

DIFESA IDROGEOLOGICA, SERVE UN APPROCCIO PROATTIVO

LE ANOMALIE CLIMATICHE COMPORTANO RILEVANTI MODIFICAZIONI NEL REGIME DEI DEFLUSSI. LA PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE DIFENSIVE DEVE PREVEDERE UNA REVISIONE E SI DEVE PROMUOVERE UNA GESTIONE BASATA SU PREVENZIONE, PROTEZIONE E PREPARAZIONE.

Nel corso dell'ultimo decennio le intense e protratte anomalie climatiche hanno ormai quasi unanimemente indotto la comunità scientifica ad ammettere l'esistenza di una modificazione del clima osservato, dovuta alle attività umane. Durante l'ultimo secolo, l'uomo ha provocato un profondo mutamento nella composizione dell'atmosfera terrestre per quanto riguarda specie chimiche che, se pur presenti in quantità molto ridotte, contribuiscono in modo sostanziale alla determinazione dell'equilibrio radiativo del nostro pianeta. Variazioni anche piccole nelle concentrazioni di "gas serra" possono modificare la forzatura radiativa del clima e l'equilibrio del sistema climatico terrestre a livello sia globale che regionale. Se la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra rappresenta la priorità internazionale per rallentare i cambiamenti del clima, combattere le conseguenze negative del cambiamento climatico e procedere verso l'adattamento rappresenta una priorità nazionale per molti contesti ambientali e territoriali italiani sensibili alle variazioni climatiche come, ad esempio, il rischio idrogeologico. A tal riguardo, appare opportuno precisare il significato dei termini di mitigazione e adattamento. In un contesto idrologico e ingegneristico, il termine mitigazione si riferisce ai metodi impiegati nella riduzione degli effetti del rischio idrogeologico. Tali metodi si dividono in misure strutturali (sistemi arginati, casse di espansione ecc.) e misure non strutturali (pianificazione del territorio, sistemi di allertamento ecc.). Tuttavia, in un contesto di cambiamento climatico, il termine mitigazione si riferisce alla riduzione delle emissioni di gas a effetto serra e l'azione di mitigazione si combina con quella di adattamento nei sistemi naturali o antropizzati in risposta alle sollecitazioni climatiche attuali o attese. Pertanto, restando nel tema dei cambiamenti climatici, le misure strutturali e non strutturali rappresentano l'adattamento ai futuri impatti climatici da parte di una comunità al fine di ridurre opportunamente il rischio degli eventi

estremi temibili. Proprio secondo tale definizione, la protezione e la prevenzione dal rischio idrogeologico rappresentano un adattamento al clima che cambia. Quantunque sia difficile e molto complesso prevedere il clima del futuro, specialmente a una scala spaziale ridotta come quella italiana, ancor più complesso e difficile appare prevederne le conseguenze sul ciclo idrologico, ad esempio sui regimi pluviometrici e idrometrici. Le analisi di dati idrologici da parte delle Agenzie ambientali di Emilia-Romagna, Lombardia, Piemonte, Valle d'Aosta e Veneto, territorialmente interessate al bacino del fiume Po, hanno recentemente confermato e specificato a livello regionale quanto pubblicato dall'Ipcc. Premesso che le analisi climatiche sono fortemente condizionate dalle scale temporali e spaziali cui si riferiscono, a causa della non stazionarietà dei fenomeni e della loro alta disomogeneità spaziale, si osserva un aumento delle temperature massime annue con trend lineari e costanti di crescita di circa 0.5 °C ogni 10 anni, pari a circa 2°C dal 1960 a oggi, che potrebbero arrivare a 3 o 4 °C alla fine del secolo attuale. Tale segnale è visibile in tutte le stagioni; in particolare, durante la stagione estiva si osservano valori di temperature massime sempre superiori ai valori climatici di riferimento. Per quanto concerne le precipitazioni si denota una generale tendenza negativa che sembra essere dovuta a una diminuzione repentina del valor medio della distribuzione, avvenuta all'inizio degli anni 80, più che a una graduale e costante diminuzione delle piogge in tutto il periodo. Il cambiamento del regime pluviometrico nei valori medi annui appare meno immediato da cogliere. In generale si rileva un aumento dell'intensità dei singoli eventi piovosi ma una riduzione complessiva del numero di eventi, col risultato di un rilevante calo delle precipitazioni medie annue di circa il 20% nell'ultimo trentennio. Il calo è più evidente in primavera e in estate (sino al 50%) e molto meno in autunno, stagione durante la quale le precipitazioni medie non diminuiscono, ma aumenta molto la

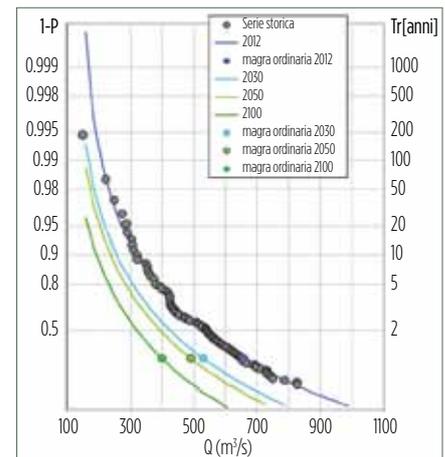


FIG. 1 VARIAZIONE PORTATA

Scenari di variazione della portata di magra ordinaria del Po a Pontelagoscuro in condizioni di cambiamento negli anni 2030, 2050 e 2100.

variabilità interannuale. Le precipitazioni nevose e il volume dei ghiacciai alpini risultano essere in forte calo. La copertura nevosa, che rappresenta una risposta integrata alle variazioni di temperatura e precipitazioni, subisce le maggiori riduzioni in primavera e nel passaggio autunno-inverno, poiché la stagione di accumulo della neve al suolo è ritardata, mentre quella di fusione è anticipata. Contestualmente, la deglaciazione ha portato alla perdita di circa il 40% della superficie dei ghiacciai. Alle modificazioni significative della distribuzione, durata e intensità delle precipitazioni liquide e nevose fanno seguito rilevanti modificazioni del regime dei deflussi superficiali e sotterranei: aumentano i periodi di esposizione al rischio di siccità e alluvioni; aumentano probabilità e intensità degli episodi di intrusione del cuneo salino; si osserva il deterioramento della qualità dell'acqua (minore diluizione, maggiori temperatura e contenuto di nutrienti) e degli ecosistemi associati; aumenta l'esposizione ai rischi idraulico, di desertificazione e sanitario; alcune opere idrauliche diventano progressivamente inadeguate e insufficienti. L'applicazione di opportune tecniche numeriche e stocastiche, basate su modelli globali e locali di simulazione del clima, consentono di definire scenari

TAB. 1
INTRUSIONE
DEL CUNELO SALINO

Delta branches	2012			2030			2050			2100		
	Q	HWS	LWS									
	m ³ /s	km	km									
Gnocca	111,1	6,8	4,3	89,2	8,3	5,8	82,7	8,9	6,4	67,1	10,7	8,2
Goro	62,6	10,5	5,5	50,6	12,6	7,6	47,0	13,4	8,4	38,4	15,8	10,8
Tolle	81,6	7,7	5,9	64,6	8,9	7,1	59,5	9,3	7,5	47,8	10,6	8,8
Maistra	26,8	8,3	4,3	21,5	9,7	5,7	19,9	10,2	6,2	16,2	11,7	7,7
Pila	375,6	10,7	6,5	303,6	12,2	8,0	281,7	12,7	8,5	229,8	14,2	10,0

Scenari di massima intrusione del cuneo salino in alta (HWS) e bassa marea (LWS) nel delta del fiume Po in condizioni di cambiamento negli anni 2030, 2050 e 2100.

futuri di clima locale e di valutare gli impatti conseguenti sul ciclo idrologico. Un esempio applicativo è la variazione della magra ordinaria (definita come la portata che supera o uguaglia le minime portate annuali verificate in una sezione idrometrica in 3/4 degli anni di osservazione) alla sezione del Po a Pontelagoscuro in condizioni di cambiamento climatico, simulato mediante una modellistica numerica integrata di tipo climatico, idrologico e di bilancio idrico. I risultati delle suddette simulazioni, rappresentati in *figura 1*, evidenziano una significativa diminuzione della magra ordinaria nei tre scenari di riferimento (2030, 2050 e 2100).

A tali scenari, caratterizzati da importanti diminuzioni delle portate di magra, corrispondono aumenti significativi della massima intrusione del cuneo salino, che dall'Adriatico risale in tutti i rami che compongono il delta del Po (*tabella 1*) durante un ciclo di marea, determinando condizioni di difficile prelievo idrico per l'agricoltura praticata nel territorio interessato.

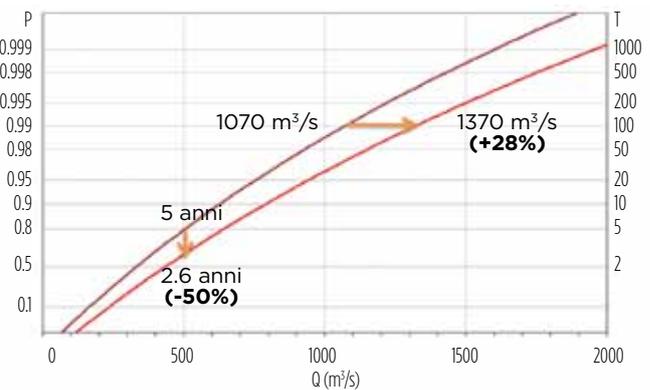
Scenari di cambiamento climatico, mediante approcci modellistici numerici e stocastici, possono essere di valido aiuto anche nella determinazione delle portate al colmo di piena. Ad esempio, mediante un approccio stocastico, è possibile derivare analiticamente la distribuzione di probabilità dei massimi annuali di portata al colmo dalla distribuzione delle precipitazioni. Tale metodologia applicata al bacino del Parma chiuso a Ponte Verdi evidenzia come una variazione della precipitazione media influenzi significativamente il tempo di ritorno dei massimi annuali delle portate al colmo di piena, risultando più frequenti le piene più severe rispetto al periodo di osservazione (*figura 2*).

Storicamente la riduzione del rischio da inondazione in Italia si è basata essenzialmente sulla costruzione di opere di difesa, quali arginature e opere di laminazione, con lo scopo di aumentare la resistenza strutturale. Tuttavia, opere di difesa ormai datate spesso non soddisfano tale requisito a causa della insufficienza

FIG. 2
VARIAZIONE PIENE

Effetti di una variazione del 20% di precipitazione nel bacino del Parma sulla distribuzione di probabilità dei massimi annuali delle portate al colmo di piena alla sezione di Ponte Verdi.

— GEV - diretta
— GEV - CC



o addirittura assenza di informazione sugli eventi di piena fluviale, che solo successivamente alla realizzazione si sono mostrati con tutte le loro caratteristiche di straordinaria rarità. Inoltre, la progettazione delle strutture difensive si è sempre basata sull'ipotesi di stazionarietà, assumendo che le caratteristiche stocastiche del passato siano rappresentative anche del futuro. Probabilmente, a seguito di questa assunzione, un'opera di difesa progettata con una portata al colmo di piena di assegnato tempo di ritorno potrebbe evidenziare un rischio idraulico residuo maggiore di quello assunto in fase di progettazione, proprio a causa degli effetti dei cambiamenti climatici, che impongono condizioni di non stazionarietà. Importanti opere ingegneristiche, ma anche opere idrauliche minori, necessiterebbero di una revisione progettuale per fronteggiare opportunamente le mutate condizioni climatiche. Spesso però la riprogettazione di un'opera si scontra con i vincoli imposti dai costi di costruzione da sostenere, dalla necessità di ulteriore spazio, dai tempi di realizzazione, dagli impatti sull'ambiente, oltre che dall'incertezza che caratterizza le proiezioni climatiche e le grandezze idrologiche e idrauliche da assumere in progetto. Un approccio bilanciato con soluzioni alternative a quelle costruttive potrebbe allora essere riproposta al fine di ridurre in modo significativo le perdite da parte delle popolazioni rivierasche conseguenti agli eventi alluvionali, sostenendo contemporaneamente una maggiore consapevolezza del grado di sicurezza esistente. Si tratta di tenere da

una parte le acque lontane da ciò che si vuole difendere, ma di tenere anche lontano dalle stesse acque ciò che si sta difendendo. Pianificazione del territorio, sistemi di allertamento con associati piani di protezione civile per preparare ed effettuare le evacuazioni eventualmente necessarie dalle aree soggette a pericolo di allagamento, codici di comportamento, educazione e formazione, consapevolezza del rischio sono solo alcune delle misure che concorrono nell'adozione della buona pratica per la difesa territoriale. Il cambiamento di rotta dall'approccio difensivo a quello proattivo trova riscontro anche nella recente normativa europea, in particolare nella direttiva 2007/60/CE, che afferma l'efficacia dei programmi di gestione delle piene basati sulla prevenzione, protezione e preparazione. Promuovendo appropriati utilizzi del territorio e delle buone pratiche, applicando misure strutturali e non strutturali per la difesa dal rischio idrogeologico, informando la popolazione dei rischi associati agli eventi naturali estremi, si potrà consentire una riduzione significativa delle cause di tragedie umane, perdite economiche, danni sociali e importanti disastri ambientali, amplificati dai futuri cambiamenti climatici.

Maurizio Mainetti¹, Silvano Pecora²

1. Direttore Agenzia regionale di Protezione civile, Regione Emilia-Romagna

2. Responsabile area Idrografia e idrologia, Arpa Emilia-Romagna