

L'impatto climatico su fiumi e laghi e sulla navigabilità: la lezione di Arona

Il 5 ottobre scorso si è tenuto ad Arona, sulle sponde novaresi del Lago Maggiore, il convegno "Idrovia e mobilità: stato dell'arte, risultati e prospettive", organizzato nel quadro del progetto Interreg Italia-Svizzera Slowmove — "Ponti d'acqua verso il futuro" — che ha come capofila italiana la Provincia di Novara e come capofila svizzera l'Associazione Locarno-Milano-Venezia, con l'obiettivo di agevolare la percorribilità dell'idrovia Locarno-Milano-Venezia lungo il Lago Maggiore, il fiume Ticino e il sistema dei canali, in una prospettiva di rispetto ambientale e di incremento del turismo sostenibile (Promo PA Fondazione; Associazione Locarno-Milano-Venezia).

Tra i relatori della giornata, dedicata a fare il punto sui lavori dell'idrovia anche alla luce dell'emergenza climatica che caratterizza il dibattito di questi mesi, è intervenuto il professor Alessandro Pezzoli, docente di climatologia e sviluppo di modelli climatici, professore aggregato di Gestione e Hedging del Rischio Meteo-Climatico presso la Laurea Magistrale in Economia dell'Ambiente, della Cultura e del Territorio dell'Università di Torino, in collaborazione con il Politecnico di Torino.

La sua relazione, intitolata "*L'impatto climatico su fiumi e laghi e sulla navigabilità*", ha affrontato il tema del cambiamento climatico e della tendenza all'estremizzazione degli eventi meteorologici — siccitosi e di pioggia intensa — applicandolo in modo specifico al tratto Locarno-Milano dell'idrovia.

Il resoconto che segue ne ripercorre i contenuti principali, integrati con il materiale proiettato durante la presentazione, a cui segue una riflessione personale di chi scrive, tenuta volutamente distinta dai dati esposti dal relatore.

Il punto di partenza: una letteratura già consolidata

Pezzoli ha inquadrato il proprio intervento partendo dal lago come unità idrografica, esaminandone la bioclimatologia in una prospettiva di economia dell'ambiente, e richiamando un corpo di letteratura scientifica internazionale già maturo sul rapporto tra clima e trasporti.

Il riferimento di partenza è lo studio del 2009 di Mark Koetse e Piet Rietveld, che ha passato in rassegna l'evidenza empirica disponibile sugli effetti del cambiamento climatico e delle condizioni meteorologiche sul settore dei trasporti: su scala globale, gli spostamenti nel turismo e nella

produzione agricola indotti dall'aumento delle temperature possono generare cambiamenti nei metodi di trasporto di passeggeri e merci, le variazioni degli scenari meteorologici possono danneggiare le infrastrutture, le precipitazioni intense aumentano la frequenza (ma non necessariamente la gravità) degli incidenti stradali e il traffico nelle ore di punta, e — punto centrale per il tema della giornata — una maggiore frequenza di bassi livelli d'acqua può incrementare in modo considerevole i costi del trasporto sulle vie navigabili interne (Koetse & Rietveld, Transportation Research Part D, 2009).

Pezzoli ha poi richiamato due studi più specificamente dedicati alla navigazione renana, il principale laboratorio europeo per questo tipo di analisi.

Il primo, di Olaf Jonkeren, Bart Jourquin e Piet Rietveld (2011), utilizza un modello GIS multimodale (NODUS) per stimare gli effetti dei bassi livelli idrici sulla competitività del trasporto fluviale nell'area del Reno: nei periodi di magra le navi devono ridurre il proprio carico, con conseguente aumento del prezzo di trasporto per tonnellata, e nello scenario climatico più estremo considerato il trasporto per vie navigabili interne nel mercato europeo del Nord-Ovest potrebbe perdere il 5,4% della quantità attualmente trasportata, con il 2003 — anno di siccità eccezionale — utilizzato come anno-analogo del fenomeno (Jonkeren, Jourquin & Rietveld, Transportation Research Part A, 2011).

Il secondo, di Olaf Jonkeren, Piet Rietveld, Jos van Ommeren e Aline te Linde (2014), stima che in caso di livelli fluviali estremamente bassi il prezzo dei beni trasportati sul Reno potrebbe raddoppiare, con una perdita di benessere stimata per l'estate secca del 2003 in circa 480 milioni di euro per l'Europa nord-occidentale; l'aumento dei prezzi innescerebbe processi di adattamento — natanti più piccoli, modalità di trasporto alternative — ma il trasferimento modale verso ferrovia o strada resterebbe, secondo gli autori, inferiore al 10% (Jonkeren, Rietveld, van Ommeren & te Linde, Regional Environmental Change, 2014).

Il metodo: tre punti di osservazione, due scenari

Per applicare questo tipo di analisi al contesto locale, Pezzoli ha costruito le proprie proiezioni climatiche e idrologiche su tre punti-modello lungo l'asse dell'idrovia Locarno-Milano: il Lago Maggiore all'altezza di Verbania, l'approdo di interscambio tra il Canale Villoresi e il Canale Industriale a Lonate Pozzolo (VA), e Milano.

Su questi tre punti sono state condotte proiezioni a scala di bacino, elaborate a partire dai dati di rianalisi ERA5 e dalle proiezioni climatiche regionali del programma Euro-CORDEX messi a

disposizione dal Copernicus Climate Change Service dell'Unione Europea per le componenti di temperatura e precipitazione, e dal modello idrologico E-HYPE per le portate fluviali.

Le proiezioni sono state condotte secondo due scenari alternativi dell'IPCC, i cosiddetti RCP — "Representative Concentration Pathway", o "via di concentrazione rappresentativa" — che descrivono possibili traiettorie del forzante radiativo, cioè dell'alterazione del bilancio tra energia entrante e uscente dal sistema terra-atmosfera, espressa in Watt al metro quadrato: un forzante positivo è associato a un riscaldamento dell'atmosfera, uno negativo a un raffreddamento. Lo scenario RCP 2.6 rappresenta l'ipotesi più favorevole, con un'azione di mitigazione ampia delle emissioni di gas serra; lo scenario RCP 8.5 rappresenta invece l'ipotesi peggiore, con un'attività di mitigazione pressoché assente nel corso del secolo.

Le proiezioni: temperature in aumento, portate in trasformazione

Sul fronte delle temperature, le simulazioni presentate per l'area di studio (Piemonte, Lombardia e Ticino) indicano, nello scenario RCP 2.6, un'anomalia di temperatura che potrebbe iniziare a stabilizzarsi attorno a un fattore di $+1^{\circ}\text{C}$ a partire dal 2060; nello scenario RCP 8.5, al contrario, l'anomalia potrebbe raggiungere entro il 2100 un fattore di circa $+4,5^{\circ}\text{C}$, con tutti gli effetti negativi che ne conseguirebbero.

Un confronto tra le serie di rianalisi più recenti e le proiezioni dei due scenari mostra, secondo quanto esposto dal relatore, una traiettoria attuale più vicina a quella pessimistica che a quella ottimistica.

Sul fronte delle precipitazioni, i grafici regionali presentati non mostrano invece una tendenza chiara di lungo periodo, ma un elevato "rumore" interannuale in entrambi gli scenari, insieme a una crescente estremizzazione degli eventi — periodi siccitosi alternati a episodi di pioggia intensa.

Il dato più significativo, e per certi versi controintuitivo, riguarda le portate fluviali.

Le simulazioni ai tre punti-modello — Verbania, Lonate Pozzolo, Milano —, condotte confrontando il periodo di riferimento 1971-2000 con gli orizzonti 2011-2040 e 2041-2070 in entrambi gli scenari RCP, indicano che le variazioni medie e percentuali delle portate dovrebbero restare, nel complesso, positive.

Nonostante questo dato di segno positivo, il regime idrologico sembra tuttavia destinato a cambiare in modo strutturale: le simulazioni mostrano un aumento delle portate nei mesi invernali e una corrispondente riduzione in quelli estivi (e, in parte, all'inizio dell'autunno) — uno spostamento

stagionale del regime dei deflussi, visibile in modo coerente su tutti e tre i punti di osservazione, incluso quindi il Lago Maggiore.

Implicazioni per turismo e navigazione

Da queste indicazioni derivano, secondo Pezzoli, almeno due implicazioni pratiche per il territorio dell'idrovia.

La prima riguarda il turismo: l'aumento delle temperature dell'aria e l'innalzamento progressivo della quota sciabile potrebbero favorire, in prospettiva invernale, uno spostamento dei flussi turistici dalla montagna verso i laghi e le città d'arte e cultura.

La seconda riguarda la navigazione commerciale e passeggeri: la possibile riduzione dei livelli idrici nei periodi estivi renderà necessario identificare strategie di adattamento, ad esempio mediante l'impiego di natanti più piccoli, sistemi di interscambio o soluzioni di intermodalità del trasporto.

Sul piano generale, il relatore ha osservato che, oltre all'impegno per la riduzione delle emissioni di gas serra, sarà necessario un cambiamento negli stili di vita — segnalando, a titolo di esempio, che il mese di agosto potrebbe non restare necessariamente il periodo migliore per le vacanze estive.

Una riflessione personale: il nodo del coordinamento di bacino

Quanto segue non fa parte della relazione di Pezzoli, ma è una riflessione aggiuntiva di chi scrive, maturata ascoltando la presentazione, e va tenuta distinta dai dati e dalle conclusioni esposti dal relatore.

Se dobbiamo prepararci — come i dati appena esposti suggeriscono — a eventi sia di siccità sia di pioggia più estremi e intensi rispetto al passato, resta da chiedersi come sia ipotizzabile difendersi da questi eventi senza una preventiva coordinazione di bacino idrografico.

L'area dei tre punti esaminati da Pezzoli è in massima parte italiana, ma con una componente idrologica, a monte, chiaramente svizzera: è esattamente il perimetro già affrontato, per la parte relativa alla gestione dei laghi transfrontalieri, dal progetto Interreg STRADA (Strategie di adattamento ai cambiamenti climatici per la gestione dei rischi naturali nel territorio transfrontaliero, 2010-2013), che ha coinvolto Regione Lombardia, ARPA Lombardia e il Dipartimento del territorio del Canton Ticino nello sviluppo di scenari di regolazione condivisi per il Lago Maggiore e il Lago

di Lugano, e nell'analisi dei relativi conflitti d'interesse (Cantone Ticino, Ufficio dei corsi d'acqua; UFAM/BAFU).

Un sistema di controllo coordinato dei deflussi, sul modello di quanto prospettato proprio da quello studio, appare un punto di riferimento naturale per affrontare le estremizzazioni descritte da Pezzoli.

C'è poi da chiedersi, più nello specifico, come e quanto eventuali sistemi di coordinazione dei deflussi degli invasi alpini e del Lago Maggiore possano contribuire a mitigare le estremizzazioni meteorologiche in atto e a garantire — anche — una navigazione la più continuativa possibile nel tempo lungo la linea Locarno-Milano-Venezia.

Non si tratta di una proposta già elaborata a livello politico-istituzionale, ma di un'estensione logica, a mio parere legittima, delle indicazioni emerse dalla relazione appena riassunta: se il regime idrologico si sposta verso deflussi estivi più contenuti proprio nel tratto in cui si concentra la stagione turistica e commerciale della navigazione, la capacità di modulare in modo coordinato — tra i diversi soggetti gestori, italiani e svizzeri — il rilascio delle acque trattenute a monte diventa una leva di adattamento che merita di essere approfondita, con tutte le cautele tecniche e istituzionali che una tale ipotesi comporta.

Il contesto energetico del momento: guerra, crisi e il paradosso della propulsione elettrica

Anche questa sezione riflette esclusivamente il punto di vista personale di chi scrive, e va letta come tale.

La situazione climatica appena descritta, e le prospettive del suo miglioramento, sono in questi mesi ulteriormente complicate da due fattori che si sono aggiunti nel corso del 2022: la guerra della Russia contro l'Ucraina e i suoi alleati, e la conseguente profonda crisi energetica che ne è derivata in Europa.

Vale la pena inquadrare questo secondo elemento nel contesto degli scenari socioeconomici condivisi (SSP) sviluppati dall'IPCC in prospettiva 2100, che descrivono possibili traiettorie di sviluppo mondiale associate a diversi livelli di sfida per la mitigazione e l'adattamento al cambiamento climatico.

Se fino alla fine del 2021 si poteva forse ritenere il mondo ancora incamminato, con qualche ottimismo, sulla via della sostenibilità (SSP1) o a "metà della strada" tra sostenibilità e rivalità (SSP2), da marzo di quest'anno le politiche energetiche di molti paesi europei sembrano essersi

orientate, quantomeno nel breve periodo, verso una logica più vicina allo scenario SSP3 di "rivalità regionale" — competizione e priorità nazionale nell'approvvigionamento energetico e alimentare, a scapito di investimenti in progetti di sviluppo più estesi e con il rischio di una riduzione della priorità attribuita ai temi ambientali a carattere internazionale. Restano sullo sfondo, tra gli scenari ipotizzati dall'IPCC, anche l'SSP4 dell'"ineguaglianza" e l'SSP5 dello "sviluppo trainato dalle energie fossili".

Le nuove politiche energetiche adottate di recente da diversi Stati europei, unite a un conflitto capace di colpire anche infrastrutture energetiche strategiche, hanno determinato una fragilizzazione, se non un vero e proprio sconvolgimento, delle fonti di approvvigionamento energetico consolidate in Europa negli ultimi vent'anni.

La volatilità dei prezzi che ne è derivata sta facendo emergere disuguaglianze socioeconomiche legate all'impossibilità, per una parte della popolazione, di sostenere prezzi energetici ora molto elevati o vettori talvolta non più disponibili, oltre a far riemergere l'uso di combustibili fossili come il carbone, o il ricorso all'energia nucleare, fino a poco tempo fa destinati a una riduzione progressiva se non al divieto d'uso.

Ne deriva, a mio parere, un paradosso che tocca direttamente il tema della navigazione sostenibile discusso in questa stessa giornata: se la produzione di energia elettrica avviene in misura crescente anche mediante fonti non rinnovabili — con emissioni di CO₂ che restano tali anche se geograficamente lontane dal consumatore finale — l'utilizzo della propulsione elettrica in ambito nautico non costituisce più, automaticamente, una garanzia di sostenibilità su scala planetaria.

La progressiva decarbonizzazione del trasporto e del turismo nell'area alpina, postulata dalla Convenzione delle Alpi, perde parte del proprio senso se l'energia elettrica utilizzata per la propulsione proviene da fonti non sostenibili che, attraverso il gas prodotto altrove, continuano ad alimentare il forzante radiativo globale e, con esso, l'effetto serra.

Tutto ciò rende oggi più difficile stabilire quale metodo di propulsione nautica possa davvero considerarsi sostenibile — non solo sul piano ambientale, ma anche, ed è questa la variabile nuova ed emersa negli ultimi mesi, su quello economico e della disponibilità stessa del carburante necessario sul mercato: il prezzo dei vettori energetici, in questa fase, non è cresciuto in proporzione alla loro sostenibilità, ma alla loro scarsità in un mercato reso instabile da decisioni politiche internazionali.

In questo quadro, il pacchetto di decarbonizzazione "Fit for 55" — presentato dalla Commissione europea nel luglio 2021 con l'obiettivo di ridurre le emissioni di gas serra di almeno il 55% entro il

2030 rispetto ai livelli del 1990 — appare oggi, nell'autunno 2022, meno agevolmente raggiungibile di quanto sembrasse un anno fa (Commissione europea).

Anche il progetto della linea idroviaria internazionale Locarno-Milano-Venezia, al centro della giornata di Arona, non può dirsi immune da questi elementi di politica energetica, di consumo e di sostenibilità — oltre che, naturalmente, da quelli climatici che ne costituiscono l'oggetto specifico.

Niccolò Salvioni, Locarno, ottobre 2022 — resoconto della relazione del prof. Alessandro Pezzoli (Università di Torino / Politecnico di Torino) al convegno "Idrovia e mobilità: stato dell'arte, risultati e prospettive", Arona 5 ottobre 2022, progetto Interreg Slowmove. Testo rivisitato il 1° settembre 2026.