

Approccio geografico nello studio delle pressioni puntuali della Regione Umbria

di Giacomo Rapi, Antonio Natale

Nell'ambito dell'attuazione della Direttiva Acque 2000/60/CE, ARPA Umbria ha effettuato nel 2015 la revisione dell'analisi delle pressioni antropiche gravanti sui corpi idrici superficiali e sotterranei, per l'aggiornamento del Piano di Tutela delle Acque e la redazione dei nuovi Piani Distrettuali di Gestione. Tra le pressioni ambientali oggetto di analisi sono state considerate anche quelle di origine civile e industriale, principali fonti di carico puntuale. A tal fine il territorio regionale è stato discretizzato in celle di dimensioni 100x100m ed è stato sviluppato un algoritmo di calcolo dei carichi inquinanti a partire dalle informazioni contenute nel Catasto degli Scarichi della Regione Umbria. Attraverso il Model Builder sono stati quindi creati modelli di geoprocessing per la stima dei carichi alla scala di corpo idrico superficiale e sotterraneo, per il periodo 2017-2027.



Fig. 1 - Esempio di applicazione del Dasymetric Mapping sul territorio umbro.

La Direttiva WFD (Water Framework Directive) 2000/60/CE, recepita nella normativa nazionale con il D.Lgs 152/2006 assegna un ruolo strategico alla conoscenza approfondita e aggiornata delle pressioni antropiche, indispensabile per la determinazione delle condizioni di rischio, la definizione di reti e programmi di monitoraggio e l'individuazione delle misure da attuare per garantire il raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale nei corpi idrici superficiali e sotterranei. L'analisi delle pressioni svolta nel territorio regionale si pone l'obiettivo di ottemperare agli obblighi di aggiornamento del Piano di Tutela delle Acque (PTA), anche al fine di consentire l'aggiornamento dei Piani di Gestione dei Distretto Idrografici di appartenenza. In particolare ARPA Umbria, soggetto regionale preposto all'esecuzione del monitoraggio dei corpi idrici superficiali e sotterranei, ha dato avvio al secondo ciclo di monitoraggio ai sensi del D.Lgs 152/2006. In questo contesto si rende necessario definire, per ogni corpo idrico, i livelli di pressione e di rischio effettivamente presenti, al fine di definire i nuovi programmi di monitoraggio.

Le pressioni esercitate dal sistema fognario depurativo urbano, nonché dagli scarichi di attività produttive, costituiscono una delle principali cause di criticità ambientale per i corpi idrici superficiali e sotterranei. È stato necessario quindi sviluppare una metodologia di analisi:

- ▶ che consentisse di ricostruire con grande dettaglio l'entità e la distribuzione sul territorio delle pressioni antropiche legate agli scarichi di acque reflue di origine domestica ed industriale
- ▶ che fosse riproducibile con frequenza coerente con gli obblighi derivanti dall'attuazione della WFD (almeno 1 volta ogni 6 anni), della Direttiva Nitrati (almeno 1 volta ogni 4 anni) e delle altre norme di settore
- ▶ che fosse confrontabile con l'analisi effettuata nel PTA del 2009.

Aspetti metodologici

Nei paragrafi successivi viene presentata la metodologia adottata per:

- ▶ l'analisi della distribuzione della popolazione sul territorio regionale,
- ▶ la ricostruzione del sistema fognario depurativo.

- ▶ la definizione della geometria degli agglomerati,
- ▶ il calcolo dei carichi puntuali.

Ai fini della modellazione, l'intero territorio regionale è stato diviso in celle di un ettaro (100x100 m) con codifica univoca. In questo modo ogni cella eredita le informazioni degli oggetti (abitazioni, depuratori di acque reflue urbane, scarichi industriali, ecc.) che intersecano la sua area.

L'approccio è quello della modellazione raster, metodologia di analisi spaziale realizzata in ambiente GIS (Sistemi Informativi Geografici).

Ricostruzione della distribuzione della popolazione sul territorio regionale

Nel precedente PTA (2009) l'analisi della distribuzione della popolazione sul territorio regionale era stata effettuata utilizzando come base informativa il dato del Censimento ISTAT 2001 disponibile a scala di sezione censuaria. L'intersezione con gli strati informativi del sistema fognario-depurativo (aree servite da fognatura, collettori fognatori, ...) aveva permesso di definire le informazioni di copertura fognaria e depurativa della popolazione, seppur con limiti evidenti: tale metodo, in condizioni di elevata densità abitativa, risultava aderente alla

realtà, mentre in altre situazioni, dove la popolazione non era equamente distribuita nella sezione censuaria (es. sezioni definite "case sparse" dall'ISTAT), restituiva risultati scarsamente affidabili.

Per ovviare a questa scarsa accuratezza tematica, nel nuovo PTA è stata introdotta la tecnica del Dasymeric Mapping, attraverso la quale il dato riferito ad una superficie vasta o arbitraria viene distribuito in modo più accurato all'interno di essa attraverso la sovrapposizione di confini geografici che escludono, limitano o confinano il dato stesso.

L'assunto di questa tecnica per la modellazione intrapresa è molto semplice: è più probabile che la popolazione sia concentrata nelle aree edificate ed in modo direttamente proporzionale al volume degli edifici ad uso abitativo.

In questo modo è stato possibile distribuire la popolazione di ciascuna sezione di censimento sul volume dell'edificato con uso principale "civile abitazione" presente all'interno di essa. L'informazione relativa all'uso è stata ricavata a partire da due fonti: Catasto Terreni e Fabbricati (CTF) ed Ecografico Catastale (EC) della Regione Umbria.

Per quanto riguarda le informazioni sul numero di abitanti, il dato ISTAT 2001, unico di-

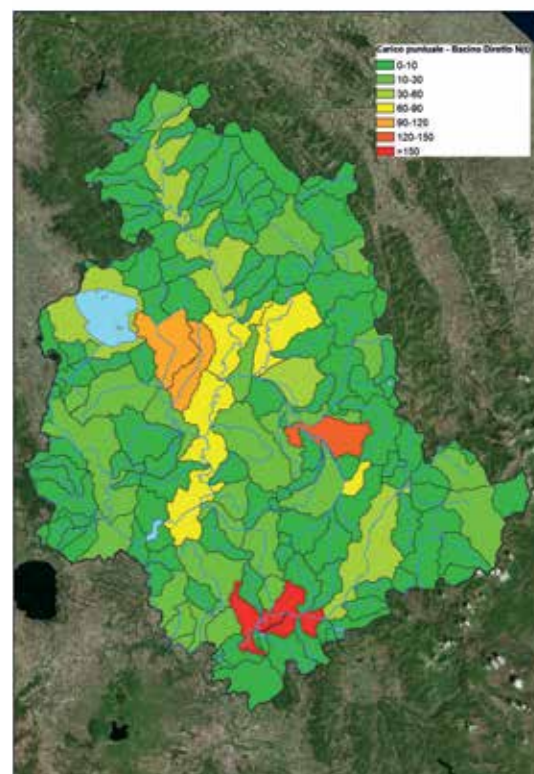


Fig. 2 - Carico puntuale espresso in Abitanti Equivalenti sversati nei sottobacini umbri.

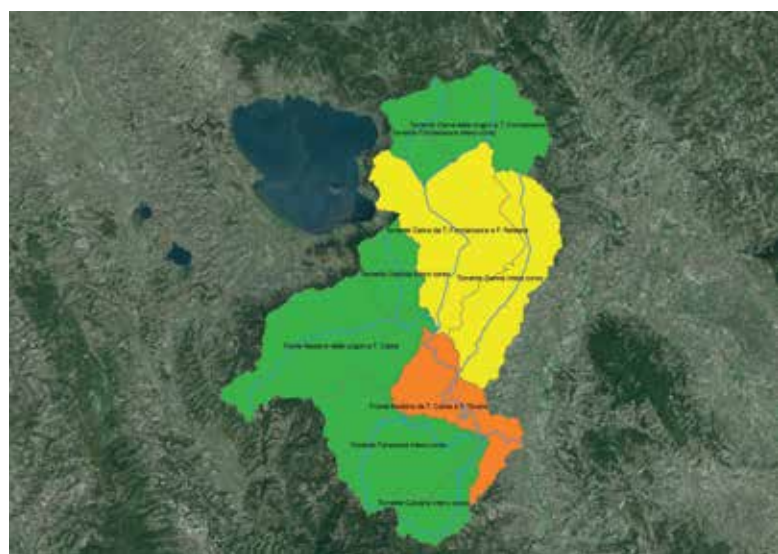
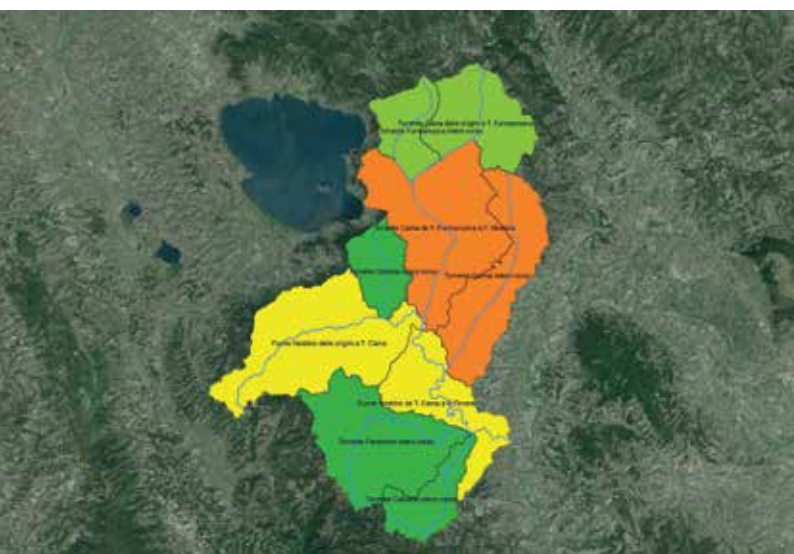
sponibile per completezza delle variabili, è stato corretto poi sull'andamento intercensimentero.

Il dato di popolazione così calcolato è stato infine riportato a scala di cella.

Ricostruzione del sistema fognario depurativo

Anche le informazioni sul sistema fognario-depurativo disponibili nel precedente PTA sono state aggiornate in coerenza con la modellazione adottata per la

Fig. 3 – Carico puntuale e diffuso sversato nei sottobacini dell'unità territoriale Nestore.



stima della popolazione, utilizzando la divisione del territorio regionale in celle di un ettaro. In una prima fase, il perimetro delle aree servite da fognatura è stato modificato per tenere conto della presenza di scarichi di acque reflue industriali in fognatura o di collettori che non non ricadevano all'interno dell'area fognata.

Al tracciato dei collettori fognari è stato applicato un buffer di 200 metri come previsto dalla normativa regionale DGR 424/2012.

Ad ogni cella sono state associate quindi le informazioni sulla popolazione servita da fognatura e/o depurazione ivi presente e sull'eventuale impianto di depurazione civile collegato.

I dati sugli impianti di depurazione sono stati ricavati attraverso un data fusion tra i dataset di origine (PTA 2009) e le informazioni più recenti inserite nel Catasto Integrato degli Scarichi (CIS) della Regione Umbria. L'adozione di questo modello di rappresentazione ha permesso di guidare e indirizzare i Gestori del Servizio Idrico Integrato e gli Ambiti Territoriali Integrati (ATI) nella risoluzione delle criticità informative emerse; in

questa seconda fase, infatti, è stata realizzata un'applicazione per permettere ai diretti interessati l'editing dell'informazione in modo diretto senza il supporto di operatori GIS, e per condividere gli aggiornamenti.

Ricostruzione della geometria degli agglomerati urbani

La ricostruzione geometrica degli agglomerati si è basata sulla divisione del territorio in celle di un ettaro, in coerenza con la modellazione adottata durante le fasi di stima della popolazione e di ricostruzione del sistema fognario depurativo.

In via preliminare, la definizione dei confini degli agglomerati è stata effettuata a partire dalle aree servite da fognatura, rispettando il vincolo dell'adiacenza, fino a comprendere le celle con presenza di popolazione intersecanti un buffer di 200 metri dall'area fognata.

Sono state incluse nell'agglomerato anche quelle celle adiacenti che superano tale limite, ma solo nei casi di agglomerato "significativo", così come valutato con ATI e Gestori.

A questa prima perimetrazione è seguita una fase di verifica che ha coinvolto il personale tecnico di ATI e Gestori per la definizione precisa dei confini dell'agglomerato, che tenesse conto di eventuali accorpamenti o divisioni tra agglomerati già effettuati dal gestore stesso. Infine, l'intersezione spaziale con l'area servita da fognatura ha permesso di associare ad ogni cella dell'agglomerato le informazioni relative alla copertura fognaria e depurativa.

Calcolo carichi industriali

Le informazioni necessarie al calcolo dei carichi industriali in corpo idrico sono state ricavate dal CIS, anche se è stato necessario risolvere preliminarmente

alcune problematiche relative al mancato o errato posizionamento degli scarichi (il CIS non è gestito spazialmente) o all'incompletezza di alcune informazioni (il popolamento di alcuni campi del CIS non è obbligatorio).

Per il calcolo dei carichi industriali è stato elaborato uno specifico algoritmo che tiene conto dei volumi scaricati e delle concentrazioni di sostanze emesse. L'algoritmo si basa su diversi step di processamento che comprendono sia metodi rigorosi di stima diretta basata su dati misurati sia metodi di stima indiretti e più approssimati. Ad ogni step vengono processati solo gli scarichi rimanenti, fino a valorizzare tutti gli scarichi analizzati. È stata sviluppata un'applicazione in .NET per rendere il processo ripetibile. Questo ha permesso di iterare n volte e apportare continue modifiche e miglioramenti.

La stima dei carichi sversati è stata utilizzata poi per diversi fini, in base al recapito dello scarico: il carico emesso dalle aziende che scaricano in corpo idrico superficiale o suolo è stato utilizzato per la valutazione del carico sversato a scala di corpo idrico superficiale o sotterraneo; il carico in fognatura ha contribuito invece al calcolo della consistenza nominale dell'agglomerato.

Risultati

L'analisi effettuata ha permesso di ricostruire il quadro dei carichi da fonte puntuale, sia per quelli legati al sistema fognario depurativo degli agglomerati, sia per quelli al di fuori dell'agglomerato.

I carichi derivanti dal sistema fognario depurativo degli agglomerati comprendono:

- ▶ il carico dei depuratori di

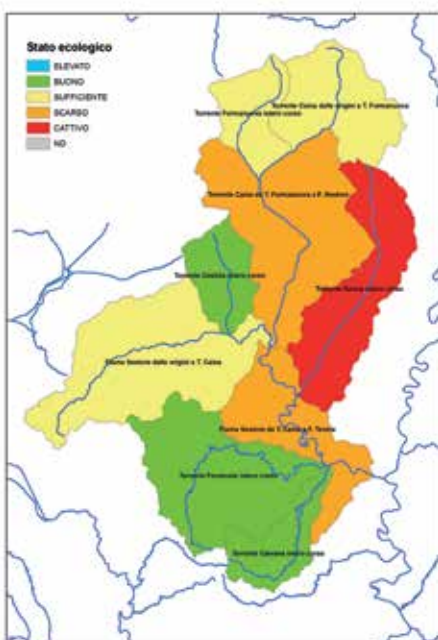


Fig. 4– Stato ecologico nei sottobacini dell'unità territoriale Nestore

acque reflue urbane

- ▶ il carico imputabile agli scaricatori di piena durante gli eventi meteorici
- ▶ il carico delle reti fognarie prive di impianto di depurazione terminale
- ▶ il carico delle frazioni prive di fognatura nell'agglomerato.

I carichi esterni agli agglomerati sono invece associati alla popolazione residente nelle case sparse e alle attività produttive che recapitano i reflui in corpo idrico superficiale o su suolo. I carichi sversati da impianti di depurazione sono stati valutati mediante una stima che ha tenuto conto prioritariamente dei risultati delle analisi effettuate da ARPA sui reflui in uscita dagli impianti; in assenza di dato misurato, si è proceduto ad una stima del carico attraverso il confronto tra il carico in ingresso al depuratore e la potenzialità nominale dello stesso, tenendo conto del livello depurativo dell'impianto.

Il carico sversato dagli scaricatori di piena è stato calcolato applicando una metodologia analoga a quella sviluppata nel PTA 2009: il metodo effettua una stima della massa totale di inquinante sversata dagli scaricatori in funzione della superficie urbana impermeabile a monte degli scaricatori stessi (ricostruita attraverso il Dasymeric Mapping), sulla base di una parametrizzazione conseguente a simulazioni compiute su alcuni bacini urbani sperimentali, per i quali sono disponibili misure di dettaglio.

Per quanto riguarda i carichi sversati da reti fognarie non depurate, in Umbria risultano presenti circa 40.000 Abitanti Equivalenti (nel PTA 2009 erano circa 60.000) i cui scarichi in fognatura non subiscono alcun trattamento depurativo termi-

nale. Il carico sversato in corpo idrico superficiale è quindi pari a quello generato, ottenuto dal prodotto del numero degli abitanti equivalenti calcolati da Dasymeric Mapping, per i coefficienti di generazione disponibili in letteratura.

I carichi sversati su suolo da fonti di tipo puntuale sono costituiti da due contributi: i carichi sversati dai residenti presenti nelle case sparse e quelli associati ai residenti in porzioni di agglomerato che risultano prive di rete fognaria.

Per ambedue i contributi, ad ogni residente è stato attribuito un carico generato pro-capite definito mediante coefficienti di letteratura. A tali carichi generati sono stati poi applicati i coefficienti di abbattimento caratteristici di un impianto di primo livello, per tenere conto dei sistemi di abbattimento previsti per legge. Al carico sversato su suolo sono stati applicati ulteriori coefficienti di abbattimento per tenere conto dei processi di trasferimento dal suolo al reticolo di drenaggio.

Di seguito si riporta una mappa che quantifica i carichi puntuali a scala di sottobacino.

Grazie alle analisi svolte in ambiente GIS, è stato possibile quantificare non solo i carichi sversati direttamente nel singolo corpo idrico (carico diretto), ma anche quelli provenienti dai corpi idrici che lo alimentano (carico complessivo). È il carico totale infatti che determina maggiormente la qualità ambientale dei corpi idrici.

Nella figure seguenti vengono presentati ad esempio i risultati dei carichi complessivamente sversati nell'Unità Territoriale Nestore (in termini di Azoto Totale), sia come carichi diretti che come carichi complessivi (comprensivi del contributo del

bacino alimentante).

Nella figura seguente si riporta la valutazione dello stato ecologico dei medesimi sottobacini, da cui si evince come la qualità dei corpi idrici sia fortemente legata alle pressioni che insistono su tutti i sottobacini contribuenti.

In definitiva i risultati dell'aggiornamento dell'analisi delle pressioni, se messi a confronto con le elaborazioni effettuate per il PTA 2009, mostrano una generale contrazione dei carichi sversati da fonte puntuale.

Tali differenze, oltre che dalla naturale evoluzione del territorio e dagli interventi di tutela ambientale effettuati nel periodo tra le due analisi, risentono probabilmente delle differenze nelle metodologie di analisi applicate.

Risulterà molto più interessante valutare le variazioni future dei carichi, avendo in questa fase standardizzato le procedure di valutazione attraverso il GIS, per renderle affidabili e riproducibili nel tempo.

PAROLE CHIAVE

UMBRIA; FIUMI; LAGHI; DASYMETRIC MAPPING; ANALISI PRESSIONI PUNTUALI; SCARICHI; PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE

ABSTRACT

As part of the implementation of the Water Framework Directive 2000/60/CE, ARPA Umbria performed in 2015 an anthropogenic pressures analysis on water bodies, in order to update the Umbria Region Water Bodies Protection Plan and the District Water Plans. Point source pressures, both civil and industrial, were analyzed. A complex methodology was developed, based on a matrix approach with a discretization of 100x100m grid and an algorithm to calculate the pollutant loads from the information available in the wastewaters database of Umbria region. Several geoprocessing models were created, with a Model Builder tool, allowed to estimate pollutant loads in surface waters and groundwaters.

AUTORE

GIACOMO RAPI
G.RAPI@ARPA.UMBRIA.IT
INGEGNERE PER L'AMBIENTE E
IL TERRITORIO, ARPA UMBRIA, PERUGIA,
ANTONIO NATALE
A.NATALE@TEAMDEV.IT
GEOGRAFO, TEAMDEV S.R.L.,
COLLEPEPE (PG)



16 - 22 July 2017
Innsbruck Summer School of Alpine Research 2017 Close Range Sensing Techniques in Alpine Terrain Venue Obergurgl (Austria)
www.geoforall.it/k9cwh

18 - 22 July 2017
FOSS4G-Europe 2017 Paris Marne-la-Vallée (France)
www.geoforall.it/kw3u8

2 - 11 August 2017
QGIS user conference, Hackfest, Developer meeting Copenhagen (Denmark)
www.geoforall.it/kway6

4 - 7 September 2017
UAV-g 2017 International Conference on Unmanned Aerial Vehicles in Geomatics Bonn (Germany)
www.geoforall.it/k9cqw

5 - 8 September 2017
RSPSoc2017 - Annual Conference Earth and Planets: Making the most of our observations London (United Kingdom)
www.geoforall.it/kw3ua

6 - 8 September 2017
Strasbourg (France)
INSPIRE 2017 Conference
www.geoforall.it/kwaky

11 - 15 September 2017
56th Photogrammetric Week 2017 Stuttgart (Germany)
www.geoforall.it/k9cwr

26 - 28 September 2017
INTERGEO 2017 Berlin (Germany)
<http://www.intergeo.de/>

27 - 29 September
Digital, Design and Development Fair 2017 Hamburg (Germany)
www.geoforall.it/kwawr

9-10 October 2017
EuroSDR / ISPRS Workshop

on "Oblique Aerial Cameras - Sensors and Data Processing" Barcelona (Spain)
www.geoforall.it/kwafq

17 - 19 October 2017
TECHNOLOGY for ALL 2017 Rome (Italy)
www.technologyforall.it

23 - 25 November 2017
12th International Conference on Non-Destructive Investigations and Microanalysis for the Diagnostics and Conservation of Cultural and Environmental Heritage (AIPnD) Turin (Italy)
www.aipnd.it

16-19 January 2018
Geospatial World Forum Hyderabad (India)
www.geoforall.it/kwacw

6 - 11 May 2018
FIG Congress Istanbul (Turkey)
www.geoforall.it/k9cwx



LEICA MULTISTATION MS60, LA NUOVA DIMENSIONE NELLA TECNOLOGIA DI MISURA

Dal 1986 Teorema srl lavora a fianco del professionista fornendo la tecnologia più avanzata, la migliore consulenza e un'accurata assistenza post-vendita per rendere affidabile e produttivo il vostro lavoro.



LEICA MULTISTATION MS60, BE CAPTIVATE

- Processore Dual Core ARM Cortex da 1 GHz
- Sistema operativo Windows® EC7
- Doppio Display da 5" WVGA a colori Touch Screen
- IP65/MIL-STD-810G
- Temperatura operativa da -20°C a +50°C
- Motorizzazione basata su tecnologia Piezo (velocità 200gon/sec.)
- Precisione angolare Hz e V 1" (0.3mgon)
- Nuova tecnologia di ricerca automatica del Target "ATR Plus"
- Tecnologia brevettata MERGETEC
- Scansione Laser con precisione angolare di 1" fino a 1000 metri
- Velocità di scansione di 1000pti/sec. fino a 300 metri
- Reflector Less "PinPoint" fino a 2000 metri
- Dimensioni Spot Laser 8mm x 20mm a 50 metri
- Tecnologia di misura brevettata Wave Form Digitizing (WFD)
- Fotocamera grandangolare campo di vista di 19.4°, sensore da 5 MPixel CMOS
- Fotocamera coassiale campo di vista 1.5°
- Messa a fuoco automatica - 30 ingrandimenti (Autofocus)
- Live Stream a 20Hz
- Immagini collegate ai dati misurati
- Visualizzazione e gestione del rilievo in 3D a bordo (scansioni e misure puntuali TPS/GNSS)
- Gestione applicativi specifici (monitoraggio ambientale e As Built, ambito ferroviario, costruzione di gallerie ecc.)



Leica Multistation MS60 - La nuova dimensione nella tecnologia di misura - when it has to be right



www.disto.it • www.geomatica.it • www.termocamere.com

Via A. Romilli, 20/8 20139 Milano • Tel. 02 5398739 • teorema@geomatica.it

