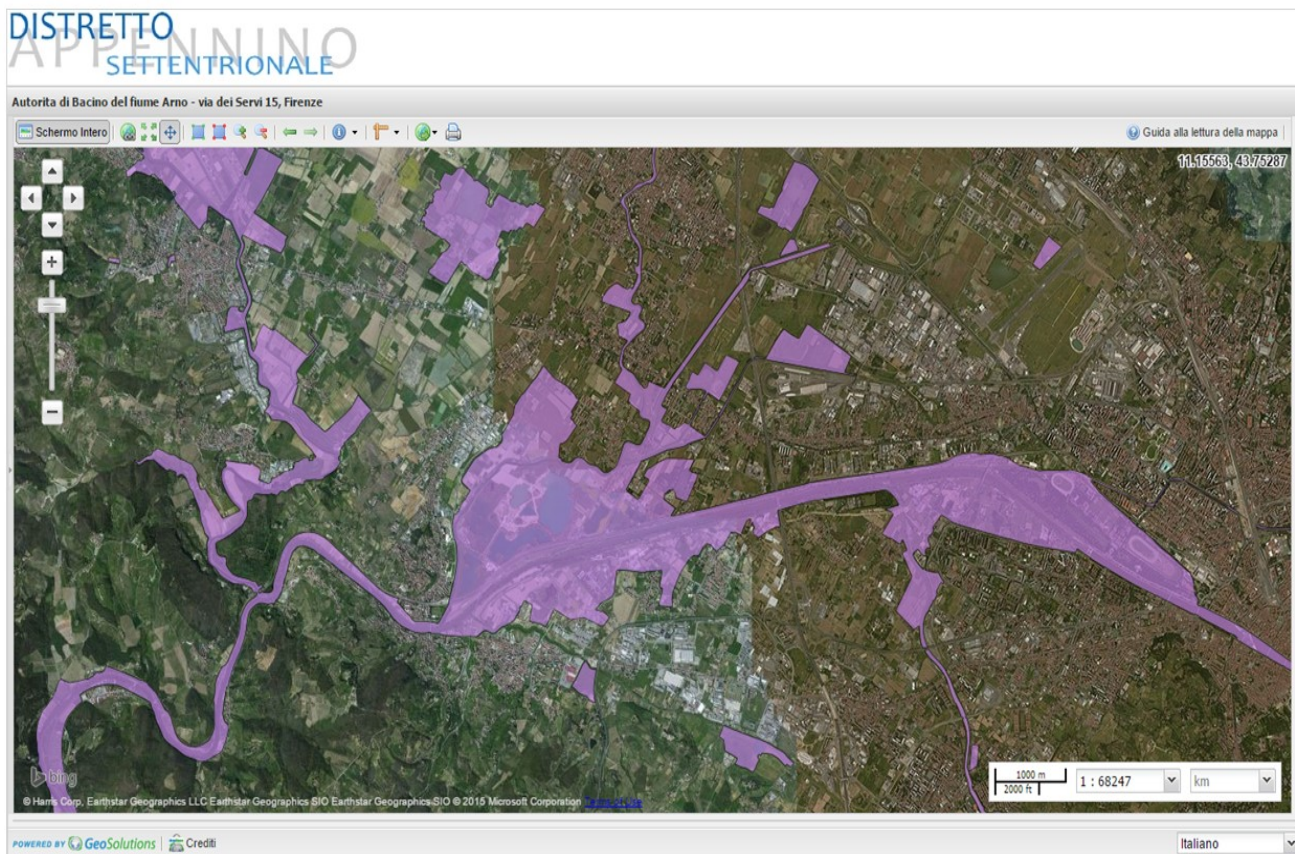
terreno che utilizza tecnologie di sorgenti laser, mentre sono state utilizzate sezioni topografiche aggiornate per sviluppare il dettaglio del reticolo idraulico) che come strumentazione di calcolo (modelli più recenti e strumenti più potenti).

Come sopra accennato nel PGRA è stata analizzata e definita non solo la pericolosità dovuta alle alluvioni di tipo fluviale, ma anche quella derivante da alluvioni costiere (attraverso il supporto degli studi redatti dalla Regione Toscana) e la pericolosità da alluvioni derivanti da eventi intensi e concentrati (*flash flood* e situazioni similari alle *pluvial flood*).

Le classi di pericolosità fluviale e costiera sono state inoltre aggiornate seguendo le indicazioni della direttiva alluvioni: la rappresentazione della pericolosità avviene nel PGRA attraverso tre classi in funzione della frequenza di accadimento dell'evento: la pericolosità elevata indica una maggiore frequenza di accadimento che è connessa con un tempo di ritorno dell'evento di alluvione compreso tra 1 e 30 anni.



La pericolosità da alluvione e la distribuzione di elementi a rischio



Per più della metà delle aree a pericolosità sono inoltre conosciuti i battenti presunti di allagamento. Le mappe del rischio sono organizzate sia per aree che per distribuzione di elementi a rischio e consentono di associare alla pericolosità idraulica il tipo di elemento esposto, permettendo l'immediata percezione del rischio a cui tale elemento è soggetto.

Le aree di contesto fluviale

Inoltre con il PGRA dell'Arno sono state introdotte, perimetrare e disciplinate le aree di contesto fluviale che rappresentano quelle porzioni di territorio limitrofe al corso d'acqua che ancora consentono una gestione naturale del sistema. Le aree di contesto fluviale del PGRA hanno una valenza importante ai fini degli obiettivi di piano anche se ad esse non sono legate particolari forme di tutela. Queste aree infatti non sono altro che le porzioni di fondovalle prossime al corso d'acqua principale, definite attraverso analisi sia di tipo geomorfologico, sia in termini di insediamenti antropici; di fatto, rappresentano quelle aree limitrofe al fiume ancora non occupate da attività umane. Sono aree su cui comunque ai sensi della nuova Disciplina di Piano si richiama l'attenzione delle amministrazioni invitandole a non occuparle ulteriormente, in quanto rappresentano un patrimonio da conservare sia per la mitigazione del rischio idraulico che per il mantenimento della naturalità e della biodiversità dei nostri fondovalle.

Quando si parla di mappatura della pericolosità è importante tener sempre presente che le aree a pericolosità da alluvione descritte nelle mappe del PGRA (come in quelle dei PAI) rappresentano un verosimile "rendering" di come l'alluvione si può sviluppare e può propagarsi nel territorio, per quanto suscettibile di potenziali errori dovuti a ciò che può succedere nella realtà. Innumerevoli casualità che possono accadere durante l'evento (piogge localizzate, cedimento delle strutture, ostruzioni, edificato non considerato, traffico veicolare e presenza di automezzi, impedimenti dovuti ai mezzi flottanti e molte altre ancora), delle quali è difficile tenere conto, concorrono in via sostanziale al modo di propagarsi delle acque esondate. Pertanto le mappe forniscono una indicazione delle potenziali aree allagabili, che sono naturalmente derivate con criteri modellistici e sulla base di un quadro conoscitivo rigoroso e costantemente aggiornato, ma che gioco forza non può comprendere le molteplici "casualità" da cui possono discendere gli ulteriori potenziali margini di errore.

Gli obiettivi e le misure del PGRA

La direttiva stabilisce che il Piano di gestione deve essere organizzato ai fini del raggiungimento di obiettivi che ogni Stato deve darsi in via preventiva. Nel distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale e, quindi, nel bacino dell'Arno sono stati individuati quattro obiettivi generali:

- la riduzione del rischio per la vita e la mitigazione dei danni ai sistemi a questa strategici (ospedali, scuole e strutture sanitarie);
- la riduzione del rischio per le aree protette e la mitigazione degli effetti negativi per lo stato ecologico dei corpi idrici;
- la riduzione del rischio per i beni culturali e la mitigazione dei possibili danni al sistema del paesaggio;
- la mitigazione dei danni al sistema produttivo, alle infrastrutture e alle proprietà.

Questi obiettivi, seguendo la Direttiva, sono stati declinati secondo le caratteristiche di ogni bacino. A tale scopo il bacino dell'Arno, in base ad una scelta condivisa a livello di coordinamento, è stato suddiviso in otto aree omogenee per comportamento idraulico e per presenza di attività antropiche e all'interno di queste sono state individuate le rispettive criticità.

Gli obiettivi individuati devono quindi essere perseguiti attraverso l'applicazione di misure che possono essere di quattro tipi: prevenzione, protezione, preparazione, risposta e ripristino.

Nello specifico si intende per:

- Prevenzione ⇒ Le regole con cui sono disciplinati il governo del territorio e la pianificazione urbanistica (politiche di uso del suolo, rilocalizzazioni, regolamentazione urbanistica, misure di adattamento). L'applicazione della nuova Disciplina di PGRA costituisce una delle principali misure di prevenzione del Piano;
- Protezione ⇒ Gli interventi strutturali, compresi quelli che hanno un effetto sul ripristino di condizioni di naturalità dei fiumi (opere di difesa idraulica fluviali o marine, casse di espansione, argini, etc.), di manutenzione, di sistemazioni idraulico-forestali e di recupero delle aree golenali;
- Preparazione ⇒ Misure che si attuano in fase di evento, o nelle immediate vicinanze, al fine di mitigare i possibili danni (ad esempio i sistemi di allerta meteo, i sistemi di laminazione e regolazione degli invasi, i piani di difesa locale e di evacuazione, l'informazione alla popolazione e formazione, le azioni e i piani di Protezione civile, etc.). Rientra a pieno titolo nel concetto di gestione del rischio: si persegue l'obiettivo di avere meno danni possibile al patrimonio esistente non solo con le regole e gli interventi ma anche con comportamenti efficaci durante l'evento. E molte volte proprio dall'aver studiato e definito i comportamenti e le azioni da svolgere durante gli eventi critici, otteniamo i migliori risultati in termini, ad esempio, di riduzione delle perdite di vite umane;
- Risposta e ripristino ⇒ Attività di ripristino delle condizioni pre-evento, supporto medico e psicologico, assistenza finanziaria e legale, rianalisi e revisione, ripristino ambientale, valorizzazione esperienze e conoscenze.

Le misure di preparazione esulano dai compiti dell'Autorità di bacino dell'Arno e sono di competenza specifica del sistema di Protezione civile nazionale e regionale. E' quindi il sistema di protezione civile che ha il compito di definire le misure di preparazione più opportune per perseguire il raggiungimento degli obiettivi sopra ricordati. Nel PGRA pertanto le misure di preparazione per ogni area omogenea sono

inserite nelle schede ma il loro dettaglio è trattato nella parte B del Piano, di competenza del Dipartimento nazionale di Protezione civile e delle Regioni Toscana e Umbria, allegato alla presente relazione.

Le "regole": dalle norme del PAI alle misure del PGRA

Il tema delle "regole" è, per l'intero territorio italiano e per l'Arno in particolare, strategico e molto delicato. Il PAI, con le sue norme, ha svolto una funzione importante in questi anni; ha regolato, di concerto con le leggi regionali, la pianificazione urbanistica ponendo la questione della pericolosità da alluvioni al centro del governo del territorio dei nostri fondovalle. Se oggi c'è una presa di coscienza da parte delle amministrazioni locali in merito agli eventi alluvionali, ciò si deve in buona parte al PAI. E' anche vero, tuttavia, che questo ha portato anche ad un appesantimento nella complessa macchina amministrativa che gira intorno ai temi idraulici. Le norme del PAI si sono affiancate a quelle delle Regioni, i pareri delle Autorità di bacino si sono aggiunti a quelli delle autorità idrauliche, sono stati previsti procedimenti diversificati in capo alle Autorità di bacino e agli uffici regionali del Genio Civile per la verifica e l'eventuale aggiornamento delle mappe della pericolosità e per l'individuazione degli interventi ammissibili nelle aree a pericolosità molto elevata ed elevata. Il cittadino si è, dunque, spesso trovato in difficoltà a comprendere questo intreccio e sovrapposizione di competenze e normative, spesso tra loro contrastanti e poco comprensibili. Gli stessi attori istituzionali, ad iniziare dall'Autorità di bacino e dalla Regione, hanno in più occasioni rimarcato e stigmatizzato questo intreccio di procedure e di competenze come uno dei principali problemi del settore della difesa del suolo.

Come sopra accennato il PGRA ha offerto l'opportunità di rivedere le norme del PAI, attualizzarle, renderle coerenti con l'evolversi dei tempi e, quindi, semplificare e rendere più snella la loro attuazione in rapporto con le altre regolamentazioni. Semplificare non vuol dire "deregolarizzare". Vuol dire invece stabilire con chiarezza "cosa si può e non si può fare e chi fa cosa", senza creare sovrapposizioni.

In questa logica, nella messa a punto della nuova Disciplina di Piano sono stati seguiti quattro concetti fondamentali:

- Definizione di quadro della pericolosità da alluvione condiviso e individuazione di criteri e modalità certe per il suo aggiornamento e sviluppo;
- Fissazione di indirizzi puntuali per la predisposizione degli strumenti urbanistici comunali con indicazioni di cosa è opportuno privilegiare e di cosa è possibile prevedere e non prevedere nelle aree a pericolosità, lasciando comunque agli enti territoriali il diritto e la responsabilità delle scelte urbanistiche finali;
- Definizione di norme rigorose tese ad evitare l'aumento del rischio per gli insediamenti esistenti e a far sì che, in ogni caso, le previsioni siano eventualmente realizzate in condizioni tali da conoscere e gestire il rischio idraulico;
- Individuazione delle competenze per ciò che riguarda l'aggiornamento del quadro conoscitivo del bacino, con la distinzione tra reticolo principale e secondario e la previsione di pareri da parte dell'AdB Arno solo per gli interventi del PGRA e del PGA e per le opere pubbliche più importanti quali ospedali, scuole ed infrastrutture primarie, senza più interferire sulle attività edilizie la cui competenza è demandata alla regolamentazione regionale e all'azione comunale.

In quest'ottica il ruolo dell'Autorità di bacino è in sostanza maggiormente orientato agli aspetti connessi all'aggiornamento del quadro conoscitivo e quindi al riesame e alle modifiche delle mappe di PGRA mentre dal punto di vista del governo del territorio, al di là dei casi sopra ricordati in cui l'Autorità di bacino mantiene una competenza diretta ad esprimere il parere nel procedimento autorizzativo di singoli interventi nelle aree a pericolosità, la Disciplina di Piano attraverso le norme e gli indirizzi di cui agli art. 7 e

seguenti (art. 7-13) consente agli enti locali di attuare, in piena autonomia e responsabilità, le scelte di governo ed uso del territorio.

La nuova Disciplina di PGRA persegue in definitiva finalità di semplificazione (da gennaio 2016 per il territorio del bacino Arno ci sarà una sola mappa della pericolosità e una sola normativa) e di snellimento delle procedure (è infatti previsto un solo parere dell'Autorità di bacino nell'ambito del procedimento autorizzativo dell'intervento) e al contempo presuppone e favorisce una maggiore chiarezza dei ruoli e delle responsabilità anche degli enti locali nelle politiche di gestione del territorio e una maggiore certezza nelle tempistiche procedurali.

Le misure di prevenzione del PGRA: la nuova filosofia della disciplina di piano

La misura di prevenzione principale del PGRA è l'applicazione della "disciplina di PGRA" (misura M21 A001) espressamente scritta in funzione del Piano di gestione e nella logica del pieno superamento della disciplina dei PAI. La disciplina di PGRA pone regole e indirizzi sia per gestire l'esistente che per pianificare le nuove realizzazioni in funzione del rischio idraulico. Il criterio principale su cui si fonda la nuova normativa è quello secondo cui nelle aree a pericolosità elevata e media, qualsiasi intervento può eventualmente essere realizzato in maniera tale da non provocare rischi per i beni esistenti e in condizioni tali da poter gestire il rischio a cui è soggetto. Questo vuol dire che:

- qualsiasi nuovo insediamento non deve portare pericolo agli altri, al fine di non peggiorare ulteriormente situazioni esistenti già complicate;
- chi va a pianificare nuovi insediamenti deve avere ben chiara la percezione del rischio a cui questi sono soggetti e deve attuare accorgimenti tali per poterlo "gestire".

Nella Disciplina di PGRA è quindi espressamente previsto che nelle aree a pericolosità "sono da consentire gli interventi che possano essere realizzati in condizioni di gestione del rischio idraulico, con riferimento agli obiettivi di Piano". Si parla appunto di "gestione" e non di "rimozione assoluta" del rischio e tale concetto viene anche definito all'art. 5 della stessa Disciplina: per "gestione del rischio idraulico si intendono le azioni volte a mitigare i danni conseguenti a fenomeni alluvionali. La gestione può essere attuata attraverso interventi tesi a ridurre la pericolosità e interventi tesi a ridurre la vulnerabilità degli elementi a rischio anche mediante azioni di difesa locale e piani di gestione dell'opera collegati alla pianificazione di protezione civile comunale e sovracomunale, rispettando le condizioni di funzionalità idraulica; in altri termini la gestione del rischio si attua attraverso azioni volte ad abbattere in maniera significativa gli effetti negativi - rispetto ad un evento di riferimento che può anche variare in funzione delle caratteristiche del corso d'acqua considerato - in particolare su vita umana, insediamenti ed attività, beni ambientali e culturali. Agli effetti del PGRA delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone di norma si considera come evento di riferimento quello connesso con un tempo di ritorno uguale a 200 anni. La gestione del rischio può essere perseguita, qualora ve ne siano i presupposti e le condizioni giuridiche, anche attraverso azioni tali da ripartire eventuali effetti negativi su aree in cui, a parità di pericolosità, si ha presenza di elementi a rischio di minor valore".

E' un cambio di filosofia e di impostazione assai notevole in quanto, teoricamente, è consentito anche mantenere un rischio residuo, alla condizione che questo sia conosciuto e ben percepito da tutti i soggetti, da gestire responsabilmente al momento dell'evento.

Fatto salvo pertanto questo assunto di partenza, la disciplina si sviluppa con norme ed indirizzi tesi a orientare e a valutare l'opportunità o meno di certe scelte di tipo urbanistico. Da qui ad esempio nascono le norme che vietano la previsione nelle aree a maggior pericolosità di nuove scuole ed ospedali, di sottopassi e volumi interrati e di impianti a rischio di incidente rilevante (art. 7 comma 3 della Disciplina di Piano). In sostanza: scuole e ospedali è bene che non si realizzino più in aree con pericolosità idraulica elevata, così

come quando si intende realizzare un sottopasso o un volume interrato abitabile occorre considerare bene che il maggior numero di vittime durante gli eventi alluvionali sono dovute proprio a causa di annegamenti in sotto-attraversamenti stradali e ferroviari allagati, o anche in scantinati e semi-interrati. Conoscendo il pericolo di allagamento e le sue caratteristiche possiamo, con consapevolezza e molta attenzione progettuale, realizzare anche nuovi insediamenti con caratteristiche tali da gestire il rischio, ma dobbiamo cercare di evitare il ripetersi di condizioni di rischio la cui gestione in fase di evento è problematica: i sottopassi e i volumi interrati abitabili sono proprio la fonte di principale preoccupazione durante un'alluvione.

Le norme e le direttive inserite nella misura M21 A001 "Disciplina di Piano" sono basate sull'analisi dei fatti accaduti negli ultimi anni, dei morti e dei danni che abbiamo subito, cercando di impedire il ripetersi di eventi dannosi. Tuttavia è poi sempre l'ente locale che decide, come è giusto che sia e come stabilisce la legge. Il Comune può fare le scelte di governo del territorio che ritiene più opportune ma in ogni caso dovrà garantire che le nuove realizzazioni non portino il rischio a persone, cose e beni ambientali e culturali e che siano in grado di gestire il proprio.

Le misure di protezione

Le misure di protezione previste dal PGRA sono sia gli "interventi" - ovvero le opere strutturali, le casse di espansione, le opere idrauliche in genere - che le "infrastrutture verdi" e cioè quelle azioni che hanno come scopo, oltre alla mitigazione del rischio, anche il recupero delle golene dei corsi d'acqua e il ripristino delle funzioni naturali del fiume, in un rapporto strettissimo con le finalità di tutela della risorsa idrica previste dalla direttiva acque.

Anche qui gli strumenti di pianificazione preesistenti, ad iniziare dal Piano di bacino stralcio per la riduzione del rischio idraulico (DPCM 5 novembre 1999), hanno permesso di non partire da zero, anzi. Molte sono le opere indicate nel Piano stralcio del 1999. Di quegli interventi alcuni sono stati realizzati, altri sono in via di realizzazione, altri ancora sono tutt'ora in corso di valutazione. Il PGRA anche in questo caso, ci ha offerto l'opportunità e l'occasione di rivedere le scelte fatte a suo tempo, affinarle, renderle coerenti con il nuovo quadro di pericolosità, eliminare gli interventi che non è possibile realizzare e mantenere quelli invece la cui fattibilità è confermata e la cui efficacia è reale. L'aver diviso il bacino in aree omogenee ha inoltre permesso di poter inquadrare con maggior esattezza le necessità in termini di misure di protezione sia a scala locale che a scala di bacino/sottobacino.

Le misure di protezione inserite nel PGRA rappresentano pertanto l'evoluzione degli interventi del Piano stralcio Rischio idraulico. Sono state ridefinite con maggior dettaglio le superfici dedicate alle opere, rendendole coerenti sia con le aree di progetto, laddove il progetto è in stato di avanzamento, sia con la topografia e morfologia reale dei terreni. Tali aree mantengono anche nel PGRA la destinazione prioritaria alla realizzazione di interventi di mitigazione del rischio.



Gli interventi del PGRA dell'Arno sono, infine, coerenti con quanto definito dal Piano Strategico Nazionale per la riduzione del rischio idrogeologico, previsto dalla legge 164/2014 (cosiddetto "Sblocca Italia"). In tale Piano sono comprese anche quelle opere di tipo integrato, finalizzate sia alla mitigazione del rischio, sia alla tutela e al recupero degli ecosistemi e della biodiversità: le cosiddette "infrastrutture verdi", di vitale importanza sia per le finalità della Direttiva alluvioni che per quelle della Direttiva acque.

Alle misure di protezione, ivi comprese le cd. infrastrutture verdi, la Disciplina di PGRA dedica ben tre articoli (art. 16-18) specificando all'art. 16 le caratteristiche delle misure di protezione, all'art. 17 i criteri che devono indirizzare la progettazione e realizzazione delle cd. misure di protezione integrata e codificando all'art. 18 la procedura di riesame delle mappe destinate alla realizzazione delle misure di protezione, con ciò creando un forte collegamento e un richiamo implicito alla procedura codificata alle norme 2 e 3 del Piano stralcio Rischio Idraulico che rappresenterà per il futuro la modalità ordinaria di modifica delle aree del PGRA destinate alla realizzazione delle misure di protezione

Allo scopo di rendere coerenti le misure del PGRA con il Piano Strategico Nazionale, per la prioritizzazione delle misure è stato utilizzato il metodo, elaborato da ISPRA per il Piano Nazionale ed approvato con DPCM 28 maggio 2015, con il quale vengono individuati i criteri e le modalità per stabilire le priorità di attribuzione delle risorse agli interventi di mitigazione del rischio. Il metodo, attraverso l'attribuzione di pesi a diversi indicatori - quali il numero di persone esposte, il numero di edifici a rischio, i servizi essenziali (scuole, ospedali, servizi di assistenza alle persone), le attività produttive, le *lifelines*, i beni culturali, le aree protette ed i beni ambientali – stabilisce il livello di importanza dell'opera di protezione e ne individua quindi la priorità. Avendo utilizzato per la prioritizzazione delle misure di PGRA lo stesso criterio con cui vengono attribuiti i finanziamenti secondo il Piano Nazionale Strategico, si è in tal modo garantita una coerenza piena tra le due programmazioni: la priorità di un intervento di piano è la stessa con cui l'intervento viene inserito nella programmazione nazionale per il suo finanziamento. In tale maniera viene evitata qualsiasi ambiguità di interpretazione.

[Ulteriori elementi a disposizione per una gestione integrata e partecipata delle problematiche: il programma di gestione dei sedimenti, la manutenzione e il contratto di fiume.](#)

La Disciplina di PGRA prevede infine una norma specifica (art. 20) sugli aspetti della dinamica fluviale e del trasporto solido, stabilendo che venga predisposto un programma di gestione dei sedimenti al fine di coniugare la prevenzione dal rischio idraulico con la tutela degli ecosistemi fluviali nell'ottica di gestione del rischio di alluvioni (tale disposizione anticipa nei fatti quanto contenuto nel Collegato Ambientale all'art. 51 comma 10 laddove si prevede con una modifica all'art. 117 del d.lgs. 152/2006 che "nell'ambito del Piano di gestione, le Autorità di bacino, in concorso con gli altri enti competenti, predispongono il programma di gestione dei sedimenti a livello di bacino idrografico, quale strumento conoscitivo, gestionale e di programmazione di interventi relativo all'assetto morfologico dei corridoi fluviali"); un'ulteriore norma sulle attività di manutenzione (art.21) che costituiscono un ulteriore specifica misura di protezione prevista dal PGRA nella consapevolezza che il raggiungimento degli obiettivi di gestione del rischio idraulico si raggiunge anche mantenendo il reticolo in buono stato idraulico e ambientale, garantendo la funzionalità delle opere idrauliche e dei sistemi arginali esistenti, mantenendo con particolare riguardo alle sponde, l'esistenza delle strutture ecosistemiche esistenti e la conservazione della biodiversità e consentendo nei corsi d'acqua naturali la creazione di spazi ed aree tampone; ed infine la codifica all'art. 22 di un importante strumento per la gestione partecipata del sistema fluviale, il contratto di fiume.

Il contratto di fiume, che verrà formalmente codificato nell'ordinamento giuridico italiano con l'art. 59 del Collegato Ambientale (che introduce l'art. 68-bis alla Parte III del d.lgs. 152/2006) è un patto o accordo tra diversi soggetti della comunità locale (Autorità di bacino, Comuni, Consorzi, Enti vari, Associazioni, imprese, cittadini, ...) che condividono l'obiettivo della riqualificazione del territorio fluviale dove operano e vivono e che si impegnano a realizzare, ciascuno con le proprie competenze, azioni che rispondono a molteplici

finalità e integrano i diversi settori (gestione del rischio idraulico, urbanistica, riqualificazione ambientale, educazione ambientale, valorizzazione del patrimonio locale, fruizione delle rive, miglioramento della qualità delle acque). Con il PGRA, attraverso le sue regole, è quindi possibile far partire in modo concreto nuovi tavoli di lavoro con enti, istituzioni, associazioni e cittadini finalizzati alla definizione e successiva sottoscrizione di Contratti di fiume, sfruttando tale forma di accordo, definita nel Collegato Ambientale quale strumento di attuazione del Piano di bacino distrettuale, per dettagliare e attuare la pianificazione di distretto a scale di maggior dettaglio, al fine di perseguire la tutela e corretta gestione delle risorse idriche e la valorizzazione del territorio e dell'ecosistema fluviale, unitamente alla salvaguardia dal rischio idraulico, contribuendo al contempo allo sviluppo locale delle aree intorno al fiume. Lavorare alla definizione di un Contratto di fiume significa, in definitiva, sperimentare su scala locale forme efficaci di collaborazione tra amministrazioni e tra queste e i cittadini, loro associazioni o categorie e responsabilizzare tutti alla cura del fiume. Questa è del resto la filosofia alla base delle direttive europee: non a caso la direttiva 2000/60/CE ricorda che le decisioni dovrebbero essere adottate al livello più vicino possibile ai luoghi di utilizzo effettivo o di degrado delle acque e la direttiva 2007/60/CE ricorda che gli obiettivi di gestione del rischio dovrebbero tener conto delle condizioni locali. Sulla base di quanto previsto all'art. 22 della Disciplina di Piano nel corso del 2016 si porterà a compimento il percorso "Verso il Contratto di fiume del tratto urbano di Firenze" avviato a marzo 2015 e già ampiamente condiviso – anche attraverso specifici incontri di partecipazione pubblica – con le amministrazioni territoriali e le principali associazioni che vivono la realtà del fiume nel tratto urbano di Firenze. Tale Accordo nasce dalla consapevolezza della necessità e al contempo dell'opportunità di coinvolgere e responsabilizzare il mondo, anche associazionistico, che ruota intorno al fiume nella cura di quest'ultimo (e in particolare nelle attività di manutenzione delle sue sponde) al fine del perseguimento degli obiettivi previsti dalle direttive europee in parallelo con gli altri molteplici obiettivi che possono riguardare il tratto urbano dell'Arno (da quelli più prettamente ricreativo sportivi, a quelli culturali, urbanistici e altro).

2. Conclusioni della valutazione preliminare del rischio di alluvioni.

La valutazione preliminare del rischio e il catasto degli eventi: le decisioni in merito alla valutazione preliminare alla scala nazionale, di distretto idrografico e di UoM Arno

L'art. 4 della direttiva 2007/60/CE prevede che "gli Stati Membri svolgono, per ciascun distretto idrografico o unità di gestione (...) una valutazione preliminare del rischio di alluvioni a norma del paragrafo 2 del presente articolo" e all'art. 13 stabilisce che "gli Stati Membri possono decidere di non svolgere la valutazione preliminare del rischio di cui all'art. 4 per i bacini idrografici, i sottobacini o le zone costiere se hanno: a) già effettuato una valutazione del rischio che li porta alla conclusione, prima del 22 dicembre 2010, che esista un potenziale rischio significativo di alluvioni o che si possa ritenere probabile che questo si generi (...), oppure b) deciso, prima del 22 dicembre 2010, di elaborare mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni e di stabilire piani di gestione del rischio di alluvioni conformemente alla pertinenti disposizioni della presente direttiva".

Con riferimento a questo primo adempimento della direttiva alluvioni, che risulta ulteriormente dettagliato nel d.lgs. 49/2010 (rispettivamente agli articoli 4 e 11), con nota prot. n. 5908 del 23 dicembre 2010 l'Autorità di bacino del fiume Arno ha comunicato formalmente al Ministero dell'Ambiente che non intendeva procedere a svolgere la valutazione prescritta dall'articolo 4 del decreto legislativo 49/2010, in quanto avrebbe direttamente predisposto le mappe della pericolosità e del rischio entro il mese di giugno 2013, nel rispetto delle tempistiche fissate dal d.lgs. 49/2010 e in linea con le scadenze di dicembre 2013 previste invece dalla direttiva. Al contempo la stessa Autorità, in qualità di ente con competenza di coordinamento per il distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale ha confermato in tale veste, anche a livello distrettuale, la decisione di andare a predisporre direttamente le mappe della pericolosità e del rischio avvalendosi della misura transitoria di cui all'articolo 11, comma 1, del citato d.lgs. 49/2010, comunicando appunto per conto di tutte le UoM del distretto che anche quest'ultime non avrebbero svolto la valutazione preliminare del rischio sulla base della decisione comune presa dal tavolo tecnico di coordinamento distrettuale.

La valutazione preliminare del rischio è la prima attività prevista dalla direttiva alluvioni e recepita nel decreto per la quale le Autorità di bacino distrettuali, eseguendo una valutazione appunto preliminare, individuano le zone ove possa sussistere un rischio potenziale significativo di alluvioni o si ritenga che questo si possa generare in futuro. Nella direttiva viene indicato che la valutazione troverà fondamento su analisi speditive, su dati registrati e su studi sugli sviluppi a lungo termine, con particolare riguardo alle conseguenze derivanti dai cambiamenti climatici sul verificarsi delle alluvioni e tenendo conto della pericolosità da alluvione. Tale valutazione, come disposto dalle norme, si dovrà pertanto esprimere almeno nelle seguenti attività:

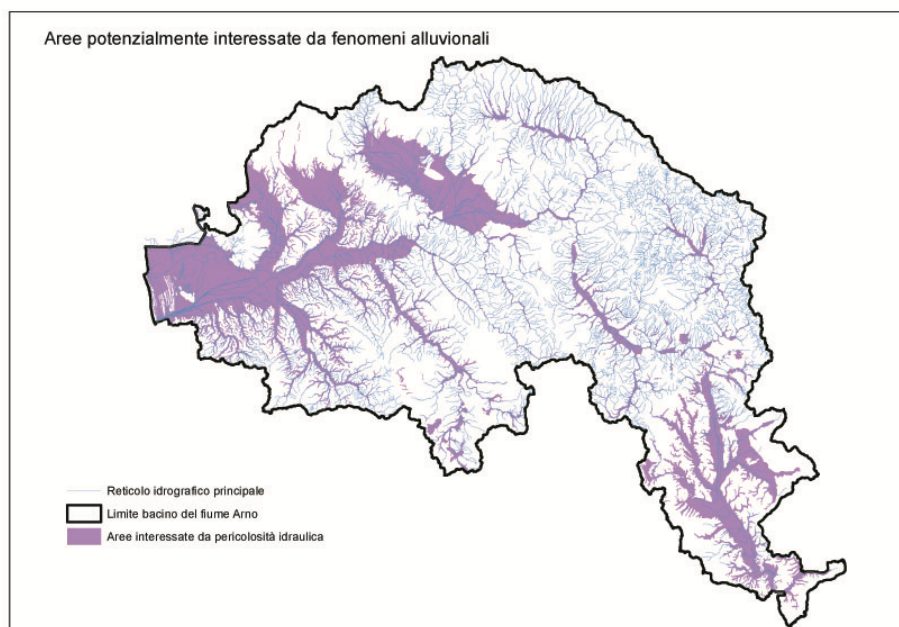
- a) cartografie tematiche del distretto idrografico in scala appropriata comprendenti i limiti amministrativi, i confini dei bacini idrografici, dei sottobacini e delle zone costiere, dalle quali risulti la topografia e l'uso del territorio;
- b) descrizione delle alluvioni avvenute in passato che hanno avuto notevoli conseguenze negative per la salute umana, il territorio, i beni, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e sociali e che, con elevata probabilità, possono ancora verificarsi in futuro in maniera simile, compresa l'estensione dell'area inondabile e, ove noti, le modalità di deflusso delle acque, gli effetti al suolo e una valutazione delle conseguenze negative che hanno avuto;
- c) descrizione delle alluvioni significative avvenute in passato che pur non avendo avuto notevoli conseguenze negative ne potrebbero avere in futuro;

d) valutazione delle potenziali conseguenze negative di future alluvioni per la salute umana, il territorio, i beni, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e sociali, tenendo conto di elementi quali la topografia, la localizzazione dei corpi idrici superficiali e le loro caratteristiche idrologiche e geomorfologiche generali, le aree di espansione naturale delle piene, l'efficacia delle infrastrutture artificiali esistenti per la difesa dalle alluvioni, la localizzazione delle aree popolate, di quelle ove esistono attività economiche e sociali e gli scenari a lungo termine, quali quelli socio-economici e ambientali, determinati anche dagli effetti dei cambiamenti climatici.

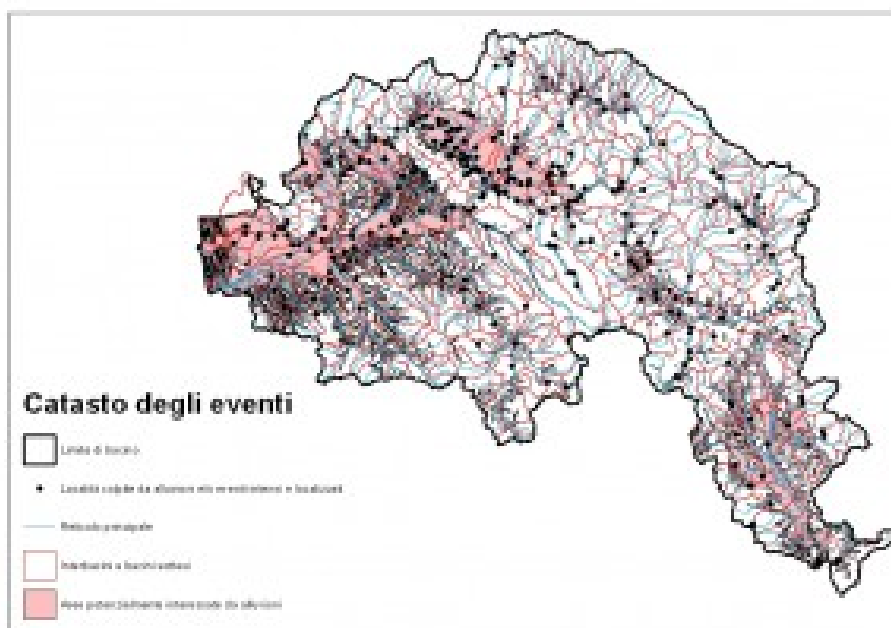
Visto il patrimonio sia tecnico che giuridico acquisito a livello nazionale acquisito con la predisposizione e l'operatività dei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI), è stata fatta la scelta, non solo per il bacino dell'Arno ma per tutti i bacini italiani, di non procedere ad una ulteriore valutazione preliminare, ma di andare direttamente alla elaborazione delle mappe di pericolosità e rischio, ritenendo che il quadro di riferimento dei Piani di Assetto Idrogeologici sia più che sufficiente per soddisfare quanto richiesto dall'articolo 4 della direttiva e del decreto.

Al di là del fatto che l'UoM Arno, parimenti alle altre CA italiane, abbia deciso di non svolgere la valutazione preliminare del rischio di alluvioni, avvalendosi della misura transitoria di cui all'articolo 11 del decreto legislativo 49/2010, l'individuazione delle zone a rischio potenziale di alluvioni, richiesta dall'articolo 5 del decreto (e articolo 5 direttiva), è comunque il punto di partenza e base delle successive attività previste e cioè della predisposizione delle mappe e dell'elaborazione del Piano di Gestione.

Oltre l'aspetto formale la valutazione preliminare del rischio e la conseguente individuazione delle zone a rischio potenziale significativo di alluvioni sono di fatto il prodotto di attività compiute sotto altro nome dalle Autorità di bacino sulla base delle disposizioni di legge già in vigore in Italia, come dettagliatamente relazionato all'interno del precedente paragrafo 1.3.



Già con l'adozione dei Piani straordinari di cui al decreto-legge 180/1998, l'indagine sui bacini svolta dalle Autorità fu indirizzata proprio a raccogliere dati relativi alle alluvioni che si erano verificate nel passato e ad identificare le aree che potenzialmente potevano essere oggetto in futuro del ripetersi di eventi alluvionali calamitosi. Tale ricognizione, per la quale oltre al censimento degli eventi del passato (a tale fine il riferimento comune alla scala nazionale è l'archivio realizzato dal Gruppo nazionale per la difesa dalle catastrofi idrogeologiche del Consiglio Nazionale delle Ricerche nell'ambito del Progetto AVI "Aree vulnerate italiane", ripreso, aggiornato ed in ulteriore fase di approfondimento sino ai giorni attuali da parte del Dipartimento della Protezione Civile) sono state anche realizzate specifiche indagini e studi, ha condotto alla delimitazione delle aree oggetto di rischio idrogeologico maggiore (oltre al rischio idraulico è stato considerato anche il rischio da frana).



In seguito nei primi anni duemila i bacini di cui ai piani straordinari sono stati quindi ulteriormente indagati ed analizzati fino a giungere alla emanazione dei Piani di assetto Idrogeologico che rappresentano, pertanto, alla scala nazionale, il quadro di riferimento aggiornato e coerente, relativo al possibile verificarsi di fenomeni alluvionali e da frana.

Conseguentemente a ciò le Autorità di bacino hanno fatto la scelta di procedere direttamente alla predisposizione delle mappe della pericolosità e del rischio consapevoli di possedere come base di partenza un quadro conoscitivo che, sin dallo stadio di Piano straordinario, conteneva già gli elementi richiesti da direttiva e decreto da cui procedere all'elaborazione delle mappe.

Con l'adozione dei Piani per l'Assetto idrogeologico la definizione del quadro conoscitivo arriva sicuramente ad un livello molto più elevato di quello richiesto per le valutazioni preliminari citate da direttiva e decreto; pertanto, a buon diritto, l'Autorità di bacino del fiume Arno, avendo adottato il proprio PAI nel 2005, può correttamente ritenerlo, al posto della valutazione preliminare richiesta dalla norma, lo strumento pianificatorio di base per la valutazione primaria dello stato di rischio su tutto il territorio e per la selezione delle aree per le quali redigere le mappe prima e il Piano di Gestione poi.

Sulla base di quanto richiesto dalla legge i contenuti della valutazione preliminare, in estrema sintesi, sarebbero già pressoché interamente ricompresi nei piani straordinari; i contenuti del Piano per l'Assetto

Idrogeologico (adottato già dal 2004) rappresentano sicuramente un insieme di dati di maggior completezza e di livello superiore rispetto a quanto richiesto.

In forza di ciò anche la predisposizione delle mappe della pericolosità ha preso le mosse dai dati già a disposizione dell'Autorità di bacino nel PAI. L'attività di elaborazione si è pertanto concretizzata in primo luogo nella riorganizzazione delle informazioni in possesso sulla base della nuova impostazione e dei nuovi criteri definiti con la direttiva ed assunti nel nostro ordinamento attraverso il decreto di recepimento. Inoltre è stato individuato un bacino pilota (il sottobacino dell'Ombrone Pistoiese) in cui sperimentare l'applicazione della direttiva e, nel contempo, aggiornare il PAI. Tale sperimentazione ha consentito di individuare i metodi tecnici più opportuni per soddisfare i requisiti di direttiva e decreto, mantenendo, nel periodo di predisposizione del PGRA, la coerenza con gli strumenti vigenti del PAI.

Inoltre, per quelle aree che anche alla luce di mutate situazioni al contorno (realizzazioni di opere di difesa, approfondimento del quadro delle conoscenze, modifica dei dati di base, etc.), sono state svolte ulteriori analisi al fine di aggiornare il quadro della pericolosità e del rischio.

[Il quadro di riferimento e il reticolo indagato in funzione della valutazione preliminare del rischio e del catasto degli eventi](#)

Il rischio idraulico nel bacino dell'Arno è questione che affonda le sue radici nel tempo. Si hanno testimonianze che documentano che dal 1177 Firenze, la città più importante del bacino insieme a Pisa, situata lungo le rive del fiume circa alla metà del suo corso, ha subito ben 56 piene con allagamento dell'area urbana; tra queste otto sono state particolarmente rovinose: 1333, 1547, 1557, 1589, 1740, 1758, 1844 e 1966. Ma anche in epoca romana ci sono indicazioni di alluvioni, di cui una particolarmente significativa devastò la città nel 500 dopo Cristo. Nell'alluvione del 1966, l'evento certamente più significativo in tempi moderni sia per dimensioni (volumi e portate in gioco) che per impatto mediatico, alla sezione di Firenze Uffizi è stata stimata una portata di circa 4000 mc/s a fronte di una capacità di smaltimento che al tempo era dell'ordine di 2500 mc/s. Ciò ha comportato l'esondazione solo nell'area urbana fiorentina di circa 70 milioni di metri cubi di acqua.

L'evidenza di fatti come quelli sopra brevemente riassunti, indicano in primo luogo come il bacino dell'Arno presenti caratteristiche idrografiche e geomorfologiche tali da trasformare con elevata efficienza gli apporti meteorici in piene anche devastanti. L'Arno presenta un bacino caratterizzato da terreni prevalentemente impermeabili e con un regime fortemente torrentizio. Le portate minime estive sono dell'ordine di 2/4 mc/s alla sezione di Firenze, e le piene negli eventi estremi arrivano, sempre a Firenze, anche a più di 4000 mc/s. A tutto questo si devono aggiungere gli effetti dovuti alle modificazioni operate dall'uomo che, in sostanza, si sono tradotte, specialmente a partire dal XIV secolo, in disboscamenti, modifiche dell'uso del suolo e delle pratiche agricole, opere di bonifica nelle aree palustri (Val di Chiana, area Ombrone-Bisenzio, basso valdarno), rettificazioni, inalveazioni, arginature e sottrazione di aree golenali. In particolare la copertura forestale e le rettificazioni degli alvei principali paiono legate alle più importanti alluvioni storiche. Già nel XVIII secolo i disboscamenti furono ritenuti la causa principale delle alluvioni del '500, tuttavia i tagli proseguirono con crescente intensità fino alla metà del '900. Le rettificazioni del corso principale dell'Arno e dei suoi affluenti, unite ad una fortissima azione di regimazione idraulica e bonifica, si sono espletate anch'esse fino alla metà del '900 con particolare intensità in Val di Chiana, nel Valdarno Superiore e nel tratto fiorentino. Tutto ciò, unito ad un evento di pioggia caratterizzato da un valore medio di 166 mm distribuito su tutto il bacino, ha fatto sì che si verificasse la disastrosa alluvione del 1966 in cui l'inadeguatezza delle opere idrauliche fu lampante, ed alla quale va aggiunta la totale assenza, al tempo, di opere di regimazione e di laminazione delle piene.

Con l'avvento del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico tutto il territorio italiano, sin dalla fine degli anni '90, è stato oggetto di una intensa e approfondita indagine volta ad inquadrare in maniera sufficientemente esaustiva le complesse problematiche idrauliche ed idrogeologiche nazionali. Anche il bacino dell'Arno

pertanto è stato oggetto di una intensa analisi che ha condotto prima alla realizzazione del piano straordinario (1999), in cui sono state identificate le aree a rischio idraulico più elevato, e poi alla definizione completa delle aree a pericolosità idraulica del PAI, definitivamente approvate nel 2005.

In effetti l'Autorità di bacino ha iniziato a studiare in maniera analitica i fenomeni alluvionali che interessano il sistema dell'Arno sin dai primi anni '90, allorché vennero identificati gli interventi ritenuti necessari per ridurre in maniera significativa il rischio di alluvione in tutto il bacino. Tali interventi sono indicati nel Piano Stralcio "rischio idraulico" che, a fronte di una complessa analisi modellistica tesa a ricostruire eventi significativi avvenuti nel passato, individuava le opere strategiche per impedire il ripetersi di alluvioni tipo quelle del 1966 e/o quelle del 1992. Il Piano Stralcio, emanato nel 1995 e definitivamente approvato con D.P.C.M. del 5 novembre 1999, centrava la sua analisi proprio sulla ricostruzione analitica di queste due tipologie di eventi:

- il 1966 inteso come un evento di tipo catastrofico, raro e con un tempo di ritorno compreso, a seconda della sezione considerata, tra circa 150 e 200 anni;
- il 1992 inteso come evento più frequente, con tempi di ritorno che, sempre in funzione delle sezioni considerate, oscillano intorno ai trenta anni e che va ad interessare principalmente il reticolo secondario dell'Arno e dei suoi affluenti.

L'obiettivo del piano stralcio era quello del massimo contenimento del rischio idraulico in termini di riduzione della frequenza che delle portate. Nel piano per tale obiettivo ne veniva ipotizzato il raggiungimento, nell'arco di 15 anni, mediante opere tese a:

- aumento della capacità di laminazione,
- aumento della capacità di invaso,
- aumento della capacità di smaltimento,
- miglioramento delle opere di difesa arginale,
- miglioramento della capacità di controllo e di intervento.

L'obiettivo complessivo è, come accennato sopra, il contenimento di eventi di piena significativi, quale quello del 1992 e quello, più importante, del 1966.

Per tale scopo si è fatto ricorso a modelli matematici in grado di simulare il comportamento idraulico in condizioni di moto non stazionario. In particolare è stato predisposto, già nel 1992, un modello idraulico unidimensionale alle differenze finite in grado di simulare la dinamica propagatoria della corrente. Contemporaneamente è stato sviluppato il modello idrologico afflussi-deflussi a parametri distribuiti, idoneo a ricostruire nelle varie sezioni l'onda di piena conseguente a determinati livelli di precipitazione, comunque distribuiti nel tempo e nello spazio nel bacino di afferenza.

Le conclusioni a cui giunge il piano stralcio sono estremamente importanti e, in una certa maniera, stabiliscono delle regole che condizionano di fatto anche le successive scelte del PAI e le azioni che l'AdB porrà in atto per perseguire l'obiettivo della riduzione del rischio idraulico. Infatti nel PAI, dove vengono indagate le aree potenzialmente allagabili e si definiscono con criteri storico-inventariali/geomorfologici e modellistici, le aree a pericolosità idraulica, l'AdB segue quanto già stabilito nel piano stralcio e ne riafferma la validità della strategia di intervento per la mitigazione del rischio nel bacino, confermandone le opere e le modalità. Anche nei successivi atti tesi ad individuare le azioni più opportune per giungere alla realizzazione delle opere (vedi ad esempio l'"Accordo di programma integrativo dell'APQ 18.05.1999", detto "Accodo 200 milioni" del 18 febbraio 2005) viene sempre riaffermata la validità della strategia di intervento del piano stralcio e delle opere lì indicate.

Si deve far presente che il piano stralcio "rischio idraulico" ed anche il PAI sviluppano i loro contenuti partendo dal presupposto, comunemente condiviso dalla comunità scientifica negli anni '90, che fosse

possibile arrivare se non al completo annullamento della pericolosità, almeno alla quasi totale eliminazione degli effetti dannosi. Con il proseguo delle ricerche questo convincimento è venuto meno sostanzialmente per i seguenti motivi:

- elevato costo delle opere da realizzare a fronte oltretutto di una disponibilità economica sempre più limitata negli anni;
- analisi costi/benefici in molti casi non favorevoli in quanto le opere, progettate al fine di contenere in alveo anche le piene eccezionali, andavano a proteggere anche aree non edificate e quindi con assenza di rischio;
- forte conflittualità con il territorio data il notevole sviluppo areale delle previsioni di intervento (casce di espansione).

In base a quanto sopra l'AdB ha cercato successivamente di modificare la strategia di intervento. Sono stati infatti individuati come prioritari alcuni interventi tesi a minimizzare gli effetti dannosi per particolari aree a rischio elevato, di fatto anticipando quanto in seguito proprio la direttiva "alluvioni" stabilisce come fondamento, ovvero la gestione degli eventi alluvionali, attraverso un percorso che va dall'individuazione della pericolosità e del rischio, alla identificazione degli obiettivi e delle azioni necessarie per mitigare gli effetti, ponendo al centro di tale analisi le valutazioni costi/benefici ed introducendo concetti importanti come il rischio residuo e il rischio sostenibile.

La valutazione preliminare del rischio di alluvioni, pertanto, si inserisce in un quadro tecnico fortemente sviluppato ed approfondito. Considerato che tale analisi deve fornire una valutazione dei rischi potenziali, basandosi principalmente su dati registrati, su analisi speditive e su studi in merito agli sviluppi a lungo termine, tra cui, in particolare, le possibili conseguenze dovute ai cambiamenti climatici, il quadro di conoscenze maturato con il PAI e con il Piano stralcio Rischio idraulico ha consentito agevolmente di andare a definire le zone ove possa sussistere un rischio potenziale significativo di alluvioni o si ritenga che questo si possa generare in futuro. Tale valutazione preliminare corrisponde, almeno per le tipologie di alluvioni fluviali, sostanzialmente alla prima delle 3 fasi che il DPCM del 1998 indicava per pervenire alla definizione dei PAI e, quindi, delle misure e degli interventi volti alla mitigazione del rischio di alluvioni. Il DPCM del 1998 infatti prevedeva che si procedesse preliminarmente alla individuazione delle aree soggette a rischio idraulico, mediante l'utilizzo delle informazioni disponibili sullo stato del dissesto. Pertanto la "valutazione preliminare" è proprio il punto di origine da cui si sono sviluppati tutti gli ulteriori passaggi normativi e tecnici che hanno condotto all'adozione dei PAI.

Ciò conferma uno degli assunti di partenza secondo cui la trattazione delle problematiche inerenti le alluvioni fluviali è da tempo affrontata in Italia sia sotto l'aspetto giuridico che tecnico. Per il bacino dell'Arno la conoscenza di tali problematiche non è solo fondata su anni di analisi e studi, ma ha dato luogo ad atti concreti di legge sui quali sono impostate sia le attività di competenza dell'AdB, sia le azioni degli enti locali ricadenti nel bacino che devono attenersi appunto a tali leggi. La valutazione preliminare del rischio richiesta da direttiva e decreto trova di conseguenza soddisfazione nel percorso compiuto, nelle analisi tecniche e negli atti prodotti sino ad oggi, dove la conoscenza si basa non solo su valutazioni preliminari, ma su strumenti di analisi approfonditi e di dettaglio che hanno condotto ad un prodotto, il PAI, che anticipa, seppur con altri requisiti, le mappe di pericolosità della direttiva.

In base a tali presupposti quindi, come già indicato in precedenza, è stata fatta la scelta, non solo per il bacino dell'Arno ma per tutti i bacini italiani, di non procedere ad una ulteriore valutazione preliminare, ma di andare direttamente alla elaborazione delle mappe di pericolosità e rischio, ritenendo che il quadro di riferimento del PAI sia più che sufficiente per soddisfare quanto richiesto dall'articolo 4 della direttiva e del decreto. Inoltre questa AdB, proprio allo scopo di includere anche quegli aspetti che trovano solo in parte trattazione negli elaborati del PAI e che possono contribuire a fornire un più approfondito quadro della pericolosità nel bacino dell'Arno, ha sviluppato ulteriori indagini su alcuni temi specifici, quali ad esempio la

propensione al verificarsi delle *flash floods*, che hanno allargato la visione di partenza, preliminare, appunto, del PAI.

La direttiva e il decreto di recepimento richiedono che la valutazione preliminare del rischio sia basata anche su l'analisi delle alluvioni accadute nel passato. Questa analisi, oltre ad essere uno dei fondamenti su cui si basa la realizzazione del PAI dell'Arno per le aree non oggetto di modellazione, nell'ambito del lavoro svolto per la redazione delle mappe di pericolosità e rischio è stata ulteriormente sviluppato in collaborazione con il Dipartimento di Protezione Civile nazionale. Infatti, partendo dall'archivio realizzato dal Gruppo nazionale per la difesa delle catastrofi idrogeologiche del Consiglio Nazionale delle Ricerche (GNDCI-CNR), nell'ambito del progetto Aree Vulnerate Italiane (AVI), il Dipartimento ha compiuto una capillare azione di ricognizione censendo e catalogando gli eventi avvenuti con aggiornamento sino al gennaio 2012. L'attività del Dipartimento in merito al catasto degli eventi è stata sancita in seguito all'accordo in tal senso con il Ministero dell'Ambiente.

L'attività del Dipartimento, svolta in collaborazione con l'Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica (IRPI) del CNR, ha preso spunto dalle ricerche condotte dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), e raccoglie, organizza e analizza informazioni sull'impatto che gli eventi di frana e d'inondazione hanno sulla popolazione. Le informazioni sugli eventi di frana e di inondazione storici con danni alla popolazione sono state raccolte attraverso l'analisi di una importante quantità di fonti storiche e d'archivio. Per mantenere aggiornato il catalogo sono esaminate anche numerose fonti di cronaca. Il catalogo storico copre il periodo fra il 68 d.C. e il 2014, e contiene informazioni relative, per tutta Italia, a circa 3000 eventi d'inondazione in più di 2000 località.

Per quanto riguarda la porzione ricadente nel bacino dell'Arno, il database comprende le varie località colpite. Sono state apportate da questa AdB alcune ulteriori elaborazioni al fine di relazionare in maniera corretta più località colpite dallo stesso evento o l'inverso. Le informazioni sono di tipo vettoriale e rappresentano le località colpite. A questo link è possibile accedere al catasto degli eventi:

<http://mydewetra.cimafoundation.org>

Il reticolo di riferimento, i corpi idrici e le aree di indagine

Considerando che le tipologie di alluvioni presenti nel bacino dell'Arno, come già accennato in precedenza, sono quelle fluviali, quelle costiere e gli eventi intensi e concentrati tipo flash flood, in base a quanto stabilito con la valutazione preliminare, il reticolo di riferimento da cui ha preso spunto la mappatura delle aree corrisponde con quello definito nel PAI per quanto riguarda le alluvioni fluviali, all'intero tratto di costa attribuito all'Arno per quelle marine e all'intero bacino per quanto concerne gli eventi intensi e concentrati (*flash floods*).

Per le alluvioni fluviali, le modalità di analisi, come successivamente spiegato in dettaglio, hanno condotto alla perimetrazione di aree allagabili distinte in base a:

- criterio di tipo modellistico (asta principale dell'Arno e suoi affluenti);
- criterio di tipo storico-inventariale e geomorfologico (aree afferenti al reticolo minore e/o porzioni di aste in cui l'applicazione del criterio modellistico non era possibile in funzione della morfometria fluviale e/o della carenza di informazioni di base).

Le aree allagabili suddette sono pertanto coerenti con quelle del PAI dell'Arno. Differiscono naturalmente nelle modalità di rappresentazione in quanto il PAI prevede una pericolosità secondo quattro diverse classi, mentre la direttiva "alluvioni" richiede una rappresentazione in tre classi basata sulla frequenza di accadimento.

Un requisito fondamentale di cui si è tenuto in debito conto per la realizzazione del database geografico realizzato ai fini del quadro conoscitivo del PGRA, e quindi per la realizzazione delle mappe, è quello di mantenere la coerenza tra direttiva "acque" e direttiva "alluvioni". Tale coerenza non può essere solo di tipo giuridico-amministrativo, ma anche di tipo tecnico, non ultimo proprio per l'organizzazione e la rappresentazione dei dati. In tale ottica abbiamo sviluppato una modalità di organizzazione dei dati che mantenesse la coerenza tra il reticolo di riferimento e i corpi idrici 2000/60.

Come noto, l'elemento strategico fondamentale, alla base di tutto l'impianto definito dalla direttiva "acque", è rappresentato dal corpo idrico. Questo elemento è, in sintesi, il tratto elementare minimo, con caratteristiche omogenee, su cui valutare le pressioni, stabilire gli impatti, definire lo stato di qualità chimica, ecologica ed ambientale, inquadrare gli obiettivi, delineare gli interventi e monitorarne l'efficacia. Rappresenta l'elemento su cui è concentrata tutta l'azione pianificatoria e programmatica per far sì che sia raggiunto, mantenuto o migliorato lo stato di qualità buono.

I corpi idrici sono tratti di reticolo idrografico, laghi, ma anche tratti di costa ed acque di transizione, definiti mediante una metodologia assai complessa, che presentano una loro realtà geografica e vengono rappresentati cartograficamente da linee, punti e poligoni definiti, con attributi e metadati rigorosi. La restituzione dei dati di ogni singolo corpo idrico o di un insieme di corpi idrici appartenenti ad un bacino o ad un insieme di bacini deve essere fatta con modelli e metodiche di restituzione cartografica digitale espressamente definiti secondo i criteri dettati dal sistema WISE (*Water Information System for Europe*).

Essendo nella visione europea la direttiva "alluvioni" emanazione diretta della direttiva "acque" – per le quali viene infatti concepito un allineamento temporale negli adempimenti, definendo la coincidenza di scadenze temporali tra il primo aggiornamento del Piano di Gestione delle Acque e la prima emanazione del Piano di Gestione delle Alluvioni - è evidente allo stato dei fatti un vicendevole scambio di azioni causa-effetto circa le problematiche rischio idraulico e qualità della risorsa riconducibili al medesimo corpo idrico.

Le azioni che si esplicano nel ciclo delle acque (magre, morbide, piene) e nel loro utilizzo, sono contestualizzate (individuare) alla scala del bacino idrografico che è, appunto, lo spazio territoriale contenente l'insieme dei corpi idrici facenti parte del reticolo superficiale e delle acque sotterranee, così come definito nei principi della 2000/60/CE. Per costruire quindi una sinergia delle fasi di lavoro e per il continuo e proficuo scambio di informazioni e risultati tra le due direttive, la scelta è stata quella di individuare un "contenitore" comune in cui fosse possibile inserire e gestire tutto il quadro conoscitivo e la mole dei dati derivanti dai due impianti normativi, sotto l'aspetto quantitativo e qualitativo, cartografico e modellistico, statistico e di restituzione dati.

Risulta chiaro, in prima istanza, che la primaria difficoltà nell'associare i dati di competenza delle due direttive è rappresentata dal fatto che mentre per la direttiva "acque" le problematiche qualitative della risorsa, discendenti da pressioni, qualità ed azioni, si collegano direttamente ad un corpo idrico, individuato come elemento lineare monodimensionale, la pericolosità idraulica ed il rischio di alluvioni - ex direttiva 2007/60 - sono connessi ad un'attività di propagazione delle acque sul territorio, tradotta in una mappatura, che non potrà che essere rappresentata da informazioni areali bidimensionali. Ulteriore specificità è data dal fatto che i corpi idrici individuati possono anche non essere, o essere solo in parte, espressione di rischio idraulico in quanto la possibile allagabilità di un'area può dipendere in genere da più corsi d'acqua e non solo dal corpo idrico in essa presente.

La soluzione individuata per superare le specificità appena illustrate è stata quella di associare numericamente e cartograficamente al corpo idrico un interbacino direttamente afferente al tratto (corpo idrico) considerato, oltre al sottobacino di monte. Tale operazione permette di associare al tratto in questione un'area a collegamento "diretto" in cui eventuali azioni esplicano un effetto direttamente correlato al corpo idrico, ed un'area di monte nella quale eventuali azioni o cause hanno effetti sullo stesso

corpo idrico. Questa soluzione permette di inquadrare tutte le problematiche e le informazioni inerenti alle due direttive in un medesimo "contenitore", di consentire elaborazioni modellistiche e restituzioni cartografiche con la stessa codifica e, di fatto, di attuare l'interconnessione e l'interoperabilità tra le due direttive, le cui informazioni risultano quindi gestite nel medesimo database geografico. Tutto ciò naturalmente osservando i requisiti WISE richiesti dalle direttive.

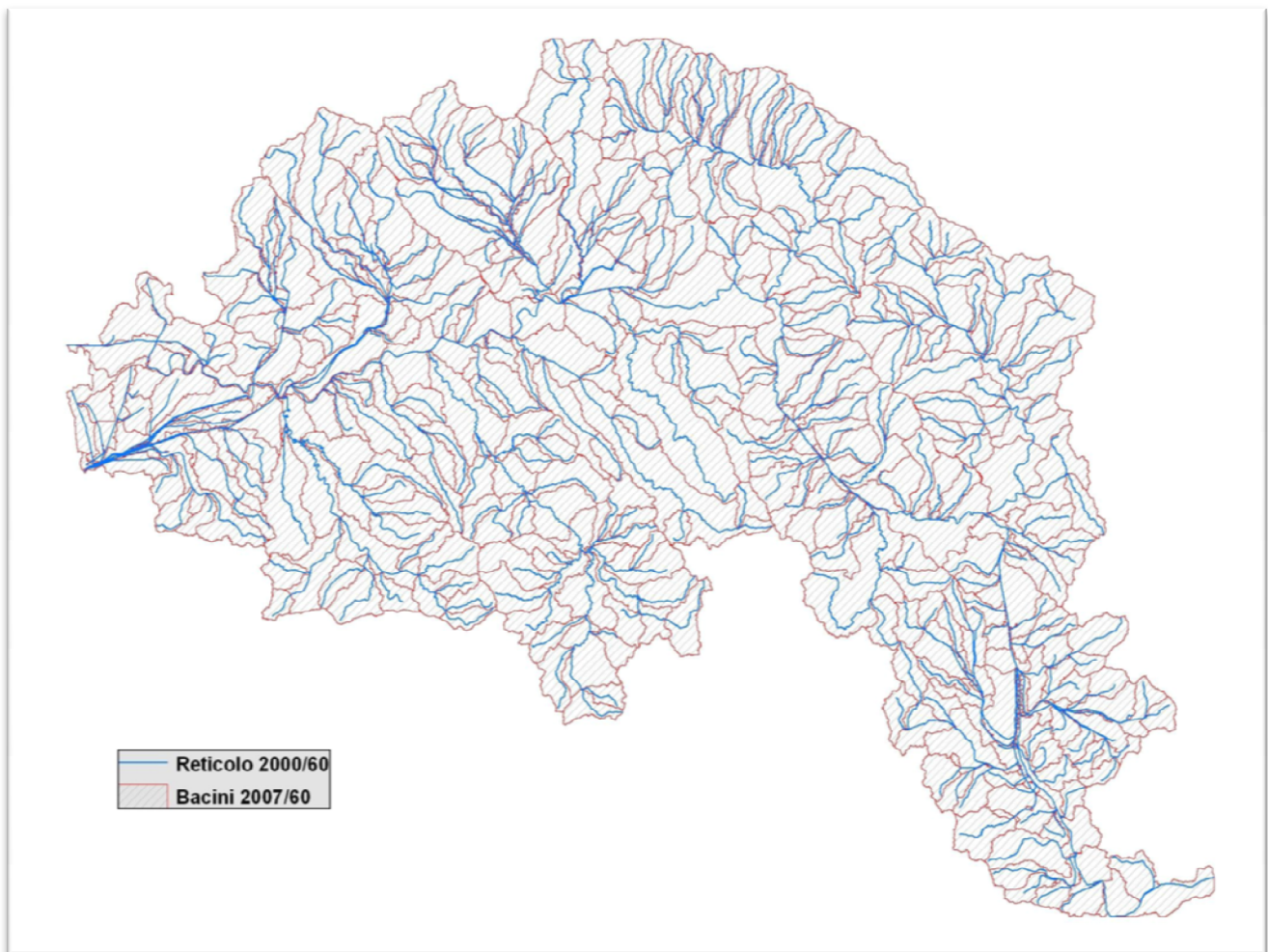
Come più volte ricordato la direttiva 2007/60/CE, al capo 5, prevede espressamente il coordinamento con la direttiva 2000/60. Pertanto viene fatto esplicito riferimento al fatto che le informazioni derivanti dagli strumenti operativi previsti dalle due direttive, devono essere coerenti tra loro e devono consentire il riesame congiunto dei risultati raggiunti, tenendo conto anche degli obiettivi ambientali assegnati ai corpi idrici ai sensi della 2000/60.

Appare pertanto molto utile che, una volta definiti pericolosità ed elementi a rischio nel territorio, sia possibile effettuare una stima dei risultati ottenuti anche a livello di corpo idrico di cui alla direttiva 2000/60. Ovviamente, visto che le elaborazioni previste dalla 2007/60 interesseranno anche ambiti fluviali non codificati come corpi idrici, è opportuno procedere alla definizione dei bacini sottesi a questi ultimi, in modo da riferire le varie elaborazioni su pericolosità e rischio idraulico a tali ambiti e creare una relazione diretta tra i due strumenti di pianificazione.

In particolare, con riferimento sia all'aggiornamento del Piano di Gestione delle Acque che alla predisposizione del Piano di gestione del rischio alluvioni, appare evidente come sia importante definire, per ogni corpo idrico, sia il bacino a drenaggio diretto, in modo da considerare gli effetti diretti dei vari fenomeni esaminati, che l'intero bacino a monte del suo punto di chiusura, in modo da poter effettuare stime cumulate dei parametri considerati.

Per individuare i bacini a drenaggio diretto è necessario disporre di un modello digitale del terreno ideologicamente corretto e coerente con il sistema fluviale di riferimento. Una volta trasformato il reticolo fluviale dei corpi idrici in formato *raster*, assegnando ad ognuno di essi un identificativo numerico, è sufficiente individuare automaticamente gli spartiacque (*watershed*) utilizzando tale reticolo come punti di scorrimento (*pour point*).

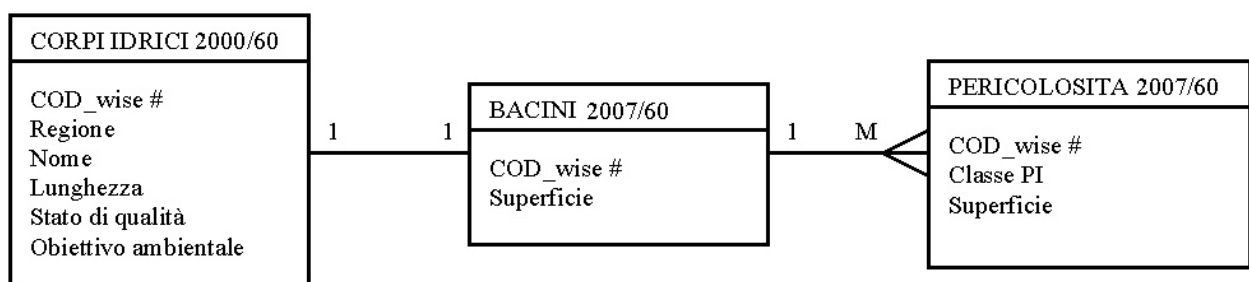
Per testare questa procedura e verificare la sua effettiva funzionalità per le finalità di raccordo tra le due direttive, sono stati innanzi tutto estratti i bacini a drenaggio diretto riferibili ai 344 corpi idrici della direttiva 2000/60 ricadenti nel bacino idrografico del fiume Arno. I bacini interessati da pericolosità idraulica risultano 188 su 344 totali.



Per mettere in relazione gli aspetti di pericolosità idraulica con quelli di qualità ambientale, aspetti a cui fanno riferimento le due direttive, è stato scelto di utilizzare un database relazionale di tipo spaziale.

E' possibile osservare che la relazione 1:1 tra corpi idrici 2000/60 e i bacini di riferimento 2007/60 da essi derivati, permette di avere un collegamento univoco tra le due direttive con possibilità di associare ad ogni corpo idrico le superfici delle aree a diverso grado di pericolosità idraulica previste dalla direttiva 2007/60, oltre a tutte le ulteriori elaborazioni su infrastrutture a rischio, popolazione residente, etc.

All'interno di questo DBMS sono stati inseriti gli strati informativi riguardanti corpi idrici, bacini a drenaggio diretto, pericolosità idraulica PAI e stato/obiettivi di qualità ambientale ai sensi della direttiva 2000/60. Tramite l'identificativo del corpo idrico, codificato secondo lo standard europeo, sono state quindi create le relazioni che ci consentono di effettuare richieste congiunte sulle diverse informazioni in riferimento al medesimo corpo idrico, come riportato nel seguente schema.



Corpi idrici 2000/60

COD_wise: CI_N0024R135fi2
 Regione: Toscana
 Nome: Fiume Sieve
 Lunghezza: 15,6 km
 Stato di qualità: buono
 Obiettivo ambientale: buono al 2015

Bacini 2007/60

COD_wise: CI_N0024R135fi2
 Superficie: 75,37 kmq

Pericolosità 2007/60

Superficie aree a pericolosità bassa **P1: 214 ha**
 Superficie aree a pericolosità media **P2: 279 ha**
 Superficie aree a pericolosità elevata **P3: 295 ha**

Oltre alla sua utilità come strumento di raccordo tra le due direttive europee, il processo di definizione dei bacini precedentemente illustrato, individuando un'entità areale di riferimento per ogni corpo idrico, permette anche di analizzare in modo più concreto e realistico tanto l'impatto dei vari elementi di rischio distribuiti sul territorio, che l'efficacia degli interventi. Ciò naturalmente sia per quanto riguarda gli aspetti di interesse della direttiva acque che quelli della direttiva alluvioni.

Il poter raffigurare i dati, i quadri conoscitivi, le pressioni e le azioni di piano, il monitoraggio e l'efficacia delle opere relative agli ambiti delle due direttive allo stesso corpo idrico e quindi allo stesso database geografico, consente pertanto la relazione diretta tra le attività di piano derivanti da 2007/60 e 2000/60, raggiungendo così la coerenza ed integrazione espressamente richieste. Sotto l'aspetto pratico ciò permette peraltro, come rilevato in precedenza, di redigere analisi statistiche adeguate e riferite ad ambiti geografici ben precisi (bacini a diretto di riferimento del corpo idrico, insieme dei bacini di monte, sottobacino, etc.) con valutazione di efficacia degli interventi esplicitamente mirata all'ambito di riferimento prescelto.

La procedura è stata prima sviluppata in un bacino pilota (fiume Ombrone Pistoiese, affluente di destra dell'Arno a valle di Firenze) e quindi applicata all'intero bacino dell'Arno.

Il "contenitore" database dell'Arno consente di gestire tutto il quadro conoscitivo e la mole dei dati derivanti dai due impianti normativi, sotto l'aspetto quantitativo e qualitativo, cartografico e modellistico, statistico e di restituzione dati. Questo approccio è stato presentato a Roma il 9 ottobre 2014 ("*WFD-FD: An Executive Information System to Support Integrated Planning and Management in a Web-based, Shared Environment*") è il titolo della presentazione svolta dall'Autorità di bacino del fiume Arno nell'occasione) durante il 16th Meeting of Working Group F on Floods dedicato al "*Linking Water Framework Directive and Floods Directive. Methodologies and tools to support better analysis and integration*" ed è stato valutato positivamente a livello europeo. Pertanto il medesimo potrà rappresentare in fase di aggiornamento e revisione del Piano l'approccio metodologico unitario da sviluppare a scala distrettuale in coerenza anche con i contenuti del *resource document "Links between the Floods Directive (FD 2007/60/EC) and Water Framework Directive (WFD 2000/60/EC)"* prodotto dal WGF sopra richiamato.

Il database geografico, l'organizzazione dei dati e la loro restituzione

L'obiettivo del PGRA è quello di comprendere le situazioni a rischio di alluvioni al fine di poterle affrontare e gestire. Per tale scopo è richiesta una serie di informazioni utile a costruire sia le mappe di pericolosità, che gli archivi degli elementi a rischio e quindi le aree e/o gli oggetti interessati dagli eventi. La direttiva e il decreto 49/2010 peraltro si presentano leggermente diversi nell'impostazione metodologica richiesta. Nella direttiva si parla di mappe della pericolosità costruite secondo tre scenari, confrontate con la distribuzione di elementi a rischio al fine di indicare le potenziali conseguenze per abitanti (esprese come numero), tipo di attività, impianti IPPC che possono provocare conseguenze negative per le aree protette, beni culturali. Il decreto di recepimento si differenzia dalla direttiva richiedendo invece esplicitamente la realizzazione di mappe del rischio costruite secondo "...le quattro classi di rischio di cui al decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri in data 29 settembre 1998..." (art. 6, comma 5 del D.Lgs. 49/2010).

L'impostazione della direttiva è stata confermata dalla fase di *testing* degli *schemas* per la redazione del reporting sulle mappe, svolta nel corso del 2012, a cui ha partecipato anche questa AdB su richiesta della Direzione Ambiente della Commissione Europea. Infatti nel compilare gli *schemas* si è fatto riferimento esclusivamente ai poligoni delle mappe di pericolosità; gli elementi a rischio sopra richiamati sono inseriti come indicazione di tipo qualitativo ma non è richiesta alcuna localizzazione di tipo geografico e/o una attribuzione di classe di rischio.

Il decreto 49/2010 invece richiede la definizione di mappe di rischio in quattro classi ed introduce anche altre categorie di elementi a rischio quali infrastrutture e strutture strategiche. Negli "Indirizzi operativi per l'attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione ed alla gestione dei rischi da alluvioni con riferimento alla predisposizione delle mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni", pubblicati sul sito del Ministero dell'Ambiente nell'aprile del 2012, questa impostazione viene confermata ed infatti si parla di mappe di rischio in quattro classi (viene proposta una matrice di rischio) e di sei macrocategorie di elementi a rischio ed ovvero: zone urbanizzate, strutture strategiche, infrastrutture strategiche principali, beni ambientali, storici e culturali, attività economiche e aree protette potenzialmente interessate.

Per rispondere in maniera adeguata sia alla direttiva che al decreto è stato quindi organizzato un apposito *database* geografico che consenta di poter estrarre, dagli archivi di elementi vettoriali in esso compresi, tutte le informazioni necessarie sia in termini di mappe che di dati puntuali.

Tutti dati vettoriali utilizzati per la definizione della pericolosità e del rischio idraulico, unitamente alle principali elaborazioni svolte, sono quindi archiviati nel *database* geografico in modo da ottimizzare i processi di analisi, estrazione e restituzione cartografica. Nello specifico i dati sono stati organizzati in una serie di *feature dataset* tematici (elementi a rischio, *flash floods*, pericolosità, rischio, macrocategorie) all'interno dei quali sono raccolti tutti gli strati vettoriali di riferimento per quello specifico argomento, oltre ad una serie di tabelle utili all'applicazione della matrice di rischio ed alla decodifica degli elementi considerati secondo le specifiche previste dalla direttiva 2007/60/CE e dal decreto legislativo 49/2010. I dati inerenti alla pericolosità derivano dal PAI, opportunamente elaborato al fine di rendere le informazioni coerenti con i requisiti di direttiva e decreto, mentre i dati inerenti gli elementi a rischio derivano da archivi ufficiali della Regione Toscana e della Regione Umbria. Le fonti dati da cui sono estratti gli elementi a rischio sono coerenti alla scala di bacino. Gli elementi a rischio sono stati raggruppati secondo le macrocategorie indicate dal Ministero dell'ambiente negli "Indirizzi operativi..." precedentemente citati e ad ogni elemento è stata associata la categoria di danno sempre desunta dagli indirizzi suddetti, pubblicati sul sito istituzionale del Ministero stesso. I dati sono tutti di tipo vettoriale e si riferiscono a punti, linee e poligoni a cui sono associati oggetti ed attributi.

I dati inseriti nel database geografico, con indicazione, nel caso in cui le informazioni sono state utilizzate solo parzialmente, degli elementi utilizzati sono i seguenti:

- Uso del suolo RT scala 1:10.000: uso del suolo in scala 1:10.000 con copertura regionale derivato da ortofoto AGEA 2010, strutturato secondo le classi CLC IV livello e incrementato con elementi derivati dalla CTR 10k;
- Censimento ISTAT 2001: sezioni censuarie ISTAT con censimento della popolazione al dicembre 2001;
- *Database* topografico RT: banca dati topografica integrata e multiscala originata a partire da CTR 2k e 10k e altri archivi geografici esistenti, aggiornati in funzione delle specifiche definite da Intesa GIS per i DB topografici (sono stati considerati i dati relativi a: linee elettriche, oleodotti, gasdotti, fognature, condotte acquedottistiche, condotte forzate, cimiteri, campeggi, aree di servizio stradale e ferroviario, centrali elettriche, stazioni/sottostazioni elettriche, depuratori, dighe, impianti sportivi, luoghi di culto, discariche/rottamai, sede di servizio socio-assistenziale, struttura ludico-ricreativa, struttura ospedaliera, struttura scolastica, altri impianti di trasporto);
- CTR (Carta Tecnica Regione Toscana) vettoriale scala 1:10000: riporta elementi vettoriali con definizione alla scala 1:10000 (sono stati utilizzati i dati relativi alle infrastrutture stradali - Autostrade, SGC, SS, SP, SC, SV - e ferroviarie);
- Presidi sanitari Regione Toscana: strato informativo elaborato dal servizio sanitario regionale con individuazione di distretti sanitari, ambulatori, ospedali ed altre strutture sanitarie di rilievo regionale;
- Aree soggette a vincolo archeologico, architettonico e paesaggistico (RT-MIBAC): database delle aree soggette a vincolo archeologico, architettonico e paesaggistico ai sensi della normativa vigente, elaborato dalla Direzione Regionale del MIBAC e Regione Toscana;
- Impianti potenzialmente pericolosi (SIRA): impianti industriali soggetti ad Autorizzazione Integrata Ambientale (DL 59/2005) di competenza nazionale e regionale estratti dal Sistema Informativo Regionale Ambientale (dati di tipo puntuale);
- Piano di Gestione delle Acque del Distretto dell'Appennino Settentrionale, 2009 (dati inerenti pozzi e sorgenti ricadenti nel bacino dell'Arno - acque destinate al consumo umano);
- Rete stradale e ferroviaria Regione Umbria (porzione di bacino interessata) estratta dal progetto DBPrior10k realizzato nell'ambito dell'Intesa Stato-Regioni-Enti locali sui sistemi informativi geografici (Intesa GIS), settembre 2003;
- dati PTCP Provincia di Perugia (porzione di bacino interessata) riferiti a strutture strategiche (ospedali e scuole);
- dati inerenti la pericolosità idraulica del PAI del bacino del fiume Arno, ivi comprese le elaborazioni compiute per l'intero bacino pilota dell'Ombrore pistoiese;
- dati inerenti gli eventi meteomarinari con tempo di ritorno cinquantennale riferito alla conformazione della linea di costa al 2005, effettuato dalla Regione Toscana nel 2007 nell'ambito del Piano Regionale di Gestione Integrata della Costa;
- elaborazioni compiute da questa AdB in merito alla analisi degli eventi meteorici intensi e localizzati (*flash floods*) e la probabilità di innesco di frane superficiali e colate;
- dati inerenti il "Catasto degli eventi" realizzato dal Dipartimento di Protezione Civile, svolta in collaborazione con l'Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica (IRPI) del CNR, consegnato a questa AdB in data 4 marzo 2013;
- dati inerenti il database dei tratti arginati classificati in 2°, 3° e 4° categoria fornito dal Dipartimento Politiche Territoriali e Ambientali della Regione Toscana e aggiornato dai Geni Civili competenti alla data del 01/06/2013.

E' opportuno far presente che le mappature di pericolosità e rischio sono state ricavate facendo riferimento esclusivamente alle fonti dati sopra citate e per gli elementi richiamati espressamente. Le fonti dati, come indicato in dettaglio nei capitoli successivi, sono state scelte in base alla coerenza alla scala di bacino e alla

completezza degli archivi. E' possibile che, facendo riferimento ad altre fonti dati o anche in base a successivi aggiornamenti rispetto alle date citate, alcuni elementi delle varie categorie non siano presenti nelle mappature. Si ritiene che la realizzazione di mappe di pericolosità e rischio sia un processo che non si esaurisce in un momento specifico, ma è suscettibile di continuo e costante aggiornamento in funzione sia di nuovi o diversi dati, sia di approfondimenti di scala. Pertanto le mappe rappresentate sono complete nei confronti degli elementi prelevati dalle fonti dati sopra considerate, ma non vogliono certamente essere esaustive. Sarà cura di questa AdB procedere, nelle fasi successive, all'aggiornamento del database geografico e delle elaborazioni ad esso legate.

Come indicato precedentemente, gli elementi considerati nel database geografico sono di tipo vettoriale e consentono pertanto la restituzione di mappe di tipo vettoriale e la produzione di file formato *shape*. Tuttavia, proprio in funzione di quanto sopra evidenziato ed ovvero che le mappe sono ricavate facendo riferimento esclusivo alle fonti dati utilizzate, la rappresentazione in forma vettoriale su una base topografica non corrispondente alle elaborazioni svolte, può generare la percezione di una informazione non corretta. Al fine di ovviare a tale inconveniente per ogni mappa prodotta nel PGRA (pericolosità fluviale, pericolosità costiera, pericolosità da *flash floods*, mappa del rischio, aree di contesto fluviale, mappa di distribuzione delle misure di protezione) negli allegati alla disciplina di piano (misura di prevenzione alla scala dell'intera UoM – vedi capitolo inerente le misure di piano) sono indicati i "Criteri di elaborazione, rappresentazione e interpretazione delle mappe di PGRA".

Le mappe di PGRA e la distribuzione degli elementi a rischio sono visibili attraverso il progetto *web-gis* dedicato

<http://dati.adbarno.it/mapstore/composer?locale=it&mapId=252&configId=175&config=ConfigComposerAdBx>.

Inoltre è stato predisposto un servizio WMS (*Web Map Service*) per la distribuzione dei dati. Infine per alcuni tematismi è prevista la distribuzione dei dati mediante pdf alla scala 1:10.000. Oltre alla visualizzazione tramite *web-gis*, il database geografico consente in ogni caso la produzione degli *shape* relativi ai poligoni contenuti nelle mappe elaborate, oltre ai metadati corrispondenti.

In osservanza alle più recenti norme (in riferimento in particolare al Codice dell'Amministrazione Digitale, decreto legislativo 7 marzo 2005, n. 82), oltre che per ottimizzare le procedure informatiche, l'approvazione degli strati informativi viene formalizzato tramite apposizione di firma digitale. Si tratta di un approccio sostanzialmente diverso da quanto effettuato fino ad ora, infatti in precedenza si è sempre proceduto ad una formale validazione della carta, digitale o materiale, e non dello strato informativo. Questa modalità tuttavia si ritiene che sia più corrispondente a quanto questa AdB deve produrre anche per la trasmissione dei dati nel sistema WISE attraverso il nodo nazionale SINTAI, per il quale infatti viene richiesta la trasmissione di dati, tabellari o geografici, e non di cartografie. Inoltre tale procedura è conforme a quanto richiesto dalla "Guidance for Reporting under the Floods Directive (2007/60/CE) – Guidance Document No. 29" per la predisposizione dei reporting in WISE (entro marzo 2016).

3. Mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni – Sintesi delle elaborazioni svolte al dicembre 2012 e delle integrazioni successive

Premessa

Le mappe di pericolosità e rischio sono state elaborate, così come da scadenza indicata nella direttiva, alla data del dicembre 2013. Successivamente a tale data, considerato che le mappe, con particolare riferimento a quella relativa alla pericolosità da alluvione fluviale, dovevano avere una stretta coerenza con quelle del PAI in quanto riferimento ai fini dell'applicazione delle normative italiane (norme di PAI, leggi e regolamenti regionali), queste sono state ulteriormente aggiornate. L'aggiornamento delle mappe a pericolosità da alluvione ha avuto, inoltre, un ulteriore passaggio in seguito alla fase di osservazione conseguente alla pubblicazione del "Progetto di Piano" avvenuta nel dicembre del 2014. Pertanto le mappe di PGRA sono aggiornate al dicembre 2015 (vedi successivo capitolo "Aggiornamento e l'integrazione del Progetto di Piano in seguito alla fase di osservazione e partecipazione pubblica").

Le mappe predisposte per il PGRA, oltre a quelle prodotte nel 2012, sono state successivamente integrate durante la predisposizione del progetto di piano, anche in seguito alle osservazioni pervenute, da ulteriori elaborazioni quali la mappa delle aree di contesto fluviale e la mappa della distribuzione degli interventi di protezione (opere di cui alle misure M31, M32, M33 e M34).

La tipologia degli eventi alluvionali considerati

Gli eventi che interessano il bacino dell'Arno appartengono sostanzialmente a tre diverse tipologie:

- alluvioni fluviali (*fluvial flooding*) che caratterizzano buona parte dei fondovalle alluvionali dell'asta principale e dei suoi affluenti;
- alluvioni costiere (*sea water*) che investono parzialmente la stretta striscia di costa afferente al bacino dell'Arno;
- alluvioni dovute ad eventi localizzati e di forte intensità (*flash floods*) che possono verificarsi, naturalmente con diverse caratteristiche, nell'intero reticolo considerato.

Localmente si possono saltuariamente verificare allagamenti dovute a piogge intense (*pluvial flooding*, in particolare nelle aree urbane), mentre non si hanno riscontri di allagamenti dovuti a risalita di acque sotterranee (*groundwater*).

Ai fini della definizione della pericolosità sono state considerate le prime due categorie. La propensione al verificarsi ad eventi tipo *flash floods* è stata indagata nell'intero bacino attraverso un metodo originale sviluppato dalla segreteria tecnica dell'AdB e messo a disposizione come quadro conoscitivo unitamente alla probabilità di innesco di fenomeni franosi di neoformazione (colate, *debris flow*, scivolamenti traslazionali, etc.). Nel successivo capitolo "L'analisi degli eventi meteorici intensi e localizzati" viene illustrata la metodologia utilizzata e i risultati conseguiti alla scala di bacino. Ai fini del PGRA, nella disciplina di piano (misura di prevenzione a scala di bacino M21 A001), sulla base della mappa della distribuzione degli eventi tipo *flash flood*, sono definite particolari direttive ai fini della loro gestione.

La definizione delle aree allagabili per eventi fluviali nel bacino dell'Arno è stata realizzata utilizzando le metodologie già collaudate nel PAI, ed ovvero il criterio storico-inventariale/geomorfológico e il criterio modellistico. Attraverso sia la verifica, che l'aggiornamento dei dati derivanti dal PAI e quindi l'ulteriore elaborazione di nuove aree (vedi ad esempio l'area dell'Ombrore pistoiese e l'area fiorentina), sono state ottenute le mappe di pericolosità secondo i requisiti richiesti.

Ai fini della pericolosità da alluvioni fluviali, i metodi di indagine richiamati non tengono conto dello stato delle eventuali strutture di difesa esistenti, con particolare riferimento alle strutture arginali. Come è ben noto, allo stato attuale delle conoscenze, è oltremodo problematico inserire in analisi di tipo modellistico-

idraulico parametri inerenti i possibili scenari di rottura di strutture in terra ed in muratura. Ciò è oltremodo difficoltoso se si procede alla determinazione delle possibili aree allagabili alla scala di bacini delle dimensioni dell'Arno o maggiori. Seguendo oltretutto le indicazioni del Ministero dell'Ambiente contenute negli "Indirizzi operativi per l'attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione ed alla gestione dei rischi da alluvioni con riferimento alla predisposizione delle mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni", pubblicate sul sito del Ministero nell'aprile del 2012, si è ritenuto opportuno non sviluppare tale problematica, che sarà in ogni caso oggetto di analisi nelle successive fasi di aggiornamento del PGRA. In ogni caso questa AdB ha ritenuto di dover sviluppare delle indagini specifiche per tale problematica che sono state descritte nella Relazione inerente le "Mappe della Pericolosità e del rischio di alluvioni" (dicembre 2013), a cui si rimanda per i dettagli.

In ogni caso, per tenere conto di tale problematica, nella disciplina di PGRA (misura M21 A001), sono definite particolari direttive per le aree sottese da sistemi arginali.

La pericolosità dovuta ad alluvioni fluviali

Questa Autorità ha scelto di procedere alla fase di realizzazione delle mappe, partendo dalla individuazione di un bacino pilota su cui applicare le metodologie individuate (sia di tipo modellistico ex-novo, che di trasposizione dei dati esistenti), e quindi, successivamente, estenderle all'intero bacino dell'Arno. Come bacino pilota, come indicato più volte, è stato individuato quello dell'Ombro Pistoiese.

Il fiume Ombro è un affluente in riva destra dell'Arno, nel quale si immette dopo l'area metropolitana di Firenze, subito a valle dell'abitato di Signa, e presenta un bacino idrografico di circa 490 kmq. L'Ombro nasce dal rilievo montuoso dell'Appennino Pistoiese e si sviluppa, con una ampia valle sostanzialmente pianeggiante, fino a raggiungere il tratto fiorentino dell'Arno. Il fondovalle si presenta densamente urbanizzato e con una dinamica idrologica ed idraulica assai complessa, derivante da un reticolo fortemente dipendente sia dalle vicende geologiche che dai fatti storici di cui è stato oggetto nei secoli. Al reticolo principale, importante per dimensioni ed importanza degli eventi di piena, si sovrappone e si inserisce un capillare sistema di cosiddette "acque basse", canali ed opere di bonifica, gore e derivazioni. La complessità idraulica del bacino e la forte pressione causata dalla rilevante espansione economica ed urbanistica presente in questo fondovalle ha reso particolarmente problematica l'omogenea ricostruzione degli scenari di rischio alluvionale nel bacino di tale affluente dell'Arno.

Cogliendo l'occasione fornita dalla direttiva è stato quindi sviluppato un percorso metodologico di approfondimento conoscitivo e di sperimentazione nel bacino in oggetto. In altre parole, l'occasione fornita dall'aver già impostato una revisione degli attuali strumenti di definizione della pericolosità idraulica in un importante sottobacino dell'Arno, ha dato modo di testare l'utilizzo dei metodi e delle conoscenze già in uso in rapporto al nuovo impianto normativo e tecnico definito in sede europea; ancora, ha dato la possibilità di poter ulteriormente verificare l'affidabilità dei modelli predisposti e di sviluppare nuove soluzioni progettuali che tengano conto di altri scenari (come il cambiamento climatico) o di ulteriori parametri di maggior dettaglio, quali la velocità e il trasporto solido.

Si è così definito un percorso di lavoro in cui l'aggiornamento della modellazione di pericolosità da alluvione fluviale nel bacino dell'Ombro ha rappresentato lo schema - il bacino pilota appunto - con il quale orientare la realizzazione delle mappe richieste dalla direttiva. Lo schema metodologico sviluppato per il bacino pilota nasce dalla fase di coordinamento e confronto che è stata sviluppata sia a livello distrettuale (con le Regioni e le Autorità di Bacino facenti parte del distretto dell'Appennino Settentrionale), sia con il coordinamento interdistrettuale con le altre Autorità di bacino nazionali responsabili del coordinamento negli altri distretti. In sintesi, attraverso il tavolo di coordinamento è stato stabilito che, alla scala del distretto dell'Appennino Settentrionale, la definizione della pericolosità ai sensi della direttiva sarebbe scaturita attraverso la valorizzazione e l'approfondimento del lavoro svolto per i PAI. Per ulteriori

approfondimenti in merito alle elaborazioni svolte nel bacino pilota si rimanda sempre alla Relazione inerente le "Mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni" (dicembre 2013).

E' opportuno ricordare ancora che, per il bacino dell'Arno, la pericolosità da alluvione fluviale individuata nel PAI è sempre stata in costante e continuo aggiornamento mediante sia gli approfondimenti che vengono svolti direttamente dall'AdB, sia attraverso il confronto con gli enti locali. Pertanto l'utilizzo delle mappe del PAI come base di partenza per definire la pericolosità ai sensi della direttiva è più che appropriato.

Poiché la direttiva richiede, per ciò che concerne la pericolosità, l'individuazione di tre scenari di riferimento (alta, media e bassa probabilità di inondazione), uno dei primi problemi affrontati è stato quello di individuare i possibili scenari senza perdere la coerenza tecnica con il PAI. Infatti il PAI dell'Arno prevede per la pericolosità quattro scenari di frequenza (30, 100, 200 e oltre 200 anni), a cui si sovrappongono indicazioni in merito al battente atteso (superiore od inferiore a 30 centimetri) per gli scenari più frequenti (30 e 100 anni di tempo di ritorno). La sperimentazione compiuta per il bacino dell'Ombrone, oltre ad aggiornare il PAI per l'area in questione come già detto, ci ha aiutato ad individuare gli scenari sui quali costruire le mappe per la direttiva e il decreto. Gli scenari prescelti, fisicamente più rispondenti alle caratteristiche del bacino, sono pertanto quelli relativi a:

- alluvioni frequenti (elevata probabilità di accadimento): tempo di ritorno fino a 30 anni;
- alluvioni poco frequenti (media probabilità di accadimento): tempo di ritorno compreso tra 30 e 200 anni;
- alluvioni rare (bassa probabilità di accadimento): tempo di ritorno superiore a 200 anni.

La mappa di pericolosità fluviale alla scala dell'intero bacino dell'Arno fa pertanto riferimento alle classi sopra riportate.

Metodologie utilizzate per la definizione della pericolosità da alluvione fluviale

Ai fini della individuazione delle aree a pericolosità sono stati utilizzati due metodi:

- modellazione idrologico-idraulica
- metodologie storico-inventariali e geomorfologiche

Il criterio modellistico è stato adottato per l'asta principale dell'Arno e per i suoi affluenti primari. Già nel 2005 la pericolosità di buona parte delle aree suddette era definita, attraverso i PAI, con tale criterio. Procedendo via via negli approfondimenti modellistici tale area è via via aumentata e, ad oggi, rappresenta più del 50% del totale delle aree allagabili individuate nel PGRA.

Per l'individuazione delle aree a pericolosità attraverso modellazione si è proceduto in tre diverse maniere:

- sperimentazione nel bacino pilota (Ombrone Pistoiese, circa 490 kmq) e definizione delle aree allagabili direttamente secondo i criteri della direttiva;
- verifica della correttezza delle perimetrazioni del PAI svolte con criterio modellistico nelle restanti porzioni del bacino ed adeguamento secondo le tre classi di pericolosità della direttiva;
- ulteriore approfondimento modellistico per le aree del bacino in cui è risultato necessario; da questo è scaturita la modellazione ex-novo e conseguente perimetrazione di tutto il tratto dell'Arno e dei suoi affluenti nella pianura fiorentina, la modellazione del torrente Greve, del fiume Sieve nel tratto a valle della diga di Bilancino, oltre ad ulteriori dettagli sempre modellistici in tratti più o meno importanti del reticolo principale del bacino.

Il metodo su cui si è basata la modellazione con la quale sono state realizzate le mappe, può essere sintetizzato attraverso le seguenti fasi.

1. individuazione e caratterizzazione dell'ambito fisico oggetto di studio (comprende i criteri per la definizione del reticolo idrografico oggetto di analisi, nonché la predisposizione del quadro conoscitivo necessario alle elaborazioni successive);
2. analisi idrologica (finalizzata alla determinazione degli eventi di piena, caratterizzati dall'andamento temporale della portata per assegnata frequenza per ciascuna sezione significativa del tronco fluviale considerato; la metodologia di valutazione degli idrogrammi di piena, omogenea per tutti i corsi d'acqua modellati, si basa essenzialmente sulla regionalizzazione delle portate di piena);
3. modellazione idraulica in alveo e nelle aree inondate (la determinazione per ciascuna sezione, dei livelli idrici associati agli eventi di piena definiti nella fase precedente nonché, in caso di insufficiente capacità di smaltimento, la stima dei volumi d'acqua tracimati);
4. perimetrazione delle aree inondabili (comprende le attività inerenti la delimitazione delle aree inondate in forma automatica).

Con il punto 1) sono stati definiti i corsi d'acqua oggetto di analisi e i bacini afferenti e sono stati acquisiti e valutati gli studi esistenti sulla perimetrazione delle aree a pericolosità e rischio idraulico disponibili. Sono stati quindi raccolti e valutati i dati, specialmente per quanto attiene al rilievo delle sezioni trasversali, e l'individuazione dei tronchi su quali è possibile procedere all'indagine numerica. Sono state quindi valutate le necessità di integrazione dei dati suddetti. Per l'individuazione dei tratti oggetto di modellazione si è prestato particolare attenzione alle zone di pianura, alle aree di irrigazione e bonifica. Si è quindi proceduto alla caratterizzazione geometrica dei tronchi di interesse mediante l'analisi e la validazione delle sezioni trasversali e l'attribuzione dei coefficienti di scabrezza.

Per quanto riguarda il punto 2) l'analisi idrologica, che consiste, per tutte le sezioni di interesse del reticolo idrografico considerato, nel generare gli idrogrammi di piena per assegnati tempi di ritorno, si è basata sul codice di calcolo ALTO (ALLuvioni in TOscana), sviluppato nel 1997 dall'Università di Firenze. Il modello si basa sulla trasformazione afflussi-deflussi ottenuta tramite la teoria dell'Idrogramma Istantaneo Unitario o IUH. I parametri dell'IUH possono essere determinati in base alle caratteristiche geomorfologiche del bacino (in particolare la struttura del reticolo idrografico ordinato) ottenendo un cosiddetto idrogramma unitario geomorfologico o GIUH. La forzante data dall'evento meteorico è schematizzata attraverso uno ietogramma sintetico la cui frequenza viene stimata a partire dalle curve di possibilità pluviometrica ricavate con l'adattamento della distribuzione TCEV. Il modello, come si è detto, è strutturato in modo tale da ricercare, per un dato tempo di ritorno, il valore critico della durata di pioggia che massimizza la portata di piena. Tutti i dati idrologici, idrometrici e territoriali raccolti ed elaborati sono stati archiviati in una base-dati su supporto informatico. In particolare, i dati pluviometrici si riferiscono alle precipitazioni massime annue con durata inferiore ad 1 ora; tra 1 e 24 ore, tra 1 e 5 giorni, le precipitazioni giornaliere, le precipitazioni ad alta risoluzione (serie disponibili ed eventi significativi utilizzati per le fasi di taratura del modello). Le principali elaborazioni relative alla pluviometria hanno riguardato: l'analisi per l'applicazione della distribuzione a doppia componente TCEV la stima delle curve di possibilità pluviometrica (annuali e stagionali) sia con distribuzione di Gumbel che mediante la TCEV regionale al primo livello per durate inferiori e superiori all'ora; l'analisi della distribuzione spazio-temporale delle precipitazioni in eventi reali e delle piogge giornaliere. Si sono quindi raccolte le portate massime annuali al colmo, registrate nelle 72 stazioni del Servizio Idrografico interne ed esterne alla Regione Toscana, per tutti gli anni disponibili. Inoltre per alcune stazioni di cui erano disponibili le precipitazioni ad alta risoluzione temporale sono stati acquisiti gli idrogrammi di portata significativi. Le principali elaborazioni relative all'idrometria hanno riguardato l'adattamento della distribuzione di Gumbel alle singole serie storiche di portata al colmo, l'adattamento della distribuzione TCEV al primo livello in sei zone del territorio regionale. Il reticolo idrografico digitalizzato alla scala 1:25.000 costituisce la base informativa della procedura di regionalizzazione che prevede, per ciascun asta del reticolo, la caratterizzazione del bacino a monte e la valutazione della portata

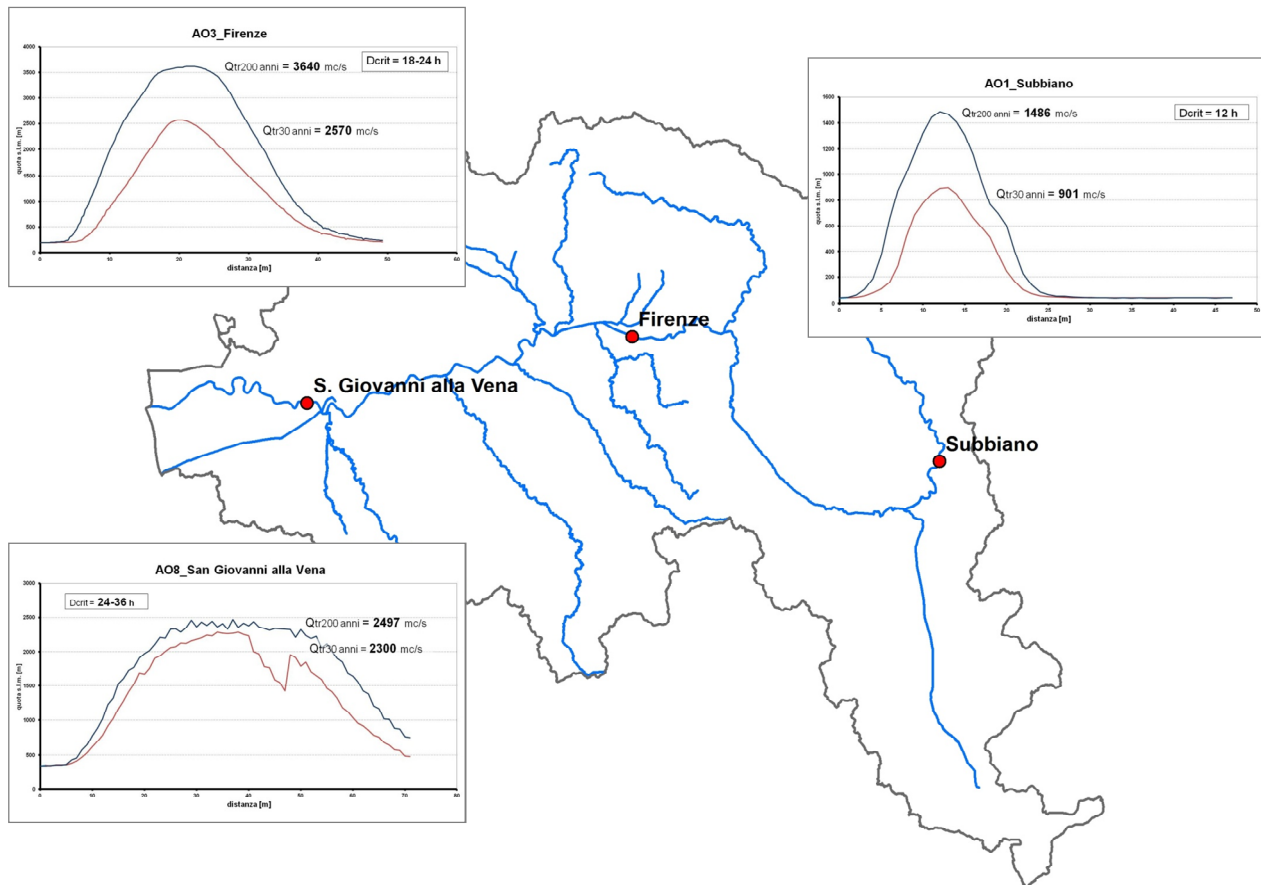
al colmo per i diversi tempi di ritorno. A tal fine il reticolo è stato gerarchizzato secondo Strahler e sono stati ricavati i principali parametri geomorfologici. Le stazioni di misura delle precipitazioni con strumento registratore hanno una densità media di circa 1 stazione ogni 75 kmq; la risoluzione spaziale è pertanto dell'ordine di 8.5 Km. La densità sale a circa 1 stazione ogni 40 kmq se si considerano anche le stazioni con pluviometro semplice. L'uso del suolo e le caratteristiche litologiche dei suoli sono state acquisite con una risoluzione di 400 m da dati in scala 1:250.000. Il modello di piena adottato è stato tarato su una serie di 66 eventi significativi relativi a 16 bacini della Toscana per i quali sono stati acquisiti o elaborati gli ietogrammi delle piogge ragguagliate e le relative portate defluenti. Il modello di trasferimento adottato è quello dell'idrogramma unitario di tipo G (n, k) introdotto da Nash (1959) e caratterizzato dal parametro di forma n e da quello di scala k. Il modello idrologico AITO viene costantemente aggiornato in termini di linee segnalatrici di possibilità pluviometrica e rappresenta un riferimento riconosciuto a scala regionale.

Per quanto riguarda i punti 3) e 4), per la modellazione in alveo e nelle aree inondabili è stato adottato in genere uno schema di calcolo in moto vario quasi-bidimensionale, con l'individuazione di aree di potenziale esondazione (APE) collegate con il corso d'acqua e tra loro tramite sfioratori. Il perimetro delle APE, le relative curve di invaso e le caratteristiche geometriche degli sfioratori sono state ricavate dall'analisi del territorio, anche tramite dati LIDAR. In questo contesto è stata scartata l'applicazione, se non in casi circoscritti o per tratti di corsi d'acqua ridotti, di uno schema di moto vario bidimensionale in quanto l'applicazione di un modello bidimensionale su aree di ampia estensione presenta margini di incertezza maggiori, oltre a necessitare di un centro di calcolo di notevole potenza. Il trasferimento dei volumi di esondazione, sia dall'alveo alle celle di accumulo, sia tra le stesse celle avviene tramite soglie sfioranti 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 stramazzo. Per le ipotesi suddette, il fenomeno dell'allagamento di ciascuna area avviene in modo sincrono, cioè non viene messo in conto il tempo effettivo connesso alla reale propagazione sul terreno dei volumi esondati.

L'approssimazione adottata è tanto più accettabile quanto maggiore è il numero di celle in cui vengono suddivise le aree complessivamente soggette a esondazione. La simulazione del fenomeno di esondazione si basa, come precedentemente richiamato, sulle ipotesi che i volumi idrici di inondazione si generano esclusivamente per tracimazione delle sommità arginali del corso d'acqua. Non sono dunque considerati altri fenomeni quali, ad esempio, il collasso delle strutture arginali o fenomeni di rigurgito diversi. Si assume inoltre che il fenomeno dell'allagamento di ciascuna area avvenga in modo sincrono. Per buona parte delle aree allagabili individuate mediante modellazione sono disponibili i battenti idraulici attesi.

Per tutte le aree che sono state perimetrate nel PGRA con il criterio modellistico secondo lo schema suddetto si è provveduto ad elaborare le perimetrazioni al fine di ottenere le fasce di pericolosità secondo le tre classi e gli scenari di frequenza della direttiva precedentemente richiamati. Come già richiamato la modellazione idraulica ha utilizzato rilievi topografici in alveo e modelli digitali del terreno derivati dai rilievi LIDAR 2008-2009, rilievi topografici in alveo e modelli digitali del terreno derivati da cartografia tecnica regionale; entrambi con base minima di riferimento alla scala 1:10.000. Le informazioni sono coerenti con la rappresentazione dei poligoni in scala 1:10.000 CTR Regione Toscana e Umbria, con errore di rappresentazione di scala di +/- 10 m (errore nominale alla scala 1:10.000).

Nella figura seguente sono riportati gli idrogrammi con tempo di ritorno di 30 anni e di 200 anni a tre sezioni dell'asta principale dell'Arno. Si tratta delle sezioni di Subbiano in Casentino, della sezione nel centro cittadino di Firenze Uffizi e della sezione di San Giovanni alla Vena posta a monte dell'abitato di Pisa. Nei paragrafi dedicati alle aree omogenee (vedi successivo capitolo 7) sono riportati ulteriori idrogrammi e livelli relativi a sezioni esplicative degli affluenti principali dell'Arno.



L'applicazione di metodi di tipo modellistico per la determinazione della pericolosità idraulica non sempre è possibile. Specialmente nelle porzioni collinari delle aste fluviali o degli affluenti, in cui ancora non è completo il passaggio tra tratti montani e fondovalle alluvionale, ma anche nei territori pianeggianti interessati da molteplici opere idrauliche e di bonifica, è tecnicamente estremamente difficoltoso procedere con un approccio di tipo modellistico che fornisca risposte coerenti ed accettabili. La carenza e l'inadeguatezza delle informazioni di base, i caratteri morfometrici critici, l'elevata complessità del reticolo concorrono ad aumentare l'incertezza che già è rilevante in qualsiasi applicazione di tipo modellistico.

Partendo da questa constatazione già nel PAI dell'Arno in talune porzioni di bacini (aste fluviali facenti parte del reticolo secondario o tratti dei corsi d'acqua anche principali ma posti o nelle porzioni collinari e montane, o particolarmente complessi per forte azione di bonifica idraulica) la perimetrazione delle aree oggetto di pericolosità idraulica avvenne tramite criterio storico-inventariale e geomorfologico.

Pertanto anche nel PGRA la pericolosità da alluvione nelle porzioni di reticolo poste nei tratti collinari e montani si basa su criteri di ordine geomorfologico e storico-inventariale.

La perimetrazione su base storico-inventariale (definizione delle aree allagate mediante ricostruzione su base documentale delle alluvioni storiche) ha fatto riferimento ai seguenti documenti:

1. la cartografia allegata al Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 5 novembre 1999, Approvazione del Piano Stralcio relativo alla riduzione del Rischio Idraulico del bacino del fiume Arno, che

individua le aree soggette ad inondazioni ricorrenti od eccezionali sulla base degli eventi significativi verificatisi nel periodo 1966-1999. In tale cartografia risultano distinguibili in particolare:

- a. aree soggette ad inondazione eccezionale;
- b. aree soggette ad inondazione ricorrente;
- c. aree interessate da inondazioni durante gli eventi alluvionali degli anni 1991, 1992, 1993.

2. la documentazione relativa all'adozione delle misure di salvaguardia per le aree a pericolosità idraulica molto elevata individuate e perimetrate nel Piano straordinario per la rimozione delle situazioni a rischio idrogeologico più alto nel bacino del fiume Arno. In particolare vengono distinte:

- a. aree a pericolosità idraulica molto elevata (P.I.4);
- b. aree a rischio idraulico per le quali e' stato dichiarato lo stato di emergenza ai sensi dell'art.5 L. 24/2/92 n.225 (P.I.4);
- c. aree investite dagli eventi del 1998 e del 1999 (P.I.4);
- d. aree alle quali e' esteso quanto previsto dalla delibera del Consiglio Regionale della Toscana n. 230/94 per l'ambito definito "B" della stessa. (B.I.);
- e. aree di ristagno.

Tali dati sono stati inoltre verificati con gli eventi successivi verificatisi fino al 2014. Con il criterio geomorfologico si è invece proceduto alla individuazione e delimitazione del limite delle alluvioni estreme.

Per la realizzazione delle mappe di pericolosità per il PGRA si è provveduto a rielaborare le informazioni ricavate con il criterio storico-inventariale e geomorfologico sopra indicato, secondo i requisiti richiesti. In pratica sono state accorpate in un'unica aggregazione le classi del PAI aventi tempo di ritorno tra 30 e 200 anni. In tale modo si sono ottenute le pericolosità secondo i tre scenari prescelti.

Le aree a pericolosità che risultano delimitate secondo il criterio storico inventariale e geomorfologico hanno una superficie totale di circa 935 kmq e rappresentano circa il 44% del totale delle aree allagabili totali. I risultati delle elaborazioni sono sempre rappresentati in scala 1:10.000, anche se l'elaborazione delle informazioni di base è avvenuta alla scala 1:25.000 (quindi con un errore nominale di +/- 25 m). Si è ritenuto di adottare una scala di rappresentazione univoca (1:10.000 CTR Regione Toscana e Regione Umbria) per coerenza e semplicità di comunicazione. In ogni caso sia nella visualizzazione *web* delle mappe di pericolosità, che nei pdf vengono indicati i criteri con cui sono state ricavate (modellistico o storico-inventariale/geomorfologico) al fine di evidenziare l'errore nominale associato alla lettura.

Le mappe di pericolosità idraulica, sia ottenute mediante modellazione che mediante criterio storico-inventariale e geomorfologico, rappresentano solo una possibile previsione di quanto può accadere realmente in fase di evento. Tali mappe si basano su assunzioni stabilite a priori, anche se supportate da adeguata analisi scientifica, che sono solo in parte verificate realmente. Le delimitazioni tra diverse aree a pericolosità che si traggono dalle mappe non hanno quindi un valore assoluto e possono essere soggette ad errori anche rilevanti. L'analisi modellistica prevede infatti, ai fini dell'efficacia e dell'efficienza della risposta del modello, che si debbano stabilire preventivamente dei concetti di invarianza, sia nella distribuzione probabilistica che a livello di scala, a parametri fisici estremamente variabili e difficilmente discretizzabili in fase di evento. Un modello è per forza una semplificazione di quanto può accadere nella realtà e quindi fatti locali o alla meso-scala, o set di dati diversi, la cui schematizzazione è di fatto scarsamente possibile (ad esempio i cedimenti arginali o altri tipi di eventualità) possono determinare distribuzione di aree allagate diverse da quelle perimetrate.

Ai fini della coerenza tra le direttive “acque” ed “alluvioni”, della gestione dei dati e della loro restituzione, tutte le informazioni (areali, lineari e puntuali, oltre a quelle alfanumeriche) riferite alla pericolosità fluviale e agli elementi a rischio presenti sono organizzate, nel *database* geografico, per “corpo idrico”, come precedentemente specificato.

La pericolosità da alluvioni marine

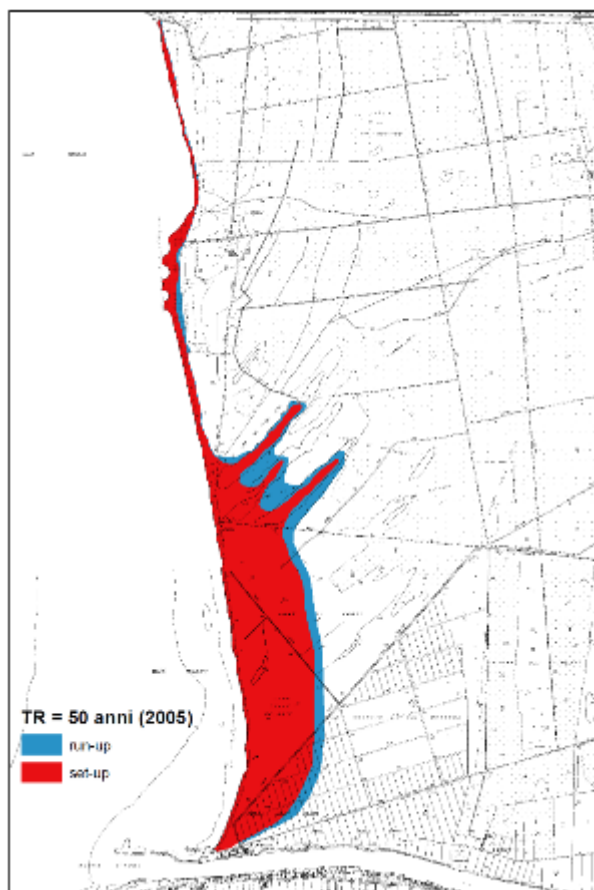
Questa analisi è stata svolta con il supporto della Regione Toscana. La costa ricadente, come competenza, nel bacino nazionale del fiume Arno comprende un tratto che va dalla confluenza in mare del Canale Scolmatore a sud, fino alla foce del Fiume Morto a nord. Il tratto considerato presenta uno sviluppo di circa 18 chilometri.

Alla luce delle importanti analisi che ha compiuto negli ultimi anni la Regione Toscana per l'intera costa ricadente nel proprio territorio, compresa quella geograficamente attribuita all'Arno, questa AdB ha ritenuto di non compiere ulteriori indagini sulla pericolosità di inondazioni marine. Questo anche con lo scopo di assicurare una continuità di analisi e di coerenza tecnica con l'intera costa toscana. Questo inoltre segue sia gli indirizzi dati in merito nelle riunioni di coordinamento a livello di distretto dell'Appennino Settentrionale, dove più volte è stata evidenziata l'opportunità di avvalersi delle competenze e delle indagini svolte dalle Regioni.

Lo studio della Regione Toscana a cui si è fatto riferimento per la determinazione della pericolosità da inondazioni marine, è la "Individuazione delle aree a pericolosità" realizzata nel 2007 nell'ambito dello "Studio e ricerca per l'implementazione del quadro conoscitivo della costa toscana nell'ambito del Piano Regionale di Gestione Integrata della Costa". Per area di pericolosità si intende la porzione di territorio interessata dagli eventi meteomarinari estremi, riferiti ad un tempo di ritorno pari a 50 anni. Per la definizione delle aree di pericolosità sono stati utilizzati i seguenti dati di partenza, frutto delle attività di rilievo diretto e di elaborazioni modellistiche svolte nell'ambito dello studio:

- linea di riva attuale;
- linea di riva in evoluzione;
- altezza della risalita dell'onda associata ad un evento meteomarinario di periodo di ritorno cinquantennale.

Il rilievo della linea di riva fa riferimento a dati del 2005. Nelle elaborazioni modellistiche sono stati considerati sia i valori di *set-up* che di *run-up*. Inoltre sono state sviluppate apposite sezioni batimetriche necessarie ai fini modellistici, oltre che del DTM ricavato dalla C.T.R. scala 1:10.000. Ulteriori informazioni rispetto ai dati indicati possono essere ricavati direttamente dai documenti regionali sopra citati.



Nella seguente figura è rappresentata, per il tratto di competenza del bacino dell'Arno, l'area potenzialmente interessata da eventi di inondazione marina con tempo di ritorno 50 anni; la rappresentazione dei dati elaborati è alla scala 1:10.000. Il tratto interessato da inondazioni $Tr=50$ corrisponde al limite del run-up. Per tale tratto nella cartografia della pericolosità è stata assunta una classe di pericolosità elevata (PI3).

Stato di aggiornamento delle mappe della pericolosità di alluvione fluviale e costiera

La prima stesura delle mappe di pericolosità è stata prodotta, come da scadenza indicata nella direttiva, alla data del 22 dicembre 2012. In base a tale elaborazione è stato redatto il reporting sulle mappe che è stato trasmesso alla Commissione europea. Considerata l'importanza che il PGRA assume come atto di pianificazione a scala di bacino - anche alla luce del fatto che il PGRA andrà a sostituire il PAI sia nel quadro conoscitivo, che nell'assetto normativo principale nonché nella programmazione delle misure - è stata fatta la scelta di continuare fino alla data di pubblicazione del progetto di piano, l'aggiornamento delle mappe del PGRA con i medesimi criteri sopra indicati. Attraverso la fase di partecipazione pubblica svolta durante praticamente tutto il 2015, le mappe poste in consultazione sono state ulteriormente integrate alla luce delle osservazioni pervenute. Pertanto le mappe di pericolosità del PGRA risultano aggiornate alla data del dicembre 2015. La tabella seguente indica la ripartizione aggiornata delle superfici interessate da pericolosità fluviale e da inondazione costiera che interessano il bacino dell'Arno. Si ricorda che la superficie del bacino è pari a 9133,35 kmq.

<i>Pericolosità</i>	<i>Kmq</i>
Pericolosità fluviale PI1	835,8
Pericolosità fluviale PI2	751,6
Pericolosità fluviale PI3	517,8

Pericolosità costiera PI3	2,4
---------------------------	-----

Mappe della pericolosità da eventi intensi e concentrati (flash floods)

Come illustrato nella Relazione inerente le "Mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni" (dicembre 2013), i fenomeni intensi e concentrati rappresentano una tipologia di evento particolarmente presente nel bacino dell'Arno e pertanto sono stato oggetto di una approfondita analisi attraverso una metodologia sviluppata dall'Autorità di bacino. Il metodo (per gli approfondimenti in merito ai criteri tecnici e scientifici utilizzati si rimanda alla citata relazione alle mappe), in sintesi, consiste nell'associare la distribuzione di frequenza di eventi di pioggia di intensità fissata (superiori a 50 mm/h) alle caratteristiche fisiche e di risposta (tempo di *lag*) di bacini di particolari dimensioni. Considerata appunto la particolare tipologia dei fenomeni che non possono essere direttamente associati a classi di pericolosità basate direttamente su frequenze di accadimento, è stata scelta una rappresentazione su quattro classi che suddividono l'intero bacino dell'Arno in bacini più o meno propensi al verificarsi di tali eventi e che possono pertanto produrre eventi di piena repentini tipo *flash flood*.

La disciplina di piano (misura di prevenzione M21 A001), le cui disposizioni si applicano alla scala dell'intero bacino dell'Arno, contiene apposite direttive che hanno il fine di indirizzare in maniera adeguata eventuali nuovi interventi insediativi nelle aree a maggior propensione al verificarsi di tali eventi, sia di indicare le misure, in particolare quelle di preparazione, più adeguate per fronteggiarli.

La mappa della pericolosità da eventi intensi e concentrati è visualizzabile, insieme a tutti gli altri elementi cartografici areali, lineari e puntuali che costituiscono il quadro conoscitivo e di applicazione del PGRA, è visibile attraverso il progetto web-gis dedicato al PGRA:

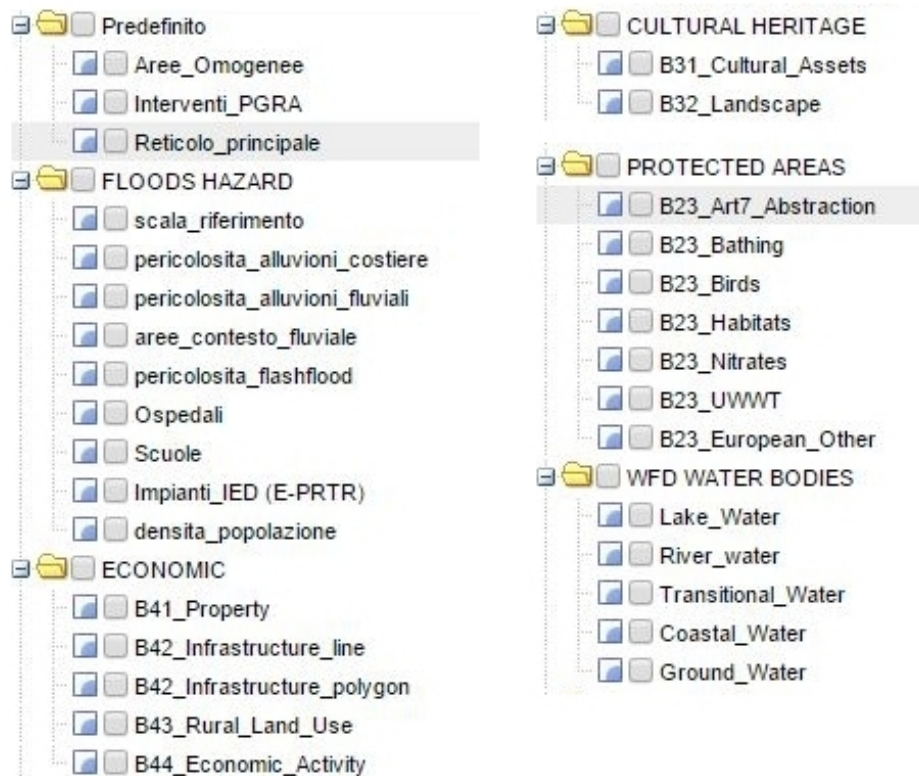
<http://dati.adbarno.it/mapstore/composer?locale=it&mapId=252&configId=175&config=ConfigComposerAdBx>.

I dati relativi sono inoltre scaricabili sotto forma di *shape* file e mediante servizio wms.

Le mappe del rischio

La direttiva 2007/60/CE all'art. 6, comma 5 indica che "le mappe del rischio di alluvioni indicano le potenziali conseguenze negative derivanti dalle alluvioni nell'ambito degli scenari di cui al paragrafo 3 (classi di pericolosità – ndr) in termini di..." richiamando come elementi a rischio il numero di abitanti, il tipo di attività economiche, gli impianti IPPC ed aree protette, beni culturali, etc.

In base a quanto sopra, la rappresentazione del rischio ai sensi della direttiva è stata svolta attraverso la realizzazione della mappa della pericolosità in cui viene riportata la distribuzione degli elementi a rischio. Seguendo le indicazioni del "Technical support in relation to the implementation of the floods directive (2007/60/EC) – A User guide to the floods reporting schemas" (giugno 2013), è stato in tal senso predisposto il *reporting* per la Commissione europea inerente le mappe. Gli elementi a rischio considerati - derivati dal database geografico implementato e per i quali oltre alle informazioni di tipo geografico sono disponibili ed accessibili le altre informazioni che caratterizzano l'elemento - sono indicati nella seguente tabella che non è altro che la legenda della mappa con cui vengono rappresentate tutte le informazioni inerenti il quadro conoscitivo del PGRA. Tramite il progetto *web-gis* più volte citato è possibile "accendere" ai dati inerenti una qualsivoglia categoria di elementi a rischio e visualizzarne la distribuzione in funzione della pericolosità. I dati sono fruibili anche su pdf in scala 1:10.000 (CTR Regione Toscana e Regione Umbria).



Attraverso la sovrapposizione con la pericolosità di alluvione fluviale, costiera e da *flash floods*, per ogni elemento a rischio si ricavano le informazioni relative al tipo di evento che lo può interessare, oltre a dati, per le aree fluviali modellate, quali il battente atteso. In base a tale mappa di rischio e agli obiettivi definiti sono state individuate le misure di piano (vedi capitoli successivi). Nel portale *web-gis* si può accedere alla ["Guida alla lettura alle mappe"](#) che fornisce le spiegazioni per accedere alle informazioni contenute.

Il decreto di recepimento della direttiva, il d.lgs 49/2010, per la predisposizione delle mappe di rischio chiede invece che sia restituita una distribuzione delle aree a rischio secondo quattro classi, ai sensi del Decreto Ministeriale 29 settembre 1998. A tale fine il Ministero attraverso i già citati "Indirizzi operativi...", indica le modalità con cui si deve procedere alla realizzazione della mappa. In sintesi il Ministero indica che la rappresentazione del rischio deve essere svolta attraverso la sovrapposizione delle classi di pericolosità con classi di danno potenziale a cui sono soggette sei macrocategorie di elementi a rischio. Le classi di danno potenziale da considerare sono:

- D4 (Danno potenziale molto elevato): aree in cui si può verificare la perdita di vite umane, ingenti danni ai beni economici, naturali storici e culturali di rilevante interesse, gravi disastri ecologico – ambientali;
- D3 (Danno potenziale elevato): aree con problemi per l'incolumità delle persone e per la funzionalità del sistema economico, aree attraversate da linee di comunicazione e da servizi di rilevante interesse, le aree sedi di importanti attività produttive;
- D2 (Danno potenziale medio): aree con limitati effetti sulle persone e sul tessuto socio-economico. Aree attraversate da infrastrutture secondarie e attività produttive minori, destinate sostanzialmente ad attività agricole o a verde pubblico;
- D1 (Danno potenziale moderato o nullo): comprende le aree libere da insediamenti urbani o produttivi dove risulta possibile il libero deflusso delle piene.

In base alle indicazioni sopra sinteticamente richiamate, questa UoM, oltre alla mappa della pericolosità con distribuzione degli elementi a rischio predisposta ai sensi della direttiva, ha quindi realizzato una mappa di rischio conforme al d.lgs. 49/2010 (per la metodologia utilizzata e i dettagli operativi vedi la Relazione alle "Mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni", dicembre 2013).

La mappa suddivide le aree a pericolosità da alluvione fluviale e costiera del bacino secondo le quattro classi di rischio definite nella seguente tabella:

	P 3	P 2	P 1
D 4	R4	R3	R2
D 3	R3	R3	R1
D 2	R2	R2	R1
D 1	R1	R1	R1

Matrice del rischio adottata

Con R4 si indicano le aree a rischio molto elevato, con R3 quelle a rischio elevato, con R2 quelle a rischio medio e con R1 quelle a rischio basso.

Attraverso il progetto web-gis visualizzabile al link:

[mappa del rischio](#)

è possibile accedere alle informazioni della mappa che sono anche scaricabili come *shape* e come *wms*. Inoltre, poiché la disciplina di PGRA (misura di prevenzione M21 A001 valida alla scala dell'intero bacino dell'Arno) stabilisce opportune regole ai fini della gestione del rischio da attuarsi anche attraverso l'interpretazione della mappa di rischio sopra richiamata, realizzata ai sensi del d.lgs. 40/2010, tale mappa è anche visualizzabile e scaricabile su supporto pdf in scala 1:10.000 (CTR Regione Toscana e Regione Umbria). La mappa per quanto riguarda le informazioni inerenti la pericolosità da alluvione è aggiornata alla data del dicembre 2015, ovvero per la perimetrazione delle aree a rischio è stata utilizzata la perimetrazione delle aree a pericolosità aggiornata, comprendendo pertanto le osservazioni conseguenti alla fase di consultazione del PGRA.

4. La predisposizione dei criteri generali a scala di distretto e del progetto di piano al 22 dicembre 2014.

Al fine di predisporre un opportuno coordinamento per la predisposizione dei Piani di gestione del rischio di alluvioni, la Commissione Europea ha costituito un apposito gruppo di lavoro, il *Working Group Floods*, che ha prodotto documenti e linee guida in cui vengono indicate le modalità operative da seguire, gli schemi da predisporre e i database da implementare.

In particolare sul PGRA la *Guidance for Reporting under the Floods Directive* (2007/60/EC) n. 29 del 14 ottobre 2013 rappresenta, insieme ad altre esperienze europee che sono state attentamente vagliate, il riferimento centrale per il coordinamento distrettuale e per la definizione degli obiettivi e delle misure generali di Piano. A tal riguardo sono state attentamente esaminate le pianificazioni del bacino del fiume Lee (*Draft Catchment Flood Risk Management Plan*, febbraio 2010) e le pianificazioni redatte dalle Autorità di distretto/bacino del Regno Unito (Thames, Anglian, Dee, Humber, South East, South West, Northwest, Severn, Northumbria, Solway Tweed, ottobre 2014).

Seguendo tali indicazioni, l'Autorità di bacino del fiume Arno, in quanto ente incaricato del coordinamento a scala di distretto ai sensi del d.lgs. 219/2010, ha concordato con le altre autorità competenti che il progetto di piano si dovesse attenere ai seguenti elementi:

- definizione degli obiettivi generali che si intendono perseguire;
- individuazione di misure generali che si intendono applicare per il raggiungimento degli obiettivi generali definiti; ciò è stato svolto in pieno coordinamento con le altre UoM del distretto al fine di indicare obiettivi e misure generali comuni e condivise alla scala del distretto idrografico;
- individuazione di porzioni di bacino (aree omogenee) nelle quali attuare le strategie e le misure specifiche che si ritengono più opportune, per tipologia di evento e per peculiarità socio/culturali/ambientali/economiche, al fine di perseguire gli obiettivi generali;
- definizione degli obiettivi da raggiungere in ogni area omogenea in base alla vocazione dell'area (derivante dalla tipologia e distribuzione degli elementi a rischio);
- definizione delle azioni di prevenzione, protezione e preparazione (misure specifiche) da attivare per ogni area omogenea; condivisione e coordinamento delle azioni da svolgere in fase di evento (di competenza del sistema di Protezione Civile) con le azioni precedenti;
- contributi avuti della partecipazione del pubblico alla predisposizione del Piano attraverso il confronto continuo e diretto con gli stakeholder anche nelle eventuali fasi successive di rianalisi che saranno necessarie;
- definizione del quadro giuridico di riferimento per il coordinamento e l'integrazione degli strumenti di pianificazione di bacino vigenti con il PGRA.

Si è fatto inoltre riferimento alle misure indicate nella *Guidance for Reporting under the Floods Directive* (2007/60/EC) n. 29 del 14 ottobre 2013:

- misure di prevenzione: si tratta delle azioni di regolamentazione dell'uso del territorio tese ad un suo corretto utilizzo sulla base della pericolosità idraulica che è stata definita nelle mappe; in questa categoria rientrano, ad esempio, le misure di prevenzione del PAI, le regole di pianificazione urbanistica a livello regionale e locale, eventuali misure per la delocalizzazione e riallocazione di elementi a rischio.

- misure di protezione: si tratta degli interventi di difesa, che possono consistere in opere strutturali vere e proprie (dighe, argini, casse di espansione, difese a mare, etc.), o in azioni di modifica dell'assetto fluviale tese ad un recupero della naturalità del corso d'acqua che, in ogni caso, comportano lavori (recupero di aree golenali, sistemazioni idraulico-forestali, ripristino di aree umide, etc.).
- misure di preparazione: si tratta delle misure di preannuncio e monitoraggio degli eventi (sistema di rilevamento, monitoraggio idropluviometrico, modelli di previsione meteo e valutazione degli effetti a terra), dei protocolli di gestione delle opere in fase di evento (opere modulabili quali dighe, scolmatori, casse con paratie mobili, etc.), dei piani di protezione civile atti a fronteggiare e mitigare i danni attesi durante l'evento e l'eventuale rischio residuo;
- misure di risposta e ripristino: si tratta essenzialmente delle azioni di rianalisi post-evento al fine di valutare ed eventualmente rivedere e correggere le misure adottate.



Ai fini della individuazione delle misure da adottare nelle aree omogenee di ogni singola UoM, si è fatto riferimento al riparto di competenze stabilito dal d.lgs. 49/2010 ovvero, in sintesi:

- le Autorità di bacino sono responsabili della predisposizione del piano di gestione per ciò che riguarda le misure di prevenzione e protezione in ogni bacino di riferimento e dell'attuazione del coordinamento per tale competenza a livello distrettuale (AdB Arno);
- le Regioni, in collaborazione con il Dipartimento nazionale della Protezione Civile, sono responsabili della definizione delle misure di preparazione di ogni UoM.

Sempre a livello distrettuale sono stati condivisi gli obiettivi generali per la realizzazione del progetto di piano. Gli obiettivi generali alla scala di distretto sono

- **Obiettivi per la salute umana**

1. riduzione del rischio per la vita, la salute umana;
2. mitigazione dei danni ai sistemi che assicurano la sussistenza (reti elettriche, idropotabili, etc.) e l'operatività dei sistemi strategici (ospedali e strutture sanitarie, scuole, etc.).

- **Obiettivi per l'ambiente**

1. riduzione del rischio per le aree protette dagli effetti negativi dovuti a possibile inquinamento in caso di eventi alluvionali;
2. mitigazione degli effetti negativi per lo stato ecologico dei corpi idrici dovuti a possibile inquinamento in caso di eventi alluvionali, con riguardo al raggiungimento degli obiettivi ambientali di cui alla direttiva 2000/60/CE.

- **Obiettivi per il patrimonio culturale**

1. Riduzione del rischio per il patrimonio costituito dai beni culturali, storici ed architettonici esistenti;
2. Mitigazione dei possibili danni dovuti ad eventi alluvionali sul sistema del paesaggio.

- **Obiettivi per le attività economiche**

1. mitigazione dei danni alla rete infrastrutturale primaria (ferrovie, autostrade, SGC, strade regionali, impianti di trattamento, etc.);
2. mitigazione dei danni al sistema economico e produttivo (pubblico e privato);
3. mitigazione dei danni alle proprietà immobiliari;
4. mitigazione dei danni ai sistemi che consentono il mantenimento delle attività economiche (reti elettriche, idropotabili, etc.).

Nella predisposizione del PGRA dell'UoM Arno pertanto sono stati seguiti tutti i criteri e le indicazioni generali stabiliti alla scala di distretto, tenendo altresì conto di quanto scaturito dalla fase di consultazione ed osservazione che si è sviluppata nel corso del 2015. In particolare considerato che i criteri a scala di distretto richiavano la necessità di *“superare lo sdoppiamento e l'ambivalenza tra la cartografia dei PAI e le mappe di pericolosità del PGRA, in modo che queste ultime costituiscano il riferimento unico su cui sviluppare le politiche di gestione del rischio e la base per la definizione delle priorità alla scala del bacino/distretto”* e di avviare *“un'attività di reinterpretazione e riscrittura delle norme dei PAI in indirizzi valevoli alla scala dell'intero distretto o dell'intero bacino e/o in norme di dettaglio per le singole aree omogenee”*, questa Autorità di bacino nel corso del 2015 ha avviato, di concerto con la Regione Toscana, un'attività di riscrittura delle norme dei PAI per recepire la nuova filosofia insita nella direttiva 2007/60/CE e riassumibile essenzialmente nel concetto di gestione del rischio. Ciò ha portato alla redazione di una nuova Disciplina di Piano, di cui si è già ampiamente trattato in precedenti parti della Relazione e di cui si

tratterà anche in seguito, che costituisce parte integrante del PGRA in approvazione e che accompagnerà e supporterà l'applicazione del PGRA per i prossimi anni.

Per completezza si ricorda che a livello di coordinamento distrettuale è stata riconosciuta da tutte le UoM l'importanza del progressivo superamento dei PAI; tuttavia non in tutte le realtà territoriali questo è stato poi concretamente perseguito come avvenuto invece nell'UoM Arno e nelle UoM dei bacini regionali toscani (ITADBR091 Toscana Costa, ITADBR092 Toscana Nord, ITADBR093 Ombrone), in quanto le leggi regionali in materia sono assai diverse da Regione a Regione e non hanno reso agevolmente possibile in questa fase procedere in tal senso. A livello di impegno programmatico altre UoM del distretto hanno comunque riconosciuto la possibilità di una revisione ed integrazione dei PAI nel PGRA in corrispondenza del secondo ciclo di implementazione della direttiva.

Infine si ricorda che la Commissione europea ha approvato nel 2015, ai sensi dell'art 18 della direttiva 2000/60, la Comunicazione COM (2015) 120 la quale illustra i progressi compiuti sino al Marzo 2015 nell'attuazione della direttiva Acque e della direttiva Alluvioni, tenendo conto del fatto che le due direttive sono collegate ed è necessario coordinarne l'attuazione. In tal senso nella redazione definitiva del PGRA l'Autorità di bacino del fiume Arno ha fatto tesoro delle precisazioni e delle osservazioni comunitarie contenute negli allegati tecnici di supporto alla suddetta Comunicazione e delle ulteriori osservazioni contenute nel Member State report "Assessment of Flood Hazard and Risk Maps".

5. L'aggiornamento e l'integrazione del progetto di piano in seguito alla fase di osservazione e partecipazione pubblica

Premessa

Come indicato nei capitoli precedenti, a dicembre 2014 è stato pubblicato sul sito dell'UoM Arno il progetto di PGRA ed è iniziata la fase di consultazione ed osservazione pubblica prevista sia dalle direttive europee che dall'art. 66 del d.lgs. 152/2006. Tale fase si è integrata, negli ultimi mesi, con la fase di consultazione ai fini VAS sul progetto di Piano e sul Rapporto ambientale, prevista dagli art. 13 e 14 del d.lgs. 152/2006, determinando nei fatti un allungamento dei termini di scadenza per la presentazione delle osservazioni.

In verità si deve tener presente che la fase di consultazione sui vari prodotti di piano ai sensi della direttiva ha preso inizio sin dai mesi di ottobre/novembre 2012, periodo in cui è stata avviata una prima importante fase di comunicazione informando i vari portatori di interesse in merito ai contenuti delle direttive e alle conseguenti attività di pianificazione che questa comportava. In seguito si sono sviluppati molteplici incontri e consultazioni sia per la fase di predisposizione delle mappe (scadenza dicembre 2013), che successivamente, durante il 2014, ovvero nel periodo di predisposizione del progetto di piano. Oltre ad incontri dedicati è stata anche attivata una forte azione di diffusione dei contenuti del piano attraverso la partecipazione con interventi e relazioni a convegni, workshop e seminari inerenti il tema del rischio idraulico ed idrogeologico in genere. Nel capitolo inerente la descrizione delle azioni adottate per informare e consultare il pubblico, tali attività sono descritte in dettaglio.

L'attività di aggiornamento del progetto di PGRA in seguito alla sua pubblicazione nel dicembre 2014 è risultata particolarmente intensa e origine di un prezioso quanto importante lavoro di integrazione ed approfondimento che ha condotto alla stesura attuale del piano. Questa fase è stata particolarmente importante per l'UoM Arno poiché l'approvazione del PGRA comporta la decadenza del PAI per quanto riguarda la pericolosità idraulica a scala di bacino. Tale scelta - che trova il suo giusto fondamento nella necessità indubbia di semplificazione ed aggiornamento dell'impianto normativo, e dal fatto che il PGRA rappresenta uno strumento moderno, rispondente alle direttive europee, che detta il quadro conoscitivo in merito alla pericolosità di alluvione nel bacino e che definisce gli obiettivi da raggiungere nonché le misure da adottare - ha comportato una ulteriore attività di concertazione e dialogo con cittadini ed amministrazioni pubbliche in genere, con particolare riferimento ai Comuni e alle Regioni. Si deve far presente che le mappe del PAI, nonché le norme ad esso collegate, sono state sino ad oggi un riferimento esplicito sia per la pianificazione urbanistica comunale e regionale, sia per la realizzazione di interventi (edificatori in genere ed opere idrauliche). L'Adb Arno, secondo le norme del PAI "idraulica", era tenuta inoltre a rilasciare pareri in merito anche all'attività edilizia. Con il PGRA tale normativa viene superata con una forte azione innovativa che pone al centro il concetto di "gestione del rischio" e che, tuttavia, disciplina in maniera molto più rigorosa le azioni da porre in atto appunto per gestire gli eventi alluvionali, indica chiaramente cosa si deve e non si deve fare in termini di governo del territorio, responsabilizza i soggetti destinatari (Comuni in primis) nelle scelte urbanistiche ed infine semplifica la catena autorizzativa sia per quanto riguarda gli aspetti legati all'edilizia che per la realizzazione di opere idrauliche.

Un forte contributo in termini di osservazioni è venuto inoltre anche dalla fase di valutazione ambientale strategica (VAS). Questa ha preso avvio con la pubblicazione del Rapporto Preliminare (Rapporto preliminare a scala di distretto, dicembre 2014) alla quale è stato risposto con Parere Motivato dalla Commissione VAS del ministero in data 20 maggio 2015. Quindi nel giugno 2015 è stato pubblicato il Rapporto Ambientale. Dalla data di pubblicazione sono decorsi i 60 giorni di legge per la presentazione delle osservazioni VAS che pertanto hanno avuto conclusione il 19 agosto 2015. Al fine di assicurare una omogeneità di comportamento per il recepimento delle osservazioni si è ritenuto di far concludere anche la fase di osservazione della direttiva - che ricordiamo è di sei mesi dalla data di pubblicazione del progetto di

piano e quindi in teoria la scadenza era prevista per fine giugno 2015 – con la data del 19 agosto e quindi allineare tale scadenza con quella delle osservazioni VAS.

Analisi delle osservazioni e contributo fornito al PGRA

Generalità

Considerata l'importanza che verrà ad assumere il PGRA da gennaio 2016, quale unico strumento di riferimento pianificatorio e normativo per la gestione del rischio di alluvioni e il governo del territorio nel bacino del fiume Arno, la fase di valutazione delle osservazioni ai fini della definitiva stesura del PGRA è stata particolarmente impegnativa.

Immediatamente dopo la pubblicazione del progetto di Piano, al netto delle procedure di consultazione inerenti la VAS (per le quali si rimanda ai documenti specifici: "Rapporto Preliminare Distretto Appennino Settentrionale" (dicembre 2014), "Rapporto Ambientale UoM Arno" (giugno 2015)) è stata data immediata comunicazione agli enti pubblici (principalmente Comuni, Province, Regioni, Consorzi di bonifica) della pubblicazione del progetto di Piano e delle implicazioni che il PGRA avrebbe comportato alla data della sua approvazione. Quindi, oltre alle attività di partecipazione pubblica attuate attraverso incontri e workshop, sono state indette riunioni specifiche con gli enti pubblici che a vario titolo esplicano attività in merito alle questioni del rischio da alluvioni. Nel febbraio 2015 è stato svolto, in tre sessioni distinte, un primo ciclo di incontri a cui sono stati invitate le Regioni Toscana ed Umbria, i Comuni e le Province il cui territorio ricade nel bacino, i Consorzi di Bonifica che operano sempre nel territorio del bacino. Negli incontri sono stati illustrate ulteriormente le finalità del piano, gli obiettivi da perseguire, le misure di prevenzione, protezione e preparazione che erano state inserite nel progetto di piano. Inoltre sono state anche nuovamente illustrate le mappe di pericolosità e rischio predisposte e le modalità con cui anche queste potevano essere osservate. Sempre durante gli incontri sono state ulteriormente diffuse le modalità ed i tempi per le osservazioni e come queste potevano incidere sia sul quadro conoscitivo (mappe), che sul quadro normativo (misura di preparazione/disciplina di piano), che in merito agli interventi (misure di protezione). All'inizio dell'estate è stato svolto un secondo ciclo di incontri con lo scopo di far presente la prossima scadenza dei termini (19 agosto) e sollecitare la presentazione di eventuali suggerimenti ed osservazioni.

A questa Autorità di bacino sono state presentate in totale 126 osservazioni comprese quelle inerenti la VAS (vedi elenco delle osservazioni con i dettagli riportato in allegato). Si deve far presente che una osservazione può anche riguardare più temi e/o più aree, pertanto in pratica le osservazioni pervenute sono in numero maggiore a quelle protocollate. Le osservazioni risultano presentate sia da enti pubblici (per la maggior parte Comuni) che, in numero minore, da cittadini.

La maggior parte delle osservazioni (circa il 50%) riguarda richieste di revisione e modifica delle aree a pericolosità di alluvione fluviale. Questo fatto deriva dalla forti relazioni che le mappe di PGRA avranno, così come è stato per il PAI, nei confronti della pianificazione urbanistica e nel governo del territorio. Sia il PAI che la disciplina di piano del PGRA, nonché le leggi regionali in materia di difesa del suolo (vedi misure M21 relative) indicano regole e direttive precise per ai fini della pianificazione urbanistica e dei nuovi insediamenti in aree a pericolosità, ponendo vincoli e condizioni tese a gestire il rischio da alluvione. La verifica del quadro conoscitivo di pericolosità è quindi un aspetto su cui si è molto concentrata l'attenzione degli enti locali.

Un altro aspetto importante che è stato affrontato sia durante il percorso di formazione del progetto di piano che durante la fase di osservazioni, è stato il tema relativo alle misure di protezione con particolare riferimento agli interventi di cui alle misure M31, M32, M33 e M34. Come indicato in precedenza, per il bacino dell'Arno è vigente il Piano stralcio Rischio Idraulico (approvato con DPCM 5 novembre 1999) in cui sono indicati gli interventi che sono ritenuti necessari per la mitigazione del rischio idraulico nel bacino. Tale piano è tuttora estremamente importante per il bacino in quanto, oltre a fornire un sistema di

interventi la cui efficacia è stata definita su argomentazioni tecniche ed idrauliche estremamente approfondite (modellazione idraulica, identificazione di idrogrammi e volumi di laminazione, riferimento ad eventi storici accaduti sul bacino, tipologia di interventi, etc.), pone dei vincoli di inedificabilità nelle aree destinate dal piano alla realizzazione degli interventi. Questo strumento si è dimostrato nel tempo – sin dal 1995, data in cui sono state poste le prime salvaguardie - molto importante al fine di mantenere la disponibilità delle aree limitrofe ai corsi d'acqua, impedendone l'occupazione da altre destinazioni urbanistiche. Con il PGRA questa AdB ha svolto una profonda azione di revisione sia dei contenuti che delle aree destinate alla realizzazione di interventi nel Piano stralcio Rischio Idraulico, ridefinendone, alla luce delle innovazioni insite nella direttiva 2007/60/CE, gli obiettivi e l'efficacia. Tutto questo è stato compiuto mantenendo il Piano stralcio Rischio Idraulico quale strumento di legge a se stante, ma aggiornandolo e rendendolo coerente con gli obiettivi e le finalità del PGRA.

Durante la fase di osservazioni è stato chiesto anche un contributo per ciò che riguardava sia le aree a pericolosità da *flash floods*, che quelle di contesto fluviale e di perimetrazione del rischio. Qui i contributi sono stati minori dimostrando, di conseguenza, una sostanziale condivisione delle scelte fatte.

Le osservazioni inerenti la pericolosità fluviale e costiera

Per il bacino dell'Arno il PGRA rappresenta un forte elemento di innovazione in quanto, con la sua approvazione, il piano sostituisce a tutti gli effetti, con una nuova cartografia e nuova disciplina, il PAI riguardante la pericolosità ed il rischio idraulico, che pertanto mantiene la sua vigenza solo per gli aspetti che riguardano la pericolosità ed il rischio da frana. Il lavoro svolto per l'applicazione dei disposti della Direttiva alluvioni 2007/60/CE nel bacino, ha infatti permesso di aggiornare e modernizzare il quadro conoscitivo esistente, renderlo coerente con i requisiti della Direttiva e, quindi, di giungere ad una revisione e semplificazione delle norme e delle procedure in materia di pericolosità e rischio di alluvioni. Il PGRA supera il PAI sia dal punto di vista cartografico che dal punto di vista della disciplina per la gestione della pericolosità e del rischio di alluvioni, introducendo la nuova disciplina di PGRA (misura M21 A001) orientata, appunto, alla gestione del rischio e alla responsabilizzazione degli enti locali in tale gestione, alla tutela e salvaguardia della naturalità dei corsi d'acqua in una visione integrata coerente con le Direttive europee 2000/60/CE e 2007/60/CE. Il quadro di pericolosità delineato nel PGRA pertanto rappresenta lo strumento dove non solo si identificano i rischi e si delineano le misure tese a gestirli, ma anche il quadro di riferimento su cui viene definita, anche attraverso la regolamentazione che la Regione Toscana e la Regione Umbria pongono con le disposizioni di legge regionali, la pianificazione urbanistica a livello comunale. Da qui la forte attenzione di cittadini e Comuni alle mappe di pericolosità fluviale e costiera.

Questa AdB, con lo scopo di aiutare gli *stakeholder* nella presentazione delle osservazioni, ha definito all'inizio del 2015 delle "Modalità per la presentazione delle osservazioni al progetto di PGRA per il bacino del fiume Arno", riportate in allegato, in cui si indicavano le modalità con cui appunto si riteneva dovessero essere presentate le osservazioni (relative alle mappe di pericolosità fluviale e costiera, alle mappe di contesto fluviale, alle mappe di pericolosità da *flash floods* e alle mappe di distribuzione delle misure di protezione) al fine della loro valutazione. Di tali modalità ne è stata data una capillare diffusione sia attraverso *web* che negli incontri e nelle comunicazioni scritte (lettere, riunioni, incontri pubblici, etc.). La definizione di regole chiare, non solo procedurali ma anche tecniche, per la presentazione dei contributi ha permesso inoltre di avere, laddove l'osservazione conduceva ad una diversa distribuzione areale della pericolosità, degli immediati riscontri sulla sua fondatezza tecnica e, di conseguenza, una immediata recepitività nella modifica della mappa di base.

Le richieste di modifica alla mappa di pericolosità sono state più di 70 (per il dettaglio si rimanda all'allegato) con l'interessamento sia per aree estese che per aree limitate e puntuali. Nell'istruttoria svolta sono state considerate in primo luogo le richieste che pervenivano da quelle amministrazioni comunali che avevano impostato e aperto delle conferenze di servizi prima della presentazione del progetto di piano.

Infatti la disciplina regionale in materia di difesa del suolo (misure M21 S001, S002 e S003) dispone che, per i Comuni che procedono ad una revisione del proprio strumento urbanistico, sia possibile convocare una conferenza di servizi istruttoria dove concordare tra gli enti competenti le questioni, tra cui quelle di pericolosità di alluvione del territorio comunale, inerenti il quadro conoscitivo. Al momento della pubblicazione del progetto di piano erano aperte 12 conferenze di servizi che riguardavano appunto 12 Comuni, con l'interessamento di superfici estese di fondovalle. Il lavoro svolto per la valutazione di queste osservazioni è stato molto impegnativo in quanto, come indicato espressamente nelle modalità di presentazione sopra citate, doveva essere assicurata, in ottica PGRA, la coerenza alla scala dell'intera asta fluviale interessata. La richiesta doveva essere inoltre suffragata da una adeguata modellazione idraulica, coerente con quella sviluppata da questa AdB, che approfondisse il quadro di conoscenze e dimostrasse la necessità di modifiche. In tale fase c'è stata comunque una forte collaborazione con i cittadini ed i Comuni interessati, attività che ha visto la partecipazione anche dei Comuni. Pertanto è stato rivisto il quadro di pericolosità nelle aste interessate dalle osservazioni e quindi adeguato laddove necessario. Le aste interessate sono state principalmente quelle della Greve e dell'Ema, nonché la parte della Sieve a valle di Bilancino, l'Ambra, una parte del reticolo minore della Chiana e dell'Arno.

E' importante far presente, in merito al quadro conoscitivo della pericolosità di alluvioni, che la disciplina di PGRA indica che le mappe di pericolosità possono essere modificate solo se il corso d'acqua relativo è considerato nella sua interezza. Inoltre le modifiche all'asta principale e ai principali affluenti (vedi allegati 3 e 4 alla disciplina di PGRA – misura M21 A001) possono essere svolti solo dall'Autorità di bacino, con la collaborazione di Regione e Comuni. Questo fa sì che sia assicurata la coerenza a livello di asta e, soprattutto, di bacino. Tale aspetto ha trovato la piena condivisione degli enti locali interessati.

Le richieste di modifica che non facevano parte di procedure già avviate, come le conferenze di servizi di cui sopra, sono state istruite cercando di comprendere le motivazioni tecniche alla base dell'osservazione. Essendo più che altro casi puntuali o di aree a limitata estensione, molte osservazioni facevano riferimento alla presenza di eventuali errori cartografici (diversa quota del piano campagna rispetto a quella considerata per la perimetrazione), o di situazioni locali non considerate, quali presenza di argini e/o di opere di mitigazione. In generale sono state accolte le richieste di modifica con a supporto una documentazione adeguata, coerente con le modalità di recepimento delle osservazioni citate; inoltre sono state accolte le richieste relative naturalmente a segnalazioni di meri errori materiali. Sono state respinte le osservazioni che non presentavano sufficiente documentazione o erano relative a valutazioni di opportunità esulanti dal quadro tecnico.

Infine una parte di osservazioni sempre relative alla pericolosità sono state accolte solo parzialmente in quanto o perché suffragate da documentazione solo in parte adeguata, o perché sono necessari ulteriori approfondimenti da svolgere successivamente alla scala dell'intero corso d'acqua. Per queste osservazioni sarà cura dell'AdB procedere all'approfondimento in collaborazione con i Comuni interessati nelle fasi successive all'approvazione del PGRA.

Per i dettagli relativi alle singole istruttorie si rimanda all'allegato.

Le osservazioni inerenti le aree di contesto fluviale e le aree a pericolosità da *flash floods*

I contributi forniti in merito ad aree di contesto fluviale e pericolosità da eventi intensi e concentrati sono state ridotti. Per le aree di contesto fluviale si è trattato di suggerimenti per una migliore definizione dei perimetri interessati, dimostrando pertanto una sostanziale condivisione. Per le aree a pericolosità da *flash floods* vi è stata una sola osservazione inerente l'opportunità della loro delimitazione per un territorio comunale del basso valdarno, che è stata respinta in quanto non supportata da documentazione.

Le osservazioni riguardanti le misure di protezione

Come anticipato in precedenza, queste osservazioni sono state importanti perché importante è stato il lavoro svolto da questa AdB in tal senso. La direttiva ed il conseguente PGRA definiscono chiaramente che il rischio si deve gestire e che tale gestione si raggiunge attraverso la sinergia tra misure diverse (prevenzione, protezione, preparazione, ripristino e rianalisi). Pertanto, considerata in ogni caso l'importanza di mantenere uno strumento di legge operativo come il Piano stralcio Rischio Idraulico che individua obiettivi di natura idraulica, delimita aree per la realizzazione di interventi e ne vincola l'uso solo a questi ultimi, è stata svolta una dettagliata azione di rianalisi dei contenuti del piano stralcio alla luce della direttiva e degli obiettivi di PGRA.

Gli interventi contenuti nello stralcio Rischio Idraulico consistono di numerose opere generalmente ad impatto relativo quali casse di espansione, aree di laminazione, scolmatori, argini ed sistemazioni idrauliche. La grande maggioranza di queste opere sono di piccole dimensioni, tese a laminare e mitigare gli effetti di eventi lungo il reticolo minore attraverso l'aumento dei tempi di corrivazione e il contenimento dei colmi di piena in aree dedicate. Sono presenti tuttavia anche opere di notevole importanza, sia in termini di volumetrie che di efficacia, quali le casse di espansione per la difesa di Firenze e del basso valdarno, lo Scolmatore di piena per la difesa di Pisa.

Tali interventi sono stati tutti rianalizzati rispetto agli obiettivi di piano. La prima analisi svolta è in termini di efficacia: è stata verificata l'importanza dell'intervento ai fini della gestione del rischio definita nella direttiva e ne è stata confermata o meno la validità. Quindi sono stati ridefiniti, in termini di correttezza cartografica, i perimetri degli interventi; in origine le aree destinate agli interventi dal piano stralcio erano definite alla scala 1:25.000 con grosse difficoltà concernenti l'identificazione del perimetro reale in campagna, quindi è stato necessario identificare le aree ad una scala più adeguata quale quella al 10.000. Inoltre era necessario procedere ad una ulteriore rivisitazione dei confini in seguito o alla realizzazione delle opere, o in seguito a stati di avanzamento progettuale più approfondito. Infine era necessario andare ad eliminare quelle situazioni in cui era dimostrata l'irrealizzabilità dell'intervento. In sintesi il processo compiuto si è basato su questi passaggi.

- Modifiche al perimetro cartografato per effetto di:
 - passaggio cartografico dalla scala 1:25.000 alla scala 1: 10.000
 - interventi realizzati
 - progettazione e studi di fattibilità
- Eliminazione di aree perimetrate per:
 - progettazione e studi di fattibilità
 - caratteristiche morfologiche e fisiche dell'area non adeguate

Seguendo le indicazioni della direttiva, infine, buona parte degli interventi del piano stralcio sono stati rivisti nella loro finalità, modificandone gli indirizzi progettuali, inserendoli nella categoria M31 ovvero quelle opere tese più che altro al recupero degli spazi fluviali e al ripristino delle aree golenali, concorrendo in tal senso anche al recupero delle caratteristiche naturali e di deflusso. Tale rianalisi ha condotto a riconvertire più di 150 interventi del Piano stralcio Rischio Idraulico che quindi sono stati inseriti nel PGRA con la dizione M31 (22 misure M31 "aggregate" per un totale di 124 aree interessate) e che hanno valore anche ai fini del PGA (Piano di Gestione Acque dell'Arno, direttiva 2000/60/CE).

Come detto nelle generalità, si è ritenuto importante mantenere, come punto di partenza per le misure di protezione del PGRA, il contenuto del Piano stralcio Rischio Idraulico sia perché strumento consolidato ed oramai accettato nella sua impostazione sia metodologica che culturale, sia perché il poter già fare affidamento sulla presenza di aree destinate e vincolate alla realizzazione di interventi di laminazione è un indubbio valore aggiunto. Quindi, attraverso la rianalisi di tutti gli interventi di cui sopra, sono stati inseriti nelle misure di protezione M31, M32 e M33 del PGRA gli interventi del piano stralcio che sono stati ritenuti

coerenti e pertinenti agli obiettivi di piano. Oltre a questi ultimi sono stati identificati ulteriori nuovi interventi che sono stati inseriti nel PGRA, sempre come misure M31, M32 e M33

In definitiva nel PGRA sono stati inserite 238 misure di protezione che comprendono sia interventi singoli che aggregati. Con la fase di aggiornamento del PGRA sarà cura di questa AdB di procedere, come fatto per il PAI idraulica, ad una ulteriore semplificazione del contesto normativo che riguarderà appunto il Piano stralcio Rischio Idraulico e la sua definitiva integrazione nel PGRA.

Tornando alle osservazioni, l'importante lavoro svolto per le misure di protezione ha condotto ad una fase di confronto estremamente prolifica e positiva. Attraverso l'interlocuzione attivato sin dal 2013 con gli enti ed i cittadini, è stato possibile procedere ad una rianalisi condivisa delle finalità degli interventi e degli areali destinati a questi già prima della pubblicazione del progetto di piano. Infatti le osservazioni pervenute dopo la pubblicazione del piano (vedi allegato per i dettagli) sono non eccessive (45) dimostrando una buona condivisione. Si tratta in genere non di richieste di esclusione dell'intervento ma di ridotte modifiche o adeguamenti dei perimetri. Anche in questo caso, per l'istruttoria si è fatto affidamento alle modalità di presentazione delle osservazioni già citate.

Le osservazioni inerenti la disciplina di PGRA

La Disciplina di PGRA rappresenta la trasposizione del Piano di gestione in norme ed indirizzi. Nella Disciplina sono elencate le parti di cui si compone il Piano (Relazione di Piano, Disciplina di Piano e Mappe relative rispettivamente alla pericolosità di alluvione e al rischio di alluvioni, alle aree di contesto fluviale, alle aree destinate alla realizzazione degli interventi di protezione, alle pericolosità derivata da fenomeni di flash flood), sono riportate le definizioni dei principali concetti a cui si fa riferimento per l'applicazione delle norme, sono indicati gli obiettivi di Piano, sono stabilite le norme e le direttive con cui si opera nel quadro delle mappe sopra citate, sono definiti gli impegni degli enti, le competenze e la modalità per la modifica del quadro conoscitivo, sono infine indicati i tempi e i modi per l'operatività della Disciplina medesima.

La Disciplina di PGRA rappresenta pertanto la misura di prevenzione del PGRA più importante a scala di bacino dell'Arno: è quella che scaturisce direttamente dalle indicazioni della direttiva e, attraverso il quadro conoscitivo realizzato, le trasforma in legge. Nelle misure di prevenzione che sono riportate per ogni area omogenea (vedi capitolo successivo e seguente) è vero che sono indicate, correttamente, anche le leggi regionali in materia - in quanto importanti per inquadrare nell'ottica del PGRA anche quelle azioni e regole che fanno parte del patrimonio di conoscenze e leggi su cui si basa la difesa del suolo nel bacino dell'Arno - tuttavia la misura di prevenzione di maggior importanza in quanto prodotto diretto del PGRA è la misura M21 A001 "Disciplina di PGRA" che, tra l'altro, va a sostituire le norme del PAI rendendo necessaria una reinterpretazione e revisione delle stesse norme regionali di difesa del suolo alla luce dei nuovi concetti di gestione del rischio.

Il passaggio da uno strumento consolidato come il PAI alla nuova Disciplina di PGRA non è stato in fondo così difficoltoso. La visione innovativa e strategica della direttiva in questo ha aiutato molto: i concetti di gestione del rischio, di mitigazione, di raggiungimento di obiettivi concreti, di concorso di più misure di diverso tipo per tale raggiungimento ivi comprese quelle relative al sistema di protezione civile, ha aiutato a far comprendere a tutti gli operatori l'opportunità del superamento della disciplina dei PAI e della sua sostituzione con la nuova Disciplina di PGRA.

Nella fase di consultazione sulla Disciplina di Piano che ha interessato essenzialmente il secondo semestre del 2015 e si è concretizzata in più giornate di partecipazione pubblica organizzate di concerto con la Regione Toscana non sono dunque emerse sostanziali e rilevanti opposizioni all'introduzione della nuova normativa di PGRA, avendo tutti gli stakeholder istituzionali e non colto il valore aggiunto di tale percorso che da gennaio 2016 porterà ad una semplificazione del quadro conoscitivo in materia di rischio idraulico, ad una maggiore chiarezza di ruoli e responsabilità, ad uno snellimento delle procedure e ad una maggiore

certezza dei tempi. L'elemento che tuttavia è stato da più parti rappresentato a questa Autorità è stato quello della necessità di "accompagnare" il passaggio alla nuova Disciplina di PGRA con una normativa transitoria (ad esempio misure di salvaguardia) che da gennaio 2016 chiarisca bene come si governa il territorio alla luce della nuova filosofia e dei nuovi concetti di gestione del rischio in attesa che le Regioni emanino, ove necessario, le disposizioni regolamentari per dare attuazione al PGRA.

La Disciplina di PGRA in realtà già contiene indirizzi e concetti che la rendono di per sé immediatamente applicabile nel settore urbanistico. Tuttavia la Regione Toscana ha fatto presente la necessità di adeguare la propria regolamentazione regionale (ed in primis il regolamento 53/R) ai nuovi indirizzi e alla nuova filosofia del PGRA, nella quale saranno quindi dettagliate le condizioni di gestione del rischio idraulico richiamate nella Disciplina di PGRA.

Al termine della consultazione pubblica e del successivo confronto con gli uffici regionali, a novembre 2015 è stato quindi elaborato un testo di Disciplina di Piano, parzialmente diverso rispetto a quello messo in consultazione nel mese di giugno. Tale testo tiene conto e fa tesoro di tutte le principali indicazioni emerse nel corso della fase di partecipazione e delle richieste specifiche fatte dalla Regione Toscana, finalizzate a mettere a punto una Disciplina unica, che potesse adattarsi all'intero territorio toscano e non solo alla UoM Arno.

In tal senso dal testo iniziale delle norme sono stati eliminati tutti i riferimenti alle procedure di esame e approvazione specifiche dell'Autorità di bacino dell'Arno, in quanto difficilmente riproducibili nel resto del territorio toscano. Negli articoli 14, 15 e 18 della Disciplina si ritrova ad esempio un richiamo generale all'approvazione da parte dell'Autorità di bacino, che è quindi da intendersi, sulla base delle competenze specifiche attribuite ex lege agli organi dell'Autorità e facendo tesoro dell'esperienza maturata fino ad oggi nelle procedure di modifica delle cartografie del PAI, come approvazione formalizzata con decreto del Segretario Generale previo parere del Comitato tecnico dell'Autorità. Per quanto riguarda poi le modifiche alle mappe delle aree destinate alla realizzazione delle misure di protezione, trova ancora piena applicazione anche ai fini del PGRA la procedura codificata alle norme 2 e 3 del Piano stralcio Rischio Idraulico.

Infine la nuova Disciplina di PGRA si è arricchita di un articolo sui pareri dell'Autorità di bacino, specificando come richiesto dalla Regione Toscana, che l'AdB Arno si esprime nell'ambito del procedimento autorizzativo degli interventi con un solo parere e dettagliando i criteri specifici in base ai quali quest'ultimo viene espresso ai fini della verifica di congruenza dei singoli interventi con le finalità e gli obiettivi del PGRA.

6. Descrizione degli appropriati obiettivi della gestione del rischio di alluvioni.

Aspetti generali

Come già indicato nel capitolo 4, in seguito all'attività di coordinamento svolta dall'AdB Arno sono stati stabiliti obiettivi generali univoci a scala di distretto, validi per tutte le 11 UoM appartenenti appunto al distretto dell'Appennino Settentrionale. Con la "Relazione e criteri generali di indirizzo per il distretto" del dicembre 2013, allegata ai progetti di piano delle 11 UoM, sono stati anche indicate le modalità generali di indirizzo concordate per la realizzazioni dei PGRA e sono state richiamate anche le misure generali da applicare sempre a scala di distretto, seguendo quanto indicato dal *Working Group Flood*. Per la realizzazione dei progetti di piano, seguendo i criteri sopra richiamati, si è proceduto suddividendo i territori delle UoM in aree omogenee per le quali individuare gli obiettivi di dettaglio da perseguire e le misure di dettaglio necessarie per il loro raggiungimento. Le aree omogenee possono essere o l'intero bacino (nel caso di bacini di piccole/medie dimensioni con caratteristiche fisiche e di presenza di popolazione, beni ambientali, beni culturali ed attività produttive sufficientemente omogenee) o sottobacini e/o porzioni di bacino/aree specifiche individuate appunto sulla base delle loro peculiarità in termini di evento e di presenza di elementi a rischio. Esse sono identificate considerando prevalentemente le loro peculiarità fisico-ambientali, ponendo particolare attenzione al tipo di risposta idraulica che presentano quando vengono sollecitate dagli scenari definiti nelle mappe di pericolosità. In secondo luogo sono considerati gli aspetti legati agli elementi antropici e alla loro distribuzione (popolazione, valori culturali, beni ed attività economiche, modificazioni, etc.). I dati delle aree omogenee possono, inoltre, essere direttamente associabili a quelli della direttiva "acque" e, quindi, ne permettono una gestione univoca nell'ambito delle due direttive. Per ogni area sono disponibili le informazioni relative a popolazione, beni ambientali, beni culturali ed attività produttive: mediante questi dati è possibile quindi stabilire il "peso" che gli elementi di ogni area (o porzione di essa) assumono rispetto al rischio idraulico a cui sono soggetti. Di conseguenza è possibile anche definire il danno atteso per categoria ed orientare quindi le misure necessarie per fronteggiare tale danno. Le aree omogenee permettono, quindi, di affrontare la gestione del rischio idraulico in maniera differenziata, a seconda delle particolari situazioni che sono presenti in esse. Aspetto fondamentale questo che consente da un lato di individuare le misure necessarie differenziandole in funzione della presenza, ad esempio, di un'area fortemente urbanizzata o di una con forti caratteri di naturalità, e dall'altro di definire gli scenari sulla base dell'impatto che gli elementi a rischio potrebbero subire in caso di evento, declinando conseguentemente gli obiettivi specifici e le relative misure.

Nella fase di osservazioni tale metodo non è stato oggetto di variazioni. Peraltro sono state fornite da ISPRA apposite "Note sulla compilazione del Database Access conforme agli SCHEMA per il reporting della Dir. 2007/60/CE: Piano di Gestione del Rischio Alluvioni" (ISPRA, Roma agosto 2015) che hanno confermato la corrispondenza dei criteri utilizzati, suggerendo contributi importanti sia per l'identificazione delle misure che per la loro corretta catalogazione e descrizione. In funzione di questo, fermo restando gli obiettivi generali già riportati nel capitolo 4 (ricordiamo che per l'UoM Arno e le UoM regionali toscane gli obiettivi sono ricompresi nella Disciplina di PGRA – misura M21 A001), le misure generali considerate a scala di distretto fanno riferimento alla tabella che segue.

CODICE TIPO	ASPETTI DELLA GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI	TIPO DI MISURE	DESCRIZIONE	ESEMPIO
--------------------	---	-----------------------	--------------------	----------------

CODICE TIPO	ASPETTI DELLA GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI	TIPO DI MISURE	DESCRIZIONE	ESEMPIO
M11	Nessuna azione	Nessuna azione	Nessuna misura è prevista per ridurre il rischio alluvioni nell'area di studio.	
M11	Nessuna azione	Nessuna azione	Nessuna misura è prevista per ridurre il rischio di alluvioni nell'area di studio	
M21	Prevenzione AGISCONO SUL VALORE E SULLA VULNERABILITA'	Di vincolo	Misure per evitare l'insediamento di nuovi elementi a rischio nelle aree allagabili	Politiche di gestione e pianificazione del territorio
M22		Rimozione e ricollocazione	Misure per rimuovere gli elementi a rischio dalle aree allagabili, o per ricollocare gli elementi a rischio in altre aree a minore probabilità di inondazione.	Politiche di delocalizzazione
M23		Riduzione	Misure di adattamento per la riduzione della vulnerabilità degli elementi a rischio in caso di inondazione	Interventi su edifici, reti pubbliche, water-proofing
M24		altre tipologie	Altre misure per aumentare la prevenzione del rischio	Modellazione e valutazione del rischio di alluvioni, valutazione della vulnerabilità, programmi e politiche per la manutenzione del territorio
M31	Protezione AGISCONO SULLA PROBABILITA'	Gestione delle piene nei sistemi naturali/Gestione dei deflussi e del bacino	Misure per ridurre il deflusso in sistemi di drenaggio naturali o artificiali	Superfici in grado di intercettare o immagazzinare il deflusso, interventi per l'aumento dell'infiltrazione, azioni condotte in alveo e nella piana inondabile e riforestazione delle aree golenali per il ripristino di sistemi naturali in modo da facilitare il rallentamento del deflusso e l'immagazzinamento di acqua
M32		Regolazione dei deflussi idrici	Misure che comprendono interventi fisici per regolare i deflussi e che hanno un impatto significativo sul regime idrologico.	Costruzione, modifica o rimozione di strutture di ritenzione dell'acqua (quali dighe o altre aree di immagazzinamento in linea o sviluppo di regole di regolazione del flusso esistenti), opere di regolazione in alveo, casse espansione, laminazione

CODICE TIPO	ASPETTI DELLA GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI	TIPO DI MISURE	DESCRIZIONE	ESEMPIO
M33		Interventi in alveo, sulle coste e nella piana inondabile	Misure riguardanti interventi fisici in canali d'acqua dolce, corsi d'acqua montani, estuari, acque costiere e aree soggette a inondazione, quali la costruzione, modifica o rimozione di strutture o l'alterazione di canali, gestione delle dinamiche dei sedimenti, argini, ecc.	Opere che agiscono sulla dinamica dell'evento, sugli aspetti morfologici
M34		Gestione delle acque superficiali	Misure riguardanti interventi fisici per ridurre le inondazioni da acque superficiali, generalmente, ma non solo, in ambiente urbano.	Aumentare la capacità di drenaggio artificiale o realizzare sistemi urbani di drenaggio sostenibile (SuDS)
M35		altre tipologie	Altre misure per aumentare la protezione dalle alluvioni tra cui programmi o politiche di manutenzione delle opere di difesa dalle inondazioni	Programmi o politiche di manutenzione di argini, rilevati, muri di contenimento, ponti e pile
M41	Preparazione	Previsione piene e allertamento	Misure per istituire e/o potenziare i sistemi di allertamento e previsione di piena	
M42		Pianificazione dell'emergenza e della risposta durante l'evento	Misure per istituire e/o migliorare la pianificazione della risposta istituzionale d'emergenza durante l'evento	Misure per migliorare aspetti che rientrano nei Piani urgenti di emergenza
M43		Preparazione e consapevolezza a pubblica	Misure per accrescere la consapevolezza e preparazione della popolazione agli eventi di piena	Organizzazione di incontri informativi e formativi periodici
M44		Altre tipologie	Altre misure per migliorare la preparazione agli eventi di piena in modo da ridurre le conseguenze avverse	
M51	Ricostruzione e valutazione post evento	Ripristino delle condizioni pre-evento private e pubbliche	Attività di ripristino e rimozione; supporto medico e psicologico; assistenza economica, fiscale, legale e lavorativa; ricollocazione temporanea o permanente	
M52		Ripristino ambientale	Attività di ripristino e rimozione ambientale	Protezione dalle muffe, salvaguardia dei pozzi, messa in sicurezza di contenitori per materiale pericoloso
M53		Altre tipologie	Esperienza tratta dagli eventi (<i>Lesson learnt</i>), politiche assicurative	

CODICE TIPO	ASPETTI DELLA GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI	TIPO DI MISURE	DESCRIZIONE	ESEMPIO
M61	Altre misure			

Considerato che il quadro normativo italiano, come già più volte evidenziato, separa le competenze di difesa del suolo da quelle di protezione civile, individuando diversi soggetti responsabili ed ovvero, in sintesi:

- le AdB responsabili della predisposizione del piano di gestione per ciò che riguarda le misure di prevenzione e protezione in ogni bacino di riferimento e dell'attuazione del coordinamento per tale competenza a livello distrettuale (AdB Arno);
- le Regioni in collaborazione con il Dipartimento nazionale della Protezione Civile, responsabili della definizione delle misure di preparazione di ogni UoM.

Nella tabella che segue si riportano, con alcuni esempi di tipologia di misure e una loro possibile descrizione, il soggetto competente per l'individuazione di quel tipo di misure. Ciò al fine di dare modo di comprendere meglio la costruzione del PGRA che, ai sensi appunto del d.lgs. 49/2010, viene compiuta da più soggetti.

Categoria	Esempi di misure	Tipo di misura	Competenza (D.Lgs 49/2010)
Nessuna misura	Nessuna misura (assumendo comunque la prosecuzione delle attuali attività di manutenzione e gestione del reticolo fluviale e del territorio).		AdB
Misure minime	Ridurre le attività esistenti	M22	AdB
	Gestione proattiva/propositiva	M24	AdB
Misure Prevenzione	Pianificazione territoriale ed urbanistica che, ai vari livelli istituzionali, tenga conto dei livelli di rischio attesi	M21	AdB
	Azioni di rimozione e di rilocalizzazione di edifici ed attività in aree a rischio	M22	AdB
	Norme di governo del territorio e di uso del suolo tese a minimizzare la produzione dei deflussi, a mitigare le forme di dissesto, ad aumentare i tempi di corrivazione e al mantenimento dei sistemi naturali	M21	AdB
	Sviluppo, incentivazione ed applicazione di sistemi di sicurezza locale, autoprotezione individuale, proofing e retrofitting sia alla scala del singolo edificio/attività sia alla scala della regolamentazione urbanistica	M23	AdB
Misure Protezione	Manutenzione ordinaria dei corsi d'acqua e del reticolo arginato, compreso la manutenzione delle opere di difesa già realizzate (argini in terra e muratura, opere idrauliche, casse di espansione, etc.) e la gestione dei sedimenti, con particolare riguardo ai territori di bonifica	M35	AdB
	Azioni, anche di ingegneria naturalistica, per il ripristino e l'ampliamento delle aree golenali, per l'incremento della capacità di infiltrazione, della divagazione, e per la restaurazione dei sistemi naturali	M31	AdB
	Opere di sistemazione idraulico-forestale nelle porzioni collinari e montane del reticolo	M33	AdB
	Miglioramento, ricondizionamento e, se necessario, rimozione/ riabilitazione delle opere di protezione e difesa già realizzate (considerando prioritarie quelle in aree a rischio maggiore)	M32	AdB

	Realizzazione interventi di riduzione della pericolosità nel reticolo fluviale (ad esempio realizzazione argini, diversivi/by-pass, casse di espansione, traverse di laminazione, ecc.)	M32	AdB
	Opere di difesa costiere e marine	M33	AdB
	Altre opere quali miglioramento del drenaggio e dell'infiltrazione in aree urbanizzate	M34	AdB
Misure Preparazione	Sviluppare e mantenere sistemi di monitoraggio strumentale, sistemi di comunicazione ridondanti (dati, fonia, radio, satellitare) e sistemi di supporto alle decisioni	M41	Prot. Civ.
	Predisposizione, applicazione e mantenimento di piani, ai vari livelli istituzionali, di protezione civile (modelli e procedure di intervento per la gestione delle emergenze); organizzazione e gestione Presidi Territoriali per il controllo diretto immediatamente prima e durante gli eventi calamitosi	M42	Prot. Civ.
	Predisposizione dei piani di laminazione e dei piani di emergenza	M42	Prot. Civ.
	Campagne mirate di informazione e comunicazione per acquisire, incrementare e/o mantenere una sufficiente consapevolezza collettiva in merito al rischio possibile e alle azioni autoprotezione e di protezione civile da poter applicare	M43	UoM/ Prot. Civ.
	Predisposizione e sperimentazione di protocolli per la gestione in fase di evento delle attività inerenti la regolazione dei volumi e/o degli scarichi di fondo e di superficie delle grandi dighe presenti nei bacini idrografici di interesse per laminazione delle piene; predisposizione e sperimentazione di protocolli per la gestione in fase di evento delle attività inerenti la regolazione della laminazione delle casse di espansione munite di paratoie mobili	M42	Prot. Civ.
Misure Risposta e ripristino	Attività di ripristino delle condizioni pre-evento, supporto medico e psicologico, assistenza finanziaria, assistenza legale assistenza al lavoro, assistenza post-evento	M51	Prot. Civ.
	Aggiornamento del catalogo degli eventi alluvionali	M53	Prot. Civ.
	Lesson learnt, rianalisi (compreso l'aggiornamento delle mappe di pericolosità e rischio)	M53	UoM/ Prot. Civ.

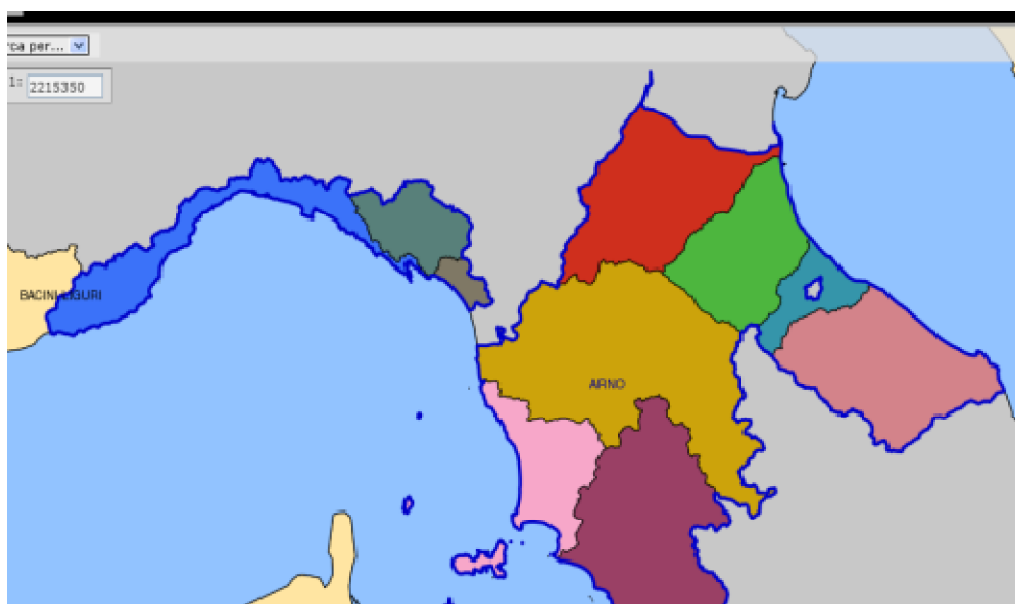
Tutte le misure di preparazione quindi competono esclusivamente al sistema di Protezione Civile. Oltre a queste, il Dipartimento di Protezione Civile Nazionale provvede anche alla compilazione ed aggiornamento del Catasto degli eventi (misura M53) per l'intero territorio italiano. Quindi per la redazione del PGRA dell'Arno la Protezione Civile della Regione Toscana e quella della Regione Umbria, hanno provveduto, sulla base del quadro di pericolosità identificato, a fornire le misure di preparazione da porre in essere per la gestione del rischio nelle otto aree omogenee individuate nel bacino.

Come richiamato nel precedente capitolo inerente le attività di partecipazione pubblica, la fase di consultazione ha portato un positivo contributo per quanto riguarda sia il quadro di pericolosità del bacino, sia l'individuazione degli interventi e la loro collocazione geografica. Questo ha comportato la necessaria modifica di alcuni perimetri della pericolosità di alluvione fluviale, oltre che la ridefinizione di alcune tipologie di intervento e, soprattutto, la loro collocazione areale. I maggiori dettagli ottenuti dai contributi presentati in termini di pericolosità e di misure di protezione non hanno peraltro modificato sostanzialmente il quadro di criticità del bacino, ma ne hanno delineato con maggior precisione la distribuzione di aree allagate, di elementi a rischio e di possibile efficacia delle misure proposte.

Descrizione generale del bacino dell'Arno, delle sue problematiche e degli obiettivi specifici individuati per le aree omogenee.

Il bacino dell'Arno

Il bacino idrografico dell'Arno (UoM ITN002) si pone geograficamente in posizione centrale nel distretto dell'Appennino settentrionale. Fa parte dei bacini che hanno origine nella porzione mediana della catena appenninica e confluiscono verso ovest nel Mar Tirreno. L'Arno ha origine dal versante meridionale del Monte Falterona, alla quota di 1.385 metri sul mare. Dopo il primo tratto montano lascia il Casentino e, attraverso la stretta di S. Mama, sbocca nella piana di Arezzo. A circa 60 Km dalle sorgenti si congiunge con il Canale Maestro della Chiana. Entra quindi nel Valdarno Superiore dove scorre percorrendo un vasto arco sino a Pontassieve, allo sbocco della Sieve, suo principale affluente di destra. Da qui piega decisamente verso Ovest e mantiene tale direzione fino alla foce. È in questo ultimo tratto che confluiscono i restanti importanti affluenti di destra e di sinistra.



Il bacino imbrifero si estende su una superficie di 8.228 Km², dei quali il 60% circa è a quota inferiore a 300 m. s.l.m., il 34% a quote comprese tra 300 e 600 m. s.l.m., il 9% a quote comprese tra 600 e 900 m. s.l.m. e il 4% a quota superiori a 900 m. s.l.m. Le maggiori altitudini si riscontrano nel gruppo montuoso del Falterona e del Pratomagno, rispettivamente con le vette di Monte Falco (1.657 m. s.l.m.) e del Poggio Uomo di Sasso (1.537 m. s.l.m.). L'intero bacino viene solitamente suddiviso in 6 sottobacini, riportati con le relative estensioni nella tabella che segue.

<i>Sottobacino</i>	<i>Superficie [Km²]</i>
Casentino	883
Val di Chiana	1.368
Valdarno Superiore	984
Sieve	843
Valdarno Medio	1.383

Valdarno Inferiore	2.767
TOTALE	8.228

Oltre al bacino idrografico in senso stretto, si considera compresa nel bacino anche la fascia di territorio posta tra lo Scolmatore d'Arno, a Sud, ed il Fiume Morto, a Nord, inclusa l'area di bonifica di Coltano-Stagno ed il bacino del torrente Tora che oggi confluisce nello Scolmatore. Il territorio del bacino interessa la Regione Toscana per il 98% circa e la Regione Umbria per il 2% circa, comprendendo le province di Arezzo, Firenze, Pistoia, Pisa e, marginalmente, Siena, Lucca, Livorno e Perugia. Il bacino interessa il territorio di 171 comuni.

L'asta fluviale ha uno sviluppo complessivo di 241 Km, mentre l'asse della valle risulta più corto di 18 Km; questa differenza è dovuta ai numerosi meandri che il fiume forma, specie nel tratto terminale, tra le confluenze della Pesa e dell'Era. La tabella che segue fornisce un indice della morfologia del bacino. Si può osservare che i terreni pianeggianti, con pendenza minore del 3%, coprono una superficie dell'ordine del 30% del bacino.

Classi di pendenza	Superficie [km2]	Superficie [%]
$p < 1\%$	1785	20%
$1\% \leq p < 3\%$	717	8%
$3\% \leq p < 8\%$	1055	12%
$8\% \leq p < 15\%$	1206	13%
$15\% \leq p < 20\%$	850	9%
$20\% \leq p < 25\%$	760	8%
$25\% \leq p < 35\%$	1150	13%
$35\% \leq p < 45\%$	718	8%
$p > 45\%$	860	9%

La pendenza media del suo corso è del 5,6‰. Tale valore è, ovviamente, meno che indicativo in quanto la pendenza varia dal 140‰ dei primi 5 km dalla sorgente, sino allo 0,43‰ degli ultimi 82 km di percorso dalla stretta della Gonfolina alla foce. Esaminando il profilo longitudinale del corso dell'Arno si può osservare l'andamento regolare, molto ripido per il primo tratto, con un netto punto di flesso a 25 Km dalla sorgente, più o meno all'altezza di Poppi. Successivamente si possono distinguere, in linea di massima, due tratti a diversa pendenza media: il primo sino a Firenze di pendenza pari al 2,5‰ e il successivo sino alla foce con pendenza media dello 0,4‰.

Le formazioni geologiche sono in prevalenza impermeabili costituite da argille, marne, scisti argillosi, calcari marnosi e arenarie compatte. La parte prevalentemente permeabile del bacino non supera il 5% dell'intera

superficie. La copertura alluvionale, quasi ovunque di spessore modesto, è presente sul 23% della superficie. Nel complesso le rocce costituenti il bacino dell'Arno sono facilmente erodibili. La stessa colorazione, generalmente giallastra, delle acque fluenti, è indice di un forte trasporto solido in sospensione. Ciò determina una intensa tendenza alla denudazione del bacino, nonostante che la Toscana, nel suo complesso, sia una delle regioni italiane più ricche di bosco rispetto alla superficie complessiva agraria e forestale.

La temperatura media annua diminuisce costantemente e progressivamente procedendo dal mare verso l'interno della vallata. Tale diminuzione è più sensibile a partire dal Medio Valdarno. L'ampiezza dell'escursione annua varia a causa dell'altitudine e della vicinanza del mare, la cui azione volano si fa sentire a discreta profondità dal litorale. Le isoterme di valore meno elevato corrono parallelamente alle gioaie ed al rilievo del Pratomagno, mentre quelle di valore più alto seguono i rilievi, delimitando a nord e a sud la parte più bassa della vallata. L'andamento mensile delle temperature è nel complesso caratterizzato in tutto il bacino da un progressivo aumento da gennaio sino a luglio, e da un altrettanto progressiva diminuzione da luglio a dicembre. Le temperature minime si rilevano generalmente nei mesi di gennaio e febbraio, mentre le massime in luglio e agosto. L'andamento della copertura nuvolosa segue quella generale della maggior parte delle regioni italiane. I mesi più sereni sono quelli di luglio e agosto mentre il più nuvoloso è dicembre.

La morfologia del territorio influenza anche gli aspetti pluviometrici del bacino del fiume Arno, anche se in maniera minore, considerato il carattere più aleatorio delle precipitazioni. La distribuzione spaziale dei totali pluviometrici annui medi varia da 600 a 2400 mm annui. Le aree a maggiore piovosità si rilevano nel Mugello e nei rilievi della catena appenninica, nonché nel Pratomagno. La relazione tra quota e piovosità risulta fortemente significativa, ma è da tenere in considerazione anche l'elemento esposizione dei versanti, in relazione all'interazione con le correnti di aria umida provenienti dal Mediterraneo centro-occidentale.

La disaggregazione a livello stagionale della pluviometria media nel bacino del fiume Arno identifica i seguenti regimi: sublitoraneo nelle zone più interne, con massimi in autunno e primavera e minimo estivo, e sub-mediterraneo o mediterraneo nelle zone più prossime alla costa, con massimo invernale e minimo estivo. Il regime continentale, con massimo estivo e minimo invernale, è scarsamente individuabile e può presentarsi sporadicamente in qualche anno nelle parti più interne del bacino.

Dal punto di vista meteorologico alle precipitazioni estive contribuiscono in buona parte i fenomeni a carattere convettivo (temporalesco) locale, mentre le precipitazioni autunnali e soprattutto invernali derivano in gran parte dal passaggio di sistemi frontali su scala più grande e manifestano un notevole effetto da incremento orografico. La stagione mediamente più piovosa risulta essere l'autunno, con un massimo nei mesi di ottobre e novembre. La stagione meno piovosa è sicuramente l'estate. La stagione invernale è invece quella che mostra la maggiore variabilità territoriale.

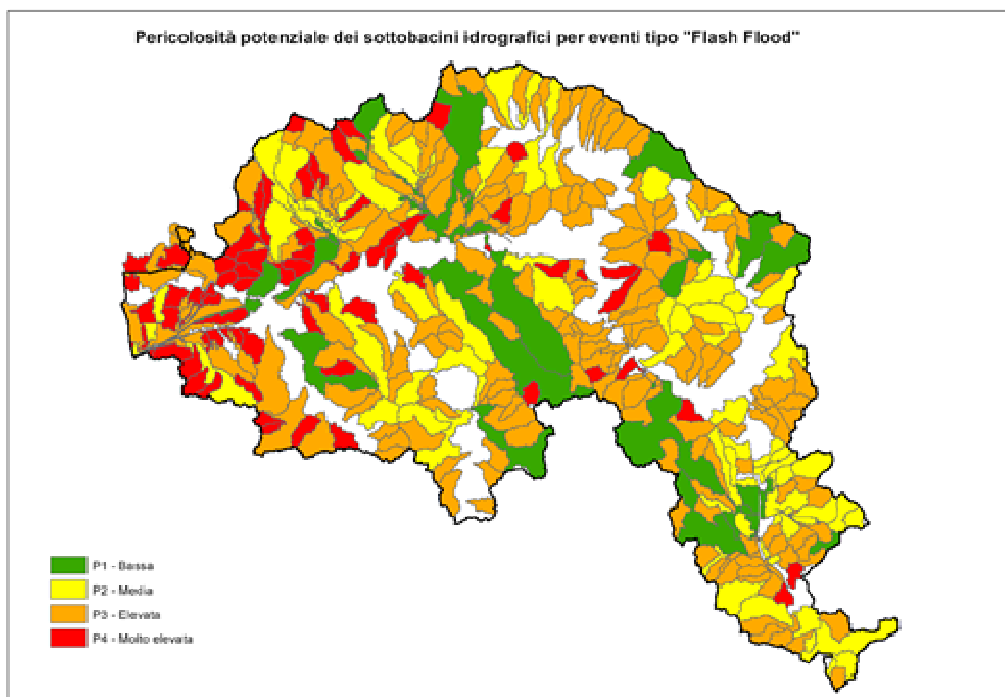
In questo contesto, con particolare riferimento al verificarsi degli eventi meteorici intensi ed estremi, si pone anche la consapevolezza di vivere in un periodo di rapido cambiamento delle condizioni del clima. Questo cambiamento viene percepito sia in termini di aumento delle temperature (come i rilevamenti a scala globale e locale confermano da tempo in maniera piuttosto omogenea), sia come cambiamento manifestato dagli eventi pluviometrici che si verificano anche nel nostro bacino. L'incertezza delle valutazioni penalizza inevitabilmente una chiara quantificazione dell'impatto del cambiamento in atto sul ciclo idrologico, anche perché la variabilità spaziale (tra le diverse aree geografiche nelle diverse zone climatiche), è senza dubbio elevata. Questa incertezza si scontra inevitabilmente con la consapevolezza che il cambiamento sia già in atto. Cambiamenti di entità e dinamica delle precipitazioni possono avere un impatto più diretto sulle attività umane rispetto alla variazione di altre variabili meteorologiche, ma, come già evidenziato, sono più difficili da caratterizzare a causa delle fluttuazioni pressoché a tutte le scale

spaziali e temporali. Anche se la percezione comune è quella di una loro intensificazione negli ultimi anni, gli eventi intensi e localizzati non sono una novità nel bacino dell'Arno. Un' autorevole fonte di informazione per tracciare la ricorrenza di eventi di questo tipo è costituita dalla serie di Annali Idrologici del Servizio Idrografico, disponibili dal 1921 alla data attuale. In particolare, fino al 1966 l'Annale parte II conteneva anche una sezione dedicata agli eventi idrologici più significativi accaduti nell'anno. Tra questi, con riferimento alla specifica tipologia degli eventi considerati e all'estensione del bacino dell'Arno, si segnalano come esempi particolari i seguenti.

Data	Zona/note
Novembre 1926	Bisenzio (rottura arginale a S. Martino)
Dicembre 1937	Padule di Fucecchio
Febbraio 1941	Pescia, Bisenzio
Febbraio 1947	Pescia, Bisenzio, Sieve
Novembre 1949	Greve, Pesa, Elsa, Egola, Era
Febbraio 1951	Solano, Teggina, Ombrone Pistoiese, Bisenzio
Agosto 1952	Improvvisa e violenta piena del T. Nievole ha determinato forti esondazioni in più punti delle arginature, cedimento di una pila del ponte ferroviario di Serravalle, le acque Rii Salsero e Castagnaregola hanno investito il centro di Montecatini con danni eccezionalmente gravi sia alle terme sia a città e campagne. Nel bacino dell' Ombrone Pistoiese frane, esondazioni e rotte con vasti allagamenti.
Settembre 1953	Concentrazione di precipitazioni e piene eccezionali nei corsi d'acqua interessati con rapidi incrementi di portata, danni non eccessivamente gravi ma quartieri di Firenze allagati dalle acque dei Torrenti Mugnone e Affrico

Tale fatto è inoltre confermato dall'analisi del catasto degli eventi (misura M53, considerato ai fini della predisposizione delle mappe di pericolosità e rischio alluvioni). Da una ricerca svolta analizzando i dati di precipitazioni nel periodo 1997/2012, in sintesi, si può affermare che le stazioni pluviometriche in cui si osserva una sensibile variazione in termini di incremento della frequenza dei valori più alti degli estremi annui di precipitazione sull'intervallo di un'ora, sono circa un terzo delle stazioni analizzate. L'impressione – da confermare con ulteriori analisi – è quindi quella di un'estensione generalizzata delle aree con propensione ai fenomeni tipo *flash flood*. In base a tale considerazione pertanto, si è ritenuto necessario definire, oltre che le mappe di pericolosità di alluvioni basate sulla frequenza di accadimento di eventi a scala di bacino di determinata magnitudo, anche un quadro di riferimento che potesse fornire informazioni per gli eventi intensi e concentrati che sfuggono, date le loro peculiarità, ad una analisi di tipo classico. Con tale analisi, di fatto, si pone un riferimento ai fenomeni di cambiamento climatico a livello di quadro conoscitivo. Questo in attesa delle azioni conseguenti alla "Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici" che è stata adottata a livello nazionale con Decreto Direttoriale Prot. 86/CLE del 16 giugno 2015 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – Direzione Generale per il Clima e l'Energia.

Nell'ambito di tale quadro gli eventi intensi e concentrati tipo *flash flood* sono stati presi in considerazione ai fini dell'individuazione delle aree (sottobacini e/o porzioni di questi) dove tali fenomeni possono avere una maggiore predisposizione ad accadere. Alla scala dell'intero bacino dell'Arno è stata realizzata una analisi in tal senso (vedi *Relazione di accompagnamento alla redazione delle mappe di pericolosità e rischio*



di alluvioni per il bacino dell'Arno, dicembre 2013) i cui risultati sono sinteticamente illustrati nell'immagine che segue, in cui abbiamo, distinte in quattro classi, la maggiore o minore propensione nel bacino del verificarsi di eventi intensi e concentrati.

Se invece consideriamo gli eventi conseguenti a precipitazioni prolungate e distribuite a scala di bacino, storicamente le alluvioni che hanno interessato l'Arno sono estremamente numerose: dal 1300 si contano ad esempio ben otto alluvioni disastrose che hanno colpito la città di Firenze di cui l'ultima nel 1966. L'impatto di un evento simile, quantificabile sulla base delle mappe di pericolosità e rischio elaborate, assume al giorno d'oggi valori di perdita economica estremamente elevati. Sulla base di uno studio condotto da questa Autorità di bacino nel 2013, solo per il territorio comunale di Firenze abbiamo una stima di danno per le attività economiche e per gli edifici di circa 6 miliardi di euro nel caso di un evento simile al 1966. Naturalmente resta impossibile stimare la perdita per gli innumerevoli beni artistici e architettonici posti nelle aree a rischio, oltreché le perdite sociali e finanziarie.

La pericolosità ed il rischio di alluvioni

Nel bacino dell'Arno gli eventi alluvionali fluviali possono essere ricondotti, in sintesi, a fenomeni di allagamento per esondazione delle acque di piena dal reticolo gerarchizzato. E' questo il caso delle alluvioni storiche di Firenze e di Pisa: piogge a carattere persistente, distribuite su buona parte del bacino, si concentrano nella rete di drenaggio principale (Arno e suoi affluenti primari quali Ambra, Sieve, Greve, Bisenzio, Ombrone, Pesa, Elsa, Era) ed esondano per insufficienza della sezione o per cedimento strutturale del sistema di opere idrauliche (ad esempio rotture arginali). I fenomeni di tale tipo caratterizzano, con evidenza maggiore dalla fine degli anni '90 ad oggi, anche il reticolo minore dove si registrano eventi di pioggia di breve/media durata, per lo più localizzati, che provocano piene repentine e conseguenti esondazioni dove la sezione è insufficiente. Sono eventi che spesso si correlano ai fenomeni di cambiamento climatico in atto ma di cui, come indicato in precedenza, ci sono anche registrazioni di

accadimento nel passato. Spesso associati a questi ultimi, si verificano fenomeni di allagamento diretto dalle precipitazioni: si tratta di eventi molto intensi di pioggia con le acque meteoriche che dilavano e



allagano il terreno senza raggiungere il reticolo di drenaggio. Provocano conseguenze anche molto dannose sia nelle aree urbane, sia nelle porzioni del rilievo poste immediatamente a monte di aree urbanizzate. La mappa seguente rappresenta la distribuzione delle aree a pericolosità idraulica del bacino.

Questo è il risultato delle elaborazioni aggiornate con la fase di osservazioni. All'indirizzo web dell'Autorità di bacino del fiume Arno

[Mappe PGRA](#)

è visibile ed interrogabile la cartografia in cui sono rappresentate le aree a pericolosità idraulica, la distribuzione degli elementi a rischio secondo le categorie e i codici previsti dalla direttiva, la distribuzione dei corpi idrici interessati e delle aree omogenee considerate per la definizione del PGRA; inoltre sono visibili le aree oggetto di pericolosità da alluvione marina (costiera), quelle di contesto fluviale, le aree a pericolosità da *flash flood* e la localizzazione delle misure di protezione inserite nel PGRA.

Un altro fenomeno di allagamento possibile nel bacino dell'Arno, considerato nelle mappe di pericolosità, è quello dovuto alle mareggiate. Il tratto di costa fisicamente attribuito al bacino dell'Arno è di circa 20 km e in passato è stato interessato da eventi di tale tipo.

E' opportuno ricordare che la pericolosità idraulica fluviale dovuta ad esondazione diretta dal reticolo organizzato è stata ricavata (vedi precedente capitolo 3 e, per eventuali approfondimenti, la Relazione inerente le "Mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni", dicembre 2013) con metodologie sia di carattere storico-inventariale e geomorfologico, sia con analisi modellistica idrologico-idraulica che non tengono conto del possibile cedimento delle strutture arginali e dei fenomeni, spesso presenti in fase di evento, di occlusione possibile degli attraversamenti e/o delle sezioni. Tali fatti sono legati ad una imponderabilità che non consente di poter ottenere degli schemi di calcolo e di previsione analiticamente accettabili. Tuttavia nella casistica degli eventi, i fenomeni di allagamento per cedimento arginale o per occlusione della sezione non sono escludibili.

Le aree che risultano allagabili per eventi alluvionali di origine fluviale nel bacino dell'Arno corrispondono a circa 2000 kmq. Sono generalmente ubicate nei fondovalle e interessano anche aree densamente urbanizzate come l'area metropolitana Firenze/Prato/Pistoia o l'area pisana. Nelle mappe la pericolosità viene rappresentata secondo tre classi distinte in funzione della frequenza di accadimento dell'evento. Si definiscono convenzionalmente a pericolosità idraulica elevata le aree che risultano allagabili per eventi con tempo di ritorno (T_r) fino a 30 anni (per tempo di ritorno si intende il tempo medio in cui un valore di intensità assegnata, nel nostro caso una portata, viene uguagliato o superato almeno una volta); nel bacino dell'Arno tali aree (PI3) coprono circa 519 kmq di fondovalle. Con PI2 si intendono le aree che risultano allagabili con $T_r = 200$ anni; queste nel bacino assommano a circa 751 kmq. Infine con PI1 si intendono le aree allagabili per eventi estremamente rari e catastrofici, paragonabili ad eventi con $T_r = 500$ anni, che in pratica rappresentano tutte le aree alluvionali di fondovalle del bacino dell'Arno. Sommando le varie aree si giunge a più di 2000 kmq di aree allagabili che rappresentano poco più del 20% dell'intera superficie del bacino dell'Arno. Per un maggior dettaglio sia sulle modalità di determinazione della pericolosità idraulica che sui dati ottenuti, si rimanda comunque alla Relazione alle mappe più volte citata.

Dal progetto *web-gis*, oltre alla visualizzazione delle informazioni relative alla pericolosità, è possibile anche accedere ai dati inerenti alla distribuzione degli elementi a rischio. Questi sono stati rappresentati secondo le categorie indicate nella direttiva (popolazione, attività economiche/proprietà/infrastrutture, beni ambientali e beni culturali). Ogni attività è stata distinta secondo il codice assegnato in ambito direttiva (vedi *Guidance n. 29*). In sintesi le categorie di elementi che sono state considerate sono:

A Population

B22 Environment – Protected areas

B23 Environment – Pollution source

B31 Cultural Heritage – Cultural assets

B41 Economic – Property

B42 Economic – Infrastructure

B43 Economic – Rural land use

B44 Economic – Economic activity

B46 Economic – Not applicable

I dati relativi a tali elementi fanno riferimento al database geografico realizzato per la definizione delle mappe (dicembre 2013).

Come già specificato, le mappe della pericolosità di alluvione fluviale sono ricavate mediante informazioni di carattere storico-geomorfologico e attraverso l'utilizzo di modellazioni idrologico-idrauliche. Con tali metodi si cerca di ricostruire in maniera verosimile ciò che potrebbe accadere nella realtà. Tuttavia si tratta di ricostruzioni che hanno un margine di incertezza elevato, che dipende sia dalla consistenza e robustezza dei dati di base (esattezza dei dati storici, numero e distribuzione degli strumenti di rilevamento quali pluviometri ed idrometri, lunghezza e precisione delle serie storiche, accuratezza ed aggiornamento delle sezioni d'alveo e dei rilievi topografici, accuratezza ed aggiornamento delle mappe di base, dei DTM e/o DSM utilizzabili, etc.), sia da fenomeni che non possono essere ricostruiti mediante modellazione quali, come detto più volte, le rotture arginali, l'interruzione accidentale degli alvei e delle vie d'acqua, la distribuzione dei mezzi, gli ostacoli accidentali che si verificano in maniera estremamente numerosa durante un evento alluvionale. Inoltre anche gli elementi a rischio che vengono riportati nelle tabelle seguenti e indicati nelle mappe dipendono dall'accuratezza delle fonti dati utilizzate e dalla loro precisione.

Pertanto ciò che ricaviamo dalle mappe, benché molto utile al fine di indirizzare le azioni per la gestione del rischio, fornisce, specialmente per quanto riguarda la precisione dell'estensione e dei livelli di acqua attesi, un'informazione indicativa e solo parzialmente corretta della possibile realtà.

Nella tabella seguente sono riportati i dati inerenti a numero/lunghezza/superficie di alcune categorie di elementi nelle aree a pericolosità.

	PI 3	PI 2	PI 1
Popolazione <i>numero</i>	163.853	584.910	794.798
B22 (Aree interesse ambientale) <i>kmq</i>	128	226	141
B23 (Fonti di inquinamento) <i>numero</i>	7	32	46
B31 (Beni culturali) <i>kmq</i>	6,7	15,8	15,5
B41 (Aree urbanizzate residenziali) <i>kmq</i>	27,9	95,6	126,1
B42 (Infrastrutture lineari) <i>km</i>	1277	2602	3346
B42 (Infrastrutture areali) <i>kmq</i>	3,8	7,7	6,7
B43 (Aree agricole) <i>kmq</i>	415,0	568,8	619,9
B44 (Aree industriali e commerciali) <i>kmq</i>	24,4	76,4	80,7

Nella successiva tabella viene, invece, indicato il numero di infrastrutture sensibili, quali istituti di istruzione e strutture sanitarie, ricadenti nelle aree a pericolosità.

	PI 3	PI 2	PI 1
Scuole <i>numero</i>	139	565	798
Strutture sanitarie <i>numero</i>	5	21	42

E' opportuno richiamare in via generale le criticità del bacino, anche al fine di poter comprendere l'approccio che è stato seguito per l'individuazione delle misure.

Per quanto riguarda le alluvioni fluviali "classiche", ovvero connesse ad eventi di precipitazione distribuita e continua nel bacino, o in porzioni di questo, che provocano esondazione delle aste principali e secondarie, allo stato attuale le particolari criticità lungo l'asta principale e gli affluenti sono:

- il fondovalle del Valdarno Superiore da Montevarchi sino alla confluenza con la Sieve ed oltre, ove vi sono importanti e diversificati insediamenti abitativi e produttivi, oltreché infrastrutture strategiche di interesse nazionale quali l'Autostrada del Sole e la linea ad alta velocità Milano-Napoli, esposti a pericolosità molto elevata e elevata;

- la pianura fiorentina, compreso il centro storico di Firenze, fino ad oltre la confluenza con l'Ombrone Pistoiese, esposta a pericolosità variabile da elevata a media;
- l'area interessata dai bacini dei fiumi Bisenzio e Ombrone, ovvero la piana Pistoia – Prato, praticamente integrata in un unico sistema metropolitano ad occidente di Firenze e di fatto connessa a questa. Il rigurgito diretto dell'Arno durante le piene, unito all'impossibilità di recapitare le portate dei corsi d'acqua locali, determina vasti allagamenti in aree densamente abitate ed intensamente industrializzate comportando livelli di pericolosità elevata;
- diverse fasce urbanizzate nel tronco mediano dell'Arno compreso tra lo sbocco della Pesa e quello dell'Elsa e, in particolare, nei comuni intorno a Empoli ove la pericolosità raggiunge spesso il valore molto elevato o elevato;
- l'area connessa con il tratto dell'Arno compreso tra lo sbocco dell'Elsa e quello dell'Era, esposta a livelli di pericolosità molto elevata ed elevata. Si tratta dell'area del distretto conciario toscano, polo industriale dell'economia regionale e nazionale.
- il centro storico di Pisa ove la pericolosità da elevata a molto elevata presenta caratteristiche del tutto peculiari. La capacità di smaltimento è difatti limitata dalle luci dei ponti a circa 2.200 mc/s un valore sensibilmente inferiore a quello transitabile ad esempio a Firenze. Tale valore è incompatibile con il transito delle portate eccezionali e la sicurezza della città si basa, come sempre è avvenuto anche in epoca storica, sulla possibilità di limitare le portate in arrivo attraverso interventi di protezione civile e di laminazione e/o diversione a monte dell'area urbana.

Per quanto concerne il capoluogo toscano, la probabilità che accada un'alluvione nel centro storico di Firenze è relativamente più bassa rispetto alle aree rivierasche dell'Arno immediatamente a valle della città (Scandicci, Lastra a Signa, Campi Bisenzio, Signa). E' tuttavia indubbio che i possibili danni che possono colpire la città nel caso di eventi estremi determinano una situazione di rischio fortemente elevata, data la peculiarità della città ed il suo incommensurabile valore storico, artistico e culturale.

La pericolosità idraulica fluviale connessa con le criticità sopra richiamate è stata determinata mediante modellazione idrologico-idraulica che prevede l'eventuale allagamento per sormonto di sponde ed argini. L'asta dell'Arno e i suoi affluenti più importanti sono stati definiti come "reticolo principale" del bacino. In questo le modificazioni alle mappe della pericolosità fluviale (vedi Disciplina di PGRA, misure M21 A001) possono essere realizzate solo dall'AdB eventualmente in collaborazione con gli enti locali.

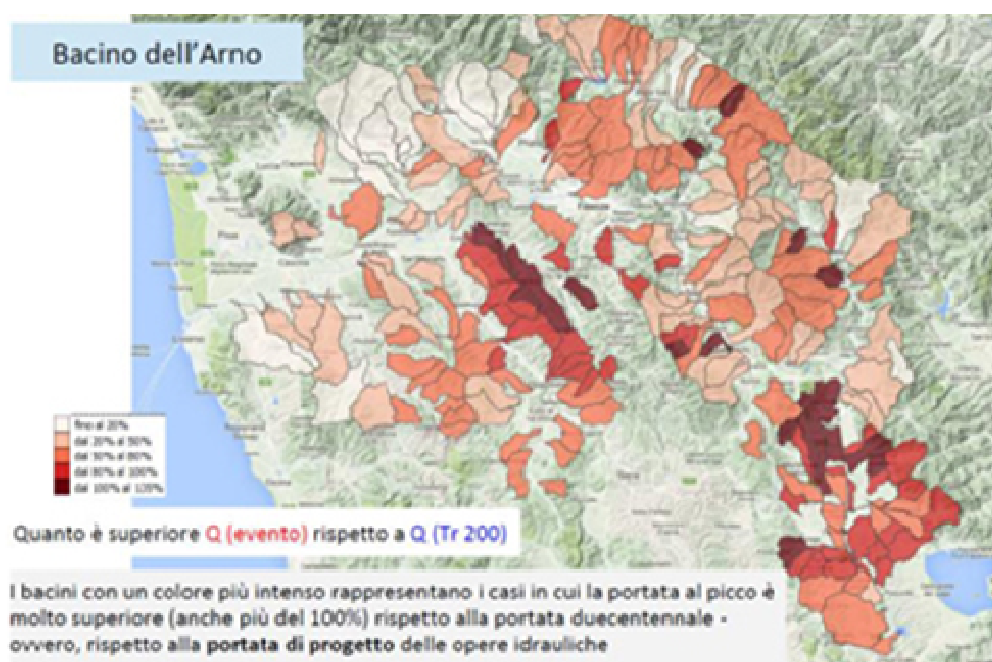
Non sono descritte nelle mappe di pericolosità fluviale quelle crisi connesse a cedimenti e rotture arginali o ad occlusione di ponti e quant'altro. Peraltro è evidente che, se sono documentati o modellati eventi che interessano il reticolo arginato sormontandolo, questo reticolo è indubbiamente soggetto a possibile cedimento, specialmente se si tratta di argini in terra in quanto oggetto di azioni erosive da parte del flusso sormontante. Ne consegue che, benché le mappe non descrivano la pericolosità per rottura arginale, quando abbiamo una pericolosità per sormonto di un sistema arginato, una conseguenza frequente è il possibile innesco di cedimenti. Se introduciamo questo concetto e sovrapponiamo la distribuzione della pericolosità alla distribuzione del reticolo arginato, abbiamo che le aree critiche per possibile innesco di cedimenti arginali, con particolare attenzione agli argini in terra, sono:

- area della Val di Chiana: si tratta di un territorio oggetto di bonifica sin da tempi storici, in cui si è imposto nel tempo un sistema di argini imponente, realizzato in gran parte tra il 1500 e il 1800, con dimensionamenti relativi e con una carenza di conoscenze in merito alla loro costruzione; la Val di Chiana non è oggetto di intensa urbanizzazione, tuttavia in alcuni casi i sistemi arginati sono posti a protezione di abitati ed attività che si sono sviluppati specialmente alla fine del secolo scorso e pertanto il rischio, in caso di cedimento delle strutture, può essere elevato.

- area del Valdarno superiore compreso l'asta principale e il sistema degli affluenti (confluenze e tratti di rigurgito): si tratta di un sistema di argini che insiste su varie cittadine ed insediamenti produttivi.
- area della Val di Sieve: nella vallata sono stati realizzati tratti arginati specialmente a protezione degli abitati; benché il rischio di cedimento sia ridotto rispetto alle altre aree - data la minore età del sistema e la possibilità di laminazione delle piene della Sieve dovuta alla presenza dell'invaso di Bilancino – permane la possibilità dell'instaurarsi di fenomeni di rottura.
- area della pianura fiorentina, dell'Ombrore Pistoiese e del Bisenzio: qui il sistema arginale è imponente, con strutture in muratura a protezione delle città quali Firenze, Prato, Campi Bisenzio, Signa, Lastra a Signa, etc., con strutture in terra a completamento di quelle in muratura, con argini minori sempre in terra a protezione del reticolo minore. Il sistema è quanto di più antropizzato si possa pensare; la pianura dell'Ombrore è un terreno storicamente allagabile e soggetto a bonifica; il reticolo originario non esiste praticamente più, gli alvei sono stati rettificati e costretti tra argini che, allo stato attuale, si dimostrano per la maggior parte insufficienti a contenere in essi anche gli eventi frequenti (Tr30). Proprio per la redazione del PGRA l'AdB ha sviluppato un'aggiornatissima modellazione del sistema idraulico della pianura dell'Ombrore che ha evidenziato in tutta la sua gravità la pericolosità dell'area. Tenuto conto dello sviluppo del sistema di argini (si tratta di svariate migliaia di km di argini, di cui il 90% in terra) e della loro "storicità", il pericolo di cedimento, nonostante la forte azione di manutenzione applicata dai Consorzi di Bonifica che, ai sensi delle leggi regionali sono responsabili di tale attività, è elevato e andrebbe a colpire con notevoli danni un tessuto insediativo e produttivo tra i più importanti in Toscana. Lo stesso si può dire per il tratto finale del Bisenzio e dei suoi affluenti (Marina, Marinella, etc.), tra Prato e la confluenza in Arno, con argini sia in terra che in muratura. Anche in sinistra d'Arno sono presenti sistemi arginati lungo i tratti terminali dei principali affluenti (Greve, Ema, Vingone, Dogaia, etc.). Nel tratto urbano di Firenze abbiamo criticità locali dovute al reticolo minore che attraversa la città, arginato e in taluni casi intubato, che può provocare criticità rilevanti sia per esondazione diretta (anche per eventi frequenti), che per cedimento delle strutture. Nel centro storico di Firenze gli argini sono prevalentemente in muratura.
- area del Valdarno medio e inferiore: anche qui i sistemi di arginature sono assai diffusi e presenti anche lungo gli affluenti (Elsa, Era, porzione finale della Pesa, Orme, etc.) specialmente nei tratti di rigurgito ed a protezione dei centri urbani; inoltre sono presenti anche qui vaste porzioni di fondovalle oggetto di bonifica storica (Padule di Fucecchio e Padule di Bientina), con importanti opere idrauliche che devono essere oggetto di manutenzione costante e continua al fine di assicurare il loro funzionamento.
- Area della Val d'Era e del Valdarno inferiore: si tratta della zona dove insiste la città di Pisa, la cittadina di Pontedera e molti altri centri importanti. Il sistema è fortemente modificato specialmente lungo l'asta principale dell'Arno e lungo il sistema della val d'Era, con argini in terra ed opere idrauliche estremamente complesse ed importanti tra i quali lo Scolmatore d'Arno la cui funzionalità (e il suo sviluppo) è lo strumento principale per la mitigazione dei rischi a Pisa.

Proprio a causa di quanto sopra indicato, nel reticolo arginato le misure di protezione individuate tendono a laminare le portate in maniera tale da consentire il deflusso in alveo anche le piene maggiori; ciò allo scopo di impedire il sormonto degli argini e consentire un deflusso controllato. Nella disciplina di PGRA le aree retrostanti a sistemi arginali sono oggetto di particolari restrizioni ai fini di controllare la presenza di nuove edificazioni con conseguente aumento del rischio.

Come già sopra riportato, il bacino dell'Arno è inoltre soggetto al verificarsi di precipitazioni intense e concentrate che, conseguentemente, possono innescare fenomeni alluvionali repentini in special modo nelle porzioni pedecollinari dei bacini. Questi fenomeni sfuggono alla definizione classica basata sulla massimizzazione dell'evento di piena in funzione del tempo di ritorno, pertanto non è semplice riuscire ad inquadrare il livello di pericolosità connesso. L'Autorità ha realizzato una mappatura della predisposizione del bacino al verificarsi di eventi intensi e concentrati che possono dar seguito ad eventi di piena repentini. Con tale schematizzazione sono stati definite, secondo quattro classi di propensione crescente al verificarsi di tali eventi, le porzioni di bacino maggiormente interessate da tali fenomeni. In estrema sintesi la maggior predisposizione la troviamo nei bacini appenninici del pistoiese e del pratese, nelle colline a nord di Firenze, nella porzione appenninica della Sieve e del Casentino e nelle colline poste a nord del tratto finale dell'Arno. Inoltre sono state svolte, in via sperimentale, ulteriori analisi volte a verificare la risposta idrologica del bacino nel caso si verificassero eventi estremi di particolare impatto. E' stato preso come riferimento l'evento di precipitazione massimo di durata 1 ora mai registrato nel bacino dell'Arno (Area Omogenea 3, pluviometro delle Caldine, sottobacino del torrente Mugnone, 6 agosto 1940); quindi sono stati considerati i bacini e le porzioni di bacino di superficie compresa tra 10 e 100 kmq con tempo di risposta (*lag time*) da 1 a 5 ore. Per la trasformazione degli afflussi in deflussi è stato utilizzato il modello AITO (Alluvioni in Toscana) aggiornato al 2012 già utilizzato per la determinazione delle mappe di pericolosità. Lo scopo dell'elaborazione, in via di ulteriore approfondimento e sviluppo, è quello di verificare quale risposta idrologica si può avere nel bacino rispetto ad un evento estremo che determina



portate molto superiori a quelle convenzionalmente utilizzate come riferimento per le progettazioni. L'analisi ha dimostrato che confrontando l'evento estremo sull'ora mai registrato nel bacino con il reticolo attuale avremo nei bacini inferiori a 100 kmq dei picchi di portata che possono essere molto superiori (anche il doppio) della portata Tr200. L'immagine che segue illustra la distribuzione delle aree con maggior predisposizione a tali fenomeni.

Le elaborazioni finora svolte indicano che eventi limite come quelli indicati, concentrati nello spazio e nel tempo, possono essere estremamente impattanti in quanto, essendo straordinari, non vengono presi generalmente come riferimento per la progettazione delle opere idrauliche (ponti, argini, etc.) o per il dimensionamento di infrastrutture. Su base statistica sono eventi altamente improbabili, per i quali tuttavia è possibile determinare dove i loro effetti possono essere maggiori in termini di risposta idrologica (portata più elevata rispetto a quella statistica di riferimento). L'indicazione ottenuta fornisce la distribuzione del

rischio residuo risultante dal confronto tra gli scenari di evento standard che vengono utilizzati per la progettazione delle opere idrauliche ed un evento limite, ovvero l'evento massimo nell'ora mai registrato nel bacino. Tali scenari possono fornire opportune indicazioni per la gestione dell'eventuale rischio residuo, ad esempio con sistemi di presidio e protezione civile. Benché le attuali possibilità di preannuncio di eventi intensi e concentrati, anche se elevate, non possono fornire con esattezza sia il luogo che l'intensità del fenomeno, tuttavia è possibile attuare forme di allertamento e misure tese a diminuire la vulnerabilità. Proprio al fine di sollevare la sensibilità di enti e cittadini a tali evenienze e quindi poter predisporre eventuali azioni di mitigazione, nella disciplina di PGRA per le aree soggette a *flash floods* individuate nella mappe sono stati definiti appositi indirizzi al fine di orientare sia la pianificazione urbanistica che le misure di protezione civile.

Per quanto riguarda, infine, le problematiche dovute ad alluvioni marine, queste riguardano circa 2,6 kmq di costa, interessando prevalentemente l'abitato di Marina di Pisa e Tirrenia nel tratto di costa tra la foce dell'Arno e la confluenza in mare dello Scolmatore. Nella mappa di pericolosità a questa fascia è stata attribuita una pericolosità P3, corrispondente all'area interessata da eventi con tempo di ritorno di 50 anni.

Le basi del PGRA

La difesa dalle alluvioni non è certamente un argomento nuovo per le Autorità di bacino che, istituite dalla legge 183/1989, hanno avuto dagli anni '90 il precipuo compito di pianificare e programmare azioni e norme d'uso di difesa del suolo e contro il rischio idrogeologico. Gli atti di pianificazione e programmazione approvati e vigenti per il bacino dell'Arno, sui quali si è basata l'attività di predisposizione del PGRA, sono essenzialmente:

- il piano stralcio "Rischio idraulico", approvato con DPCM 5 novembre 1999: il piano definisce misure, azioni ed interventi tesi all'annullamento nel bacino di eventi tipo l'alluvione del 1966;
- Il piano stralcio "Assetto idrogeologico", approvato con DPCM 6 maggio 2005: il piano definisce le aree a pericolosità idraulica e da frana del bacino dell'Arno e detta regole e misure per la pianificazione urbanistica ed il governo del territorio. Il piano recepisce inoltre gli interventi previsti nel piano stralcio "Rischio idraulico";
- l'accordo di programma del 18 febbraio 2005 tra il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, la Regione Toscana e l'Autorità di bacino del fiume Arno: si tratta di un accordo per la realizzazione di interventi ritenuti prioritari, già compresi nel Piano stralcio rischio idraulico e nel PAI.

La pianificazione e programmazione di bacino pregressa è stata, dunque, presa in considerazione ai fini della redazione del PGRA. Per quanto riguarda, ad esempio, gli interventi (essenzialmente le opere), ai fini dell'identificazione delle misure di protezione sono stati valutati e verificati quelli già compresi nel Piano Stralcio Rischio Idraulico. Attraverso la fase di osservazioni, come indicato in precedenza, poi questi interventi sono stati ulteriormente dettagliati e quindi inseriti come misure di protezione, se necessari, nelle Aree Omogenee. Pertanto gli interventi del piano stralcio, anche in funzione della loro peculiarità di essere oggetto di particolari salvaguardie e pertanto le aree dove questi sono collocati sono tutt'ora disponibili e preservate per la realizzazione delle opere, sono stati la base su cui sono state definite le misure di protezione del PGRA.

Come il Piano Stralcio Rischio Idraulico è stato la fonte su cui poi sono state sviluppate le misure di protezione, il PAI è stato invece lo strumento dal quale si è sviluppato il PGRA non solo per le mappe, come precedentemente più volte richiamato, ma anche per le misure di prevenzione e più in particolare per la disciplina di Piano che rappresenta il superamento in chiave direttiva alluvioni della precedente normativa fondando tutta l'impalcatura delle nuove norme e dei correlati indirizzi sul concetto di "gestione del rischio

idraulico" espressamente definito all'art. 5 della nuova disciplina di PGRA ("per gestione del rischio idraulico si intendono le azioni volte a mitigare i danni conseguenti a fenomeni alluvionali. La gestione può essere attuata attraverso interventi tesi a ridurre la pericolosità e interventi tesi a ridurre la vulnerabilità degli elementi a rischio anche mediante azioni di difesa locale e piani di gestione dell'opera collegati alla pianificazione di protezione civile comunale e sovracomunale, rispettando le condizioni di funzionalità idraulica; in altri termini la gestione del rischio si attua attraverso azioni volte ad abbattere in maniera significativa gli effetti negativi - rispetto ad un evento di riferimento che può anche variare in funzione delle caratteristiche del corso d'acqua considerato - in particolare su vita umana, insediamenti ed attività, beni ambientali e culturali. Agli effetti del PGRA delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone di norma si considera come evento di riferimento quello connesso con un tempo di ritorno uguale a 200 anni. La gestione del rischio può essere perseguita, qualora ve ne siano i presupposti e le condizioni giuridiche, anche attraverso azioni tali da ripartire eventuali effetti negativi su aree in cui, a parità di pericolosità, si ha presenza di elementi a rischio di minor valore).

Per quanto concerne le misure di preparazione, queste sono state oggetto di apposita trattazione da parte del sistema di Protezione Civile Regionale (vedi allegato Progetto Piano di Gestione Rischio Alluvioni, ITCAREG09, giugno 2015).) ma le stesse vengono richiamate anche nella Disciplina di Piano alla luce della visione strategica di gestione del rischio che ne costituisce il fondamento e che, come sopra ricordato, può attuarsi attraverso interventi tesi a ridurre la pericolosità e interventi tesi a ridurre la vulnerabilità degli elementi a rischio anche mediante azioni di difesa locale e piani di gestione dell'opera collegati alla pianificazione di protezione civile comunale e sovracomunale, rispettando le condizioni di funzionalità idraulica.

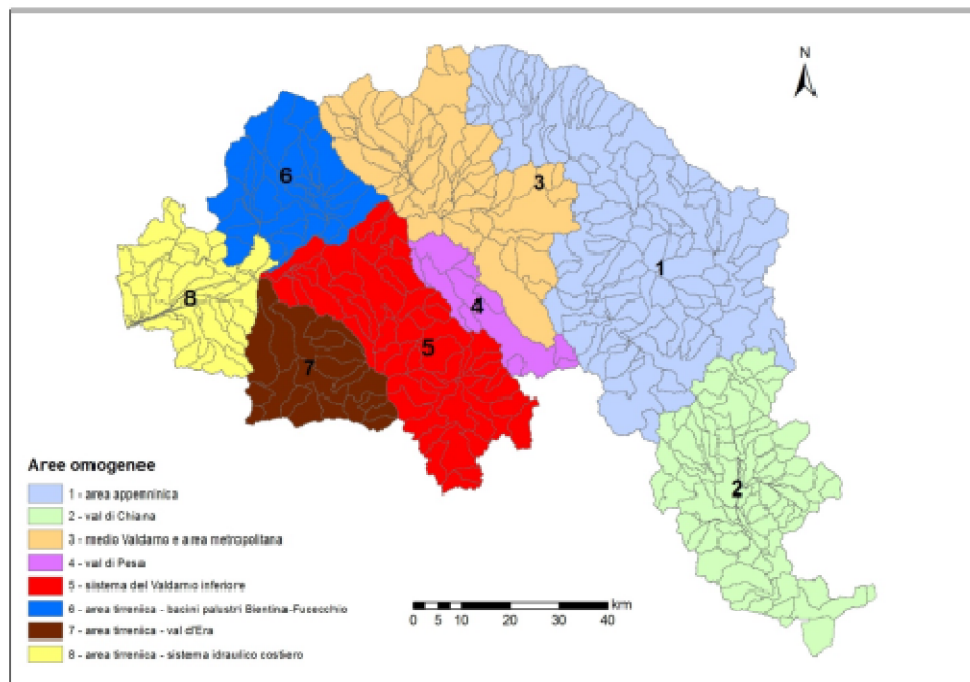
La suddivisione del bacino dell'Arno in Aree Omogenee

Per quanto attiene all'ambito di applicazione delle misure, il criterio seguito alla scala dell'intero distretto è stato quello di individuare per ogni UoM delle "aree omogenee" su cui applicare le misure di dettaglio necessarie per il raggiungimento degli obiettivi (vedi capitolo 5).

Per quanto riguarda il bacino dell'Arno le aree omogenee definite sono le seguenti:

1. Area Omogenea 1 Appenninica,
2. Area Omogenea 2 Val di Chiana,
3. Area Omogenea 3 Medio Valdarno e area metropolitana,
4. Area Omogenea 4 Val di Pesa,
5. Area Omogenea 5 Sistema del Valdarno inferiore,
6. Area Omogenea 6 Tirrenica - Bacini palustri Bientina-Fucecchio,
7. Area Omogenea 7 Tirrenica - Val d'Era,
8. Area Omogenea Tirrenica - Sistema idraulico costiero.

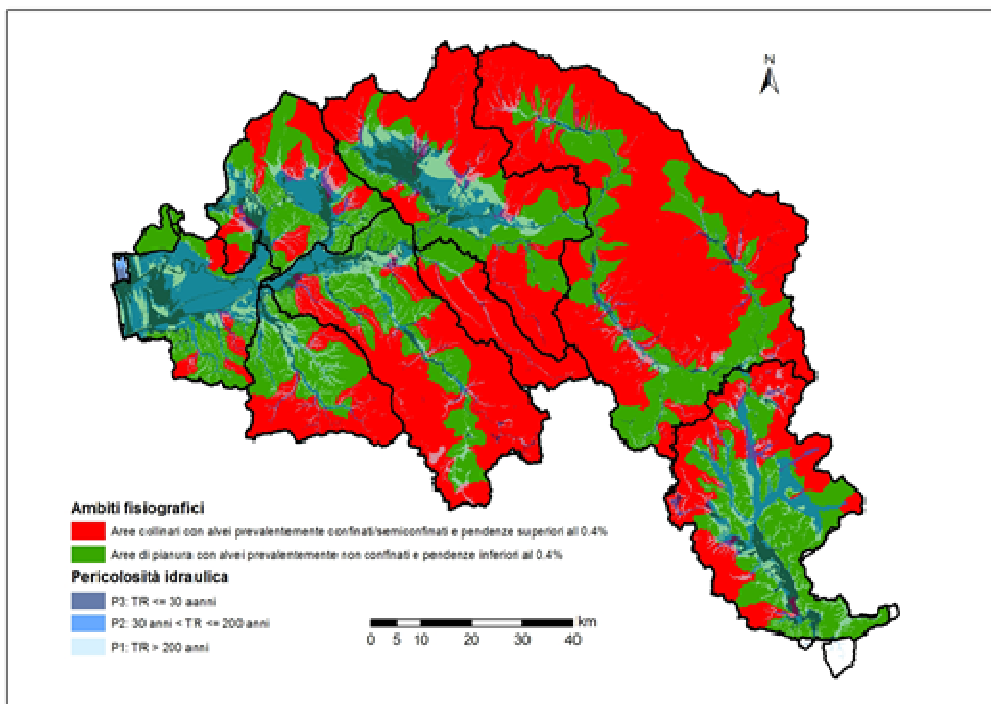
La mappa seguente illustra le otto aree omogenee.



Le aree sono state identificate considerando prevalentemente le loro peculiarità fisico-ambientali, ponendo particolare attenzione al tipo di risposta idraulica che presentano quando vengono sollecitate dagli scenari definiti nelle mappe di pericolosità. In secondo luogo sono stati considerati gli aspetti legati ai fattori antropici e alla loro distribuzione (ad esempio popolazione, valori culturali, beni ed attività economiche, modificazioni). Le aree sono state delimitate secondo i bacini afferenti ai corpi idrici e pertanto le informazioni sono direttamente associabili sia ai dati della direttiva “acque”, che ai dati più propriamente inerenti alla direttiva “alluvioni” elaborati e organizzati nel database geografico.

Per ogni area sono, dunque, disponibili le informazioni relative a popolazione, beni ambientali, beni culturali ed attività produttive secondo i codici di riferimento già citati. Mediante tali dati è possibile stabilire il “peso” che gli elementi di ogni area (o porzione di essa) assumono rispetto appunto al rischio idraulico a cui sono soggetti. Di conseguenza è possibile anche definire il danno atteso per categoria ed orientare quindi le misure necessarie per fronteggiare tale danno.

Le aree omogenee permettono di affrontare la gestione del rischio idraulico in maniera differenziata da area ad area, a seconda delle particolari situazioni che sono presenti in ciascuna di esse. Questo perché le modalità (misure) con cui si sceglie di gestire le problematiche del rischio idraulico possono essere assai diverse se ci troviamo in un'area fortemente urbanizzata, tipo l'area metropolitana fiorentina (area omogenea 3), o la val di Pesa (area omogenea 4) che invece presenta forti caratteri di naturalità. Inoltre attraverso l'individuazione dell'impatto che gli elementi a rischio potrebbero subire in caso di evento, è possibile per ogni area evidenziare qual è lo scenario più gravoso e quali sono, appunto, le categorie più impattate. Con questa impostazione è stato possibile definire gli obiettivi specifici per ogni area ed individuare le misure più appropriate per la gestione del rischio.



La gestione del rischio, gli obiettivi e le misure specifiche in ogni area omogenea

Il bacino dell'Arno, come abbiamo visto, presenta peculiarità ed assetti idrogeologici assai diversificati. La gestione del rischio attraverso le aree omogenee permette, dunque, di differenziare le risposte secondo tali peculiarità, offrendo anche l'opportunità di valorizzare alcuni aspetti naturali ed ambientali che in molte porzioni del bacino rappresentano ancora una componente importante. Al contempo l'approccio per aree omogenee consente di focalizzare l'attenzione sui sistemi fortemente antropizzati, sui quali le azioni di protezione (opere) sono certamente fondamentali per mitigare i danni attesi.

Attraverso l'applicazione del metodo IDRAIM (Sistema di valutazione idromorfologica, analisi e monitoraggio dei corsi d'acqua, ISPRA, 2014) nel bacino dell'Arno, ogni area omogenea è stata ulteriormente suddivisa in base ai suoi caratteri fisici dominanti. La valutazione della suddivisione gerarchica del bacino e del reticolo idrografico, delle unità fisiografiche, del grado di confinamento e della morfologia degli alvei, della pendenza dell'asta, ha permesso di individuare gli ambiti fisiografici principali di ogni area omogenea. Con tale approfondimento è stato possibile definire misure ed azioni di gestione del rischio maggiormente coerenti con gli aspetti ambientali e morfologici di ogni area, anche in considerazione della coerenza tra le misure del PGRA e quelle del Piano di Gestione delle acque. Con tale ulteriore approfondimento, le aree omogenee consentono quindi una ancora più approfondita individuazione di obiettivi specifici e di misure correlate, strettamente rispondenti alle caratteristiche che gli eventi alluvionali presentano in conseguenza sia del sistema ambientale che dei fattori antropici. Le misure individuate per la gestione del rischio in ogni area omogenea possono avere effetto anche per le aree poste a valle. E' questo il caso di alcune misure di protezione, quali casse di espansione o dighe, o delle misure di prevenzione, quali ad esempio le norme di gestione delle zone boscate in una particolare area omogenea. L'effetto di tali misure naturalmente, oltre ad essere evidenziato per l'area omogenea di applicazione, viene esplicitato anche per le aree limitrofe.

La figura seguente mostra alla scala di bacino la distribuzione per ogni area omogenea degli ambiti fisiografici individuati. Nella mappa è anche evidenziata la distribuzione delle aree a pericolosità.

Per ogni area omogenea sono stati identificati gli scenari ritenuti più impattanti rispetto agli elementi a rischio presenti. Per ogni area sono stati declinati gli obiettivi specifici che, naturalmente, derivano dagli obiettivi generali. Gli obiettivi specifici sono definiti in base alla tipologia di evento, alla sua frequenza e all'impatto sugli elementi a rischio. In base agli obiettivi specifici, per ogni area omogenea sono proposte misure particolari di prevenzione e di protezione. Come già indicato più volte, la competenza per le misure di preparazione del PGRA è del sistema di Protezione Civile: nelle schede delle misure di ogni area omogenea sono riportate le misure di preparazione che la interessano così come trasmesse dalla Protezione Civile della Regione Toscana e della Regione Umbria (Area Omogenea 2). In allegato sono riportate le relazioni trasmesse dai suddetti servizi regionali.

Al fine di fornire un quadro esaustivo di quanto è stato fatto, di quanto è in corso di realizzazione e di quanto è in programmazione, nelle misure di ogni area omogenea sono inserite (con particolare riguardo alle misure di protezione e preparazione) anche quelle già realizzate e/o in corso di realizzazione i cui effetti sono o già in parte percepiti o saranno percepiti con il proseguo della loro attuazione.

Le misure di prevenzione

Le misure di prevenzione rappresentano le regole che devono essere applicate al fine di poter raggiungere, in concorso con le misure di protezione e preparazione, gli obiettivi di piano. In sostanza, come ben indicato nella *Guidance* n.29, tali misure consistono nell'applicazione delle leggi e regolamenti che hanno efficacia ad indirizzare le scelte, tenendo in considerazione le questioni inerenti il rischio idraulico. Si tratta in sostanza delle politiche di gestione e pianificazione del territorio, delle politiche ed incentivi per la delocalizzazione, delle politiche di incentivazione per l'applicazione di sistemi di sicurezza alla scala locale, di leggi regionali e regolamenti urbanistici in tema di difesa del suolo ed altre ancora. Al riguardo è bene ricordare che la misura di prevenzione non è da intendere come la legge o il regolamento di per sè, ma l'applicazione e attuazione concreta degli stessi.

Nel progetto di piano dell'UoM Arno, per quanto riguarda le misure di prevenzione si era fatto espresso riferimento a norme di PGRA che avrebbero preso spunto da tutto il bagaglio di conoscenze sviluppato nel corso degli anni in materia di difesa del suolo, con espresso riferimento ad una revisione critica delle norme di PAI. Come ampiamente descritto nei capitoli precedenti della Relazione, il PGRA ha fornito quindi l'occasione di poter rivedere l'impianto normativo del PAI per quanto riguarda la parte idraulica. Nella fase di passaggio dal progetto di Piano al Piano e grazie anche al confronto con gli stakeholder è stata elaborata e prodotta la nuova disciplina di PGRA la cui applicazione rappresenta la misura di prevenzione fondamentale e più importante dello stesso.

In sostanza con il nuovo Piano, intervenendo su un impianto normativo che risultava non del tutto coerente con la filosofia della direttiva in materia di gestione del rischio e non più adeguato al quadro di pericolosità aggiornato rappresentato nelle nuove mappe (si veda ad esempio le questioni inerenti gli eventi tipo *flash floods*, non contemplate nelle norme di PAI), si è cercato soprattutto di semplificare e aggiornare il sistema di regole che fa da cornice al settore e che accompagnerà l'attuazione del nuovo Piano nell'ambito del governo del territorio. Come ricordato nelle premesse il decreto legislativo 49/2010 ribadisce espressamente in più articoli *"che sono fatti salvi gli strumenti di pianificazione già predisposti nell'ambito della pianificazione di bacino in attuazione della normativa previgente"*, ma non fornisce alcuna chiara indicazione su come dovranno o potranno coesistere i "vecchi" strumenti della pianificazione di bacino (PAI e Piano stralcio Rischio Idraulico) e il PGRA. La scelta della UoM Arno, pienamente condivisa dalla Regione Toscana che l'ha seguita per le UoM di propria competenza e accolta favorevolmente nella fase di osservazione e consultazione pubblica sia dai Comuni del bacino che dai cittadini, è stata quella di arrivare al totale superamento del PAI sia per quanto riguarda il quadro conoscitivo (mappe) che per le regole (norme di PAI) ed avere infine un solo strumento, il PGRA, che stabilisce alla scala del bacino dell'Arno come si opera per la gestione del rischio di alluvioni attraverso la prevenzione (applicazione della disciplina

di PGRA e di quanto scaturisce dalle sue norme e indirizzi e dalla successiva nuova regolamentazione regionale), dalla protezione (interventi) e dalla preparazione con la fase di rianalisi post-evento.

La disciplina di PGRA e la sua applicazione rappresentano pertanto lo strumento principale di prevenzione del piano. In essa sono indicati gli obiettivi a scala di bacino, le mappe su cui si applica l'articolato normativo e le modalità con cui si può modificare il quadro conoscitivo e quindi aggiornare le mappe. La nuova disciplina di PGRA fa riferimento anche alle misure di protezione (mappa degli interventi) e alle modalità con cui si arriva alla loro realizzazione e alla loro eventuale integrazione. Con l'approvazione del PGRA quindi, decadono sia le mappe del PAI che la normativa ad esso riferita e diventa vigente la disciplina di PGRA (vedi precedente capitolo 4 per i dettagli sul percorso svolto e la disciplina di Piano che costituisce parte integrante del PGRA).

Oltre alla disciplina di PGRA nelle misure di prevenzione viene richiamata anche l'applicazione di tutte quelle leggi e disposizioni a scala regionale che concorrono al raggiungimento degli obiettivi di piano. Questa indicazione, non precedentemente contenuta nelle misure del progetto di PGRA (si veda al riguardo la Relazione al progetto di PGRA dell'UoM Arno di dicembre 2014), scaturisce da una osservazione della Regione Toscana che richiamava l'opportunità di riportare l'applicazione di tali normative regionali anche tra le misure del bacino dell'Arno. Oltre a ciò, trova infine collocazione tra le misure di prevenzione anche l'applicazione delle azioni di delocalizzazione che scaturiscono dalla regolamentazione e attuazione della disciplina di PGRA.

Le misure di protezione

Con le misure di protezione sono indicati in sostanza gli interventi, ovvero tutte quelle misure che in ogni caso prevedono una azione meccanica o una modifica della situazione fisica. In essi sono comprese pertanto le dighe, le casse di espansione, gli argini ma anche gli interventi di recupero degli spazi fluviali, le sistemazioni idrauliche e forestali, le azioni di demolizione e/o modifica delle strutture esistenti.

Il bacino dell'Arno è stato ed è sede di numerosi interventi che derivano sostanzialmente dagli atti di pianificazione e programmazione più volte citati. L'individuazione delle misure di protezione per ogni area omogenea ed in base agli obiettivi generali e di area, è scaturita in primo luogo da una revisione degli strumenti di programmazione esistenti, considerando in primo luogo gli interventi del Piano stralcio Rischio Idraulico. La base di partenza fornita dal piano stralcio è stata verificata in funzione degli obiettivi e gli interventi in esso compresi sono stati (vedi precedente capitolo 5) rianalizzati in funzione di efficacia ed efficienza. Dalla rianalisi è scaturito un quadro di misure di protezione fortemente puntato al raggiungimento dell'obiettivo, in cui giocano una parte sostanziale gli interventi M31, anche detti "Infrastrutture verdi", ovvero quelli il cui obiettivo è di ripristinare i sistemi naturali consentendo al contempo la laminazione delle piene. Nel piano peraltro non sono mai indicate, se non in casi estremi di ridotta priorità, misure di protezione fortemente impattanti quali dighe o sbarramenti. Si tratta nella maggior parte di casse di espansione a basso impatto, perlopiù di dimensioni ridotte – in particolar modo su affluenti dell'Arno e nel reticolo minore - che non modificano le condizioni di deflusso in condizioni di magra e di morbida, ma che agiscono solo per le maggiori piene distruttive. Ci sono naturalmente anche opere importanti e di notevoli dimensioni, quali il sistema di laminazione delle casse di Figline, fondamentale per la gestione del rischio a Firenze, o l'adeguamento dello Scolmatore d'Arno, essenziale per Pisa, tuttavia queste opere sono in numero ridotto ed ottimizzate per lavorare con scenari di evento rari o non ricorrenti. Naturalmente, oltre agli interventi derivanti dal Piano stralcio Rischio Idraulico sono stati individuate altre misure di protezione anche in base alle indicazioni ed ai suggerimenti pervenuti in fase di osservazione.

Tra le misure di protezione, oltre agli interventi singoli, tipo la cassa di espansione, trovano luogo anche misure aggregate, quali ad esempio gli interventi di regimazione dei versanti, che non hanno una localizzazione puntuale ma vengono definite a livello di area (versante, impluvio, bacino a monte di una

determinata sezione). Sono anche riportate per ogni area omogenea le azioni di manutenzione che nel bacino dell'Arno, secondo le normative regionali, sono di competenza dei Consorzi di Bonifica.

E' opportuno fornire un ulteriore approfondimento in merito alle misure M31 "Infrastrutture verdi". La Direttiva 2007/60 che come visto modifica sostanzialmente l'approccio alla tutela idrogeologica del territorio e alla valutazione e gestione del rischio, è considerata non a caso come un "*ampliamento della strategia*" della politica quadro derivante dalla citata 2000/60, sulla base dell'assunto per cui opere di regimazione e tutela quantitativa della risorsa possono rappresentare anche misure per il raggiungimento degli obiettivi di qualità. Al contempo, la stessa tutela idrogeomorfologica e la pianificazione di bacino non possono essere avulse dalla conoscenza dello stato di qualità del corpo idrico di riferimento e strettamente correlate con la pianificazione di tutela e la pianificazione d'ambito. Nella declinazione sostanziale di quanto all'inizio esplicitato circa la forte interdipendenza tra la politica in materia di gestione della risorsa idrica che trova il proprio *masterplan* di riferimento nel Piano di gestione acque e quella afferente alla mitigazione e gestione del rischio da alluvioni che di essa ne è parte, l'approccio seguito da quest'Autorità è stato quello di mantenere sempre un costante *interlinkage* tra i due strumenti, partendo da un unico riferimento territoriale e finalistico: il corpo idrico. Questo allineamento ha origine, come visto, già nell'impostazione dei dati. Non a caso il minimo comune denominatore è il corpo idrico e il suo bacino afferente e le aree omogenee su cui viene sviluppato il PGRA sono un insieme fisico di corpi idrici. Ciò permette di avere un quadro conoscitivo oltre che comune, anche gestibile sotto il profilo delle informazioni, degli obiettivi e dei risultati sia che essi siano di qualità ambientale (stato), sia che essi siano di gestione del rischio alluvioni. Ulteriore elemento di unione riguarda l'individuazione degli elementi a rischio (popolazione, aree protette, etc.) che sono comuni a tutte e due le pianificazioni. Nelle misure di protezione del PGRA dell'Arno, per ogni area omogenea, proprio al fine di concorrere sia al raggiungimento dello stato di qualità, sia alla gestione del rischio idraulico, sono state individuate pertanto apposite misure M31 che coniugano sia le esigenze della direttiva acque che di quella alluvioni. Queste consistono principalmente in recupero di aree golenali, ripristino di pertinenze fluviali, restituzione di tratti tombati di corsi d'acqua con lo scopo di aumentare i tempi di corrivazione ed invasare in maniera non fortemente strutturata le maggiori piene, sistemazioni di versante al fine di aumentare i tempi di corrivazione. Sono misure che riteniamo possano concorrere al raggiungimento degli obiettivi di entrambi i piani e che pertanto assumono una valenza particolare in quanto appunto sinergiche nei risultati attesi. Ogni area omogenea presenta misure in tal senso e con la stessa valenza compaiono sia nel PGRA che nel PGA.

Poiché il PGRA per il bacino dell'Arno è lo strumento su cui si basa la gestione del rischio idraulico, le misure di protezione individuate sono state anche inserite nel *database* ReNDIS (Repertorio Nazionale degli interventi per la Difesa del Suolo) che rappresenta il riferimento su cui si basa la programmazione degli interventi di cui al Piano Nazionale contro il rischio idrogeologico, ai sensi dell'art. 7 comma 2 del decreto legge n. 133/2014, convertito con modificazioni dalla legge n. 164/2014. Poiché il Piano Nazionale è lo strumento con cui, in base alle priorità definite, si provvede al finanziamento degli interventi, la coerenza tra i due strumenti è fondamentale. Per tale motivo la scelta del metodo di prioritizzazione delle misure di PGRA (vedi capitoli seguenti) è ricaduta nel metodo con cui si procede alla prioritizzazione degli interventi nel Piano Nazionale: un qualsiasi metodo diverso avrebbe potuto condurre ad informazioni discordanti con conseguente confusione sia tecnica che amministrativa. Sempre richiamando le misure M31, e' importante ricordare che il Piano Nazionale riserva un 20% delle risorse a quelle opere che hanno la duplice funzione sopra ricordata: le misure individuate nel PGRA dell'Arno ed inserite nel *database* ReNDIS del Piano Nazionale soddisfano tale requisito.

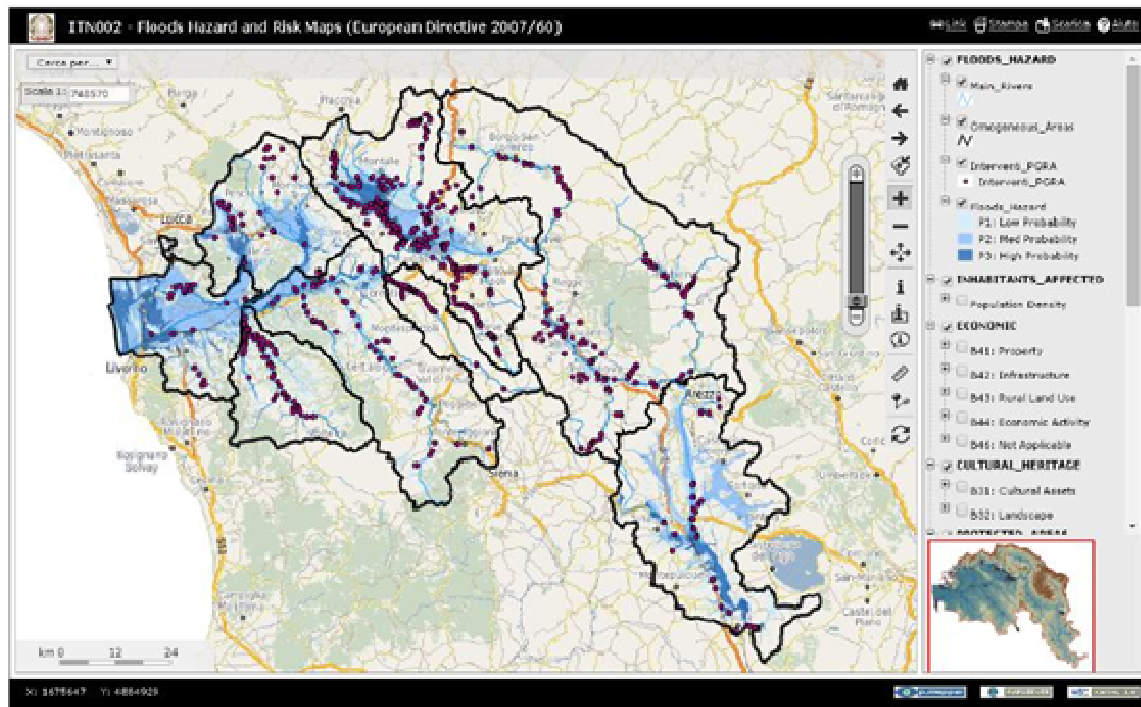
Nella progetto *web-gis* visualizzabile nel sito:

[Mappe_PGRA](#)

<http://dati.adbarno.it/mapstore/composer?locale=it&mapId=252&configId=175&config=ConfigComposerAdBx>

Vengono indicate le localizzazioni e le informazioni relative (codice misura, tipo, località, etc.) di tutte le misure di protezione. Le informazioni areali sono disponibili sia come *shape-file* che come pdf in scala 1:10.000.

L'immagine seguente mostra la pagina del progetto: i punti corrispondono alle misure di protezione distribuite in ogni area omogenea.



Misure di preparazione

Tali misure sono di competenza del sistema di Protezione Civile pertanto per il bacino dell'Arno sono state fornite, in base al quadro conoscitivo redatto, dalla Regione Toscana e dalla Regione Umbria. Le misure di preparazione sono state inserite nelle schede di ogni area omogenea in cui trovano applicazione. Le relazioni allegate, redatte a cura della Regione Toscana e della Regione Umbria, forniscono i dettagli in merito.

La prioritizzazione delle misure

Il PGRA in sostanza non è altro che un sistema di misure che vengono predisposte ed applicate per raggiungere gli obiettivi di gestione del rischio che sono stati definiti. Con il PGRA dell'Arno pertanto, per ogni area omogenea, e di conseguenza per l'intero bacino, sono state definite con questo scopo le misure di prevenzione, protezione, preparazione e risposta/ ripristino: la loro applicazione permette di ottenere, secondo il piano, di ottenere i risultati di mitigazione e gestione attesi.

Naturalmente ci sono misure la cui necessità di applicazione può essere più o meno importante in funzione della loro efficacia, o della loro rapidità di realizzazione o quant'altro. Le misure più importanti, o prioritarie, ai fini della gestione del rischio devono avere la precedenza sulle altre. La direttiva e le *Guidance*

che ne indirizzano l'applicazione, fanno presente che le misure devono pertanto avere una scala di priorità e che i valori che vengono attribuiti alle misure devono discendere dall'applicazione di un metodo di priorizzazione oggettivo, che tenga conto del beneficio che l'applicazione della misura porta nei confronti della diminuzione del danno possibile per gli elementi a rischio.

Per l'intero distretto dell'Appennino Settentrionale, attraverso l'attività di coordinamento fra le UoM e le Regioni territorialmente competenti, è stato stabilito, come indicato più volte, di adottare come metodo di priorizzazione quello approvato con DPCM 28/05/2015 "Individuazione dei criteri e delle modalità per stabilire le priorità di attribuzione delle risorse agli interventi di mitigazione del rischio idrogeologico" nell'ambito della realizzazione del Piano Nazionale Strategico contro il rischio idrogeologico previsto all'art. 7 comma 2 del decreto legge 12.09.2014, n.133, convertito con modificazioni dalla legge 11.11.2014, n. 164 (Sblocca Italia).

Tale scelta trova fondamento proprio nelle finalità alle quali mira il Piano Nazionale che, anche se con presupposti normativi diversi, sono le stesse a cui punta il PGRA. Con il Piano Nazionale infatti lo Stato Italiano, attraverso la realizzazione di un *database* in cui sono inseriti in ordine di priorità interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico, stabilisce un programma organico di finanziamento pluriennale delle opere basato appunto sulla loro importanza ed efficacia. A tale scopo ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale) ha predisposto il metodo sopra citato visualizzabile a questo link: http://www.minambiente.it/sites/default/files/dpcm_28_maggio_2015_rischio_idrogeologico.pdf

Il metodo attribuisce, attraverso la valutazione di certi indicatori, un punteggio ad ogni intervento inserito nel *database* ReNDIS (Repertorio Nazionale degli interventi per la Difesa del Suolo) del Piano Nazionale. Gli indicatori considerati per il metodo sono equiparabili agli elementi a rischio considerati per il PGRA, in quanto si parla di efficacia dell'intervento in funzione della mitigazione del rischio per numero di abitanti, per strutture strategiche quali scuole ed ospedali, per attività, per beni ambientali, per beni culturali, per strutture di rete, etc. Oltre a questi il metodo considera anche altri indicatori tra i quali la frequenza di accadimento dell'evento, lo stato di progettazione e l'importanza strategica che tale intervento rappresenta. Ad ogni indicatore viene dato un valore e la somma finale contribuisce a stabilire il livello di importanza/priorità dell'intervento. E' importante far presente che il metodo attribuisce i valori maggiori alle vite umane, alle proprietà ed attività, ai beni ambientali e culturali.

L'aggiornamento delle misure di protezione del PGRA è direttamente correlato all'aggiornamento progressivo della piattaforma ReNDIS, che viene attuato tramite un procedimento istruttorio stabilito dalla Struttura di Missione contro il dissesto idrogeologico istituita presso la Presidenza del Consiglio e dalla Regione toscana. Il processo coinvolge l'ente attuatore, questa Autorità di Bacino, l'Autorità Idraulica competente ai sensi del RD 523/1904, la Regione Toscana e la Struttura di Missione contro il dissesto idrogeologico. Il processo istruttorio è finalizzato a garantire completezza e rigore dei dati e delle informazioni relative ai progetti oggetto di programmazione.

La scelta di applicare per le misure di PGRA il metodo di priorizzazione definito per il Piano Nazionale e codificato nel d.p.c.m. più volte richiamato del maggio 2015, si basa sul completo parallelismo e sulla perfetta coerenza che a giudizio di questa Autorità deve sussistere tra gli strumenti di pianificazione come il PGRA e quelli di programmazione e finanziamento come il Piano Nazionale. Se tali strumenti si fossero basati su metodi di priorizzazione diversi, ciò avrebbe finito per generare possibili incongruenze tra i medesimi con conseguenze anche in termini di mancata giustificazione dell'allocazione delle risorse finanziarie destinate agli interventi. Il metodo sopra descritto consente, dunque, di allineare le priorità dello strumento di pianificazione che è il PGRA con quelle dello strumento di programmazione e finanziamento che è il Piano Nazionale. Esso tuttavia si presta con qualche difficoltà anche ad essere utilizzato per stabilire la priorità di altre misure che non siano quelle di protezione.

Per quanto riguarda l'attribuzione delle priorità delle misure di prevenzione, in considerazione dell'estrema importanza ad esse riconosciuta, si fa presente che è stata attribuita una priorità molto alta alla misura M21 A001 rappresentata dalla nuova disciplina di PGRA, che costituisce il fulcro centrale da cui si svilupperanno in futuro tutte le azioni di prevenzione nel bacino. Analoga priorità è stata altresì attribuita a quelle misure che riguardano l'attuazione e l'integrazione di disposizioni normative già vigenti e l'aggiornamento dei quadri conoscitivi.

Per quanto riguarda invece l'attribuzione delle priorità delle misure di preparazione, con particolare riguardo al sistema di previsione e di allertamento (M41), alla pianificazione dell'emergenza e della risposta all'evento (M42, M44), si deve richiamare il fatto che queste fanno riferimento alla parte di piano di competenza delle Regioni in collaborazione con il Dipartimento nazionale della Protezione Civile (d.lgs. 49/2010 art. comma 3). La descrizione delle misure è effettuata negli allegati "Progetto Piano di Gestione Rischio Alluvioni- ITCAREG09, giugno 2015" e "Piano di Gestione del Rischio Alluvioni Parte B Regione Umbria, 20/11/2015" predisposti rispettivamente dalla Regione Toscana e dalla Regione Umbria. La prioritizzazione pertanto è stata effettuata dalla Regione Toscana e dalla Regione Umbria in base all'analisi delle esperienze rilevate sul territorio negli eventi degli ultimi dieci anni cercando di privilegiare quegli aspetti che risultano al momento meno sviluppati e quelli che permetterebbero di intervenire tramite misure di preparazione sul rischio residuo ottenendo il massimo beneficio in termini di tutela della pubblica incolumità. In generale gli scopi di queste misure sono: il miglioramento della risposta, prima e durante l'evento alluvionale, degli organismi istituzionali che fanno capo al Sistema di Protezione Civile; il rafforzamento della consapevolezza della popolazione potenzialmente esposta; il ritorno, nel più breve tempo possibile a condizioni di vita normali, mitigando gli impatti socio-economici sulla popolazione colpita da un determinato evento alluvionale; l'acquisizione di elementi informativi descrittivi della dinamica degli eventi e degli impatti al suolo, per migliorare l'esperienza conoscitiva degli eventi alluvionali che si verificano sul territorio della UoM.

Le Regioni hanno ritenuto quindi di dare la massima priorità a due gruppi di iniziative. Le prime sono legate al miglioramento dell'efficacia delle procedure previste nei piani di protezione civile a livello comunale, sovracomunale e regionale, prevedendo degli indirizzi sul sistema di allertamento, sull'omogeneizzazione dei piani e dei meccanismi di attivazione di protezione civile, attraverso le misure tipo M41 e M42. L'altro fronte che è stato riconosciuto assolutamente strategico come linea di intervento, riguarda le iniziative finalizzate all'aumento della consapevolezza del rischio e delle misure di autoprotezione da parte del cittadino e lo sviluppo di un sistema di comunicazione efficace in corso di evento. Tali iniziative sono state raccolte nella misura specifica M43 partendo dal presupposto che in relazione alla rapidità dei fenomeni e all'oggettiva impossibilità del sistema pubblico di mettere in sicurezza i territorio l'autoprotezione associata ad un capillare ed efficace sistema di comunicazione risulti l'elemento più importante per la salvaguardia della vita umana.

Per quanto riguarda la misura che riguarda i sistemi di monitoraggio in tempo reale, è stata assegnata dalle Regioni una media priorità pesando le tre diverse tecnologie prese in considerazione (fulminazioni, satelliti, radar, misura M41) considerando che sono già disponibili prodotti di buon livello operativo.

La Regione Toscana, sia per quanto riguarda i modelli previsionali meteorologici e meteo-marini, modelli previsionali idrologico-idraulici per la previsione delle piene, in questo ultimo aspetto affiancata dalla Regione Umbria (misure M41) ritiene assolutamente necessario intervenire in termini di sviluppo ulteriore vista la rilevanza ai fini dell'allertamento a breve termine, pur considerando l'elevato livello di dettaglio e di automazione già raggiunto dai modelli matematici in essere e dalle catene operative messe a sistema. Lo stesso vale, per entrambe le Regioni, per il monitoraggio in tempo reale, la cui priorità risulta "da Alta a Molto Alta" in quanto la nuova rete di rilevamento meteo-idrologico regionale toscana (che ricordiamo racchiude il 96% del bacino dell'Arno) è stata completata con un passaggio a standard prestazionali di

eccellenza, ma rimane da adeguare per alcune stazioni, di proprietà di altro ente regionale toscano (ex-ARSIA), il cui passaggio (sia di proprietà che di gestione) è in fase di definizione. La copertura capillare del territorio regionale (che peraltro supporta anche il territorio del bacino dell'Arno che ricade in Umbria), unita all'aggiornamento dei dati a disposizione e alla importanza del dato rilevato, hanno portato a definire il livello di priorità.

Al fine di migliorare la "resilienza" del territorio in affiancamento alle misure di preparazione di cui ai punti precedenti, le Regioni hanno ritenuto di valutare con priorità massima anche la necessità di implementare le procedure di supporto verso Enti e cittadini nella fase di rientro alle condizioni minime di normalità. Per quanto riguarda la misura M53 Report e Analisi Eventi, la priorità è stata assegnata tenendo conto del fatto che l'analisi degli eventi ex-post, può costituire un importante supporto all'attività di valutazione degli effetti al suolo.

La gestione del rischio residuo ed il rischio sostenibile

Gestire il rischio di alluvioni vuol dire valutare con attenzione ciò che è possibile fare per affrontare gli eventi, avendo altresì ben chiaro che è molto difficile, se non impossibile, annullare in maniera assoluta il rischio. Possiamo agire con politiche accorte di prevenzione, possiamo attuare interventi molto importanti di protezione, tuttavia in numerose situazioni potrà permanere uno stato di pericolosità che non è possibile eliminare. Se in questo stato di pericolosità ci sono degli elementi a rischio, per questi ultimi potrà permanere un livello di rischio - certamente più basso rispetto ad un'opzione 0 (non sono previste misure di alcun tipo) ma non nullo - che dovrà essere conosciuto ed affrontato.

Il rischio residuo teoricamente può essere di due tipi:

- temporaneo, ovvero il rischio che si deve affrontare durante la fase di realizzazione/efficacia delle opere di prevenzione e protezione;
- definitivo, ovvero il rischio che permane anche dopo la realizzazione delle misure.

Attraverso la valutazione del rischio residuo si arriva alla definizione del rischio "sostenibile" ovvero quello che si ritiene che la comunità possa sostenere in quanto:

- non è possibile ridurlo attraverso le misure,
- il danno atteso è sopportabile.

La sostenibilità del rischio è un argomento molto complesso e che necessita di un adeguato confronto con la comunità e le attività coinvolte. In questo caso assume notevole importanza la comunicazione e la condivisione sia dello scenario di rischio, che delle azioni locali da porre in essere per un'ulteriore sopportabilità dell'evento con minimizzazione del danno.

Le misure che sostanzialmente permettono di gestire il rischio residuo sono quelle di preparazione, ossia quelle azioni che vengono messe in atto durante la fase di evento allo scopo di fronteggiare lo scenario che si sta prospettando. La pianificazione delle azioni da porre in essere (misure locali di protezione quali argini removibili, impermeabilizzazioni, spostamento di beni mobili, interruzione di servizi, evacuazioni, etc.) è fondamentale per far sì che il rischio residuo si tramuti in un rischio realmente sostenibile.

Oltre a tali misure tipicamente di Protezione Civile, altre pratiche per fronteggiare il rischio residuo sono quelle strettamente legate alla minimizzazione dell'impatto atteso (applicazione di misure di prevenzione quali *proofing* e *retrofitting* degli edifici possibile oggetto di allagamento, spostamento dei sistemi di rete a quote più alte del battente di acqua atteso, posizionamento di beni sempre a quote maggiori, etc.).

Per ogni area omogenea viene indicato lo scenario che si intende affrontare con le misure individuate. Da ciò si può ricavare, sempre per ogni area, anche il rischio residuo atteso.

7. Sintesi delle problematiche e delle misure definite per ogni area omogenea

Introduzione

Nei paragrafi seguenti sono illustrate le caratteristiche fisiche di ogni area omogenea, le problematiche idrauliche, le criticità riscontrate e gli obiettivi specifici che si intende raggiungere con l'applicazione del PGRA. Per ogni area omogenea sono quindi indicate in forma tabellare le misure di prevenzione, di protezione, di preparazione e di risposta e ripristino che si ritengono necessarie per il raggiungimento degli obiettivi. Di ogni misura è indicata la descrizione, la tipologia, la localizzazione e l'area di efficacia, lo stato di attuazione e la priorità ricavata con i metodi di priorizzazione utilizzati. Ai fini della priorizzazione è stato predisposto un apposito foglio di calcolo costruito secondo il metodo descritto al precedente capitolo 6.

Le misure di preparazione, come più volte indicato, fanno riferimento a quanto elaborato dal sistema di Protezione Civile nazionale e regionale, competente per la definizione di tali attività

Le misure di prevenzione, con particolare riferimento alla disciplina di PGRA (misura M21- A001), trovano generalmente applicazione in tutte le aree omogenee; per l'area omogenea 2 "Val di Chiana" sono indicate anche le misure di prevenzione e di preparazione previste dalla Regione Umbria.

Quelle particolari misure di protezione che hanno effetto per più aree omogenee, quali ad esempio le importanti casse di espansione nel Valdarno Superiore che esplicano la loro azione sia per l'area omogenea 1 che per le 3, sono ripetute nelle tabelle sia dell'area omogenea dove sono localizzate, sia in quelle dove ha effetto l'intervento. Inoltre sono indicate le misure di protezione cosiddette *win-win* ovvero che hanno valore sia come azioni per la gestione del rischio di alluvione, sia come azioni per la gestione delle acque ai sensi della direttiva 2000/60/CE. Sono quelle misure più volte richiamate come "infrastrutture verdi" che compaiono sia nel "PoM" (Programma delle misure del Piano di Gestione Acque per quanto riguarda il bacino dell'Arno), sia nel database ReNDIS di cui al Piano Nazionale contro il Rischio Idrogeologico.

Per ogni area omogenea, infine, è riportato un diagramma sintetico in cui sono indicate il numero complessivo di misure che le riguardano.

Area omogenea 1 Appenninica

Introduzione

L'area omogenea Appenninica (area omogenea 1) comprende il Casentino, il Valdarno Superiore e il sottobacino della Sieve.

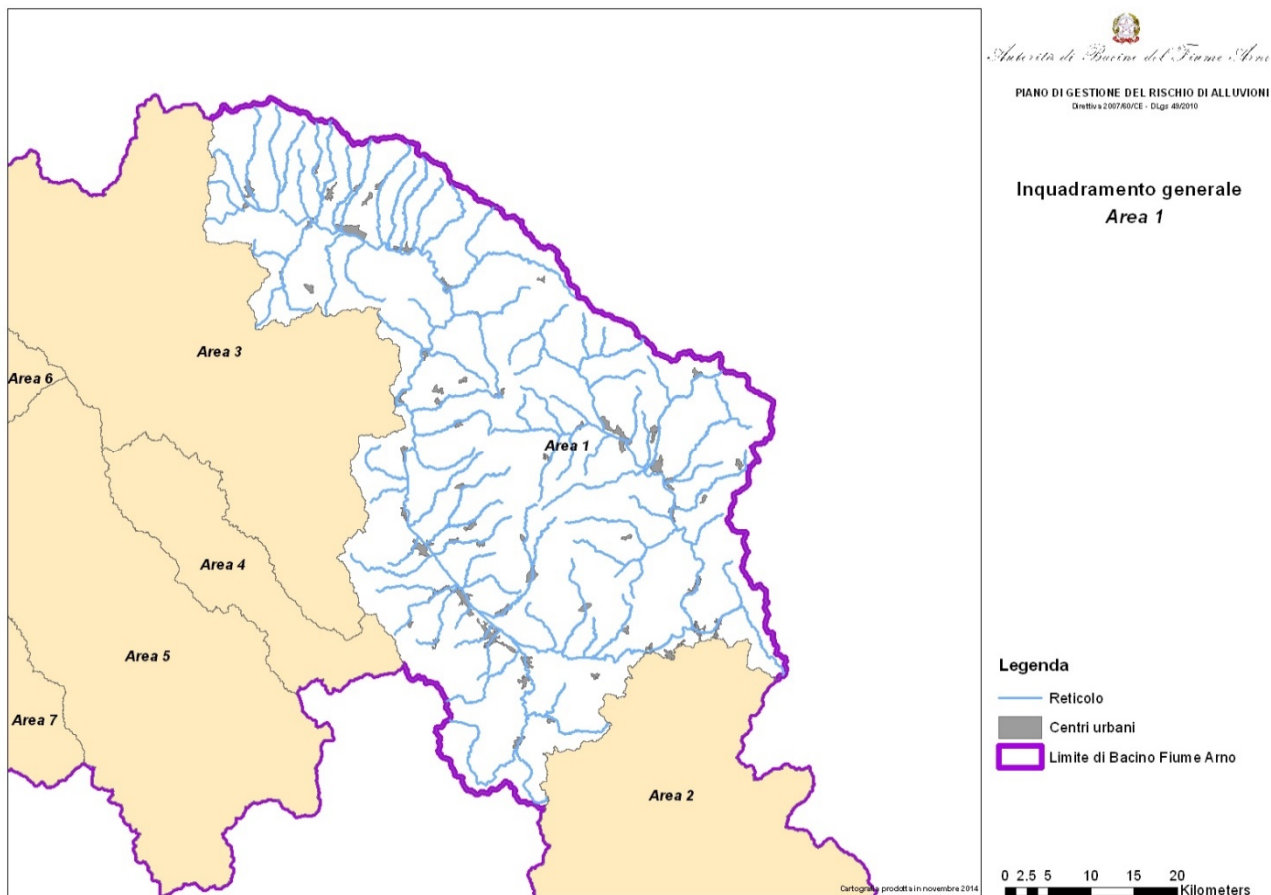
Il Casentino corrisponde all'alto bacino del fiume Arno, compreso fra le sorgenti e la confluenza con il Canale Maestro della Chiana. La vallata è delimitata a nord, ai confini con la Romagna, dal monte Falterona e dal monte Falco, ad est, ai limiti dell'alta val Tiberina, dall'Alpe di Serra e l'Alpe di Catenaia, ad ovest dal Pratomagno e dai rilievi occidentali del complesso del Falterona, che separano il Casentino, rispettivamente, dal Valdarno Superiore e dal Mugello. Nel bacino sono presenti numerosi affluenti, tutti di carattere torrentizio, come il Solano e il Capraia in destra, l'Archiano, il Corsalone e il Chiassa in sinistra. Il paesaggio varia dalle grandi foreste delle zone di montagna alle zone pianeggianti e collinari del fondovalle.

Il Valdarno Superiore, che comprende il bacino del fiume Arno compreso tra la confluenza con il Canale Maestro della Chiana e la confluenza con il fiume Sieve, è formato da una lunga pianura, chiusa a nord est dal massiccio Pratomagno e delimitato a sud ovest dai modesti rilievi della provincia di Siena, dai quali ha origine il torrente Ambra. Il territorio ha una notevole variabilità paesaggistica. Si incontrano, infatti, territori prettamente montani in corrispondenza delle alte pendici del Pratomagno, e zone tipiche del fondovalle dove sono concentrate le maggiori urbanizzazioni ed attività economiche.

Nella zona di passaggio tra il Casentino ed il Valdarno Superiore, il corso naturale dell'Arno è interrotto da due sbarramenti artificiali consecutivi che formano gli invasi di La Penna e Levane, entrambi sfruttati per la produzione di energia idroelettrica.

Il sottobacino della Sieve, al pari del Casentino, costituisce un bacino a sé stante tra la dorsale Appenninica ed i contrafforti del Mugello. Tributario di molti affluenti, la Sieve confluisce nell'Arno a circa 15 km a monte di Firenze in corrispondenza dell'abitato di Pontassieve. La vallata del Mugello, delimitata a nord dallo spartiacque appenninico, segnato dal Passo della Futa, dal Passo del Giogo, dal Passo della Colla e dal Passo del Muraglione, e a sud dai crinali del Monte Giovi, Vetta le Croci, Monte Senario e le Croci di Calenzano, corrisponde all'alto corso del fiume Sieve, dalle origini fino alla confluenza con il torrente Comano, nei pressi dell'abitato di Dicomano. Nel tratto più a valle, il fiume scorre, poi, nella cosiddetta Val di Sieve. Il paesaggio è caratterizzato dalla presenza di importanti complessi montuosi e collinari che degradano nell'area pianeggiante, adiacente il corso della Sieve, dove è concentrata la maggior parte degli agglomerati urbani e delle attività economiche; sono, comunque, numerosi i centri abitati minori sparsi su tutto il territorio. Nella parte più a monte del Mugello è stato realizzato, sul fiume Sieve, a fine degli anni '90 l'invaso di Bilancino, utilizzato, principalmente, a scopo idropotabile per l'area fiorentina e, in secondo luogo, per la laminazione delle piene.

Nell'area omogenea possono verificarsi fenomeni alluvionali con caratteristiche differenti a seconda della porzione di bacino e del corso d'acqua interessato. Le misure, pertanto, da adottare per la gestione del rischio sono molteplici e di tipologia diversa. Il danno associabile a tali eventi può avere un impatto elevato in termini sociali ed economici.

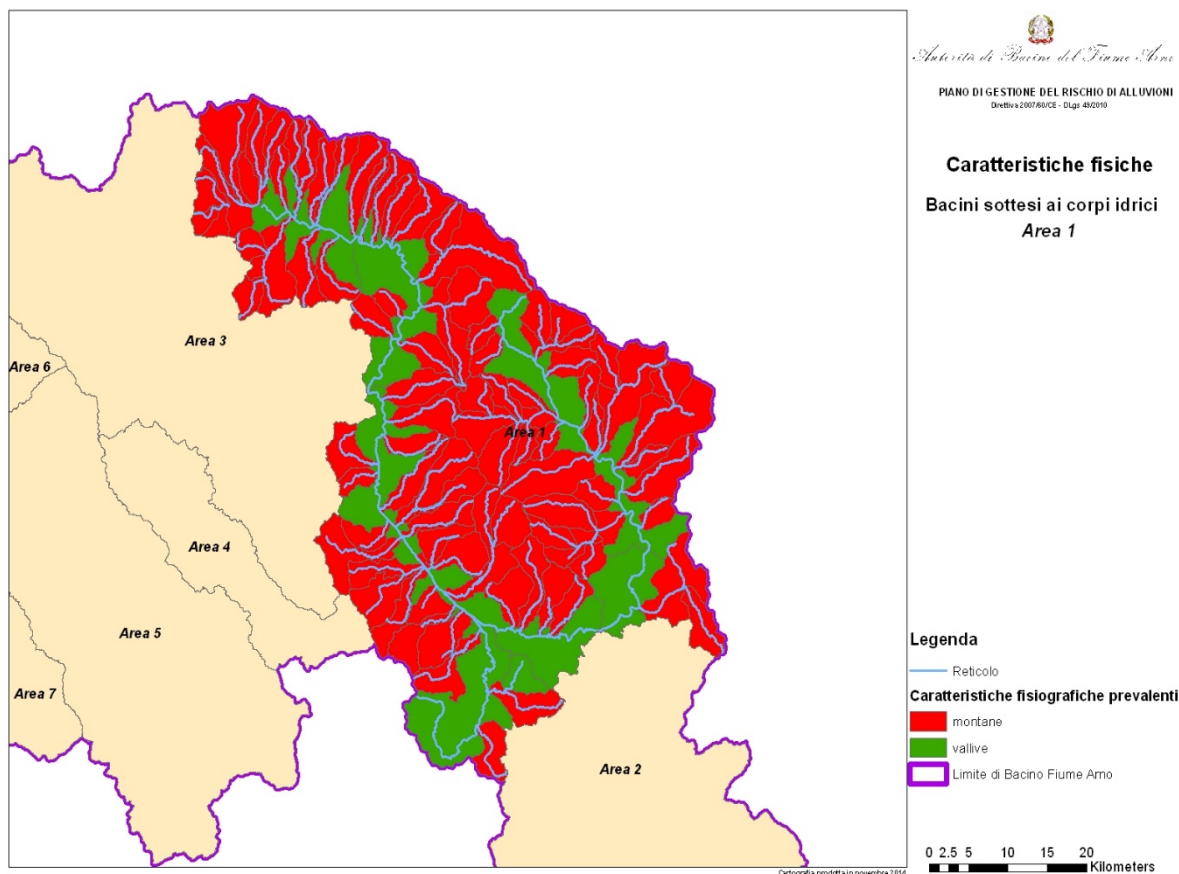


Caratteristiche fisiche

L'area omogenea 1, la cui superficie ha estensione pari a 2695 kmq, comprende il bacino di monte del fiume Arno (Casentino e Valdarno Superiore) e l'intero bacino del fiume Sieve.

Le maggiori altitudini si riscontrano nel gruppo montuoso del Falterona e del Pratomagno, rispettivamente con le vette di Monte Falco (1.657 m s.l.m.) e del Poggio Uomo di Sasso (1.537 m s.l.m.).

Il profilo longitudinale del corso dell'Arno, nel primo tratto, è molto ripido con un netto punto di flesso a circa 25 Km dalla sorgente, in corrispondenza dell'abitato di Poppi. Successivamente la pendenza diminuisce, attestandosi ad un valore inferiore al 5%. Per quanto riguarda il fiume Sieve, a valle dell'invaso di Bilancino, la pendenza si mantiene sempre inferiore al 5 %. Gli affluenti dell'Arno, ad eccezione di alcuni tratti dell'Ambra, e della Sieve hanno, invece, caratteristiche prevalentemente torrentizie sia per quanto attiene la pendenza, che il grado di confinamento.

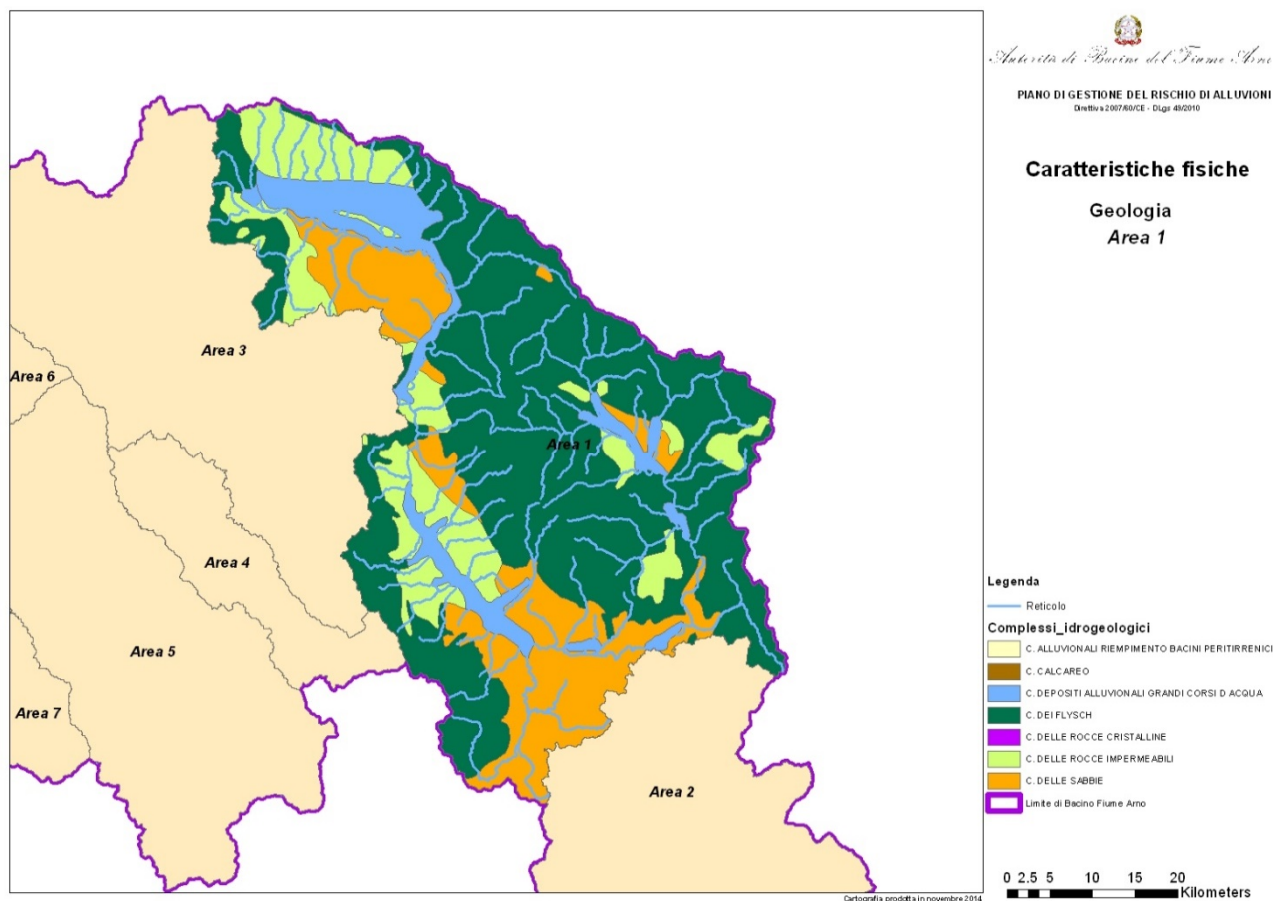


Caratteristiche geologiche

Per quanto attiene le caratteristiche idrogeologiche, la zona del Casentino è caratterizzata in prevalenza dal complesso sedimentario dei *flysch*, con presenza, in alcune zone del fondovalle, del complesso delle sabbie e delle rocce impermeabili. I depositi fluvio-lacustri e quelli alluvionali recenti contengono una falda idrica di tipo freatico. I pozzi sono generalmente poco profondi, difficilmente superano 20 m di profondità, oltre la quale prevalgono i sedimenti impermeabili (argille e limi).

Il Valdarno Superiore presenta una estesa area depressa che ha consentito la formazione di una lunga e relativamente ampia pianura di fondovalle. L'azione morfodinamica dell'Arno sui depositi fluvio-lacustri e la conformazione fisiografica dei rilievi ha creato le condizioni per un ambiente caratterizzato dalla limitata estensione del fondovalle e dalla estesa presenza di aree pianeggianti e sub-pianeggianti ai fianchi dei rilievi. Le zone collinari e montane sono caratterizzate dalla presenza del complesso sedimentario dei *flysch*, mentre quelle pianeggianti alternano il complesso delle sabbie a quello delle rocce impermeabili. I depositi alluvionale, in cui è contenuta la falda idrica, formano una striscia della larghezza media di 1,5 km e sono costituiti, per la maggior parte, da ciottoli, ghiaie e sabbie, con poche lenti di limo. Lo spessore massimo del deposito è pari a circa 15 m.

Il bacino della Sieve è caratterizzato da un'ampia area depressa in cui l'evoluzione geologica quaternaria ha determinato un notevole accumulo di depositi fluvio-lacustri e colluviali. Con la successiva evoluzione geomorfologica, si sono formati estesi pianalti, superfici terrazzate incise e conoidi a debole pendenza in corrispondenza del raccordo tra il fondovalle e i rilievi appenninici. Anche in questa zona il complesso dei *flysch* occupa le aree più montane, mentre, avvicinandosi al fondovalle, si incontrano i complessi delle sabbie e delle rocce impermeabili. La riserva permanente di acqua all'interno della falda non è elevata, a causa del fatto che le ghiaie hanno uno spessore spesso inferiore ai 10-15 metri e che la ricarica avviene soprattutto dall'infiltrazione nell'alveo della Sieve e dei suoi affluenti, rendendo così la falda strettamente dipendente dal regime pluviometrico.

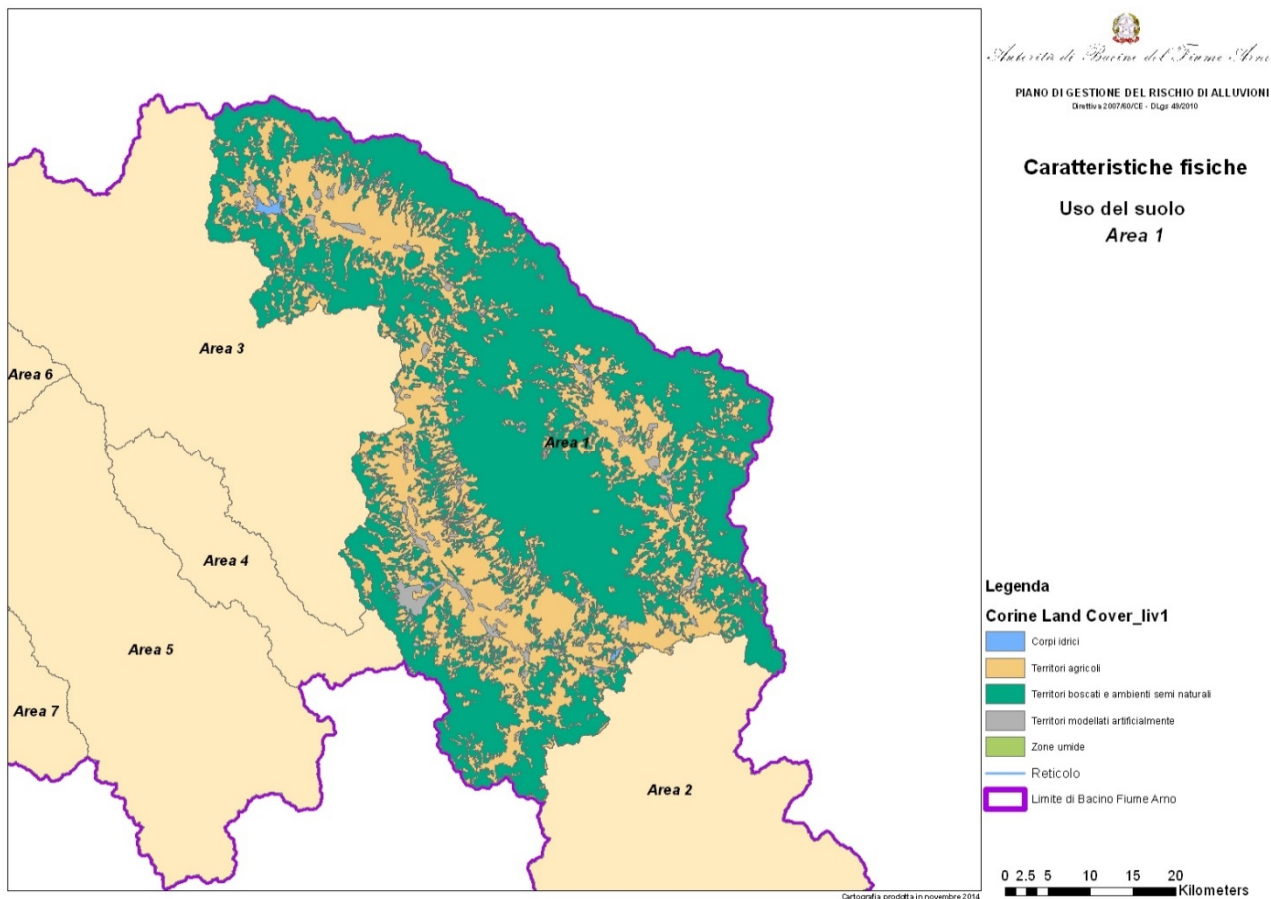


Uso del suolo

Il Casentino è dominato dalla presenza di superfici boscate caratterizzate da una netta prevalenza delle formazioni decidue che, in alcuni casi hanno un altissimo valore economico e paesaggistico, mentre, in altre situazioni, hanno un alto valore protettivo, ma un trascurabile valore economico. I boschi di castagno, in maggioranza cedui, hanno una buona distribuzione, mentre i castagneti da frutto hanno di importanza locale. I boschi di conifere comprendono sia pregevoli formazioni di Abete bianco, sia rimboschimenti di Pino nero; i boschi misti (conifere e latifoglie) sono piuttosto diffusi. Alle superfici boschive si affianca una copertura arbustiva e/o erbacea concentrata nelle zone di crinale e in quelle più degradate.

Il Valdarno Superiore si presenta con un'estrema variabilità nell'uso del suolo in cui prevalgono, comunque, le superfici forestali concentrate in buona parte sui rilievi del Pratomagno, dove hanno una significativa diffusione anche le zone a vegetazione arbustiva erbacea. Le formazioni di latifoglie dominano sui boschi misti e sulle formazioni a conifere. Nell'ambito dei territori agricoli si registra una prevalenza delle zone eterogenee sulle colture permanenti e sui seminativi. Tra le colture permanenti si mettono in evidenza gli oliveti dei bassi versanti del Pratomagno e i vigneti della parte più settentrionale del bacino.

Il Mugello e la Val di Sieve hanno una copertura del suolo che mostra una distribuzione tipologica simile a quella del Casentino: la superficie boschiva è dominante e, all'interno di questa, i boschi decidui sono nettamente prevalenti, seguiti da formazioni miste e da conifere. Risultano marginali le zone con copertura arbustiva e/o erbacea. Nel quadro del territorio agricolo troviamo, inoltre, una sensibile presenza di seminativi, di zone agricole eterogenee, di superfici a prato permanente e di superfici a colture permanenti (vigneti, frutteti, oliveto).



Caratteristiche antropiche

L'area omogenea 1 ricade interamente nel territorio della Regione Toscana e comprende le province di Firenze e Arezzo.

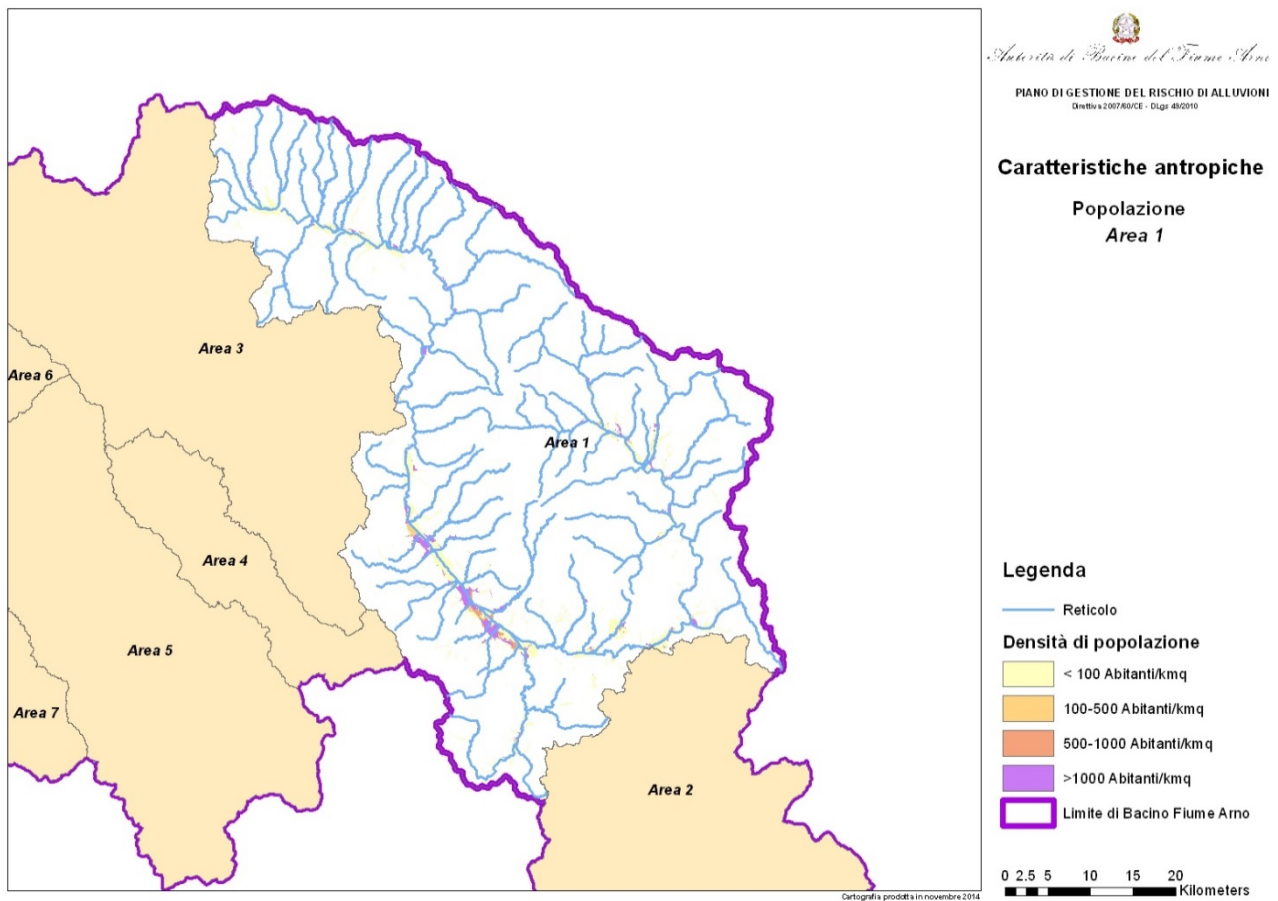
La popolazione complessiva è pari a 279.861 abitanti, secondo i dati ISTAT 2011.

I paesaggi montani dell'Appennino sono quelli che hanno subito più pesantemente il fenomeno dell'abbandono del territorio con un marcato fenomeno di flusso migratorio, interno, verso i fondovalle o altre aree della Toscana, solo in parte mitigato, negli ultimi anni, da flussi contrari.

Soprattutto in Casentino, la superficie urbanizzata (1,6%) è del tutto trascurabile. Questo lo rende un bacino relativamente preservato dall'azione antropica recente e in cui ritroviamo ancora i requisiti per il mantenimento di condizioni di una pur relativa 'naturalità'.

Nel Valdarno Superiore i fenomeni di urbanizzazione del fondovalle hanno un notevole peso locale, ma marginale a scala di bacino. L'economia è attiva e si differenzia soprattutto nei settori alimentare, tessile, dell'abbigliamento, delle calzature, estrattivo, chimico, di trasformazione dei metalli ed elettromeccanico. L'agricoltura ed il settore terziario hanno un peso piuttosto limitato.

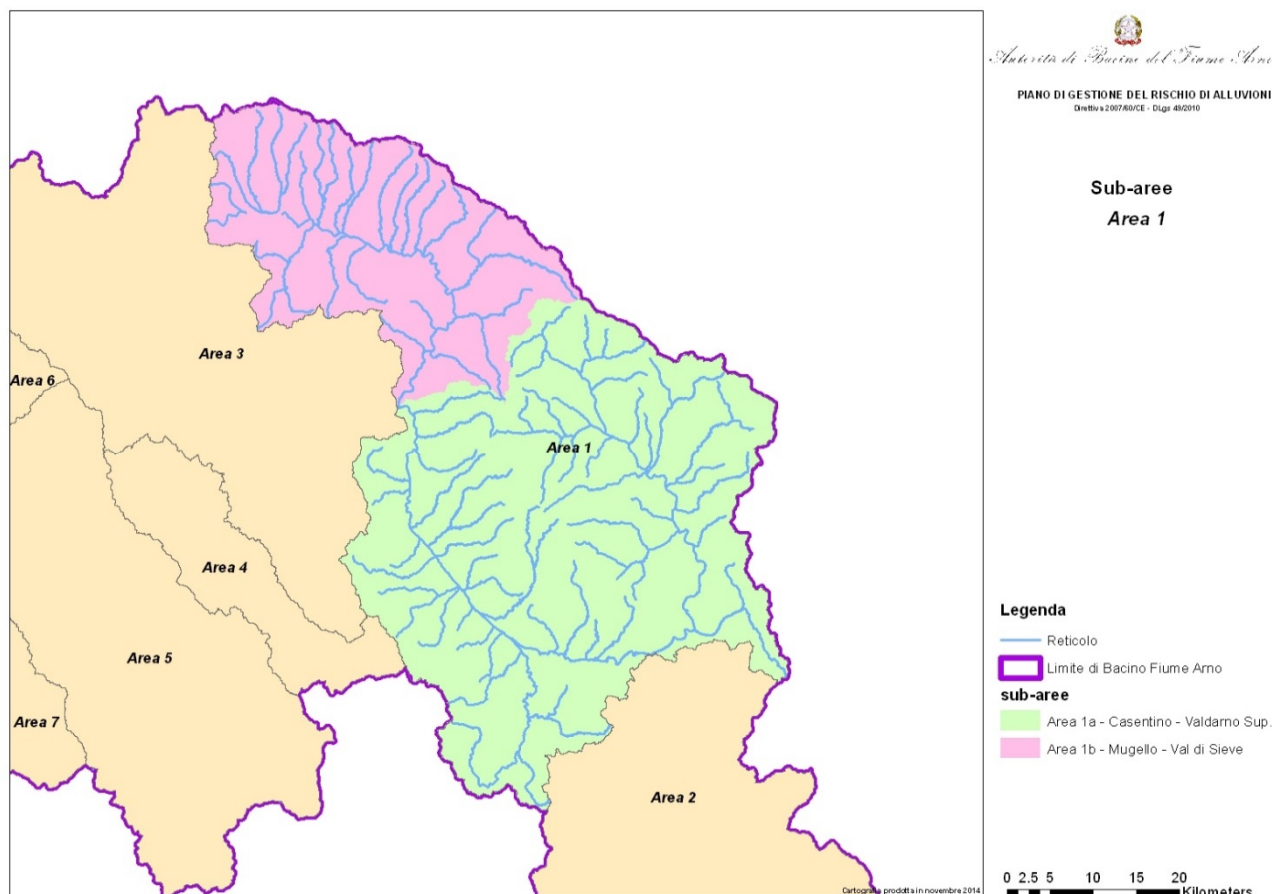
Nel bacino della Sieve la superficie urbanizzata ha subito un sensibile sviluppo negli ultimi anni. La zona è estesamente coltivata; oltre ad olivi e viti vengono coltivati anche grano e foraggi. L'allevamento vede principalmente suini, ovini e bovini. Molto apprezzata è la produzione di prodotti tipici locali e biologici.



Definizione sub-aree

Considerata l'estensione dell'area omogenea 1 e le differenti caratteristiche, si è ritenuto opportuno suddividere il territorio in due sub-aree:

- area 1a, Casentino e Valdarno Superiore (fiume Arno)
- area 1b, Mugello Val di Sieve (fiume Sieve)



Area Casentino e Valdarno Superiore (area 1a)

L'area del Casentino e del Valdarno Superiore, con una superficie pari a 1862 kmq, include la porzione di territorio che si sviluppa lungo il corso del fiume Arno nel tratto compreso tra la sorgente e la confluenza con il fiume Sieve. Nella pianura aretina, zona di passaggio dal Casentino al Valdarno Superiore, in corrispondenza della confluenza con il Canale Maestro della Chiana, sono presenti le due importanti dighe di La Penna e Levane, attualmente destinate alla sola produzione di energia idroelettrica.

Il Valdarno Superiore, che si stende a valle della diga di Levane fino alla confluenza con il fiume Sieve, è caratterizzato dalla presenza di numerosi affluenti che possono apportare al fiume Arno, durante gli eventi di piena, elevati volumi idrici. Ne è un esempio il torrente Ambra che, durante l'evento del 1966, ha contribuito significativamente alla formazione dell'onda di piena dell'Arno.

Area Mugello Val di Sieve (area 1b)

L'area del Mugello Val di Sieve, con una superficie pari a 833 kmq, comprende l'intero bacino del fiume Sieve.

Nella zona più a monte, nel territorio comunale di Barberino di Mugello, si trova l'invaso di Bilancino, realizzato a fine degli anni '90 ed avente un volume massimo di invaso pari a 69 milioni di mc. L'opera ha principalmente funzione idropotabile, non solo per la città di Firenze, ma anche per Prato e Pistoia. L'invaso viene, inoltre, utilizzato anche a scopo di laminazione delle piene. A fine degli anni 2000 è stata realizzata una centrale idroelettrica a valle della diga che contribuisce alla produzione di energia per l'abitato di San Piero a Sieve.

La pericolosità idraulica e gli elementi a rischio

Le aree a pericolosità idraulica sono concentrate nelle aree di fondovalle, limitrofe al corso d'acqua. In particolare, il 7% della superficie ed il 36% della popolazione dell'area omogenea 1 risulta interessata da possibili fenomeni alluvionali.

Gli eventi alluvionali storici sono riconducibili generalmente a precipitazioni distribuite su tutto il sottobacino e prolungate nel tempo. I maggiori eventi sono quindi di tipo "classico" strettamente connessi alla morfologia ed alla geografia dell'area.

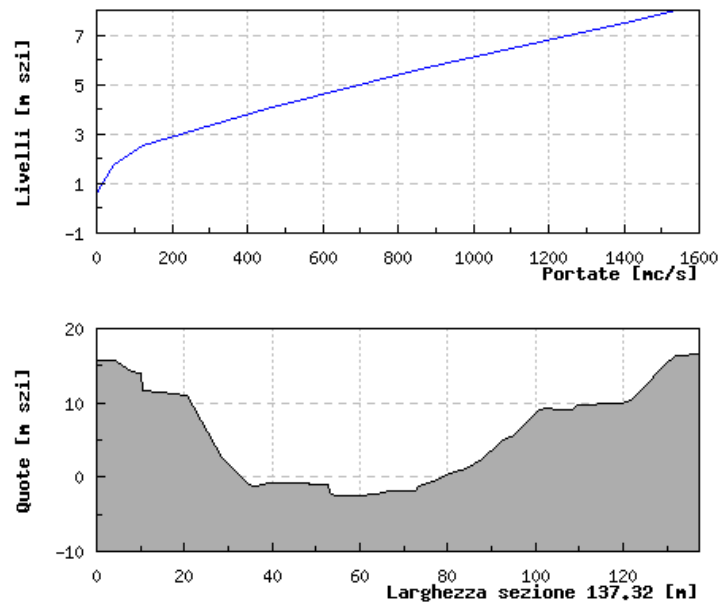
Le immagini che seguono descrivono sia la scala di deflusso che i livelli Tr30 e Tr200 dell'Arno a Subbiano.

Subbiano [TOS01004411] - Capolona (AR) 

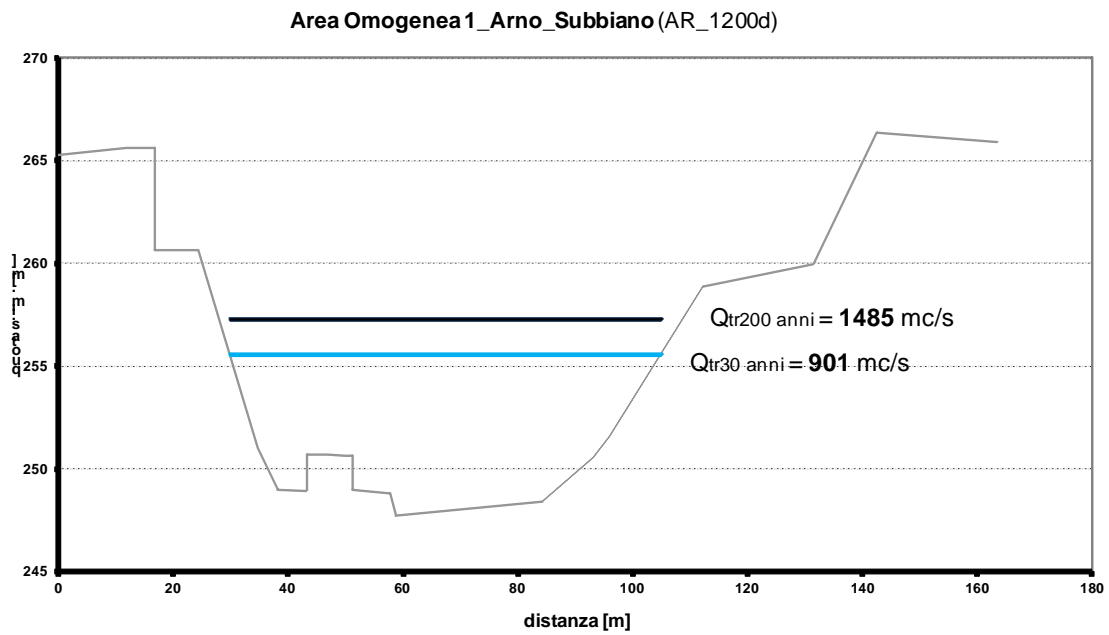
UTM [m] E 731580 N 4828299 GB [m] E 1731527 N 4828119

Quota slm [m] 262.00 Zero idrometrico slm [m] 249.95

Bacino Casentino



Formula di estrapolazione: per $H > 7.980 \rightarrow Q = 47.684 (H + 2.161)^{1.500}$



Nelle figure successive invece sono riportate la scala di deflusso e i livelli Tr30 e Tr200 della sezione dell'Arno a Montevarchi, posta a valle della diga di Levane, nel Valdarno Superiore.

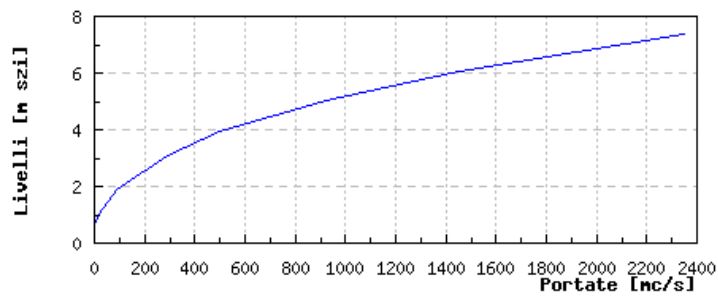
Montevarchi [TOS01004571] - Montevarchi (AR)



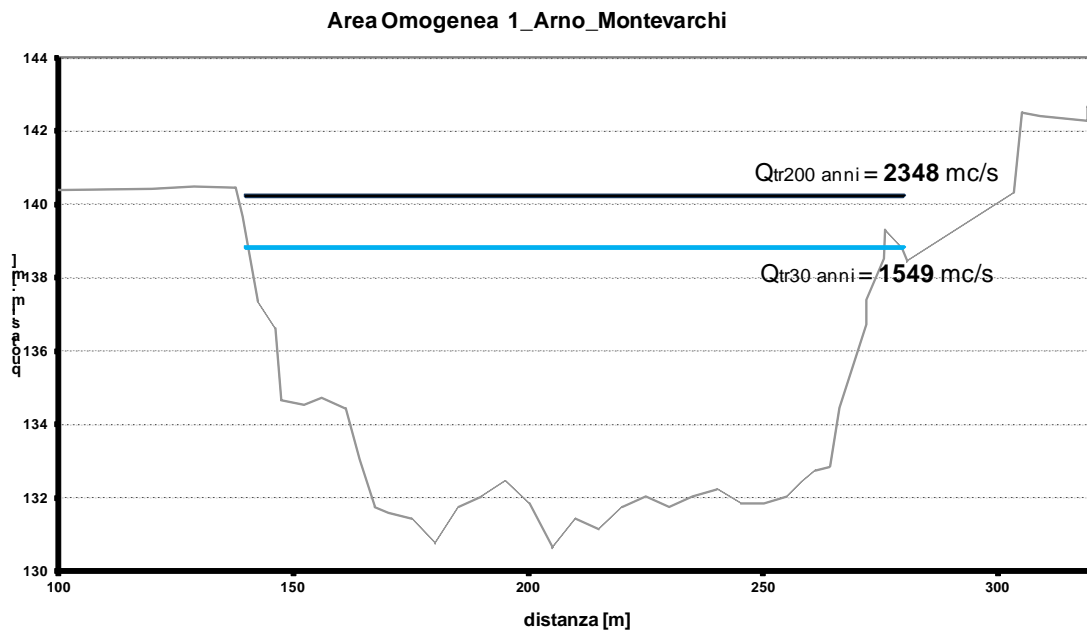
UTM [m] E 707393 N 4824214 **GB [m]** E 1707340 N 4824034

Quota slm [m] 134.00 **Zero idrometrico slm [m]** 132.51

Bacino Valdarno Superiore



Formula di estrapolazione: per $H > 7.370 \rightarrow Q = 306.219 (H - 3.482)^{1.500}$



Infine nelle figure seguenti sono riportate la scala di deflusso e i livelli Tr30 e Tr200 della Sieve alla stazione di Fornacina, subito a monte della confluenza in Arno presso l'abitato di Pontassieve.

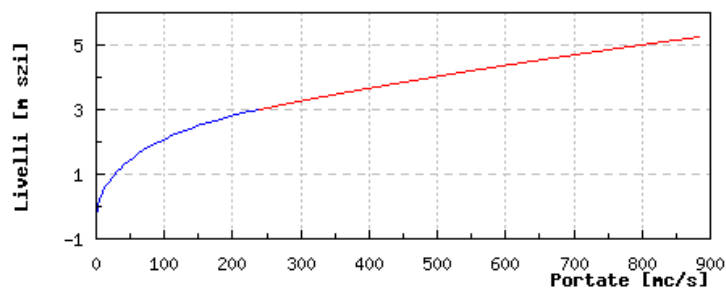
Fornacina [TOS01004641] - Rufina (FI)



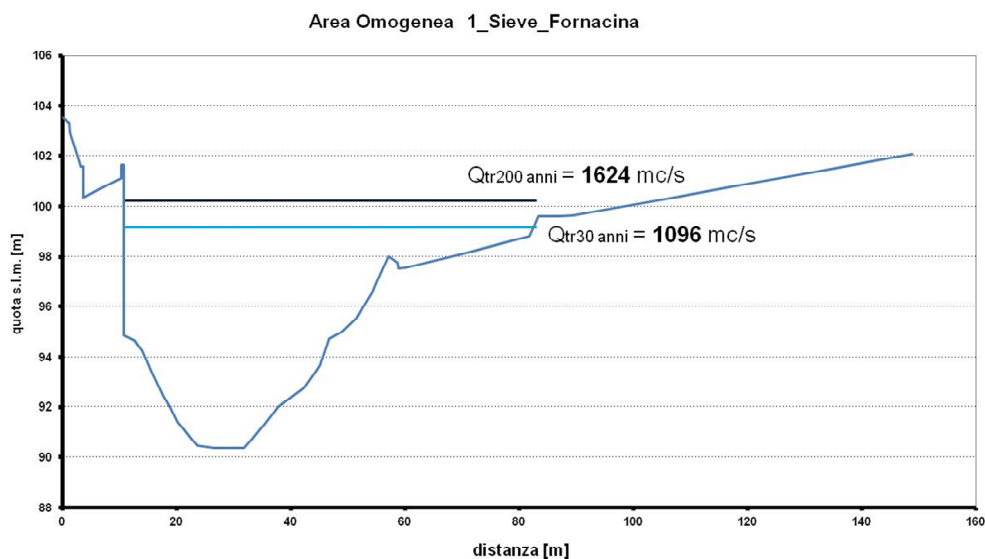
UTM [m] E 698385 N 4852703 GB [m] E 1698332 N 4852523

Quota slm [m] 102.00 Zero idrometrico slm [m] 93.68

Bacino Sieve



Formula di estrapolazione: per $H > 3.000 \rightarrow Q = 115.770 (H - 1.375)^{1.500}$



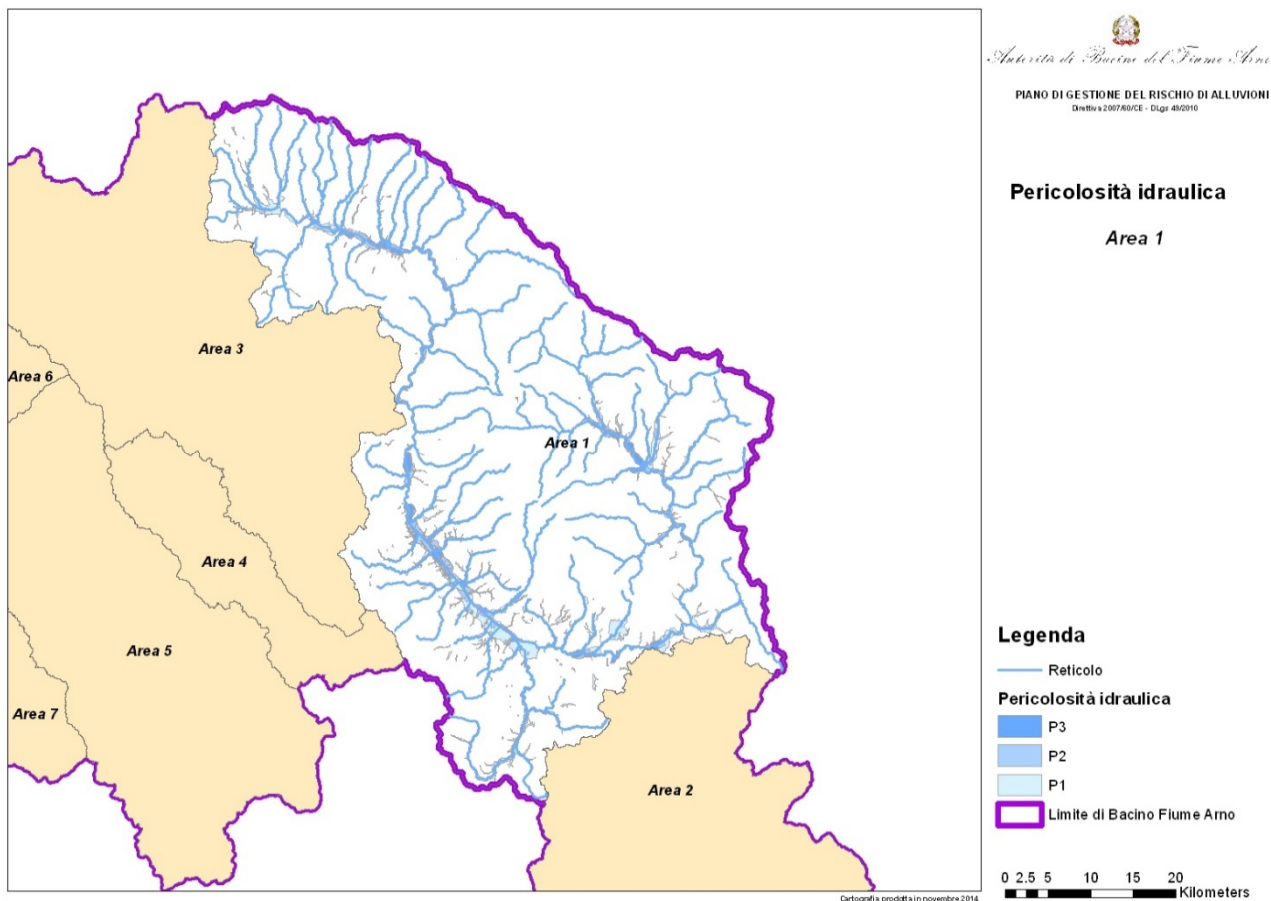
Non sono state registrate, almeno negli ultimi anni, alluvioni significative per cedimento del sistema arginale, presente, tra l'altro, solo su alcuni tratti dell'Arno e dei corsi d'acqua principali. Come evidenziato più volte, nella determinazione della pericolosità i fenomeni di rottura arginale non sono, comunque, stati considerati data la complessità del fenomeno da modellare e la notevole incertezza nei risultati. Si deve considerare in ogni caso che i fenomeni di rottura sono in genere connessi al sormonto degli argini e alla conseguente erosione, pertanto la loro evenienza è maggiore in corrispondenza delle aree a pericolosità elevata dove abbiamo il verificarsi di eventi frequenti con tempo di ritorno fino a 30 anni.

Infine, dalla fine degli anni '90, sono sempre più numerosi i fenomeni alluvionali che si verificano nel reticolo minore dovuti ad eventi di pioggia di breve/media durata, per lo più localizzati, che provocano piene repentine e conseguenti esondazioni. Si tratta delle cosiddette *flash-flood*.

Le aree a pericolosità idraulica più elevata (P3), che risultano allagabili per eventi con tempo di ritorno inferiore a 30 anni, sono concentrate nelle aree di fondovalle del bacino dell'Arno ed interessano in parte i comuni di Poppi e Bibbiena, nel Casentino, di Figline V.no, Incisa, Rignano e Reggello, nel Valdarno Superiore. Lungo il fiume Sieve, le aree a pericolosità idraulica elevata interessano in parte i comuni di San Piero a Sieve, Borgo San Lorenzo, Vicchio, Dicomano, Rufina e Pontassieve. Anche nelle aree contermini al reticolo minore si incontrano zone a pericolosità idraulica elevata, tra cui quelle piuttosto diffuse lungo il torrente Ambra.

Le restanti aree di fondovalle risultano caratterizzate da pericolosità media (P2), con aree allagabili per eventi con tempo di ritorno compreso tra 30 e 200 anni e da pericolosità bassa (P1), caratterizzate da eventi alluvionali con tempo di ritorno compreso tra 200 e 500 anni.

Classe di pericolosità	Superficie [kmq]
P3	49
P2	40,8
P1	88,6



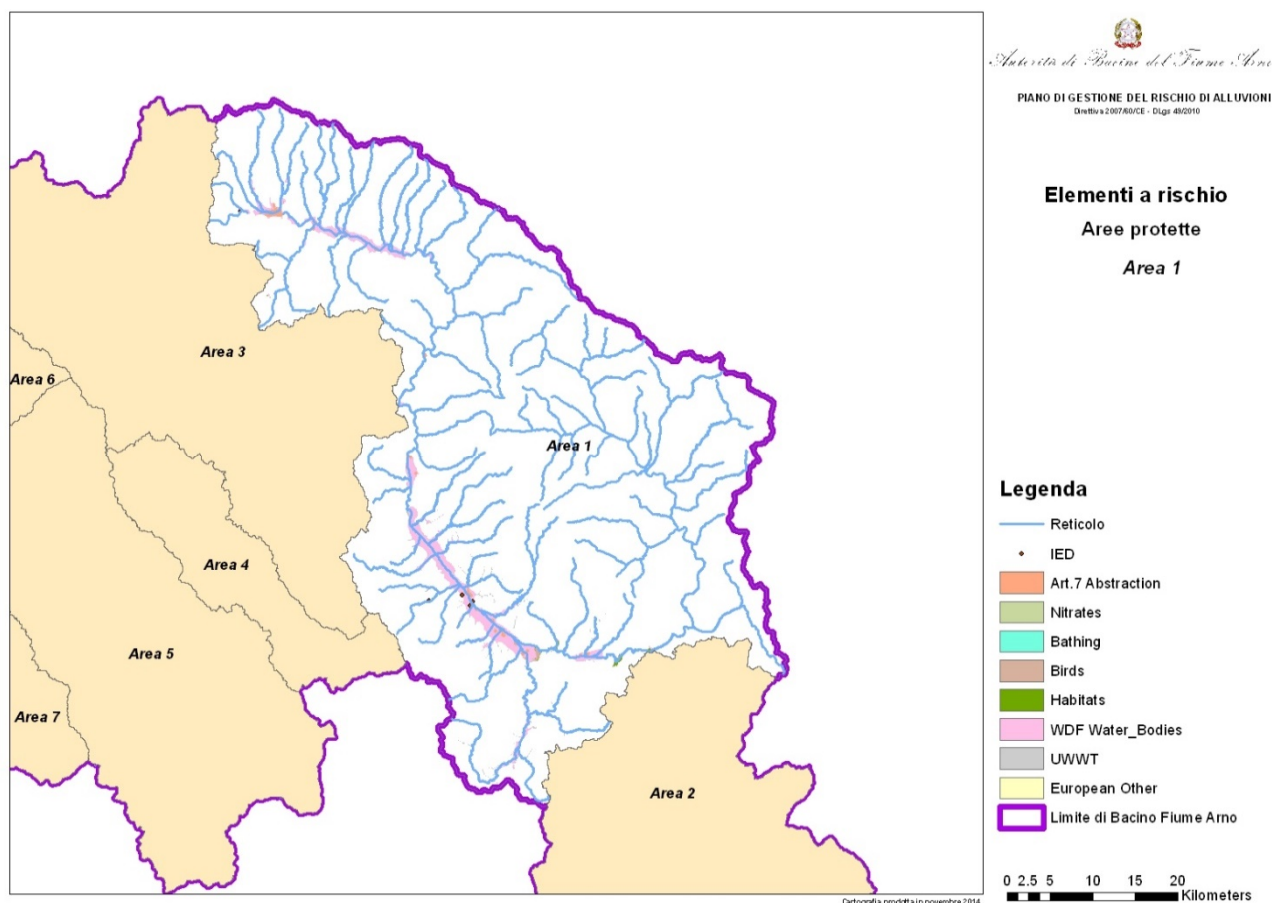
Per l'area omogenea sono stati, inoltre, individuati gli elementi a rischio suddivisi per le varie categorie secondo i codici riportati nella *Guidance* n. 29. Si riportano di seguito, oltre alle tabelle con i dati derivati dal database geografico messo a punto nel 2013 da questa UoM, anche le relative mappe con la sovrapposizione degli elementi a rischio alle aree a pericolosità idraulica.

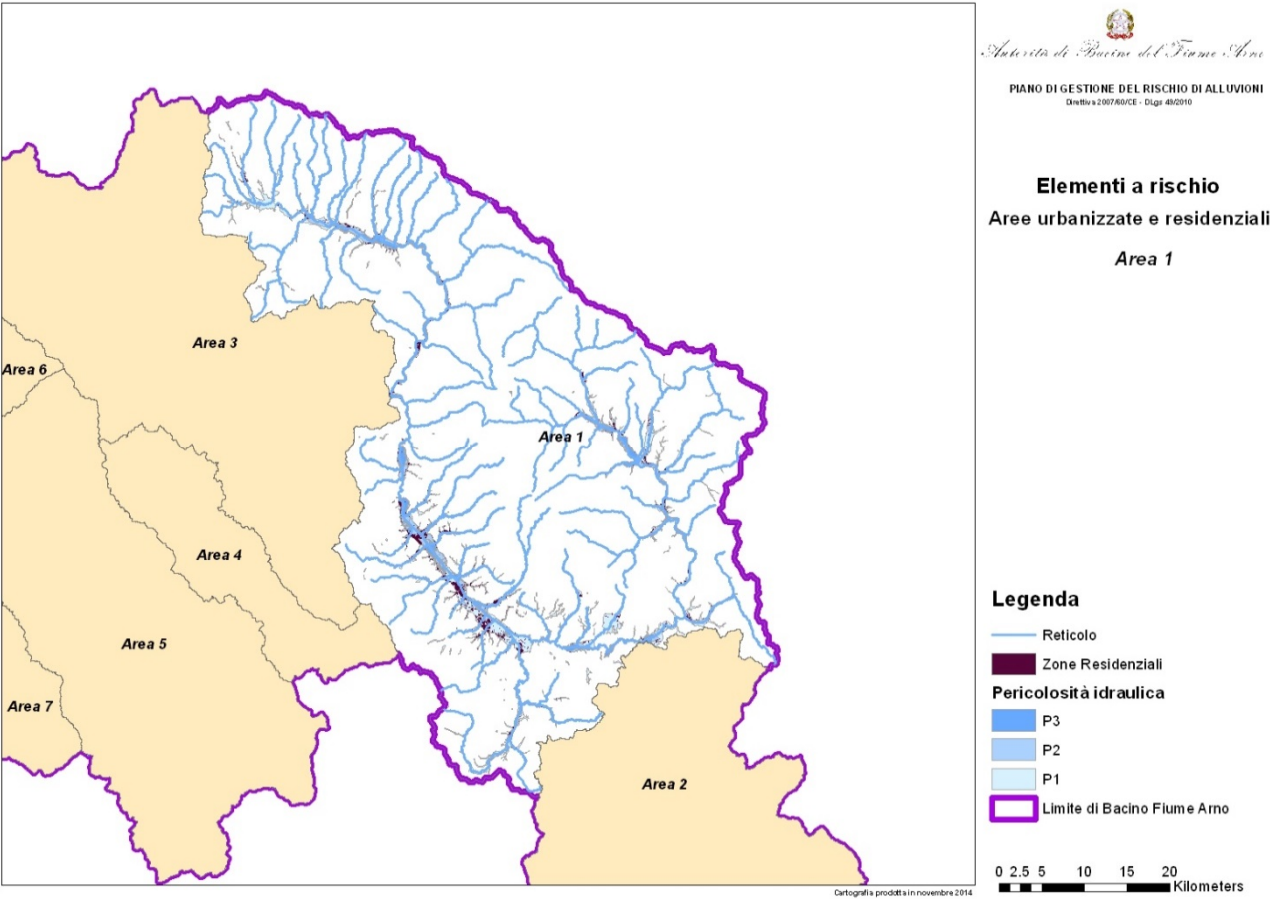
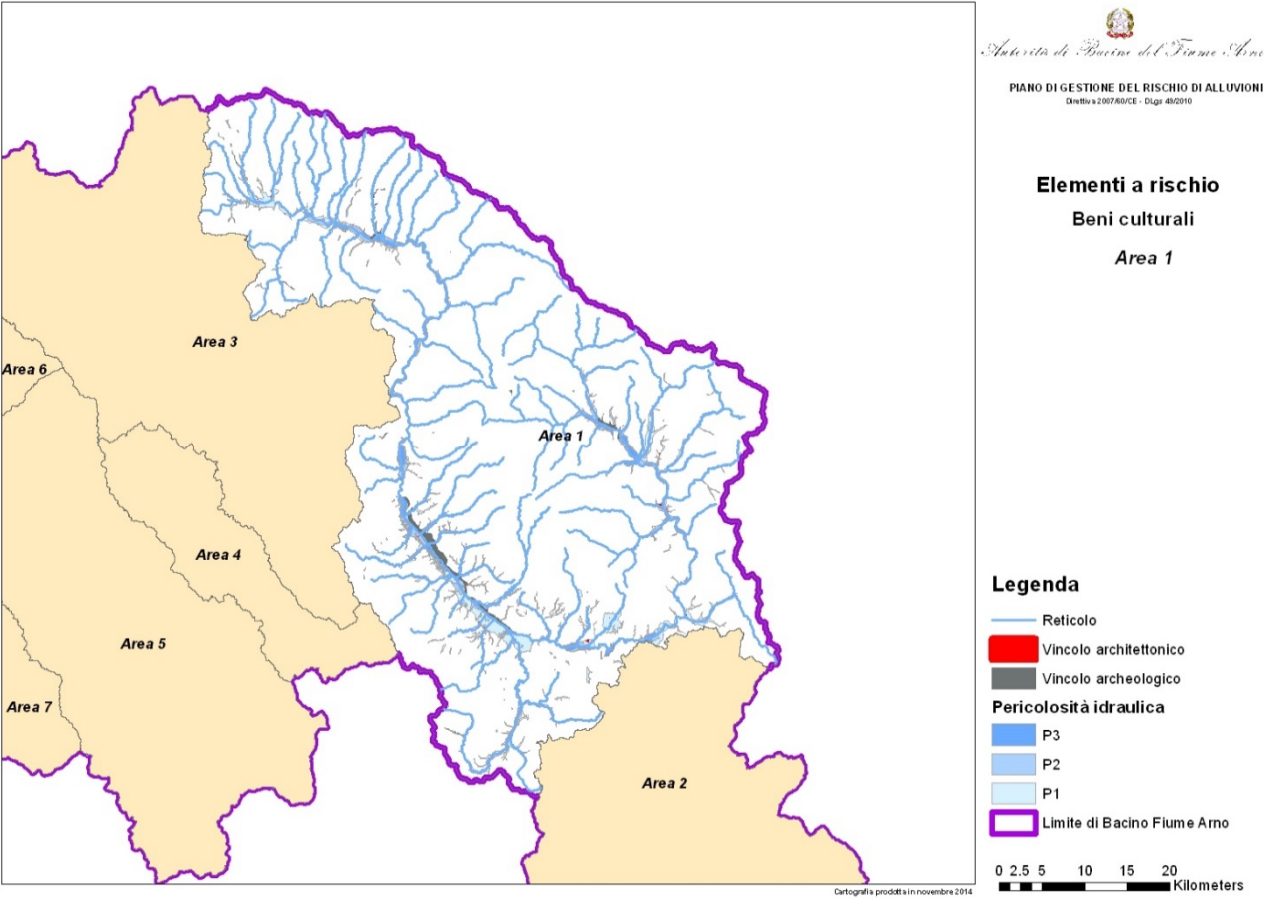
Nella tabella sono riportati gli elementi a rischio che ricadono all'interno delle varie aree a differente livello di pericolosità.

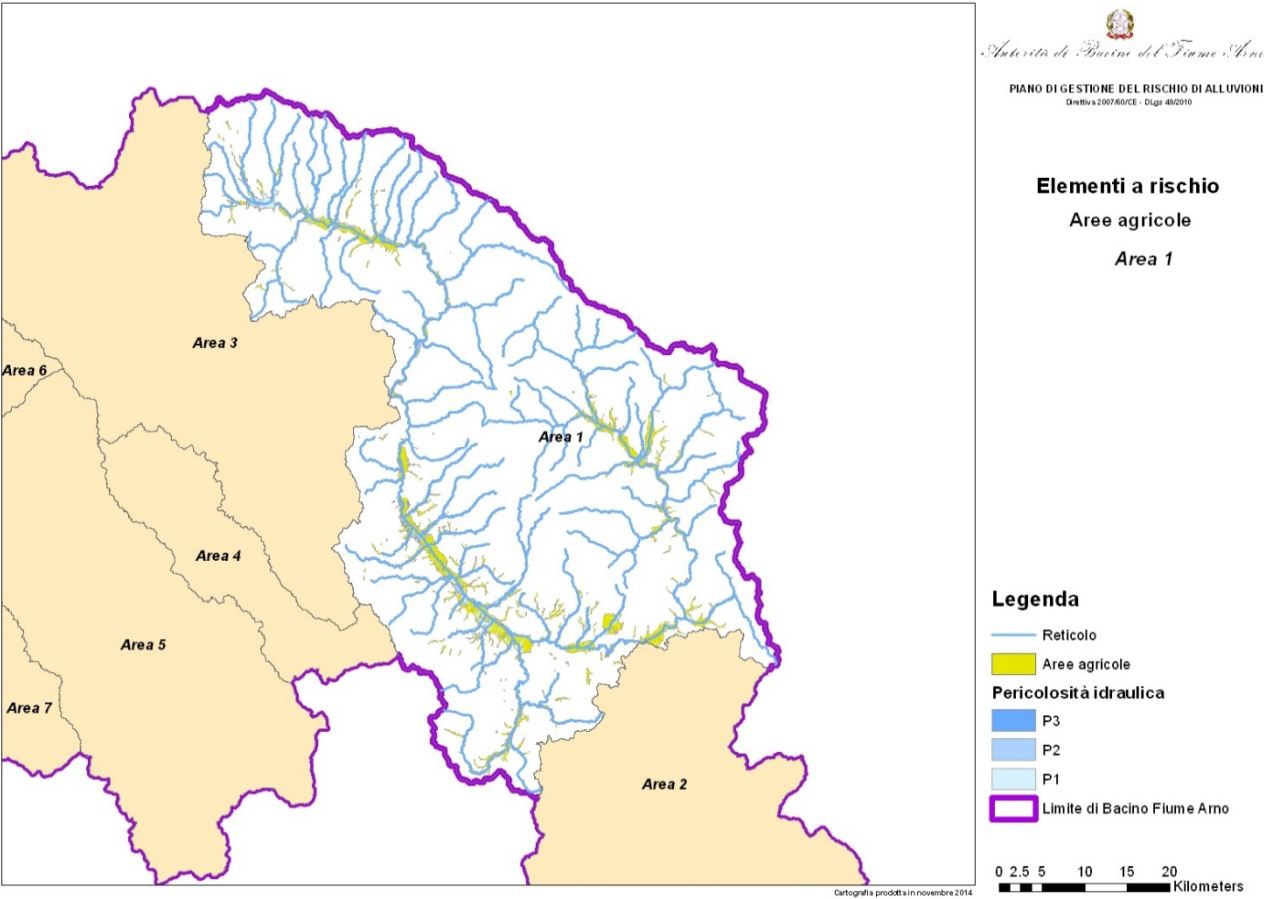
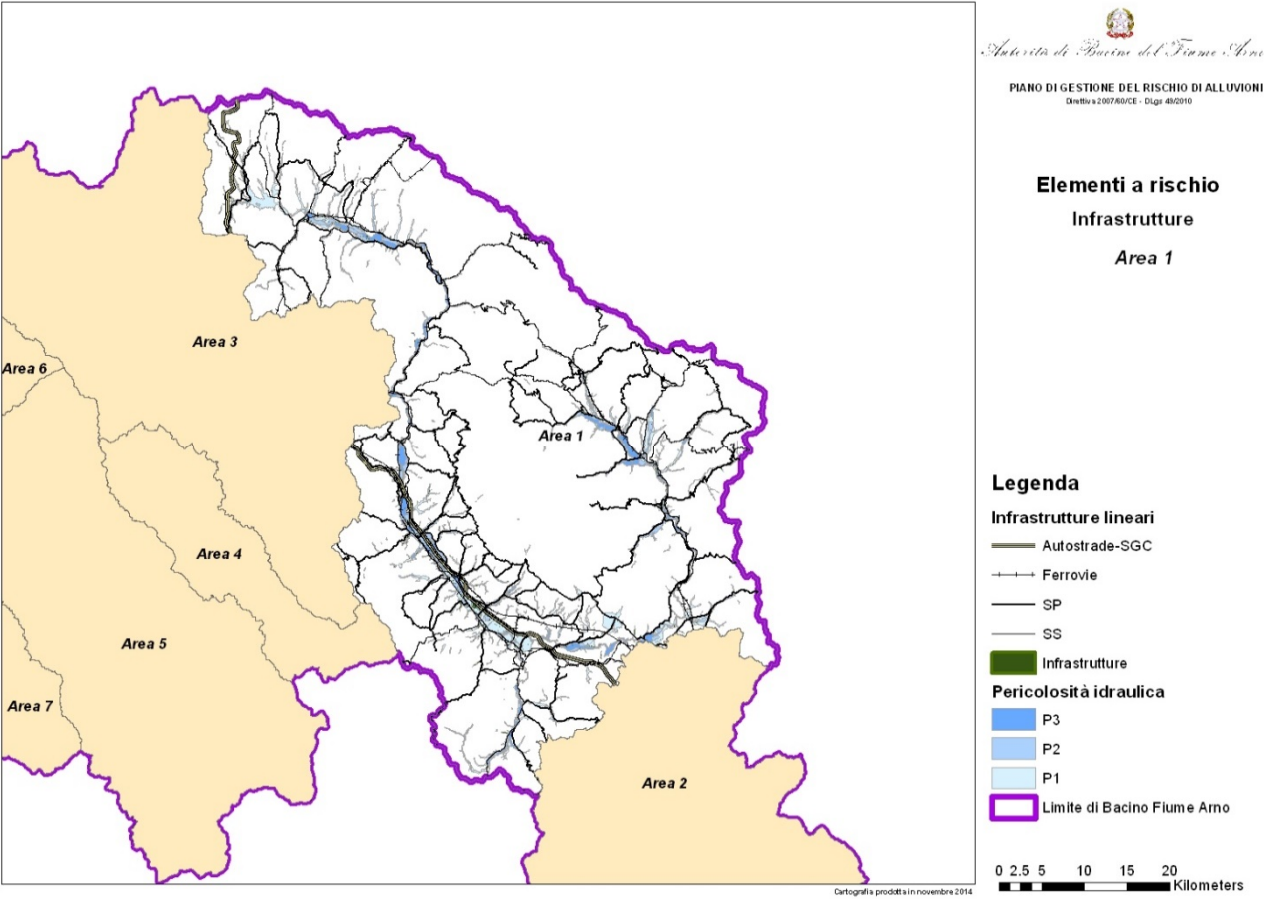
	PI 3	PI 2	PI 1
Popolazione <i>numero</i>	13681	32693	57060
B23 (Fonti di inquinamento) <i>numero</i>	0	1	4
B31 (Beni culturali) <i>kmq</i>	0,04	0,21	0,4
B41 (Aree urbanizzate residenziali) <i>kmq</i>	1,87	5,43	11,04
B42 (Principali infrastrutture viarie) <i>km</i>	43	74	222
B42 (Infrastrutture areali) <i>kmq</i>	0,21	0,56	0,91
B43 (Aree agricole) <i>kmq</i>	37,28	30,82	64,05

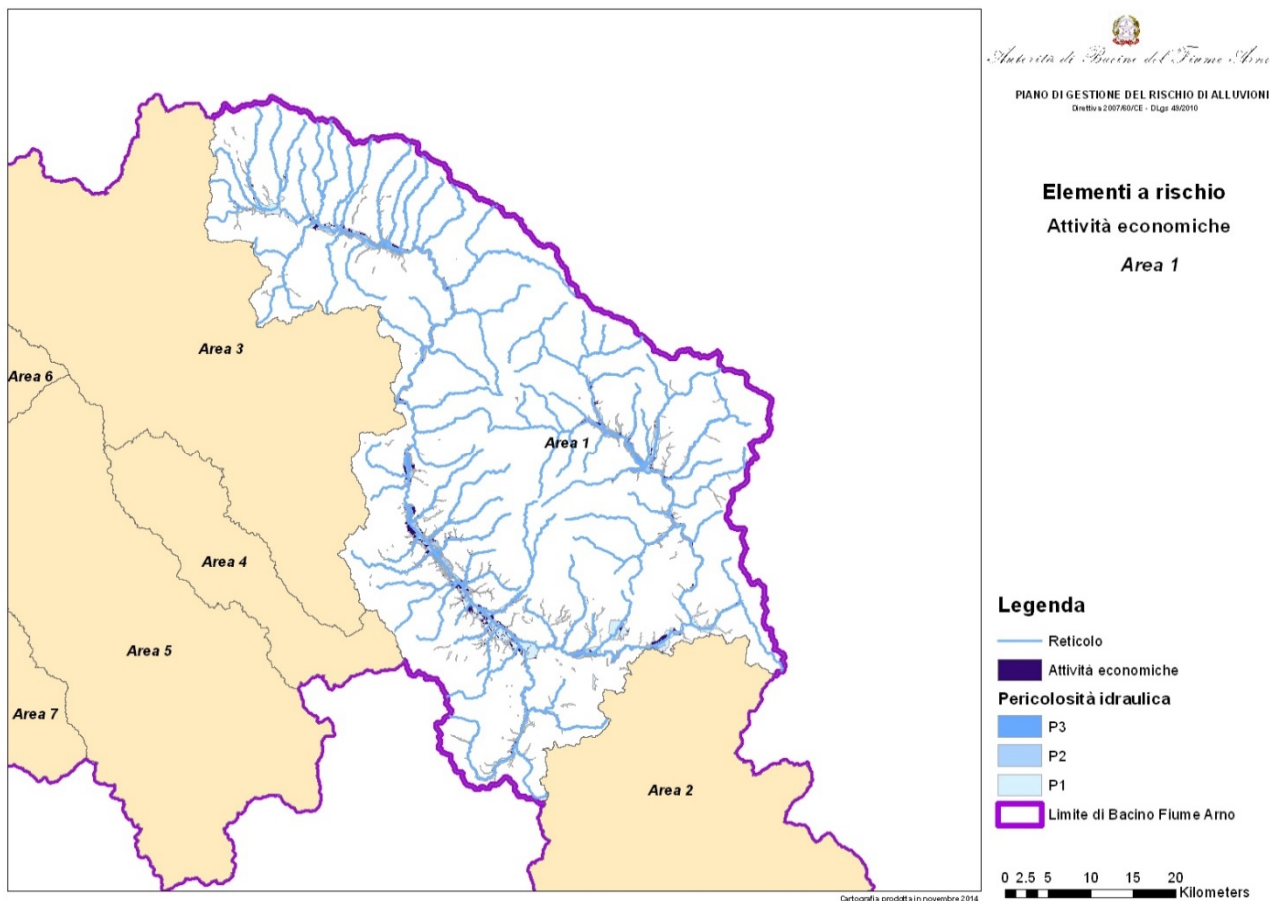
Nella tabella che segue viene indicato il numero di infrastrutture sensibili, quali istituti di istruzione e strutture sanitarie, suddivisi per aree a pericolosità.

	PI 3	PI 2	PI 1
Scuole <i>numero</i>	13	45	74
Strutture sanitarie <i>numero</i>	1	4	6









Le criticità e gli obiettivi specifici di ogni area

Dall'analisi della pericolosità e degli elementi a rischio emergono le criticità di seguito descritte relative all'area omogenea appenninica.

- Criticità connesse con alluvioni fluviali derivanti da eventi di precipitazione distribuita e continua nel bacino, o in porzioni di questo, che provocano esondazione delle aste principali e secondarie. Le zone maggiormente colpite da questo tipo di fenomeno sono:
 - area di fondovalle del fiume Arno nel Casentino, con particolare riferimento alle zone ricadenti nei comuni di Pratovecchio, Poppi e Bibbiena;
 - area di fondovalle del fiume Arno del Valdarno Superiore;
 - area di fondovalle del fiume Sieve
- Criticità connesse con allagamenti derivanti dal verificarsi di precipitazioni intense e concentrate. Le zone maggiormente colpite da questo tipo di evento sono localizzate in zone per lo più montane e collinari e lungo il reticolo minore.
- Criticità connesse con eventuali cedimenti del sistema arginale con maggiore coinvolgimento dei centri abitati nel caso questi siano protetti da tali sistemi.

Gli obiettivi generali, validi alla scala di distretto e di UoM, come è noto sono i seguenti:

1 Obiettivi per la salute umana

- 1.1 Riduzione del rischio per la vita, la salute umana
- 1.2 Mitigazione dei danni ai sistemi che assicurano la sussistenza (reti elettriche, idropotabili, etc.) e l'operatività dei sistemi strategici (ospedali e strutture sanitarie, scuole, etc.)

2. Obiettivi per l'ambiente

- 2.1 Riduzione del rischio per le aree protette dagli effetti negativi dovuti a possibile inquinamento in caso di eventi alluvionali
- 2.2 Mitigazione degli effetti negativi per lo stato ecologico dei corpi idrici dovuti a possibile inquinamento in caso di eventi alluvionali, con riguardo al raggiungimento degli obiettivi ambientali di cui alla direttiva 2000/60/CE

3. Obiettivi per il patrimonio culturale

- 3.1 Riduzione del rischio per il costituito dai beni culturali, storici ed architettonici esistenti
- 3.2 Mitigazione dei possibili danni dovuti ad eventi alluvionali sul sistema del paesaggio

4. Obiettivi per le attività economiche

- 4.1 Mitigazione dei danni alla rete infrastrutturale primaria (ferrovie, autostrade, SGC, strade regionali, impianti di trattamento, etc.)
- 4.2 Mitigazione dei danni al sistema economico e produttivo (pubblico e privato);
- 4.3 Mitigazione dei danni alle proprietà immobiliari
- 4.4 Mitigazione dei danni ai sistemi che consentono il mantenimento delle attività economiche (reti elettriche, idropotabili, etc.).

In base alle valutazioni fatte per l'area omogenea 1, tali obiettivi vanno declinati con particolare attenzione alla mitigazione degli scenari Tr30 e Tr200 per popolazione, centri abitati ed attività economiche esistenti.

Le misure e le priorità

Gli obiettivi individuati nel paragrafo precedente possono essere raggiunti attraverso la realizzazione di misure di vario tipo.

Come indicato nella parte generale della relazione, sono state individuate le seguenti categorie di misure:

- misure inerenti alle attività di prevenzione
- misure inerenti alle attività di protezione
- misure inerenti alle attività di preparazione
- misure inerenti alle attività di risposta e ripristino post evento

L'area omogenea 1 comprende i tratti appenninici dell'Arno (Casentino e Valdarno Superiore) e il suo principale affluente di destra, il fiume Sieve che si sviluppa anch'esso in ambiente tipicamente appenninico. La pericolosità da alluvione investe principalmente le aree di fondovalle del reticolo principale, oltre ad alcuni tratti del sistema idraulico minore.

Per il tratto casentino dell'Arno è prioritario procedere alla progettazione dei sistemi di rinaturalizzazione delle aree golenali con particolare attenzione agli interventi M31-N001 e M32-M021. Si tratta di aree di naturale divagazione dell'Arno che, nel corso dei secoli, sono state in parte sottratte al fiume al fine di recuperare terreno da destinare alle coltivazioni agricole, tutt'ora predominanti nell'area. Nel fondovalle sono presenti anche insediamenti lungo il corso del fiume ma, tuttavia, sono ancora disponibili estese porzioni di terreni limitrofe all'Arno. Tali aree, attraverso una adeguata e mirata progettazione, possono essere riconvertite alla loro vocazione naturale, sia ai fini della laminazione naturale delle maggiori piene, sia per ottenere un miglioramento delle qualità dell'ecosistema. L'applicazione della disciplina di PGRA prevede in tal senso anche la possibilità di attivare, tramite i contratti di fiume, delle forme partecipate al fine di poter attuare interventi di questo tipo.

Sempre per il tratto casentinese appare prioritario procedere anche ad una adeguata opera di regimazione e sistemazione dei versanti tesa alla gestione del trasporto solido e dei dissesti gravitativi (misura M31-V001).

Per il tratto di Arno che attraversa la pianura posta a nord di Arezzo non vi sono particolari criticità, tuttavia qui sono presenti due importanti opere quali le dighe di La Penna e Levane, realizzate negli anni 1960 per la produzione di energia elettrica e tutt'ora operanti. La diga di Levane segna la disconnessione di valle con il tratto del Valdarno Superiore. L'intervento di sopralzo della diga di Levane (M32-M007), che consentirebbe la laminazione di 9 milioni di mc, rappresenta un'opera prioritaria per la gestione delle maggiori piene sia per l'area fiorentina (area Omogenea 3), che per lo stesso Valdarno Superiore; tale intervento è in corso di progettazione Piano Nazionale - Piano stralcio Aree Metropolitane sezione programmatica.

Il rialzamento della diga di La Penna è invece un intervento che, sebbene potenzialmente importante, presenta maggiori difficoltà sia progettuali che ambientali oltre che paesaggistiche. Pertanto la sua effettiva realizzabilità sarà approfondita nelle fasi di revisione del PGRA anche considerando gli elevati costi stimati a fronte dei benefici attesi.

Nel Valdarno Superiore sono, inoltre, prioritari gli interventi strutturali sugli affluenti (misura M32-P025), la cassa di espansione da Madonna del Cesto (M32-P013), gli interventi nel torrente Ciuffenna (M32-N003).

Lungo l'Arno è, poi, presente il sistema di laminazione costituito dalle casse di espansione di Pizziconi, Restone, Prulli e Leccio, di cui la prima è in corso di realizzazione (M32-M003 e M32-M002), mentre le altre sono in fase di progettazione (M32-004, M32-005 e M32-006). La volumetria complessiva del sistema e la regolazione attraverso l'azionamento di paratoie mobili permetteranno di gestire la laminazione di circa 25-30 milioni di mc di acqua. Tali opere risultano fondamentali per la mitigazione delle piene in tutto il Valdarno Superiore ed a Firenze. Il loro completamento è previsto entro la prima revisione del PGRA (2021); le casse di espansione sono finanziate attraverso il Piano Nazionale contro il dissesto Idrogeologico - Piano stralcio Aree Metropolitane sezione attuativa.

Per il bacino della Sieve è prioritario il sistema delle casse di espansione e di "infrastrutture verdi" poste lungo il fiume Sieve (M32-010, M32-M008, M31-N004). Lungo la Sieve è attualmente in funzione, anche con scopi di laminazione delle piene, l'invaso di Bilancino la cui efficacia è tuttavia limitata alla mitigazione di eventi che vanno ad interessare l'alta val di Sieve; la realizzazione delle casse di espansione lungo il corso mediano e finale della Sieve, oltre a mitigare gli effetti degli eventi nella valle stessa, porta un ulteriore contributo alla laminazione in Arno con conseguenti benefici sia per la pianura fiorentina (vedi capitolo inerente Area Omogenea 3); le casse sulla Sieve sono in corso di progettazione ed inserite nella piattaforma ReNDIS.

Nella tabella seguente sono individuate le misure di prevenzione e protezione che si ritengono necessarie per il raggiungimento degli obiettivi. Nella tabella sono riportate le relative priorità ottenute mediante l'applicazione del metodo di priorizzazione. Per ogni misura è indicata inoltre l'area su cui la misura indicativamente ha effetto; alcune misure possono avere effetti anche per le aree omogenee di valle.

Sono indicate anche le misure di preparazione che, si ricorda, sono di competenza del sistema di Protezione Civile pertanto per il bacino dell'Arno sono state fornite, in base al quadro conoscitivo redatto, dalla Regione Toscana e dalla Regione Umbria. Le relazioni allegate, redatte a cura della Regione Toscana e della Regione Umbria, forniscono i dettagli in merito a tali misure.

E' opportuno specificare che con la dizione "Aggregata", per le misure di protezione, si intendono le misure che sono riferibili a numerosi interventi di tipo diffuso tesi, nel caso di misure di protezione, al riequilibrio delle condizioni naturali, o ad interventi di tipo manutentivo, o ad azioni di riqualificazione fluviale tese al recupero distribuito della capacità di laminazione, o ad interventi di regimazione dei versanti.

La dizione "Aggregata" riferita a misure di prevenzione e preparazione si riferisce invece ad azioni che agiscono alla scala dell'intera area omogenea.

L'ultima colonna di destra da una indicazione relativa invece allo stato di attuazione della misura seguendo le specifiche della *Guidance* n. 29: con *not started* si intende una azione non avviata e quindi proposta, con *planning on going* si intende una azione che ha un livello di progettazione e/o di approvazione avanzato, con *on going construction* si intende una misura in realizzazione, con *completed* si intende una misura completata ed attiva.

Oltre alla realizzazione prioritaria delle opere sopra indicate, appare di rilevante importanza procedere all'applicazione della disciplina di PGRA (M21-A001) e alle conseguenti applicazioni delle leggi e regolamenti regionali che da questa disciplina derivano. Oltre all'applicazione della sezione I della disciplina, nell'area appenninica appare prioritario procedere ad una valutazione delle dinamiche sedimentarie e di trasporto solido, oltre che ad una valutazione dei dissesti che possono influire su tali tematiche e sul reticolo.

Le misure di prevenzione e protezione indicate vanno integrate e coordinate con le misure di preparazione con particolare riguardo al sistema di previsione e di allertamento (M41), alla pianificazione dell'emergenza e della risposta all'evento (M42, M44)). Per quanto riguarda l'area omogenea 1, il servizio di previsione ed allertamento rientra tra le competenze della Regione Toscana (Centro Funzionale Meteo-Idrologico-Idraulico – Servizio Idrologico Regionale). Alla Regione compete anche l'organizzazione dei piani di laminazione, dei piani di emergenza, dei presidi idraulici e del servizio di piena. Ai Comuni infine spettano i piani di protezione civile comunali che sono predisposti sulla base delle indicazioni nazionali/regionali ed in base al quadro conoscitivo. Alla attivazione del sistema di casse di Figline sarà oltremodo necessaria la redazione di un piano di laminazione delle piene in quanto la modulazione del rilascio dei volumi può avere conseguenze in tutti i territori di valle. I protocolli di laminazione e i piani di emergenza (di competenza del sistema di Protezione Civile) dovranno essere attuati in stretto coordinamento con tutti i presidi idraulici posti lungo l'asta principale dell'Arno. Questo è sicuramente opportuno per gli eventi si verifichino alla scala dell'intero bacino dell'Arno e che pertanto necessitano di una gestione coordinata. Tali eventi sono identificabili e osservabili sulla base della catena previsione meteo/pluviometri/idrometri. Tali procedure devono essere previste sia nella attuale fase di realizzazione delle opere, sia nella fase di operatività, anche in funzione della gestione del rischio residuo.

Tabella misure area omogenea 1 Appenninica

Cod Misure	Descrizione	Aspetto	Tipo misura	Codice tipo/PGRA	Ubicazione	Effetto	Obiettivo	Priorità	Attuazione	Misura win win
A001	Approvazione, applicazione ed eventuale aggiornamento della disciplina di PGRA	Aggregata	Prevenzione	M24	Intera area omogenea 1	Intera area	1, 2, 3, 4	Alta	Planning On-Going	
A002	Applicazione delle misure di delocalizzazione in funzione della regolamentazione della disciplina di PGRA	Aggregata	Prevenzione	M22	Intera area omogenea 1	Intera area	1, 2, 3, 4	Alta	Planning On-Going	
A003	Applicazione del Piano Stralcio rischio Idraulico Bacino del fiume Arno DPCM 5/11/1999	Aggregata	Prevenzione	M24	Intera area omogenea 1	Intera area	1, 2, 3, 4	Alta	Planning On-Going	
A004	Sviluppo e approfondimento da parte dell'AdB Arno del quadro conoscitivo attraverso studi geologici, idrologici, idraulici, ambientali e relative indagini e rilievi	Aggregata	Prevenzione	M24	Intera area omogenea 1	Intera area	1,2,3,4	Media	Planning On-Going	
A005	Sviluppo e approfondimento da parte dell'AdB Arno metodologie di progettazione di misure di protezione con particolare riguardo alle "infrastrutture verdi"	Aggregata	Prevenzione	M24	Intera area omogenea 1	Intera area	1, 2, 3, 4	Alta	Not started	

S001	Attuazione della LR 21/2012 "Disposizioni urgenti in materia di difesa dal rischio idraulico e tutela dei corsi d'acqua"	Aggregata	Prevenzione	M21	Intera area omogenea 1	Intera area	1,2,3,4	Molto alta	On-Going Construction	
S002	Attuazione della LR 65/2014 "Norme di governo del territorio"	Aggregata	Prevenzione	M21	Intera area omogenea 1	Intera area	1,2,3,4	Molto alta	On-Going Construction	
S003	Attuazione della LR 91/1998 "Norme per la difesa del suolo"	Aggregata	Prevenzione	M24	Intera area omogenea 1	Intera area	1,2,3,4	Molto alta	On-Going Construction	
S004	Attuazione della LR 79/2012 "Nuova disciplina in materia di Consorzi di Bonifica"	Aggregata	Prevenzione	M24	Intera area omogenea 1	Intera area	1,2,3,4	Molto alta	On-Going Construction	
S005	Attività di ricerca per la mitigazione del rischio idraulico della Regione Toscana - Accordo di collaborazione scientifica di cui alla DGRT 1133/2012	Aggregata	Prevenzione	M24	Intera area omogenea 1	Intera area	1,2,3,4	Molto alta	On-Going Construction	
S006	Sviluppo ed applicazione di una metodologia d'indagine unitaria, a scala regionale, per valutare lo stato di efficienza delle strutture arginali fluviali e per la verifica della loro suscettibilità al collasso durante eventi di piena	Aggregata	Prevenzione	M24	Intera area omogenea 1	Intera area	1,2,3,4	Molto alta	On-Going Construction	

	(DGR 998/2010 e DD 6039/2010)									
M001	Cassa Pizziconi sul fiume Arno- Lotto 1 - Stralcio opere idrauliche connesse a SR69	Singola	Protezione	M32	Comune di Figline V.no (sub-area 1a)	sub-area 1a	1, 2, 3, 4	Molto alta	Planning On-Going	
				M001		sub-area 3a				
M002	Cassa Pizziconi - Lotto 1 – sul fiume Arno	Singola	Protezione	M32	Comune di Figline V.no (sub-area 1a)	sub-area 1a	1, 2, 3, 4	Molto alta	On-Going Construction	
				M002		sub-area 3a				
M003	Cassa Pizziconi - Lotto 2 – sul fiume Arno	Singola	Protezione	M32	Comune di Figline V.no (sub-area 1a)	sub-area 1a	1, 2, 3, 4	Molto alta	Planning On-Going	
				M003		sub-area 3a				
M004	Cassa Restone sul fiume Arno	Singola	Protezione	M32	Comune di Figline V.no (sub-area 1a)	sub-area 1a	1, 2, 3, 4	Molto alta	Planning On-Going	
				M004		sub-area 3a				
M005	Cassa Prulli sul fiume Arno	Singola	Protezione	M32	Comune di Reggello	sub-area 1a	1, 2, 3, 4	Molto alta	Planning On-Going	
				M005	(sub-area 1a)	sub-area 3a				
M006	Cassa Leccio sul fiume Arno	Singola	Protezione	M32	Comune di Reggello	sub-area 1a	1, 2, 3, 4	Molto alta	Planning On-Going	
				M006	(sub-area 1a)	sub-				

						area 3a				
M007	Adeguamento della diga di Levane e delle opere connesse	Singola	Protezione	M32	Provincia di Arezzo	sub-area 1a	1, 2, 3, 4	Molto alta	Planning On-Going	
				M007	(sub-area 1a)	sub-area 3a				
M036	Cassa di espansione Burchio sul fiume Arno	Singola	Protezione	M32	Provincia di Arezzo	sub-area 1a	1, 2, 3, 4	Media	Planning On-Going	
				M036	(sub-area 1a)					
R013	Invaso di Bilancino	Singola	Protezione	M32	Comune di Barberino di Mugello	sub-area 1b	1, 2, 3, 4	Alta	Completed	
				R013	(sub-area 1b)	sub-area 3a				
M008	Casse di espansione Scopeti sul fiume Sieve nei comuni di Pontassieve e Rufina	Aggregata	Protezione	M32	Comuni di Pontassieve e Rufina	sub-area 1b	1, 2, 3, 4	Molto alta	Planning On-Going	
				M008	(sub-area 1b)	sub-area 3a				
M009	Cassa di espansione Cava Sagginale sul fiume Sieve nel comune di Vicchio	Singola	Protezione	M32	Comune di Vicchio	sub-area 1b	1, 2, 3, 4	Molto alta	Planning On-Going	
				M009	(sub-area 1b)	sub-area 3a				
M010	Cassa di espansione Liutiano sul fiume Sieve nel comune di Borgo San Lorenzo	Singola	Protezione	M32	Comune di Borgo San Lorenzo	sub-area 1b	1, 2, 3, 4	Alta	Planning On-Going	
				M010	(sub-area 1b)	sub-area 3a				
M011	Cassa di espansione Lezzano sul fiume Sieve	Singola	Protezione	M32	Comune di Borgo San Lorenzo (sub-	sub-area 1b	1, 2, 3, 4	Alta	Planning On-Going	

	nel comune di Borgo San Lorenzo			M011	area 1b)	sub-area 3a				
P010	Casse di espansione lungo il corso del Fiume Sieve nei comuni di Borgo San Lorenzo, Scarperia e Vicchio (escluse casse inserite tra interventi per area metropolitana Firenze) - suddivisibile per singoli stralci	Aggregata	Protezione	M32	Provincia di Firenze	sub-area 1b	1, 2, 3, 4	Alta	Planning On-Going	
				P010	(sub-area 1b)	sub-area 3a				
P001	Casse di espansione nel Casentino previste nel PSRI	Aggregata	Protezione	M32	Province di Arezzo e Firenze (sub area 1a)	sub-area 1a	1, 2, 3, 4	Alta	Not Started	
				P001						
R001	Cassa Poppi 2 – Bibbiena 2. Stralcio opere idrauliche connesse a SR71	Singola	Protezione	M32	Comuni di Poppi e Bibbiena (sub-area 1a)	sub-area 1a	1, 3, 4	Alta	Completed	
				R001						
M021	Casse di espansione Poppi 2 - Bibbiena 2	Aggregata	Protezione	M32	Comuni di Poppi e Bibbiena (sub-area 1a)	sub-area 1a	1, 3, 4	Critica	Planning On-Going	
				M021						
P002	Invaso di La Penna e adeguamento scarico di fondo	Singola	Protezione	M32	Provincia di Arezzo	sub-area 1a	1, 2, 3, 4	Molto alta	Planning On-Going	
				P002	(sub-area 1a)	sub-area 3a				
P035	Sfangamento dighe Levane e La Penna	Aggregata	Protezione	M32	Provincia di Arezzo	sub-area 1a	1, 2, 3, 4	Alta	Not Started	
				P035	(sub-area 1a)	sub-area 3a				
R002	Cassa Le Padulette - Stralcio opere idrauliche	Singola	Protezione	M32	Comune di Montevarchi	sub-area 1a	1, 2, 3, 4	Alta	On-Going Construction	

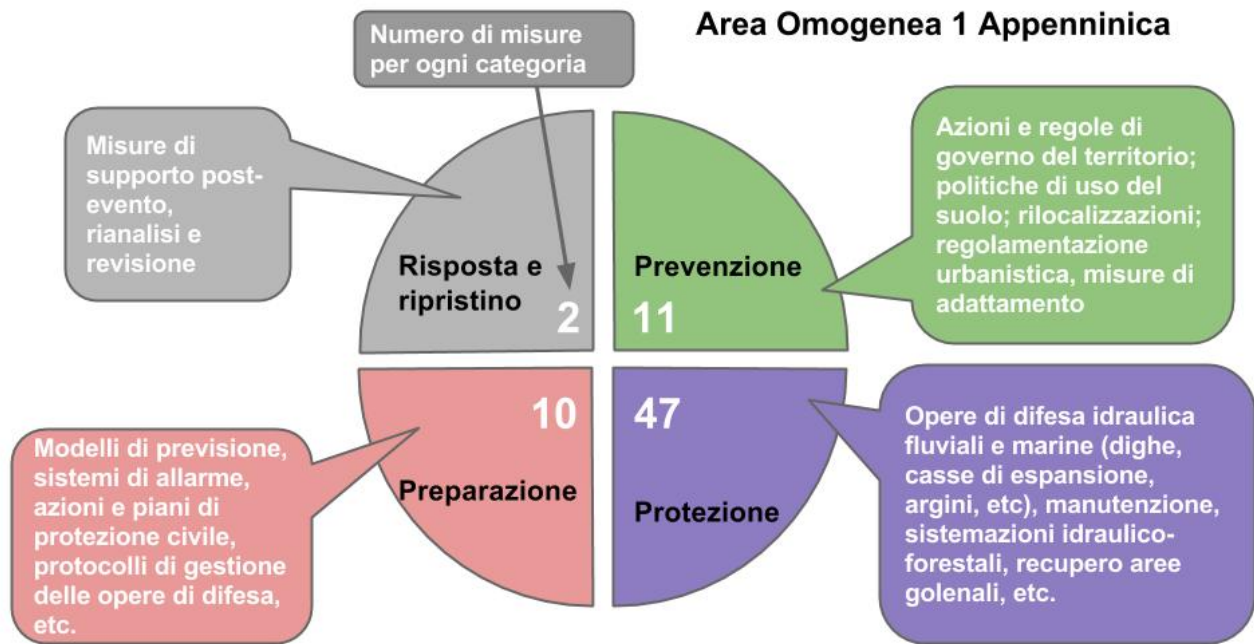
	connesse a SR69			R002	(sub-area 1a)					
M022	Cassa di espansione Le Padulette sul torrente Ambra	Singola	Protezione	M32	Comune di Montevarchi	sub-area 1a	1, 2, 3, 4	Alta	Planning On-Going	
				M022	(sub-area 1a)					
M023	Cassa di espansione Lo Sprondoro sul torrente Ambra	Singola	Protezione	M32	Comune di Montevarchi	sub-area 1a	1, 2, 3, 4	Alta	Planning On-Going	
				M023	(sub-area 1a)					
N001	Aree di laminazione nel Casentino presenti nel PSRI complementari o in alternativa agli interventi strutturali	Aggregata	Protezione	M31	Province di Arezzo e Firenze (sub-area 1a)	sub-area 1a	1, 2, 3, 4	Alta	Not Started	
				N001						
N003	Aree di laminazione nel Valdarno Superiore presenti nel PSRI complementari o in alternativa agli interventi strutturali	Aggregata	Protezione	M31	Provincia di Arezzo	sub-area 1a	1, 2, 4	Alta	Not Started	
				N003	(sub-area 1a)					
N004	Aree di laminazione nel bacino della Sieve presenti nel PSRI complementari o in alternativa agli interventi strutturali	Aggregata	Protezione	M31	Provincia di Firenze	sub-area 1b	1, 2, 3, 4	Alta	Not Started	
				N004	(sub-area 1b)					
N043	Aree di laminazione lungo il Fiume Arno nel Casentino non presenti nel PSRI	Aggregata	Protezione	M31	Provincia di Arezzo (sub-area 1a)	sub-area 1a	1, 2, 3, 4	Critica	Not Started	
				N043						
N044	Interventi strutturali nel Valdarno Superiore non presenti nel PSRI	Aggregata	Protezione	M32	Province di Arezzo e Firenze (sub-area 1a)	sub-area 1a	1, 2, 3, 4	Critica	Not Started	
				N044						

P011	Cassa di espansione sul torrente Trove nel comune Bucine	Singola	Protezione	M32	Comune di Bucine	sub-area 1a	1, 2, 3, 4	Critica	Planning On-Going	
				P011	(sub-area 1a)					
P012	Interventi per la messa in sicurezza idraulica dell'area a valle di Casa Rota	Singola	Protezione	M32	Comune di Terranuova Bracciolini (sub-area 1a)	sub-area 1a	1, 2, 3, 4	Alta	Planning On-Going	
				P012						
P013	Cassa di espansione Madonna del Cesto sul torrente Cesto	Singola	Protezione	M32	Comune di Figline V.no (sub-area 1a)	sub-area 1a	1, 2, 3, 4	Critica	Planning On-Going	
				P013						
P025	Ulteriori interventi strutturali sugli affluenti del Valdarno Superiore presenti nel PSRI	Aggregata	Protezione	M32	Province di Arezzo e Firenze (sub-area 1a)	sub-area 1a	1, 2, 3, 4	Alta	Not Started	
				P025						
P014	Invaso Castello di Montalto sul torrente Ambra	Singola	Protezione	M32	Comune di Castelnuovo Berardenga (sub-area 1a)	sub-area 1a	1, 2, 3, 4	Critica	Planning On-Going	X
				P014						
P034	Invaso sul torrente Corsalone	Singola	Protezione	M32	Provincia di Arezzo	sub-area 1a	1, 2, 3, 4	Critica	Not started	
				P034	(sub-area 1a)					
Q005	Casse di espansione Scrafana e Pestello sul Borro della Vigna e sul Borro Caspri	Aggregata	Protezione	M32	Comune di Montevarchi	sub-area 1a	1, 2, 3, 4	Alta	Planning On-Going	
				Q005	(sub-area 1a)					
R014	Cassa di espansione sul torrente Ciuffenna	Singola	Protezione	M32	Comune di Terranuova Bracciolini	sub-area 1a	1, 2, 3, 4	Alta	Completed	
				R014	(sub-area 1a)					

R015	Cassa di espansione Badia a Ruoti sul torrente Ambra	Singola	Protezione	M32	Comune di Bucine	sub-area 1a	1, 2, 3, 4	Alta	Completed	
				R015	(sub-area 1a)					
R058	Cassa sul borro Val di Lago	Singola	Protezione	M32	Comune di Montevarchi	sub-area 1a	1, 2, 3, 4	Alta	Completed	
				R058	(sub-area 1a)					
R070	Briglie sul torrente Carzola	Aggregata	Protezione	M33	Comune di Vaglia	sub-area 1b	1, 2, 3, 4	Alta	Completed	
				R070	(sub-area 1b)					
R071	Briglie sul torrente Risseccioni	Aggregata	Protezione	M33	Comune di Vaglia	sub-area 1b	1, 2, 3, 4	Alta	Completed	
				R071	(sub-area 1b)					
R077	Cassa di espansione sul fosso Terzalle	Singola	Protezione	M32	Comune di Barberino di Mugello (sub-area 1b)	sub-area 1b	1, 2, 4	Alta	Completed	
				R077						
R089	Cassa di espansione sul borro Gaglianella	Singola	Protezione	M32	Comune di Figline V.no	sub-area 1a	1, 2, 3, 4	Alta	Completed	
				R089	(sub-area 1a)					
R090	Cassa di espansione sul torrente Ponterosso	Singola	Protezione	M32	Comune di Figline V.no	sub-area 1a	1, 2, 3, 4	Alta	Completed	
				R090	(sub-area 1a)					
R105	Cassa di espansione Roviggiani	Singola	Protezione	M32	Comune di Terranuova Bracciolini	sub-area 1a	1, 2, 3, 4	Alta	Completed	
				R105	(sub-area 1a)					
V001	Interventi di regimazione e sistemazione dei versanti in Casentino	Aggregata	Protezione	M31	Provincia di Arezzo	sub-area 1b	1, 2, 3, 4	Alta	Not started	
					(sub-area 1a)					

V002	Interventi di regimazione e sistemazione dei versanti in Val di Sieve	Aggregata	Protezione	M31	Provincia di Firenze (sub-area 1b)	sub-area 1b	1, 2, 3, 4	Alta	Not started	
S008	Manutenzione ordinaria su reticolo di gestione, su opere idrauliche (2°,3°,4°, 5° categoria) e di bonifica.	Aggregata	Protezione	M33-M35	Intera area omogenea 1	Intera area	1,2,3,4	Molto alta	On-Going Construction	X
S009	Manutenzione straordinaria su opere idrauliche (2°,3°,4°, 5° categoria) e di bonifica.	Aggregata	Protezione	M33-M35	Intera area omogenea 1	Intera area	1,2,3,4	Molto alta	On-Going Construction	
S010	Monitoraggio in tempo reale (Pluviometria, Idrometria, Mareografia, Termografia, Anemometria, Termografia)	Aggregata	Preparazione	M41	Intera area omogenea 1	Intera area	1,2,3,4	Molto alta	On-Going Construction	
S011	Monitoraggio in tempo reale tramite sensori remoti (radar, satellite, fulminazioni)	Aggregata	Preparazione	M41	Intera area omogenea 1	Intera area	1,2,3,4	Media	On-Going Construction	
S012	Modelli previsionali meteorologici e meteo-marini	Aggregata	Preparazione	M41	Intera area omogenea 1	Intera area	1,2,3,4	Alta	On-Going Construction	
S013	Modelli previsionali idrologico-idraulici per la previsione delle piene	Aggregata	Preparazione	M41	Intera area omogenea 1	Intera area	1,2,3,4	Alta	On-Going Construction	
S014	Sistema di Allertamento Regionale (delibera GR N.395/2015)	Aggregata	Preparazione	M41	Intera area omogenea 1	Intera area	1,2,3,4	Molto alta	Completed	

S015	Predisposizione, aggiornamento, applicazione, informazione dei piani di protezione civile e della risposta	Aggregata	Preparazione	M42	Intera area omogenea 1	Intera area	1,2,3,4	Molto alta	On-Going Construction	
S016	Supporto alle attivazioni dei Piani di Emergenza	Aggregata	Preparazione	M42	Intera area omogenea 1	Intera area	1,2,3,4	Molto alta	On-Going Construction	
S017	Implementazione del presidio territoriale idraulico	Aggregata	Preparazione	M42	Intera area omogenea 1	Intera area	1,2,3,4	Molto alta	On-Going Construction	
S018	Implementazione dei protocolli operativi per la gestione in fase di evento di eventi alluvionali	Aggregata	Preparazione	M42	Intera area omogenea 1	Intera area	1,2,3,4	Molto alta	Not Started	
S019	Campagne mirate all'informazione e alla comunicazione per aumentare l'informazione e la consapevolezza collettiva in merito al rischio possibile, alle azioni di autoprotezione e protezione civile	Aggregata	Preparazione	M43	Intera area omogenea 1	Intera area	1,2,3,4	Molto alta	Not Started	
S020	Ripristino delle condizioni pre-evento per il sistema pubblico e privato	Aggregata	Ricostruzione e valutazione	M51	Intera area omogenea 1	Intera area	1,2,3,4	Molto alta	On-Going Construction	
S021	Report e Analisi Eventi	Aggregata	Ricostruzione e valutazione	M53	Intera area omogenea 1	Intera area	1,2,3,4	Molto alta	On-Going Construction	

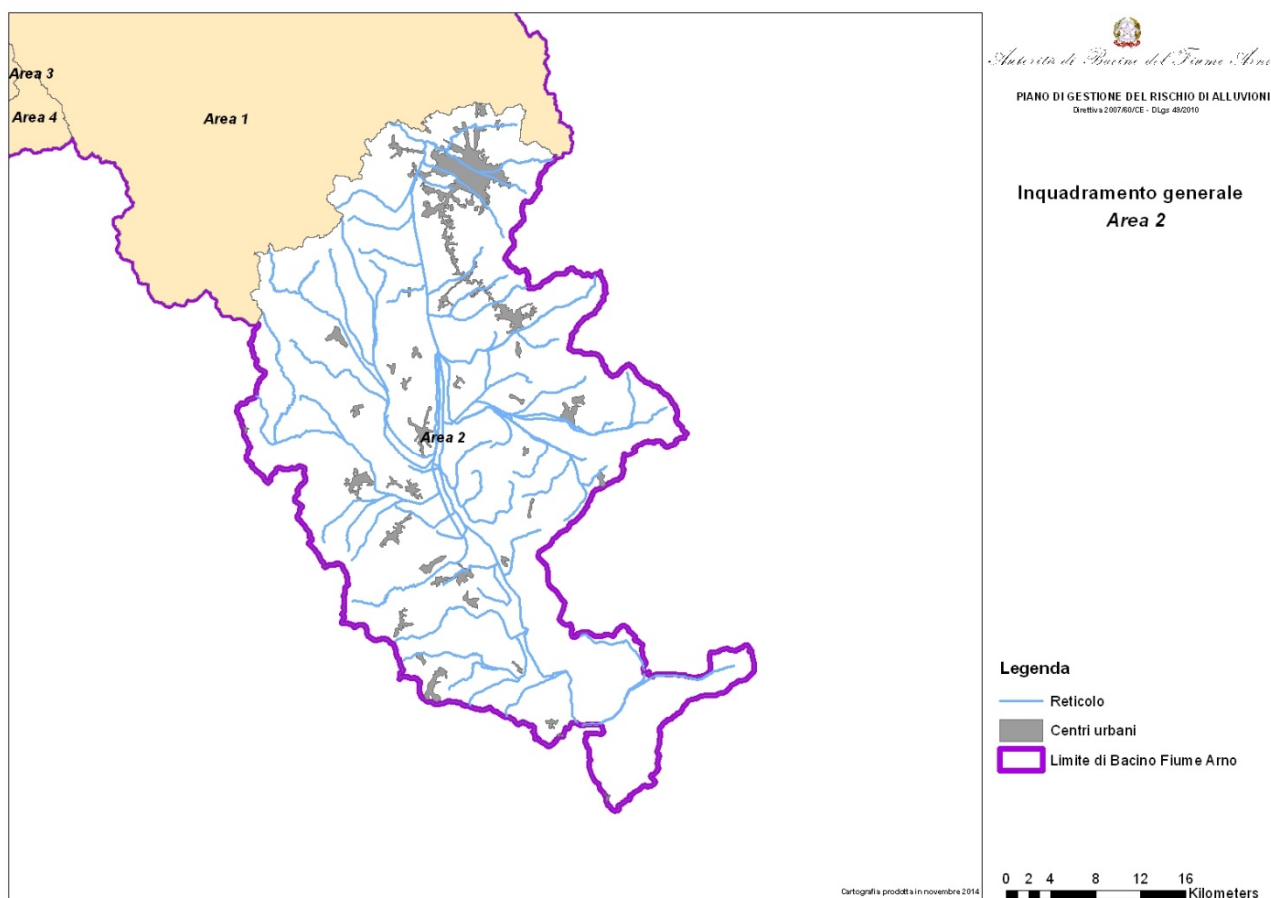


Area omogenea 2 Val di Chiana

Introduzione

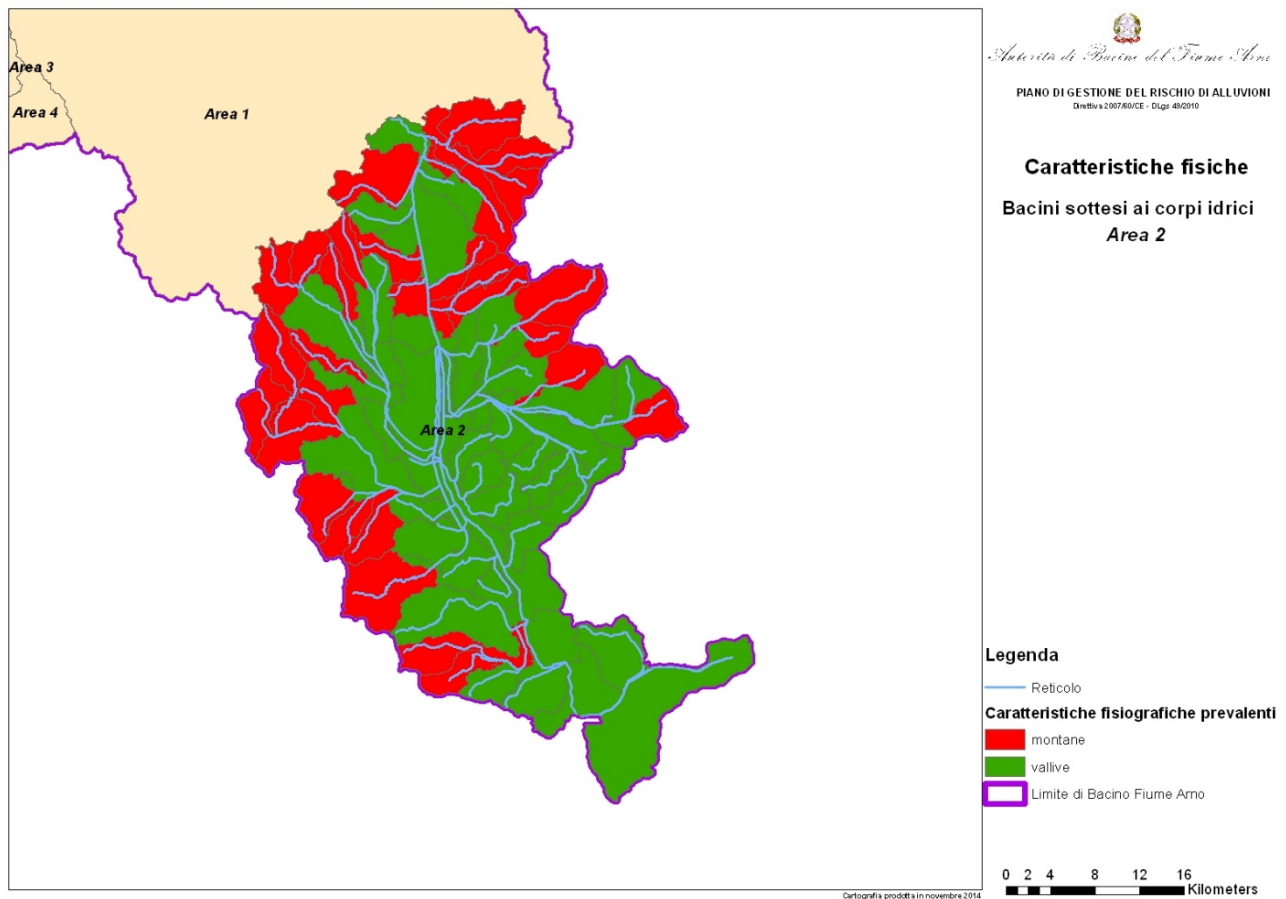
L'area omogenea comprende l'intero sottobacino bacino afferente al Canale Maestro della Chiana e rappresenta la porzione più meridionale del bacino dell'Arno.

Si presenta come un territorio fortemente pianeggiante, interessato in tempo storici da una imponente azione di bonifica. Il territorio della val di Chiana ha un uso prettamente agricolo con oltre il 70% dell'intera superficie dedicata a tale scopo. I centri abitati sono di non vaste dimensioni e distribuiti prevalentemente nei rilievi collinari del fondovalle o nei versanti poco acclivi dei bordi. I fenomeni alluvionali interessano perlopiù il fondovalle che è sede di imponenti e diffuse opere idrauliche quali argini, scolmatori, derivatori, botti, sifoni. etc.



Caratteristiche fisiche

La val di Chiana presenta una storia tettonica assai differente dagli altri bacini dell'Arno: questa, unita ad una natura litologica dei sedimenti particolare, dominata dai depositi pliocenici e pleistocenici, ha favorito l'instaurarsi di una vasta zona prevalentemente pianeggiante con deboli dislivelli e modeste ondulazioni collinari. L'area del bacino è di circa 1330 kmq. La val di Chiana fa parte del sistema idraulico dell'Arno solo dal XIV – XV secolo, ovvero da quando le acque del reticolo furono convogliate, attraverso appunto il Canale Maestro, nell'asta principale dell'Arno all'altezza dell'abitato di Ponte Buriano. Questo avvenne in seguito ad una imponente azione di bonifica cominciata in tempi romani, tesa ad eliminare gli acquitrini posti intorno ai laghi di Montepulciano e Chiusi. A tale scopo fu creato un vasto sistema di canali arginati, opere idrauliche, botti e sifoni che ancora oggi è presente nel sistema di corsi d'acqua afferenti al Canale Maestro. Inoltre era presente un sistema idraulico-agrario minore (acque basse) che attualmente è stato completamente obliterato.

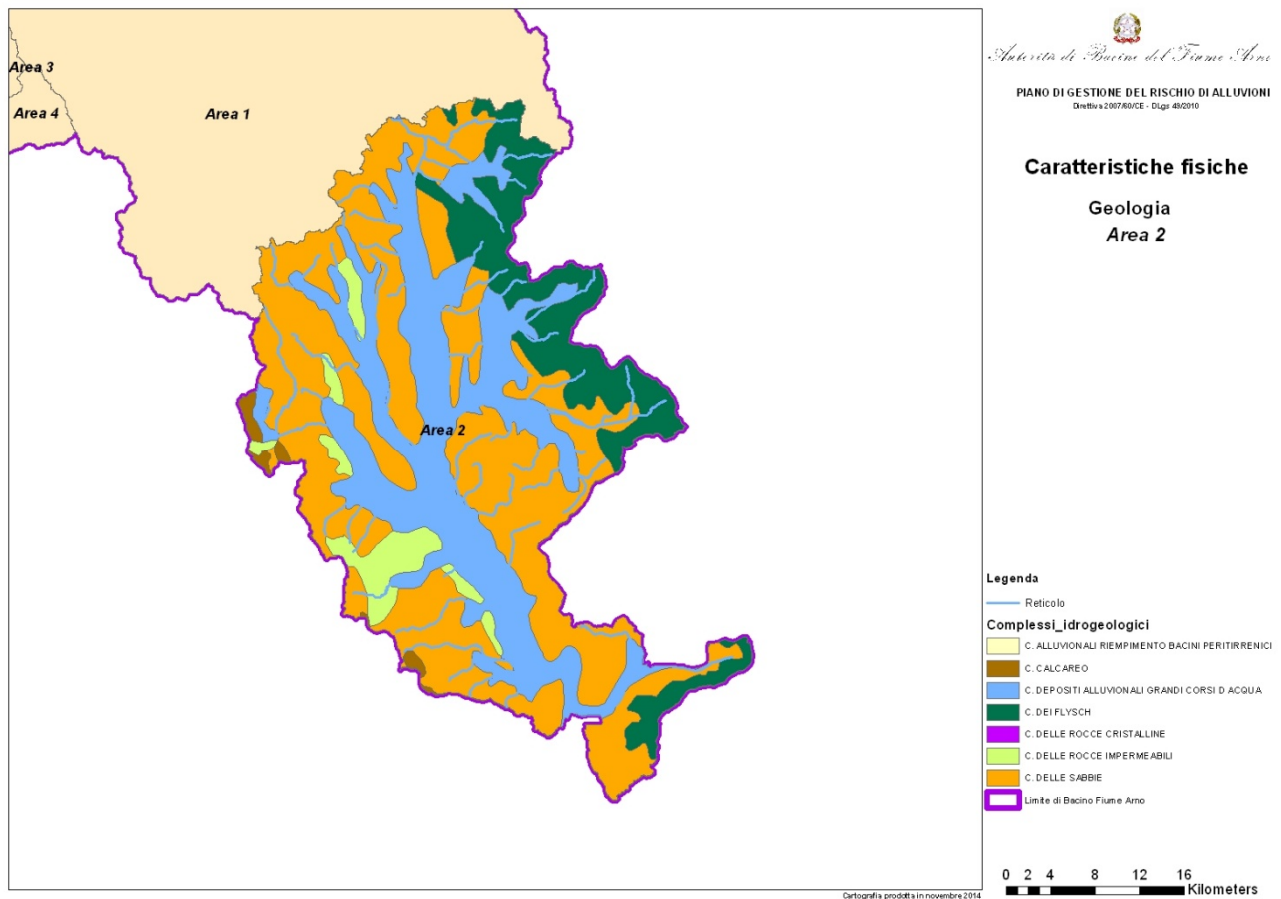


La particolarità del bacino della Chiana si comprende molto bene dalla mappa delle caratteristiche fisiche dove si vede chiaramente la notevole distribuzione di pendenza delle aste inferiore allo 0,5% oltre ad una scarsa presenza di reticolo confinato. Anche la il rilievo è peculiare con solo circa il 12% dei terreni che presentano una pendenza superiore al 25%.

Caratteristiche geologiche

La Chiana è stata oggetto di una tettonica distensiva accentuata che ne ha determinato l'aspetto pianeggiante e mediamente collinare.

La quasi totalità dell'area è caratterizzata da terreni alluvionali recenti e da sabbie di origine pliocenica. Lo scarso rilievo è rappresentato da arenarie flischioidi lungo il crinale orientale e da calcari nel versante occidentale. I terreni impermeabili sono scarsamente rappresentati nel bacino ed occupano limitate aree poste essenzialmente nella porzione a sud della valle.



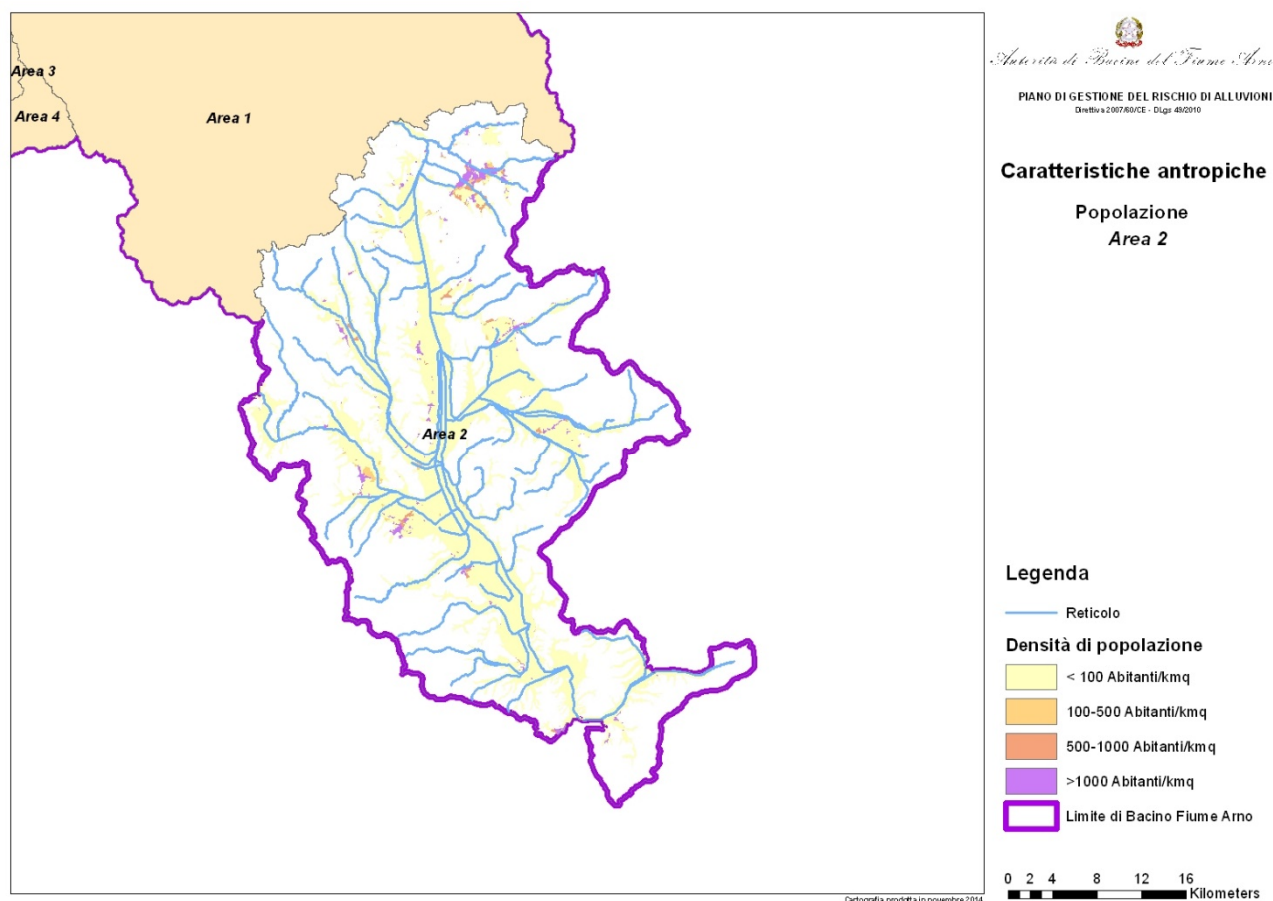
Uso del suolo

Come accennato l'uso del suolo dominante è quello agricolo con più del 70% dell'intera superficie territoriale. In tale contesto dominano i seminativi con il 43,5%. Il bosco è pressoché assente nel fondovalle, tuttavia è sufficientemente rappresentato (circa il 20% dell'intera area), prevalentemente distribuito nei rilievi nord-occidentali e nel crinale che divide il bacino dalla val Tiberina. Le aree urbanizzate sono concentrate presso la piana di Arezzo, oltre che nei diffusi centri abitati di piccole dimensioni della valle e della porzione basso-collinare.

Caratteristiche antropiche

L'area omogenea 2 è l'unica porzione del bacino dell'Arno interessata da due Regioni diverse e cioè la Toscana e l'Umbria. Infatti la porzione più a sud della valle amministrativamente è compresa in Provincia di Perugia. Le province toscane interessate sono invece quelle di Arezzo e Siena.

La popolazione complessiva è pari a 214.695 abitanti, secondo i dati ISTAT 2011



Definizione sub-aree

Date le caratteristiche omogenee dell'intera vallata non è necessario definire eventuali sub-aree per la determinazione di particolari obiettivi e misure.

La pericolosità idraulica e gli elementi a rischio

Nell'area omogenea 2 gli eventi alluvionali storici sono riconducibili generalmente a precipitazioni distribuite su tutto il bacino e prolungate nel tempo. Gli eventi sono quindi di tipo "classico" strettamente connessi alla morfologia della valle e alla sua origine paludoso-lacustre. Sono ricorrenti gli allagamenti dei terreni agricoli del fondovalle in quanto la capacità di smaltimento delle acque meteoriche è strettamente legata all'efficienza del reticolo minore di bonifica (acque basse) e alla capacità di smaltimento dei canali ricettori (acque alte). Le pendenze minime delle aste in genere favoriscono il ristagno delle acque nei campi. Un fenomeno importante di possibile allagamento è legato al cedimento dell'imponente sistema arginale che praticamente interessa tutto il reticolo di fondovalle. Come evidenziato più volte, nella determinazione della pericolosità i fenomeni di rottura arginale non sono stati considerati data la complessità del fenomeno da modellare e la notevole incertezza nei risultati. Si deve considerare in ogni caso che i fenomeni di rottura sono in genere connessi al sormonto degli argini e alla conseguente erosione, pertanto la loro evenienza è maggiore in corrispondenza delle aree a pericolosità elevata dove abbiamo il verificarsi di eventi frequenti con tempo di ritorno fino a 30 anni.

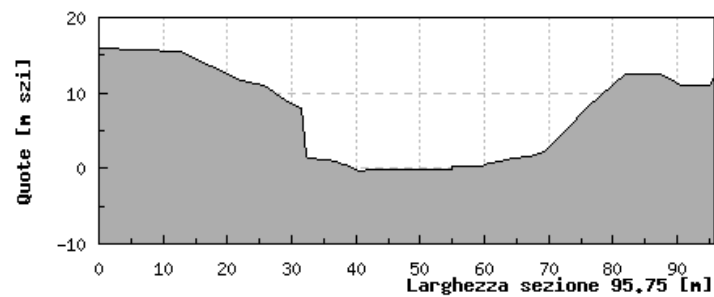
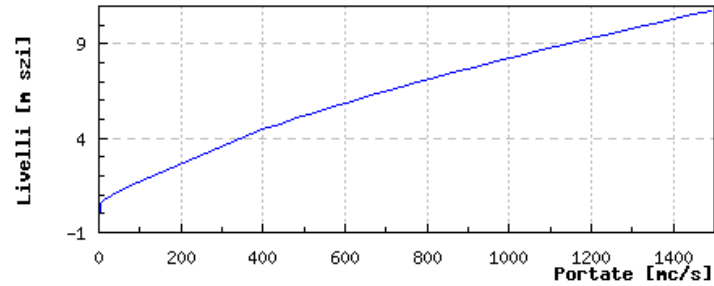
Nelle figure che seguono viene indicata la scala di deflusso e i livelli Tr30 e Tr200 alla sezione della Chiana a Ponte Ferrovia, poco prima dell'immissione in Arno presso Ponte a Buriano.

Ponte Ferrovia FI-Roma [TOS01004521] - Arezzo (AR)

UTM [m] E 728467 N 4816536 GB [m] E 1728414 N 4816356

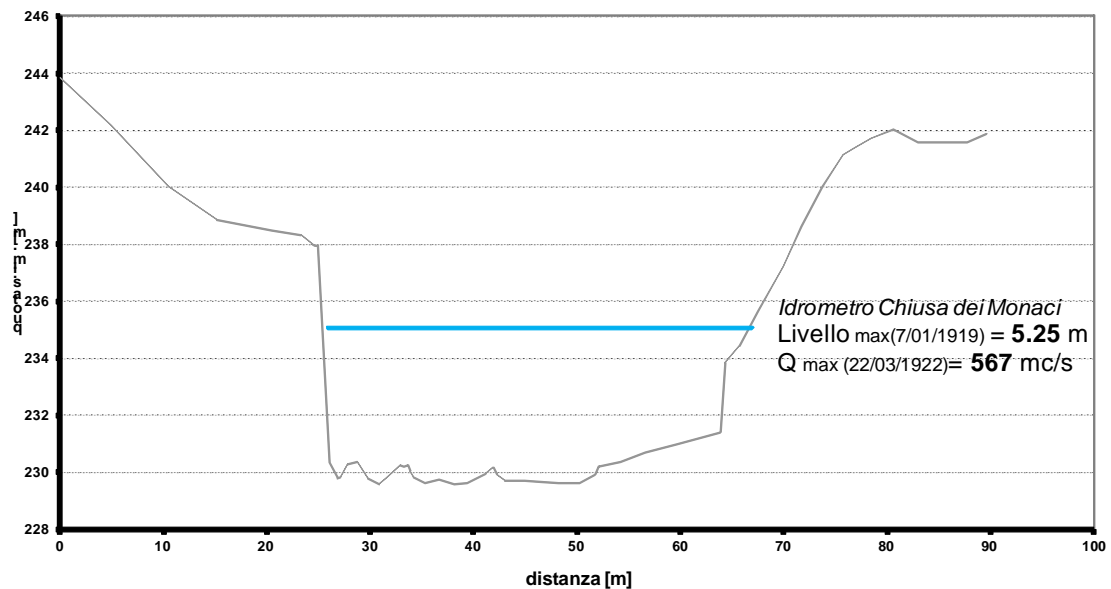
Quota slm [m] 230.00 Zero idrometrico slm [m] 229.80

Bacino Chiana

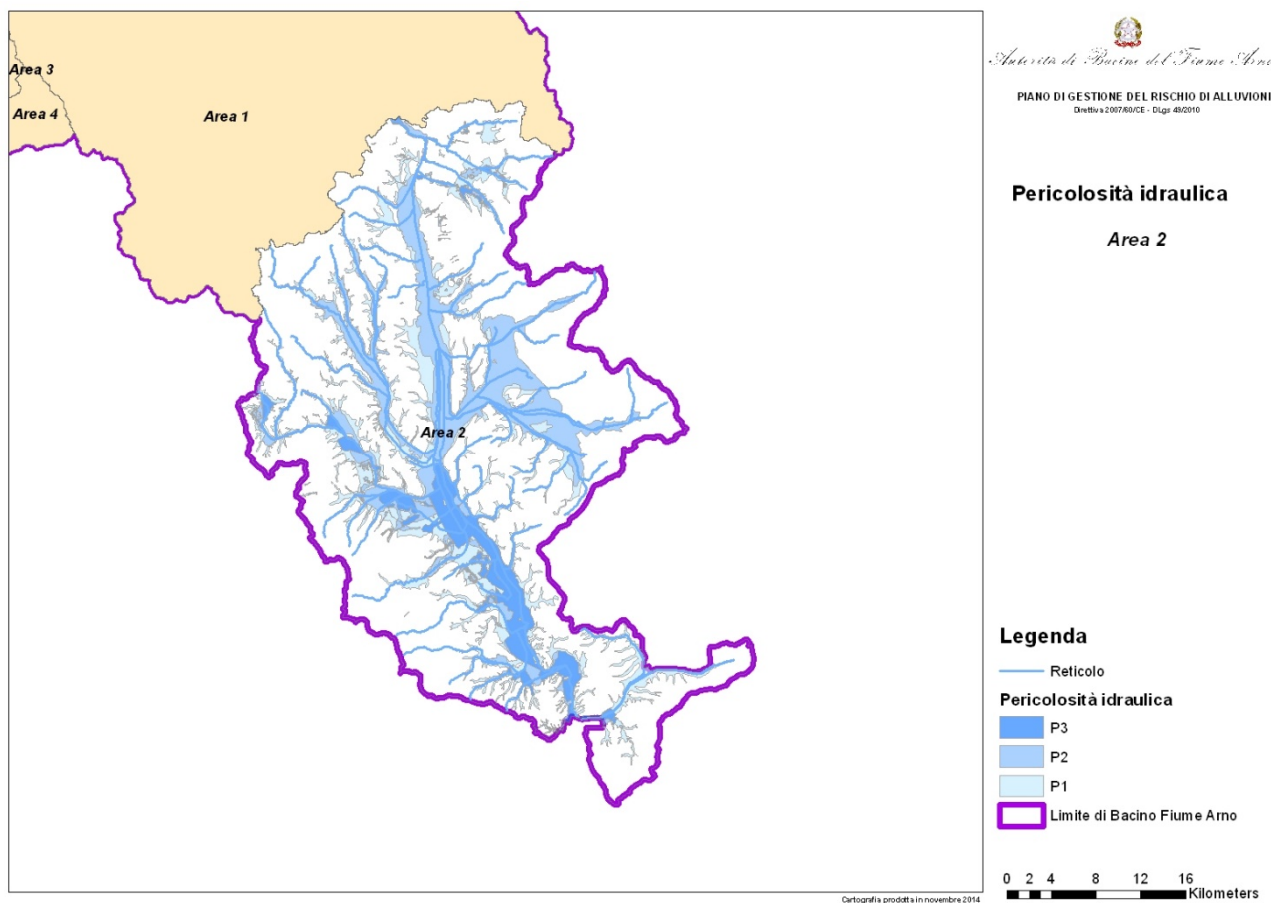


Formula di estrapolazione: per $H > 10.770 \rightarrow Q = 42.997 (H - 0.135)^{1.500}$

Area Omogenea2_Canale Maestro della Chiana_Ponte Ferroria FI-Roma (CM_0000i)



Eventi tipo *flash flood* nella val di Chiana sono invece abbastanza insoliti e poco ricorrenti.



La mappa di pericolosità relativa all'area omogenea 2 mostra che le aree di fondovalle sono notevolmente interessate da fenomeni alluvionali. In particolare più del 30% della superficie del bacino può essere interessata da fenomeni alluvionali, con circa il 5% interessata da fenomeni frequenti (Tr30).

<i>Classe di pericolosità</i>	<i>Superficie [kmq]</i>
P3	84,4
P2	158,5
P1	178,2

Dato che i fenomeni sono in ogni caso localizzati nelle aree a destinazione agricola, la popolazione interessata dagli eventi è relativamente scarsa.

Per l'area omogenea sono stati, inoltre, individuati gli elementi a rischio suddivisi per le varie categorie secondo i codici riportati nella *Guidance* n. 29. Si riportano di seguito, oltre alle tabelle con i dati derivati dal database geografico messo a punto da questa UoM, anche le relative mappe con la sovrapposizione degli elementi a rischio alle aree a pericolosità idraulica.

Nella tabella sono riportati gli elementi a rischio che ricadono all'interno delle varie aree a differente livello di pericolosità.

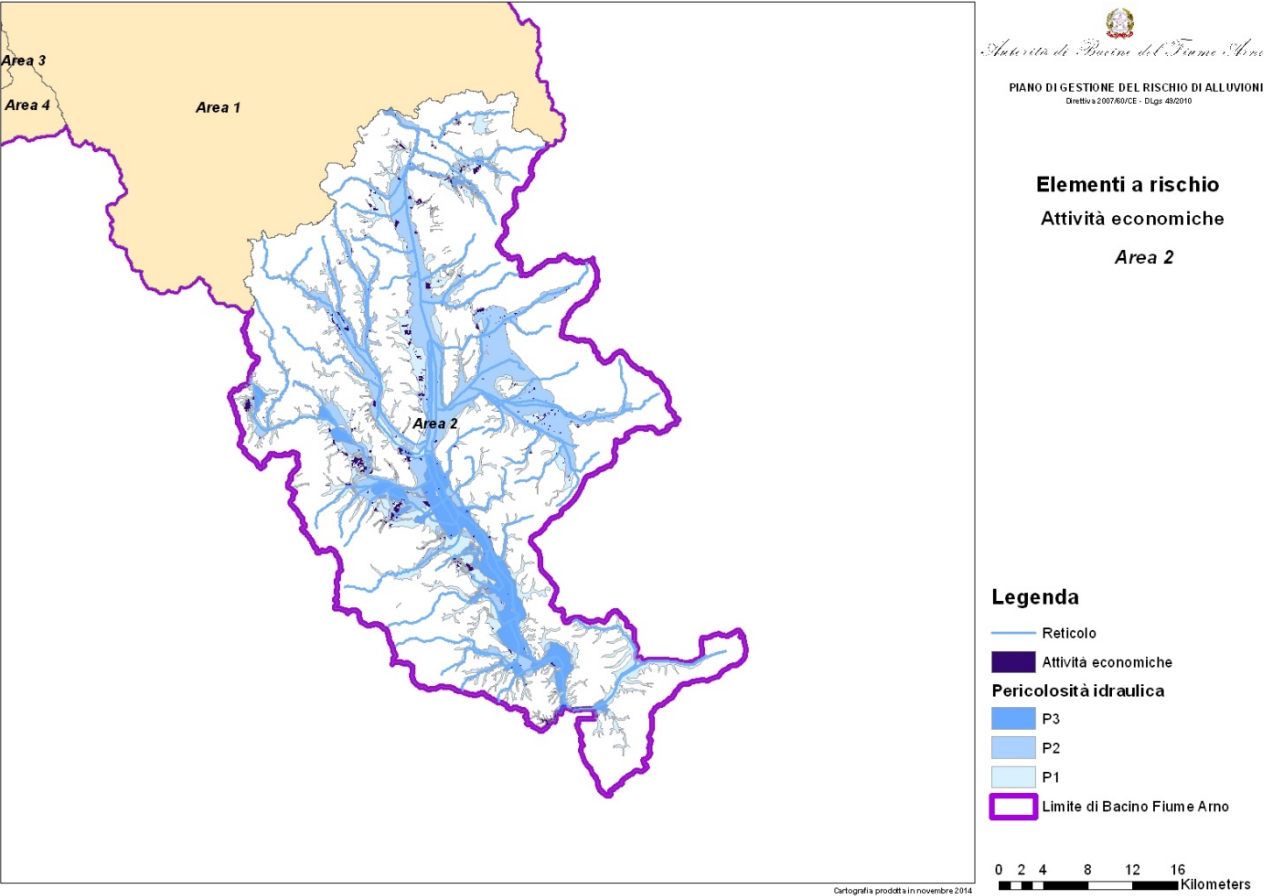
	PI 3	PI 2	PI 1
Popolazione <i>numero</i>	4853	20463	41824
B23 (Fonti di inquinamento) <i>numero</i>	0	1	2
B31 (Beni culturali) <i>kmq</i>	0,2	0,3	1,9
B41 (Aree urbanizzate residenziali) <i>kmq</i>	1,5	5	10,5
B42 (Infrastrutture viarie) <i>km</i>	52	129	255
B42 (Infrastrutture areali) <i>kmq</i>	0,1	0,3	0,4
B43 (Aree agricole) <i>kmq</i>	75,1	148,8	158,5
B44 (Aree industriali e commerciali) <i>kmq</i>	0,7	3,6	7,9

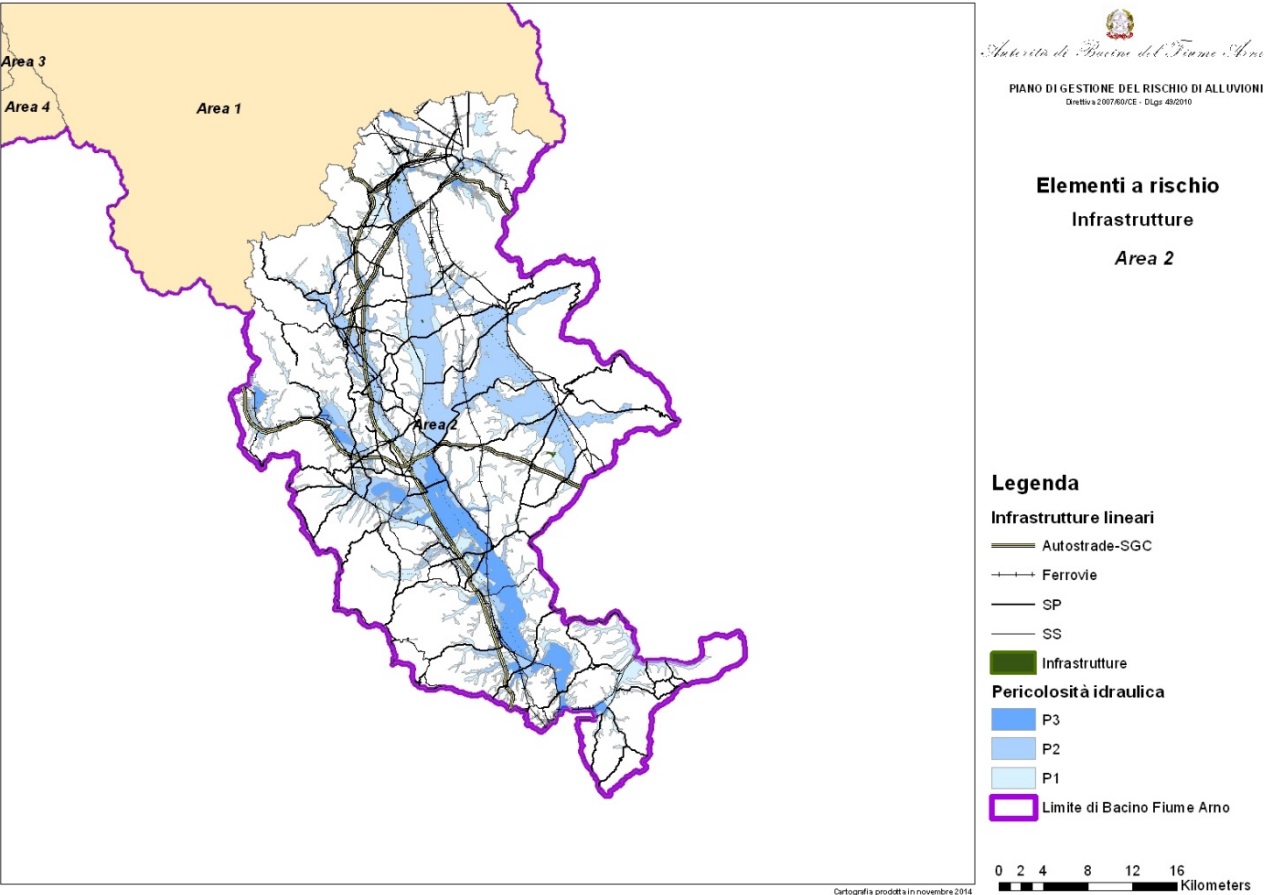
Nella tabella che segue viene indicato il numero di infrastrutture sensibili, quali istituti di istruzione e strutture sanitarie, suddivisi per aree a pericolosità.

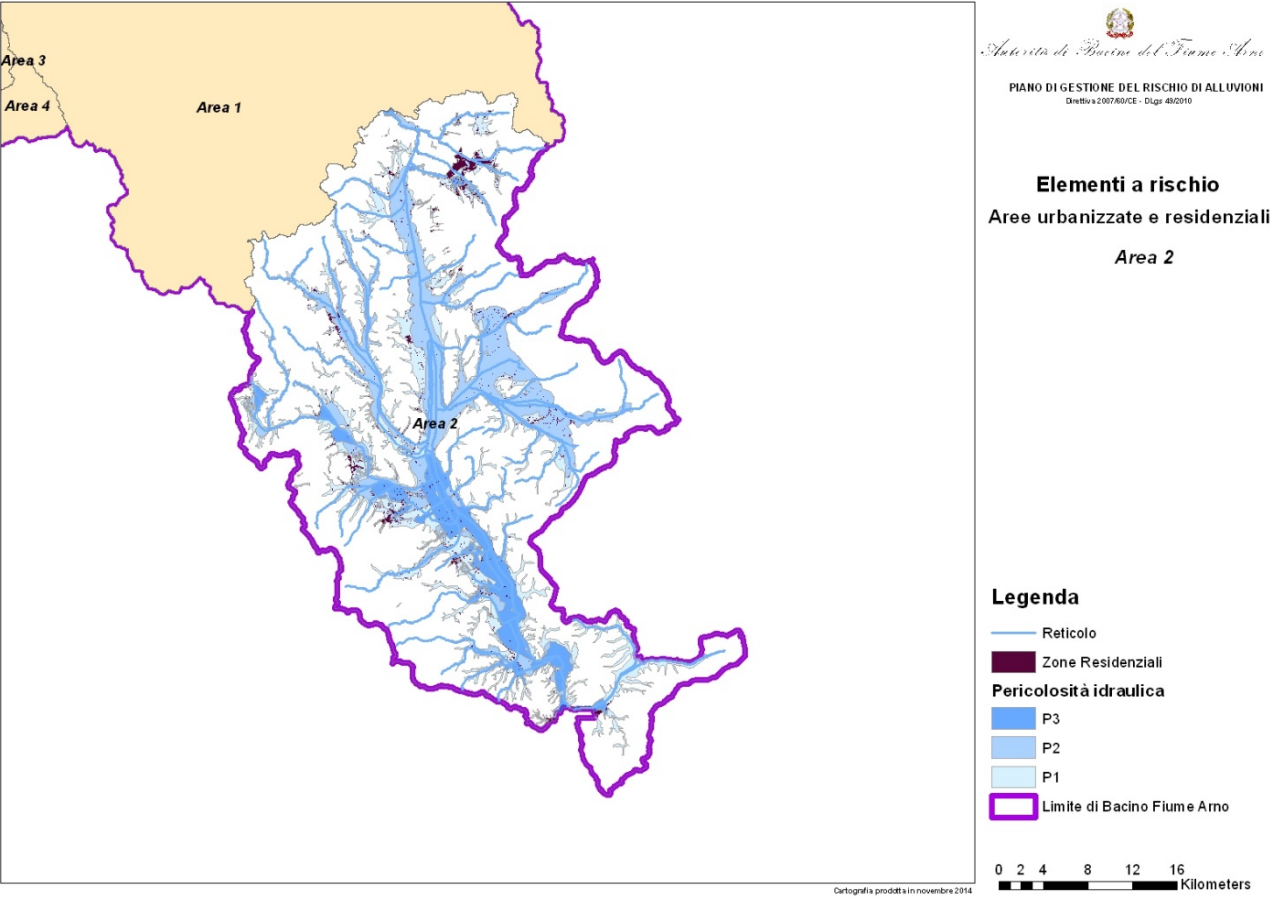
	PI 3	PI 2	PI 1
Scuole <i>numero</i>	5	25	35
Strutture sanitarie <i>numero</i>	0	0	1

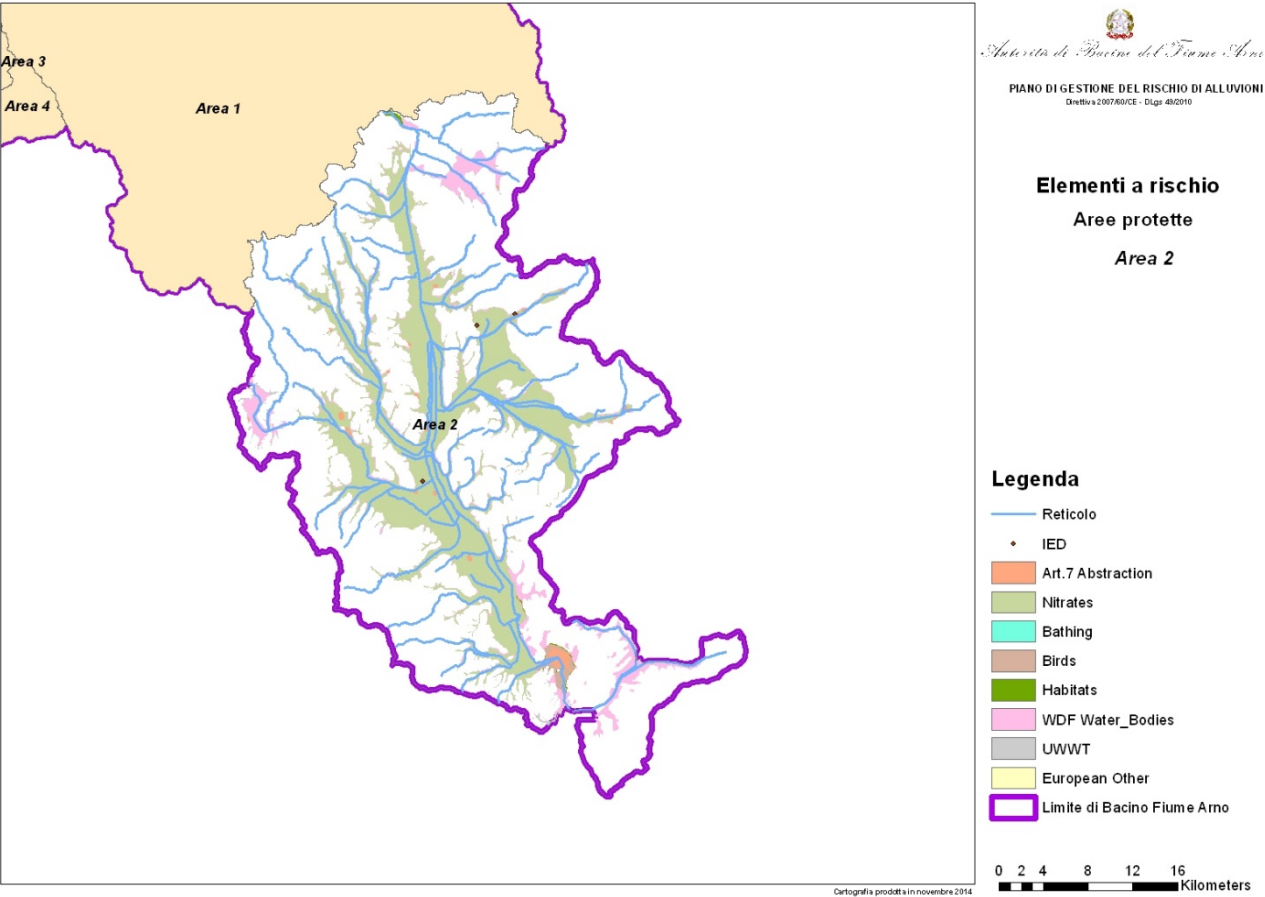
Nelle immagini che seguono sono rappresentate le varie categorie di elementi a rischio in rapporto con la pericolosità.

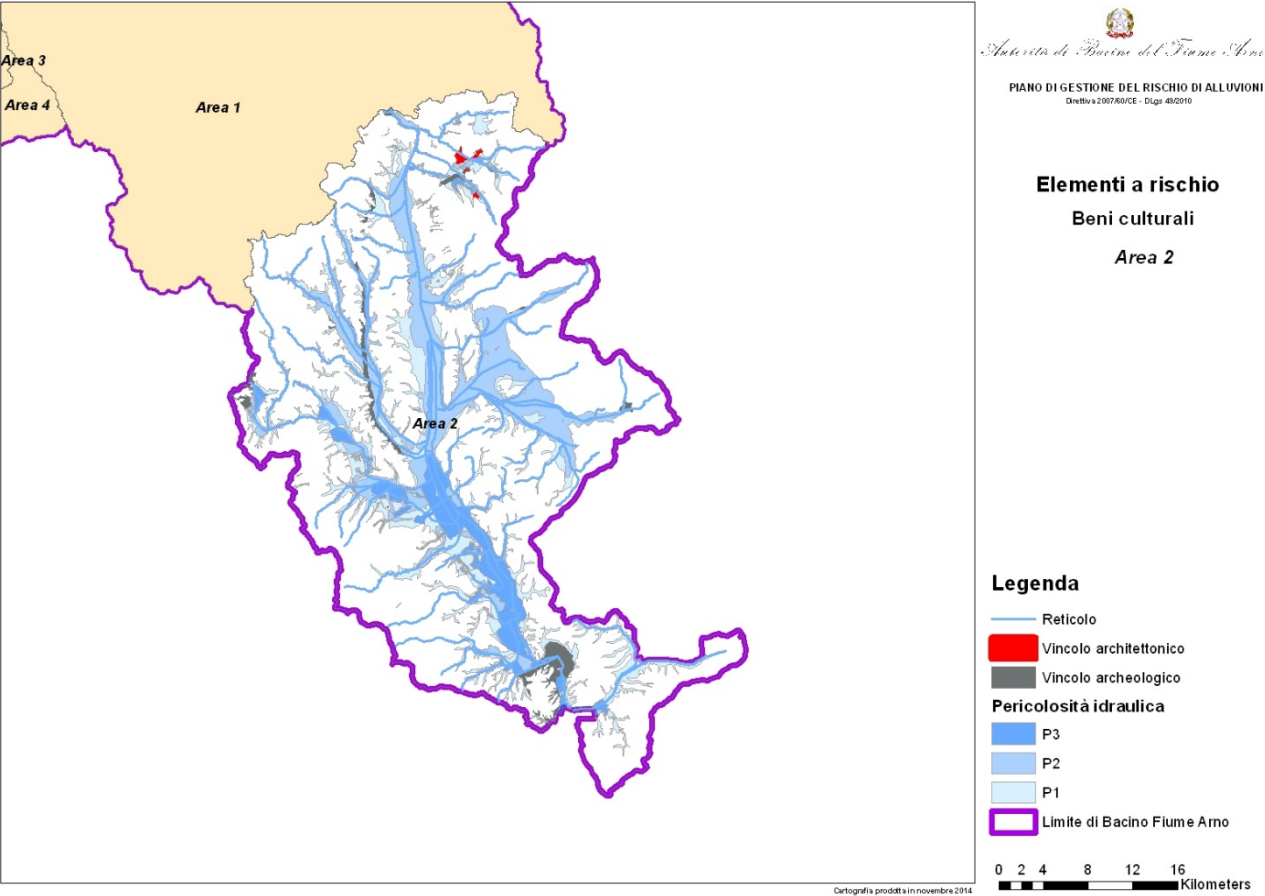
E' opportuno fare presente che il sistema idraulico e di bonifica che si è sviluppato nel corso dei secoli, pur se attuato con solo parziale attenzione verso l'habitat e gli aspetti naturali dell'area, rappresenta oggi un bene culturale di valore assoluto, con manufatti ed opere d'arte di particolare rilievo storico ed architettonico, oltre che ingegneristico.

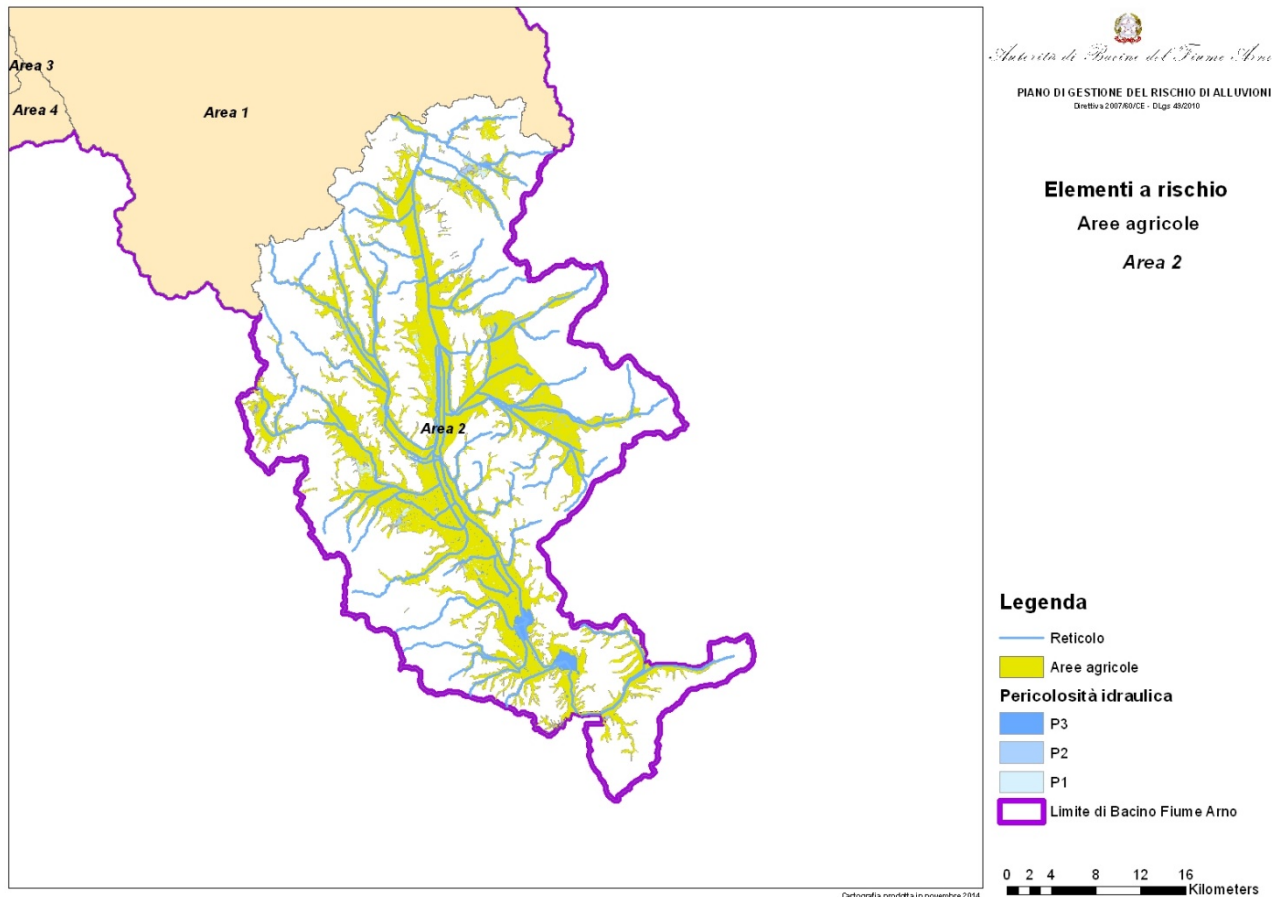












Le criticità e gli obiettivi specifici di ogni area

Come di fatto già indicato in precedenza, dall'analisi della pericolosità e della distribuzione degli elementi a rischio, le criticità dell'area sono essenzialmente di due tipi:

- criticità connesse con alluvioni fluviali derivanti da eventi di precipitazione distribuita e continua nel bacino che provocano esondazione delle aste principali e secondarie essenzialmente del fondovalle con coinvolgimento principale delle colture agricole e, secondariamente, di locali centri abitati;
- criticità connesse con il cedimento del sistema arginale con maggiore coinvolgimento dei centri abitati nel caso questi siano protetti da tali sistemi.

Gli obiettivi generali, validi alla scala di distretto e di UoM, come è noto sono i seguenti:

- Obiettivi per la salute umana
 - 1.1 Riduzione del rischio per la vita, la salute umana
 - 1.2 Mitigazione dei danni ai sistemi che assicurano la sussistenza (reti elettriche, idropotabili, etc.) e l'operatività dei sistemi strategici (ospedali e strutture sanitarie, scuole, etc.)
- Obiettivi per l'ambiente
 - 2.1 Riduzione del rischio per le aree protette dagli effetti negativi dovuti a possibile inquinamento in caso di eventi alluvionali

2.2 Mitigazione degli effetti negativi per lo stato ecologico dei corpi idrici dovuti a possibile inquinamento in caso di eventi alluvionali, con riguardo al raggiungimento degli obiettivi ambientali di cui alla direttiva 2000/60/CE

- Obiettivi per il patrimonio culturale

3.1 Riduzione del rischio per il costituito dai beni culturali, storici ed architettonici esistenti

3.2 Mitigazione dei possibili danni dovuti ad eventi alluvionali sul sistema del paesaggio

- Obiettivi per le attività economiche

4.1 Mitigazione dei danni alla rete infrastrutturale primaria (ferrovie, autostrade, SGC, strade regionali, impianti di trattamento, etc.)

4.2 Mitigazione dei danni al sistema economico e produttivo (pubblico e privato);

4.3 Mitigazione dei danni alle proprietà immobiliari

4.4 Mitigazione dei danni ai sistemi che consentono il mantenimento delle attività economiche (reti elettriche, idropotabili, etc.).

In base alle valutazioni fatte per l'area omogenea 2, tali obiettivi vanno declinati con particolare attenzione alla mitigazione degli scenari Tr30 e Tr200 per popolazione, centri abitati ed attività economiche esistenti.

Le misure e le priorità

Gli obiettivi individuati nel paragrafo precedente possono essere raggiunti attraverso la realizzazione di misure di vario tipo.

Come indicato nella parte generale della relazione, sono state individuate le seguenti categorie di misure:

- misure inerenti alle attività di prevenzione
- misure inerenti alle attività di protezione
- misure inerenti alle attività di preparazione
- misure inerenti alle attività di risposta e ripristino

Il sistema idraulico della Chiana rappresenta una peculiarità nel bacino dell'Arno: in origine, fino ad epoca romana, il corso d'acqua defluiva in un'area palustre con pendenze ridottissime verso sud portando le sue acque a confluire nel bacino del Tevere. La bonifica dell'area, iniziata in epoca romana e conclusa ai primi del 1900, ha modificato il verso di deflusso e le acque del bacino sono convogliate, con una imponente opera di ingegneria idraulica, in Arno. In tale contesto la priorità maggiore consiste nel mantenimento ed adeguamento del sistema idraulico esistente ai fini della sua stabilità per la protezione dei centri abitati. Oltre ad essere importante per la mitigazione del rischio, il sistema idraulico rappresenta un patrimonio di valore culturale ed architettonico notevole. L'efficienza di tale sistema va inoltre supportato da interventi prioritari quali le casse negli affluenti Foenna e Doccia (M32-Q001, M32-Q002), oltre che con interventi di ridotte dimensioni (misure M31-N002) tesi a ripristinare aree di laminazione naturale.

Ai fini della mitigazione del rischio per gli eventi che vanno ad interessare la città di Arezzo, soggetta a pericolosità fluviale sia P3 che P2, sono invece prioritari gli interventi di laminazione nei corsi d'acqua Castro, Bicchieraia, Valtina e Sellina (rispettivamente M32-R56, M32-Q002, M32-Q003, M32-Q004), posti a monte dell'area urbanizzata.