



CITTA' DI TORINO

Servizio Centrale Consiglio Comunale – Centro di Documentazione

Ricerca sull'Ambiente

L'approccio ecologico allo studio dello sviluppo urbano

I N D I C E

Introduzione	3
--------------	---

Capitolo primo Quadro normativo

1. La nozione normativa di 'ambiente'	5
2. L'ambiente nell'ordinamento comunitario	5
3. L'ambiente nella Costituzione italiana	7
4. L'ambiente nella legge ordinaria italiana	8
4.1 <i>Il Codice Civile ed il Testo Unico delle Leggi Sanitarie</i>	
4.2 <i>Il decreto legislativo n. 152 del 2006: sintesi generale delle materie disciplinate</i>	
4.3 <i>La gestione dei rifiuti nel decreto legislativo n. 152 del 2006</i>	
4.4 <i>Il servizio di gestione integrata dei rifiuti urbani nel decreto legislativo n. 152 del 2006</i>	
4.5 <i>La legge regionale Piemonte n. 24 del 2002 e la sua vigenza transitoria</i>	

Capitolo Secondo La città come sistema sociale, economico, biologico

1. Gli approcci sistemici alla città	20
2. La città come ecosistema urbano	21
3. La gravitazione urbana	21
4. La trasformazione delle città come sistema di consumi	22
5. La città come sistema di produzione	23
6. Gli aspetti biologici della città	24
7. L'aspetto ecologico dell'urbanizzazione	25
8. I limiti alla crescita della città	26
9. La città come habitat di organismi	27
10. La città come habitat di persone. L'ecologia umana	27
11. Gli approcci integrati bio-socio-fisici alle città	28

Capitolo Terzo Gli effetti dell'urbanizzazione sull'ambiente atmosferico e idrologico

1. L'ambiente atmosferico di una città	30
2. Gli effetti dell'ambiente urbano sul clima locale	31
3. La radiazione solare	32
4. l'effetto isola di calore urbana	33
5. L'ambiente urbano e il consumo di energia degli edifici	34
6. Il miglioramento della prestazione energetica negli edifici urbani	35
7. La forma della città e la sua influenza sul clima locale	36
8. Il piano energetico della città	37
9. Le modificazioni del ciclo idrologico naturale	38
10. Le acque sotterranee nel ciclo idrologico urbano	39
11. Gli effetti complessivi dell'urbanizzazione sul sistema idrologico naturale	41
12. L'analisi e la previsione del bilancio idrologico urbano	42
13. La previsione dei cambiamenti idrologici nelle città	45
14. Il rapporto città-fiume, il recupero delle fasce fluviali e i parchi fluviali urbani	45

15. I migliori esempi europei di rapporto città-fiume: progetto River Links	47
---	----

Capitolo Quarto L'inquinamento atmosferico

1. Le conseguenze globali della modificazione dell'atmosfera urbana	49
2. Le conseguenze locali della modificazione dell'atmosfera urbana	49
3. I contaminanti atmosferici	51
4. Il problema sostanziale relativo alla qualità dell'aria: i trasporti urbani	52
5. Gli effetti sulla qualità dell'acqua: i sedimenti	53
6. Gli effetti sulla qualità dell'acqua: i soluti	55

Capitolo Quinto Problemi, contraddizioni e prospettive ambientali della città

1. la crisi della città: dinamiche e contraddizioni	57
2. I problemi e le contraddizioni delle città europee	59
3. I consumi di energia urbani. Il risparmio energetico	61
4. Il risparmio energetico attuabile negli edifici urbani attraverso il regolamento edilizio	63
4.1 <i>Le disposizioni che riguardano i nuovi interventi edilizi e le ristrutturazioni</i>	
4.2 <i>Utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili e incentivazione del risparmio energetico</i>	

Capitolo Sesto Le caratteristiche termodinamiche e le proposte per una città sostenibile

1. La città come sistema termodinamico complesso e dissipativi	66
2. Le ipotesi di progetto per una città sostenibile	67
3. Le strategie attuate a scala mondiale ed europea per migliorare la vita nelle città	69
4. La gestione urbana sostenibile	70
5. I trasporti urbani sostenibili	70
6. L'edilizia sostenibile	71
7. La progettazione urbana sostenibile	71
8. Alcune esperienze urbane:	72
8.1 <i>Il progetto Seattle (USA)</i>	
8.2 <i>L'ecopiano di Reggio Emilia</i>	
8.3 <i>Il piano regolatore di Napoli</i>	

Bibliografia	76
--------------	----

Introduzione

La complessità nelle politiche ambientali

Si possono definire le politiche ambientali, come un insieme di mezzi utilizzati per regolare l'impatto dell'attività produttiva dell'uomo sull'ambiente in cui esso vive ed opera. Di ciò l'opinione pubblica ne ha una percezione ancora scarsa e spesso confusa.

Le politiche ambientali, richiedono una conoscenza del territorio, della popolazione residente, delle risorse naturali e delle sostanze inquinanti. Questa conoscenza è il presupposto necessario per l'utilizzazione di ogni strumento economico e per l'applicazione di ogni normativa nazionale o internazionale di tutela ambientale.

Negli ultimi decenni la questione ambientale ha accentuato la conflittualità attorno alla formazione delle politiche e alla totalità degli interventi.

La difficoltà principale, dell'intervento pubblico a tutela dell'ambiente, viene ancora individuata nella considerazione che, a livello decisionale, i problemi vengono affrontati 'a compartimenti', mentre si è rivelato impossibile, anche nei territori più sensibili ed attenti, realizzare una politica ambientale efficace senza ogni necessario ed adeguato coordinamento con le politiche riguardanti l'energia, i trasporti e le attività produttive del territorio interessato.

La tutela giuridica che oggi l'ambiente riceve è invece quella rivolta alle "aree protette" (parchi, aree marine protette e riserve naturali), ove la ratio e la funzione della regolamentazione è sempre più rivolta ad associare alle strategie di conservazione della natura, del paesaggio e della diversità biologica politiche di trasformazione territoriale e di valorizzazione del patrimonio culturale in un'ottica di sviluppo sostenibile, sociale ed economico.

L'elaborazione di ogni nuova sfida e modello per le aree protette è rivolta, infatti a costruire la rete di sostenibilità per la gestione partecipata del territorio.

La consapevolezza della crescente complessità del governo della realtà territoriale ha portato e tuttora sollecita in maniera crescente la necessità del confronto tra scienze e competenze diverse, in quanto la sperimentazione e la condivisione di esperienze sono ormai le premesse fondamentali riconosciute per la realizzazione di qualsiasi obiettivo di tutela del patrimonio naturale e culturale.

I criteri più attuali di approccio alla materia hanno inoltre evidenziato il ruolo delle "Direttive quadro" comunitarie, la loro funzione di normalizzazione degli assetti giuridici ed economici degli Stati membri in materia di ambiente, e rilevato la difficoltà di formulare un concetto giuridico unitario dell'ambiente.

Dalla distinzione tra modelli nazionali ed europei emergono, ancora, e con sempre maggiore frequenza, le difficoltà che il moderno giurista dell'ambiente incontra nell'affrontare ogni particolare settore giuridico ambientale senza l'approccio multidisciplinare necessario per evitare rappresentazioni della realtà soltanto parziali, ma soprattutto inadeguate a comprendere, ed eventualmente ad intervenire nel complesso ambito della tutela ambientale.

E' in questa prospettiva di complementarità che bisogna cercare di capire il senso di quella domanda di pianificazione che sembra nascere dal cuore stesso dei problemi ambientali e che prende forme e motivazioni diverse: dalle rivendicazioni espresse dai movimenti ambientalisti per politiche più puntuali di controllo ambientale, alle esigenze di efficienza e razionalità avvertite da settori più o meno vasti dell'amministrazione pubblica, alle richieste di regole e scelte chiare per tutti avanzate dagli operatori economici e più in generale dal mercato, alle attese implicite nella domanda d'ambiente dell'opinione pubblica.

Ed è una domanda che ha trovato, anche in Italia riscontro in numerosi provvedimenti normativi (piani paesistici, piani di bacino, piani del traffico e dei parcheggi, piani delle aree protette, piani di risanamento idrico, piani di risanamento acustico). Questi riscontri normativi, in larga misura, così come le domande sociali da cui traggono origine, corrispondono a ciò che si osserva negli altri paesi europei, nonostante le grandi diversità politiche, istituzionali, sociali e culturali. Le innovazioni tentate o proposte prendono strade diverse a seconda della filosofia di governo del territorio e, in particolare del ruolo che si intende assegnare alla pianificazione.

Due posizioni sembrano contrapporsi: da una parte quella di chi coltiva l'illusione di una pianificazione che si colloca sopra ai processi reali, piegando la razionalità del mercato alla razionalità dei piani; dall'altra quella di chi pensa alla pianificazione dentro ai processi di trasformazione continua della città e del territorio, in un contesto dinamico e interattivo.

L'adesione a questo secondo punto di vista, evidenzia Roberto Gambino in "Conservare, innovare", nasce anche dal riconoscimento dell'irriducibile complessità dei processi di urbanizzazione e di trasformazione territoriale, e dalla connessa necessità di rivalutare la "riflessività" sociale. Si tratta in questa visione di riconoscere la soggettività del territorio e dei suoi attori, spostando il più possibile le responsabilità di governo sugli abitanti e favorendo i processi d'identificazione e d'approvazione collettiva che ne fanno parte integrante.

Frederick Steiner nella prefazione al testo "Costruire il paesaggio", sottolinea che possiamo imparare dall'ambiente a pianificare i cambiamenti creando ambienti vivibili e proteggendo quelli naturali. I nostri desideri di consumare ciò che è necessario oltre a ciò che è superfluo, hanno effetti sul livello di risorse utili a soddisfare quelle domande, e sui caratteri dei paesaggi che sono fonte e recapito di quelle risorse. Viviamo nel primo secolo urbano. Per la prima volta nella storia dell'umanità metà della popolazione mondiale vive in Regioni metropolitane e, in futuro, ancora più persone si sposteranno verso le città.

Ci sono diverse proiezioni sui trend relativi alle nascite e alla composizione della popolazione, tutti concordano nel suggerire che sempre più persone vivranno all'interno di regioni urbano-metropolitane sempre più grandi. L'Italia ha basato il proprio sviluppo storico sulle città, prima del resto del mondo, e continua a sperimentare sia la crescita urbana che suburbana.

Il movimento di popolazione verso le città produce il cambiamento di spazi naturali e rurali in urbani e suburbani.

Anche i processi ambientali globali guidano le trasformazioni del paesaggio. I trend dei cambiamenti climatici sono ben conosciuti. L'aumento del biossido di carbonio nell'atmosfera ha prodotto cambiamenti della piovosità, della nuvolosità, dell'intensità dei venti e della temperatura.

Quanto più sappiamo di questi effetti locali e globali, tanto più possiamo progettare i piani urbanistici e regionali, per mitigarne le conseguenze.

Noi interagiamo con gli altri e con l'ambiente fisico. Esistiamo all'interno di un insieme complesso di interazioni, ovvero viviamo in un mondo ecologico.

Imparare a percepire il mondo come un sistema di interazioni senza fine, è imparare a pensare ecologicamente a ciò che ci circonda. In campo economico, il punto di vista dell'ecologia ci obbliga a pensare un sistema di relazioni più complesso di quello che lega la domanda all'offerta.

Queste riflessioni impongono di ripensare i modi di vedere l'economia, la politica, gli affari e suggeriscono un approccio ambientale alla pianificazione e alla progettazione urbanistica.

Capitolo primo

Quadro normativo

1. Nozione normativa di ‘ambiente’

Le origini della nozione normativa di ‘ambiente’ non sono il frutto della tradizione legislativa nazionale. La definizione in parola, infatti, deriva dal settore specifico della valutazione di impatto ambientale, di cui al **decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 27 dicembre 1988, allegato I, che ha recepito la direttiva 1985/337/Ce**. Ora, secondo tale direttiva, l’ambiente è: l’uomo, la fauna, la flora; il suolo, l’acqua, l’aria, il clima ed il paesaggio; i beni materiali ed il patrimonio culturale; l’interazione tra tutti i precedenti fattori. Dunque, per l’ordinamento giuridico, la nozione di ‘ambiente’ è comprensiva di tutte le componenti naturalistiche ed antropiche di una realtà territoriale, nonché delle interazioni tra queste ed il sistema ambientale considerato nella sua globalità.

Sulla scorta di questa definizione, si coglie come la disciplina del diritto ambientale si occupi di proteggere l’ambiente dalle attività umane che possano arrecare danni alla situazione esistente ed alle potenzialità che l’ambiente offre alle generazioni attuali e future, influenzando sulla qualità della loro vita. L’evoluzione di tale concetto, peraltro, ha sviluppato la coscienza della limitatezza e della esauribilità dei beni della Terra, che devono dunque essere considerati dalla legge in termini di protezione giuridica di tutti i loro componenti.

2. L’ambiente nell’ordinamento comunitario

Il Trattato U.E. individua le previsioni direttamente applicabili in materia di tutela dell’ambiente agli artt. 174, 175 e 176.

L’art. 174 del Trattato U.E. prevede che la politica comunitaria in materia ambientale debba contribuire a perseguire obiettivi di salvaguardia, tutela e miglioramento della qualità dell’ambiente; di protezione della salute umana; di utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali; di promozione sul piano internazionale di misure destinate a risolvere i problemi dell’ambiente a livello regionale o mondiale. L’articolo in parola stabilisce altresì che la politica comunitaria in materia ambientale debba mirare ad un elevato livello di tutela, avuta precisa contezza della diversità delle situazioni nelle varie regioni dell’Unione Europea. Sono inoltre riconosciuti i principi della precauzione statale a tutela dell’ambiente e della rifusione dei danni ambientali, in base allo schema “chi inquina paga”.

Secondo il primo criterio, le misure comunitarie di armonizzazione, rispondenti ad esigenze di protezione dell’ambiente, comportano, nei casi opportuni, una clausola di salvaguardia che autorizza gli Stati membri ad adottare, per motivi ambientali di natura non economica, provvedimenti tutelari provvisori e precauzionali. Essi sono poi soggetti ad una successiva procedura di controllo da parte dell’Unione Europea. Il secondo criterio valorizza la tutela ambientale apprestata dal precedente, ancorando il risarcimento del danno all’ambiente al mero fatto oggettivo dell’inquinamento.

In particolare, la giurisprudenza italiana, uniformandosi a quella comunitaria, ha ritenuto che quest’ultimo criterio non contrasti con il principio fondamentale di ragionevolezza e proporzionalità della sanzione, soprattutto se si considera che la portata economica della reintegrazione ambientale è generalmente commisurata a quella dell’inquinamento, sicché nel soggetto che inquina si presuppone una capacità economica tale da consentirgli di affrontare anche le spese di risanamento. Ne consegue che le norme nazionali richiamanti l’applicazione di questo principio sono ritenute legittime, poiché non operano alcuna discriminazione irragionevole tra i soggetti che posseggono e quelli che non posseggono la capacità economica di affrontare le spese di una bonifica ambientale¹.

¹ Cfr., *ex multis*: Cass. Pen., Sez. III, sent. n. 35501 del 2003; Cass. Pen., Sez. III, sent. n. 2662 del 2004; conformi a Corte di Giustizia Ce, Sez. V., 29 aprile 1999, in causa C-293/97.

L'art. 175 del Trattato U.E. dispone che il Consiglio decida in merito alle azioni che devono essere intraprese per realizzare gli obiettivi di politica ambientale, adottando: disposizioni aventi principalmente natura fiscale; misure incidenti sull'assetto territoriale, sulla gestione quantitativa delle risorse idriche o aventi rapporto diretto od indiretto con la disponibilità delle stesse, sulla destinazione dei suoli, ad eccezione della gestione dei residui; nonché misure aventi una sensibile incidenza sulla scelta di uno Stato membro tra diverse fonti di energia e sulla struttura generale dell'approvvigionamento energetico del medesimo.

L'art. 176 del Trattato U.E. prevede che i provvedimenti comunitari di tutela dell'ambiente, adottati per raggiungere gli obiettivi indicati nei precedenti articoli 174 e 175, non impediscano ai singoli Stati membri la possibilità di mantenere e di adottare misure tese a garantire una protezione ambientale ancora maggiore.

Ferma questa disciplina di principio contenuta nel Trattato U.E., si riscontra come la concreta applicazione della correlativa politica europea, in ordine alla salvaguardia ed al miglioramento della qualità dell'ambiente, si svolga entro la cornice dello sviluppo sostenibile. Ne consegue che gli obiettivi di sostenibilità andranno visti come vincolati verso la ricerca e l'implementazione, ad esempio, di tecnologie ambientali. In questo senso si leggono le scelte contenute nel Sesto Programma europeo in materia ambientale, adottato con **decisione del Parlamento europeo e del Consiglio 2002/1600/Ce**, che definisce le aree prioritarie di intervento comunitario per il periodo 2002-2010. Questo programma ruota attorno a quattro aspetti fondamentali: il cambiamento climatico e l'ambiente; la salute; la natura e la biodiversità²; la gestione delle risorse naturali.

Già il Quinto Programma europeo di azione per l'ambiente, denominato "Per uno sviluppo durevole e sostenibile", introduceva nuove misure per il recepimento delle istanze ambientali nelle politiche proprie di altri settori. Ciò sulla base della valutazione globale per cui, nonostante gli innegabili progressi nell'abbattimento dei livelli di inquinamento in alcune aree a rischio, come quelle metropolitane, l'ambiente continuerà a deteriorarsi, a meno di: ulteriori migliorie nell'attuazione della legislazione ambientale nei vari Stati membri; una migliore integrazione dell'ambiente nelle politiche economiche e sociali che esercitano pressioni su di esso; una maggiore responsabilizzazione di cittadini e parti interessate nei confronti dell'ambiente; un rinnovato impulso a tutte le misure volte ad affrontare i problemi ambientali emergenti.

È questo il contesto in cui ha preso corpo il Sesto Programma europeo di azione per l'ambiente, che stabilisce gli obiettivi e le priorità ambientali costituenti parte integrante della strategia comunitaria in materia di sviluppo sostenibile. Il Programma persegue il fine di migliorare l'applicazione della legislazione ambientale degli Stati membri, conformemente ai principi del Trattato U.E., sia mediante il ruolo della Corte di Giustizia europea, chiamata ad assicurare il rispetto del diritto comunitario nell'interpretazione e nell'applicazione dei trattati e degli atti normativi derivati³, sia mediante una politica di informazione pubblica in cui inadempienti e non sono segnalati per nome e lodati o biasimati secondo i casi (*name, fame, shame*).

² Per 'biodiversità', traduzione italiana del termine inglese '*biodiversity*', si intende la varietà della vita presente sul pianeta. L'importanza scientifica della biodiversità è data principalmente dal riconoscimento che la vita sulla Terra, compresa quella della specie umana, è possibile principalmente grazie alla diversificazione biologica dei cosiddetti "servizi" forniti dagli ecosistemi, che conservano in tal modo un certo livello di funzionalità. Questi servizi sono generalmente classificati nei seguenti gruppi: servizi di fornitura (ad esempio: cibo, acqua, legno e fibre); servizi di regolazione (ad esempio: stabilizzazione del clima, assetto idrogeologico, barriera alla diffusione di malattie, riciclo dei rifiuti, qualità dell'acqua); servizi culturali (ad esempio: i valori estetici, ricreativi e spirituali); servizi di supporto (ad esempio: formazione del suolo, fotosintesi, riciclo dei nutrienti). La visione moderna del rapporto fra uomo ed ambiente è quindi quella che riconosce la diversificazione biologica come elemento chiave del funzionamento dell'ecosistema Terra.

³ Cfr. art. 220 del Trattato C.E., intendendosi fondamentalmente per 'atti normativi derivati': i regolamenti, le direttive e le decisioni, aventi efficacia vincolante; le raccomandazioni ed i pareri, aventi efficacia non vincolante, ma in grado di produrre un effetto di liceità, nel senso che è da considerarsi pienamente lecito un atto, di per sé illecito, posto in essere per rispettare il provvedimento monitorio di un'istituzione comunitaria.

Il Programma destina determinati fondi strutturali⁴ al fine di promuovere la collaborazione tra il mercato e le imprese nell'interesse dei consumatori, contribuendo a creare modelli di produzione e consumo più sostenibili, nonché introducendo forme di premialità per le imprese che osservano la protezione dell'ambiente. Inoltre esso prevede forme di informazione dei consumatori, perché possano scegliere i prodotti più ecologici, orientando così il mercato in una certa direzione; stabilisce infine modalità di eliminazione di aiuti pubblici finanziari a favore di pratiche nocive per l'ambiente ed agevola mezzi di promozione delle tecnologie "pulite"⁵.

A fianco delle norme comunitarie del Trattato U.E. e del Programma Ambiente, l'Unione Europea ha emanato numerosi regolamenti e direttive, queste ultime recepite dagli Stati membri, sugli aspetti specifici e di settore della materia ambientale, tra i quali assumono rilievo: la valutazione di impatto ambientale (**direttiva 1985/337/Ce**); il sistema di eco-gestione e controllo delle risorse ambientali EMAS – *Eco Management Audit Scheme* (**regolamenti 1993/1836 e 2001/761**); la politica di riduzione dell'ozono (**regolamento 1994/933**); la promozione del marchio di qualità ecologica CEE (**regolamenti 1992/880 e 2000/1980**); la politica di conservazione della flora e della fauna selvatiche (**regolamento 1981/348**); il sistema di difesa dall'inquinamento delle acque e del suolo (**direttiva 2000/60/Ce**).

3.L'ambiente nella costituzione italiana

La Costituzione repubblicana del 1948 non aveva previsto una disciplina specifica che permettesse di collegare esplicitamente la tutela dell'ambiente all'ambito dei diritti fondamentali ed inviolabili dell'uomo. Per questa ragione, gli interpreti che si sono trovati di fronte all'esigenza di legittimare le politiche di protezione dell'ambiente nei confronti delle azioni umane, hanno dovuto utilizzare un criterio ermeneutico estensivo o evolutivo di altri principi contenuti nella Costituzione.

Prima di arrivare all'attuale definizione, di cui al citato decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 27 dicembre 1988, allegato I⁶, in Italia si era dunque fatta strada una nozione autonoma di 'ambiente', quale categoria giuridica capace di trovare fondamento sia nel principio di tutela del paesaggio, ex **art. 9, comma 2, Cost.**, sia nel diritto dell'uomo alla vita in un ambiente salubre e protetto dagli agenti inquinanti, ex **art. 32, comma 1, Cost.** L'art. 9, comma 2, Cost., in particolare, contiene una disposizione di principio secondo cui la Repubblica tutela il paesaggio ed il patrimonio storico ed artistico della Nazione, così da promuovere e garantire, oltre alla salvaguardia dei beni naturalistici e storici, anche la difesa dei valori culturali del Paese. L'art. 32, comma 1, Cost., invece, prevede la tutela della salute come fondamentale diritto dell'individuo ed interesse della collettività.

Ora, nella storia delle fonti del diritto ambientale, è proprio dal combinato disposto degli articoli 9, comma 2, e 32, comma 1, Cost. che emergono le fondamenta della materia e degli interventi applicativi per la protezione dell'ambiente, di fronte ai fenomeni di inquinamento: il rapporto tra le due disposizioni, infatti, ha permesso di individuare il bene giuridico del contesto paesaggistico salubre, e dunque, in senso lato, del contesto ambientale sano, così da costituire oggetto di un diritto soggettivo fondamentale dell'uomo. Ebbene, questo concetto è stato utile per radicare le azioni di tutela dell'ambiente nei diversi settori in cui si muovono le risorse ambientali. Il collegamento tra ambiente e salute è stato così riconosciuto dalla giurisprudenza, valicando il limite di tutela che imponeva l'applicazione dell'art. 9, comma 2, Cost. ai soli beni in grado di rivestire un interesse paesistico e culturale per le loro specifiche caratteristiche estetiche.

⁴ I fondi strutturali dell'Unione Europea sono gli strumenti finanziari volti a promuovere lo sviluppo e l'adeguamento strutturale delle regioni a sviluppo ritardato rispetto ad una data politica comunitaria.

⁵ Con la locuzione 'tecnologie pulite' si intendono tutti gli impianti, i macchinari, i prodotti e le prassi gestionali, che consentono di ridurre gli impatti ambientali causati da processi produttivi; tra le diverse soluzioni possibili, sicuramente privilegiate dai programmi comunitari sono quelle che permettono di prevenire la formazione degli agenti inquinanti: esse, oltre a garantire un impatto ambientale complessivamente più contenuto, implicano svariati vantaggi per gli utilizzatori, tanto a livello di singolo sito produttivo, quanto a livello di area industriale.

⁶ Cfr. *supra*, § 1.

Nell'individuare la salute quale oggetto di un diritto soggettivo fondamentale della persona, la giurisprudenza si è altresì spinta a ritenere che, anche al di là del combinato disposto con l'art. 9, comma 2, Cost., la tutela della salute, di cui all'art. 32, comma 1, Cost., già di per sé implicasse la protezione dell'ambiente: esso, infatti, proprio se ed in quanto mantenuto salubre, influisce direttamente sull'integrità fisica dell'essere umano⁷. Il diritto alla salute dei singoli individui viene così a comprendere il diritto alla salubrità dell'ambiente, e dunque alla tutela dei beni ambientali. Sulla base di queste premesse, la Consulta ha affermato che la salubrità ambientale assurge a valore costituzionale primario ed assoluto, in quanto elemento determinativo della qualità della vita dell'uomo, da perseguirsi in attuazione del principio personalista di cui all'**art. 2 Cost.**, in base al quale al vertice dei valori riconosciuti dall'ordinamento giuridico si colloca la persona umana, nella sua dimensione individuale e sociale⁸.

Un ulteriore orientamento, emergente dalla nostra Costituzione in tema di tutela dell'ambiente, può essere individuato anche negli articoli relativi alla proprietà privata. In questo senso può essere citato l'**art. 41, comma 2, Cost.**, secondo cui l'iniziativa economica privata è libera e non può svolgersi in contrasto con l'utilità sociale o in modo tale da recare danno alla sicurezza, alla libertà ed alla dignità umana. In quest'ottica è altresì rilevante l'**art. 44 Cost.**, il quale prevede, tra l'altro, che, al fine di conseguire il razionale sfruttamento del suolo e di stabilire equi rapporti sociali, la legge imponga obblighi e vincoli alla proprietà terriera privata. L'interpretazione dei citati disposti normativi è consolidata e comune a dottrina e giurisprudenza: le risorse naturali sono limitate e, pertanto, il loro sfruttamento rischia di diventare irrazionale; per questo motivo sono indispensabili dei correttivi che ne permettano una gestione equilibrata.

Infine, è opportuno segnalare l'**art. 117, comma 2, lett. s), Cost.**, introdotto con legge costituzionale n. 3 del 2001, ove si individua definitivamente ed espressamente l'ambiente come valore oggetto di protezione costituzionale, ancorché non ne sia offerta una definizione puntuale. Ebbene, alla luce del riparto di competenze legislative tra Stato e Regioni, contenuto nel nuovo art. 117 Cost., l'ambiente ha ottenuto il primo riconoscimento espresso ed autonomo, rientrando nel novero delle materie devolute alla potestà legislativa esclusiva dello Stato. La tutela dell'ambiente, dell'ecosistema e dei beni culturali, infatti, è compresa tra le materie di competenza statale, mentre la valorizzazione dei beni culturali ed ambientali, di cui all'**art. 117, comma 3, Cost.**, rientra fra le materie di competenza legislativa concorrente tra Stato e Regioni⁹.

4. L'ambiente nella legge ordinaria italiana

4.1. Il Codice Civile ed il Testo Unico delle Leggi Sanitarie

Volendo presentare una sintesi della principale legislazione ordinaria italiana in materia ambientale, escludendo la trattazione dei reati contro l'ambiente, si deve innanzi tutto segnalare che nel codice civile sono inserite norme di tutela, sia pure in forma indiretta ed implicita, dell'habitat in cui viviamo.

L'**art. 2050 c.c.** prende in esame la responsabilità derivante dall'esercizio di attività pericolose, in quanto potenzialmente dannose, prevedendo una presunzione *iuris tantum* di colpa a carico di chi le eserciti, a meno che questi non provi di avere adottato tutte le misure idonee ad evitare il danno¹⁰. Il problema è quello di accertare caso per caso l'esistenza, nell'attività svolta, di quello

⁷ Cfr. Cass., Sez. Un. Civ., sent. nn.: 796 e 999 del 1973; 3164 del 1975.

⁸ Cfr. Corte Cost., sent. n. 641 del 1987.

⁹ Secondo lo stesso art. 117, comma 3, Cost., nelle materie di legislazione concorrente, la potestà legislativa spetta alle Regioni, salvo che per la determinazione dei principi fondamentali, riservata alla legislazione dello Stato. Ai sensi dell'art. 1 della legge n. 131 del 2003, tali principi possono essere espressamente fissati da apposite leggi cornice o leggi quadro, oppure possono essere desunti dall'ordinamento vigente.

¹⁰ Si distingue la presunzione legale *iuris et de iure*, detta anche assoluta, che non ammette la prova contraria, da quella *iuris tantum*, detta anche relativa, che consente alla parte contro cui è invocata, di provare che la verità è diversa.

specifico grado di pericolosità, tale da giustificare l'applicazione di una responsabilità così particolare, che presume la colpevolezza dell'atto dannoso in capo al danneggiante¹¹. In proposito, la giurisprudenza, riprendendo la lettera dell'art. 2050 c.c., ha costantemente ribadito il principio secondo cui costituiscono attività pericolose, non solo quelle che sono qualificate tali dalla normativa di pubblica sicurezza o da altre leggi speciali, ma anche quelle che, per la loro stessa natura o per le caratteristiche dei mezzi adoperati, comportino la rilevante possibilità del verificarsi di un danno per la loro spiccata potenzialità offensiva¹². Ebbene, in tale novero rientrano sicuramente tutte quelle attività produttive che, avvalendosi di determinati impianti industriali, hanno un impatto potenzialmente nocivo sull'ambiente in cui si svolgono, cagionando ripercussioni sulla salute dei cittadini.

Sul punto è altresì opportuno ricordare che, secondo la giurisprudenza, l'imprenditore risponde solo delle attività che abbia posto in essere direttamente, e non di quelle che, sebbene pericolose, abbia affidato a terzi appaltatori¹³. Ma colui che svolge un'attività pericolosa è responsabile, ai sensi dell'art. 2050 c.c., per gli atti compiuti dai dipendenti a lui astretti da vincoli di subordinazione, e dunque non in grado di determinare l'evento dannoso, se non materialmente, e quindi in modo ininfluenza ai fini dell'integrazione dell'elemento soggettivo della responsabilità in parola¹⁴.

Altro disposto normativo rilevante è l'**art. 844 c.c.**, che regola specificamente le immissioni di fumo o di calore, le esalazioni, i rumori, gli scuotimenti e simili propagazioni, che da una proprietà immobiliare si espandano verso quella finitima. Scopo della norma è non solo quello di tutelare il proprietario dalle ingerenze moleste del vicino, ma anche quello di dare indiretta protezione all'ambiente, impedendo rumori, esalazioni ed immissioni che superino la normale tollerabilità. Legittimato ad agire in giudizio ai sensi dell'art. 844 c.c. è il proprietario del fondo che subisce l'immissione; non sembra invece che abbia analogo potere il conduttore o l'affittuario del fondo, non nominato dalla disposizione. Legittimato passivo, convenibile in giudizio, è invece chi effettivamente cagiona l'immissione dannosa, sia egli proprietario del terreno oppure no. Elemento essenziale è che il danneggiante ponga in essere un comportamento tale da cagionare al fondo del vicino un disturbo eccedente la normale tollerabilità. L'azione giudiziale instaurata ai sensi dell'art. 844 c.c. è rivolta ad ottenere l'eliminazione dell'inconveniente lamentato, da conseguirsi richiedendo al Giudice un ordine rivolto al convenuto, con cui si intimi la cessazione delle molestie¹⁵.

Si segnala inoltre l'art. 844, comma 2, c.c., secondo cui, nell'applicare la norma di cui al comma 1, al fine di valutare l'eventuale superamento della normale soglia di tollerabilità dell'immissione, l'Autorità Giudiziaria deve contemperare le esigenze della produzione con le ragioni della proprietà, potendo altresì tener conto della priorità di un determinato uso. Ebbene, tale disciplina si applica alle sole attività produttive: ne sono escluse quelle ricreative, e quindi i rumori che provengono da un luogo di ritrovo e divertimento. Secondo una costante giurisprudenza, sono altresì escluse dall'art. 844, comma 2, c.c. le attività di quelle imprese che, dietro pagamento, forniscono a terzi occasioni di distensione, divertimento e svago, come ad esempio l'esercizio

¹¹ Rispetto all'art. 2043 c.c., recante la disciplina generale della responsabilità per danni extracontrattuali, l'art. 2050 c.c. inverte l'onere della prova di colpevolezza dell'atto dannoso, spostandolo dal danneggiato al danneggiante, che è appunto tenuto a confutare la presunzione di colpa su di lui gravante.

¹² Cfr., *ex multis*, Cass. Civ., Sez. III, sent. n. 7571 del 1990.

¹³ Secondo Cass. Civ., n. 455 del 1965, la particolare responsabilità sancita dall'art. 2050 c.c. non può essere estesa a chi commetta ad altri un'opera, che l'assuntore debba eseguire con l'esercizio di un'attività pericolosa. In tal caso, responsabile dei danni derivanti a terzi dalla predetta attività è soltanto l'assuntore dell'opera, ossia l'appaltatore.

¹⁴ Cfr., *ex multis*, Cass. Civ., sent. n. 2555 del 1969.

¹⁵ Potrà inoltre promuoversi azione per ottenere il risarcimento del danno derivato dall'immissione, ai sensi dell'art. 2043 c.c. In base agli artt. 7 e 9 c.p.c., l'Organo Giudiziario competente a disaminare la controversia è il Giudice Unico di Primo Grado, se l'attività è produttiva, altrimenti è il Giudice di Pace.

della cinematografia, che pure si annovera tra le attività industriali per quanto riguarda la normativa di prevenzione degli infortuni¹⁶.

Al di fuori della normativa codicistica, la legislazione più risalente e tuttora in vigore in materia di ambiente è sicuramente quella contenuta nel Testo Unico delle Leggi Sanitarie (T.U.LL.SS.), approvato con regio decreto n. 1265 del 1934. **L'art. 216 del T.U.LL.SS.** regola le manifatture o fabbriche che producano vapori, gas o altre esalazioni insalubri o che possano riuscire in altro modo pericolose alla salute degli abitanti, disponendo che siano indicate in un elenco diviso in due classi. La prima ricomprende le industrie dalla cui attività scaturisce maggior danno o pericolo di danno, da isolare nelle campagne e tenere lontane dalle abitazioni. La seconda ricomprende stabilimenti industriali, il cui esercizio richieda speciali cautele proprio per salvaguardare l'incolumità del vicinato. Le industrie incluse nella prima classe si presumono *iuris tantum*¹⁷ pericolose e quindi sono automaticamente escluse dall'abitato, a meno che non sopravvenga una specifica autorizzazione comunale. La costante prassi amministrativa, comunque, attesta che questa autorizzazione può essere revocata ogniqualvolta un'adeguata valutazione dei pericoli, connessi all'esercizio dell'impresa, evidenzia ragioni di igiene e salubrità tali da giustificare il provvedimento di ritiro.

Un primo elenco analitico delle industrie insalubri, che in ordine alfabetico indicava quali fossero le industrie di prima classe e quali quelle di seconda classe, è stato via via aggiornato con una serie di decreti ministeriali: quello oggi vigente è il decreto 5 settembre 1994 del Ministero della Sanità. In seguito ai progressi della chimica e delle lavorazioni industriali, detto elenco si presenta più articolato di quello originario del 12 luglio 1912, in quanto, per ciascuno dei due tipi di industrie insalubri, distingue tre diverse voci: sostanze chimiche; prodotti e materiali; attività industriali. Lo stesso art. 216 del T.U.LL.SS. prevede anche che chiunque intenda attivare una fabbrica o manifattura compresa nell'elenco anzidetto, quindici giorni prima dell'attivazione, ne dia avviso scritto al Sindaco del Comune territorialmente competente in base al luogo dell'intrapresa. Il Sindaco potrà a sua volta vietare l'attivazione in parola o subordinarla a determinate cautele, se lo ritenga necessario nell'interesse della salute pubblica.

Tali competenze e poteri rimangono tuttora in capo al Sindaco, quale titolare del potere sanitario locale, nell'interesse della collettività che amministra. Nell'espletamento di questa funzione, egli è comunque affiancato dall'Azienda Sanitaria Locale (A.S.L.) territorialmente competente, cui spettano attribuzioni e compiti più specifici e qualificati. Rimane comunque compito primario del Sindaco, ai fini di tutela della salute pubblica, prescrivere gli interventi e gli accorgimenti tecnici idonei a prevenire o ad impedire danni o pericoli di natura sanitaria, assicurandosi peraltro che i provvedimenti adottati siano effettivamente eseguiti.

Il successivo **art. 217 del T.U.LL.SS.** ribadisce quest'ultimo concetto. Secondo tale disposto, qualora vapori, gas o altre esalazioni, scoli di acque, rifiuti solidi o liquidi, provenienti da manifatture o fabbriche, possano riuscire di pericolo o di danno per la salute pubblica, il Sindaco prescrive le norme da applicare per prevenire o impedire il danno o il pericolo e si assicura della loro esecuzione ed efficienza. Questa disposizione, peraltro, può essere applicata, sia nei confronti delle industrie non collocate nelle tabelle di cui al precedente art. 216, sia nei confronti di quelle già classificate come insalubri, indipendentemente da qualsiasi autorizzazione in precedenza rilasciata per l'avvio dell'attività.

È altresì opportuno ricordare che i poteri di cui agli artt. 216 e 217 del T.U.LL.SS. sono attribuiti al Sindaco nella sua veste di ufficiale di governo, e quindi contro il loro esercizio è ammesso non solo il ricorso giurisdizionale, ma anche il ricorso amministrativo gerarchico.

¹⁶ Cfr., *ex multis*, Cass. Civ., sent. n. 949 del 1961.

¹⁷ Con riguardo alle due tipologie di presunzioni legali, cfr. *supra*, nota n. 9.

4.2. Il decreto legislativo n. 152 del 2006: sintesi generale delle materie disciplinate

Il **decreto legislativo n. 152 del 2006** contiene le nuove norme di settore in materia ambientale, in attuazione della legge n. 308 del 2004, recante la delega del Parlamento al Governo per il riordino, il coordinamento e l'integrazione della legislazione in materia ambientale e delle relative misure di diretta applicazione. Questo nuovo corpo normativo, denominato 'codice dell'ambiente' nei lavori preparatori delle commissioni parlamentari, recepisce in parte la normativa previgente in materia ambientale, dà attuazione a numerose direttive comunitarie ed innova alcune previsioni dei settori speciali.

L'art. 1 del decreto indica l'ambito di applicazione del codice, individuando i settori per i quali offre nuove regole:

- le procedure per la Valutazione Ambientale Strategica (V.A.S.), per la Valutazione d'Impatto Ambientale (V.I.A.) e per l'Autorizzazione Ambientale Integrata (I.P.P.C., secondo l'acronimo inglese, che significa *Integrated Pollution Prevention and Control* e riguarda la prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento, attraverso la previsione di regole comuni per il rilascio delle autorizzazioni alle installazioni industriali in Europa, in attuazione della direttiva 1996/61/Ce);
- la difesa del suolo e la lotta alla desertificazione, la tutela delle acque dall'inquinamento e la gestione delle risorse idriche;
- la gestione dei rifiuti e la bonifica dei siti contaminati;
- la tutela dell'aria e la riduzione delle emissioni in atmosfera;
- la tutela risarcitoria contro i danni all'ambiente.

L'art. 2 del decreto descrive le finalità perseguite dalla riforma: la promozione dei livelli di qualità della vita umana, da realizzare attraverso la salvaguardia ed il miglioramento delle condizioni dell'ambiente e l'utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali. Nelle finalità del decreto si intravede l'analogia coi principi evidenziati già nel Quinto e nel Sesto Programma Comunitario di azione in materia ambientale¹⁸, volti a promuovere la gestione sostenibile delle risorse naturali, la riduzione del consumo di energie non rinnovabili e la qualità dell'ambiente urbano, comprensivo degli aspetti di mobilità e trasporto.

Nei paragrafi successivi si tratterà, in particolare, la disciplina che il decreto legislativo n. 152 del 2006 prevede in materia di gestione dei rifiuti, preponendo le Autorità d'Ambito Territoriale Ottimale all'apice esecutivo di un sistema di amministrazione integrato dei rifiuti urbani.

4.3. La gestione dei rifiuti nel decreto legislativo n. 152 del 2006

Alla gestione dei rifiuti sono dedicate le norme contenute negli articoli da 177 a 238 della parte quarta, titoli I, II, III e IV, del decreto legislativo n. 152 del 2006, finalizzate al riordino e al coordinamento dell'assetto normativo preesistente in materia (anche in attuazione delle direttive comunitarie sui rifiuti pericolosi, sugli oli usati, sulle batterie esauste, sui rifiuti di imballaggio, sui policlorobifenili¹⁹, sulle discariche, sugli inceneritori, sui rifiuti elettrici ed elettronici, sui rifiuti portuali, sui veicoli fuori uso, sui rifiuti sanitari e sui rifiuti contenenti amianto). Nell'ambito delle disposizioni transitorie e finali, di cui al capo II del titolo VI della parte quarta del decreto, l'art. 264 contiene l'elenco delle disposizioni espressamente abrogate, tra le quali figura principalmente il decreto legislativo n. 22 del 1997 (il cosiddetto "decreto Ronchi").

I principi, gli obiettivi ed i criteri, cui la nuova disciplina è ispirata, sono stabiliti dall'art. 1, comma 9, lett. a), della citata legge delega n. 308 del 2004. Si richiamano, in particolare:

¹⁸ Cfr. *supra*, § 2.

¹⁹ I policlorobifenili sono composti organici utilizzati come fluidi isolanti in apparecchiature elettriche (trasformatori), progressivamente eliminati dal ciclo produttivo in quanto dannosi alla salute ed all'ambiente.

l'ottimizzazione quantitativa e qualitativa della produzione dei rifiuti, la razionalizzazione e la semplificazione delle procedure di gestione dei rifiuti speciali; la regolarizzazione delle procedure di smaltimento; la promozione della conversione e del riciclo dei rifiuti; l'utilizzo di tecniche per la differenziazione e la selezione dei rifiuti, anche agricoli, con il fine ulteriore di recuperare anche energia; l'operatività e l'efficienza dei sistemi di riciclaggio, raccolta e smaltimento, con particolare attenzione al riciclo del legno, ai siti contaminati da amianto ed ai siti con attività produttiva in esercizio ovvero dismessi; la maggiore certezza della riscossione dei rifiuti solidi urbani; l'autosufficienza a livello nazionale per le operazioni di recupero e di smaltimento dei rifiuti speciali.

In quest'ottica, il codice dell'ambiente si preoccupa di ridefinire le priorità nella gestione dei rifiuti, quale complesso di interventi comprendente le attività di raccolta, trasporto, recupero e smaltimento, incluso il controllo di tali operazioni e delle discariche dopo la relativa chiusura, in conformità con la normativa europea. Per una gestione corretta dal punto di vista ambientale, le azioni da attuare sono prioritariamente finalizzate alla prevenzione ed alla riduzione della produzione e della nocività dei rifiuti.

Muovendosi nella direzione tracciata dal decreto Ronchi, il nuovo codice ambientale qualifica ancora espressamente lo smaltimento come "fase residuale" nella gestione: si precisa infatti che ad esso si ricorrerà solo previa verifica dell'impossibilità tecnica ed economica di esperire le operazioni di recupero. In una gerarchia di attività, dunque, ad essere incentivate e potenziate sono le misure volte al riutilizzo, al reimpiego e al riciclaggio, nonché le altre forme di recupero tese ad ottenere materia prima secondaria dai rifiuti e l'utilizzazione degli stessi come mezzo per produrre energia.

Quanto poi alla specifica individuazione delle caratteristiche connotanti l'oggetto della gestione in parola, il codice dell'ambiente mantiene la nozione di 'rifiuto' introdotta dal decreto Ronchi. Ai sensi dell'art. 183, comma 1, lett. a), del decreto legislativo n. 152 del 2006, 'rifiuto' è qualsiasi sostanza od oggetto che rientra fra le categorie riportate nell'allegato A alla parte quarta del decreto e di cui il detentore si disfi o abbia deciso o abbia l'obbligo di disfarsi. Restano fermi, pertanto, quali elementi essenziali della nozione di 'rifiuto', da un lato, l'appartenenza ad una delle categorie di materiali e sostanze individuate nel citato allegato (criterio oggettivo), dall'altro, l'azione, l'intenzionalità o l'obbligo di disfarsene da parte del detentore (criterio soggettivo). È altresì riproposta la classificazione effettuata secondo l'origine (rifiuti urbani e speciali) e secondo le caratteristiche di pericolosità (rifiuti pericolosi e non pericolosi).

L'art. 177 del codice ambientale fa comunque salve le disposizioni specifiche, particolari o complementari, conformi alle norme di cui alla citata parte quarta, adottate in attuazione di direttive comunitarie che regolano la gestione di determinate categorie di rifiuti. Oltre a ciò, l'art. 185 del decreto legislativo n. 152 del 2006 stabilisce che non siano soggette alle norme dettate dal codice ambientale determinate tipologie di rifiuto, in larga parte coincidenti con quelle di cui all'art. 8 del decreto Ronchi. Tra di esse si segnalano, in particolare: le emissioni costituite da effluenti gassosi propagati nell'atmosfera; gli scarichi idrici, esclusi i rifiuti liquidi costituiti da acque reflue; i rifiuti radioattivi e quelli risultanti dalla prospezione, dall'estrazione, dal trattamento, dall'ammasso di risorse minerali o dallo sfruttamento delle cave.

4.4. Il servizio di gestione integrata dei rifiuti urbani nel decreto legislativo n. 152 del 2006

Il codice dell'ambiente riprende, potenziandolo, il modello operativo di gestione dei rifiuti urbani²⁰ adottato dal decreto Ronchi, incentrato sulla minimizzazione dello smaltimento finale. Il

²⁰ Ex art. 184, comma 1, del decreto legislativo n. 152 del 2006, sono classificati come 'urbani' i seguenti rifiuti:

- domestici, anche ingombranti, provenienti da locali e luoghi adibiti ad uso di civile abitazione;
- non pericolosi, provenienti da locali e luoghi adibiti ad usi diversi da quelli di civile abitazione, assimilati ai rifiuti urbani per qualità e quantità;

legislatore, infatti, ha dato il massimo rilievo alle attività volte alla riduzione dei rifiuti da smaltire: riutilizzo, riciclaggio e recupero. L'obiettivo dichiarato della normativa è il superamento della parcellizzazione gestionale a livello comunale, già avviato dal decreto Ronchi, grazie ad un sistema di accorpamento, in una gestione unitaria, di tutte le attività relative al ciclo dei rifiuti.

I rifiuti urbani sono un *business* locale per caratteristiche tecniche, ma soprattutto, nel caso italiano, per l'originario assetto gestionale, tradizionalmente modellato sulla dimensione territoriale dei Comuni e per la conseguente allocazione cittadina degli interessi in gioco. La riforma del servizio di gestione integrata dei rifiuti in parola comporta, in prospettiva, un radicale mutamento del contesto concorrenziale, in termini di quote di mercato detenute dai principali operatori del settore, di politica tariffaria e di qualità del servizio offerto.

Si tratta di un sistema di governo che comprende un complesso di attività volto ad ottimizzare la gestione dei rifiuti urbani, ivi compreso lo spazzamento delle strade, quale modalità di raccolta dei rifiuti su strada. Ora, tale ottimizzazione è raggiunta attraverso la costituzione di Ambiti Territoriali Ottimali (A.T.O.), che potranno anche non coincidere con il circondario provinciale, come invece di regola avveniva secondo il modello gestionale territorialmente coordinato previsto dal decreto Ronchi.

Il sistema di gestione integrata dei rifiuti urbani, delineato dalla parte quarta del codice ambientale, si fonda innanzi tutto su una precisa ripartizione di competenze tra Stato, Regioni, Province e Comuni. Spettano allo Stato i seguenti compiti principali:

- a) le funzioni di indirizzo e coordinamento necessarie all'attuazione della parte quarta del codice dell'ambiente;
- b) la definizione dei criteri generali e delle metodologie per la gestione integrata dei rifiuti;
- c) l'individuazione delle iniziative e delle misure per prevenire e limitare, anche mediante il ricorso a forme di deposito cauzionale sui beni immessi in consumo, la produzione dei rifiuti, nonché per ridurre la pericolosità;
- d) l'individuazione dei flussi omogenei di produzione dei rifiuti con più elevato impatto ambientale, che presentano le maggiori difficoltà di smaltimento o particolari possibilità di recupero, sia per le sostanze impiegate nei prodotti base, sia per la quantità complessiva dei rifiuti medesimi;
- e) l'adozione di criteri generali tesi alla redazione di piani di settore per la riduzione, il riciclaggio, il recupero e l'ottimizzazione dei flussi di rifiuti;
- f) l'individuazione, nel rispetto delle attribuzioni costituzionali delle Regioni, degli impianti di recupero e di smaltimento di preminente interesse nazionale, da realizzare per la modernizzazione e lo sviluppo del Paese; l'individuazione è operata, sentita la Conferenza Unificata Stato-Regioni-Autonomie Locali, a mezzo di un programma, adottato con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri, su proposta del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, ed inserito nel documento di programmazione economico-finanziaria del Governo, con l'indicazione degli stanziamenti necessari per la realizzazione degli impianti;

-
- provenienti dallo spazzamento delle strade;
 - di qualunque natura o provenienza, giacenti sulle strade ed aree pubbliche o sulle strade ed aree private comunque soggette ad uso pubblico o sulle spiagge marittime e lacuali e sulle rive dei corsi d'acqua;
 - vegetali, provenienti da aree verdi, quali giardini, parchi ed aree cimiteriali;
 - provenienti da esumazioni ed estumulazioni, nonché gli altri rifiuti provenienti da attività cimiteriale, diversi da quelli sopra indicati.

I rifiuti assimilabili a quelli urbani sono costituiti da particolari tipologie di rifiuti speciali, aventi provenienza diversa da quella urbana (attività artigianali, commerciali, industriali, ecc.), che presentano tuttavia delle caratteristiche simili ai rifiuti urbani (per esempio: carta, scarti di legno, rifiuti plastici). Per essere assimilati a quelli urbani, i rifiuti speciali devono essere individuati nei regolamenti comunali per la gestione dei rifiuti urbani, in conformità ai criteri contenuti nella normativa statale.

- g) la definizione, nel rispetto delle attribuzioni costituzionali delle Regioni, di un piano nazionale di comunicazione e di conoscenza ambientale, secondo le modalità indicate al punto precedente;
- h) l'indicazione delle tipologie delle misure atte ad incoraggiare la razionalizzazione della raccolta, della cernita e del riciclaggio dei rifiuti;
- i) l'individuazione delle iniziative e delle azioni, anche economiche, per favorire il riciclaggio e il recupero di materia prima secondaria dai rifiuti, nonché per promuovere il mercato dei materiali recuperati dai rifiuti ed il loro impiego da parte delle pubbliche amministrazioni e dei soggetti economici;
- j) l'individuazione di obiettivi di qualità dei servizi di gestione dei rifiuti;
- k) la determinazione di criteri generali, ai fini dell'elaborazione dei piani regionali di gestione, con particolare riferimento alla definizione, d'intesa con la Conferenza Stato-Regioni, delle linee guida per la individuazione degli A.T.O., e per il coordinamento dei piani stessi;
- l) la determinazione, relativamente all'assegnazione della concessione del servizio per la gestione integrata dei rifiuti, d'intesa con la Conferenza Stato-Regioni, delle linee guida per la definizione delle gare d'appalto, ed in particolare dei requisiti di ammissione delle imprese, e dei relativi capitolati, anche con riferimento agli elementi economici inerenti agli impianti esistenti;
- m) la determinazione, d'intesa con la Conferenza Stato-Regioni, delle linee guida riguardanti le forme ed i modi della cooperazione fra gli Enti Locali, anche con riferimento alla riscossione della tariffa sui rifiuti urbani ricadenti nel medesimo A.T.O., secondo criteri di trasparenza, efficienza, efficacia ed economicità;
- n) l'indicazione dei criteri generali relativi alle caratteristiche delle aree non idonee alla localizzazione degli impianti di smaltimento dei rifiuti;
- o) l'indicazione dei criteri generali per l'organizzazione e l'attuazione della raccolta differenziata dei rifiuti;
- p) l'indicazione dei criteri e delle modalità di adozione, secondo principi di unitarietà, compiutezza e coordinamento, delle norme tecniche per la gestione dei rifiuti, con riferimento anche ai relativi sistemi di accreditamento e di certificazione;
- q) la determinazione dei limiti di accettabilità e delle caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche di talune sostanze contenute nei rifiuti, in relazione a specifiche utilizzazioni degli stessi;
- r) la determinazione e la disciplina delle attività di recupero dei prodotti di amianto e dei beni e dei prodotti contenenti amianto, mediante decreto del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, di concerto con il Ministro della Salute e con il Ministro delle Attività Produttive;
- s) la determinazione dei criteri qualitativi e quantitativi per l'assimilazione, ai fini della raccolta e dello smaltimento, dei rifiuti speciali ai rifiuti urbani, derivanti da imprese esercitate su aree con superficie non superiore ai 150 metri quadri, nei Comuni con popolazione residente inferiore ai 10.000 abitanti, o su aree con superficie non superiore a 250 metri quadri, nei Comuni con popolazione residente superiore ai 10.000 abitanti (non possono essere di norma assimilati ai rifiuti urbani i rifiuti che si formano nelle aree produttive, compresi i magazzini di materie prime e di prodotti finiti, salvo i rifiuti prodotti negli uffici, nelle mense, negli spacci, nei bar e nei locali al servizio dei lavoratori o comunque aperti al pubblico);
- t) l'adozione di un modello uniforme del certificato di avvenuto smaltimento, rilasciato dal titolare del relativo impianto, che dovrà indicare per ogni carico da smaltire la quota effettivamente smaltita, in relazione alla capacità annualmente autorizzata dello stesso impianto;

- u) la definizione dei metodi, delle procedure e degli *standard* per il campionamento e l'analisi dei rifiuti;
- v) la determinazione dei requisiti e delle capacità tecniche e finanziarie per l'esercizio delle attività di gestione dei rifiuti;
- w) la riorganizzazione e la tenuta del Catasto Nazionale dei Rifiuti, che contiene, tra l'altro, una sezione anagrafica, in cui è possibile acquisire tutte le informazioni desumibili dal registro delle imprese, relativamente ai soggetti coinvolti nel ciclo di gestione dei rifiuti;
- x) la regolamentazione del trasporto dei rifiuti, ivi inclusa l'individuazione delle tipologie di rifiuti che, per comprovate ragioni tecniche, ambientali ed economiche, devono essere trasportate con modalità ferroviaria;
- y) l'individuazione delle tipologie di rifiuti che, per comprovate ragioni tecniche, ambientali ed economiche, possono essere smaltite direttamente in discarica;
- z) l'adozione di un modello uniforme di registro di carico e scarico dei rifiuti e la definizione delle modalità di tenuta dello stesso, nonché l'individuazione degli eventuali documenti sostitutivi;
- aa) l'individuazione dei rifiuti elettrici ed elettronici;
- bb) l'autorizzazione allo smaltimento di rifiuti nelle acque marine, in conformità alle disposizioni stabilite dalle norme comunitarie e dalle convenzioni internazionali vigenti in materia;
- cc) l'individuazione della misura delle sostanze assorbenti e neutralizzanti, previamente testate da Università od Istituti specializzati, di cui devono dotarsi gli impianti destinati a stoccaggio, ricarica, manutenzione, deposito e sostituzione di accumulatori, al fine di prevenire l'inquinamento del suolo e del sottosuolo e di evitare danni alla salute ed all'ambiente.

Quanto alle principali competenze delle Regioni, è opportuno segnalare che, entro sei mesi dall'approvazione del decreto legislativo n. 152 del 2006, esse devono effettuare la delimitazione territoriale degli A.T.O. nel rispettivo piano di gestione dei rifiuti urbani. Nel fare ciò, le Regioni devono seguire alcuni criteri, individuati dallo stesso codice ambientale. Tali criteri sono:

- a) il definitivo superamento della frammentazione gestionale, già avviato dal decreto Ronchi, attraverso un servizio di gestione integrata dei rifiuti; si assiste infatti ad un decisivo accantonamento della frammentazione gestoria di tipo orizzontale, con il passaggio dalla molteplicità di soggetti titolari delle competenze ad un solo ente, e di tipo verticale, con l'integrazione delle diverse fasi di gestione dei rifiuti;
- b) il conseguimento di adeguate dimensioni gestionali, che consentano di raggiungere importanti economie di scala²¹ e che sono definite sulla base di parametri fisici, demografici, tecnici e sulla base delle ripartizioni politico-amministrative;
- c) l'adeguata valutazione del sistema stradale e ferroviario di comunicazione, al fine di ottimizzare i trasporti all'interno dell'A.T.O., così da ridurre i costi di trasporto del rifiuto (oggi la voce maggiormente incidente nel costo di smaltimento);
- d) la valorizzazione di esigenze comuni e di affinità nella produzione e gestione dei rifiuti, dovute sia a condizioni di tipo ambientale ed idrografico, sia alla natura degli insediamenti civili ed industriali presenti sui territori;
- e) la ricognizione di impianti di gestione dei rifiuti già realizzati e funzionanti, con particolare riguardo al loro livello dimensionale ed al loro grado di efficienza;

²¹ Per 'economie di scala' si intende la diminuzione del costo medio di produzione di un bene o di un servizio, all'aumentare della dimensione dell'impianto ovvero della dimensione fisica od economica del servizio gestito, dati i costi del macchinario, del lavoro e degli *input*, nell'ipotesi in cui ciascun impianto sia utilizzato al livello ottimale. Raggiunta una certa dimensione, i costi possono smettere di diminuire e cominciare ad aumentare, ed allora si dirà che vi sono delle diseconomie di scala.

- f) la considerazione delle precedenti delimitazioni territoriali d'ambito, affinché i nuovi A.T.O. si diversifichino da quelli anteriori solo sulla base di precise ed adeguate motivazioni, connesse al buon andamento dell'attività amministrativa.

Le Regioni hanno anche il compito di regolamentare il processo di formazione delle strutture di gestione del sistema integrato dei rifiuti urbani. Entro il termine di sei mesi dalla data di entrata in vigore della parte quarta del decreto legislativo n. 152 del 2006, esse disciplinano le forme e le modalità di cooperazione tra gli Enti Locali facenti parte del medesimo A.T.O. In particolare, le Regioni disciplinano le forme ed i tempi in cui, nello stesso Ambito Territoriale Ottimale, gli Enti Locali di riferimento debbano costituire le relative Autorità d'Ambito.

Le Autorità d'Ambito sono strutture amministrative dotate di personalità giuridica, operanti ciascuna in un preciso A.T.O., delimitato dalla competente Regione. A tali strutture gli Enti Locali compresi nell'A.T.O. partecipano obbligatoriamente e ad esse è demandato l'esercizio delle funzioni amministrative in materia di gestione integrata dei rifiuti urbani. Ogni Autorità d'Ambito Territoriale Ottimale (A.A.T.O.) determina gli obiettivi da perseguire, per garantire la gestione in parola secondo criteri di efficienza, efficacia, economicità e trasparenza. A tal fine, sulla base dei principi e degli indirizzi fissati dalla Regione territorialmente competente, ciascuna A.A.T.O. adotta un apposito Piano d'Ambito, contenente un progetto degli interventi necessari, un programma finanziario ed un connesso modello gestionale ed organizzativo. Il programma finanziario, in particolare, deve riportare l'elencazione delle risorse monetarie disponibili, di quelle da reperire e l'ammontare dei proventi derivanti dall'applicazione della tariffa sui rifiuti.

Quanto alle principali competenze delle Province, si segnala che ad esse spettano:

- a) il controllo periodico su tutte le attività di gestione, di intermediazione e di commercio dei rifiuti, ivi compreso l'accertamento delle violazioni delle disposizioni di cui alla parte quarta del codice ambientale;
- b) la verifica ed il controllo dei requisiti previsti per l'applicazione delle procedure semplificate di smaltimento e recupero dei rifiuti, secondo le condizioni e le modalità stabilite dal codice dell'ambiente;
- c) l'individuazione, sentiti i Comuni e le Autorità d'Ambito, delle zone idonee alla localizzazione degli impianti di smaltimento dei rifiuti, nonché delle zone non idonee alla localizzazione di impianti di recupero e di smaltimento dei rifiuti.

Quanto ai Comuni, essi concorrono a disciplinare la gestione dei rifiuti con appositi regolamenti che, nel rispetto dei principi di trasparenza, efficienza, efficacia ed economicità, nonché in coerenza con il Piano d'Ambito adottato dall'A.A.T.O. territorialmente competente, stabiliscono in particolare:

- a) le misure per assicurare la tutela igienico-sanitaria in tutte le fasi della gestione dei rifiuti urbani;
- b) le modalità del servizio di raccolta e trasporto dei rifiuti urbani;
- c) le modalità del conferimento, della raccolta differenziata e del trasporto dei rifiuti urbani ed assimilati, al fine di garantire una distinta gestione delle diverse frazioni di rifiuti e promuovere il recupero degli stessi;
- d) le norme atte a garantire una distinta ed adeguata gestione dei rifiuti urbani pericolosi e dei rifiuti da esumazione ed estumulazione;
- e) le misure necessarie ad ottimizzare le forme di conferimento, raccolta e trasporto dei rifiuti primari di imballaggio, in sinergia con altre frazioni merceologiche, fissando *standard* minimi da rispettare;
- f) le modalità di esecuzione della pesata dei rifiuti urbani, prima di inviarli al recupero ed allo smaltimento;
- g) l'assimilazione, per qualità e quantità, dei rifiuti speciali non pericolosi ai rifiuti urbani, secondo i criteri e ferme restando le definizioni di cui allo stesso codice ambientale.

Il modello organizzativo in parola prevede che i Comuni, erogatori del servizio di gestione e raccolta dei rifiuti urbani, principalmente attraverso società private affidatarie in economia o

società pubbliche, cedano tutte le proprie competenze in materia e le attività gestorie, di cui sono titolari, alle Autorità d'Ambito Territoriale Ottimale, quali soggetti pubblici aventi natura sovracomunale. Le Autorità d'Ambito definiscono il programma degli investimenti da realizzare ed il modello di gestione ottimale del servizio integrato dei rifiuti, basando la loro scelta sull'impostazione e sullo sviluppo di un piano economicamente conveniente e finanziariamente sostenibile²².

Il primo passo da compiere nella costruzione di un idoneo piano economico e finanziario, consiste nella predisposizione di un dettagliato e plausibile novero di ipotesi fondamentali, da impiegare come base informativa per la successiva redazione degli schemi di conto economico e stato patrimoniale previsionali, nonché per il calcolo dei flussi di cassa generati dalla gestione integrata del sistema.

Il processo logico da seguire può essere suddiviso in tre fasi successive: la quantificazione e la trasposizione negli schemi di bilancio e nel flusso di cassa operativo dei valori connessi alla gestione reale del sistema integrato dei rifiuti; la quantificazione e la trasposizione, negli schemi di bilancio e nel flusso di cassa netto, dei valori inerenti alla dinamica finanziaria della gestione del servizio, comprensiva di investimenti infrastrutturali ed interventi manutentivi ordinari e straordinari; il calcolo degli indici per l'analisi della convenienza economica e della sostenibilità finanziaria.

Quanto alle modalità di affidamento del servizio di gestione integrata dei rifiuti urbani, si segnala la disciplina di cui all'art. 202 del decreto legislativo n. 152 del 2006. Secondo tale disposto normativo, l'Autorità Territoriale d'Ambito vi provvede tramite gara ad evidenza pubblica, disciplinata dai principi e dalle disposizioni comunitarie, in conformità ai criteri di cui all'art. 113, comma 7, del decreto legislativo n. 267 del 2000²³, tenuto altresì conto delle garanzie di carattere tecnico e delle precedenti esperienze specifiche dei concorrenti. Le attività affidate, per il perseguimento degli obiettivi determinati dalle singole Autorità Territoriali d'Ambito, sono:

- a) la realizzazione, la gestione e l'erogazione dell'intero servizio di amministrazione dei rifiuti, comprensivo delle attività di esecuzione, direzione e manutenzione degli impianti di smaltimento;
- b) la raccolta, anche differenziata, la commercializzazione e lo smaltimento completo di tutti i rifiuti urbani e di quelli ad essi assimilati, prodotti all'interno dell'A.T.O.

È altresì espressamente previsto che l'aggiudicazione della gara sia approvata in favore del concorrente, la cui offerta risulti quella economicamente più vantaggiosa, secondo la valutazione all'uopo effettuata da un'apposita commissione. Quest'ultima è nominata dall'Autorità Territoriale d'Ambito ed è costituita da un suo dirigente, che la presiede, e da altri due o quattro componenti, scelti tra professori universitari di ruolo ed esperti di qualificata e comprovata esperienza, al fine di assicurarne le opportune competenze in campo economico, giuridico e tecnico. Una volta affidato il servizio, i rapporti tra l'Autorità Territoriale d'Ambito ed i soggetti affidatari sono regolati da apposito contratto di servizio, il cui contenuto deve uniformarsi a quello previsto dall'art. 203 del decreto legislativo n. 152 del 2006.

Secondo questa disposizione, lo schema tipo dell'affidamento in parola deve contemplare:

²² Per 'convenienza economica' si intende la capacità del modello di gestione di creare valore e di generare un livello di redditività per il capitale investito, che sia adeguato in rapporto alle aspettative di un generico investitore; per 'sostenibilità finanziaria' si intende la capacità del progetto di generare flussi monetari sufficienti a garantire il rimborso dei finanziamenti, compatibilmente con una proporzionata remunerazione degli investitori privati e pubblici coinvolti nella gestione del sistema integrato dei rifiuti.

²³ Secondo l'art. 113, comma 7, del decreto legislativo n. 267 del 2000, la gara in parola deve essere indetta nel rispetto degli *standard* qualitativi, quantitativi, ambientali, di equa distribuzione sul territorio e di sicurezza, definiti dalla competente Autorità di settore o, in mancanza di essa, dagli Enti Locali. La gara è aggiudicata sulla base del migliore livello di qualità e sicurezza, sulla base delle condizioni economiche e prestazionali del servizio, dei piani di investimento per lo sviluppo ed il potenziamento delle reti e degli impianti, con le relative operazioni di rinnovo e manutenzione, nonché sulla base dei contenuti di innovazione tecnologica e gestionale. Tali elementi fanno parte integrante del contratto di servizio. Le previsioni enunciate devono considerarsi integrative delle discipline di settore.

- a) il regime giuridico prescelto per la gestione del servizio;
- b) l'obbligo del raggiungimento dell'equilibrio economico e finanziario della gestione;
- c) la durata dell'affidamento, comunque non inferiore a quindici anni;
- d) i criteri per definire il piano economico e finanziario di gestione integrata del servizio;
- e) le modalità di controllo del corretto esercizio del servizio;
- f) le regole generali ed i principi relativi alle attività ed alle tipologie di controllo, in rapporto ai livelli del servizio ed al corrispettivo, le modalità, i termini e le procedure per lo svolgimento del controllo e le caratteristiche delle strutture organizzative all'uopo preposte;
- g) gli obblighi di comunicazione e trasmissione di dati, informazioni e documenti del gestore e le sanzioni per i relativi inadempimenti;
- h) le penali, le sanzioni in caso di inadempimento e le condizioni di risoluzione, secondo i principi del codice civile, diversificate a seconda della tipologia di controllo;
- i) il livello di efficienza e di affidabilità del servizio da assicurare all'utenza, anche con riferimento alla manutenzione degli impianti;
- j) la facoltà di riscatto del servizio affidato, secondo i principi di cui al titolo I, capo II, del regolamento approvato con decreto del Presidente della Repubblica n. 902 del 1986;
- k) l'obbligo di riconsegna delle opere, degli impianti e delle altre dotazioni patrimoniali strumentali all'erogazione del servizio, in condizioni di efficienza ed in buono stato di conservazione;
- l) idonee garanzie finanziarie ed assicurative;
- m) i criteri e le modalità di applicazione delle tariffe determinate dagli Enti Locali e del loro aggiornamento, anche con riferimento alle diverse categorie di utenze del servizio.

Quanto invece alle gestioni dei rifiuti urbani esistenti al momento dell'entrata in vigore del codice dell'ambiente, l'art. 204, comma 1, dello stesso decreto legislativo n. 152 del 2006 prevede che i soggetti esercenti il servizio in discorso, anche in economia, ovverosia gli enti concessionari dei Comuni, continuino a gestirlo sino all'istituzione ed all'organizzazione del servizio di gestione integrata dei rifiuti da parte delle Autorità d'Ambito. Queste ultime, ai sensi del successivo comma 2, sono tenute a disporre i nuovi affidamenti, mediante gara ad evidenza pubblica, entro nove mesi dalla data di entrata in vigore della parte quarta del codice ambientale.

La normativa, dunque, stabilisce un graduale ma definitivo passaggio dagli affidamenti in economia a quelli fondati su gara ad evidenza pubblica. Al riguardo, l'art. 204, comma 4, del decreto legislativo n. 152 del 2006 dispone altresì che alla scadenza, ovvero all'anticipata risoluzione delle gestioni esistenti, di cui al precedente comma 1, i beni e gli impianti delle imprese già concessionarie siano trasferiti direttamente all'Ente Locale concedente, nei limiti e secondo le modalità di cui alle rispettive convenzioni di affidamento. Indi, gli impianti e le altre dotazioni patrimoniali, di proprietà degli Enti Locali e già esistenti al momento dell'assegnazione del servizio nelle forme della gara ad evidenza pubblica, saranno conferiti in comodato ai nuovi affidatari del servizio medesimo.

4.5. La legge regionale Piemonte n. 24 del 2002 e la sua vigenza transitoria

La **legge regionale Piemonte n. 24 del 2002** attua il decreto legislativo n. 22 del 1997, disciplinando il sistema di gestione dei rifiuti urbani sulla base di Ambiti Territoriali Ottimali (A.T.O.), coincidenti con le aree di ciascuna Provincia piemontese. Secondo la citata legge, tali ambiti territoriali sono rispettivamente suddivisi in uno o più bacini, definiti dai programmi provinciali di riferimento in conformità al piano regionale, al fine di ottimizzare la realizzazione ed il governo del sistema integrato di gestione dei rifiuti urbani. I Comuni ricompresi nei bacini facenti parte del medesimo Ambito Territoriale Ottimale, coordinati dalla Provincia, assicurano l'organizzazione, la realizzazione e la gestione, in forma associata, dei servizi preposti al funzionamento del sistema in parola, attraverso consorzi obbligatori, costituiti ai sensi dell'art. 31

del decreto legislativo n. 267 del 2000 e denominati 'consorzi di bacino'. Essi sono forme associative locali, operanti in forma collaborativa all'interno dell'Ambito Territoriale Ottimale cui appartengono, che si identifica nell'area geografica della Provincia. La collaborazione interconsortile si avvale principalmente dello strumento di cui all'art. 12 della nostra legge regionale, che impone ai consorzi di bacino di convenzionare la costituzione di un'Associazione d'Ambito, operativamente preposta al governo coordinato delle attività di gestione dei rifiuti nel territorio provinciale.

Questo il modello di cui alla legge regionale piemontese, adottata in attuazione del decreto legislativo n. 22 del 1997, successivamente abrogato dal decreto legislativo n. 152 del 2006. L'art. 177 di quest'ultimo decreto prevede espressamente l'adeguamento, entro il termine ordinatorio di un anno dalla sua entrata in vigore, degli ordinamenti delle Regioni e delle Province Autonome alle disposizioni in materia di tutela dell'ambiente e dell'ecosistema, contenute nella parte quarta della nuova normativa, che disciplina la gestione dei rifiuti e la bonifica dei siti inquinati. Peraltro, l'art. 264, comma 1, lett. i), del decreto legislativo n. 152 del 2006, al fine di assicurare che non vi sia alcuna soluzione di continuità nel passaggio dalla preesistente normativa a quella prevista dalla parte quarta dello stesso, dispone che i provvedimenti attuativi del decreto legislativo n. 22 del 1997 continuino ad applicarsi sino alla data di entrata in vigore dei corrispondenti provvedimenti attuativi previsti dalla citata parte quarta. Dunque, se ne ricava che, in materia di gestione dei rifiuti urbani, nelle more dell'approvazione della normativa di adeguamento al decreto legislativo n. 152 del 2006, la legge regionale Piemonte n. 24 del 2002 sia tuttora vigente.

La nuova legislazione, comunque, riprende l'apparato di governo fondato sugli Ambiti Territoriali Ottimali e stabilisce che i successivi A.T.O. siano delimitati dalle Regioni sulla base dei precedenti, da cui possono discostarsi solo per motivate esigenze aventi ragione nelle citate efficacia, efficienza ed economicità dell'azione amministrativa. Secondo il decreto legislativo n. 152 del 2006, le stesse Regioni disciplinano inoltre le forme ed i tempi entro cui gli Enti Locali, ricadenti nel territorio del medesimo A.T.O., devono costituire l'Autorità d'Ambito Territoriale Ottimale (A.A.T.O.), già Associazione d'Ambito nel precedente sistema. Si riscontra dunque la medesima *ratio* di voler realizzare una gestione dei rifiuti urbani, che preveda un soggetto pubblico sovracomunale (Associazione-Autorità d'Ambito) al vertice operativo di un sistema di governo territorialmente ed amministrativamente integrato.

Capitolo Secondo

La città come sistema sociale, economico, biologico

1. Gli approcci sistemici alla città

La città, come i sistemi naturali, deve essere considerata una struttura aperta che scambia energia, materia e informazioni con l'ambiente che la circonda.

Gli aspetti in cui le città si organizzano al loro interno non possono essere studiati in modo quantitativo come i cambiamenti della temperatura o i volumi dei rifiuti perché fanno parte di un processo in cui i bisogni, le idee, le fantasie e gli scambi economici che legano le città con il resto del mondo sono interdipendenti. Le idee, i concetti e gli ideali influenzano gli investimenti e modificano la struttura fisica della città. L'espressione di queste percezioni acquisisce visibilità attraverso l'attività economica.

“I ruoli primari delle città come i sistemi di scambio commerciale e gli apparati di supporto alla vita sono interconnessi”¹.

Nello stesso modo gli approvvigionamenti di cibo e di risorse sono parte del bilancio di massa che alimenta la città. Queste reti di rifornimenti collegano la città, tramite gli scambi commerciali, con gli altri sistemi. La corrente di merci non è solo un semplice meccanismo unidirezionale per mezzo del quale il produttore soddisfa la domanda urbana e il commerciante appaga la domanda rurale, ma costituisce una rete articolata di relazioni, che abbraccia regioni e anche nazioni.

Il mercato urbano rispecchia la complessità della dinamica dei sistemi urbani. Questo “indica che le analisi di questi organismi possono essere eseguite a vari livelli: dalla singola famiglia o impresa urbana fino al globale e interdipendente insieme urbano”².

L'ecologia dei sistemi si unisce con la ricerca biologica e la modellistica (determinazione dei parametri di modelli dinamici usati in ecologia) nel tentativo di sviluppare un nuovo livello di sintesi. La modellistica è stata impiegata per determinare l'interazione, la dispersione e la concentrazione dei materiali nell'atmosfera e nell'ambiente marino, con particolare riguardo al problema dell'inquinamento. Questi modelli hanno la funzione importante di indicare le soglie oltre le quali gli effetti di particolari inquinanti diventano critici, inoltre forniscono le informazioni relative alle future deficienze vitali, quali l'approvvigionamento di acqua.

Gli approcci modellistici allo studio della città come ecosistema costituiscono una grande attrattiva per i pianificatori urbani poiché rappresentano una procedura integrata e partecipata. I sistemi idrici urbani sono un buon esempio dell'applicazione dell'ecologia dei sistemi alla città.

La costruzione dei modelli di sistemi può incrementare la comprensione dell'ambiente urbano e le sue interazioni con gli organismi viventi. Si affermano concetti che vengono applicati ai vari ecosistemi, compresi quelli urbani.

Gli ecosistemi sono inquadrabili nella teoria dei sistemi, considerati nel senso più generale, come entità (fisiche ma anche concettuali) costituite da insiemi di parti interdipendenti.

La trattazione degli ecosistemi all'interno della scienza dei sistemi consente di stabilire delle importanti correlazioni con i sistemi economico-sociali dai quali non si può prescindere, tenuto conto del predominio sempre più netto dell'uomo sulla natura.

¹ Gisotti G., *Ambiente urbano*, Palermo, 2007, pag. 34

² Douglas I., *The urban environment*, 1983.

2. La città come ecosistema urbano

Riflettere sull'ambiente urbano, significa osservare il fenomeno da punti di vista diversi e complementari: "da una parte esaminare come l'uomo abbia modificato l'ambiente naturale in cui si è insediato, dall'altra, analizzare come la natura inglobata nella città si sia trasformata per resistere a condizioni artificiali"³.

L'ambiente urbano viene visto in una prospettiva dinamica e processuale nella quale assumono un ruolo centrale i processi di trasformazione indotti dall'uomo e le reazioni dell'ambiente naturale alle azioni umane.

L'approccio ecosistemico sembra offrire una base concettuale per comprendere i meccanismi che regolano l'organizzazione e la dinamica evolutiva delle grandi città mondiali, i conflitti e i problemi che ne conseguono, e per individuare i correttivi necessari al fine di migliorare la qualità ambientale.

Gli ecosistemi urbani presentano delle peculiarità differenti rispetto a quelli naturali. Questi ultimi, in assenza di perturbazioni esterne, tendono verso un equilibrio ottimale. I processi che si svolgono nei sistemi naturali sono lenti, quelli antropici sono rapidi. L'ecosistema naturale è sostanzialmente stabile e ha un comportamento sufficientemente prevedibile.

Negli ecosistemi urbani, l'intervento dell'uomo, amplificato dalla tecnologia, altera i rapporti fra i componenti dell'ecosistema.

La "qualità" dell'ecosistema urbano è migliore quando le trasformazioni concorrono a realizzare condizioni generali di superiore vivibilità per gli abitanti e maggiore efficienza per lo sviluppo socio-economico. Tuttavia questi processi non garantiscono automaticamente il raggiungimento di un equilibrio ottimale, come accade negli ecosistemi naturali, al contrario, tendono a sviluppare nuovi conflitti e problemi ambientali.

Inoltre la città sembra non abbia limiti nella sua crescita, mentre la crescita illimitata è assente in natura. L'ambiente costruito in una città moderna risulta essere il riflesso dell'organizzazione della società.

La pianificazione urbanistica/territoriale deve tenere conto dei fattori inerenti alle risorse e ai rischi naturali del territorio.

Attualmente è a "livello di tentativo la volontà di applicare le leggi dell'ecologia al sistema urbano ma è un'operazione complessa, se si riuscirà in questo sarà più facile attuare delle politiche urbane organiche, integrate e condivise dalla popolazione, dirette a governare le trasformazioni urbane e ad ammortizzarne gli effetti negativi sugli equilibri non solo ambientali ma anche socio-economici"⁴.

Per quanto riguarda gli autori italiani, uno dei primi approcci alla città in chiave ecologica è trattato da Manfredi Nicoletti in *L'ecosistema urbano* (1978) in cui emerge come la collettività nella sua unità bio-psicologica e culturale reagisca all'ambiente (da essa creato), alterandolo e ciò sollecita altre reazioni in una concatenazione evolutiva fatta di scambi e adattamenti successivi.

Nell'ambito del Programma Mab dell'Unesco, una delle città oggetto di studio, come sistema ecologico, è stata Roma. Fautore della ricerca è stato Valerio Giacobini che, nella sua nota⁵ ha gettato le basi metodologiche con particolare riguardo al tema della naturalità in ambito urbano.

3. La gravitazione urbana

All'inizio del XXI secolo, le città stanno crescendo molto rapidamente.

³ Gisotti G., *Ambiente urbano*, 2007, pag. 17

⁴ Op.cit. pag.21.

⁵ Giacobini V., *Rome considered as an ecological system*, 1981

Alla luce dell'organizzazione sociale ed economica delle aree urbane, il sorgere della città gigante appare una conseguenza naturale, quasi inevitabile. L'afflusso verso la metropoli sembra essere un fenomeno assai difficilmente reversibile. Per comodità di fruizione dei servizi e di lavoro, le popolazioni gradualmente si sono avvicinate al centro di riferimento.

I servizi di cui una grande città ha bisogno, per esempio la sanità, la scuola, la pubblica amministrazione, implicano, sempre di più delle tecnologie articolate e investimenti elevati. Dato il costo notevole e la vasta organizzazione che comportano, difficilmente, essi, sono presenti in ogni piccolo paese: vengono creati, invece, nella grande città su cui gravita una popolazione di dimensioni adeguate per fornire utenza, mercato o mano d'opera proporzionali all'investimento necessario.

Si può descrivere questo fenomeno come gravitazione urbana legata alla complessità tecnologica e lo si può notare lungo tutta l'Italia oltre che in tante città del mondo.

Il ritmo del processo è però talmente rapido da dare vita a una crescita urbanisticamente e sociologicamente non assestata.

I paesini di montagna e di collina si vanno svuotando salvo che non siano investiti di importanti funzioni turistiche e culturali. I giovani attratti dalle opportunità o costretti dalle carenze si spostano nelle città. "Il territorio si spopola e le città crescono e si intasano proporzionalmente all'ampliarsi dei sistemi economici-politici e tecnologici con le conseguenze ormai note a tutti: abbandono del territorio, da un lato, e inquinamento dell'aria, dell'acqua, del suolo ecc., dall'altro. Lo sviluppo della velocità delle comunicazioni, osannato quale fattore di decentramento, sembra essere invece un elemento fondamentale del processo di gravitazione urbana"⁶.

Nel momento in cui il sistema si allarga, oggi a scala mondiale, soprattutto i più poveri, che non hanno niente da perdere si spostano verso i centri densamente abitati.

Se nei flussi di migrazione precedenti è stata la popolazione della campagna a spostarsi verso la grande città, adesso sono i villaggi del Terzo Mondo che migrano verso le metropoli. Molti si fermano alla periferia. Il problema delle periferie è comune a quasi tutte le grandi città e a seconda dei paesi le condizioni di vita possono essere più o meno scadenti.

La realtà attuale è quella di provvedere al supporto di base, nelle grandi città del sud del mondo, mediante i sistemi dell'acqua, dei trasporti e della salute, e di affrontare, nelle città industriali dell'Europa e del Nord America, il degrado e la congestione delle vecchie aree urbane.

Il fattore comune alle varie realtà è quello di rendere le città meno vulnerabili ai pericoli naturali (terremoti, alluvioni, maremoti, uragani) e antropici (epidemie, incendi ecc.). Tuttavia i metodi per fronteggiare questi problemi sono collegati ai sistemi economici e politici delle singole città e al modo in cui la gente percepisce la città e sviluppa le strutture sociali al suo interno.

Il mercato urbano rispecchia la complessità della dinamica dei sistemi urbani.

4. La trasformazione delle città come sistema di consumi

L'aspetto delle città, in modo più evidente nei paesi occidentali, riflette il consumismo della società. Lo spostamento da sito industriale a sito del mercato e delle vendite rispecchia il cambiamento di orientamento delle città da sistemi di produzione a centri di consumo. "Quello che una volta era il nucleo commerciale dominante del quartiere centrale degli affari viene sfidato dalla diffusione dei supermercati e degli ipermercati nelle periferie e nelle aree extraurbane"⁷. Le vendite on-line, le banche dati specializzate e l'incremento delle

⁶ Op. cit. pag. 29

⁷ Op. cit. pag. 35.

telecomunicazioni audiovisive hanno scardinato la tradizionale struttura spaziale delle città e il modello centripeto del rapporto residenza-posto di lavoro. La rete radiale ferroviaria dei centri urbani degli ultimi anni del XIX secolo e dei primi anni del XX secolo è stata rimpiazzata dagli anelli concentrici delle autostrade urbane che collegano le periferie e gli insediamenti industriali permettendo delle comunicazioni rapide per gli abitanti.

Le attività commerciali e produttive rimangono ma il consumismo rappresenta la forza trainante. Se il tasso di consumo diminuisce, gli aspetti chiave del settore produttivo che coinvolgono la elevata domanda di lavoro, quali le industrie delle costruzioni e degli autoveicoli, riducono sia la produzione, sia la forza lavoro. La dinamica della città moderna è perciò correlata in modo inestricabile alla domanda dei consumatori.

La trasformazione delle città da “laboratori della società industriale a centri di stimolo artificiale dei consumi”⁸ ha significato, per esempio, le riallocazioni delle abitazioni e della rete dei trasporti, il cambiamento delle opportunità di impiego, la crescita delle fonti di inquinamento.

Le differenze nel funzionamento delle città nascono attraverso le variazioni dei livelli di intervento e di regolazione dello sviluppo urbano da parte del governo. Più è estesa la città ed ampio il suo settore di affari, migliore è la sua rete di trasporti e comunicazioni. I posti di comando delle imprese più importanti sono generalmente allocati nei maggiori centri di comunicazione.

La modifica più evidente è stata la perdita dei posti di lavoro nelle industrie delle città, per il fatto che i nuovi stabilimenti erano stati costruiti in altri siti, spesso lungo le arterie stradali o nei nuovi suburbi, causando il declino delle attività cittadine. Ciò si è verificato soprattutto fra il 1800 e i primi anni del 1900 nei paesi industrializzati dell'Occidente mentre in Italia il fenomeno si è manifestato in modo eclatante solo fra gli anni 50 e 70 del 1900.

La diminuzione delle attività produttive private e la crescita di quelle amministrative” è tipica della città come sistema dei consumi dove le amministrazioni pubbliche si espandono continuamente. Nel sistema dei consumi, la città è quindi il centro del controllo economico sul resto dell'economia.

5. La città come sistema di produzione

Sebbene parecchie città europee siano diventate grandi centri manifatturieri e produttivi partendo da origini militari, ecclesiastiche o mercantili (Torino, Liegi in Belgio, Lille in Francia ecc.) alcune città americane sono cresciute alla fine del 1800 solo come centri manifatturieri, come Detroit.

Oltre a costituire un sistema commerciale la città è un organismo produttivo dove i materiali e il lavoro sono combinati per produrre beni che forniscono ricchezza.

In quanto apparato produttivo la città induce delle pressioni nelle regioni rurali vicine. Le domande di cibo, di spazio per la residenza e la ricreazione vengono dai residenti urbani che rappresentano essenzialmente la forza lavoro nel sistema produttivo, mentre le domande di materie prime e di spazio per la produzione industriale arrivano indirettamente dai consumatori, nella città e nei mercati anche lontani, attraverso le società presenti nella città stessa.

La produzione nel passato, ha permesso alla città di diventare un serbatoio di risorse finanziarie da essere usate in tutte le fasi della produzione di beni.

⁸ Douglas I. *The urban environment*, Edward Arnold, London, 1983

Le città vengono costruite come conseguenza della tecnologia disponibile nel tempo e nel contesto anche se non tutti gli aspetti della forma costruita delle città sono funzionali alle modalità di produzione.

La funzione produttiva della città coinvolge la concentrazione sia delle materie prime sia di quelle giunte dall'esterno. Mentre la città cresce, lo *stock* dei materiali al suo interno si incrementa anche se questi materiali non possono essere accessibili in eguale misura a tutti gli abitanti della città i quali, per la loro esistenza, dipendono dai processi produttivi della città. Una parte di tali flussi di materiali può produrre degli effetti collaterali (di natura sociale, economica, ambientale) che modificano delle componenti della città a danno di alcuni gruppi di residenti.

L'analisi della evoluzione della città come sistema produttivo richiede perciò più che un approccio economico. Il bilancio di energia e di materiali, i flussi di energia e di beni della città devono essere correlati al bilancio finanziario e ai flussi economici della realtà urbana. Le analogie organiche e le altre ecologiche possono offrire un modo per effettuare tale collegamento.

6. Gli aspetti biologici della città

Come qualsiasi altra entità organizzata, una città può essere analizzata da due punti di vista: il primo ne rivela la struttura e il secondo il funzionamento.

La struttura della città è il modello spaziale delle diverse parti e funzioni mentre la sua fisiologia è l'interscambio che si verifica tra queste unità specializzate.

“Già negli anni 60 alcuni economisti hanno ritenuto che le richieste di risorse e di lavoro provenienti dalle città potevano essere paragonate al metabolismo di un organismo”⁹. Havlick S. paragona la parete di un organismo vivente (membrana o pelle) con le pareti strutturali, fisiche che separano nella città le diverse sezioni degli edifici dagli altri. Secondo l'Autore, la città è un organismo che usa, sintetizza e concentra le risorse di base fornite dagli insediamenti più piccoli allo scopo di produrre beni e servizi. Mutuando il concetto di livello trofico dall'ecologia, egli mostra come i diversi membri di una comunità biologica occupino delle differenti posizioni o livelli trofici, della produttività, del consumo, del trasferimento e della perdita di energia, come accade per gli insediamenti urbani. I flussi di materiale, tramite i sistemi commerciali delle città vengono così considerati paralleli ai flussi di nutrienti attraverso gli ecosistemi.

La successione e la crescita di un'area urbana hanno analogie con quelle di una comunità strettamente biologica. I membri della comunità biologica scelgono il territorio e gli *habitat* con delle modalità comparabili a quelle usate per gli insediamenti umani. “Anche quando una vecchia comunità viene inglobata da una area urbana contigua ..., un intreccio senza soluzione di continuità (*continuum*) mostrerà un graduale mescolamento dei due centri nel tempo e nello spazio... Tale *continuum* non sembra dissimile dal *continuum* biologico come descritto dagli ecologi: si tratta di un cambiamento progressivo, ...quale riflesso delle condizioni del suolo e del clima. Esplorando questa analogia organica si possono trovare delle corrispondenze nella vita di una città: una città preleva i nutrienti ed escreta i rifiuti; il volume del suo tessuto cambia attraverso il tempo e così accade per la sua organizzazione interna. Essa si alimenta da un'area di prelievo più ampia di se stessa e la sua economia interna e il suo 'stato di salute' sono correlati... Perciò è possibile arguire che la città sia un ecosistema *sui generis*”¹⁰.

⁹ Havlick S.W. The urban organism. The city's natural resources from the invironmental perspective, 1974

¹⁰ Gisotti G., *Ambiente urbano*, 2007, pag. 17

La città cresce creando ‘nuove cellule’ e nuovi legami tra ‘cellule’. Talvolta i processi di crescita comportano la incorporazione di altri organismi (per esempio, quando le cittadine e i villaggi periferici vengono inglobati in un insediamento urbano più ampio).

“L’analogia organica indica che la salute della città nella sua interezza dipende dai funzionamenti efficienti dei trasporti (le arterie), dell’amministrazione (il cervello), del drenaggio delle acque e dello smaltimento dei rifiuti (le viscere). Il cambiamento di una delle parti dell’organismo richiede l’adeguamento delle altre”¹¹.

L’analogia metabolica è utile nel ricordare che le grandi città sono, dal punto di vista biologico, parassite nel loro uso delle risorse vitali, dell’aria, dell’acqua e del cibo, degli spazi non urbani. Più grandi sono le città, maggiore è la domanda di questi sistemi nei confronti delle campagne circostanti e più alto è il pericolo di danneggiamento dell’ambiente naturale “ospite”.

Il ciclo metabolico non è completo fino a quando i rifiuti e i residui della vita quotidiana non vengono rimossi e smaltiti.

L’ecosistema è una unità che include tutti gli organismi che vivono insieme in una data area e interagiscono con l’ambiente fisico dando luogo a una ciclizzazione dei materiali tra viventi e non viventi all’interno del sistema. Secondo ciò l’ecosistema risulta caratterizzato dalla presenza di tre componenti fondamentali la cui azione reciproca conferisce funzionalità all’ecosistema stesso :

1. la comunità comprendente tutti gli esseri viventi
2. il flusso di energia (che negli ecosistemi naturali proviene dal sole)
3. i cicli dei materiali

7. L’aspetto ecologico dell’urbanizzazione

L’urbanizzazione come processo di concentrazione della popolazione, potrebbe essere vista in chiave ecologica nella quale l’inurbamento è una modalità di insediamento di persone per raggiungere un certo livello di sussistenza e sicurezza. Questa interpretazione suggerisce che le popolazioni umane siano soggette alla stessa dinamica delle popolazioni animali. Esse hanno sofferto la fame quando il loro ambiente è stato distrutto o devastato da disastri naturali, guerre o epidemie. Si può supporre che le popolazioni urbane umane e quelle animali possano subire i cambiamenti in modo simile, ossia che ci siano dei limiti alla crescita.

Uno dei fondatori dell’ecologia, E.P. Odum¹², definisce il concetto di ecosistema a partire dalla constatazione che gli esseri viventi (comunità biotica) e il loro ambiente non vivente (abiotico) siano correlati in modo inseparabile e interagiscano reciprocamente. Secondo la definizione di Odum l’ecosistema o sistema ecologico è una unità che include tutti gli organismi che vivono insieme in una data area, interagenti con l’ambiente fisico, in modo tale che un flusso di energia porta a una ben definita struttura biotica e a una ciclizzazione dei materiali tra viventi e non viventi all’interno del sistema.

Gli insediamenti urbani e industriali, possono essere considerati come ecosistemi abiotici, completamente artificiali, che dipendono al 100% dalla regolazione umana e in particolare, dall’approvvigionamento di energia (fossile, elettrica).

L’ecologia del paesaggio sposta l’attenzione dagli ecosistemi naturali a quelli antropizzati e si viene a creare una nuova entità spazio-temporale dell’ecologia contemporanea: il paesaggio

¹¹ op. cit. pag. 43

¹² Odum E.P., *Basic Ecology*, 1983

mosaico ecologico composto da elementi (gli ecosistemi) connessi tra loro da flussi di energia, di materia e di specie.

Si affermano concetti che vengono applicati ai vari ecosistemi, compresi quelli urbani.

8. I limiti alla crescita della città

Lo studio della dinamica delle popolazioni animali porta a concludere che, prima o poi possa interferire un fenomeno interno o esterno in grado di determinare l'arresto della crescita.

La fase successiva alla crescita è la diminuzione della popolazione o il raggiungimento di un equilibrio con l'ambiente. Ciò significa che in natura il processo di crescita illimitata è assente.

“Se si pensa alla città considerandola una macchina, allora essa può espandersi illimitatamente come la sfera della produzione delle merci in economia ...Questo è ciò che è avvenuto nelle città occidentali nel periodo compreso dal secondo dopoguerra fino agli anni 70 ed è quello che ora accade nei Paesi in via di sviluppo e in quelli di più recente industrializzazione come Cina e India, le cui città subiscono un continuo processo di accrescimento”¹³.

La crescita illimitata è distruttrice di valori sociali aggregativi, ambientali, storici. Gli effetti negativi sono osservabili nelle città occidentali, soprattutto nelle mega-città in via di sviluppo il cui tasso è in aumento.

L'estensione dell'area urbanizzata, (dalla città all'area metropolitana) implica un incremento dei consumi energetici, conseguenti allo sviluppo della rete di collegamento e a una maggiore necessità del ricorso ai mezzi di trasporto.

Questo fattore genera un aumento delle emissioni inquinanti nell'aria, nell'acqua, nel suolo. Uno degli esiti più rilevanti della crescita illimitata è rappresentato dal consumo di suolo sottratto alla sua naturale funzione di riproduzione della vita vegetale e animale (fenomeno in forte salita in Italia fin dagli anni 70).

La impermeabilizzazione e la cementificazione di vaste aree del territorio crea uno dei motivi principali di diverse catastrofi naturali, quali le alluvioni, le frane e l'impovertimento delle falde idriche.

La perdita dei confini naturali che separano la città dal territorio circostante sono conseguenti ai processi di artificialità e autonomizzazione dell'insediamento moderno. La città metropolitana uniforma qualsiasi identità territoriale a una legge di crescita subordinata alla salita dei consumi e allo sviluppo della circolazione privata.

La crescita illimitata delle città in numerosi casi ha prodotto delle omologazioni territoriali attraverso l'espansione di immense periferie, ha dilatato in maniera informe i nuclei storici originari della città.

Senza un adeguato meccanismo di autoregolazione qualunque sistema complesso (formato da organismi in interazione reciproca che vivono in un determinato ambiente in grado di fornire risorse limitate e di smaltire una quantità definita di residui del loro metabolismo), superata una certa soglia, è soggetto a una crisi dai risultati imprevedibili ma certamente non positivi.

E' opportuno accennare alla differenza di significato del termine *crescita* da quello di *sviluppo*. In biologia la crescita è l'aumento delle dimensioni geometriche e ponderali degli organismi.

¹³ Gisotti G., *Ambiente urbano*, 2007, pag. 47

Analogamente in economia indica l'incremento quantitativo. In biologia *sviluppo* indica il passaggio da uno stadio più semplice a uno più complesso. *Sviluppo sostenibile* significa sviluppo senza crescita, ovvero un processo che conduce a un miglioramento qualitativo senza che questo comporti un incremento quantitativo.

9. La città come habitat di organismi

La struttura di una città, intesa come una serie di diverse cellule collegate in un sistema complesso, è stata vista come un organismo in grado di provvedere a una varietà di condizioni per la vita.

Le costruzioni modificano enormemente la natura della città creando nuovi habitat per le piante e gli animali (come una palude o una duna di sabbia può essere considerata un habitat, così può esserlo una città).

Le città spesso forniscono una molteplicità di habitat.

Sono state interpretate come un insieme di "isole di habitat" il cui benessere è associato alla efficacia dei collegamenti. Specifici habitat urbani sono stati classificati e messi in relazione a più ampie unità biogeografiche.

Le teorie biogeografiche hanno cominciato a essere applicate agli habitat della città allo scopo di gestire meglio gli ambienti urbani.

Parecchi studi recenti sulla teoria naturale delle città si sono occupati sistematicamente di uccelli, mammiferi e piante perché ciascuna specie possiede mobilità e abilità differenti nel colonizzare edifici, giardini, mucchi di rifiuti e strade.

Inoltre è da considerare il ruolo degli insetti nelle catene alimentari urbane. A volte la volontà di regolare i giardini suburbani crea situazioni che favoriscono l'insediamento di popolazioni di insetti di elevata densità, provocando l'uso di pesticidi che possono distruggere le catene alimentari. Gli insetti, nella ricerca di ambienti idonei di riproduzione, possono portare malattie, da un settore dell'ecosistema urbano a un altro,

10. La città come habitat di persone. L'ecologia umana

"La città può essere esaminata come un *habitat* di umani proprio come lo è per gli uccelli o i mammiferi. Gli esseri umani hanno esaurito virtualmente la loro storia evolutiva negli ambienti rurali, impegnati nei lavori manuali, invece adesso moltissimi di loro svolgono delle occupazioni sedentarie nelle città. Mentre appare poco evidente che l'umanità sia insoddisfatta dello stile di vita delle città, sembra palese che alcuni ambienti urbani costituiscano degli habitat inidonei"¹⁴.

In vari sistemi sociali esistono dei problemi per cui parte della popolazione viene relegata in abitazioni povere, dove viene minacciato il benessere a causa dei rischi per la salute. La scarsità di condizioni igieniche nelle abitazioni crea dei pericoli per la salute pubblica, per esempio attraverso gli approvvigionamenti di acqua contaminata o altre fonti di trasmissione di organismi patogeni derivati da scarichi fognari trattati inadeguatamente.

Le scadenti condizioni igieniche, ampliate dall'affollamento, fanno aumentare la probabilità di molte malattie infettive, quali il tifo e il colera, specialmente in alcune città del Terzo Mondo.

¹⁴ Douglas I. *The urban environment*, Edward Arnold, London, 1983

Malgrado i progressi nelle tecniche epidemiologiche, l'interazione tra questi problemi della salute e le condizioni abitative è talmente complessa che l'evidenza derivante dagli studi empirici non è affatto conclusiva.

In numerosi Paesi occidentali, la maggior parte dei rapporti causa-effetto tra problemi sociali, malattie e condizioni socio-economiche, è costituita da relazioni fra povertà, morte improvvisa, legami famigliari scardinati, scarsità di scuole, delinquenza giovanile e danni da stupefacenti.

E' da ritenere che la qualità della vita in molte aree urbane e suburbane depresse dei Paesi occidentali sia comunque sempre migliore di quella di tante città del Terzo Mondo, (anche se l'alluvione del settembre 2005 di New Orleans ha messo in luce dei problemi che suggeriscono di ripensare alle sicurezze apparentemente acquisite dai cittadini dei Paesi sviluppati).

Le condizioni ambientali nella città, la salute umana e il benessere sono fenomeni strettamente collegati e sono un'applicazione dell'ecologia umana che dovrebbe andare oltre i principi dell'ecologia generale perché la flessibilità dell'uomo nel comportamento, la sua abilità nel controllare i suoi immediati dintorni e la sua tendenza a sviluppare una cultura indipendentemente dall'ambiente sono maggiori di quelle degli altri organismi.

E' importante distinguere il livello di analisi fornito dalle diverse discipline. Mentre i biologi hanno spesso interpretato l'ecologia umana come interazioni della specie umana con gli ecosistemi naturali, gli antropologi e, in modo più specialistico, gli esperti di salute pubblica e di medicina preventiva hanno analizzato i processi di interazione e di retroazione all'interno dell'ecosistema urbano.

Mentre l'ambiente urbano è il prodotto del sistema sociale in generale, l'attuale stato della forma urbana è il risultato dell'attività di un sistema sociale su un lungo periodo temporale.

Alcune parti della città sono nuove, progettate non solo per fronteggiare l'attuale stato del sistema sociale ma anche quello futuro. Altre parti sono vecchie, rappresentano i prodotti del sistema sociale in una situazione precedente e sono frequentemente usate per scopi diversi da quelli per i quali sono state previste. "La condizione degli individui all'interno della città non è una diretta funzione del sistema sociale ma di quei segmenti del sistema sociale che interessano le loro vite giorno per giorno e di quegli attributi o quelle parti dell'ambiente urbano che vengono a contatto con loro. Tali interazioni dovrebbero essere adatte a essere esaminate mediante gli studi integrati bio-socio-fisici delle città"¹⁵.

11. Gli approcci integrati bio-socio-fisici alle città

L'approccio integrato dei diversi "attori" in gioco fra le varie discipline sia ambientali sia socio-economiche e tra le politiche dei diversi livelli gerarchici potrebbe essere una possibile strada per affrontare i problemi urbani.

La città potrebbe essere osservata come un "ambiente socio-fisico nel quale gli aspetti fisici siano inseparabili dalla organizzazione sociale, quindi dai fattori storici, economici e culturali che influenzano tale organizzazione. Un approccio all'esame degli impatti ambientali derivati dai cambiamenti sociali ed economici delle città consiste nell'analizzare il paesaggio urbano e gli attuali processi che operano nel suo interno"¹⁶.

Sono stati eseguiti alcuni studi mirati a esaminare le influenze dell'uomo sull'ambiente urbano e industriale di diverse città, mediante l'utilizzazione di mappe che illustrano la varietà delle emissioni di inquinanti e gli usi del suolo che deteriorano la qualità ambientale. Queste ricerche

¹⁵ Gisotti Giuseppe, *Ambiente urbano*, 2007

¹⁶ op. cit. pag. 54

localizzano le fonti dei rifiuti e degli inquinanti atmosferici, elencano le emissioni da fabbriche, identificano i corsi d'acqua inquinati e delimitano i siti industriali dismessi e le aree industriali. Tuttavia essi non danno un resoconto totale dei flussi di energia, acqua e sostanze chimiche nelle aree urbane.

Questa completa contabilità ambientale è stata tentata nel programma di ricerca *Man and Biosphere (Mab)* promosso dall'Unesco, agli inizi degli anni 70, teso ad analizzare la relazione causa-effetto fra le condizioni di vita della popolazione di Hong Kong e il suo stato di salute e benessere, per capire il rapporto tra le caratteristiche ecologiche dell'ecosistema urbano nel suo insieme e lo stato di salute e benessere della popolazione, inoltre per comprendere i processi culturali di adattamento alle influenze ambientali dannose.

L'analisi dei flussi di energia fu vista come un indicatore significativo di quanto era accaduto nel sistema urbano, nonché delle varie interazioni, interdipendenze e relazioni fra le componenti del sistema abiotico, biotico e umano.

Nell'ambito del programma Mab furono iniziati altri studi sull'ecosistema urbano finalizzati alla comprensione del funzionamento di questi sistemi e alla individuazione dei loro limiti di carico.

Questi studi integrati bio-socio-fisici furono svolti in città quali Lae in Nuova Guinea, Jalapa in Messico e Roma.

Questo tipo di approccio mira a integrare le caratteristiche umane antropologiche con quelle ambientali.

Peraltro il gran numero delle variabili coinvolte, le diverse scale di misura con le quali tali variabili sono state valutate e la inapplicabilità della procedura per l'analisi di alcune variabili comportamentali e sociali hanno impedito una piena integrazione fra i concetti biologici e quelli sociologici che il progetto Hong Kong voleva raggiungere.

La Eea (European Environmental Agency) ha sviluppato uno schema di indicatori allo scopo di proporre un quadro di riferimento generale e un approccio integrato ai Paesi dell'Unione nella preparazione delle loro periodiche "relazioni sullo stato dell'ambiente". Questo quadro permette di rappresentare tutti i fattori e le interrelazioni che caratterizzano ogni argomento o fenomeno ambientale, mettendolo in rapporto con le politiche che si riferiscono allo stesso argomento. La commissione delle Nazioni Unite sullo sviluppo sostenibile ha adottato il modello *Dpsir* come base per lo sviluppo di indicatori ecologici, economici e sociali nel lavoro di attuazione dell'Agenda 21 e lo stesso ha fatto l'Agenzia europea dell'Ambiente.

Le componenti del quadro *Dpsir* possono essere così definite:

- *le forze agenti o determinanti motrici* (soddisfano le necessità dell'uomo: casa, cibo, acqua. Per il settore industriale una determinate potrebbe essere il profitto, mentre per un paese il livello di disoccupazione)

- *le pressioni sull'ambiente* (le attività umane esercitano delle pressioni o modifiche per: eccessivo prelievo delle risorse naturali, cambiamenti dell'uso del suolo ed emissioni inquinanti)

- *lo stato dell'ambiente* (come risultato delle pressioni si verifica una modifica dello stato dell'ambiente in relazione alle funzioni delle componenti ambientali. Gli indicatori dello stato dell'ambiente misurano la situazione della qualità dell'ambiente, per es. il contenuto di anidride carbonica nell'atmosfera)

- *gli impatti sull'ambiente* (le modificazioni dello stato di una componente ambientale, per esempio il suolo, possono influenzare la funzionalità dell'ecosistema, la salute umana, le prestazioni economiche e sociali di una società)

- *Le risposte* (Gli indicatori di risposta descrivono la reazione sociale ai cambiamenti dello stato ambientale).

Una critica che viene fatta ai modelli Dpsir è che essi sottintendono l'esistenza di rapporti di dipendenza semplici e lineari in realtà difficilmente si verificano semplici catene causali. Questi modelli avrebbero dei connotati troppo ispirati alla causalità deterministica invece di tenere conto della complessità dei sistemi. Inoltre essi hanno insito nella loro struttura fondamentale il pericolo di favorire una strategia unilaterale di lotta ai sintomi.

Capitolo Terzo

Gli effetti dell'urbanizzazione sull'ambiente atmosferico e idrologico

1.1. L'ambiente atmosferico di una città

Un'area urbana presenta una duplice circolazione di energia. La prima è quella naturale, ossia il flusso energetico indotto dalla radiazione solare ma modificato dalla attività umana. La seconda è quella artificiale, ossia il flusso energetico prodotto dall'uomo e ciò comporta il ricorso, sia ai combustibili fossili, sia alle fonti di energia rinnovabili e generalmente esterni all'area urbana. Questi due elementi interagiscono continuamente.

Parecchi elementi della circolazione artificiale dell'energia come le apparecchiature per il riscaldamento o il raffreddamento, vengono regolati in risposta ai cambiamenti del flusso naturale di energia.

I due flussi si fondono quando il calore dissipato (o l'energia radiante) viene espulso dal sistema antropico.

Il funzionamento dei motori, l'uso della luce artificiale e l'azionamento dei sistemi di raffreddamento e ventilazione originano del calore che deve essere rilasciato nell'atmosfera e la temperatura può aumentare rispetto a quella della campagna circostante.

Gli edifici, le strade, le piazze, contribuiscono alla ridistribuzione dell'energia solare nelle aree urbane, come i fabbricati, gli spazi verdi e le superfici di differenti caratteristiche termiche possono modificare il modello della circolazione dei venti nella città.

Si può effettuare un bilancio energetico urbano riconoscendo il ruolo del calore antropogenico. Può essere calcolato anche per ogni singolo fabbricato.

Fattori esterni che condizionano il clima di una città: l'influenza del tempo meteorologico su regioni di grandi dimensioni viene considerato un parametro sottoposto a variazioni lente ma non trascurabili. Va preso in considerazione come una "cornice" che condiziona l'evoluzione del clima urbano per orizzonti temporali di decenni.

Lo studio delle variazioni climatiche sembra confermare una tendenza alla temperatura media. Va sottolineato che l'evoluzione del clima dipende non solo dall'effetto serra, ma anche da altre cause generalmente non prevedibili o addirittura sconosciute: per esempio una grande eruzione vulcanica che immetta nella stratosfera ingenti quantità di sostanze (solfati, ossidi di azoto) può determinare per alcuni anni una diminuzione della temperatura della bassa atmosfera

I fattori interni che condizionano il clima di una città¹:

¹ Le grandezze fisiche e atmosferiche necessarie per la caratterizzazione del clima urbano:

a) *temperatura completa delle superfici urbane:* è una delle grandezze più importanti per lo studio del clima urbano: è la temperatura della superficie all'interfaccia con l'atmosfera.

b) *fattore di vista:* il rapporto geometrico che esprime la frazione di radiazione che esce da una superficie e che viene intercettata da un'altra.

c) *Albedo:* è il rapporto tra la radiazione solare riflessa da un corpo e la radiazione solare incidente. A causa delle riflessioni multiple dovute alla esistenza degli edifici, una zona urbanizzata costituisce una parziale trappola per l'energia radiante visibile ed è perciò caratterizzata da una albedo più bassa di quella di una superficie liscia dello stesso colore..

d) *Emissività:* è il rapporto tra l'energia di radiazione totale emessa per unità di tempo e di area da una superficie e quella che, a parità di condizioni (lunghezza d'onda e temperatura) si avrebbe per un "corpo nero" (valore medio per una città 0,95).

e) *Capacità termica:* è la quantità di calore assorbita o rilasciata per unità di volume da un sistema in corrispondenza di una variazione di temperatura di 1°C.

f) *Conducibilità termica:* è una proprietà fisica dei materiali. Definisce la capacità del materiale di trasferire il calore nel suo interno per effetto del moto molecolare.

g) *Ammittanza termica:* è una proprietà termica dei vari materiali che formano la città. Regola la velocità con cui il calore viene acquisito o rilasciato dalla superficie del materiale.

h) *Ruvidità:* costituisce una misura della ruvidità aerodinamica della superficie. Essa è legata all'altezza, alla densità e alla forma degli elementi che differenziano la superfici.

essi possono essere di due tipi:

- a) processi fisici di scambio (calore sensibile, calore latente, quantità di moto) tra il tessuto urbanizzato e l'atmosfera.
- b) Emissioni di inquinanti e loro trasformazioni

2. Gli effetti dell'ambiente urbano sul clima locale

Le caratteristiche climatiche delle città possono essere studiate a diversi livelli: da scale di maggiore o minore dettaglio.

- Alla scala dell'intera città, l'area urbana potrebbe essere distinta come isola di calore urbana se confrontata con le zone rurali vicine.
- A scala di maggiore dettaglio l'analisi potrebbe separare i quartieri degli affari, con le loro superfici costruite.
- Un esame ancora più particolareggiato potrebbe rivelare le differenze tra le aree residenziali ad alta densità abitativa, da una parte e dall'altra, gli spazi verdi e le aree a bassa densità abitativa, maggiormente dotati di prati, giardini e alberi che contribuiscono a originare delle temperature più smorzate (villa borghese a Roma, Central Park, a New York, Hyde Park a Londra). A questa scala di rilevamento, una città è un insieme di aree che determinano diversi usi del suolo, ciascuna con la propria ripercussione sull'area immediatamente circostante.

Questi contrasti fra l'influenza complessiva della città sul bilancio energetico naturale e gli effetti dei singoli fabbricati e degli spazi aperti sui flussi di energia devono essere tenuti in considerazione nell'analisi sul clima urbano.

Le temperature nelle aree urbane sono interessate dai fattori seguenti:

- 1) la capacità termica di riflettere e di trattenere calore (più elevata dei terreni naturali) riferita al comportamento dei muri e dei tetti dei fabbricati, del calcestruzzo o delle pietre delle aree pavimentate;
- 2) la superficie supplementare dei fabbricati con ampie facciate verticali in grado di originare degli scambi di energia;
- 3) il calore antropogenico artificiale generato da macchinari, veicoli, sistemi di riscaldamento e raffreddamento;
- 4) l'impermeabilità del suolo provoca rapidamente lo scorrimento superficiale delle acque di pioggia, alterando il bilancio idrologico e del calore urbani poiché vengono ridotte la evaporazione e la traspirazione, nonché l'uso dell'energia in tali processi;
- 5) le emissioni di inquinanti e di polveri nell'atmosfera urbana come risultato dell'attività umana che modifica i processi relativi alle radiazioni a onde lunghe.

I fabbricati e le superfici pavimentate hanno un *albedo* che differisce da quella dei materiali naturali della superficie terrestre. Per esempio la superficie asfaltata scura di un parcheggio di automobili assorbirà una grande quantità di calore e avrà una bassa albedo, al contrario, una strada

i) *temperatura, umidità e vento nella canopia urbana*: la canopia è lo spazio fisico compreso tra le strade e la superficie ideale che involuppa la sommità degli edifici.

j) *l)stabilità dell'aria*. È una grandezza che esprime la resistenza dell'aria agli spostamenti verticali dovuta alla stratificazione.

m) *spessore dello strato di mescolamento*: è lo spessore dello strato di atmosfera prossimo alla superficie in cui le proprietà delle correnti sono originate in parte dall'attrito aerodinamico con la superficie e in parte dalla stratificazione della densità dell'aria (dovuta alla differenza di temperatura tra la superficie e l'atmosfera).

n) *flussi verticali di massa, quantità di moto, calore sensibile e latente*: esprimono la velocità con la quale le grandezze vengono scambiate tra la superficie e l'atmosfera.

in calcestruzzo chiara immagazzinerà meno calore. Il calore assorbito su tali superfici è in funzione della energia delle onde corte e viene emesso più tardi come energia a onde lunghe.

Un fabbricato isolato viene riscaldato dalla radiazione solare incidente sui suoi muri e in seguito quando l'aria circostante diventa più fresca, perde calore, reirradiando in questo modo l'energia. Mentre riscalda la zona adiacente alla facciata assolata, tiene la zona in ombra molto più fresca. Così nell'emisfero nord, la zona intorno al lato meridionale di un fabbricato è più calda e secca di quanto lo sarebbe senza il fabbricato, invece il terreno contiguo al muro settentrionale è più è più freddo, meno soleggiato e più umido rispetto alle condizioni antecedenti alla presenza del fabbricato. Il fabbricato inoltre può interferire con la circolazione dei venti poiché un lato, forse sarà un sito ventoso, mentre sul lato protetto potranno esserci occasionalmente solo dei mulinelli.

Quando i fabbricati sono raggruppati essi influenzano i bilanci energetici di ciascuno e complicano i flussi di calore e i movimenti dell'aria negli spazi compresi fra loro. Le strade orientate est-ovest, con alti fabbricati su entrambi i lati, mostrano dei contrasti termici, tra i lati in ombra e quelli assolati. I flussi di vento tra i fabbricati possono creare delle raffiche violente intorno agli angoli e nei vani delle porte. Comunque è da sottolineare che a parte queste punte estreme, la velocità del vento negli agglomerati urbani è generalmente molto più bassa che in aperta campagna.

I fabbricati di una città assorbono più calore della campagna circostante. I muri verticali tendono a riflettere la radiazione solare verso il terreno piuttosto che verso il cielo.

Il ruolo del calore antropogenico

E' correlato al sistema dei trasporti, alla generazione di energia e ad altre sorgenti di calore. Nelle aree urbane esso può influenzare in modo significativo la temperatura dell'ambiente e causare l'incremento della intensità dell'isola di calore (a New York è almeno due volte l'input di radiazione solare). Varia con le stagioni, la latitudine e l'altitudine della città e deve essere considerata la effettiva dimensione dell'area urbana.

E' da notare come l'uomo possa immettere nell'ambiente esterno locale più energia termica di quanto non lo faccia la radiazione solare. In particolare nelle città a elevate latitudini per esempio Montreal, la quantità di calore antropogenico risulta maggiore in inverno che in estate.

Il massiccio ricorso all'aria condizionata ha incrementato la produzione di calore residuo nella stagione calda e ciò viene sommato al calore proveniente dagli edifici, richiedendo ancora più l'uso di condizionatori d'aria per modificare gli effetti dell'isola di calore estiva.

Occorre anche considerare che il consumo di energia nelle città di alcuni paesi in via di sviluppo subisce una crescita impetuosa con un conseguente aumento di calore antropogenico e un progressivo contributo all'effetto serra.

3. La radiazione solare

La radiazione solare e la durata della luce del sole nell'ambiente urbano sono ridotte per gli incrementi della diffusione e dell'assorbimento dovuto alle particelle sospese nell'atmosfera urbana. Secondo diversi autori la durata della luce solare nelle città industriali è diminuita dal 10 al 20% in confronto alla campagna circostante e una perdita simile viene osservata nel ricevere energia.

L'inquinamento atmosferico urbano influisce drasticamente sia sulla composizione spettrale, sia sulla direzione della radiazione solare incidente, la visibilità è più ridotta e il colore del cielo cambia. In particolare le lunghezze d'onda ultraviolette vengono molto più influenzate rispetto al visibile e all'infrarosso. Vari autori riportano il fenomeno delle riduzioni della radiazione solare e della durata della luce solare a causa dell'inquinamento atmosferico delle città: Liegi (Belgio) perde 55 minuti di luce solare al giorno, in alcune aree di Londra, la durata della luce solare è

minore del 16% rispetto alla campagna. A Tokio le perdite di radiazione solare sono tra il 12 e il 30%. Alcuni studi in Usa hanno dimostrato che la radiazione solare diretta decresce fra il 30 e il 50%, in base alla torbidità atmosferica, mentre la radiazione solare diffusa aumenta tra il 40 e il 70 per cento.

Il problema di base nell'analisi dell'assorbimento del calore da parte dei fabbricati, è quello di comprendere la relazione spaziale fra le superfici esposte al sole e quelle in ombra. La valutazione e la quantificazione di tali fattori implica il modo in cui diversi blocchi di fabbricati ne oscurano altri con particolari angoli dei raggi solari.

Sono state esaminate le interazioni fra il flusso naturale di energia modificato dall'uomo e il flusso artificiale di energia creato dall'uomo attraverso la quantificazione del bilancio di energia urbano.

4. L'effetto isola di calore urbana

L'aria del nucleo urbano è generalmente molto più calda dell'atmosfera rurale circostante. Ciò è più evidente dal tramonto al mattino. Il fenomeno è indicato con il termine isola di calore urbana e si manifesta nelle situazioni caratterizzate da cieli sereni e ventilazione debole. Le maggiori variazioni di temperatura si riscontrano attraversando il confine tra l'area urbana e le zone rurali circostanti. La porzione interna della città appare come una zona in cui la temperatura cresce debolmente procedendo verso i punti a più elevata densità abitativa.

L'intensità, le dimensioni e la forma di ciascuna isola di calore urbana mutano con la topografia della città, gli usi del suolo all'interno della stessa, le tipologie di produzione del riscaldamento artificiale e il tempo atmosferico. L'effetto isola di calore più intenso si trova a sud-est del centro della città, ma le sue intensità variano con il tempo atmosferico.

La totale eliminazione del traffico avrebbe un effetto trascurabile sull'isola urbana di calore estiva che, invece è prodotta dalla scarsità di aree verdi. Infatti la ragione principale della formazione dell'isola urbana di calore è la bassa evapo-traspirazione del suolo urbano che riduce drasticamente il flusso di calore latente.

Il basso valore dell'umidità del suolo urbano è quindi l'origine principale della formazione dell'isola di calore urbana. In ambiente rurale invece il fenomeno dell'evapotraspirazione delle piante, unitamente a una maggiore porosità del suolo, svolge un'azione mitigatrice sul caldo prodotto dalla forte radiazione solare estiva. Il calore antropico, che in questa stagione è prodotto quasi esclusivamente dal combustibile bruciato per i trasporti veicolari risulta di un ordine di grandezza inferiore a quello latente in ambiente rurale.

5. L'ambiente urbano e il consumo di energia degli edifici

L'urbanizzazione comporta un consumo di energia molto elevato e progressivo.

L'ufficio statistico delle Comunità europee fornisce le informazioni sull'energia e sui consumi specifici di elettricità delle maggiori città europee. "Il consumo medio di elettricità, per città europee con più di un milione di abitanti, è di circa 4500GWh/anno"²

Altri dati indicano che l'ammontare di energia utilizzata dalle città per riscaldare o raffrescare gli uffici e gli edifici residenziali, in Europa, è aumentato in modo significativo negli ultimi decenni.

Le nuove indagini sono arrivate alla conclusione che gli edifici consumano più del 40% (inteso come valore medio tra i Paesi comunitari) dell'energia in Europa.

Le ultime tendenze segnalano un impiego di energia stabilizzato nei paesi del nord Europa mentre il consumo di energia dei Paesi dell'est e del sud Europa è salito principalmente a causa del notevole miglioramento dello stile di vita e per la rapida diffusione del condizionamento dell'aria.

² Santamaouris ., M. Energy and Climate in the urban built environment, London, 2001.

“Una recente analisi ha mostrato che un incremento dell’1% nel Pil *pro capite* corrisponde a un rialzo quasi simile (1,03%) del consumo di energia. Inoltre la crescita della popolazione urbana dell’1% fa lievitare il consumo di energia del 2,2 %. Secondo varie fonti si sta assistendo negli ultimi decenni a una accentuazione significativa delle temperature urbane. Prendendo come esempio il periodo temporale 1970/2005, le temperature medie giornaliere fra il 1° giugno e il 30 settembre è salita di 2-3 gradi per le città dell’Europa meridionale, in particolare Atene, Lisbona, Madrid e Roma ”³.

L’aumento delle temperature urbane ha un effetto diretto sul consumo di energia degli edifici durante l’estate e l’inverno. In particolare l’effetto isola calore, che fa rialzare la temperatura della città, esaspera durante l’estate, l’uso di energia per raffrescare gli edifici. Da vari studi risulta che durante l’estate le temperature urbane più elevate determinano la crescita della domanda di elettricità per il raffrescamento. Peraltro, le temperature più alte possono provocare la riduzione del carico di riscaldamento degli edifici durante l’inverno.

In parallelo, i regimi dei venti e delle temperature influenzano fortemente la potenzialità della ventilazione naturale degli edifici urbani e quindi la possibilità di usare le tecniche di raffrescamento passivo al posto dell’aria condizionata.

6. Il miglioramento della prestazione energetica negli edifici urbani

L’intensificazione dell’isola di calore urbana estiva nelle città delle basse-medie latitudini crea forti contrasti termici fra l’interno e l’esterno degli edifici.

L’aria calda espulsa fa aumentare le temperature esterne e riscalda i muri esterni degli edifici adiacenti. Le strade e gli edifici di solito non sono ben progettati per disperdere questo eccesso di aria calda.

L’isola di calore urbana complessiva è la sommatoria netta degli effetti di un intero insieme delle condizioni energetiche degli spazi urbani, sia all’interno che fra gli edifici.

Tutti i calcoli sul bilancio energetico fanno assegnamento sui dati estrapolati dalle indagini campione inerenti ai modelli di uso dell’energia, inoltre l’ammontare dell’energia usata da una particolare famiglia, in una particolare casa, in ogni dato periodo, dipende da un gran numero di fattori, quali le dimensioni e la tipologia costruttiva della casa, il tempo atmosferico, l’ubicazione e l’orientamento della casa, il tipo di mezzi per il riscaldamento, i tassi di ventilazione, il metodo di funzionamento dell’equipaggiamento per il riscaldamento e il grado di soleggiamento della casa. Questi elementi producono un coefficiente di variabilità che può essere di circa il 20% dell’uso annuale di energia per gli edifici simili.

Il miglioramento della prestazione energetica negli edifici urbani comprende le strategie e le tecniche del risparmio di energia inerente agli edifici urbani.

Si possono sintetizzare due obiettivi prioritari, ai quali se ne può aggiungere un terzo:

- la *riduzione dei consumi energetici* attraverso delle risoluzioni che riducano il fabbisogno nelle abitazioni e negli uffici (aumentando l’isolamento termico degli edifici, valorizzando gli apporti solari passivi, limitando l’inquinamento luminoso);
- il *ricorso alle fonti energetiche rinnovabili* (solare, eolico, biomasse, idroelettrico) da integrare negli edifici per i fabbisogni di riscaldamento dell’acqua igienico-sanitaria e la produzione di energia elettrica.
- L’intervento sul *ciclo dell’acqua* riducendo i fabbisogni e i consumi di acqua nelle abitazioni attraverso il recupero, la depurazione, il riutilizzo per gli usi compatibili (incrementando la permeabilità dei suoli, sviluppando l’utilizzo di tecnologie e di sistemi di risparmio).

³ Gisotti G., *Ambiente urbano*, 2007, pag. 117

Lavorando sul ciclo dell'acqua si possono avere dei benefici riguardanti il risparmio dell'acqua come risorsa e quindi eliminando lo spreco anche sul versante del risparmio energetico.

L'Europa comunitaria si è posta come obiettivo il miglioramento della prestazione energetica negli edifici attraverso la direttiva 2002/91/CE.

In Italia la provincia di Bolzano è stata la prima amministrazione a recepire la direttiva citata con una norma che prescrive la certificazione energetica per gli edifici di nuova costruzione. Successivamente vari Comuni attraverso i regolamenti edilizi e le norme tecniche, hanno promosso e favorito il risparmio energetico e lo sviluppo delle fonti rinnovabili sia per i nuovi interventi edilizi, sia per le ristrutturazioni.

Le strategie mirate all'elevata prestazione energetica degli edifici urbani

L'applicazione delle strategie di miglioramento della prestazione energetica per tutte le categorie di edifici (residenze, uffici, mercati, ospedali, scuole) appare un problema serio la cui soluzione richiede una gestione accurata. Tale difficoltà è causata dalla attuale condizione del tessuto urbano, con riferimento alla sua pianificazione e alla sua espansione caotica che si è sviluppata senza prendere in considerazione i principi di una progettazione consapevole a scala urbana.

Alcuni fattori che usualmente hanno un effetto negativo sulla progettazione e sulla costruzione degli edifici urbani a basso consumo di energia sono:

- la disposizione della rete stradale (influenza l'ubicazione degli uffici su entrambi i lati della strada. Spesso non è compatibile con la implementazione delle tecniche solari e di conservazione dell'energia;
- la relazione tra l'altezza dell'edificio e la larghezza della strada che può causare gli ombreggiamenti e quindi non permette l'accesso della luce del sole;
- i centri urbani densamente costruiti che provocano le ostruzioni dei flussi dell'aria e della luce solare da parte dei muri degli edifici più alti;
- la scarsità di verde che è stato rimpiazzato dal calcestruzzo e dall'asfalto ;
- l'ombreggiamento dovuto agli edifici adiacenti e alle altre strutture.

Malgrado tutti gli aspetti negativi dell'ambiente urbano, esistono comunque parecchie possibilità per gli interventi di risparmio energetico che, inoltre, possono contribuire a ridurre l'effetto serra (in attuazione del protocollo di Kyoto) e i diversi inquinamenti. Tali interventi si muovono verso la implementazione delle strategie di *risparmio energetico*.

Gli edifici a *elevata prestazione energetica solare* possono contare su molte soluzioni: dal riscaldamento solare passivo, a sistemi appropriati di approvvigionamento energetico.

“Gli edifici a elevata prestazione energetica solare”⁴

A Riscaldamento solare passivo; influenza degli spazi esterni sulla domanda di riscaldamento	B Raffrescamento solare passivo	C Sistemi appropriati di approvvigionamento energetico	D Impianti di illuminazione naturale innovativi
A1 Progettazione di tessuti urbani compatti	B1 Progettazione di edifici a basso consumo di energia	C1 Collettori solari termici	D1 Progettazione di edifici a illuminazione naturale
A2 Utilizzazione di guadagni solari = riscaldamento solare passivo	B2 Utilizzazione di “masse termiche”	C2 Celle fotovoltaiche	D2 Sistemi di involucri vetrati innovativi
A3 Ottimizzazione dell'isolamento termico	B3 Ventilazione notturna	C3 Pompe di calore	D3 Impianti innovativi di ombreggiamento
A4 Recupero di calore con ventilazione	B4 Raffrescamento per ombreggiamento	C4 Sistemi di riscaldamento solare attivo urbani centralizzati	D4 Illuminazione artificiale efficiente
A5 Scambiatore di calore con	B5 Scambiatore di calore con	C5 Sistemi di raffrescamento	D5 Controlli automatici

⁴op. cit. tab. 3.10, pag.122, fonte: Santamouris M. *Efficienza energetica e qualità ambientale nelle città mediterranee*, atti del convegno internazionale “Le città mediterranee alla sfida di Kyoto”, Roma 4 novembre 2005

terreno	terreno	solare attivo urbani centralizzati	dell'illuminazione
A6 Scelta del sito e orientazione dell'edificio	B6 Raffrescamento per evaporazione	C6 Pile a combustibile	

7. La forma della città e la sua influenza sul clima locale

L'analisi delle condizioni climatiche mostra come la forma della città sia influenzata dalla meteorologia locale, ma anche come possa a sua volta, influenzare la stessa, profondamente. Essa può determinare degli effetti particolarmente evidenti durante il periodo estivo (la genesi dell'isola di calore).

La città è il luogo in cui si manifesta una considerevole differenza di temperatura con l'ambiente rurale circostante.

Le nuove realtà ecologiche legate al cambiamento del clima portano oggi a maggiori riflessioni sull'uso di alcune risorse naturali. Tra le più importanti sono certamente quelle legate alla meteorologia e in particolare all'irraggiamento solare e al regime dei venti.

I cambiamenti climatici hanno modificato i regimi delle temperature e delle stagioni e occorre prestare una maggiore attenzione ai problemi di surriscaldamento: ormai su $\frac{3}{4}$ della terra la richiesta di raffrescamento è sempre più pressante. In questi casi la ventilazione naturale diventa un fattore fondamentale sia a livello di pianificazione urbana, sia di progettazione edilizia.

A questo proposito è riportato il caso di studio che ha analizzato la città sotto il profilo della ventilazione naturale (argomento principale per le città con il clima mediterraneo).

Esempio di progettazione ecologica sostenibile: Centocelle vecchia⁵

La ricerca si ispira all'uso delle energie rinnovabili come supporto per la pianificazione urbanistica e per la progettazione architettonica. E' la conclusione di un iter metodologico improntato non solo sulle analisi urbanistiche tradizionali, ma anche sulle analisi storiche, fisiche, ideologiche e climatiche che hanno determinato i processi formativi ed evolutivi dell'area. Il risultato è stato la coincidenza tra le matrici fondamentali storiche, bioclimatiche e socio-urbanistiche le quali, con una razionalità inaspettata, hanno originato il processo di sviluppo dell'area e potrebbero ancora oggi indicare le linee guida delle future strategie del piano.

Il progetto di recupero urbano del quartiere imposta la sua strategia essenzialmente sulla valorizzazione delle potenzialità microclimatiche intrinseche per forma nell'impianto, dando alla ventilazione naturale e all'irraggiamento solare soprattutto delle funzioni di contenimento degli effetti dell'isola di calore e dell'inquinamento atmosferico. L'aerodinamica del regime dei venti e dei flussi della ventilazione naturale è assunta come "elemento prioritario ordinatore della pianificazione" attraverso il disegno di tutti gli strumenti possibili: strade, corridoi, porte e varchi del vento, slarghi, piazze, vegetazione, giardini ecc.; mentre la solarizzazione totale delle coperture, con pergole verdi, altane, tetti e facciate ventilate, contribuisce al risparmio energetico e alla termoregolarizzazione del tessuto edilizio.

8. Il piano energetico della città

Varie grandi città si stanno dotando di un Piano energetico comunale per conseguire un risparmio energetico e la riduzione delle emissioni inquinanti, in particolare dei "gas serra".

⁵ op.cit. pag. 134

Prendendo come esempio la città di Roma, il Comune ha incaricato l’Acea (Azienda comunale elettricità e acqua) di redigere il Piano energetico ambientale di Roma.

La valutazione delle caratteristiche del bilancio energetico comporta il tenere conto della popolazione residente (oltre 2.812.000 abitanti) e della sua elevata densità, dell’enorme peso del terziario sulla struttura economica, con circa l’80% della popolazione attiva impiegato, del numero molto alto delle automobili in circolazione.

La ripartizione dei consumi vede una netta prevalenza del settore civile (65%). Seguono dai trasporti (30%), da quello industriale e da quello agricolo (1%).

La distribuzione delle fonti indica una preponderanza dell’energia elettrica (40%), seguita dai prodotti petroliferi nel loro complesso (38%), dal gas naturale (22%) e dal carbone (1%). La quantità totale di energia a Roma proviene quasi completamente dall’esterno poiché le 7 centrali idroelettriche e le 2 termoelettriche funzionanti sul territorio comunale bastano a coprire solo il 10% del fabbisogno elettrico cittadino.

Le emissioni di anidride carbonica da parte dei settori civile e di trasporti ammontano a 13,9 milioni di tonnellate/anno che corrispondono a un valore di circa 5,0 t/ab/anno. Confrontando tale valore con i corrispondenti valori riferiti ad altre città del mondo, esso appare allineato alla soglia minima indicata. Contribuiscono a questo risultato le favorevoli condizioni climatiche di Roma e la bassa incidenza del settore industriale.

“I valori stimati della emissione di anidride carbonica in alcune città selezionate”⁶

città	milioni di tonnellate/anno	milioni di abitanti	t/ab/anno
Denver	10,72	0,48	22,3
Minneapolis-S.Paul	11,04	0,63	17,5
Toronto (area metrop.)	28,71	2,13	13,5
Saarbrücken	2,20	0,19	11,7
Miami/contea di Dade	26,45	2,30	11,5
Hannover	5,34	0,51	10,5
Portland (area metr.)	5,04	0,56	9,0
San Josè	6,41	0,73	8,8
Helsinki	6,86	0,83	8,3
Copenaghen	4,24	0,57	7,5
Bologna	2,67	0,47	5,7
Roma	13,9	2,81	5,0
Ankara	6,46	1,66	3,9

Le conseguenze delle analisi messe in atto dal piano energetico producono una prospettiva di intervento che si basa essenzialmente su:

- la riduzione dei consumi energetici (e delle emissioni inquinanti) con l’incremento del trasporto pubblico che è previsto debba passare dal 40% al 60%;
- la riduzione dei consumi energetici anche attraverso la sostituzione di quote significative di energia prodotta da fonti non rinnovabili, con processi di cogenerazione, teleriscaldamento, fonti alternative (anzitutto il solare);
- la ricerca di integrazione delle aree urbanizzate con l’ambiente rurale circostante per controllare l’effetto isola di calore urbana.

9. Le modificazioni del ciclo idrologico naturale

Le precipitazioni vengono alterate dall’ambiente urbano ma la natura dell’alterazione non è perfettamente conosciuta, né comune per tutte le città.

L’urbanizzazione sembra influire sulle precipitazioni con:

- gli incrementi dei nuclei di condensazione,

⁶ op. cit. tab.3.11, pag. 145; fonte Comune di Roma, *Relazione sullo stato dell’ambiente*, 1997

- la turbolenza attraverso la ruvidità della superficie urbana,
- le correnti convettive provocate dalle aumentate temperature urbane,
- l'aggiunta di vapor d'acqua emesso dalle fonti di combustione.

Come sottolineano Oke T.(1978) e Borghi S.(1996), il vapor d'acqua e il particolato trasportati nell'atmosfera dagli effluenti urbani creano un aumento delle precipitazioni sottovento al nucleo cittadino esposto alle correnti aeree, ma, gli effetti delle città sulle precipitazioni sono difficili da determinare poiché poche stazioni di rilevamento rurali rimangono non influenzate, in qualche modo, dall'attività umana.

Lo sviluppo urbano influenza le frequenze dei temporali in diverse grandi città con fonti significative di particolato che danno luogo a nuclei di condensazione e dove il calore proveniente dalla superficie ruvida porta all'incremento della turbolenza e delle correnti convettive.

“Gli incrementi misurati delle precipitazioni nelle zone sottovento alle aree urbane variano generalmente fra il 5 e il 15% sulle precipitazioni annue totali e l'aumento è più accentuato nei mesi invernali che in quelli estivi”⁷. La frequenza dei temporali può essere più alta nelle aree urbane specialmente dove l'inquinamento atmosferico è elevato. Un esempio classico è quello di La Porte, Indiana (Usa), 50 km sottovento alle acciaierie di Chicago e Gary. “La Porte ha il 38% in più di temporali e il 31% in più di piogge rispetto alle campagne circostanti come risultato dell'influenza convergente degli inquinanti atmosferici proveniente dalle acciaierie e dall'umidità del lago Michigan”⁸. Tuttavia nel corso degli anni '70 questa anomalia si è spostata nel lago Michigan o è scomparsa perché il modello di circolazione generale ha cambiato direzione al passaggio di alcuni cicloni e per un posizionamento più meridionale del fronte polare.

Una parte della difficoltà di identificare qualsiasi influenza urbana deriva dal numero basso di pluviografi (apparecchiature di rilevamento disponibili nelle città). “I dati raccolti da una densa rete di 225 pluviografi su 5200 km², installata dal Progetto Metromex nell'area di St. Louis durante le estati 1971-75 hanno dimostrato che le aree sottovento ai distretti industriali avevano dal 31 al 38% in più di piogge estive rispetto alle aree periferiche della città”⁹. Gli effetti della città sulle piogge temporalesche erano più marcati: l'area sottovento, a est dei distretti industriali, riceveva il 49% della sua pioggia dai temporali. Tuttavia, l'effetto urbano è spazialmente non uniforme. Il Progetto Metromex ha indicato che la distribuzione di frequenza delle piogge intense della durata da cinque minuti a due ore può variare in modo significativo fra le aree urbane, suburbane e rurali nei grandi insediamenti urbani e industriali. “Sembrano presentarsi tre effetti urbani: il primo causa l'incremento della probabilità di formazione delle precipitazioni nelle zone sottovento della città; il secondo riduce l'area totale sulla quale le precipitazioni raggiungono il suolo, fenomeno dovuto agli effetti turbolenti intorno agli edifici; il terzo è associato al flusso del vento convergente sull'area urbana che può indurre nubi produttrici di pioggia che si formano sopra la città e che, in seguito scaricano la loro umidità sulla città stessa”⁹.

Senza le reti di pluviografi che si avvicinano a quella del progetto Metromex, sarà difficile determinare in modo accurato l'estensione areale di qualsiasi incremento delle precipitazioni. Le stime basate su pochi pluviografi intorno alla città, spesso ubicate in parchi urbani o in campi di aviazione potrebbero non essere sufficientemente precise per calcolare il bilancio idrologico

⁷ Chandler T.J. *Human settlements and the atmospheric environment*, in Harrison G.A., Gibson J.B. (EDS.) *Man in urban environments*, Oxford University Press, Oxford, 1976_a

⁸ Gates D.M. *Man and his environment: climate*, Harper&Row, New York, 1972

⁹ Atkinson B. W. *Precipitation*, in Gregory K. J., Walling D. E. (EDS.), *Man and environmental processes*, Dawson, 1979

urbano. Molte reti esistenti di pluviografi sono troppo rade per un campionamento approfondito. Inoltre la deriva degli inquinanti nelle aree rurali e le precipitazioni cambiano notevolmente nello spazio e nel tempo anche su lunghi periodi temporali: la conseguente variabilità del clima può essere responsabile, in larga misura, delle alterazioni delle precipitazioni, degli incrementi che vari autori ritengono provocati dalla urbanizzazione. Malgrado tutti questi fattori, in alcune città, è stato dimostrato chiaramente, peraltro in particolari situazioni topografiche e di clima locale, un aumento dell'attività temporalesca.

10. Le acque sotterranee nel ciclo idrologico urbano

Il flusso delle acque sotterranee viene modificato dalla urbanizzazione: in particolare decresce con l'aumentare del deflusso superficiale diretto o sale in relazione alle precipitazioni intense o prolungate. Queste due tendenze possono creare portate molto più improvvise, estreme con picchi di piena più elevati o magre più basse.

Questo effetto è stato documentato per la parte meridionale di Long Island che è stata influenzata dalla continua espansione dell'area urbana di New York.

“Sotto condizioni naturali, la pioggia che cade sui suoli molto permeabili di Long Island si infiltra e raggiunge i corsi d'acqua sottoforma di acque sotterranee. Seguendo lo sviluppo urbano, il sistema drenante ha trasferito il deflusso superficiale direttamente ai corsi d'acqua. In una parte di Long Island il sistema drenante recapita le acque in vasche di accumulo appositamente costruite, conosciute come 'serbatoi di ricarica', per permettere una rapida infiltrazione delle acque di ruscellamento trasferite al loro interno. Dove questi esistono, la ricarica delle falde idriche a partire dalle precipitazioni è uguale circa alla ricarica sotto condizioni naturali. Invece, dove l'acqua di pioggia viene direttamente trasferita ai corsi d'acqua, questi subiscono un forte e improvviso aumento dei picchi di piena, mentre il deflusso di base viene notevolmente ridotto. ...Il sistema dei serbatoi di ricarica contribuisce a rallentare il deflusso superficiale e ad allungare il tempo di corrivazione. Il cambiamento causato dal sistema drenante può essere analizzato considerando il rapporto tra il deflusso di base e il deflusso totale dei corsi d'acqua.”¹⁰.

I cambiamenti del regime delle acque sotterranee nelle aree urbane:

Un fenomeno che in molti casi è collegato all'abbassamento della falda idrica è quello in cui, al contrario, si verifica un sollevamento della falda derivato dalla diminuzione o cessazione, spesso drastica, del prelievo per cui le acque sotterranee, non più sfruttate, ritornano al livello primitivo.

Il fenomeno del sollevamento della falda in aree urbane ha coinvolto numerose città di diversi continenti e le ragioni di tale risalita sono dovute a questi fattori:

- riduzione della estrazione di acque sotterranee come a Birmingham, Londra, Buenos Aires, Barcellona, Dessau (Germania): il decremento dei prelievi si è registrato sulla base di una sospensione del pompaggio industriale per lo spostamento o la dismissione degli impianti o secondo delle scelte di pianificazione dello sfruttamento delle risorse idriche prevalentemente finalizzato alla riduzione del prelievo di acqua potabile;
- aumento della ricarica urbana come a Riad (Arabia Saudita), Città del Cairo: il meccanismo è rappresentato dalle perdite acquedottistiche, dallo smaltimento nel sottosuolo di acque reflue e dalla infiltrazione di acque irrigue;
- modifica del livello delle acque superficiali come a Dhaka (Bangladesh), Bangkok (Thailandia) e Cardiff (Gran Bretagna): in seguito a delle opere di sbarramento fluviale e alla nuova configurazione del livello delle acque in superficie, che si impone a una quota superiore, si origina una modifica del livello delle acque poste in connessione idraulica;

¹⁰ Gisotti G., *Ambiente urbano*, 2007, pagg. 154/155

- Effetto diga, come a Liegi: sono stati stimati con modello di flusso in fase progettuale dei valori di innalzamento inferiori al metro dovuti alla costruzione di un tunnel e, in relazione a questa previsione, sono state programmate delle opere di mitigazione dell'effetto;

Le conseguenze dell'innalzamento della falda sono molteplici e di notevole impatto socio-economico. A titolo di esempio si sono manifestati i seguenti fenomeni:

- invasione di strade da parte delle acque di falda
- riduzione della capacità portante dei terreni di fondazione
- invasione di infrastrutture nel sottosuolo
- sovraccarico idraulico dei sistemi di smaltimento di acque reflue
- invasione di cantine e seminterrati
- risalita di umidità sui muri
- danni a edifici storici
- condizioni negative per la vita della vegetazione
- salinizzazione dei suoli
- degrado della qualità delle acque

Caso di studio: Milano

Il sollevamento della falda a Milano. Le cause del fenomeno e le soluzioni previste per minimizzare le interferenze con l'urbanizzazione

Ritenendo la situazione di sfruttamento delle risorse idriche sotterranee relativamente statica o irreversibile, a partire dalla ricostruzione dell'ultimo dopoguerra, si è diffusamente occupato il sottosuolo con opere pubbliche e private. Nella seconda parte degli anni 70 e soprattutto agli inizi degli anni 90, è però stata registrata una risalita del livello della falda che ha interessato nelle infrastrutture che, in origine, non erano state costruite per rimanere in acqua. L'innalzamento del livello della falda a Milano ha determinato il parziale allagamento nel sottosuolo delle infrastrutture sia lineari (linee metropolitane, passante ferroviario, sottopassi) sia puntuali, pubbliche (ospedali e centri di ricerca) e private (seminterrati, parcheggi e cantine), in quanto le stesse non erano state progettate e realizzate con criteri di tenuta idraulica.

Ciò ha originato:

- la necessità di drenaggio delle acque mediante l'attivazione di pompe
- l'incremento del carico idraulico in arrivo ai sistemi fognari
- la diluizione delle acque reflue con l'acqua di qualità migliore
- l'incremento di inquinanti nelle acque sotterranee
- l'insorgenza di crisi idriche (settore a nord di Milano per il peggioramento qualitativo delle acque: nitrati al limite della concentrazione massima).

Dalla disamina della situazione relativa ai problemi causati dall'innalzamento della falda si possono dedurre una serie di indicazioni per la futura gestione della situazione di crisi a medio-lungo termine. E' necessaria una valutazione delle tendenze evolutive spazio-temporali del livello della falda, ipotizzando diversi scenari di sfruttamento delle risorse idriche.

11. Gli effetti complessivi dell'urbanizzazione sul sistema idrologico naturale

“Gli effetti idrologici durante una sequenza di cambiamenti degli usi del suolo e delle acque associati alla urbanizzazione”¹¹

cambiamenti degli usi del suolo e delle acque	possibili effetti idrologici
1 transizione dallo stadio pre-urbano a quello della prima urbanizzazione	
-rimozione di alberi o di vegetazione	-riduzione della traspiraz. e aumento portata massima istantanea

¹¹ op. cit., tab. 4.3, pag. 180 ;fonte: Douglas, 1983

-costruzione di case con servizi fognari e idrici limitati -perforazione di pozzi -costruzione di pozze settiche	-aumento della sedimentazione nei corsi d'acqua -abbassamenti locali della superficie freatica -aumento parz. dell'umidità del terr.,contamin.di pozzi e sorgenti
2 transizione dallo stadio della prima urbanizzazione a quello della media urbanizzazione	
-movimenti di terra per costruzione massiccia di case, rimozione della coltre superiore di suolo	-acceler. erosione suolo, sedimentaz. corsi d'acqua, aggradazione -eliminazione dei corsi d'acqua minori
-costruzione massiccia di case, pavimentazione delle strade,costruzione di fognature	-dimin.infiltraz.,aumento flussi di piena, abb. sup. piezometrica -inondazione occasionale delle fognature -occasionale copertura o sottoescavazione degli argini artificiali dei corsi d'acqua minori
-uso discontinuo e abbandono dei pozzi superficiali -derivazioni da corsi d'acqua locali (tubazioni) per approvv. acqua -scarico nei corsi d'acqua di acque reflue urbane non o adeguatamente trattate	-diminuzione del deflusso nei corsi d'acqua soggetti a prelievo -inquinamento -morte dei pesci e di altra vita acquatica -decremento della qualità dell'acqua
3 transizione dallo stadio della media urbanizzazione a quello della tarda urbanizzazione	
-Urbanizzazione dell'area completata mediante accrescimento di case,di strade e di edifici pubblici, commerciali e industriali	-riduzione della infiltrazione e abbassamento della superficie freatica -strade e cunette agiscono da dreni e creano picchi di piena più elevati e una min.portata di base per i corsi d'acqua locali
-maggiori quantità di acque reflue non trattate vengono immesse nella rete idrografica locale -abbandono dei rimanenti pozzi superficiali a causa della contaminazione -approvvigionamento di acqua da aree esterne al bacino idrografico (esempi in questo testo:Birmingham,Pechino)	-aumento della contaminazione e conseguenti effetti biologici;successiva degradazione della qualità dell'acqua -risalita della superficie freatica -incremento dei deflussi locali se l'approvvigionamento proviene da bacini idrografici esterni
-restringimento parziale delle aste fluviali in canali artificiali e gallerie (processo di canalizzazione)	-livello più elevato di piena per una data portata e pertanto incrementato danno da inondazioni -cambiamenti nella geometria del canale fluviale e nel carico di sedimenti -aggradazione
-costruzione di sistemi di drenaggio delle acque bianche e nere	-mancanza delle acque supplementari, ne conseguono riduzioni della infiltrazione e della ricarica dell'acquifero
-miglioramento del sist.ma di drenaggio delle acque temporalesche -perforazione di pozzi più profondi, di maggiore portata, per scopi industriali	-riduzione delle inondazioni degli edifici e delle strade -abbassamento piezometrico degli acquiferi artesiani;sono possibili alcuni prelievi locali eccessivi e subsidenza accelerata
-aumento dell'utilizzo di acqua per il condizionamento dell'aria	-sovraccarico dei sistemi fognari e degli altri sistemi di drenaggio dell'acqua -possibile ricarica della falda freatica dovuta alla perdita da condutture di scarico
4 Transizione dallo stadio della tarda urbanizzazione a quello della bonifica urbana	
-Soppressione o ristrutturazione di case a elevata densità e di stabilimenti industriali (fabbrica della birra Peroni a Roma)	-Nuove aree verdi forniscono ulteriori opportunità per l'incremento della infiltrazione ma esiste la possibilità di lisciviazione degli inquinanti tossici da vecchi accumuli di rifiuti che possono raggiungere i corpi idrici
-bonifica delle discariche e dei siti inquinati :rimozione di vecchi cumuli di rifiuti -rivegetazione	-pericolo di erosione durante la bonifica ma stabilizzazione successiva -possibile effetto della stabilità dell'alveo fluviale a valle del sito
- miglioramento della valle fluviale	-riduzione del deflusso superficiale, stabilizzazione dei pendii

Un valore elevato della produzione di sedimenti di solito si manifesta durante la fase di costruzione quando la copertura vegetale viene manomessa e il terreno viene molto disturbato con i movimenti di terra. I picchi di piena più significativi e i più brevi tempi di risposta tra le precipitazioni ci sono dove la superficie pavimentata e la densità degli edifici sono maggiori.

J.Savini e J.Kammerer¹² hanno raggruppato questi effetti in tre periodi: la “transizione dal pre-urbano al precoce urbano”, la “transizione dal precoce urbano al medio urbano”, e la “transizione dal medio urbano al tardo urbano”. Mentre la prima di queste transizioni è da ricercare nelle frange rurali-urbane e la seconda rappresenta lo stabilirsi di strade pavimentate con la continuità degli edifici, il terzo periodo è costituito dal processo di “rinnovamento urbano” durante il quale l’uso del suolo viene intensificato, quando vecchie abitazioni immerse in giardini rigogliosi vengono abbattute per dare posto ad agglomerati di appartamenti o uffici circondati da parcheggi di auto e autostrade urbane.

Per molte delle più antiche città europee (industriali e non) potrebbe essere aggiunta una quarta fase, la “transizione dal periodo tardo urbano al periodo di bonifica urbana” quando edifici vecchi e abbandonati vengono demoliti, i terreni abbandonati (industriali e non) vengono bonificati e i quartieri poveri ad alta densità abitativa vengono sostituiti da blocchi di torri circondati da aree verdi. Questa quarta transizione riduce la superficie pavimentata e fa salire la superficie vegetata che spesso si trova nella zona centrale.

Le prime tre transizioni peggiorano la situazione urbana dal punto di vista idrologico, la più recente, seppure relativa solo a una parte della città, modifica in senso positivo i valori della infiltrazione, dello scorrimento superficiale e del deflusso di base.

12. L’analisi e la previsione del bilancio idrologico urbano

Nell’analizzare gli effetti dell’urbanizzazione sul sistema idrologico naturale bisogna tenere in considerazione l’approvvigionamento artificiale di acqua e il sistema di scarico delle acque reflue urbane.

Il livello delle acque sotterranee viene spesso drasticamente alterato a causa del pompaggio per gli usi urbani oppure per i cambiamenti del fabbisogno idrico, inversioni di tendenza derivanti dai processi di deindustrializzazione.

Le acque nere possono mescolarsi con le acque di pioggia (bianche) nei vecchi sistemi combinati fognari realizzati nei centri di varie città. Inoltre gli scarichi dei corsi d’acqua urbani, negli ultimi tempi, riflettono non solo le precipitazioni sul bacino idrografico locale ma anche i flussi delle acque di rifiuto: tali flussi possono derivare da altri bacini molto distanti o dai prelievi di acquiferi profondi.

“Per valutare fonti, percorsi e destinazioni dell’acqua urbana, può essere calcolato un bilancio idrologico urbano complessivo che può essere espresso come:

$$P+D+A+W = E+R_s+S$$

P= le precipitazioni, incluse pioggia, neve e grandine;

D= la rugiada e la brina

A=l’acqua rilasciata dalle fonti antropogenetiche (es.combustione)

W=l’acqua intubata di superficie e di subsuperficie trasportata all’interno della città

E =la evaporazione (inclusa la traspirazione)

R_s= il reflusso fuori della città dell’acqua naturale e intubata superficiale e subsuperficiale

S= il cambiamento dell’immagazzinamento (stock) dell’acqua nel tessuto urbano”¹³

¹² Savini J., Kammerer J. C. *Urban growth and the water regime*, Us Geological Survey Water- Supply Paper, n. 1591-A, 1961

¹³ Chandler T. J. *Urban climatology and its relevance to urban design*, in World Meteorological Organization Technical Note, n. 149, 1976_b, op.cit. pag, 182

La grandezza di ciascuno di questi termini dipenderà dalla ubicazione, dai sistemi commerciali, di consumo e di produzione della città e dalla disponibilità degli approvvigionamenti delle acque di superficie e sotterranee.

Per quanto riguarda i calcoli, mentre i maggiori *input* artificiali possono essere ottenuti dalle autorità competenti in materia di approvvigionamento idrico, i pozzi privati non sono sempre monitorati e i volumi di acqua perduti nei trasferimenti o evaporati dai serbatoi aperti raramente sono conosciuti. Quelle porzioni della rete di approvvigionamento che raccolgono l'acqua che cade all'interno dell'area urbana devono essere escluse poiché tale acqua fa parte del termine precipitazioni. L'immagazzinamento dell'acqua all'interno della città va dai serbatoi aperti e chiusi, quali i laghetti decorativi e le piscine, alle cisterne negli edifici e alle strutture di raccolta delle piogge temporalesche.

Le variazioni diurne e stagionali occorreranno nel volume immagazzinato come acqua a uso domestico e industriale e la domanda oscilla durante la giornata e secondo la stagione. Nell'arco di tempo di un anno o più, il volume immagazzinato può essere considerato un valore costante, salvo dopo una severa siccità quando le restrizioni sull'uso dell'acqua possono comportare piscine vuote e fontane chiuse. Le difficoltà di determinare il volume di alcune componenti del bilancio dell'acqua probabilmente spiegano la scarsità di stime complessive dei bilanci di specifiche aree urbane.

Per alcune città, sono stati ottenuti i valori illustrati nella tabella che mostrano un sostanziale equilibrio tra precipitazioni (P) più trasferimenti dall'esterno (W) ed evapotraspirazione (E) più deflusso fuori città (Rs).

I tentativi di bilancio annuo dell'acqua di alcune grandi città, in 10^6 m^3 ($P+W=E+Rs$)¹⁴

città	P(Precipitazioni)	W(trasferimenti dall'esterno)	E(evapotraspirazione)	Rs(deflusso fuori città)	fonte
Alcune città della Svezia	2820	945	1449	2316	(Lindh,1978)
Sidney	1200	402	632	970	(Bell, 1972)
Hong Kong	2000	68	1180	888	(Aston, 1977)
Città del Messico	6704	1082	5518	2268	(T.Campbell)

In tutte queste città, eccettuata Hong Kong, oltre la metà dell'acqua viene usata per scopi domestici. Il consumo domestico annuo pro capite nelle città menzionate varia molto, riflettendo gli standard di vita degli abitanti.

Il consumo di acqua in alcuni sistemi urbani (in milioni m^3 anno)¹⁵

	Popolazione servita	Approvv. annuo (W) (10^6 m^3)	Consumo medio al g. per abitante (1/ab/giorno)	Domestico (a) (10^6 m^3)	Consumo medio al g. per abitante uso domestico (1/ab/giorno)	Industriale (b) (10^6 m^3)	Municipale (pubblico) e commerciale (c) (10^6 m^3)	Agricoltura e/o perdite (d) (10^6 m^3)
Hong Kong (1):	3.800.000							
Acqua totale (1977)		1763	Nd*	195	Nd*	1083	263	222
Acqua dolce		461	325	133	96	63	43	222
Conurbazione Valle del Messico (1982)	16.052.000	2362	403	1252	214	541	231	338

¹⁴ tab.4.4.op. cit. pag. 184

¹⁵ tab.4.5 op. cit. tab. 4.5 pag. 185

(inclusa Città del Messico)								
Melbourne (2)	2.398.000 (1978)	340	389	187	214	119	15	19
Conurbazione città della Svezia	(1978)	945	Nd*	520	Nd*	170	148	107
Sidney	2.736.000 (1972)	402	403	238	239	104	20	40
Pechino (3) (4)	4.500.000	415	253	125	76	95	195	nd
Tiensin (3) (4)	3.700.000	438	324	197	146	241		nd

Note:

(1): Hong Kong utilizza una grande quantità di acqua marina, specialmente nei processi industriali e di generazione dell'energia

(2): Fonte Pausaccker , 1978.

(3): Secondo il sistema di classificazione cinese, il consumo "domestico" comprende non solo quello strettamente residenziale, ma anche quello di scuole, ospedali e altri uffici pubblici, ossia tale consumo include almeno una parte del "municipale"

(4): Fonte Di Michele, 1993

Nd: non disponibile

W= a+b+c+d

Le differenze che si riscontrano nella tabella, dimostrano l'importanza degli studi comparativi sperimentali relativi ai sistemi idrici urbani per valutare i modelli generali necessari per la pianificazione urbanistica.

Diverse soluzioni si stanno applicando alle città per soddisfare i futuri bisogni di acqua. Soddisfare la domanda di acqua comporta la interazione tra il sistema energetico e quello idrico e questo coinvolge anche la finanza internazionale per i progetti maggiori: ciò mette in evidenza la dipendenza dei sistemi urbani più estesi dagli altri sistemi (energetico, idrico, finanziario, industriale).

Per quanto riguarda le città italiane, i consumi *pro capite* di acqua per uso domestico presentano dei valori piuttosto eterogenei tra i consumi analizzati: secondo una indagine Istat relativa al 1998 (Istat 2000), si passa da un valore minimo riscontrato a Firenze di 45,6 m³ per abitante (125 l/ab/giorno) al valore massimo di 100,3 m³ per abitante (275 l/ab/giorno) registrato a Torino. Tale differenza è da attribuire a numerosi fattori, tra i quali la disomogeneità del sistema di contabilizzazione degli usi della risorsa idrica, le caratteristiche strutturali dell'erogazione del servizio e le scelte dei consumatori.

13. La previsione dei cambiamenti idrologici nelle città

Le necessità di previsione si possono distinguere in due grandi linee: da una parte, la valutazione delle risorse idriche, dall'altra, la previsione delle piene per mitigare il rischio di inondazione della città.

Infatti la maggior parte dei tentativi di previsione del bilancio dell'acqua delle città è indirizzata al rapporto precipitazioni/deflusso superficiale al fine di migliorare la progettazione e la modifica degli alvei fluviali, della rete di drenaggio (delle acque bianche e nere), delle opere di accumulo delle acque piovane e degli interventi strutturali e non strutturali di difesa dalle piene (in quest'ultimo caso, la previsione è mirata alla determinazione della magnitudo e della frequenza delle piene).

Sono stati implementati dei modelli anche per la previsione delle condizioni idrologiche future. Vengono usate tre distinte categorie di modelli per simulare il rapporto precipitazioni/deflusso superficiale o precipitazioni/qualità del deflusso superficiale:

i modelli di pianificazione, i modelli progetto/analisi e i modelli operazionali.

- I modelli di pianificazione vengono impiegati per le valutazioni inerenti alle intere città a macro scala;

- I modelli progetto/analisi sono più sofisticati dal punto di vista idraulico e sono strumenti dettagliati usati per analizzare i singoli bacini idrografici
- I modelli operazionali sono correlati, di solito, con i processi di gestione nell'ambito di una particolare autorità che ha competenze sul bacino idrografico.

Per ciascun paese i modelli devono essere in grado di fornire risultati soddisfacenti per le precipitazioni

14. Il rapporto città-fiume, il recupero delle fasce fluviali e i parchi fluviali urbani

In concomitanza con il peggioramento delle condizioni ambientali, soprattutto negli agglomerati urbani, è aumentato l'interesse della popolazione per la difesa degli ambienti naturali.

Una delle forme di inquinamento più frequente riguarda l'acqua. I corsi d'acqua sono spesso utilizzati come scarico di rifiuti liquidi urbani e industriali.

Negli ultimi anni si è iniziato a pensare sempre più frequentemente al recupero delle sponde fluviali, in particolare nei territori urbani, dove sono diventate sede di attività, spesso abusive, e luogo di deposito dei materiali di scarto delle stesse attività industriali. All'inquinamento legato alla presenza di tali attività, si aggiunge il degrado dovuto all'abbandono delle stesse con il conseguente permanere di rifiuti e costruzioni poco compatibili con l'ambiente fluviale.

Inoltre, varie ricerche svolte in più parti del mondo hanno da tempo rilevato che i cittadini, quando scelgono un ambiente a scopo ricreativo o turistico, manifestano una netta preferenza per i paesaggi caratterizzati dal binomio acqua-bosco in cui la vegetazione sia ricca, ben sviluppata e vicina ad acque pulite.

Da queste considerazioni emerge l'importanza crescente del recupero delle fasce fluviali che, a volte si esprime nella realizzazione di un parco fluviale, in modo particolare in ambito urbano. Inteso come sistema territoriale su larga scala, un parco fluviale può inserirsi in un complesso progetto di riqualificazione ambientale, per esempio dell'intero fiume o di lunghi tratti di esso.

Il parco fluviale può essere considerato, in un ambito più ristretto, il legame tra il fiume e la città. I suoi aspetti più importanti rappresentano le possibilità di:

- costituire un polmone verde per la città, favorendo l'abbattimento della quantità di inquinanti nell'atmosfera e riducendo le polveri fini;
- rivestire una rilevanza storico-culturale, mantenendo l'ambiente originario e specifico della zona;
- consentire la salvaguardia delle specie vegetali tipiche della zona tramite la costituzione di aree boscate e naturali in cui si vengono a creare degli equilibri ecologici;
- favorire la tutela di specie animali tipiche mediante la formazione di corridoi ecologici e luoghi di rifugio;
- migliorare la fruibilità del fiume e delle sponde da parte dei cittadini attraverso percorsi ciclopedonali e aree attrezzate;
- permette di evitare i pericolosi inquinamenti dalle sostanze eventualmente depositate durante le attività industriali, grazie alle opere di bonifica durante la sua costituzione;
- realizzare un legame tra il fiume e la città, per esempio con un passaggio graduale da parco prevalentemente urbano, caratterizzato da elementi rigidi, a uno esclusivamente naturale in cui non esistono schemi precisi.

Un aspetto particolare del parco fluviale urbano è quello inerente alla sua possibile funzione di bacino di laminazione delle piene. In Italia sono rari i casi di parco fluviale urbano effettivamente funzionante. Alcuni fiumi italiani sono stati oggetto di studi, ricerche e progetti riferiti alla possibilità di realizzarvi parchi fluviali urbani, come il fiume Savio che attraversa Cesena, il fiume Nera che attraversa Terni, la Dora Riparia che bagna Torino.

All'estero i parchi fluviali urbani sono nati specialmente per riqualificare vaste aree industriali dismesse:

- ne è un esempio l'Emscher Park in Germania, nell'area della Ruhr. Esso si sviluppa per una lunghezza di 40 km lungo il fiume Emscher, e nasce dall'esigenza di rivalutare un'area a elevata densità industriale. Si è attuata in primo luogo una separazione tra le acque naturali (bianche) e quelle di scarico (nere), tramite appositi collettori abbinati agli impianti di depurazione. Oltre all'intervento sulle acque, l'attenzione è stata rivolta sulle sponde, considerate un elemento fondamentale dell'ecosistema fluviale. Queste da cementificate sono state riportate alla situazione originaria con la presenza di diverse specie vegetali che fungono da "filtro biologico", importanti per la fitodepurazione delle acque, ovvero una depurazione naturale a base di alghe e di radici di specie vegetali. Per rendere il parco non solo naturalistico ma anche ricreativo e fruibile dai cittadini, è stata realizzata una serie di percorsi pedonali e ciclabili che mette in comunicazione punti di osservazione e divertimento.
- Altra esperienza significativa è quella del Cultuurpark di Amsterdam, aperto al pubblico nel settembre 2003. Esso è un esempio di area industriale dismessa, convertita a parco pubblico urbano e spazio culturale. L'operazione è consistita nella bonifica del sito, nel restauro e nel riuso degli edifici (esempio di archeologia industriale)
- Nel Parc de Cabecera di Valencia (Spagna) che interessa l'alveo del fiume Turia, che scorre ai bordi della città, sono stati ricostruiti ecosistemi diversi. Questa che era un area di abbandono costituisce ora l'elemento più importante dello "schema direttore" della città e prevede un'area archeologica e degli spazi ricreativi.

Il recupero delle aree fluviali urbane è stato oggetto negli ultimi decenni di numerosi convegni di studio proprio a significare l'importanza non solo ambientale ma anche sociale ed economica:

- Il convegno svoltosi a Madrid 8-10 ottobre 1986, dove sono stati illustrati i problemi di alcune città sul fiume, non solo europee, e come si è cercato di darvi soluzione.
- Un altro è stato il convegno internazionale "Fiume, paesaggio, difesa del suolo. Superare le emergenze, cogliere le opportunità", Firenze 10-11 maggio 2006: dove è stato considerato il progetto del paesaggio fluviale un investimento culturale, sociale, economico. Sono state promosse azioni tese alla salvaguardia del sistema delle risorse e alla produzione di opportunità anche attraverso un disegno del paesaggio in grado di confrontarsi con le spinte della modernizzazione (superare la mera gestione idraulico-ingegneristica).

15.I migliori esempi europei di rapporto città-fiume: progetto River Links

Negli ultimi anni l'Unione europea ha cofinanziato una serie di progetti per stimolare la collaborazione tra gli Stati membri e per definire una metodologia condivisa.

Le esperienze esaminate presentano degli obiettivi prioritari diversificati e condizionati da realtà che sono state suddivise in quattro gruppi principali pur contenendo caratteristiche analoghe che appartengono anche agli altri gruppi:

- Nel primo gruppo sono state incluse le città che hanno puntato a risolvere il problema delle alluvioni: Colonia, Resemburg, Vienna, Praga e Budapest.
- Nel secondo vanno collocate le esperienze che sono caratterizzate dal recupero di aree produttive: Bilbao, Lisbona, Porto.
- Nel terzo sono state assemblate tutte le operazioni di recupero paesaggistico a fini ricreativi che hanno dato luogo al classico parco fluviale: Lyon Confluence, Lyon Park Miribel, Strasburgo.
- Nel quarto gruppo sono state inserite le proposte per rivitalizzare i centri storici attraverso il recupero del rapporto con il fiume, spesso negato o trascurato: Torino, Roma, Padova, Brema

Primo gruppo

Colonia ha deciso di usare un sistema di protezione mobile: gli elementi di contenimento delle acque possono essere montati in breve tempo e smontati dopo le piene. In questo modo non viene deturpata la struttura storica della città perché tali paratie sono presenti nel breve periodo delle piene.

Budapest e Vienna sono accomunate dal fatto di essere attraversate dallo stesso fiume e di avere firmato la “Convenzione per la protezione del Danubio”.

Gli studi condotti a Praga sono interessati per i modelli matematici utilizzati per la simulazione delle alluvioni.

Secondo gruppo

Gli interventi più incisivi sono quelli nei quali sono state recuperate le aree produttive lungo i fiumi perché offrono un paesaggio urbano di alta qualità. Bilbao, Porto e Lisbona hanno investito molto in queste aree e hanno ridefinito il rapporto città-fiume.

Terzo gruppo

La realizzazione dei parchi fluviali con fini ricreativi che caratterizza le esperienze di Lyon e Strasburgo presenta una fertile base di sperimentazione in cui i progettisti hanno individuato diverse soluzioni. Lyon Parc Miribel ha avuto quattro obiettivi prioritari: preservare le risorse di acqua potabile, salvaguardare i serbatoi di piena, proteggere le risorse naturali, sviluppare le attività all'aria aperta.

Sullo stesso orientamento si muove il parco di Strasburgo dove un'area priva di identità, un ex discarica, attraverso la costruzione di un ponte pedonale collega con facilità Francia e Germania e diventa così uno spazio speciale a contatto con la natura.

Quarto gruppo

Ciò che accomuna questi progetti, che per comodità sono stati chiamati esperienze di rivitalizzazione dei centri storici, è il fatto che questo processo tiene conto delle criticità ambientali utilizzando metodi e strumenti dell'ecologia urbana e del paesaggio.

A Torino è stata messa a punto una strategia per un piano programma per la costruzione di un sistema degli spazi aperti a scala territoriale. A Roma l'ambito privilegiato è stato l'attuazione di interventi di riqualificazione della città e dell'immagine paesistica urbana. A Padova il recupero del sistema organico delle acque superficiali consente un riutilizzo dei vecchi canali. A Brema è stata creata una nuova area dedicata alle attività marinare e alla cucina. A Parigi, l'idea di realizzare delle spiagge temporanee lungo la Senna ha riscosso molto successo di pubblico anche se non sono mancate le critiche

Capitolo Quarto

L'inquinamento atmosferico

1. Le conseguenze globali della modificazione dell'atmosfera urbana

L'effetto più critico dell'urbanizzazione è stato quello sull'atmosfera. Non solo i gas e le polveri delle città hanno influenzato pesantemente il clima delle stesse città, ma queste emissioni hanno raggiunto spesso porzioni e ampie diffusioni attraverso l'atmosfera terrestre tali da contribuire in modo sostanziale ai cambiamenti climatici regionali o globali.

Il rilascio di anidride carbonica nell'atmosfera urbana da parte della combustione di combustibili fossili ha contribuito, secondo la maggior parte degli studiosi, a influenzare il riscaldamento globale e a determinare l'effetto serra.

Molte sono le implicazioni di questo fenomeno, tra le possibili è da considerare la parziale fusione dei ghiacciai polari e la conseguente risalita del livello medio dei mari: perciò le città costiere sono soggette al rischio di invasione marina.

- I dati relativi all'Italia mettono in evidenza che dal 1990 ai primi anni del nuovo secolo, nonostante le misure adottate per la riduzione dei consumi e l'aumento dell'efficienza energetica, l'incremento complessivo dei consumi energetici, dell'ordine di grandezza del 10%, ha determinato, nello stesso periodo, una risalita delle emissioni di anidride carbonica pari a circa il 6%.

La emissione di polveri dalle città nell'atmosfera contribuisce al processo che tende a intercettare la radiazione solare incidente e quindi a influenzare la temperatura globale.

Altre attività urbane hanno effetti sull'atmosfera su larga scala e a lunga distanza.

- Gli ossidi di zolfo e gli ossidi di azoto, rilasciati nell'atmosfera dalla combustione dei combustibili fossili, combinati con l'umidità atmosferica danno luogo alle "piogge acide" le cui ripercussioni, specialmente sugli ecosistemi acquatici, si sono dimostrate deleterie. Sono noti gli effetti delle piogge acide rilasciate dalle principali aree urbane e industriali dell'Europa centro-settentrionale sugli eco-sistemi lacustri della penisola scandinava e questo fenomeno dimostra il trasporto a lunga distanza dei composti dello zolfo e dell'azoto che dà luogo al cosiddetto "inquinamento transfrontaliero". Le piogge acide costituiscono un eccellente esempio degli effetti ambientali inconsapevoli e a lunga distanza del funzionamento delle città come sistemi economici ed ecologici.

2. Le conseguenze locali della modificazione dell'atmosfera urbana

I cambiamenti dell'atmosfera causati dalla urbanizzazione sono importanti anche a livello locale.

Gli effetti immediati delle alterazioni nella chimica dell'aria delle città sono complessi.

In molte città dei paesi sviluppati e, attualmente, in molte città dei Paesi meno sviluppati, nel tessuto urbano sono presenti impianti industriali (centrali termoelettriche, stabilimenti) caratterizzati dalla emissione di ingenti quantitativi di reflui gassosi e particellari tali da determinare un notevole inquinamento atmosferico.

- L'esistenza di impianti industriali ancora attivi alle porte di tante città fa sì che queste aree urbane siano responsabili di forti flussi di contaminanti.

Prima della seconda metà degli anni 50, la maggiore sorgente di inquinamento atmosferico urbano era la combustione dei combustibili fossili (compreso il carbone), di origine domestica e industriale, che dava luogo a massicce emissioni di ossido di zolfo e specialmente di anidride solforosa, inquinante di tipo riducente.

Lo sviluppo della motorizzazione privata e la sostituzione del carbone con i derivati del petrolio (in particolare con i combustibili a basso tenore di zolfo) hanno causato la seconda grande diffusione dei contaminanti atmosferici associati ai composti dell'azoto di tipo ossidante.

La luce solare dissocia il biossido di azoto in ossido di azoto e ossigeno e, attraverso una serie di reazioni fotochimiche si forma l'ozono, il principale degli ossidanti fotochimici (fra cui le aldeidi). Lo smog fotochimico è una forma di inquinamento tipica delle aree urbane a traffico elevato e situate alle basse latitudini e quindi a elevato soleggiamento, come Los Angeles (dove sembra sia stato studiato per la prima volta), Sidney, Roma, Atene .

I monitoraggi, in epoche successive e in altre città indicano che gli andamenti giornalieri dell'ozono e dei suoi precursori non differiscono sostanzialmente da quello citato, come nel caso di Roma durante i primi anni 90.

L'ozono si può formare seppure in misura minore, anche in città di latitudine più elevata, nei periodi di maggiore soleggiamento.

Gli ossidanti fotochimici, in quanto prodotti secondari dell'inquinamento da traffico, contrariamente agli inquinanti primari, che presentano tendenzialmente le concentrazioni atmosferiche più alte durante le ore di punta del traffico urbano, aumentano nelle ore di soleggiamento più intenso. In particolare, la produzione di ossidanti fotochimici inizia subito dopo il levare del sole, sale fino al massimo fra le 12,00 e le 14,00, per diminuire durante il pomeriggio e ritornare bassissima al calare del sole e nelle ore notturne.

La formazione e la concentrazione degli ossidanti fotochimici sono correlati anche all'interazione fra la topografia e il regime dei venti e della stabilità atmosferica.

Per quanto riguarda gli inquinanti primari, le loro concentrazioni nell'atmosfera urbana sono collegate all'intensità del traffico, ma possono essere osservati dei valori notevoli di concentrazione anche nelle ore notturne quando l'intensità del traffico si rivela molto contenuta. Questo comportamento è tipico degli inquinanti primari per i quali diviene fondamentale la componente meteorologica. Infatti, i valori notturni elevati sono associati alle condizioni di forte stabilità atmosferica che, anche in presenza di ratei di emissione molto ridotti, può causare concentrazioni molto alte. Negli ultimi tempi si sta facendo sempre più attenzione alle particelle sospese (o polveri sospese o materia articolata: PM), termini generici che si applicano a un'ampia classe di sostanze diverse dal punto di vista chimico-fisico, le quali esistono in forma di particelle liquide o solide, con diverse dimensioni.

La misura effettuata dalle reti di monitoraggio in Italia riguarda il particolato totale sospeso (Pts), vale a dire la quantità di polveri totale senza discriminare la dimensione. Recentemente sono stati introdotti strumenti di misura della frazione del particolato con diametro inferiore a dieci micron (PM_{10}), come migliore indicatore della contaminazione ambientale che può avere una relazione con la salute umana, in quanto le particelle più fini risultano più facilmente inalabili e hanno una maggiore probabilità di penetrare nell'apparato respiratorio. Queste particelle, specialmente le PM_{10} o *polveri sottili*, sono pericolose per la salute non solo di per sé, ma anche perché costituiscono il supporto e il veicolo di sostanze nocive a loro assorbite quali l'anidride solforosa e gli Ipa (idrocarburi policiclici aromatici), questi ultimi fortemente cancerogeni.

- Le PM vengono emesse dai vari processi industriali ed energetici e soprattutto dai processi di combustione. Una fonte importante è rappresentata dal trasporto stradale: le emissioni si riferiscono agli scarichi diretti dalle marmitte e dall'usura di parti mobili (soprattutto pneumatici) e dell'impianto frenante.

“Indagini recenti hanno evidenziato che il materiale carbonaceo presente nelle polveri sottili delle aree urbane proviene maggiormente dalle emissioni da traffico veicolare: la sua fine granulometria e la sua complessa composizione chimica, ricca di specie organiche tossiche e cancerogene, fanno sì che il carbonio totale e in modo specifico quello organico sia una frazione del particolato di estrema importanza per una valutazione completa e mirata della qualità dell’aria urbana”¹.

“Un’altra ricerca svolta nella città di Palermo ha messo in evidenza la presenza di metalli nel particolato atmosferico la cui origine è da imputare al traffico veicolare: la bioutilizzabilità e la potenziale tossicità sono legate alla forma chimica con cui si presentano nel materiale”².

Una ulteriore sorgente di PM è costituita dal riscaldamento domestico, perciò il ciclo giornaliero di questi inquinanti mostra delle punte massime in corrispondenza dell’ora di accensione e di quella di rinforzo del riscaldamento. Pertanto nell’ambiente urbano si producono importanti quantità di PM che, col benzene, formano gli inquinati più pericolosi per la salute.

Le indagini mirate a valutare l’inquinamento dell’aria nelle aree urbane si stanno avvalendo anche della misura delle concentrazioni dei contaminati persistenti (metalli pesanti) e organici (Ipa e Pcb) nei suoli e nelle piante della città.

3.I contaminanti atmosferici

In Italia si è assistito a una crescita progressiva per gli ossidi di azoto dal 1980 al 1992, anno da cui l’andamento si è invertito anche se non in modo netto.

Malgrado la tendenza alla diminuzione di questi contaminanti nelle atmosfere urbane, relativamente al periodo 1994-1998 le concentrazioni di biossido di azoto si sono mantenute pericolosamente vicine al 98° percentile delle concentrazioni medie orarie rilevate nel corso dell’anno nelle città italiane con un numero di abitanti superiore a 400.000 (Ministero dell’Ambiente, 2001).

Le concentrazioni di particolato (Pts) nell’aria delle città hanno rappresentato negli ultimi anni una crescente preoccupazione per la salute. Esse non mostrano un decremento deciso e costante, anzi per alcune città, come Torino e Milano si registra una risalita delle polveri sottili.

Anche le concentrazioni di ozono, quindi di ossidanti fotochimici, destano una crescente preoccupazione per la salute nelle città.

Per quanto riguarda *l’anidride solforosa*, il più diffuso inquinante atmosferico urbano, le sue emissioni nelle città italiane mostrano due tendenze in diminuzione: una drastica dal 1980 al 1985 e una più leggera ma costante, dal 1987 in poi. Il contenimento dell’inquinamento atmosferico urbano dovuto all’anidride solforosa si è ottenuto, in seguito all’adozione di normative restrittive, riducendo l’uso dei combustibili ad alto contenuto di zolfo (in particolare olio combustibile) a favore di quelli a basso tenore di zolfo o Btz (gasolio e soprattutto metano, attraverso la “metanizzazione”). Hanno contribuito alla riduzione di questo gas le strategie di risparmio del combustibile, quali l’adozione di processi di combustione più efficienti, la regolamentazione del traffico autoveicolare (incentivando il trasporto pubblico a scapito di quello privato, attuando le isole pedonali, incentivando il car pooling e il car

¹ Brocco D., Leopardi V., Maso M., Prignani P. *Il materiale carbonaceo nelle polveri sottili (PM₁₀) di aree urbane*, in *Acqua & Aria*, n. 2, Milano, 2006

² Gisotti G., *Ambiente urbano*, 2007, pag. 217:

sharing), la realizzazione di tipologie edilizie a bassa dispersione di calore e il ricorso ai sistemi di riscaldamento meno convenzionali, come il teleriscaldamento e la cogenerazione. Questa tendenza alla decisa riduzione della concentrazione di SO₂ (anidride solforosa) nelle atmosfere urbane è stata rilevata dalla indagine Istat del 1998 relativa ai Comuni capoluogo di regione ed è peraltro diffusa in quasi tutte le città dei Paesi sviluppati.

Il decremento della concentrazione dell'anidride solforosa nelle atmosfere urbane non è stato seguito in modo netto da quello degli ossidi di azoto: mentre l'anidride solforosa si produce in quanto lo zolfo è presente come impurezza nei combustibili (e quindi per ridurre l'inquinamento si può intervenire anche sulla qualità del combustibile oltre che sulla quantità di quello bruciato), gli ossidi di azoto si formano in seguito a reazioni collaterali di tutti i processi di combustione (perciò per ridurre l'inquinamento si può agire solo con l'abbassamento del consumo di combustibile). Infatti in questi processi, che hanno luogo a temperature elevate, avviene una reazione tra l'azoto e l'ossigeno, componenti naturali dell'aria, per cui i due gas si combinano direttamente tra loro.

Per quanto riguarda le sorgenti antropogeniche, i processi di combustione sono tra i principali responsabili della emissione di ossidi di azoto: quantità rilevanti sono prodotte dai motori degli autoveicoli e, in particolare, dal traffico urbano. Il contributo del settore trasporto stradale è predominante rispetto a quello delle fonti fisse (produzione di energia e industria).

L'importanza degli ossidi di azoto nell'inquinamento atmosferico risiede nella parte che essi giocano nella produzione di ossidanti fotochimici (smog fotochimico) e inoltre nel ruolo svolto nella formazione delle piogge acide. Un altro effetto degli ossidi di azoto è la riduzione della visibilità dovuta al loro colore nei casi delle alte concentrazioni atmosferiche.

4. Il problema sostanziale relativo alla qualità dell'aria: i trasporti urbani

I settori chiave all'origine dei problemi della qualità dell'aria nell'atmosfera urbana sono i trasporti urbani e la produzione di energia legata al riscaldamento/raffreddamento degli edifici.

- Per quanto concerne i trasporti urbani si è visto che, malgrado i vari tentativi di risolvere in modo economico ed ecologico il problema, nelle città non si riesce a migliorare la qualità dell'aria. Infatti, se da un lato negli ultimi decenni è diminuita la concentrazione atmosferica di alcuni inquinanti, quali l'anidride solforosa (non tanto razionalizzando il traffico o il riscaldamento, quanto riducendo il contenuto di zolfo nei combustibili fossili), dall'altro è aumentata la concentrazione di ulteriori inquinanti, non meno tossici, quali le polveri sottili, oppure sono rimaste sostanzialmente immutate le concentrazioni degli ossidi di azoto e dell'ozono.
- Inoltre, allo scenario citato, deve essere aggiunto un altro tipo di inquinamento, quello acustico.

Le grandi città, per quanto preoccupate, sembrano esitare nello scegliere un proprio sistema integrato di trasporto anche perché ogni mezzo di trasporto, sia pubblico che privato, implica una politica urbana che condiziona la qualità della vita dei cittadini.

Nessuna città, però, pare decisa a riesaminare il ruolo preponderante assunto dall'automobile in città, nonostante i dati siano impressionanti. Secondo recenti dati medi europei, i trasporti collettivi non rappresentano più del 15% degli spostamenti in città, contro il 50% dello spostamento in auto e un 30% in costante regressione, degli spostamenti a piedi. In Europa la bicicletta si attesta sul 2%, a eccezione dell'Olanda con il 30%.

La diminuzione della possibilità di parcheggio e l'aumento delle tariffe dei parchimetri non sembrano essere un deterrente sufficiente all'uso dell'auto privata in città.

Uno dei metodi usati nelle città europee per migliorare la mobilità decongestionando le strade dalle auto in sosta è quello della costruzione di parcheggi sotterranei nei centri urbani.

In vari casi si sono manifestati dei problemi derivanti dalla costruzione stessa che, con i movimenti di terra o con la realizzazione di barriere impermeabili alle acque sotterranee, ha implicato squilibri geomeccanici e idrogeologici che si sono presentati in diverse città italiane, quali Roma, Padova, ecc.

Tra le “misure tecnologiche” per affrontare il problema della elevata mobilità urbana e le sue conseguenze (in particolare l’inquinamento) è da annoverare l’incremento dell’efficienza energetica dei motori degli autoveicoli che consiste in un consumo minore di carburante. Ma i pochi dati degni di attenzione indicano che non esiste alcuna correlazione di causa/effetto fra gli interventi normativi di natura politica e una specifica efficacia collegata alla efficienza energetica. In particolare, le misure prese nei settori dei trasporti e della residenza, volte a migliorare l’efficienza energetica e a controllare le emissioni di anidride carbonica, si sono rivelate di scarsa validità.

Nell’ambito dei lavori della “Commissione nazionale inquinamento atmosferico”, finalizzata a ridurre l’inquinamento nelle aree urbane, sono state individuate alcune misure già applicate positivamente in numerosi contesti europei:

- a) “misure tecniche” riferite ai piani generali del traffico urbano, ai piani urbani della mobilità e ai piani parcheggio.
- b) “misure non tecniche” forme di regolazione adottate direttamente con provv. amministrativi (*car pooling, car sharing*)
- c) “misure tecnologiche” relative al settore industriale.

5. Gli effetti sulla qualità dell’acqua: i sedimenti

La presenza di varie sostanze chimiche nel sistema urbano crea nuove sorgenti, sia di sostanze disciolte nell’acqua, sia di sedimenti.

- Le sorgenti diffuse attraverso la rete idrografica includono quelle associate con la ricaduta degli inquinanti atmosferici (con la dispersione di sostanze come i detersivi), nel sistema delle acque reflue urbane e in numerosi luoghi della rete di drenaggio (con gli innumerevoli piccoli sversamenti di idrocarburi e di sostanze simili).
- Le sorgenti puntuali sono quelle dove specifiche sostanze vengono scaricate in zone ristrette della rete idrografica.

I sedimenti possono costituire un problema effettivo, comune nei siti di nuova urbanizzazione. Le piogge intense possono distaccare e propagare grandi quantità di sedimenti fini negli alvei e sui versanti ubicati a valle del sito.

I sedimenti in eccesso possono danneggiare le opere per il controllo del deflusso delle acque, alterare le condizioni della vita acquatica, modificare la qualità delle acque, ridurre la portata massima di un canale fluviale e degradare la bellezza di paesaggi.

La transizione dallo stadio precoce urbano a quello medio urbano, con la massiccia costruzione di abitazioni, è il periodo in cui si manifestano l’erosione accelerata e la conseguente sedimentazione nei corsi d’acqua. Questa transizione può essere organizzata in una sequenza di cambiamenti dell’uso del suolo, tipica di quelle aree in cui è presente il fenomeno della crescita urbana nei paesi sviluppati.

Gli effetti della sequenza dei cambiamenti dell'uso del suolo sulla resa in sedimenti
e sulla stabilità dei canali fluviali³

Uso del suolo	Resa in sedimenti	Stabilità del canale fluviale
A. Foresta o prateria naturale	Bassa	Relativamente stabile con qualche erosione di sponda
B. Aree leggermente pascolate	Da bassa a moderata	Talvolta meno stabile di A
C. Coltivi	Da moderata a elevata (senza misure di difesa del suolo)	Qualche aggradazione e incremento dell'erosione di sponda
D. Abbandono della coltivazione, prateria permanente	Da bassa a moderata	Aumento della stabilità
E. Prima urbanizzazione	Molto elevata	Rapida aggradazione e qualche erosione di sponda. In casi estremi, la configurazione fluviale cambia da meandriforme a quella a canali intrecciati
F. Consolidamento del tessuto urbano	Moderata	Degradazione e severa erosione di sponda
Stadio urbano maturo	Da bassa a moderata	Relativamente stabile

Con riferimento non solo alla nascita di intere città ma alla costruzione di nuovi quartieri che si aggiungono alla città esistente, l'erosione del suolo (in particolare l'erosione laminare) è più accentuata durante il periodo della prima urbanizzazione (E), mentre l'erosione incanalata è probabilmente più severa durante il periodo di consolidamento del tessuto urbano (F), specialmente se i canali fluviali sono stati rettificati o ristretti e la portata di picco è aumentata a causa delle superfici urbane pavimentate o compatte. "Nel periodo di prima urbanizzazione (E), alcuni bacini idrografici negli Usa orientali produssero una resa in sedimenti da 2 a 100 volte quelle associate con i corrispondenti terreni forestali o coltivati"⁴.

Le rese in sedimenti dei corsi d'acqua urbani, nel periodo di consolidamento del tessuto urbano (F), tendono a essere influenzate dall'erosione di sponda che costituisce una sorgente di sedimenti.

La tabella seguente (5.8) mostra il contrasto nelle rese in sedimenti fra i bacini idrografici urbanizzati e quelli rurali intorno alla città di Atlanta (Georgia, Usa). L'entità dei valori della resa in sedimenti osservati nell'area di Atlanta può essere così spiegata.

Confronto fra le rese in sedimenti in corsi d'acqua di bacini idrografici urbanizzati e non urbanizzati. Alto bacino del fiume Chattahooche, Georgia, Usa⁵

	Superficie del bacino km²	% di superficie urbanizzata	Resa in sedimenti in sospensione t.km² anno¹
<i>Altamente urbanizzato</i>			
Torrente North Fork Peachtree presso Atlanta	55	70,74	154
Torrente South Fork Peachtree ad Atlanta	48	75,90	300
Torrente Peachtree ad Atlanta	140	78,02	264
Torrente Naney ad Atlanta	56	76,29	199
Torrente Woodall ad Atlanta	5	91,64	139
<i>Moderatamente urbanizzato</i>			
Torrente Naney presso Chamblee	5	46,46	30
<i>Prevalentemente rurale</i>			
Fiume Chattahooche presso Leaf	241	0,39	100
Fiume Soque presso Clarksville	154	0,55	158
Fiume Chestate presso Dahlonga	246	0,03	120
T. Big presso Alpharetta	115	7,75	117
T. Snake presso Whitesburg	60	0,86	126

³ fonte: op. cit. tab.5.7 pag. 226

⁴ Wolman M. G. *Erosion in the urban environment*, in Hydrological Science Bulletin, n. 20, 1975

⁵ Faye R. E., Carey w.p., Stamer J.K. Kleckner r. (1980) *Erosion, sediment discharge and channel morphology in the Upper Chattahooche River Basin, Georgia*, in *Us Geological Survey Professional Paper*, n. 1107

Di norma, nei bacini idrografici urbanizzati la perdita di suolo per erosione è minore di quella delle aree rurali perché l'erosione laminare viene impedita dalla presenza di ampie zone della città coperte da edifici e pavimentazioni. Anche le superfici "aperte", come i giardini, i parchi urbani, i campi da gioco, essendo in gran parte coperte da piante, frenano l'erosione del suolo. Tuttavia, le superfici così ampiamente impermeabilizzate provocano un significativo aumento del deflusso dei corsi d'acqua urbani. Questi incrementi possono causare una severa erosione incanalata nei corsi d'acqua urbani e da ciò può derivare un notevole approvvigionamento di sedimenti strappati dalla corrente alle sponde e pertanto le rese in sedimenti dei citati tratti fluviali possono diventare più elevate rispetto a quelle dei corsi d'acqua non interessati dal flusso causato dagli insediamenti urbani.

Gli effetti delle costruzioni sulla resa in sedimenti variano con il regime delle precipitazioni, le forme del terreno e il tipo di suolo, tuttavia, tali effetti tendono a seguire la sequenza generale indicata nella tabella 5.7.

In conclusione, la produzione di sedimenti è elevata durante la fase che precede la costruzione (ossia abbattimento della vegetazione, movimenti di terra ecc.) ma diminuisce una volta che il nuovo paesaggio si è consolidato.

Le fonti di sedimenti cambiano attraverso il tempo, così come lo sviluppo delle costruzioni termina in una zona e inizia in un'altra. I sedimenti provocano cambiamenti a valle nel comportamento dei corsi d'acqua. La rettificazione o in generale la canalizzazione di un segmento fluviale può solo servire a spostare il problema dei sedimenti successivamente a valle. I nubifragi eccezionali durante la fase di prima urbanizzazione possono indurre severe conseguenze in termini di erosione dei terreni nudi, non protetti e quindi la sedimentazione a valle.

6. Gli effetti sulla qualità dell'acqua: i soluti

Ogni sviluppo suburbano, ogni nuovo impianto industriale e ogni cambiamento nell'uso dei fertilizzanti alterano il bilancio idrochimico di un fiume. I sedimenti in sospensione influenzano la qualità chimica delle acque fluviali.

- L'esempio della città di Atlanta è notevole: il fosforo e l'azoto trasportato dai corsi d'acqua urbani è il doppio di quello trasportato dai corsi d'acqua rurali. Le quantità di piombo e di zinco in sospensione provenienti dalla città hanno un ordine di grandezza superiore a quello derivante dalla campagna circostante.

Sebbene la sostituzione dei combustibili solidi con i derivati del petrolio (e col metano), nel riscaldamento degli edifici, abbia concorso a ridurre l'inquinamento atmosferico relativamente ad alcune sostanze, il maggior consumo di petrolio ha prodotto nuovi casi di inquinamento idrico nelle aree urbane (negli anni 60, furono frequenti gli incidenti da inquinamento da petrolio nei corsi d'acqua urbani).

Un aspetto importante è quello relativo all'uso promiscuo delle acque in vari grandi bacini idrografici, sedi di grandi città, insediamenti industriali, agricoltura intensiva, per cui da una parte, le acque superficiali e sotterranee vengono usate a scopo potabile, industriale, irriguo ecc., dall'altra le stesse acque sono soggette a pesanti inquinamenti a causa delle molte attività antropiche.

Sono stati effettuati degli sforzi notevoli per migliorare la qualità delle acque di vari fiumi nelle aree urbane:

- è il caso del Tamigi a Londra, un fiume fortemente inquinato. In questa città, il Tamigi è un fiume soggetto a forti maree e una determinata massa d'acqua ha bisogno di molto tempo per defluire fino all'estuario. Le acque di rifiuto della città possono rimanere

intrappolate nel fiume per lunghi periodi prima di essere allontanate in mare. Proprio per risolvere questo problema è stato realizzato e ristrutturato l'intero sistema fognario.

La modernizzazione tecnologica ha permesso un notevole abbassamento dei valori medi dei solidi sospesi e un innalzamento dei valori della saturazione in ossigeno disciolto nelle acque del fiume (al ponte di Londra la saturazione dell'ossigeno disciolto è passata dai valori medi di circa il 5% del periodo 1950-59 ai valori del 45% del 1975). Ne è derivato un miglioramento sensibile delle acque fluviali, molte specie di pesci sono tornate a popolare il fiume e anche gli uccelli hanno ricominciato a frequentare le rive migliorate.

L'esempio del Tamigi dimostra che, oltre che i miglioramenti chimico, fisico e biologico delle acque, si è ottenuto anche il ritorno della vita acquatica selvatica: inoltre un fiume pulito è caratterizzato da un valore di bellezza naturale che, sebbene meno facilmente stimabile, è ugualmente importante per la vita degli abitanti della città.

Mentre questi miglioramenti vanno avanti, l'eredità delle passate attività urbane sta ancora emergendo e può avere effetti dannosi sulla salute dei cittadini. L'accumulo di rifiuti urbani può comportare il rilascio di contaminanti verso le acque sotterranee e occorre tenere conto che il meccanismo di questi rilasci può essere ritardato a causa del tempo necessario affinché i contenitori si corrompano o le sostanze si decompongano in componenti solubili che possono essere poi trascinati nel sottosuolo dalle acque di percolazione.

Capitolo Quinto

Problemi, contraddizioni e prospettive ambientali della città

1. la crisi della città: dinamiche e contraddizioni

Si può parlare dello stato attuale delle città e delle modalità con cui le città sono pervenute a tale stato, si possono fare osservazioni su come alcune condizioni ambientali scadenti possano essere evitate o mitigate dalle metodologie di pianificazione urbanistica, però poco si può ipotizzare sul futuro delle città, sotto l'aspetto ambientale. I pianificatori hanno tentato di plasmare il futuro delle città, ma con scarso successo, limitandosi più che altro agli aspetti architettonici o del verde urbano. Solo in piccolissima parte si può far tesoro delle esperienze passate.

- Un dato oggettivo è quello relativo all'incremento demografico dei paesi in via di sviluppo che vede calare la popolazione dei Paesi più industrializzati. Quindi certe città subiscono una crescita abnorme che ne rende sempre più difficile la vivibilità, altre mostrano una stasi demografica.
- Un altro aspetto rilevabile è quello per cui la gente tende sempre più a inurbarsi, come nei paesi del Sud del mondo o in altri grandi Paesi di recente industrializzazione (Cina e India)
- Un altro ancora è quello per cui la gente punta a lasciare i centri delle vecchie città per stabilirsi nelle aree suburbane e nelle città satelliti (fenomeno della proliferazione urbana).

Questi orientamenti richiedono un cambiamento di direzione dei flussi (non solo del trasporto) nell'ecosistema urbano. Invece di rinnovare le sezioni più vecchie dei sistemi di circolazione dell'energia, dell'acqua e dei materiali nella parte interna della città, gli investimenti vengono dirottati sulla estensione di questi sistemi di circolazione intorno alle periferie, nonché sull'incremento di sistemi più rapidi di trasporto per collegare i nuovi suburbi più esterni con il nucleo urbano.

Esempi che evidenziano questi aspetti sono:

-le reti ferroviarie a Parigi che uniscono il centro della città alle *banlieus*;

-le linee tra Londra e i centri situati a nord, come Bedford.

Si verifica quindi un contrasto tra i nuovi sistemi delle periferie urbane e i vecchi sistemi della città interna la quale spesso ha subito in questo modo una relativa emarginazione e una forma di decadenza. Un altro risultato è che alcune parti dei vecchi sistemi sono risultate sovraccariche, aggravando il rischio di collasso.

Le autorità municipali si trovano perciò di fronte a due alternative rispetto a tali situazioni:

a) disporre degli investimenti massicci per rimpiazzare, recuperare le parti rovinate sovraccariche dei sistemi, oppure b) attuare un tentativo frammentario di risolvere i problemi più gravi mano a mano che essi si presentano.

La scarsità di risorse finanziarie municipali ha portato quasi sempre alla seconda soluzione.

Come evidenzia I. Douglas (in *"The urban Environment"*), questa tendenza porta all'idea che alcune città passino da una fase di rapida crescita a una di miglioramento tecnologico, raggiungendo un picco di efficace gestione ambientale urbana, con apprezzabili sistemi di circolazione di energia, acqua e materiali, nonché con buone condizioni bio-geografiche, prima di entrare nella fase di deterioramento del sistema urbano. Questo concetto è applicabile ad alcuni casi (con crescita rapida, declino, fino a diventare città insignificanti) di tante città minerarie del Nord America o dell'Australia.

L'alternanza di periodi crescita/sviluppo con periodi di declino è caratteristica di varie città. Per esempio New York ha sofferto di forti crisi finanziarie fin dal 1970, con la popolazione povera in

aumento e una struttura fisica in corso di invecchiamento. La crisi finanziaria del 1975 ha visto New York costretta a rivedere il suo ruolo culturale e la sua amministrazione culturale. La revisione ha determinato una riduzione del personale dei servizi pubblici e della manutenzione. Immediatamente è nata la questione su quanto poteva essere diminuita la spesa pubblica senza incidere sulla soglia al di sotto della quale il sistema avrebbe potuto diventare insicuro. Questo limite, non è solamente una soglia meccanica relativa al collasso dei servizi ingegneristici, ma è anche una soglia sociale che può indurre una esplosione di violenza ed è una chiara espressione delle paure e delle diffidenze urbane latenti che derivano dalla ingiustizia sociale. E' sopravvissuta alla crisi finanziaria degli anni 70 e probabilmente continuerà ad andare avanti tra una crisi e l'altra, l'ultima delle quali, questa volta esterna, è stata quella conseguente all'attacco alle Torri Gemelle dell'11 settembre 2001.

Le crescenti consapevolezza della complessità della città e della retroazione dei cambiamenti sociali sull'ambiente biofisico e da questo sui singoli cittadini aiuteranno a capire quando quelle condizioni di soglia probabilmente si presenteranno.

Gli altri problemi delle città riguardano la perdita degli *habitat* naturali da una parte e la presenza di terreni non più utilizzati e degradati dall'altra, oltre alla congestione e all'inquinamento ambientale.

Ma esistono anche i problemi della coesione sociale e del senso di appartenenza che in alcune città sono esplosi in modo più o meno violento.

Si è di fronte a un sistema complesso, caratterizzato da incertezza e imprevedibilità. Si osserva l'estrema vulnerabilità della città non solo agli eventi catastrofici naturali, ma anche a quelli antropici, fra i quali negli ultimi tempi spiccano gli atti di terrorismo (l'attacco alle Torri Gemelle di New York, quello di Londra il 7 luglio 2005. Né è da dimenticare, tra i disastri tecnologici, la condizione catastrofica di Bagdad, a causa della guerra all'Irak).

Le città si trovano quindi in una situazione contraddittoria: sempre in bilico tra le forze che tendono ad arrestarne gli sviluppi socio-economico, culturale, biofisico, ambientale e le forze che agiscono in senso contrario. Si può parlare quindi di crisi della città ma la città si sta trasformando tanto rapidamente che diventa sempre più difficile da capire e da prevedere nei suoi futuri sviluppi.

La vita della città può essere rappresentata inserendo su coordinate cartesiane alcuni aspetti della crescita urbana. Tuttavia, poiché certi indicatori, quali l'entità della popolazione, l'espansione dei servizi idrici, la cura della salute e la rete dei trasporti non variano con lo stesso ritmo di incremento e inoltre interagiscono l'uno con l'altro, sarebbe necessario un complesso modello multidimensionale per esprimere gli effetti dei cambiamenti sulla situazione generale della città in funzione del tempo.

Molti problemi sanitari, sociali e ambientali delle città derivano da questo irregolare alternarsi o interagire delle componenti dello sviluppo urbano. Le condizioni di vita di molti cittadini potrebbero essere migliori se tutti gli aspetti della crescita urbana fossero meglio coordinati.

I potenziamenti della organizzazione della città e del governo municipale vengono spesso visti come precursori di un coordinamento dei servizi urbani più efficienti.

2.I problemi e le contraddizioni delle città europee

Nell'Europa di inizio millennio la città del mondo globalizzato (*web city*) che avrebbe dovuto liberare l'individuo dai vincoli dello spazio e della distanza con l'ausilio della tecnologia, oggi

sta rivelando alcuni aspetti di criticità e contraddizioni. Si sono venute a creare ulteriori possibilità di ricchezza e benessere, ma anche altre forme di povertà.

L'Europa occidentale è diventata la meta per una immigrazione di persone in cerca di lavoro provenienti da vari punti del mondo. Sono in crescita i senz'altro che non sono più solo anziani, ma anche persone giovani della classe media, lavoratori espulsi dal mercato del lavoro che con il posto hanno perso anche la casa e, con la crisi del welfare, non essendo più protetti, si sono trovati al margine della società a popolare i centri di assistenza pubblica.

Le città sono oggi etnicamente molto più differenziate e la popolazione ha modificato il proprio stile di vita sulla base delle trasformazioni sociali e culturali che si sono sedimentate nella società.

Lo spazio urbano diventa sempre più complesso da governare e ciò lascia ipotizzare che si vada verso una crisi delle città, sempre più insostenibili e invivibili, al punto da fare supporre che si potrebbe vivere meglio senza le città. Al contrario, come sostengono Jane Jacobs e Jean Gottmann nei loro scritti negli anni 60/70 e dei primi anni 80, "anche il disordine o la inefficienza o anche la crescita effettiva sono necessari allo sviluppo socio-economico e costituiscono l'elemento che delinea la città come un fatto unico e prezioso per la vita economica e rende in qualche modo la 'città invincibile'¹".

La città europea, in generale, con il suo passato di storia e di culture di straordinario valore che hanno plasmato i territori, possiede tuttora impareggiabili ricchezze monumentali, urbanistiche e ambientali che rappresentano il suo punto di forza, la sua unicità, ma che costituiscono anche il punto critico del sistema urbano attuale: la lotta tra l'identità storica e le nuove energie di trasformazione e di rinnovamento che sempre più rapidamente vanno a interferire con il tessuto storico preesistente.

Nel continuo avvicendamento di forme e di funzioni all'interno della città, che caratterizza la trasformazione dei luoghi, si può osservare che, mentre l'archetipo della città della storia urbana europea era durato centinaia di anni e i suoi palazzi, chiese e complessi monastici, piazze e strade, parchi e giardini, pur con le modificazioni apportate dalle società e dai governi, componevano i simboli della sua immagine ed erano universalmente riconosciuti, le nuove forme di utilizzazione dello spazio, i nuovi simboli della società urbana odierna non hanno una leggibilità altrettanto chiara e inoltre fanno parte di un ciclo di vita urbano molto più rapido che nasce, si sviluppa e decade in brevissimo tempo, lasciando il posto ad altre forme di espressione della società e dell'economia.

L'articolato e velocissimo mutamento dei rapporti tra la forma fisica, l'utilizzazione degli spazi e il complessivo sistema sociale, che le più recenti trasformazioni economiche e culturali hanno portato nella struttura della città e nelle sue dinamiche di rinnovamento, genera degli elementi di debolezza tali da innescare dei fenomeni di crisi nel sistema. La questione al centro dei dibattiti e dei ragionamenti che si possono fare è dunque la seguente: quali sono e quali potranno essere le ripercussioni di tutti questi cambiamenti sullo sviluppo delle città europee?

Si dovrebbe ripensare al concetto di città come a una dimensione diversa in cui l'uomo, liberato con il progresso dai lavori banali o faticosi, possa trovare la supremazia sulla tecnologia utilizzarla e gestirla con la finalità prioritaria di vivere meglio la dimensione urbana.

¹ Gottman J. *La città invincibile*, Milano, Franco Angeli Editore, 1983

Ciò che si può percepire è il fatto che gli spazi urbani stanno diventando sempre meno identificabili, stanno perdendo la loro diversità, sono sempre più anonimi e somiglianti a quelli delle città di formazione più recente, come quelle americane o asiatiche.

In molte città europee ci si trova di fronte alla questione pressante, sul quanto nelle città moderne, si possa mediare tra l'esigenza di proteggere il tessuto antico, per non compromettere lo scenario storico e l'eredità culturale, e quella di sottrarre le città al rischio di restare soffocate nell'involucro rigido della preservazione permanente del passato basata sui divieti piuttosto che sulle alternative. Rispetto a ciò, il paesaggio urbano è soggetto ugualmente e continuamente ai cambiamenti nella destinazione d'uso degli edifici.

Limitare eccessivamente l'insediamento e lo svolgimento delle attività economiche nei centri storici, vincolando sempre più ogni forma di movimento e di attività, circoscrivendo il transito sia pedonale, sia veicolare, potrebbe portare alla inevitabile trasformazione dei nuclei storici in "aree museo" o, peggio, in contenitori svuotati delle loro funzioni.

La commercializzazione, lo sfruttamento turistico, le privatizzazioni progressive delle aree e degli edifici, con le conseguenti alterazioni e incorporazioni degli spazi pubblici e sociali, rischiano di convertire le città storiche in spazi senza identità, perché avulsi dal sistema economico-sociale, e privati sempre più massicciamente della presenza della popolazione residente che, vivendo la città dal suo interno, ne ha condizionato il funzionamento e lo sviluppo. E' il rischio che corrono Venezia e Firenze.

Con sempre maggiore frequenza, nelle città, le piazze, i portici, le strade vengono sostituiti dai centri commerciali, luoghi anonimi indifferenziati.

Negli ultimi decenni il processo di globalizzazione economica, l'etica consumistica, la diffusione dell'informazione, lo spostamento di masse crescenti di popolazione tra regioni estremamente diverse tra loro e la conseguente omologazione degli stili di vita hanno contribuito a trasformare ulteriormente i paesaggi urbani secondo modalità diverse, componendo e ricomponendo le città sulla base di altri fulcri di aggregazione e facendo emergere nuovi simboli. Quelli dell'economia, degli affari del potere economico, ma anche quelli legati ai nuovi interessi delle società, alle attività extra-lavorative svolte, alla tipologia residenziale e alle continue scelte legate al ciclo di vita della popolazione (l'immagine descrive una componente essenziale per la rigenerazione urbana dell'economia post-industriale).

L'attuale produzione di nuovi paesaggi urbani riflette la necessità per le città di presentarsi con un'immagine positiva scaturita da veri e propri programmi di marketing e di pianificazione strategica.

Gli eventi culturali e di spettacolo possono essere considerati altrettanti motori, economici e di immagine, per promuovere l'attrattività urbana. (Le manifestazioni sportive internazionali: le olimpiadi della neve a Torino, nel febbraio 2006 e i campionati del mondo di calcio in Germania). Esiste una crescente attenzione verso la spettacolarizzazione dei luoghi. La società attuale è presenzialista e mediatica.

“Il processo di crescita urbana presenta forme e aspetti omologanti per tutte le città, indipendentemente dalla loro posizione geografica, dalla situazione politica, dalla storia evolutiva. Questo processo è una conseguenza del sistema di regole del modello economico dominante che si esprime attraverso una “mondializzazione” morfologica (megacittà, città metropolitana) e i cui connotati urbani sono ravvisabili nell'avanzamento della società multietnica, multirazziale, nella insolubilità delle questioni della mobilità e dei trasporti, nella violenza e nella intolleranza razziale, nella emarginazione degli strati sociali più deboli, nei problemi dell'insicurezza e della

disoccupazione, nella perdita di senso dei centri storici, nella contrapposizione centro-periferia, nella distruzione dei valori ambientali”.²

Il rinnovamento urbano, deve potere incidere sul più articolato sistema dei rapporti sociali. La semplice sostituzione o la nuova edificazione di parti della città, ottenuta attraverso il recupero di aree dismesse, di strutture obsolete, di spazi degradati, non può da sola influire positivamente sulle riqualificazioni sociali e culturali dei cittadini. La popolazione che vive all'interno della città subisce le modificazioni e le fa proprie in senso positivo o negativo. Se ritiene che le istituzioni abbiano saputo interpretare le istanze sociali convertendole in iniziative rivolte a rinnovare la città adattandola alle esigenze, la cittadinanza si sentirà appagata e tutelata, sentirà propria la città, sarà disponibile a salvaguardarla, la apprezzerà maggiormente e si sentirà parte integrante di una collettività. Se al contrario si sentirà tagliata fuori dal progetto, se vedrà accantonate le istanze sociali, perderà il senso di appartenenza e darà libero sfogo a tutte quelle manifestazioni di insofferenza che finiscono col degenerare in inquietudine, violenza e crescente criminalità come sta avvenendo in molte metropoli non solo delle regioni europee meno sviluppate, ma anche in quelle più avanzate. I fenomeni di ribellione avvenuti alla fine del 2005 nelle banlieus di Parigi ne sono un esempio.

Le crisi della coesione urbana e del senso di appartenenza si possono collegare con la ricerca di nuovi percorsi di significato all'interno dei quali i singoli e i gruppi sociali devono cercare di ritagliare delle forme specifiche di identificazione e soprattutto di condivisione di un progetto esistenziale. Oggi si assiste a ulteriori modificazioni degli spazi e della loro valenza simbolica perciò alcune politiche che sembravano innovative appaiono già superate. La città museo, la città spettacolare, gli eventi mediatici finiscono o hanno finito per convogliare verso alcuni precisi interessi economici i finanziamenti e le attenzioni politiche, promuovendo una immagine commerciale della città e dimenticando o accantonando gli aspetti sociali e ambientali, emergenti o sopiti, che gravano sulla popolazione urbana.

3.1 consumi di energia urbani. Il risparmio energetico

Dall'esame dei dati relativi ai consumi finali di energia per i grandi settori di utilizzazione emerge che “in Italia, nel 2003 i trasporti hanno consumato circa il 24%, le industrie energetiche circa il 28%, il residenziale (riscaldamento e raffrescamento edifici) e i servizi circa il 26%, le industrie manifatturiere circa il 22%”³.

“Approssimativamente, nelle città grandi e piccole, si registra un consumo di energia pari a circa il 43% del consumo nazionale totale. Il consumo di energia nella città è dovuto essenzialmente ai trasporti e al ‘residenziale’ (in prevalenza riscaldamento/raffrescamento degli edifici). Le fonti energetiche rinnovabili non tradizionali (eolico, solare, Rsu, biocombustibili e biogas) hanno contribuito per circa il 10% rispetto al totale di 193,9 Mtep.”⁴

La voce principale del consumo urbano di energia è rappresentata dal residenziale che è pari a circa il 30% del consumo di energia totale nazionale. Tale percentuale elevata di consumo energetico è dovuta anche al ritardo con il quale si stanno varando i provvedimenti per il risparmio energetico negli edifici, per l'applicazione dei sistemi solari attivi e passivi, nonché alla scarsa politica in favore dell'architettura bioclimatica in ambito urbano. A questo di deve aggiungere l'utilizzo elevato degli elettrodomestici, l'illuminazione spesso irrazionale, gli usi impropri dell'elettricità per il riscaldamento elettrico degli ambienti confinati.

² Gambino R, *Reti Urbane e spazi naturali*, in Salzano E., *La città sostenibile*, Edizioni delle Autonomie. Roma, 1992

³ APAT, *Annuario dei dati ambientali*. Edizione 2004, Roma

⁴ Gisotti Giuseppe, *Ambiente urbano*, Dario Flaccovio Editore, Palermo, 2007, p. 449.

Per quanto riguarda il consumo energetico nell'ambito del trasporto urbano, circa il 95% del consumo è da attribuire alle auto private.

In questo contesto il solo miglioramento tecnologico delle componenti, quali caldaie, sistemi termici, motori di automobile, non può produrre un progresso significativo nell'ambito complessivo del bilancio energetico urbano.

E' opportuno considerare anche i flussi di energia che passano attraverso i materiali o comunque valutare il contenuto energetico di ogni materia, prima che essa diventi parte del tessuto urbano. Vagliare il flusso di alcuni materiali quali ferro, acciaio, carte, plastica, cemento, legno, vetro, sulla base della importazione/esportazione di materia prima e di materiali lavorati, la destinazione dell'ambiente urbano costruito a rifiuto non riciclabile.

Questi flussi di materia e di energia fanno parte del 'metabolismo' urbano. A questo proposito, "facendo riferimento allo studio compiuto su Hong Kong"⁵ è stato calcolato che oltre 21 tonnellate di materiale da costruzione pro capite vengono incorporate ogni giorno nel costruito e nel sistema dei trasporti di tale città. Il costo energetico di questi materiali è circa due volte superiore al consumo energetico extrasomatico della città. Inoltre a Hong Kong lo 0,6% dell'area urbana costruita viene demolito ogni anno, con un aumento parallelo annuale della cubatura del 5%. Questo concetto si può applicare a qualsiasi città.

Se si considera l'investimento energetico per l'intero tessuto urbano, sia nei diversi settori dell'edilizia che nelle infrastrutture, introducendo, per ognuna delle voci, la variazione relativa ai materiali, è possibile, sulla base di un calcolo in kg/pro capite definire una stima dei materiali che vengono a fare parte dell'ambiente costruito in termini di massa o di energia.

Pertanto le aree complessive occupate dalle zone residenziali e commerciali, dalle strade, dai parchi, non sono più valutate unicamente in rapporto alla superficie occupata tenendo conto del totale dell'estensione disponibile, ma come materiali ed energia incorporati durante la realizzazione del costruito e secondo l'energia di conversione.

Da quanto emerge a proposito dei consumi energetici, dei flussi di materia ed energia che attraversano la città, si può riaffermare il principio della città come sistema metabolico. Emerge anche il concetto che con la continua espansione urbana, con l'ininterrotto ciclo di demolizione-costruzione, la città sia assimilabile a un sistema che dispone di una quantità finita di energia ed è destinato a esaurire la quantità di energia trasformabile (se non fosse alimentato artificialmente di energia dall'esterno). La città perciò, si configura come massimo sistema dissipativo termodinamico.

I problemi sono costituiti dalla crescente dipendenza dal flusso di energia e dalla scarsa razionalità negli usi dell'energia, per cui è necessario ricorrere ai seguenti rimedi indirizzati al risparmio energetico (oltre che alla limitazione dell'inquinamento ambientale):

- disegno bioarchitettonico complessivo e sistemi solari attivi e passivi nell'edilizia, nonché sistemi come la cogenerazione;
- fattori principali del clima urbano, quali soleggiamento, temperatura, umidità, regime dei venti da tenere nella giusta considerazione;
- ridimensionamento dell'uso dell'auto privata, indipendentemente dal miglioramento dell'efficienza dei motori; favorire il trasporto pubblico, specialmente su rotaia e in generale a motore elettrico;
- scelta di modelli organizzativi della città che inducano un controllo migliore degli usi dell'energia.

⁵ Aston A., Millington R. J., Kalma J.D., *Nutrients in the Sidney area*, in *Proceedings of the Ecological Society of Australia* n. 7, 1972

A. Mirandola⁶ sui problemi energetici delle nostre città (a proposito dei gravi problemi generati dal traffico privato della zona Padova-Venezia-Treviso) suggerisce dei provvedimenti articolati prima di procedere alle limitazioni forzate del traffico:

- realizzare parcheggi intorno alle città, collegati ai centri storici mediante navette o tram o metropolitane, per consentire alle persone che abitano nei paesi vicini di raggiungere rapidamente tale area;
- sviluppare un efficiente servizio metropolitano regionale, che consenta rapidi spostamenti ;
- evitare di far proliferare centri commerciali intorno alle città. La loro attrattiva è costituita soprattutto dalla facilità di parcheggio e dal miraggio della convenienza economica, ma lo spostamento del baricentro commerciale verso tali centri snatura la vita delle nostre città e allontana i cittadini dal patrimonio storico e artistico causando un impoverimento culturale della popolazione; ciò facilita lo svuotamento dei centri storici i quali possono diventare dapprima isole semideserte, poi aggregazione di altre realtà spesso cause di degrado ambientale.

M Zambrini⁷. sostiene che di fronte alla crescente difficoltà di approvvigionarsi di combustibili fossili e al problema dell'inquinamento atmosferico urbano, sia necessario programmare "dei modelli di insediamento e di sviluppo urbani che, senza penalizzare l'accessibilità riducano la domanda di mobilità. Altrimenti esiste il rischio di arrivare all'appuntamento con le prossime crisi energetiche, con le città drammaticamente inadeguate quanto a linee ferroviarie e metropolitane urbane, nonché di servizi".

4. Il risparmio energetico attuabile negli edifici urbani attraverso il regolamento edilizio

Nel corso del convegno internazionale relativo a: "Gli obiettivi di sviluppo delle fonti rinnovabili. Il contributo della certificazione energetica degli edifici", svoltosi a Roma il 4 novembre 2005, è stato fatto il punto della situazione italiana ed europea in merito al risparmio energetico e allo sviluppo delle fonti rinnovabili. In quell'ambito è stato messo in evidenza come le città italiane "siano ancora molto indietro sulla strada della riduzione dei consumi di energia fossile, sia in relazione agli impegni presi nell'ambito del protocollo di Kyoto, sia al fine di assicurare i futuri approvvigionamenti energetici"⁸. E' stato trattato l'argomento inerente al come sollecitare i Comuni italiani a intraprendere con più determinazione le strategie rivolte al risparmio energetico e la tesi dettata dall'esperienza ha fatto concludere che le autorità comunali possano fare molto attraverso lo strumento del regolamento edilizio.

I "regolamenti edilizi comunali"⁹ rappresentano uno snodo fondamentale per gli usi corretti del territorio e delle trasformazioni edilizie in una direzione in grado di diminuire gli impatti di

⁶ Mirandola A. *I problemi energetici e ambientali delle nostre città*, in Ambiente, Risorse Salute, n. 107, Padova, 2006

⁷ Zambrini M. *Mobilità urbana e sostenibilità dello sviluppo*, in Valutazione ambientale, n. 8, Aaa, 2005

⁸ Butera F. M. *Opportunità e ritardi del sistema Italia nei confronti della certificazione energetica* in edilizia, Atti del convegno internazionale "Le città del Mediterraneo alla sfida di Kyoto", Roma, 2005
Programma CasaClima

⁹ Riferimenti tecnici e normativi: Siti internet: www.fonti-rinnovabili.it; www.ecosportelloenergia.org.

Regolamenti edilizi e norme tecniche

Comune di Carugate, Regolamento edilizio, 2003

Comune di Corbetta, Regolamento edilizio 2004

Comune di Forlì, Regolamento per la qualità bioecologica degli interventi edilizi, 2000

Comune di Reggio Emilia, Documento sugli edifici bioecologici, 2001

Comune di Rovereto, Regolamento edilizio comunale, 2004

Comune di Torino, Allegato energia al regolamento edilizio comunale, 2003

Regione Emilia Romagna, Regolamento edilizio tipo (L.R. 33/1990)- DelGR 21/2001;

Regione Emilia Romagna, Regolamento edilizio sostenibile (all.n.2 al bando "Linee guida per il programma di sperimentazione2), 2003

consumi energetici e di risorse naturali. Il settore delle abitazioni costituisce infatti uno dei principali responsabili dei consumi energetici italiani e dell'aumento delle emissioni di anidride carbonica. L'attenzione rimane focalizzata sugli obiettivi che riguardano alcuni campi di intervento fondamentali:

- La riduzione dei consumi energetici aumentando l'isolamento termico degli edifici e valorizzando gli apporti solari passivi e l'efficienza negli usi;
- L'implementazione di fonti energetiche rinnovabili, da utilizzare e integrare negli edifici per i fabbisogni di riscaldamento dell'acqua igienico-sanitaria e la produzione di energia elettrica;
- La riduzione dei consumi di acqua nelle abitazioni attraverso il recupero, la depurazione, il riutilizzo per gli usi compatibili.

Per tenere conto delle diverse possibilità e opportunità di intervento possibili nelle trasformazioni edilizie e urbanistiche sono emerse due proposte durante il citato convegno, suddivise all'interno di due categorie fondamentali:

- 1) i contenuti che nei nuovi interventi edilizi e negli interventi di manutenzione straordinaria e ristrutturazione dovrebbero essere considerati "obbligatori", perché già diffusi in molte realtà locali, con investimenti limitati e tecnologie disponibili;
- 2) i requisiti e le applicazioni che devono essere favoriti e incentivati nei nuovi interventi edilizi e nelle ristrutturazioni (soluzioni oggi sperimentate in molti comuni che dovrebbero diventare una pratica normale di intervento edilizio).

Per la grande varietà di situazioni climatiche e territoriali presenti nel territorio italiano vengono individuate le proposte riferite ai diversi temi di intervento ma non vengono fissati dei parametri quantitativi perché l'applicazione delle proposte alle realtà locali potrà variare secondo le specificità climatiche e territoriali, ma anche secondo la dimensione dei diversi comuni. L'obiettivo è quello di contribuire a innovare il settore edilizio, di avviare dei processi di ricerca e di sperimentazione sulle tecnologie e sulle migliori scelte architettoniche e tecnologiche.

4.1 Le disposizioni che riguardano i nuovi interventi edilizi e le ristrutturazioni

"Le possibili disposizioni obbligatorie che riguardano i nuovi interventi edilizi e le ristrutturazioni"¹⁰ sono:

- 1.1 *L'utilizzo di impianti solari termici per il fabbisogno energetico di riscaldamento dell'acqua per usi igienico-sanitari*
- 1.2 *L'aumento dell'isolamento termico degli edifici, per ridurre le esigenze di riscaldamento invernale e di raffrescamento estivo*
- 1.3 *La valorizzazione degli apporti solari passivi per ridurre il fabbisogno di riscaldamento e di raffreddamento ambientale*
- 1.4 *L'efficienza energetica e l'uso razionale dell'energia*
- 1.4 *Riduzione dell'inquinamento luminoso esterno*
- 1.5 *La riduzione dei consumi d'acqua nelle abitazioni attraverso il recupero nel ciclo naturale delle acque, la depurazione e il riutilizzo per gli usi compatibili*

Nei nuovi interventi urbanistici ed edilizi la realizzazione di parcheggi pubblici e privati deve garantire la permeabilità delle aree attraverso la scelta di superfici che consentano la crescita dell'erba, con griglie antisdrucchiolo e alberature ad alto fusto distribuite nell'area.

4.2 Utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili e incentivazione del risparmio energetico

"I possibili requisiti relativi all'utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili e al risparmio energetico e idrico da favorire e incentivare"¹⁰ sono rappresentati dai seguenti otto punti:

Provincia di Bolzano

¹⁰ Gisotti Giuseppe, *Ambiente urbano*, Palermo, 2007, pag. 454

¹⁰ op. cit. pag. 457

1.1 Soluzioni da promuovere nella direzione dell'aumento dell'inerzia termica per ridurre le esigenze di riscaldamento invernale

E' favorita l'installazione di sistemi di regolazione locali (valvole termostatiche, termostati collegati a sistemi locali) che garantiscano il mantenimento della temperatura dei singoli ambienti riscaldati entro i livelli prestabiliti.

1.2 Soluzioni da promuovere nella direzione dell'uso razionale dell'energia e dell'efficienza energetica

Negli interventi di ristrutturazione che riguardino singole abitazioni in cui è prevista la completa sostituzione dell'impianto di riscaldamento, è favorita l'installazione di caldaie a condensazione nei casi in cui è utilizzato il gas.

1.3 Riduzione dell'effetto isola di calore negli spazi urbani

Sono favoriti i progetti degli spazi aperti che prevedono di studiare e di valorizzare l'apporto delle alberature, dei venti presenti, del contributo delle aree permeabili e pavimentate, dei corsi d'acqua, delle ombreggiature e dell'evaporazione.

1.4 Diffusione dell'utilizzo di impianti solari fotovoltaici per i fabbisogni elettrici negli edifici

Nei nuovi interventi edilizi e negli interventi di ristrutturazione che riguardino complessi edilizi, terziari e industriali, pubblici e privati è favorita l'installazione di impianti solari fotovoltaici.

1.5 Certificazione energetica degli edifici

L'amministrazione comunale favorisce i nuovi interventi edilizi e gli interventi di manutenzione straordinaria e di ristrutturazione che conseguono gli obiettivi posti dalla direttiva europea 2002/91 sul rendimento e la certificazione energetica degli edifici.

1.6 Soluzioni nella direzione della riduzione dei consumi elettrici

Nei nuovi interventi edilizi e negli interventi di manutenzione straordinaria e di ristrutturazione che riguardino il rifacimento degli impianti elettrici, è favorito l'utilizzo di illuminazione artificiale di tipo fluorescente ad alta efficienza con alimentazione elettronica e la sua integrazione con l'illuminazione naturale.

1.7 Riduzione dei consumi di acqua nelle abitazioni attraverso il recupero nel ciclo naturale delle acque, la depurazione e il riutilizzo per gli usi compatibili

1.8 Utilizzo dei materiali atossici

Negli interventi di manutenzione straordinaria e di ristrutturazione è favorito l'uso di materiali atossici, eco-compatibili e riciclabili

Capitolo Sesto

Le caratteristiche termodinamiche e le proposte per una città sostenibile

1. La città come sistema termodinamico, complesso e dissipativo

La ricerca di indicazioni operative con le quali tentare di interpretare e descrivere il comportamento dei sistemi territoriali, ambientali, urbani, assieme a quella di definire azioni progettuali e gestionali relative all'ambiente antropico e a quello naturale, spinge i progettisti a guardare in altri campi disciplinari dove processi analoghi si stanno sviluppando più rapidamente.

La scoperta che i fenomeni fisici e i fenomeni socioculturali possano appartenere alla stessa sfera dei fenomeni complessi ha spinto i vari ricercatori a formulare nuove ipotesi interpretative dell'ambiente naturale e della città.

I fenomeni urbani hanno un alto grado di complessità e non possono essere ridotti a fenomeni solo fisici, fisico-chimici, biologici. Di volta in volta può essere scientificamente pertinente interpretarli in analogia ad altri "sistemi complessi", per esempio gli ecosistemi naturali, i sistemi termodinamici ecc.

Le leggi della termodinamica sono state applicate ai sistemi complessi e, poiché gli ecosistemi naturali e i sistemi antropici sono caratterizzati da un alto grado di complessità, queste leggi sono state applicate anche agli studi degli ecosistemi naturali e ai sistemi antropici.

Vari ricercatori come Prigogine¹, Rifkin², Tiezzi - Degli Espinosa³, hanno applicato allo studio dei processi che avvengono nella città le leggi della termodinamica partendo dall'ipotesi che la città sia un sistema termodinamico aperto in condizioni di non-equilibrio, attraversato da intensi flussi di energia e di materia e ospitante, come specie vivente prevalente, quella umana.

Secondo questa ipotesi, la città può essere definita un sistema termodinamico aperto che scambia energia e materia con l'ambiente circostante: infatti riceve dal territorio sia flussi di energia che di materia e a sua volta espelle verso il territorio sia flussi di energia, quali calore, informazioni, flussi telefonici, sia rifiuti in condizioni di non equilibrio, nel senso che riceve sostanze e corpi ordinati, a elevato grado di organizzazione (parti di piante e animali, macchine, benzina, legno ecc.), ed espelle rifiuti e reflui derivanti dalla degradazione della materia entrata. La materia in uscita ha un contenuto energetico complessivamente inferiore a quello in entrata, in quanto a parità di peso, l'energia posseduta, per esempio, da un tessuto organico vegetale o animale è superiore a quella di un liquame (acque reflue domestiche) o di un tessuto solido. Ugualmente, l'energia che entra nella città sotto forma di combustibile, che viene trasformata in calore o in energia meccanica, viene riemessa parzialmente come calore, per esempio l'isola di calore urbana, ma questo calore è una energia che diventa inutilizzabile. Le sostanze in entrata sono quelle più organizzate, ad alto peso molecolare (per esempio gli amminoacidi delle proteine, con un peso molecolare elevatissimo), le sostanze in uscita sono quelle a più bassa organizzazione (dal metabolismo degli amminoacidi si liberano acqua e anidride carbonica che formano molecole molto semplici, mentre dalla combustione della benzina si forma calore di scarto praticamente inutilizzabile).

¹ Prigogine I. *Le leggi del caos*, Fondazione Sigma-Tau, Laterza, Bari, 1993

² Rifkin J. *Entropy*, Bantam, New York (trad. It. Entropia Cde, Milano, 1983)

³ Tiezzi E., Degli Espinosa P., *I limiti dell'energia*, Garzanti, Milano, 1987

In realtà una parte degli scarti del metabolismo urbano può essere riutilizzata come materia o come energia: si può ottenere energia termica. Questa materia ed energia possono rientrare nella città ma rappresentano una percentuale modestissima rispetto agli *input* iniziali.

Prigogine⁴ ha definito le strutture in non equilibrio come *strutture-dissipative*, strutture che esistono solo fino a quando il sistema dissipa energia e resta in interazione col mondo esterno, un esempio è la città. Secondo Prigogine la struttura dissipativa scambia energia con l'ambiente e, pur producendo entropia⁵ è capace di autostrutturarsi acquistando una forma di organizzazione.

Questo concetto di sistemi che producendo entropia si organizzano e aumentano di ordine è la chiave di una termodinamica dei processi irreversibili che ha applicazioni importanti in varie discipline, quali la biologica e l'urbanistica.

Al pari di ogni altro sistema termodinamico la città esegue un "lavoro" di trasformazione dell'energia prelevata per creare:

- beni (materiali e non), informazioni, servizi e tutto ciò che è finalizzato a mantenere (o accrescere) la propria organizzazione interna.

La città, analogamente a qualsiasi altro sistema dissipativo, "pompa" fuori, nell'ambiente che la circonda, entropia sottoforma di calore e di rifiuti la cui entità, insieme ai fattori precedentemente considerati, costituisce un indicatore della propria "efficienza" termodinamica. Questa efficienza ha molto a che vedere con la qualità urbana.

Il rapporto tra l'energia spesa per mantenere o incrementare la propria organizzazione (a) e quella spesa per il proprio accrescimento quantitativo (b) può rappresentare un indicatore della sua stabilità (l'equivalente del climax degli ecosistemi naturali).

Un altro indicatore di qualità può essere costituito dalla quantità di energia dissipata sotto forma sia di calore che di rifiuti. Questa seconda valutazione risulta più difficile anche perché i rifiuti possono, a loro volta, essere considerati una nuova fonte di energia. Tale aspetto può suggerire l'applicazione di metodologie progettuali che privilegino l'aumento della produzione immateriale della città (contenimento dei consumi di risorse e di energia) come presupposto per il miglioramento della qualità della vita urbana.

2. Le ipotesi di progetto per una città sostenibile

La scarsa efficacia dei risultati di molte esperienze urbanistiche spinge a ricercare nuovi strumenti e procedure per la pianificazione e ad affermare che il processo di rifondazione della pianificazione debba poggiare sulle esigenze fortemente espresse dalla *questione ambientale*.

La questione ambientale va pensata non come terza variabile tra "sociale" ed "economico" ma interna ai processi di pianificazione e di gestione.

Scandurra E.⁶ in "*L'ambiente dell'uomo. Verso il progetto della città sostenibile, 2003*" delinea un quadro di procedure fondative per il progetto urbanistico in grado di fornire le indicazioni per l'avvio di un processo di rifondazione disciplinare.

Le sue proposte si basano anche sulla considerazione che la città sia assimilabile a un sistema termodinamico, a una immensa macchina termica, perciò è opportuno osservare i principi e gli

⁴ op. cit. : Prigogine I. *Le leggi del caos*, Fondazione Sigma-Tau, Laterza, Bari, 1993.

⁵ Il secondo principio della termodinamica sostiene che all'interno dei sistemi chiusi (cioè che non ricevono energia dall'esterno) l'entropia aumenta

⁶ Scandurra E. *L'ambiente dell'uomo. Verso il progetto della città sostenibile*, Milano, 2003

enunciati della termodinamica al fine di contrastare il modello dissipativo della città per favorire il massimo rendimento della macchina termica, ossia per ottimizzare l'efficienza termodinamica che si traduce nel migliorare la "qualità urbana" e nell'implementare l'organizzazione interna.

Le ipotesi di progetto per una città sostenibile possono essere rappresentate da cinque punti:

1° La cultura delle risorse (la chiusura dei cicli)

Sostituzione delle tradizionali analisi urbanistiche per *settore o sottosistemi* (edilizia, trasporti, demografia, attività produttive) con più efficaci *analisi per cicli* (*acqua, rifiuti, energia-materia, merci*) più adeguate a interpretare i processi reali che regolano il mondo vivente e più corrispondenti a un modello ecosistemico di città.

L'analisi dei cicli:

- Ha il pregio di mettere direttamente in rilievo gli aspetti di sprechi, di risorse, di irrazionalità, di soluzioni possibili di risparmio di energia e di materia.
- Al tempo stesso permette di evidenziare l'adeguamento o meno dello sviluppo di nuove tecnologie (per esempio il riciclaggio dei rifiuti), fornendo delle indicazioni rilevanti per lo sviluppo della ricerca mirata al risparmio energetico.
- Mette direttamente in gioco il ruolo e la partecipazione della comunità urbana ai processi di gestione e di uso della città: per esempio la raccolta differenziata dei rifiuti o l'applicazione di una sapiente politica di risparmio delle risorse idriche non può essere perseguita se non attraverso la mobilitazione attiva dei cittadini.
- Fa cogliere le sinergie e le relazioni esistenti nella utilizzazione delle risorse. Rende più trasparenti i conti economici.
- Si tratta di creare una nuova cultura delle risorse che consenta al cittadino di rendersi conto, concretamente, del costo reale di esse.
- Permette di perseguire i cicli di risorse (riuso, riciclaggio) in modo da contribuire efficacemente all'obiettivo dello sviluppo sostenibile.

2° La cultura del limite e del confine

Questa cultura deve essere improntata a contrastare efficacemente il modello della crescita illimitata: il concetto di *limite* deve essere inteso come limite alla crescita urbana. Complementare a questo concetto è quello di *confine* inteso a definire l'identità dei luoghi. "Il confine non è un semplice limite spaziale, ma implica un sistema di appartenenza e di distribuzioni, evoca i processi di territorializzazione che legano storicamente e dinamicamente gli uomini e le cose, le comunità e i fatti urbani"⁷.

Il limite e il confine sono concetti che esprimono le nuove forme di alleanza tra l'ambiente dell'uomo e l'ambiente naturale verso un processo coevolutivo uomo-natura, città-territorio-ambiente. Le culture del limite e del confine producono *input* rilevanti per la politica urbanistica tradizionale, specialmente quello della omologazione generale: stop alla crescita urbana, riduzione dei consumi del suolo, ricostruzione dell'immaginario urbano, fatto di mura, confini, quartieri, borghi, ecc. Avvio delle politiche municipali mirate alla restituzione delle identità comunitarie urbane (decentramento urbano).

In questo caso, l'obiettivo della sostenibilità si esprime attraverso un'azione di contrasto del rafforzamento delle grandi (insostenibili) città verso modelli insediativi contenuti e autosostenibili.

⁷ Gambino R, Reti Urbane e spazi naturali, in Salzano E., La città sostenibile, Edizioni delle Autonomie. Roma, 1992

3° *La cultura del “sistema vivente” urbano*

Occorre abbandonare la concezione riduttiva del verde urbano inteso come residuo naturale o come arredo di supporto alla città, separato e distinto da quest'ultimo. La città deve essere il punto di incontro tra l'ecologia e l'urbanistica.

La cultura del verde non può limitarsi alla tutela dei parchi extraurbani. Il tipo di crescita illimitata delle città fa sì che gli spazi aperti si allontanino sempre più dal centro della città. Esiste, in questo processo, una subalternità degli spazi aperti alle regole dell'economia e di conseguenza, è necessario contrastare questa tendenza.

4° *L'autodeterminazione delle comunità locali e i valori sociali del piano*

La “città del futuro” richiede una modifica forte dei modelli sociali di comportamento e una ridefinizione delle gerarchie dei valori, questioni che inducono delle trasformazioni rilevanti dell'organizzazione urbana (dalla mobilità alle modalità di godimento della città, agli orari, all'uso del tempo libero). La città del futuro deve essere multietnica ed ecologica, dei pedoni e non delle macchine, della sicurezza, della comunicazione, della informazione, della conversazione, la città degli scambi fra i gruppi. Il punto centrale del ridisegno dei modelli sociali è l'abitante (il terzo attore). Il coinvolgimento e le partecipazioni dell'abitante e delle comunità locali urbane in tutti gli aspetti e gli atti del processo decisionale si consolidano progressivamente come i requisiti indispensabili per il successo del piano. Nelle esperienze più recenti di partecipazione, questo concetto è spesso sostituito da quello di *empowerment* (“che dà potere alle persone”) della comunità. Si tratta cioè di avviare le pratiche sociali di liberazione e l'uso creativo dell'energia della gente.

5° *La cultura del piano e la non negoziabilità della qualità urbana*

Molti motivi alla base delle esperienze fallimentari dei piani urbanistici risiedono nella debolezza (qualche volta assenza) degli obiettivi.

Il piano si basava sul concetto che dovesse servire a decelerare la distruzione del territorio contro il processo generale di degrado e non piuttosto a trasformarlo, rinnovarlo e rivitalizzarlo per produrre organizzazione e complessità.

La questione ambientale non è mai stata un *input* importante diretta al processo di pianificazione, quanto invece input correttivo mitigatore del conflitto uomo-ambiente.

Il piano non dovrebbe proporsi di attenuare il conflitto ma di operare delle scelte decise a favore della comunità urbana, la sola portatrice di istanze innovative e qualificative (diritto alla vita contro i profitti economici e gli interessi corporativi). La neutralizzazione del conflitto (se mai possibile) porta alla mortificazione della qualità urbana, alla frustrazione della globalità dei luoghi.

Gisotti in Ambiente urbano sottolinea gli aspetti dei piani urbanistici tesi a promuovere la creatività e le intenzionalità definite dalle sue Comunità per una città bella e autogestita, contrapposta alla città della mediazione, della crescita illimitata, della segregazione, della intolleranza, della omologazione, delle macchine contro i pedoni.

3. Le strategie attuate a scala mondiale ed europea per migliorare la vita nelle città

Le politiche europee di maggior significato in materia di ambiente urbano vanno ricondotte al progetto europeo “Città sostenibili”, della DG Ambiente, e alla “Campagna europea dei Comuni e delle città sostenibili” finanziata dalla DG Ambiente e promossa assieme ai principali coordinamenti europei di città impegnate sulle tematiche ambientali e al Gruppo di esperti di ambiente urbano, istituito dalla Commissione europea nel 1992.

La Commissione europea, con la comunicazione dell'11 febbraio 2004 "Verso una strategia tematica sull'ambiente urbano"⁸, ha voluto avviare una vasta consultazione delle parti interessate al fine di valutare i provvedimenti migliori da adottare nel quadro di una strategia tematica che consenta alle città europee di migliorare il proprio ambiente e di diventare più sane e più vivibili.

E.Manti⁹ rileva che la commissione ha voluto orientare le misure attorno a quattro punti fondamentali: 1) gestione urbana, 2) trasporti, 3) edilizia, 4) progettazione.

Le città europee si trovano ad affrontare pressoché i medesimi problemi in materia di ambiente. Una strategia europea per l'ambiente urbano consentirebbe di studiare la soluzione di questi problemi in modo sistematico e coerente, grazie alla attuazione di un quadro generale di misure mirate a incentivare le iniziative locali basate sulle pratiche migliori, lasciando ai responsabili locali le scelte degli obiettivi e delle soluzioni.

La futura strategia si concentrerà sull'ambiente urbano tenendo conto degli aspetti economici e sociali connessi.

4. La gestione urbana sostenibile

Le politiche relative alle aree urbane sono spesso gestite in maniera isolata le une dalle altre per la specificità degli elementi che trattano (edifici, infrastrutture, trasporti, energia, rifiuti) e per l'intervento di amministrazioni differenti. A livello europeo è dunque necessario giungere a un quadro più solido che permetta di rilanciare e di accomunare la gestione ambientale delle grandi città europee.

L'elemento principale di questa strategia è rappresentato dalla proposta che ogni capitale e ogni città con una popolazione superiore a 100 mila abitanti adottino un piano di gestione ambientale per l'intero agglomerato urbano e fissino degli obiettivi legati ai principali impatti ambientali, attuando un sistema di gestione ambientale efficace e mirato.

Questi piani di gestione consentirebbero di:

- combinare la gestione delle funzioni obbligatorie attribuite ai Comuni dalla normativa europea, in particolare le direttive sulla qualità dell'aria e sul rumore ambientale;
- intensificare la cooperazione tra i vari livelli di governo (locale, regionale e nazionale) e tra i diversi servizi delle amministrazioni locali;
- garantire la continuità necessaria alla politica ambientale, nonostante l'avvicendamento delle amministrazioni comunali;
- assicurare una migliore comparabilità delle 500 principali città europee per quanto riguarda obblighi e iniziative ambientali.

5. I trasporti urbani sostenibili

La circolazione urbana ha un impatto fondamentale sull'ambiente, sulla salute dei cittadini e sulla qualità della vita urbana in genere.

Il traffico urbano è, infatti, una delle fonti principali di inquinanti atmosferici, rappresenta circa il 40% delle emissioni di CO₂ legato ai trasporti.

Inoltre, i due terzi degli incidenti stradali dell'Unione europea nel 2000, con presenza di feriti, sono avvenuti all'interno dell'agglomerato urbano. Anche il rumore, nelle aree urbane, rappresenta un problema serio e sempre maggiore, causato all'80% dal traffico stradale.

⁸ Com 2004,60; G.U. C 98 del 23 aprile 2004

⁹ Manti E., *La strategia tematica per l'ambiente urbano*, in *Valutazione ambientale*, n. 8, Aaa, 2005

La commissione ritiene che ogni capitale e le città con una popolazione superiore a 100 mila abitanti dovrebbero elaborare, adottare, attuare e rivedere periodicamente un piano dei trasporti pubblici urbani sostenibili che fissi degli obiettivi a breve, medio e lungo termine. Sarebbe necessario anche sviluppare altre misure, in particolare per incentivare l'acquisto di veicoli meno inquinanti e meno dispendiosi, in termini di consumo energetico, o per promuovere l'uso dei carburanti alternativi.

6.L'edilizia sostenibile

una cattiva progettazione degli immobili o il ricorso a metodi di costruzione inadeguati può avere un effetto significativo sulla salute dei loro occupanti e sull'ambiente:

- In Europa la popolazione trascorre quasi il 90% del proprio tempo all'interno degli edifici;
- I consumi di energia per il riscaldamento e per l'illuminazione producono il 35% delle emissioni totali di gas a effetto serra; le operazioni di costruzione e di demolizione producono 450 milioni di tonnellate annue di rifiuti.

Nell'ambito di una politica strategica tematica, la Commissione propone di elaborare una metodologia comune per la valutazione della sostenibilità globale degli edifici e dello spazio edificato, insieme agli indicatori di costo del ciclo di vita.

Tutti gli Stati membri saranno sollecitati a elaborare e ad attuare un programma nazionale per l'edilizia sostenibile. Inoltre la commissione prevede delle misure complementari, tra cui : la possibilità di ristrutturare gli edifici di piccole dimensioni, i nuovi requisiti sulle prestazioni ambientali non collegate all'energia, i marchi ecologici per i materiali da costruzione, nonché l'attuazione della strategia tematica di prevenzione della produzione e del riciclo dei rifiuti.

7.La progettazione urbana sostenibile

Per "progettazione urbana sostenibile" è da intendere quella che riguarda i modelli e il tipo di utilizzazione del territorio in una determinata area urbana.

La Commissione preposta osserva alcuni problemi in merito a :

- la proliferazione urbana o espansione urbana: fenomeno per cui le città si espandono verso le zone rurali limitrofe e sorgono aree a bassa densità abitativa dove aumentano i problemi di trasporto (e di conseguenza di consumo energetico e di inquinamento);
- Il numero elevato di terreni abbandonati e di edifici vuoti, le questioni collegate all'insediamento delle infrastrutture, nonché la necessità di moltiplicare e di proteggere gli spazi verdi.

Per arrivare a una progettazione urbana sostenibile, la futura strategia si propone di incoraggiare gli Stati membri affinché:

- facciano in modo che i rispettivi modelli urbanistici tengano conto degli aspetti ambientali;
- promuovano la valorizzazione delle aree attrezzate lasciate in stato di abbandono, in particolare i terreni industriali dismessi e gli immobili vuoti;
- fissino delle densità minime per le zone residenziali ai fini di incoraggiare la concentrazione e di contenere il fenomeno della proliferazione urbana;
- tengano conto, nel processo di pianificazione, della occupazione dei terreni e delle conseguenze dei cambiamenti climatici sulle città.

Sulla base della concezione olistica dell'ecologia, si pone la necessità di analizzare i fenomeni urbani secondo strategie trasversali.

Parallelamente ai quattro ambiti prioritari da tenere conto nella progettazione urbana

1: *gli aspetti ambientali devono essere considerati nei modelli urbanistici,*

2: *la valorizzazione dei terreni industriali dismessi e degli immobili vuoti,*

3: *il contenimento del fenomeno della proliferazione urbana,*

4: *i cambiamenti climatici sulle città in conseguenza dell'occupazione dei terreni*

la Commissione prevede un approccio trasversale mediante:

- l'integrazione delle questioni che interessano l'ambiente urbano a tre livelli. Nelle politiche comunitarie maggiormente pertinenti (trasporti, coesione, salute, ricerca e sviluppo tecnologico); nei settori chiave della politica ambientale comunitaria (acqua, aria, rumore, rifiuti, cambiamenti climatici, natura e biodiversità) e tra i vari livelli amministrativi (europeo, nazionale, regionale e locale);
- la definizione di indicatori comuni europei per il monitoraggio degli effetti della strategia tematica e dello stato ambientale urbano;
- la promozione delle buone pratiche a livello locale e la diffusione dei risultati.

8. Alcune esperienze urbane

Vengono presentate le esperienze recenti di alcune città in cui si è voluta sperimentare l'applicazione dei principi dell'ecologia urbana o dello sviluppo sostenibile. In qualche caso la spinta alla diversa pianificazione e gestione della città è venuta dal basso, in altri casi è venuta dall'alto.

8.1 Il progetto Seattle (USA)

È una città dello Stato di Washington, posto alla estremità nord-ovest degli Usa, al confine col Canada. Il territorio è ricco di corsi d'acqua pescosi. Seattle è la città principale dello Stato e conta oltre 600 mila abitanti. L'economia dello Stato si basa sulle risorse naturali tradizionali, in particolare il legname e la pesca (in mare e d'acqua dolce), sui prodotti ortofrutticoli e sull'industria aeronautica.

L'esperienza di questa città nasce dalla sensibilità ambientale dei cittadini i quali hanno trasmesso ai propri amministratori la volontà di intervenire, ponendo un freno al degrado ambientale. Già dai primi anni 70 la comunità locale aveva iniziato ad attuare azioni di miglioramento della qualità della vita, ma fino alla fine degli anni 80 non erano stati rilevati significativi interventi.

Nel 1990 si è verificata una accelerazione in tale direzione con il "Seattle Environmental Priorities Project" (Progetto Seattle), varato dal Sindaco nel 1990. L'obiettivo del progetto era lo sviluppo di un piano di interventi ambientali integrati per la città che definisse le priorità. In primo luogo è stato ipotizzato un coordinamento tra le diverse Agenzie a livello locale, statale e federale, con chiare priorità ambientali.

Sono stati individuati 10 punti:

- 1) frenare l'espansione dell'automobile, riducendone al tempo stesso i rischi ambientali;
- 2) mantenere e incrementare il verde, conservando e proteggendo gli spazi aperti, la foresta urbana e i diversi habitat naturali;
- 3) mantenere chiare e pulite le acque, riducendo i rischi della mescolanza tra i reflui fognari e i deflussi dell'acqua piovana (tenere separate le acque bianche dalle acque nere);
- 4) ridurre i rischi della combustione del legno;
- 5) ridurre i rischi dell'inquinamento in ambienti chiusi;
- 6) ridurre l'inquinamento acustico;
- 7) pianificare Seattle pensando globalmente in modo da ridurre l'impatto globale sul clima;
- 8) contenere il consumo e lo spreco di acqua, prevenendo l'inquinamento, riducendo gli scarichi, riciclando;
- 9) contribuire a una maggiore sensibilità ambientale da parte della popolazione;
- 10) pianificare in termini ambientali

Le aree prioritarie nel programma di azione ambientale¹⁰

Priorità collegate al rischio ambientale	Intervento sulle fonti di trasporto del rischio ambientale Tutela degli spazi aperti, dei boschi e degli habitat naturali urbani Riduzione del rischio derivante dalle tracimazioni delle acque di fogna e meteoriche Riduzione dei rischi derivanti dalla combustione del legno Riduzione dei rischi derivanti dall'inquinamento in ambienti chiusi Riduzione dell'inquinamento acustico Risposta locale ai cambiamenti climatici globali
Priorità di gestione	Interventi nelle politiche di riduzione dei rifiuti, del riciclaggio e nella prevenzione dell'inquinamento da rifiuti Miglioramento dell'educazione ambientale e dell'impegno da parte della comunità Miglioramento della gestione e del coordinamento ambientali

Nel 1994 è stato varato un piano per la città basato sulle scelte a lungo termine che rappresenta un progetto di compatibilità ambientale del contesto urbano in termini di uso del suolo, politica dei trasporti, politica della casa, disponibilità a investire servizi, sviluppo economico, periferie. Il piano si articola in un periodo di 20 anni, dal 1994 al 2014.

Una delle iniziative più recenti è stata quella della Seattle Planning Commission, una commissione aperta a tutti i cittadini di Seattle, che riguarda la raccomandazione per il Sindaco circa l'attuazione della **Center City Strategy** (Ccs) elaborata nell'agosto 2004. L'obiettivo della Ccs è quello di rinnovare lo sviluppo del centro città e si fonda sui quattro elementi seguenti:

- a) mobilità: controllare la crescita e frenare la mobilità con una politica dei trasporti pubblici più efficace.
- b) qualità della vita: la strategia deve essere indirizzata a costruire comunità piuttosto che aspetti dimensionali.
- c) identità della progettazione: la progettazione deve essere indirizzata a prendere in considerazione le caratteristiche economiche, culturali e sociali, ma specie quelle che rendono il *Center City* unico nel suo genere nella regione.
- d) Sviluppo economico. Il centro città deve diventare un motore economico che mette in moto l'intera città.

La Central City Strategy ha come fini generali quelli di ricostruire e perfezionare i rapporti tra il Centro città e gli altri quartieri in modo da superare la contrapposizione centro-periferie. La strategia si integra con altri progetti, quali "Green Street Program, Center City Circulation Plan", il progetto di realizzare una rete di risorse educative, pubbliche e private, che includa gli istituti scolastici.

Il Progetto Seattle è encomiabile per il fatto di avere affrontato in modo coraggioso e innovativo i gravi problemi ambientali della città, presenta però alcuni lati insoddisfacenti: la politica della casa, per quanto favorisca la qualità e la diversità, non viene basata sui principi dell'architettura bioclimatica, inoltre non sembra credere a sufficienza nelle energie rinnovabili e nel risparmio energetico.

8.2 L'ecopiano di Reggio Emilia

Tra le esperienze italiane di pianificazione urbanistica che vanno nella direzione della "città sostenibile" è da citare quella di Reggio Emilia¹¹. Essa è iniziata nel 1991 con lo "Studio di riordino ecologico-urbanistico della città e del territorio di Reggio-Emilia" (Reu), continuando con il progetto preliminare di Prg" del 1994 e con la successiva "variante di anticipazione" del 1995 e concludendosi con l'adozione del nuovo Piano regolatore generale (Prg). Si è trattato di un approccio scientificamente strutturato, fondato sulla applicazione del concetto di "sviluppo sostenibile". Infatti ogni scelta urbanistica è condizionata dal potenziale ecologico-ambientale

¹⁰ Rice N.B., The City of Seattle's Environmental Action Agenda. Environmental Stewardship in Seattle, Seattle, 1992

¹¹ Oliva F. *L'Ecopiano di Reggio*, in Verde Ambiente, n. 5, Roma, 1995

(definito anche come “potenziale di rigenerazione biotica”) che rappresenta la capacità attribuibile alle aree libere interne o marginali al tessuto urbano e a quelle già edificate da riutilizzare (anzitutto le aree industriali dismesse) di garantire la rigenerazione ecologica della città che si trasforma, vale a dire la possibilità di autorigenerazione delle tre risorse ambientali fondamentali: aria, acqua, suolo, sottosuolo. L'applicazione ha sviluppato l'integrazione tra urbanistica ed ecologia e ha comportato la revisione dei rispettivi strumenti operativi: il Piano urbanistico da una parte, la valutazione di impatto ambientale (**Via**) dall'altra.

Il primo ha ridefinito le proprie basi analitiche avvalendosi delle conoscenze caratteristiche dell'ecologia, ma ha anche modificato la propria strategia garantendo che ogni trasformazione urbanistica fosse subordinata alla tutela, al risparmio e alla rigenerazione delle risorse ambientali. La **Via**, a sua volta, è stata adottata come elemento di valutazione a priori delle scelte urbanistiche inserita quindi nel processo del piano, ed è stata applicata non solo a elementi previsti dalla normativa italiana, ma a tutte le grandi trasformazioni della città e del territorio, comprese quelle insediative.

Oltre alle caratteristiche biologiche del territorio sono state indagate le condizioni dei singoli fattori ambientali, aria, acqua, suolo, identificando le fonti dei principali impatti reali derivanti dai vari tipi di inquinamento: atmosferico, acustico, delle acque superficiali e sotterranee, del suolo.

- Per l'*aria* sono state puntualizzate le aree significative ai fini dell'equilibrio climatico e quelle che hanno una presenza vegetazionale tale da mitigare l'impatto rispetto alle differenti immissioni inquinanti, inoltre è stato evidenziato il livello di inquinamento atmosferico presente su tutto il territorio comunale.
- Per l'*acqua*, oltre alla rappresentazione delle caratterizzazioni biologica e chimica dei principali corsi d'acqua, sono stati focalizzati i punti di rilascio delle sostanze inquinanti e le aree ad alto rischio idraulico. L'indagine idrogeologica ha consentito di determinare lo stato delle acque sotterranee per quanto riguarda la dinamica e la vulnerabilità delle falde, individuando quindi anche le aree essenziali per il rifacimento della falda nell'ambito della problematica relativa alla permeabilità/impermeabilità del suolo.
- Per il *suolo* sono stati localizzati i suoli urbani inquinati dalla produzione industriale e perciò da bonificare, ed è stato accertato il livello di permeabilità dei suoli urbani, un fattore fondamentale per l'approccio di cui si tratta.

Il passaggio verso un modello di piano che integra al suo interno la **Via** è rappresentato da due carte di sintesi operativa: la “Carta delle zone di isopotenzialità biotica” e la “Carta della capacità di compensazione ambientale”. Le scelte urbanistiche dovranno tutelare le aree di potenzialità biotica superiore. La seconda carta costituisce una prima concreta sperimentazione di prevalutazione degli impatti ambientali rispetto alle possibili trasformazioni urbanistiche.

L'indicatore *livello di permeabilità del suolo*, misurato con uno specifico indice ecologico-urbanistico, assume dunque la funzione di indicatore ambientale principale per la valutazione del “potenziale” in quanto esprime in forma sintetica tutte le condizioni che ne possono garantire il mantenimento e l'accrescimento, con conseguenze concrete sul miglioramento delle condizioni di vivibilità della città. Un suolo permeabile e non inquinato, prevalentemente ricoperto da vegetazione, assicurerà infatti: la protezione dalle emissioni inquinanti; la rigenerazione e la purificazione dell'aria e un sensibile miglioramento del microclima urbano, in base alle note proprietà ecologiche dell'ecosistema suolo/piante; la rigenerazione del sistema acqua suolo, relativa in particolare al bilancio idrico della città.

Le scelte urbanistiche complessive previste dal progetto preliminare, inerenti agli insediamenti e ai servizi, comportano una prevalenza del suolo permeabile (56%) rispetto a quello impermeabile. Il risultato finale determina una quota permeabile totale dei suoli urbani superiore al 40%: un valore ancora inferiore a quello riscontrabile nelle città europee con i livelli di qualità ambientale urbana più elevati, comunque assai significativo per una città italiana.

8.3 Il piano regolatore di Napoli

La pianificazione urbanistica di Napoli degli anni recenti vuole mettere in pratica un modello urbano basato sui principi dell'ecologia applicata alla città, dando la massima importanza alla tutela dei valori, della qualità e delle risorse che la natura e la storia hanno conferito al territorio.

La "variante di salvaguardia" della città è stata estesa a tutto il territorio comunale per fare in modo che i residui significativi del territorio urbano restino inedificati (si può programmare l'accrescimento delle qualità abitative dell'intero territorio senza ricorrere a progetti di espansione dell'edificato esistente).

Il "Piano del parco della collina e del sistema del verde" si impenna sulle aree ancora libere dalla edificazione (aree agricole, incolte, naturali, per una estensione di circa 4000 ettari, un terzo della città) che vengono subordinate al vincolo di inedificabilità e sulla riconversione dei siti produttivi dismessi.

E' importante in particolare la proposta di tutela della zona occidentale:

- isola di Nitida, Fuorigrotta, conca di Agnano, collina di Posillipo, Bagnoli-Piana di Cordoglio.
- Il problema più complesso è quello della riconversione dell'ex area industriale di Bagnoli¹²: si tratta di siti industriali dismessi la cui bonifica è ancora in corso. Gli indirizzi di pianificazione urbanistica elaborati dal Comune per l'area di Bagnoli prevedono attività turistiche, di tempo libero e di ricerca scientifica integrate ad attività produttive, insieme a insediamenti residenziali con basse densità abitative. La proposta è quella di creare nella zona occidentale un sistema di verde pubblico di oltre 300 ettari (riserva naturale sulle pendici di Posillipo e lungo la spiaggia di Cordoglio) e inoltre di: deviare la ferrovia Cumana verso Cordoglio; eseguire le demolizioni necessarie; riservare il litorale alla balneazione; preservare alcuni manufatti ritenuti emblematici delle attività industriali che hanno contraddistinto il paesaggio di Bagnoli per quasi un secolo, quali i monumenti di "archeologia industriale". Insomma si vuole ricercare un nuovo paesaggio, per cui si passa dalla "cura del ferro" alla "cura del verde".

L'esperienza di Napoli, prende corpo in un "contesto culturale attivo dell'area campana di cui un elemento di spicco è la "Carta dell'ambiente urbano per uno sviluppo sostenibile a Napoli" proposta da Biagio Cillo e Gianluca Solera nel 1994 a conclusione di un corso sulle politiche urbanistiche in chiave ecologica"¹³.

Il documento richiama alcune azioni per la riqualificazione ecologica dell'area metropolitana di Napoli. Esse sono sostenute da un'apposita Agenzia (sull'esempio della Kommunalverband Ruhrgebiet, impiegata per il risanamento del bacino del fiume Emscher nella Ruhr) e sono le seguenti in forma di "dodecalogo"¹⁴:

- 1) ridurrai il consumo di suolo urbano;
- 2) riqualificherai su basi ecologiche le aree dismesse;
- 3) rigenererai i processi naturali possibili in città;
- 4) favorirai il recupero del patrimonio edilizio esistente;
- 5) ridurrai il consumo di energia con il corretto uso delle tecnologie;
- 6) sceglierai i materiali da costruzione in base ai dettami della bioarchitettura;
- 7) promuoverai gli insediamenti con molteplicità di funzioni;
- 8) promuoverai la riduzione del traffico automobilistico;
- 9) favorirai le produzioni e le tecnologie ecocompatibili;
- 10) praticherai la raccolta differenziata dei rifiuti;
- 11) promuoverai l'uso della corretta procedura di Via;
- 12) favorirai la partecipazione dei cittadini.

¹² Mazzetti E. *Ascesa e declino della "metropoli industriale"*, in L'universo n. 1 Firenze, 2005

¹³ Gisotti Giuseppe, *Ambiente urbano*, Dario Flaccovio Editore, Palermo, 2007, pag. 482

¹⁴ op. cit. pag. 482

Bibliografia

AA.VV. *Ecosistemi urbani*, in Atti dei convegni Lincei, Roma, 22-24 ottobre 2001

AA.VV. *Ecosistema, paesaggio e territorio: tre prospettive complementari nel rapporto uomo-ambiente*, Atti del Convegno organizzato da Aaa a Roma il 17/11/2005

Allegrini I. *L'inquinamento da traffico nelle grandi aree urbane*, Atti del I Congresso "Conservazione e biodiversità nella progettazione ambientale", Perugia 1997

Ambiente 2007, IPSOA Modulo, 2006

APAT, *Annuario dei dati ambientali*. Edizione 2004, Roma

APAT, *Stato dell'arte sullo studio dei fenomeni di sinkholes e ruolo delle amministrazioni statali e locali nel governo del territorio*, I seminario, 2004, Roma

Aston A., Millington R. J., Kalma J.D., *Nutrients in the Sidney area*, in *Proceedings of the Ecological Society of Australia* n. 7, 1972

Atkinson B. W. *Precipitation*, in Gregory K. J., Walling D. E. (EDS.), *Man and environmental processes*, Dawson, Folkestone, 1979

Baccarelli A., Giacomini S.M., Bertazzi P.A., *Inquinamento ambientale e salute umana: acquisizioni scientifiche e priorità della ricerca internazionale e italiana*, in *Valutazione ambientale*, n. 8, Aaa, 2005

Barbera A. – Fusaro C, *Corso di diritto pubblico*, Bologna, 2001.

Battisti C. *Frammentazione ambientale. Connettività. Reti ecologiche*, Provincia di Roma, 2004

Bergandi D. Massini G., Padovani L. *Verso la nozione di Biodiversità: evoluzione dei principali concetti ecologici*, in *Energia, Ambiente e innovazione*, n. 3, Enea, Roma, 2005

Berrini M, *Dagli indicatori ai target per l'ambiente urbano, bussola e acceleratore delle politiche di sostenibilità*, in *Valutazione ambientale*, n. 8. Aaa, 2005

Biggeri A., Bellini P., Terracini B *Metanalisi italiana degli studi sugli effetti a breve termine dell'inquinamento atmosferico*, in *Epidemiologia & Prevenzione*, n. 26, 2001

Bisogni G., Gariboldi A. *Nuova Natura Urbana in Va Valutazione ambientale*, n. 8, Aaa 2005

Bisogni G., Tironi E., *Obiettivi strategici*, in *Acer*, n. 4, Milano, 2005

Bocca G. *Periferie, il lato oscuro delle città* in *La Repubblica*, 6 novembre 2005

Borghi S. *Distribuzioni aerali della temperatura e delle precipitazioni sull'area metropolitana di Milano in relazione al tipo di circolazione atmosferica rilevabile a mesoscala*, in *Nimbus*, anno VI, n. 3-4, 1996

Brocco D., Leopardi V., Maso M., Prignani P. *Il materiale carbonaceo nelle polveri sottili (PM₁₀) di aree urbane*, in *Acqua & Aria*, n. 2, Milano, 2006

Brocco D. , Petricca M., Ventrone I., *Formazione dell'inquinamento fotochimico nell'area urbana di Roma* , in *Acqua & Aria*, n. 3, Milano, 1994

Buechley R. W, Van Bruggen J. Trupi L. E. *Heath Island= Death Island?* , in *Enviromental Research*, n. 55., 1972

Butera F. M. *Opportunità e ritardi del sistema Italia nei confronti della certificazione energetica in edilizia*, Atti del convegno internazionale “Le città del Mediterraneo alla sfida di Kyoto”, Roma, 2005

Canuti P., Dramis F., *Esu Le condizioni di stabilità dei pendii nei centri abitati. Principi e criteri generali a uso degli Uffici tecnici di Enti pubblici*, Bologna, 1992

Capelli G., Mazza R. *Schema idrogeologico della città di Roma*, in Gisotti G., Pazzagli G., Garbin , *la IV dimensione. Lo spazio sotterraneo di Roma*. Atti del Convegno 28/11/2005, Roma, 2005

Carboni G. Roncroffi V., Santarelli F. (2004) *Ruolo delle condizioni meteorologiche nella valutazione della qualità dell'aria*, *Acqua & Aria*, n. 9, Milano

Cenci R. M. Benedetti A., Pompili L. Mellina A. S., Beccaloni E., Stacul E., Musmeci L. L. *Contaminanti organici e inorganici presenti in muschi e suoli urbani : i parchi della città di Roma*, in *Bollettino Società italiana scienza del suolo*, Atti del Convegno annuale “Suolo e dinamiche ambientali”, Viterbo, 22-25 giugno 2004

Chandler T.J. *Human settlements and the atmospheric environment*, in Harrison G.A., Gibson J.B. (EDS.) *Man in urban environments*, Oxford University Press, Oxford, 1976_a

Chandler T. J. *Urban climatology and its relevance to urban design*, in World Meteorological Organization Technical Note, n. 149, 1976_b

Changnon S.A. *Rainfall change in summer caused by St Louis*, in *Science*, n. 205, 1979

Changnon S.A. *More on the La Porte anomaly: a review*, in *Bulletin of the American Meteorological Society*, n. 61, 1980 a

Clarke J.F., *Some effects of the surface on heat mortality*, in *Environmental Research* n. 5, 1972

Comune di Roma, *Relazione sullo stato dell'ambiente*, 1997

Crescenti U. *Il dissesto idrogeologico in Italia*, Atti del Convegno nazionale “La geologia ambientale: strategie per il nuovo millennio”, Genova 27-29 giugno 2002, Roma, 2003

Dall'Aglio M. *Cicli biogeochimici degli elementi in traccia e rischio geochimica*, in *Atti dei Convegni Lincei* , Roma, 2004

Douglas I. *The urban environment*, Edward Arnold, London, 1983

Douglas I. *Come percepiamo il pericolo: antropologia del rischio*, Feltrinelli, Milano, 1991

Faye R. E., Carey w.p., Stamer J.K. Kleckner r. (1980) *Erosion, sediment discharge and channel morphology in the Upper Chattahooche River Basin, Georgia*, in *Us Geological Survey Professional Paper*, n. 1107

- Ficco Paola, *Rifiuti e bonifiche*, Edizioni ambiente, Milano, 2007
- Floccia M., Risotti G., Sanna M. *Dizionario dell'inquinamento. Cause, effetti, rimedi, normativa*, Carrocci Editore, Roma, 2003
- Gambino R, Reti Urbane e spazi naturali, in Salzano E., *La città sostenibile*, Edizioni delle Autonomie. Roma, 1992
- Gambino Roberto, *Conservare, innovare*, Utet, 1997, Torino
- Gates D.M. *Man and his environment: climate*, Harper&Row, New York, 1972
- Gisotti Giuseppe, *Ambiente urbano*, Dario Flaccovio Editore, Palermo, 2007
- Gisotti G. *Il dissesto idrogeologico: un potente modificatore di ecosistemi, paesaggio e territorio*, in AA.VV., *Ecosistema, paesaggio e territorio: tre prospettive complementari nel rapporto uomo-ambiente*, Atti del convegno organizzato da Aaa a Roma il 17/11/2005, 2005b
- Gisotti G., Benedini M. (2000) *Il dissesto idrogeologico, prevenzione e mitigazione del rischio*, Carocci Editore, Roma
- Gottman J. *La città invincibile*, Milano, Franco Angeli Editore, 1983
- Havlick S.W. *The urban organism. The city's natural resources from the invironmental perspective*, Macmillan, New York., 1974
- Karl-Ludwig Schibel e Silvia Zamboni, *Le città contro l'effetto serra*, Milano, 2005
- Korn G. *Uso razionale dell'energia nella casa. Risparmio energetico, confort e sicurezza*, Franco Muzzi Editore, 2003
- Leone U. (a cura di), *Aree dismesse e verde urbano. Nuovi paesaggi in Italia*, Bologna, 2003
- Leone U., *Nuove politiche per l'ambiente*, Carrocci, Roma, 2003
- Magoni M., *Quali letture dell'ambiente urbano*, in *Va Valutazione ambientale*, n. 8, Aaa, 2005
- Malagnino Caterina, *L'ambiente sistema complesso*, Cedam, Padova, 2007-11-20007
- Manti E., *La strategia tematica per l'ambiente urbano*, in *Valutazione ambientale*, n. 8, Aaa, 2005
- Marchello F., Perrini M., Serafini S., *Diritto dell'ambiente*, Simone, Napoli, 2002
- Marchello F., Perrini M., Serafini S., *Diritto dell'ambiente*, Simone, Napoli, 2002
- Mariottini M., Baldini M., *Esposizione a polveri sospese e rischio per la salute nelle Marche nell'anno 2003*, in *Ambiente, Risorse Salute* n. 99, Padova, 2004
- Mariotti E – M. Iannantuoni, *Il nuovo diritto ambientale*, Santarcangelo di Romagna (RN), 2007.

- Mazzetti E. *Ascesa e declino della “metropoli industriale”*, in L’universo n. 1 Firenze, 2005
- Mela A., Belloni, C., Davico L. *Sociologia e progettazione del territorio*, Carrocci, Roma, 2000
- Menoni S. *La delocalizzazione come misura preventiva: condizioni di fattibilità ed efficacia*, in Geologia dell’Ambiente, n. 3, Sigea, Roma, 2005
- Mirandola A. *I problemi energetici e ambientali delle nostre città*, in Ambiente, Risorse Salute, n. 107, Padova, 2006
- Oche T. *Boundary layer climates*, Londra, 1978
- Odum E.P., *Basic Ecology* 1983, trad. Italiana di Nobile L. , Padova, 1988
- Odum E.P., *Ecologia, un ponte tra scienza e società*, Piccin, Padova, 2001
- Oliva F. *L’Ecopiano di Reggio*, in Verde Ambiente, n. 5, Roma, 1995
- Olivieri M. *Come leggere il territorio*, Italia nostra/Educazione, La Nuova Italia, Firenze, 1978
- Pagliari M. , *L’isola di calore della città di Milano nel trimestre invernale*, Ucea-Osservatorio meteorologico di Brera, nota tecnica n. 2, Milano, 1977
- Paludi Andreas, *Decisione e pianificazione ambientale*, Dedalo, 2000, Bari
- Pasqualini Salsa C, *Diritto ambientale*, Santarcangelo di Romagna (RN), 2005.
- Pezzoli C. *Antropologia del rischio e catastrofi*, in Bollettino della Società geografica italiana, vol. x, fasc. 3, Roma, 2005
- Pietrelli L., Ciferri S., Menegoni P., Farneti T., Modestia F., Saluzzo A., *Biomonitoraggio di Metalli pesanti in ambiente urbano attraverso piante erbacee ruderali*, in Energia, Ambiente e innovazione, n. 6, Enea, Roma, 2004
- Pirola A., Vinello G. *Cartografia tematica ambientale*, Bologna, 1992
- Pirovano G., Pertot C., *La qualità dell’aria delle aree urbane : un problema secondario?* In Acqua&Aria, n. 5, maggio, Be-Ma Editrice, Milano, 2005
- Prigogine I. *Le leggi del caos*, Fondazione Sigma-Tau, Laterza, Bari, 1993
- Santamouris M. *Efficienza energetica e qualità ambientale nelle città mediterranee*, atti del convegno internazionale “Le città mediterranee alla sfida di Kyoto”, Roma 4 novembre 2005
- Rice N.B., *The City of Seattle’s Environmental Action Agenda. Environmental Stewardship in Seattle*, October, City of Seattle, 1992
- Rifkin J. *Entropy*, Bantam, New York (trad. It. Entropia Cde, Milano, 1983)

Savini J., Kammerer J. C. *Urban growth and the water regime*, Us Geological Survey Water-Supply Paper, n. 1591-A, 1961

Scandurra E. *l'ambiente dell'uomo. Verso il progetto della città sostenibile*, Milano, 2003

Santamaouris., M. *Energy and Climate in the urban built environment*, London, 2001.

Shroedinger E. *Che cos'è la vita? La cellula vivente dal punto di vista fisico*, Sansoni, Firenze, 1974

Sillani A. *Il parco fluviale ecologico urbano di Terni* Atti I congresso "Conservazione e biodiversità nella progettazione ambientale", Perugia, 1996

Socco C. *I confini dell'ambiente urbano*, in *Valutazione Ambientale*, n. 8, Aaa, 2005.

Steiner Frederick, *Costruire il paesaggio*, McGraw-Hill Companies, 2004

Tiezzi E., Degli Espinosa P., *I limiti dell'energia*, Garzanti, Milano, 1987

Villani P. *Un Piano Urbano della mobilità nel rispetto della normativa per il risanamento della qualità dell'aria*, in *CH4 energia gas*, n. 1, 2006

Vismara Renato, *Protezione ambiente*, Esselibri, Napoli, 2001

Wolman M. G. *Erosion in the urban environment*, in *Hydrological Science Bulletin*, n. 20, 1975

Zambrini M. *Mobilità urbana e sostenibilità dello sviluppo*, in *Valutazione ambientale*, n. 8, Aaa, 2005

Zeppetella Alberico, Bresso Mercedes, Gamba Giuseppe, *Valutazione ambientale e processi di decisione*, NIS, 1992, Roma