

# La gestione del ruscellamento per la trasformazione sostenibile dell'uso del suolo

**Tullia Valeria Di Giacomo**

Università della Tuscia di Viterbo

DAFNE - Dipartimento di scienze e tecnologie per l'Agricoltura, le Foreste, la Natura e l'Energia

Email: [tulliadigiacomo@tiscali.it](mailto:tulliadigiacomo@tiscali.it)

## Abstract

L'incremento della popolazione mondiale con la crescita dell'urbanizzazione soprattutto nei dintorni delle città a discapito dell'ambiente naturale provoca l'aumento di utilizzo del suolo e la necessità di garantire il controllo delle risorse naturali per il mantenimento di queste per le generazioni future. L'antropizzazione ha come conseguenza diretta quella di interferire con le risorse naturali, idrica compresa e l'idrologia e l'idraulica delle acque superficiali e sotterranee giocano un ruolo sempre più rilevante nelle attività sia di previsione che di prevenzione dei rischi ambientali tra cui il degrado della quantità e della qualità della risorsa idrica. Considerando la trasformazione dei regimi idrologici e lo sfruttamento della risorsa idrica è necessario prevedere metodi di ottimizzazione specie in ambiti con maggiori pressioni antropiche. Pertanto, è sempre più indispensabile che la pianificazione tenga conto della gestione della risorsa in ambito urbano e periurbano dove questa è più fragile. La risposta a questi bisogni immanenti è la costruzione di adeguati strumenti ICT con l'implementazione della tecnologia GIS Geographic Information System che permette di simulare questi processi ambientali di trasformazione dell'uso del suolo e analizzarne gli impatti sulle risorse idriche. Con l'obiettivo generale della gestione degli impatti i sistemi ICT possono semplificare il controllo delle trasformazioni del territorio partendo dallo strumento dell'autorizzazione comunale per governare gli effetti che i nuovi interventi possono generare sulla risorsa idrica.

**Parole chiave:** land use, information technology, environment

## Contesto

Le aree urbane nel mondo sono, secondo studi recenti, in via di assorbire tutta la crescita della popolazione dei prossimi quattro decenni. Ad oggi circa il 50% della popolazione esistente sul pianeta vive in aree urbane e, secondo le Nazioni Unite (UN, 2012), per il 2050 questa percentuale diventerà dell'ordine del 70%. Tra il 2009 e il 2050, la popolazione mondiale aumenterà di circa 2,3 miliardi passando da 6,8 a 9,1 miliardi di unità. Inoltre, la maggior parte della crescita della popolazione prevista nelle aree urbane (Figura 1) si concentrerà nelle città e nelle aree periferiche comportando un'ulteriore trasformazione di uso del suolo.

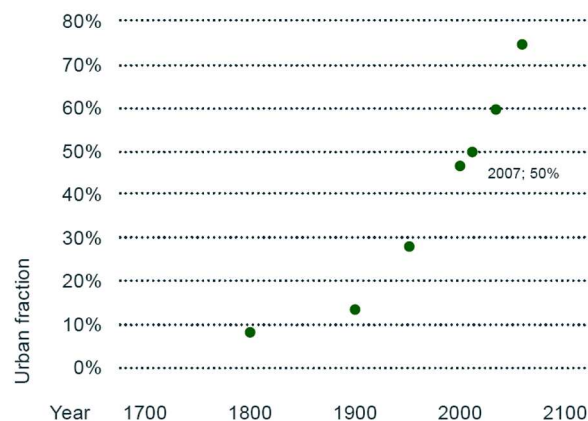


Figura 1 | La crescita della percentuale urbana della popolazione globale Fonte: Joint Programming Initiative Urban Europe, 2014

In Europa tra gli anni 1990 e 2006 si è avuto un aumento delle aree di insediamento pari a quasi il 9% passando da 176 200 a 191 200 km<sup>2</sup> (Commissione Europea 2012). La Commissione Europea (2012) ha emanato degli "Orientamenti in materia di buone pratiche per limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo" con l'obiettivo di fornire informazioni sul livello di impermeabilizzazione del suolo nell'Unione Europea e i suoi impatti, nonché esempi di buone pratiche allo scopo di limitare, mitigare o compensare l'impermeabilizzazione dei suoli e garantire una migliore gestione del territorio.

Secondo gli “Orientamenti in materia di buone pratiche per limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo” l'impermeabilizzazione del suolo ha effetti sui servizi ecosistemici essenziali nonché sulla biodiversità dove per servizi eco sistemici si intende ad esempio la produzione alimentare o l'assorbimento idrico o la capacità di filtraggio e tamponamento del suolo. Più in particolare i servizi ecosistemici sono i benefici che le persone traggono dal funzionamento degli ecosistemi. Questi includono i servizi di approvvigionamento (compreso cibo, acqua dolce, materiali e combustibili), servizi di regolazione (ad esempio del clima, delle inondazioni, delle malattie e della depurazione delle acque), i servizi culturali (inclusi i servizi estetici e ricreativi) che si basano tutti sui servizi di sostegno (compresa la produzione primaria, la formazione del suolo e il riciclaggio dei nutrienti) (MEA, 2005).

L'urbanizzazione non pianificata e incontrollata è associata con la crescita urbana discontinua e diffusa. Questi modelli di sviluppo noti come *sprawl*, con la frammentazione delle aree edificate e bassa densità abitativa, aumentano l'estensione della città (UN-HABITAT, 2012) e costituiscono, secondo la Commissione Europea (2012), una delle principali minacce a uno sviluppo territoriale sostenibile. Di conseguenza l'attuale processo di urbanizzazione e conversione del paesaggio viene percepito come una delle principali sfide che siamo tenuti ad affrontare insieme agli spazi peri-urbani che hanno connotati di ambiguità, anarchia, e rischi sociali e ambientali connessi (Wescoat, 2015). Lo *sprawl* determina direttamente l'aumento dell'impermeabilizzazione che, di per sé, influisce fortemente sul suolo, diminuendo molti dei suoi effetti benefici e soprattutto incrementando gli impatti sulle risorse idriche. Per impermeabilizzazione del suolo la Commissione (2012) intende la costante copertura di un'area di terreno e del suo suolo con materiali impermeabili artificiali, come asfalto e cemento che è in larga misura determinata dalle decisioni in materia di pianificazione territoriale. La Commissione (2012) sottolinea che «la pianificazione territoriale può svolgere un ruolo importante nel favorire un uso più sostenibile dei terreni che prenda in considerazione la qualità e le caratteristiche di aree e funzioni del suolo diverse a fronte di obiettivi e interessi concorrenti». Come evidenziato dalla Commissione poi, le decisioni relative all'uso dei terreni, prese spesso senza effettuare un'adeguata analisi preventiva degli impatti, comportano impegni a lungo termine che è poi difficile, o molto costoso, invertire.

In tale contesto è quindi importante analizzare quali impatti hanno i fenomeni demografici sulla struttura socio-economica di una società, sugli ecosistemi e sulla qualità dell'ambiente in generale, per poter di conseguenza formulare un'efficace azione di pianificazione urbana sostenibile.

### **Gli impatti della trasformazione del suolo**

Tra gli impatti principali dell'impermeabilizzazione del suolo si può citare la forte pressione esercitata sulle risorse idriche che causa cambiamenti nello stato ambientale dei bacini di raccolta delle acque riducendo l'assorbimento di pioggia nel suolo, e, in casi estremi, impedendolo completamente. L'infiltrazione di acqua piovana nei suoli, ridotta dall'impermeabilizzazione consente anche che essa impieghi più tempo per raggiungere i fiumi, riducendo la portata o allontanandola nel tempo e quindi riducendo il rischio di inondazioni (mitigazione naturale delle alluvioni da parte del territorio). Secondo ISPRA (2012) il suolo è una risorsa vitale che fornisce servizi fondamentali alle attività umane e agli ecosistemi. La progressiva espansione delle aree urbanizzate in Italia comporta una forte accelerazione dei processi di consumo del suolo agricolo o naturale. In molti casi si assiste alla copertura del terreno con materiali impermeabili (*soil sealing*). In questi casi, le dinamiche insediative vanno spesso a incidere su terreni agricoli fertili, mettendo a repentaglio la biodiversità e aumentando il rischio di inondazioni e di riduzione delle risorse idriche. I dati di ISPRA (2012) mostrano un consumo di suolo elevato in quasi tutto il territorio italiano dove si consumano giornalmente più di cento ettari al giorno. È quindi evidente l'opportunità e l'urgenza di adottare misure per limitare e contenere il consumo di suolo attraverso un approccio finalizzato alla promozione della progettazione sensibile all'ambiente e alla definizione e all'implementazione di misure di mitigazione volte al mantenimento delle funzioni del suolo e alla riduzione degli effetti negativi sull'ambiente del *soil sealing*.

Tra gli effetti che i nuovi interventi possono generare sulla risorsa idrica si trova quello dell'erosione del suolo. L'erosione del suolo non solo impatta sulla fertilità stessa del suolo in campo agricolo ma impatta anche perché nutrienti sono versati nei corpi idrici causandone l'inquinamento. L'interazione tra questi fattori è complessa e richiede ancora un approccio sperimentale atto a comprendere le conseguenze del fenomeno per usi del suolo differenti (Petroselli et al., 2014). Evidente è la necessità di considerare le acque di ruscellamento come una delle principali fonti di degrado della risorsa idrica.

## Obiettivi e metodo

Gli obiettivi generali che possono essere individuati sono:

- La tutela della qualità e quantità della risorsa idrica
- Il contrasto allo sprawl incontrollato
- La promozione di Best Management Practices BMP
- La sensibilizzazione verso l'efficienza del controllo nella redazione di autorizzazioni a livello locale
- La determinazione di nuovi approcci di progettazione integrata e sostenibile.

L'obiettivo alla base della ricerca è quello di studiare una metodologia per l'applicazione della modellistica della valutazione degli impatti antropici sul territorio a strumenti di Decision Support System ed in particolare alla tecnologia GIS Geographic Information System.

In questo modo si intende determinare uno strumento accessibile ad utenti poco esperti per il controllo degli impatti degli interventi e per il governo del territorio. L'effetto conseguente è, in fase di validazione del progetto e quindi durante la fase di redazione della procedura per il permesso a costruire, l'indicazione di prescrizioni per i progettisti da applicare nella successiva fase di attuazione dell'intervento. In considerazione delle superfici interessate dal di progetto è necessario effettuare la stima di BMP necessarie a ridurre l'impatto della trasformazione.

L'attenzione si concentra sullo studio degli impatti sui corsi d'acqua, lo studio degli strumenti che sono stati sviluppati per la valutazione degli inquinanti e la pianificazione delle azioni da intraprendere per garantire un uso sostenibile delle risorse esistenti in grado di salvaguardarne il valore ecosistemico.

L'obiettivo della ricerca è quello di fornire uno strumento per la gestione del paesaggio al fine di aiutare il processo decisionale a far fronte alla complessità della realtà e per guidare il pianificatore verso decisioni strategiche sulla base di dati spaziali. Questi scopi sono supportati dalla capacità del GIS di informare su posizione, caratteristiche, tendenze dei fenomeni studiati. La sfida conseguente è quella di riunire strumenti GIS e modelli di valutazione in un ambiente in rete implementandoli verso l'interoperabilità on-line. L'Open Geospatial Consortium si riferisce alla interoperabilità come la capacità di trovare ciò che è necessario, capirlo e usarlo per i propri bisogni.

La Commissione Europea (2012) intende promuovere tre tipi di approcci intesi a:

- Limitare l'impermeabilizzazione dei suoli
- Mitigare gli effetti negativi determinati dalla trasformazione dell'uso del suolo
- Compensare l'eventuale inadeguatezza delle misure di mitigazione

Dove la limitazione dell'impermeabilizzazione del suolo e quindi il rispetto della invarianza idraulica – che è il principio per cui la portata al colmo di piena risultante dal drenaggio di un'area rimane costante prima e dopo la trasformazione dell'uso del suolo in quell'area – resta prioritaria rispetto alle misure di mitigazione o compensazione. La Commissione Europea (2012), in particolar modo intende promuovere un approccio inteso ad impedire la conversione di aree verdi e la conseguente impermeabilizzazione del loro strato superficiale o di parte di esso. Approccio che incoraggia le attività di riutilizzo di aree già edificate come i siti dismessi. Si enfatizza, tra l'altro, l'utilizzo di strumenti, come quello proposto, in grado di coadiuvare il contrasto all'impermeabilizzazione incontrollata. Laddove si è verificata un'impermeabilizzazione, si intende fare adottare misure di mitigazione tese a mantenere alcune delle funzioni del suolo e ridurre gli effetti negativi diretti o indiretti significativi sull'ambiente e il benessere umano. Tra tali misure si colloca l'impiego di opportuni materiali permeabili al posto del cemento o dell'asfalto e un ricorso sempre maggiore a sistemi naturali di raccolta delle acque. Tenuto conto che è impossibile compensare completamente gli effetti dell'impermeabilizzazione degli accorgimenti proposti riguardano le misure di compensazione con l'obiettivo di sostenere o ripristinare la capacità generale dei suoli di una determinata zona affinché questi possano assolvere le loro funzioni o quanto meno parte di esse.

## Modelli e tecniche per la simulazione e il controllo delle trasformazioni dell'uso del suolo

Molti aspetti influenzano le dinamiche di trasformazione delle città, e quindi, la definizione di scenari agisce come una componente chiave. Esiste, per di più, il bisogno di strumenti che permettano valutazioni ambientali e interventi compatibili con le risorse esistenti in grado di prevenire i rischi ambientali connessi allo sviluppo antropico specialmente nel periurbano dove maggiori sono le pressioni. «La definizione di scenari sembra essere divenuta negli ultimi anni una componente essenziale delle decisioni sui processi di trasformazione della città e del territorio. I tempi rapidi del cambiamento e la molteplicità dei soggetti coinvolti richiedono di proiettare il progetto entro ipotesi di futuro, per valutarne gli effetti prevedibili, l'attendibilità, la condivisione» (Secchi, 2000). Esistono una serie di misure e tecniche in grado di migliorare la risposta alla sollecitazione idrologica, attenuare gli effetti degli impatti, e in definitiva

ottimizzare la gestione delle risorse utilizzate per la gestione sostenibile delle acque; alcune di queste sono le seguenti: BMP, Low Impact Development (LID), Water Sensitive Urban Design (WSUD), Sustainable Urban Drainage Systems (SUDs), Innovative Stormwater Management (Fletcher, 2015). La Commissione Europea (2012) definisce i SUDs come quei sistemi che comprendono tecniche per la gestione dell'acqua che defluisce da un sito, trattandola in loco in modo da ridurre il carico sui sistemi convenzionali. Lo scopo di questi sistemi è riprodurre i sistemi naturali che, con soluzioni economiche e un basso impatto ambientale, riescono a drenare il deflusso di acqua sporca superficiale raccogliendola, immagazzinandola e depurandola prima di rilasciarla nell'ambiente in modo diluito nel tempo.

### **Strumenti ICT**

I nuovi sviluppi insediativi dovrebbero essere progettati per ridurre al minimo gli impatti sulla qualità e sulla quantità delle acque che possono causare, eventualmente, inondazioni a valle. I parametri in gioco nelle valutazioni proposte riguardano prevalentemente il CN o Curve Number sviluppato dal Soil Conservation Service del Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti (Soil Conservation Service, 1972) per la stima dei deflussi superficiali determinando il deflusso diretto che direttamente e in maniera preponderante contribuisce alla formazione dell'evento di piena. Il metodo si basa su un solo parametro che descrive il complesso fenomeno dell'assorbimento. La predisposizione dei suoli a contribuire o meno alla formazione del deflusso dipende essenzialmente da tre fattori:

- la permeabilità dei terreni superficiali;
- la copertura vegetale e l'uso del suolo;
- lo stato di imbibimento del terreno.

L'obiettivo generale è quello di definire, sulla base delle valutazioni del deflusso, la dimensione richiesta da un BMP per soddisfare la necessaria riduzione degli impatti; tutto tramite il controllo del processo autorizzativo del nuovo intervento. Il controllo prevede, infatti, sulla zona di intervento, una valutazione degli impatti insistenti ex-ante e ex-post. Il GIS consente l'integrazione delle conoscenze tramite la sovrapposizione di contenuti informativi differenti offrendo una visione multisettoriale e multiscalare delle dinamiche esistenti. Tra gli strati tematici di interesse si trovano: l'uso del suolo, i Bacini idrografici, la carta delle pendenze, la geologia e la pedologia. Tramite l'overlay, che è una sovrapposizione tematica, si permette ad una unità elementare di possedere tutte le informazioni relative ai diversi strati tematici (anche da fonti diverse). Ai dati fisici della zona si aggiungono i dati climatici con le Curve IDF - Intensità Durata Frequenza per ogni stazione meteorologica e i dati morfologici delle dimensioni della particella in esame con indicazione della percentuale di particella interessata dal cambio di destinazione d'uso e cioè dalle modifiche di permeabilità. In questo modo interrogando quella particella è possibile risalire univocamente alle caratteristiche note, direttamente tramite l'applicazione webGIS, in modo da garantire l'interoperabilità online da parte di più utenti.

Si tratta di individuare un indicatore che sia in grado di caratterizzare l'unità elementare che è sottoposta alla valutazione ex-ante ex-post rappresentata dalla particella catastale coinvolta dall'intervento.

Partendo dalle potenzialità delle singole BMP dovrebbe essere possibile ricavare una classificazione che tenga conto degli impatti virtuosi su quantità e qualità del ruscellamento in modo da suggerire al soggetto proponente eventuali BMP di mitigazione (serbatoi, parcheggi permeabili, fasce filtro, ecc). Lo scopo diventa stabilire quanto la percentuale di impatto della trasformazione del suolo nel passaggio da una situazione ex-ante ad una ex-post possa essere equilibrata dall'utilizzo di un'opportuna BMP. L'effetto conseguente è, in fase di validazione del progetto e quindi durante la fase di redazione della procedura per il permesso a costruire, l'indicazione di prescrizioni per i progettisti da applicare nella successiva fase di attuazione dell'intervento.

### **Conclusioni**

Nell'ottica di quanto stabilito dalla Commissione Europea (2012) si evidenzia, così, come una pianificazione territoriale di qualità poggi su un approccio integrato che richiede l'impegno di tutte le autorità pubbliche responsabili della gestione del territorio. Il controllo degli effetti delle modifiche di uso del suolo nella qualità ambientale, in particolare nella gestione delle risorse idriche, deve divenire operativo in rete attraverso l'applicazione di strumenti che siano collegati tramite il GIS al dato geografico. Il contrasto all'inquinamento dell'acqua è un contrasto sinergico di numerosi dipartimenti di amministrazione del territorio (agricoltura, infrastrutture, acqua e foreste...).

L'utilizzo del GIS, come strumento a disposizione dei decisori locali (in particolare chi si occupa direttamente di pianificazione e gestione del territorio), consente di promuovere la cultura della sostenibilità proprio dove si autorizzano i nuovi interventi.

Dall'implementazione della tecnologia GIS verso un'interoperabilità on-line deriva la risposta all'obiettivo di far beneficiare i decisori del governo del territorio di uno strumento comune ed accessibile in grado di guidarli su basi scientifiche (Di Giacomo, 2015). Si permette così di proteggere la risorsa idrica tramite opportuni indicatori. Si evidenzia un ruolo emergente della modellistica nelle analisi ambientali: oltre a conseguire una capacità di previsione, con l'uso dei modelli si può costituire uno strumento per il controllo diretto del territorio. Nonostante la complessità dei fenomeni, i modelli consentono di fare alcune previsioni e i decision makers devono giustificare le loro scelte sulla base delle previsioni che hanno fatto. Come illustrato da Pistocchi (1999), modelli di screening di questo tipo, che danno risposte generali, consentono però di filtrare l'incertezza della complessità dei fenomeni in una risposta 'mediata' per ordine di grandezza in grado di guidare il decisore.

### Riferimenti bibliografici

- Commissione Europea, (2012), "Guidelines on best practice to limit, mitigate or compensate soil sealing" SWD101 <http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/guidelines/IT%20-%20Sealing%20Guidelines.pdf>
- Di Giacomo T.V., (2015) "Interactivity of WEBGIS for the simulation of land development", in *TeMA, Journal of land use, mobility and environment*, vol. 8, University of Naples Federico II, print ISSN 1970-9889 e ISSN 1970-9870
- Fletcher T. D., Shuster W., Hunt W. F., Ashley R., Butler D., Arthur S., Trowsdale S., Barraud S., Semadeni-Davies A., Bertrand-Krajewski J., Mikkelsen P. S., Rivard G., Uhl M., Dagenais D. & Viklander M. (2015), "SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage", in *Urban Water Journal*, 12:7, 525-542, DOI: 10.1080/1573062X.2014.916314
- ISPRA, (2012), "Qualità dell'ambiente urbano", VIII Rapporto, in *Stato dell'Ambiente* 33/2012, ISBN 978-88-448-0561-6, settembre 2012
- Joint Programming Initiative Urban Europe, (2014), "Urban Megatrends: Towards A European Research Agenda", A report by the Scientific Advisory Board
- MEA (2005). "Millennium Ecosystem Assessment". Ecosystems and human well-being: Synthesis. Washington, DC: Island Press
- Petroselli A, Leone A., Ripa M. N., Recanatesi F., (2014), "Linking phosphorus export and hydrologic modeling: a case study in Central Italy", in *Environmental Monitoring and Assessment*, DOI 10.1007/s10661-014-3972-6, Springer International Publishing, ISSN 0167-6369
- Pistocchi, A., Ciancabilla, F., (1999), "Semplificazioni e attuazione della modellistica ambientale nella pianificazione territoriale"; Atti del Convegno "Le pianure, salvaguardia e tutela", Ferrara, novembre 1999, pp 363-365
- Secchi B. "Prima lezione di urbanistica", Editore: Laterza, ISBN: 8842060607, May 2000.
- Soil Conservation Service, (1972) National Engineering Handbook, section 4, Hydrology, U.S. Department of Agriculture, Washington D.C., U.S.A.
- UN, (2012), "The United Nations World Water Development Report", WWDR 2012, produced by the World Water Assessment Programme
- UN-HABITAT, (2012), State of the World's Cities 2012/2013. Prosperity of Cities. United Nations Human Settlements Programme. Nairobi: UN-Habitat.
- Wescoat J.L., "Peri-urban water planning and risk reduction: A waterscape approach," in *Design to Sustain – Towards effective Water Management through Habitat Development*. Mumbai: Aga Khan Planning and Building Services, India, 2015.