

METODI DI SIMULAZIONE STATISTICA PER LA GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE

Daniele Ganora^{1}, Annalisa Ramondetti², Giovanni Vargiu² & Pierluigi Claps¹*

(1) Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture, Politecnico di Torino (Torino)
(2) Area Tecnica Progettazione e Realizzazione Fognatura e Invarianza Idraulica, CAP Holding S.p.A. (Assago, MI)

*email: daniele.ganora@polito.it

ASPETTI CHIAVE

- *Analisi multi-evento per superare il concetto di evento di progetto*
- *Indicatori multivariati per l'ottimizzazione multipla*
- *Impatto dei sollevamenti sulla qualità delle acque di sfioro*

1 INTRODUZIONE

La progettazione di nuove reti di drenaggio urbano e la gestione e manutenzione di quelle esistenti sono temi che stanno ricevendo rinnovate attenzioni; infatti, il drenaggio urbano non è più visto soltanto come un problema di smaltimento delle acque meteoriche, ma come una componente di un più complesso e articolato sistema di gestione delle acque nelle aree abitate.

Nell'ambito della gestione "quantitativa" delle acque, sostanzialmente incentrata sulla necessità di eliminare le acque meteoriche per evitare allagamenti urbani, vengono spesso descritte misure per il ripristino (o quantomeno il miglioramento) dell'invarianza idraulica e l'integrazione della rete con misure naturali per il controllo del deflusso superficiale (Nature-Based Solutions). Anche gli aspetti energetici nel ciclo urbano delle acque vengono contemplate in alcuni studi recenti (spesso nell'ambito del cosiddetto Water-Energy Nexus; es. *Chini & Stillwell, 2018*).

La gestione degli aspetti "qualitativi" del drenaggio urbano è invece tipicamente legata allo studio di soluzioni per l'immagazzinamento temporaneo e il successivo trattamento delle acque di prima pioggia o alla predisposizione di Nature-Based Solutions per abbattere alcuni tipi di inquinanti che si generano sulle superfici scolanti e che vengono dilavati dalla precipitazione.

Gli scaricatori di piena sono poi elementi dal cui funzionamento dipendono sia le caratteristiche quantitative che qualitative delle acque eliminate; essi mettono in contatto la rete drenante con l'ambiente esterno, per cui la loro gestione ricopre un ruolo fondamentale nella minimizzazione del carico inquinante che esce dal sistema fognario e che non può essere trattato.

Infine, il comportamento della rete di drenaggio e dell'impianto di depurazione vengono spesso visti separatamente, senza considerare che quest'ultimo può essere influenzato dal comportamento della rete durante i periodi di pioggia (es. *Borzoeei et al., 2018*) e immediatamente prima dell'impianto sono normalmente presenti scaricatori di piena che ne limitano le portate in ingresso, allo scopo di evitare danni allo stesso.

2 APPROCCIO MODELLISTICO

Date le premesse fatte nel paragrafo precedente, il ruolo degli scaricatori di piena, specialmente nelle reti di tipo misto, risulta particolarmente importante per l'impatto che gli inquinanti che escono dalla fognatura possono avere sull'ambiente esterno. Mentre il problema è ben noto e inizia ad essere affrontato anche dal punto di vista normativo (es., *Regione Lombardia, 2018*), permane una notevole incertezza sull'effettivo comportamento idraulico di questi manufatti. La misura delle portate effluenti è spesso costosa e poco agevole e la caratterizzazione qualitative delle acque scaricate è ancora più complessa, a meno di costose campagne di misura.

Il paradigma predominante nella gestione degli scarichi durante i periodi di pioggia è quindi quello di cercare di evitare per quanto possibile che gli sfiatori entrino in funzione, accumulando in vasche di prima pioggia le acque più inquinate, che vengono successivamente inviate all'impianto di depurazione grazie a impianti di sollevamento. Questo approccio, sebbene conservativo in linea di principio, porta spesso a difficoltà tecniche ed economiche legate agli spazi limitati per la realizzazione delle vasche e a costi elevati per l'installazione e gestione dei pompaggi necessari per il loro svuotamento. Inoltre, se la gestione della fognatura non è fatta di concerto con quella dell'impianto di depurazione, è possibile che parte delle acque sollevate non vengano di fatto trattate.

La proposta metodologica avanzata in questa memoria deriva ed estende una prima indagine svolta da *Ganora et al.* (2017), composta di diversi elementi potenzialmente innovativi per il caso descritto. Il primo elemento di interesse è di superare il concetto di "evento di progetto" o "evento tipo" per valutare il funzionamento idraulico della fognatura, usando l'intera distribuzione degli eventi di precipitazione (osservati o simulati) che insistono sulla rete. L'obiettivo è di ottenere la distribuzione di frequenza di tutti quei parametri utili per valutare il funzionamento della rete, tra cui il volume e la concentrazione inquinante delle acque sfiorate e di quelle inviate al depuratore. L'utilizzo di distribuzioni multivariate dei parametri di controllo rende la scelta della soluzione ottimale più difficile, ma mette esplicitamente in luce il reale funzionamento del sistema.

Il secondo elemento caratterizzante della proposta di *Ganora et al.* (2017) consiste nel proporre di considerare gli impianti di sollevamento già esistenti come elementi attivi nella gestione dei carichi inquinanti di prima pioggia, studiandone regole di funzionamento alternative. L'obiettivo scopo è quello di ridurre il volume delle acque inviate al depuratore e nel contempo massimizzare la massa di inquinante in esse contenuta. L'idea è di usare regole di gestione del sollevamento che possano contemporaneamente presidiare gli sfiatori in modo che i restanti volumi di acque debolmente inquinata possono essere rilasciati nell'ambiente. Questo sarebbe ideale in aree controllate dove è possibile installare aree di depurazione naturale. L'efficienza del sistema di sollevamento e il carico inquinante che esce dalla rete viene infine valutato ancora in maniera probabilistica.



Figura 1. Schema delle reti di drenaggio formata da circa 960 condotte, prevalentemente di tipologia mista, per un totale di circa 30 km di sviluppo; essa inoltre comprende circa 900 nodi di cui 18 scaricatori di piena e 3 stazioni di sollevamento.

3 CONSIDERAZIONI FINALI

Un esempio dimostrativo di applicazione del metodo è stato condotto sulla rete di un comune lombardo, schematizzata in Fig. 1, al fine di valutare l'impatto potenziale di nuove regole per il sollevamento delle acque di fognatura verso l'impianto di depurazione. Il comportamento dei vari scaricatori di piena è stato tenuto in conto sempre attraverso la distribuzione di probabilità degli indicatori di interesse. Dal punto di vista operativo, l'analisi è stata condotta utilizzando un modello numerico della rete realizzato con il software SWMM, eseguendo un notevole numero di simulazioni per tenere in conto delle diverse possibili sollecitazioni pluviometriche. Tali risultati sono stati sintetizzati in distribuzioni di probabilità. Per reti di dimensioni medio-grandi, l'approccio basato sulla simulazione multievento può tuttavia risultare poco pratica, se non impossibile, per l'alto carico computazionale. Per questo, le risultanze delle simulazioni sono state anche utilizzate per valutare la possibilità di rappresentare la rete mediante modelli stocastici semplificati.

BIBLIOGRAFICI

- Borzooei, S., Teegavarapu, R., Abolfathi, S., Amerlinck, Y., Nopens, I., & Zanetti, M. C., Data mining application in assessment of weather-based influent scenarios for a WWTP: getting the most out of plant historical data. *Water, Air, & Soil Pollution*, 2019, 230(1), 5.
- Chini, C. M., & Stillwell, A. S., The state of US urban water: Data and the energy-water nexus. *Water Resources Research*, 2018, 54(3), 1796-1811.
- Ganora, D., Isacco, S., & Claps, P., Framework for enhanced stormwater management by optimization of sewer pumping stations. *Journal of Environmental Engineering*, 2017, 143(8), 04017025.
- Regione Lombardia, Regolamento regionale n. 6/2019 «Disciplina degli scarichi», 2019, <https://www.regione.lombardia.it/wps/wcm/connect/74310066-29a6-4d6f-82aa-6a071362aec4/09-parini-regolamento-regionale-6-2019-disciplina-scarichi.pdf?>