

SUOLO, TERRENO, ACQUA ED ECOSISTEMA NEL PIANO REGOLATORE

A cura di Roberto Busi

© Copyright Legislazione Tecnica 2018

La riproduzione, l'adattamento totale o parziale, la riproduzione con qualsiasi mezzo, nonché la memorizzazione elettronica, sono riservati per tutti i paesi.

Finito di stampare nel mese di febbraio 2018 da

Press Up S.r.L. - Sede Legale: Via Catone, 6 - 00192 Roma (Rm)

Sede Operativa: Via Cassia Km 36,300 Zona Ind.le Settevene - 01036 Nepi (Vt)

Legislazione Tecnica S.r.L.

00144 Roma, Via dell'Architettura 16

Servizio Clienti

Tel. 06/5921743 - Fax 06/5921068

servizio.clienti@legislazionetecnica.it

Portale informativo: www.legislazionetecnica.it

Shop: ltshop.legislazionetecnica.it

I contenuti e le soluzioni tecniche proposte sono espressioni dell'esperienza maturata nel corso degli anni dagli Autori. Esse possono, quindi, soltanto essere fatte proprie dal lettore, o semplicemente rigettate, ed hanno l'intento di indirizzare e supportare il tecnico nella scelta della soluzione che maggiormente si adatta alla situazione oggetto di analisi. Rimane, pertanto, a carico del tecnico la selezione della soluzione da adottare. Il lettore utilizza il contenuto del testo a proprio rischio, ritenendo indenne l'Editore e gli Autori da qualsiasi pretesa risarcitoria.

INDICE

INTRODUZIONE. ECCO: SONO LE NUOVE FRONTIERE! (di Roberto Busi)	7
CAPITOLO 1 - La gestione del suolo: un compito (da sempre) essenziale della pianificazione urbanistica (di Roberto Busi)	17
1.1 La città come <i>civitas</i> e <i>urbs</i>	17
1.2 L'ecumene come <i>urbs</i> e <i>rus</i>	19
1.3 Il suolo territoriale come risorsa e bene finito	22
1.4 Il suolo urbano come risorsa e bene finito, e i valori fondiari	29
1.5 Il plusvalore del suolo urbano e il regime dei suoli	32
1.6 Il dimensionamento del Piano urbanistico comunale generale e la speculazione edilizia	36
1.7 Il controllo dei valori fondiari	40
1.8 Bibliografia	43
CAPITOLO 2 - Le implicazioni ambientali dell'urbanistica: qualche riferimento (di Roberto Busi)	47
2.1 Scoprire l'ambiente: implicazioni e valenze. Il caso dell'ecosistema	47
2.2 Altre implicazioni e valenze ambientali. Il caso delle componenti abiotiche del territorio	62
2.3 Le valenze ambientali della "gestione del suolo"	67
2.4 Bibliografia	78
CAPITOLO 3 - La prevenzione del rischio geologico e del rischio sismico (di Alberto Clerici)	81
3.1 Rischio geologico e rischio sismico	81
3.2 La normativa statale	83
3.3 Normative regionali	91
3.4 Un esempio di normativa regionale: il caso della Regione Lombardia ...	94
3.4.1 Evoluzione della normativa lombarda	95
3.4.2 La normativa vigente	99
3.4.3 Alcune considerazioni	104
3.5 Il ruolo dello studio geologico nella pianificazione urbanistica generale comunale	105
3.6 Bibliografia essenziale e normativa	109
CAPITOLO 4 - La prevenzione del rischio idraulico (di Alessandro Paoletti)	113
4.1 Acqua e territorio	113
4.2 Acqua e città	114

4.3	Bacino idrografico, bacino idrogeologico, bilancio idrologico e bilancio idrico	116
4.4	Effetti dell'urbanizzazione sul bilancio idrologico e sulla qualità delle acque	122
4.4.1	Bilancio idrologico medio annuo in ambiti urbanizzati	122
4.4.2	Bilancio idrologico nei periodi di piena in ambiti urbanizzati	124
4.4.3	Effetti dell'urbanizzazione sulla qualità delle acque	125
4.5	Caratteri fondamentali della formazione dei deflussi di piena	129
4.6	Il rischio idraulico e il tempo di ritorno	134
4.6.1	Il rischio alluvionale definito dalla normativa europea e statale ..	134
4.6.2	Pericolosità idraulica, probabilità e tempo di ritorno	138
4.7	Le pianificazioni attinenti alle acque e la pianificazione urbanistica generale comunale	141
4.8	Drenaggio urbano sostenibile	144
4.8.1	Premessa	144
4.8.2	Infiltrazione	149
4.8.2.1	<i>Il processo di infiltrazione</i>	149
4.8.2.2	<i>Le strutture di infiltrazione</i>	154
4.8.3	La laminazione delle piene	159
4.8.3.1	<i>Il processo di laminazione</i>	161
4.8.3.2	<i>La laminazione multiscopo</i>	161
4.8.3.3	<i>Il rallentamento delle piene</i>	164
4.8.3.4	<i>Le opere di laminazione e rallentamento</i>	165
4.8.4	Tetti e pareti verdi	171
4.9	Invarianza idraulica e invarianza idrologica	173
4.9.1	I concetti di invarianza idrologica e di invarianza idraulica	174
4.9.2	Invarianza dei volumi di piena (invarianza idrologica) e invarianza delle portate di piena (invarianza idraulica)	175
4.10	L'invarianza idraulica ed idrologica in alcune normative regionali	177
4.10.1	Regione Veneto	177
4.10.2	Autorità dei bacini regionali romagnoli	179
4.10.3	Provincia di Torino	180
4.10.4	Regione Marche	181
4.10.5	Regione Lombardia	183
4.10.5.1	<i>Portate massime ammissibili</i>	184
4.10.5.2	<i>Tempo di ritorno di riferimento per il dimensionamento delle opere</i>	185
4.10.5.3	<i>Dimensionamento del sistema di scarico terminale nel ricettore</i>	186
4.10.5.4	<i>Classificazione degli interventi in funzione del loro impatto potenziale di impermeabilizzazione</i>	186

4.11	Analisi di casi reali	188
4.11.1	Piano del rischio idraulico del bacino del fiume Seveso	188
4.11.2	Applicazione dei principi di invarianza idraulica e idrologica in ambito comunale	200
4.11.3	Il sito dell'Esposizione universale EXPO2015 a Milano	206
4.11.3.1	<i>Bilancio idrico del sito</i>	207
4.11.3.2	<i>Rete di drenaggio delle acque meteoriche interna al sito</i>	208
4.11.3.3	<i>Laminazione delle portate pluviali interne al sito</i>	209
4.12	Bibliografia	211
CAPITOLO 5 - Il bilancio ecologico		
<i>(di Sergio Malcevschi e di Giovanni Luca Bisogni)</i>		
5.1	Aspetti generali	215
5.1.1	Sistemi eco-territoriali e bilanci ecologici	215
5.1.2	Servizi ecosistemici e infrastrutture verdi	217
5.1.3	Resilienza, cambiamento, adattamento	221
5.1.4	Prevenzione, mitigazione, compensazione	224
5.1.5	La compensazione ecologica preventiva	227
5.2	Strumenti analitici e valutativi	229
5.2.1	Indici di valore ecologico	229
5.2.2	Il metodo BAF	230
5.2.3	Il metodo STRAIN	235
5.2.3.1	<i>Tipologie ambientali e coefficienti di Valore ecologico</i> ..	237
5.2.3.2	<i>Fattore di completezza</i>	241
5.3	La programmazione della ricostruzione ecologica	244
5.3.1	<i>Il préverdissement</i>	244
5.3.2	Ricostruzione ecologica bilanciata	248
5.3.2.1	<i>Il PREB di EXPO2015</i>	251
5.4	Bibliografia	254

Roberto Busi - Ingegnere civile, ha studiato e si è formato nel Politecnico di Milano fino alla qualifica di professore associato. Ha complessivamente operato con varie qualifiche in sei università, per complessive cinque facoltà di ingegneria e una di agraria. Professore ordinario dal 1987, ha tenuto cattedre di Pianificazione territoriale prima, di Tecnica urbanistica poi, fra l'altro dirigendo l'Istituto di pianificazione territoriale e trasporti nell'Università della Basilicata e il Dipartimento di Ingegneria civile, architettura, territorio e ambiente in quella di Brescia. Autore di oltre 300 pubblicazioni scientifiche in materia urbanistica e territoriale, è stato progettista (con incarico unico o di coordinamento del gruppo) di decine di strumenti urbanistici fra cui il PIP di Morbegno-Talamona e quello di Gorgonzola-Pessano con Bornago, il Piano della zona industriale di Colón (Panama), il PRG di Sondrio, il PUC di Sanremo, il PTP della Provincia di Sondrio e il PTR della Regione Lombardia. Con D.M. n. 110 del 22 febbraio 2017 è stato nominato professore emerito.

Alberto Clerici - Laureato in Scienze Geologiche all'Università degli studi di Milano, dopo un decennio di attività professionale (in Italia e all'estero) e imprenditoriale, è stato ricercatore presso la stessa università dove ha insegnato Geologia applicata e Rilevamento geologico-tecnico. Dal 2000 insegna Geologia applicata all'Università di Brescia dove, dal 2001, è professore associato nel settore scientifico-disciplinare GEO 05. Ha insegnato anche all'Università di Bergamo. Da più di 10 anni fa parte del CESIA (Centro di studio e ricerca di sismologia applicata e dinamica strutturale) dell'Università di Brescia. Dal 2015 è presidente della Sottocommissione UNI/CT 012 SC 3 per la revisione della normativa sulla progettazione di opere di difesa dalla caduta massi ed è nel Comitato scientifico dei convegni GEOALP. È autore di più di 70 pubblicazioni scientifiche e di diversi testi didattici.

Alessandro Paoletti - Laureatosi all'Università La Sapienza di Roma in Ingegneria meccanica è entrato nel 1967 al Politecnico di Milano e poi all'Università di Pavia. Professore ordinario dal 1980 al 2012 (ora in pensione) di Costruzioni idrauliche presso il Politecnico di Milano, vi ha insegnato anche Impianti speciali idraulici e Idraulica fluviale. Autore di oltre 140 pubblicazioni scientifiche e di oltre 40 libri o capitoli di libri, ha effettuato studi e progetti per enti pubblici e privati (Regioni Lombardia ed Emilia-Romagna, Province di Bergamo, Como, Cremona, Lecco, Comuni, società di gestione del Servizio idrico integrato, Autorità di bacino del Po e dell'Arno, AIPO, EXPO2015, consorzi di bonifica e irrigazione, Commissario straordinario sottosuolo Comune di Napoli e Commissario straordinario emergenza Sarno, società idroelettriche ecc.). È stato coordinatore scientifico di Progetti di ricerca internazionali (UE) e nazionali (MURST). È stato cofondatore e presidente del Centro studi idraulica urbana con sede al Politecnico di Milano (ora all'Università di Brescia). Ha partecipato alla stesura di importanti normative nazionali (MATTM) e regionali (Regione Lombardia) a carattere idraulico.

Sergio Malcevski - Biologo. Ricercatore a r. in Ecologia presso l'Università di Pavia, è stato professore incaricato di Ecologia applicata, Valutazione di impatto ambientale, Valutazione ambientale integrata. Ha partecipato a Commissioni tecnico-scientifiche di livello nazionale e regionale tra cui quella per la VIA del Ministero dell'ambiente. È stato presidente dell'Associazione analisti ambientali e vicepresidente dell'Associazione italiana per l'ingegneria naturalistica. È coordinatore nazionale del CATAP (Coordinamento associazioni tecnico-scientifiche per l'ambiente ed il paesaggio). Ha svolto numerosi lavori professionali nel campo degli studi di impatto ambientale, della Valutazione ambientale strategica, delle infrastrutture verdi e delle reti ecologiche. È autore di oltre 150 pubblicazioni, tra libri tecnici ed articoli scientifici. È stato direttore della rivista "Valutazione Ambientale".

Giovanni Luca Bisogni - Biologo ambientale, dal 1983 ha svolto attività professionale e di consulenza in analisi ecologica territoriale, inserimento ambientale di opere e riqualifica ambientale di aree degradate, sistemi di fitodepurazione-ecosistemi filtro. Ha partecipato a lavori di pianificazione ecologica e delle reti ecologiche (per le Province di Milano, Brescia e Reggio Emilia), di valutazione ambientale (Studio di impatto ambientale per Expo2015; VAS di piani urbanistici e territoriali, tra cui il primo PGT di Milano, il PTCP di Brescia, il PTCP di Cremona e il primo PTA di Regione Lombardia) oltreché stilato relazioni di compatibilità ambientale e studi di incidenza per numerose categorie di opere. Per alcuni anni professore a contratto in Valutazione d'impatto e legislazione ambientale nell'Università di Pavia, è membro del Gruppo di lavoro VAS dell'Associazione analisti ambientali e cofondatore dell'Associazione ResilienceLAB. Autore o coautore di oltre 50 pubblicazioni, attualmente si occupa anche in sede scientifica di resilienza e sostenibilità ambientale.



**Pagine non disponibili
in anteprima**



Anzi - qualche volta per ignoranza, quasi sempre con malizia; ma in ogni caso volendo ignorare le argomentate dimostrazioni di Gobbi e di Chiodi - si volle far passare la speculazione fondiaria per imprenditorialità, così attivando un colossale meccanismo che all'illegittimo lucro del privato associava le più diverse forme di corruzione del sistema politico-amministrativo.

Con apprezzamento e quasi meraviglia ancor oggi ricordiamo le eccezionali voci che allora, qualche volta, si levarono per far chiarezza su quanto accadeva, non ultima ad esempio quella ascrivibile alla sceneggiatura del film *“Le mani sulla città”* che nel 1963, con la regia di Francesco Rosi, trasmise un messaggio non equivoco sull'argomento. O come pure fu, in certa misura, per quella annoverabile al testo della commedia in due atti *“Settimo: ruba un po' meno”* del 1964, dovuta alla penna di Dario Fo.

Ma questa negatività era propria dei Comuni maggiori, tenuti a dotarsi di Piano regolatore generale.

La pletera dei minori, invece, pur potendone - ai sensi della *“Legge urbanistica”* del '42 - dotarsi, si guardarono bene dal farlo.

Tutti essi, insomma, arrivarono all'entrata in vigore, nel '67, della *“Legge ponte”* privi di tale strumentazione. E cioè oggetto della più ampia - pur se assolutamente lecita - *noregulation*, così indicando la più ampia libertà, prima descritta, di edificazione solo temperata dalla regolamentazione edilizia e, in qualche modo, solo mitigata da una - allora - ancora modesta infrastrutturazione dell'extraurbano - più negli impianti tecnologici (cioè: scarsità soprattutto di acquedotti) che nella disponibilità di strade - che, in misura peraltro esigua, contennero l'aggressione alla campagna.

1.6 IL DIMENSIONAMENTO DEL PIANO URBANISTICO COMUNALE GENERALE E LA SPECULAZIONE EDILIZIA

La prima applicazione della *“Legge ponte”* diede risultati modesti.

La reazione del *“sistema”* alla perentorietà del doversi dotare i Comuni di strumento urbanistico comunale generale fu quella di sviluppare tecniche degenerative atte a produrre piani... *“non”*-piani.

La buona applicazione della tecnica urbanistica alla pianificazione, infatti, ha richiesto da sempre che le necessità di nuova edilizia comunale fossero rapportate al fabbisogno per dimostrabile incremento demografico, su di un periodo *“a venire”* di data lunghezza, motivato dalla composizione degli effetti del saldo naturale (differenza tra nati e morti) e di quello sociale (differenza tra immigrati ed emigrati) come sinteticamente desumibile da proiezioni al futuro dell'andamento comunale nel passato⁽³⁰⁾.

⁽³⁰⁾ Cfr. Columbo, 1996a, pp. 63-83.

Non pochi, però, furono gli stratagemmi per continuare a far costruire - anche con alte densità, tramite i “*non*”-piani (nella sostanza) di cui sopra, nelle più diverse plaghe del territorio comunale - in genere riconducibili a previsioni insediative pretestuosamente gonfiate. E così generando una surdimensionata occupazione di suolo extraurbano, in genere ingiustificata - e non necessaria - pur in tempi, come lo erano quelli, di elevati saggi di incremento demografico e di intensi movimenti migratori dal Sud verso il Nord - e, quivi, anche dal Nord-est verso il Nord-ovest - oltreché, ovunque, dalla campagna alla città.

Clamoroso - ma non così raro - fu il caso di Comuni che motivavano le espansioni con l’assoluta necessità di far lavorare a pieno ritmo le (tante) manodopere locali dell’edilizia. Ma, in genere, si ricorreva all’espedito di proiettare al futuro su (troppo) lunghi periodi (anche di più decenni!) la popolazione residente.

E ciò tramite:

- a) l’esponenziale discreta, del tipo:

$$P_n = P_0 (1 + r)^n$$

che coincide, come evidente, con il montante dell’interesse composto discontinuo annuo della matematica finanziaria⁽³¹⁾; oppure

- b) quella continua, del tipo:

$$P_t = P_0 e^{rt}$$

ottenuta dalla integrazione della:

$$1/P_t \cdot dP_t/dt = r$$

dove, con riferimento ad entrambe:

P_n e P_t indicano la popolazione al futuro espressa rispettivamente in un arco temporale discreto (cioè: numero intero di anni) n o continuo t ;

P_0 indica la popolazione iniziale del periodo di calcolo;

r il saggio di variazione della popolazione, in ambedue i casi ipotizzato costante nel tempo;

e , ovviamente, è la base del logaritmo naturale;

per un saggio di variazione r artificiosamente calcolato con riferimento ad un breve - o, addirittura, brevissimo - periodo del passato che manifestasse quanto più elevata tendenza all’incremento.

⁽³¹⁾ Bonora Grassilli, 1998.



**Pagine non disponibili
in anteprima**



trascurati. Ma è soprattutto in termini di “*dinamicità*” che il contributo normativo è risultato importante, a parere di chi scrive, e questo perché i processi geologici, e più in generale tutto ciò che può essere ricompreso nella sfera della geologia in senso lato, vengono normalmente visti, percepiti o immaginati come un qualcosa di statico. La diffusa ignoranza, nel nostro Paese, di questa materia conduce ad una visione falsata dei processi geologici che, in realtà, continuamente ed ovunque interessano la superficie e la crosta terrestre e porta alla mancanza di una visione, appunto, della dinamicità di questi processi, dai quali ci si può difendere solo con la loro conoscenza e con la loro corretta considerazione nella gestione di un territorio.

Un altro merito che va riconosciuto alla vigente normativa lombarda consiste nel fatto che essa fornisce valide indicazioni procedurali tecniche: gli argomenti sono molti, come si è potuto constatare considerando rapidamente - nelle pagine precedenti - la normativa attualmente vigente, e una guida su come condurre l'indagine relativamente ad uno specifico tema può essere di pratica utilità al professionista incaricato dello svolgimento dello studio geologico territoriale. Certamente egli, nel caso di una sua particolare familiarità con determinate procedure ed argomenti, potrà scegliere se integrare alcune tematiche con approcci scientifici differenti, considerando comunque che le indicazioni della norma assicurano una buona qualità allo studio e un'utile omogeneità del livello di approfondimento sulle diverse porzioni del territorio regionale.

3.5 IL RUOLO DELLO STUDIO GEOLOGICO NELLA PIANIFICAZIONE URBANISTICA GENERALE COMUNALE

Una prima, fondamentale e solo apparentemente banale considerazione riguarda l'obiettivo degli studi geologici in materia urbanistica che è, inevitabilmente, quello di collaborare alla gestione del rischio e non può essere, naturalmente, la sua eliminazione. La conoscenza dei diversi processi di pericolosità geologica, inserita in un adeguato quadro normativo, costituisce lo strumento sostanziale per le azioni di prevenzione e di mitigazione necessarie nella pianificazione urbanistica, sempre avendo ben presente che l'obiettivo del rischio nullo non è perseguibile.

Perché lo studio geologico di un territorio abbia davvero un ruolo nel processo pianificatorio è auspicabile che vi siano rapporti continui e fattivi tra le varie professionalità: le informazioni che derivano dallo studio geologico non devono essere presentate in termini impositivi, ma piuttosto illustrate nelle loro componenti genetiche, dimensionali e dinamiche in modo che chi avrà il compito di recepirle possa comprenderne nel dettaglio le implicazioni e possa conseguentemente intervenire con scelte opportune. In altri termini, le prescrizioni derivan-

ti dallo studio geologico non devono sommarsi a quelle tipiche dell'urbanistica, ma devono servire ad - idoneamente - confermare queste. Per contro, gli amministratori comunali e le altre figure professionali è opportuno facciano ogni sforzo per comprendere che le scelte operate dal geologo vengono dettate dalle caratteristiche geologiche dei luoghi e, inoltre, che spesso la normativa non lascia spazio a decisioni di compromesso. Per quanto concerne le caratteristiche geologiche viene da citare, a solo titolo d'esempio, la contestazione (non infrequente) di una segnalazione di pericolosità lungo un pendio sottostante ad una parete rocciosa avente determinate caratteristiche morfologiche e geologico-tecniche, con l'asserzione che in quel luogo non si ha memoria di alcuna caduta di massi; ciò costituisce un'inopportuna ingerenza nel lavoro del geologo il quale, sulla base di indagini di varia natura, può aver colto una pericolosità anche non manifesta ma, per questo, da considerare con ancor più rigore. Si consideri al proposito che la caduta massi costituisce il più frequente problema di natura geologica s.l. in molte porzioni del territorio nazionale e che spesso, come capita anche per altri tipi di movimenti franosi, nella individuazione della sua pericolosità in un determinato luogo sono di fondamentale importanza alcuni segnali premonitori che, proprio per loro natura, sono individuabili solo dallo specialista del settore e possono viceversa sfuggire ad altre professionalità.

Per quanto riguarda invece il ristretto spazio che, almeno su taluni argomenti, viene lasciato dalla normativa, si può citare il caso della presenza di doline. Queste si presentano, in superficie, come avvallamenti di dimensioni varie (orientativamente, pluridecametriche in pianta, metriche in elevazione negativa) conseguenti al processo di dissoluzione, operato dall'acqua e dall'anidride carbonica, del calcare, una roccia di genesi sedimentaria costituita prevalentemente dal minerale calcite (un carbonato di calcio), molto diffusa in aree prealpine, alpine, appenniniche e costiere. Perché si abbia la reazione chimica (nota anche come decarbonatazione, cioè perdita di carbonato) è necessario quindi che sia presente una roccia calcarea e che vi siano sufficienti precipitazioni; l'entità del processo dipende grandemente dalla concentrazione di anidride carbonica presente nell'acqua e questa, a sua volta, è funzione sia della temperatura ambientale sia della presenza di sostanza organica; una morfologia sostanzialmente pianeggiante favorisce ulteriormente il processo. Senza entrare nei dettagli, la formazione di queste tipiche forme carsiche può avvenire secondo almeno due distinte modalità: si differenziano infatti le *doline di crollo*, provocate dal cedimento della sommità di una caverna creatasi a piccola profondità per decarbonatazione di rocce calcaree e le *doline di soluzione*, che si generano, invece, per azione dell'acqua che, percolando in fratture preesistenti nella roccia, le allarga progressivamente nel suo percorso sotterraneo formando via via veri e propri inghiottitoi in superficie.



**Pagine non disponibili
in anteprima**



4.6 IL RISCHIO IDRAULICO E IL TEMPO DI RITORNO

4.6.1 Il rischio alluvionale definito dalla normativa europea e statale

In relazione al continuo incremento della frequenza e gravità degli eventi alluvionali la Direttiva Europea n. 2007/60/CE del 23 ottobre 2007 ha inteso istituire (art. 1) *“un quadro per la valutazione e la gestione dei rischi di alluvioni, volto a ridurre le conseguenze negative per la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche”*.

La definizione di *“alluvione”* riportata nella Direttiva 2007/60/CE è (art. 2): *“l'allagamento temporaneo di aree che abitualmente non sono coperte d'acqua. Ciò include le inondazioni causate da fiumi, torrenti di montagna, corsi d'acqua temporanei mediterranei, e le inondazioni marine delle zone costiere e può escludere gli allagamenti causati dagli impianti fognari”*.

È quindi da sottolineare come la suddetta normativa si riferisca al rischio alluvionale derivante dalle piene dei corpi idrici superficiali naturali e non da insufficienze, più oltre richiamate, delle reti fognarie o di altri reticoli artificiali posti all'interno delle urbanizzazioni.

A differenza di altri Paesi europei, la normativa statale italiana precedente l'emanazione della Direttiva, costituita principalmente dalla Legge 183/1989 e dalla Legge 3 agosto 1998, n. 267, aveva già disposto, attraverso l'istituzione delle Autorità di bacino, la valutazione del rischio determinato da fenomeni idraulici. Questo ha consentito al nostro Paese di trovarsi già pronto, con un progresso percorso tecnico, scientifico ed operativo di grande rilevanza, al recepimento e attuazione della Direttiva, anche nel confronto con gli altri Stati membri.

Nel D. Leg.vo 49/2010 e s.m.i., che ha recepito nel nostro ordinamento la citata Direttiva, il rischio alluvionale ha poi trovato una definizione assai ampia che richiede di considerare - insieme alla probabilità dell'evento - anche la sua pericolosità idraulica, il valore dei beni soggetti all'evento e la loro vulnerabilità. Infatti la definizione di *“rischio alluvionale”* è così indicata (art. 2): *“rischio di alluvioni: la combinazione della probabilità di accadimento di un evento alluvionale e delle potenziali conseguenze negative per la salute umana, il territorio, i beni, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e sociali derivanti da tale evento”*.

Conseguentemente la normativa esprime il rischio idraulico come prodotto della pericolosità idraulica e del danno potenziale in corrispondenza di un determinato evento:

$$R = P \times E \times V = P \times D_p$$

dove:

- R (rischio): possibilità di vittime, persone ferite, danni a proprietà, beni culturali e ambientali, distruzione o interruzione di attività economiche, in conseguenza del fenomeno naturale di assegnata intensità;
- P (pericolosità): probabilità di accadimento, all'interno di una certa area e in un certo intervallo di tempo, del fenomeno naturale di assegnata intensità;
- E (elementi esposti): persone e/o beni (abitazioni, strutture, infrastrutture, ecc.) e/o attività (economiche, sociali, ecc.) esposte all'evento naturale;
- V (vulnerabilità): grado di capacità (o incapacità) di un sistema/elemento a resistere all'evento naturale;
- D_p (danno potenziale) = $E \times V$: grado di perdita prevedibile a seguito di un fenomeno naturale di data intensità, funzione sia del valore che della vulnerabilità dell'elemento esposto.

Le norme di riferimento individuano, inoltre, una serie di scenari in base ai quali effettuare la mappatura della pericolosità P da alluvione:

- scenario P1: scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi. Alluvioni rare di estrema intensità: tempo di ritorno fra 200 e 500 anni;
- scenario P2: media probabilità di alluvioni. Alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno fra 100 e 200 anni;
- scenario P3: elevata probabilità di alluvioni. Alluvioni frequenti: tempo di ritorno fra 20 e 50 anni.

Inoltre, ai fini della valutazione della pericolosità idraulica occorre considerare che ben differenti possono essere i danni, a parità di presenza di acque alluvionali, in relazione all'entità dell'altezza idrica e della velocità di deflusso delle acque costituenti l'allagamento. Conseguentemente il D. Leg.vo 49/2010 richiede di individuare, per ogni scenario di pericolosità, almeno i seguenti elementi:

- a) estensione dell'inondazione;
- b) altezza idrica o livello;
- c) caratteristiche del deflusso (velocità e portata).

Si può notare quindi come, pur in presenza di elevata pericolosità P , il rischio R possa essere molto ridotto se sono bassi i danni D_p ; al limite, un'area anche intensamente allagabile può avere rischio $R = 0$ se è totalmente priva di insediamenti di beni o della presenza di persone. Ad esempio gli alluvionamenti, acquitrini e paludi che nel passato caratterizzavano taluni territori privi di capacità naturale di scolo delle acque sono stati presi in considerazione per le opere di bonifica idraulica solo quando è emerso il loro interesse da parte dell'uomo per insediamenti e conseguenti usi del suolo.

Appare evidente come la valutazione del rischio R comporti non poche difficoltà per la complessità e la articolazione delle azioni da svolgere ai fini di

un'adeguata quantificazione delle suddette caratteristiche idrauliche che determinano la pericolosità P dell'allagamento e dei fattori di valutazione degli elementi esposti E e della loro vulnerabilità $V^{(10)}$.

Ovviamente non è questa la sede per descrivere le complesse procedure utilizzate per le mappature territoriali della pericolosità e dei danni potenziali e quindi del rischio di alluvione. Ma è da sottolineare come ora siano disponibili, pur con differenti gradi di dettaglio rappresentativo, i PGRA (Piani di gestione del rischio alluvionale) emanati dalle Autorità di distretto idrografico (istituite per effetto del medesimo D. Leg.vo 49/2010 riformando le precedenti Autorità di bacino) contenenti la mappatura delle aree soggette a rischio alluvionale, classificate utilizzando la seguente matrice (Tabella 4.1) nelle quattro classi: $R1$ = rischio moderato o nullo, $R2$ = rischio medio, $R3$ = rischio elevato, $R4$ = rischio molto elevato da individuare in funzione di tre classi di pericolosità ($P1$, $P2$, $P3$) e di 4 classi di danno potenziale ($D1$, $D2$, $D3$, $D4$).

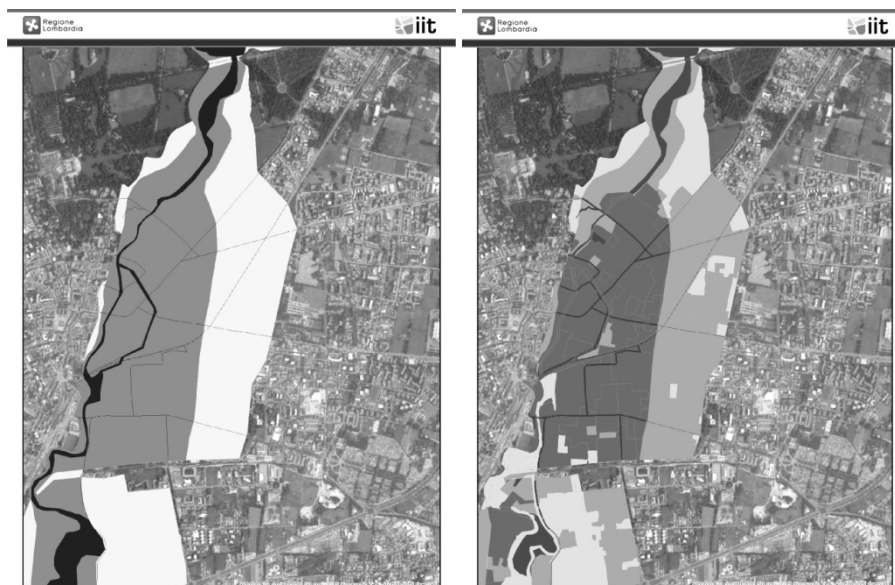
Tabella 4.1 - Classificazione del rischio in base alle classi di pericolosità idraulica e di danno (Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare - Documento conclusivo tavolo tecnico Stato-Regioni, gennaio 2013, aggiornamento 2015)

CLASSI DI RISCHIO		CLASSI DI PERICOLOSITÀ				
		$P3$		$P2$		$P1$
CLASSI DI DANNO	$D4$	$R4$		$R4$	$R3$	$R2$
	$D3$	$R4$	$R3$	$R3$		$R2$ $R1$
	$D2$	$R3$	$R2$	$R2$		$R1$
	$D1$	$R1$		$R1$		$R1$

Nella Figura 4.11 sono riportati esempi delle cartografie della pericolosità idraulica e del rischio redatte dalla Regione Lombardia⁽¹¹⁾.

⁽¹⁰⁾ Si consulti a questo proposito: Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare (2013) - Documento conclusivo tavolo tecnico Stato-Regioni.

⁽¹¹⁾ Le mappe della pericolosità e del rischio si trovano nel Geoportale della Regione Lombardia.



Legenda della Figura 4.11:

(Mappa della pericolosità) Delimitazione delle aree allagabili:

P3 o H – Alluvioni frequenti (Tr 20-50 anni) – **colore scuro** (nero)

P2 o M – Alluvioni poco frequenti (Tr \geq 100-200 anni) – **colore intermedio** (grigio)

P1 o L – Alluvioni rare di estrema intensità (Tr > 500 anni) – **colore chiaro** (bianco)

(Mappa del rischio) Rischio al quale sono soggetti gli elementi ricadenti entro aree allagabili:

R4 – Rischio molto elevato – **colore più scuro** (viola)

R3 – Rischio elevato – **colore scuro** (rosso)

R2 – Rischio medio – **colore chiaro** (arancione)

R1 – Rischio moderato – **colore più chiaro** (giallo)

Figura 4.11 - Esempio di mappa della pericolosità idraulica (a sinistra) e del rischio (a destra) nel territorio urbano di Monza (tratte dal sito ufficiale Geoportale della Lombardia a cui si rinvia per i colori originali)

Ed è anche molto importante richiamare il concetto di “*gestione*” del rischio alluvionale contenuto nella Direttiva e nella conseguente legislazione statale. Il D. Leg.vo 49/2010 prevede infatti che i PGRA comprendano tutti gli aspetti della gestione del rischio di alluvioni, in particolare la prevenzione, la protezione e la preparazione, compresi la previsione di alluvione e il sistema di allertamento statale. I piani di gestione possono anche comprendere la promozione di pratiche adatte di uso del suolo, il miglioramento delle azioni di ritenzione delle acque, nonché l’inondazione controllata di certe aree in caso di fenomeno alluvionale.

La pianificazione del rischio alluvionale non è quindi solo una pianificazione degli interventi di mitigazione del rischio, peraltro indispensabile, ma è anche la



**Pagine non disponibili
in anteprima**



4.11 ANALISI DI CASI REALI

Sono qui sinteticamente presentati alcuni significativi casi reali di gestione delle acque nei territori urbanizzati soprattutto per quanto riguarda il contenimento del rischio idraulico per eventi di alto tempo di ritorno. In particolare sono esposti alcuni studi o progetti di controllo delle piene in ambiti territoriali di superficie progressivamente decrescente dalla scala di bacino (fiume Seveso a Milano), a quella di una cittadina di medie dimensioni (Seregno nel territorio nord milanese), a quella di intervento locale (sito dell'Esposizione universale EXPO2015 a Milano). Si tratta di esempi ricadenti nel territorio lombardo sia per l'esperienza personale di chi scrive, sia perché riguardano ambiti ove l'urbanizzazione si è sviluppata nel corso dei decenni ai massimi livelli europei e dove quindi le criticità idrauliche sono particolarmente gravi e frequenti.

4.11.1 Piano del rischio idraulico del bacino del fiume Seveso

Sono qui riportati in rapida sintesi i risultati degli studi di base sul fiume Seveso condotti per conto dell'Autorità di bacino del Po, di Regione Lombardia e di AIPO (Agenzia interregionale per il fiume Po)⁽²⁷⁾, nonché i contenuti delle successive progettazioni delle aree di laminazione sul Seveso predisposte per conto di AIPO⁽²⁸⁾.

Le criticità idrauliche attuali

Il bacino del fiume Seveso è, come notorio, in condizioni assai critiche in relazione all'estensione delle aree urbanizzate ed alle restrizioni di capacità idraulica in molti suoi tratti, soprattutto nel tratto intubato di valle che attraversa la città di Milano.

La criticità del Seveso era già ben presente anche un secolo fa pur in presenza di un livello di urbanizzazione ben minore di quello attuale, tanto che il Comitato coordinatore delle acque nel 1938 documentò che nel decennio 1925-1935 erano avvenute ben 255 esondazioni a Milano e nei comuni a monte e valle di Milano. Da allora la crescente urbanizzazione - soprattutto nel secondo dopoguerra - ha ulteriormente esaltato la gravità del problema e parallelamente la difficoltà di individuare soluzioni tecniche condivise tra amministratori, tecnici e portatori di interessi diversi e talora contrastanti.

⁽²⁷⁾ Cfr. Autorità di bacino del fiume Po, 2004; AIPO - Agenzia interregionale per il fiume Po, 2011a.

⁽²⁸⁾ Cfr. AIPO - Agenzia interregionale per il fiume Po, 2013-2015 e 2014-2016.

Le ricorrenti crisi del sistema ne danno precisa e talvolta drammatica testimonianza (Figura 4.44). Secondo i dati disponibili, a Milano dal 1976 ad oggi si sono avute oltre 100 esondazioni (in media 2,6 esondazioni all'anno). Negli ultimi anni sono stati particolarmente critici il 2010, durante il quale si sono verificate ben 8 esondazioni, di cui particolarmente grave quella del 18 settembre, e il 2014, con ben 8 esondazioni tra cui quelle dell'8 luglio e del 15 novembre in cui si sono generate portate massime prossime a 100 anni di tempo di ritorno, che hanno causato diverse gravi situazioni di allagamento (non solo a Milano-Niguarda ma anche in altri comuni lungo l'asta del Seveso).



Figura 4.44 - Allagamenti a Milano (sopra: anni Settanta; sotto: 8 luglio 2014)

Il Seveso nasce alle falde del monte Pallanza nel territorio del Comune di San Fermo della Battaglia (CO), nelle vicinanze del confine svizzero con il Canton Ticino, sul versante meridionale del Sasso Cavallasca, in provincia di Como, circa a quota 490 m s.l.m.; tocca vari centri abitati della Brianza ed entra in Milano fino ad unirsi con il naviglio della Martesana all'interno della città di Milano in prossimità di via Melchiorre Gioia.

La superficie complessiva del bacino del Seveso, chiuso all'ingresso nel tratto tombinato di Milano in via Ornato (Figura 4.45), è pari a circa 226 km², 100 dei quali di aree urbane (44%). Il sottobacino idrografico del torrente Certesa, affluente principale del Seveso, è pari a circa 72 km².

Una sezione idraulicamente importante è quella di presa del Canale scolmatore di nord-ovest (CSNO), ubicata a Palazzolo (Comune di Paderno Dugnano) poco a nord di Milano, ove il bacino idrografico ha un'estensione di circa 190 km², il 40% dei quali in aree urbane, essenziale opera idraulica costruita nella seconda metà del secolo scorso per intercettare e deviare fino al fiume Ticino parte delle portate di piena del Seveso e di tutti i corsi d'acqua del territorio compreso tra il Seveso e il fiume Olona che da nord a sud scorrono verso Milano.



**Pagine non disponibili
in anteprima**



1. gli indici a valenza ecologica ampia, che oltre al valore associabile alla componente ecosistemica rendono conto anche di un valore ambientale (associabile alle aree) più ampio che comprende anche altre funzionalità come quella della permeabilità idraulica, o della bonifica dei suoli inquinati, o quella legata alla mobilità “dolce” locale. Indici di questo tipo, oltre alle competenze di natura ecosistemica, richiedono in fase progettuale le competenze relative alla natura ingegneristica e architettonica delle opere associate; tra i molti strumenti di questo tipo si presenta al paragrafo 5.2.2 il metodo BAF;
2. indici a valenza ecosistemica specifica, che rendono conto in modo diretto del valore della biodiversità e della funzionalità delle unità ecosistemiche coinvolte; tra i molti indici di questo tipo, ampiamente prodotti in passato nella storia della Valutazione di impatto ambientale, si presenta al paragrafo 5.2.3 il metodo STRAIN.

5.2.2 Il metodo BAF

Un indice a valenza ecologica ampia, che ha già trovato numerose applicazioni, è il Biotope Area Factor (BAF) che si propone come strumento di accompagnamento al processo di progressiva riqualificazione ecologica e di adattamento urbano.

Il BAF appartiene alla famiglia dei numerosi coefficienti urbanistici a carattere ambientale messi a punto e impiegati nella corrente gestione da numerose città europee e nordamericane con il preciso scopo di migliorare il livello di resilienza e sostenibilità nell’attuazione dei progetti di trasformazione urbana. Il metodo è stato adottato fin dal 1994 dalla città di Berlino; il fattore rappresenta una norma ecologica applicabile ai progetti di riqualificazione, ristrutturazione e nuova costruzione.

Il BAF è finalizzato a reperire in un ambito destinato a interventi di nuova edificazione o riqualificazione di urbanizzazioni esistenti un quantitativo minimo di superfici, secondo la distribuzione più efficace, che siano in grado di:

- garantire e migliorare il microclima urbano e la salubrità dell’aria;
- garantire e sviluppare le funzioni dei suoli e la gestione sostenibile delle risorse idriche;
- creare e valorizzare gli spazi vitali per la fauna e la flora urbane;
- migliorare la qualità dell’ambiente di vita urbano.

Questi indici possono quindi essere considerati come un vero e proprio “*fattore di servizio ecosistemico*” delle trasformazioni urbanistiche, diventando una specifica strategia urbana di adattamento e resilienza per le aree densamente urbanizzate.

A livello generico applicando il fattore di calcolo si dovrebbe ottenere, al termine di una trasformazione urbanistica, un livello complessivo di servizio ecosistemico pari o, sperabilmente, superiore a quello anteriore all'intervento. Ciò non significa dover per forza agire solo sui rapporti di copertura o sugli indici di permeabilità. Vi sono infatti casi di operazioni di densificazione di isolati urbani che, a fronte di incrementi di copertura del suolo, hanno potuto garantire maggiori quote di servizio ecosistemico derivante da particolari accorgimenti progettuali quali ad esempio tetti verdi o verde verticale, oppure sistemi di raccolta e riciclo delle acque meteoriche.

Il vantaggio che si ha utilizzando la metodologia proposta è che il progettista ha un valore obiettivo di servizio ecosistemico da raggiungere, partendo da quello ottenuto allo stato di fatto sull'area di intervento, ed ha a disposizione una lista di elementi che contribuiscono in misura differente ad arrivare al valore obiettivo richiesto tra i quali selezionare quelli che meglio si adattano al tipo contingente di trasformazione.

I vantaggi che si ottengono dall'uso del fattore di servizio ecosistemico sono legati sia a benefici micro connessi alla scala dell'intervento e alle sue potenzialità di influire sul contesto circostante, sia a benefici macro che possono esplicitarsi, ad esempio, nella monetizzazione della quota di fattore obiettivo che non si riesce a raggiungere da destinarsi alla realizzazione di interventi sugli spazi pubblici (ad es. *rain gardens* o bacini di ritenuta delle acque meteoriche, ecc.). In alcuni casi potrebbe anche essere definito *a priori* che i vantaggi ottenibili da una determinata trasformazione non siano da legare all'ambito di intervento, ma a modificazioni degli spazi pubblici circostanti.

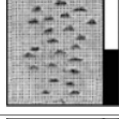
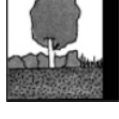

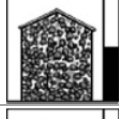
Il calcolo del coefficiente è basato su un semplice rapporto:

$$\text{BAF} = \frac{\text{area ecologicamente efficace}}{\text{area del lotto (territoriale o fondiaria) di intervento}}$$

Le “*aree ecologicamente efficaci*” sono previste in una specifica tabella e per ognuna di esse è definito un fattore di ponderazione. L'estensione di ciascuna tipologia di superficie viene quindi moltiplicata per i rispettivi coefficienti.

Tabella 5.2 - BAF: abaco dei coefficienti di valore ecologico per la definizione della superficie ecologicamente efficace per le diverse tipologie di superficie interessata

Coefficiente di valore ecologico (CEE) per tipologia di superficie (m²)

Tipo di superficie		CEE
Superfici impermeabili Superfici prive di vegetazione con rivestimento impermeabile all'aria e all'acqua (calcestruzzo, asfalto, pavimentazione sigillata)		0,0
Superfici semi-permeabili Superficie parzialmente permeabile all'aria e all'acqua senza vegetazione (come mattone, pavimenti a mosaico, ecc.)		0,3
Superfici semi-aperte Superfici con vegetazione e con rivestimento permeabile per l'aria e l'acqua (rivestimenti con pietre/sabbia, clinker) È prevista l'infiltrazione di acqua di pioggia		0,5
Superfici con vegetazione su solette (scollegate dal suolo sottostante) Superfici verdi su coperture di piani terra o garage sotterranei con spessore di terra vegetale ≤ 80 cm		0,5
Superfici con vegetazione su solette (scollegate dal suolo sottostante) Superfici verdi su coperture di piani terra o garage sotterranei con spessore di terra vegetale ≥ 80 cm		0,7
Superfici con vegetazione strutturata in piena terra Superfici verdi in piena terra disponibili per lo sviluppo di flora e fauna. Presenza di alberi, arbusti e superfici erbacee con buona diversità ecosistemica		1,0
Infiltrazione di acqua piovana per m² di area di tetto Infiltrazione di acqua piovana per il riempimento di acque freatiche; infiltrazione su superfici con vegetazione esistente		0,2
Vegetazione verticale fino a 10 m di altezza Vegetazione che copre i muri e muri esterni senza finestre; viene presa in considerazione l'altezza effettiva fino a 10 m		0,5
Copertura a verde pensile (tetto verde) Copertura estensiva e intensiva dei tetti con la vegetazione		0,7

Fonte: City of Berlin (no date) Biotope Area Factor. Available at: http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/landschaftsplanung/bff/index_en.shtml

Il *target* di riferimento del valore dell'indice differisce a seconda che si debba