

Là dove c'era l'erba, ora c'è una città...

Analisi e riflessioni sulle problematiche dell'ambiente urbano

Anno 6, n. 2 – Settembre 2006



Il titolo di questo numero di *AIAT Informa* è tratto da una nota canzone, che molti di noi avranno cantato almeno una volta, e descrive bene, a mio modo di vedere, le continue evoluzioni delle nostre città.

Una città, per la sua elevata densità di persone, di auto, di attività economiche costituisce un ambiente molto complesso, le cui componenti convivono in un equilibrio estremamente instabile. Piccole perturbazioni provocano grandi cambiamenti.

Secondo le stime della Commissione Europea, circa l'80% dei cittadini europei vive nelle aree urbane, ossia nelle zone in cui gli effetti dei vari problemi ambientali sono avvertiti con maggiore intensità.

La Commissione Europea ha pubblicato nel 2004 un documento guida dal titolo "Verso una strategia tematica sull'ambiente urbano" per stimolare gli amministratori pubblici (ma non solo) sulle priorità da affrontare per migliorare la vita nelle città. I temi prioritari individuati dal documento sono quattro:

- Gestione urbana sostenibile
- Trasporto urbano sostenibile
- Edilizia sostenibile
- Progettazione urbana sostenibile.

Gli articoli che sono contenuti in questo numero di *AIAT Informa* non hanno la pretesa di coprire tutte le problematiche di un'area urbana ma cercano, attraverso l'esperienza degli autori, di descrivere le problematiche e analizzare possibili soluzioni. Gli articoli, che potete trovare in questo numero, sono:

La mobilità nelle aree urbane - Un futuro per la mobilità dolce -- Biodiversità animale in ambiente urbano - Studio preliminare al piano della qualità dell'abitare del comune di Senago: Analisi qualitativa delle prestazioni energetiche dell'ambiente costruito - Ambiente urbano e consumi energetici

Alessandro de Carli

La mobilità nelle aree urbane

Matteo Magnaghi e Aldo Pozzoli

Introduzione

La gestione della mobilità dei cittadini e della distribuzione delle merci rappresenta uno dei problemi principali in termini di impatti ambientali, sociali ed economici, per gli insediamenti urbani [1][2]. I trasporti, infatti, costituiscono il più alto capitolo di consumo energetico nelle città e determinano un insieme di esternalità negative (tra cui inquinamento, congestione viaria, trasformazione territoriale, ecc.) che contribuiscono in maniera sostanziale alla perdita di qualità dell'ambiente urbano, intaccando spesso anche quella del panorama economico locale.

La "mobilità" si presenta perciò come una problematica particolarmente complessa, in grado di influenzare in modo significativo le quattro dimensioni della sostenibilità: ambiente, società, economia ed istituzioni. Il tema può essere ben affrontato avvalendosi del modello del prisma della sostenibilità proposto dal *Wuppertal Institute* [3], al fine di evidenziare non solo gli effetti sulle dimensioni (della sostenibilità nel modello definite come imperativi) ma anche le relazioni esistenti tra questi, spesso determinanti per la risoluzione dei conflitti.

In questo contesto analitico la dimensione istituzionale svolge una funzione di garante: è quella figura cui viene richiesta una gestione accorta della problematica, garantendo il rispetto degli interessi dei differenti stakeholder.

Tale funzione è subordinata alla consapevolezza che il traffico veicolare è responsabile di diverse categorie di impatti: l'inquinamento e il contributo ai cambiamenti climatici, il rumore, gli incidenti stradali e la congestione. Questi impatti determinano ripercussioni dirette sulle dimensioni ambientale, sociale ed economica della sostenibilità, coinvolgendo differenti categorie di stakeholder, rappresentanti di interessi a volte in contrasto tra loro perché collocati in dimensioni differenti e non confrontabili, almeno in modo diretto. Un esempio è facilmente riscontrabile nel conflitto esistente tra gli interessi economici degli autotrasportatori che effettuano le consegne nel centro cittadino e la necessità di limitare l'accesso per motivi ambientali e sociali. Numerosi sono i tentativi in letteratura per colmare questo divario dimensionale e tutti mostrano che i costi economici associati agli impatti citati rappresentano una voce rilevante dei bilanci pubblici.

È evidente perciò la necessità di ripristinare un equilibrio tra i diversi interessi ed i loro rappresentanti, azione questa che deve essere intrapresa e gestita in primo luogo dalle istituzioni pubbliche, prestando particolare attenzione soprattutto alle interazioni esistenti tra le singole dimensioni della sostenibilità.

Per operare questa trasformazione le istituzioni devono coinvolgere tutti i principali portatori di interesse, secondo un approccio democratico basato sulla partecipazione, condizione necessaria per costruire la coesione sociale necessaria ad affrontare efficacemente un problema di tale portata; allo stesso tempo si deve garantire il diritto di accesso alle risorse, ovvero garantire la possibilità di

spostarsi liberamente, prestando attenzione alla tutela dell'ambiente e alla equa ripartizione, tra tutti gli attori coinvolti nel processo, di costi e benefici associati alle decisioni.

La soluzione ai problemi generati dalla mobilità non può venire perciò da un unico strumento tecnico, ma piuttosto da una combinazione bilanciata di soluzioni ed interventi in grado di gettare le basi per lo sviluppo sostenibile dell'ambiente urbano. Le alternative e le combinazioni possibili sono numerose, e possono portare a risultati simili, il problema si sposta quindi da tecnico (individuazione delle alternative) a politico (scelta e realizzazione dell'alternativa).

Le leve per la gestione della mobilità

I Policy maker hanno oggi a disposizione numerosi strumenti per affrontare e combattere il problema del traffico. La scelta spazia da politiche "soft" come il Mobility Management caratterizzate da un rapporto Costo-Efficacia estremamente vantaggioso, passando per le soluzioni tecnologiche spesso intermedie tra misure "hard" e "soft", fino ad arrivare alle infrastrutture, misure "hard" per definizione.

E proprio dalle infrastrutture inizieremo la nostra breve descrizione del mix di interventi applicabili alla gestione del traffico.

Infrastrutture: consistono in nuove strade, autostrade, gallerie, sottopassaggi, ponti o in modificazioni e adattamenti di infrastrutture esistenti. Hanno come caratteristica il fatto di diluire il traffico esistente, ma se costruite in aree già molto congestionate la loro efficacia si riduce, a causa della rapida saturazione¹, e con essa la loro accettabilità sociale. Ultima caratteristica è che a fronte di un ingente investimento iniziale offrono i loro benefici per un periodo di tempo duraturo.

Interventi sugli autoveicoli: le misure con cui è possibile intervenire sui veicoli, siano essi pubblici o privati, riguardano essenzialmente la riduzione dell'impatto ambientale, grazie all'innovazione tecnologica, tramite motori sempre più efficienti e propulsioni alternative, riducendo così l'intensità delle emissioni per km percorso. Un'altra alternativa è l'introduzione di mezzi specificamente dedicati all'ambiente urbano che oltre ad un minor impatto ambientale hanno il beneficio di avere misure ridotte ottimizzando così lo spazio occupato.

Trasporto Pubblico Locale (TPL): Il miglioramento del livello di servizio, per capillarità e frequenza del TPL è una delle misure preferite dai policy maker, nonostante il costo di impianto significativo, in quanto un TPL efficiente è probabilmente lo strumento più efficace per modificare la domanda di mobilità riducendo la pressione dei mezzi privati sull'ambiente urbano. Come ricordato pocanzi anche sui mezzi di trasporto pubblico sono in corso

¹ Paradosso di Braess: un'azione atta ad accrescere l'offerta di mobilità nel lungo periodo peggiora la congestione anziché migliorarla; il traffico tende sempre a crescere fino a (più che) compensare la nuova capacità raggiunta.

significative ricerche per migliorarne le caratteristiche tecnologiche e la flessibilità.

Regolazione e Controllo dei flussi di traffico: le politiche di regolazione e controllo del traffico urbano sono efficaci se collegate e concertate con altre misure. Infatti, all'introduzione di misure come i semafori intelligenti o le rotonde alla francese è necessario affiancare una revisione dei flussi di traffico nell'area di intervento. In caso contrario il rischio è che a fronte di un investimento non trascurabile i benefici ottenibili siano marginali.

Sistemi Innovativi di Mobilità: si caratterizzano per il raggruppamento di soluzioni tecnologiche ed organizzative innovative, volte ad estendere o rendere maggiormente flessibile la fruizione di soluzioni per la mobilità come il servizio di noleggio ad ore di automobili (Car-Sharing), la condivisione di posti liberi a bordo di auto private attraverso internet (Car Pooling) oppure nel dotare i mezzi del TPL della flessibilità propria di un servizio come il taxi attraverso la creazione di servizi a chiamata (Dial-a-ride) per soddisfare una domanda di mobilità sempre più frammentata e in prospettiva sempre meno dipendente dall'auto privata.

Restrizione/Value Pricing: in questa categoria ricadono tutte le misure volte a limitare la mobilità in determinate aree, come le Zone a Traffico Limitato (ZTL) o in determinati periodi, come le domeniche a piedi o ancora quelle soluzioni che si basano sul far pagare una tassa o una tariffa per accedere ad aree altrimenti limitate alla circolazione come le Congestion Charge che approfondiremo più avanti nell'articolo analizzando il caso di Londra.

Infomobilità: L'infomobilità è una delle più recenti alternative disponibili per la lotta al traffico, la loro intensità tecnologica le porta ad essere tra le soluzioni più innovative, i cui benefici sono ancora in parte da comprendere e analizzare. L'infomobilità infatti si occupa di fornire a chi è in movimento informazioni pertinenti, tempestive e aggiornate sulle condizioni della mobilità nell'area di interesse dell'utente. Gli strumenti più diffusi sono i pannelli a messaggio variabile, le paline elettroniche entrambi aggiornabili da remoto, e la fornitura di informazioni attraverso i *devices* mobili e internet.

Politiche accessorie: sono tutte quelle iniziative che se inserite a corollario di una politica sulla mobilità integrata permettono di ridurre ulteriormente, anche se ancora in modo marginale, i livelli di inquinamento e congestione nelle nostre città. Esempi di politiche accessorie sono il Telelavoro, la definizione di orari di apertura differenziati per negozi uffici e scuole e da ultimo, come sta avvenendo in alcune città all'avanguardia attraverso la creazione di piattaforme di city-logistics per la distribuzione delle merci in città, ad orari predefiniti, con mezzi a basso impatto ambientale e che viaggiano al più alto tasso possibile di riempimento.

Tutti gli strumenti appena descritti sono già stati adottati con successo in diversi casi nazionali e internazionali e analizzati e approfonditi in numerosi siti web, alcuni dei quali sono riportati nella nota [4] [5].

Il Congestion Charging: Londra-Milano

L'esempio più studiato di applicazione del congestion charging è rappresentato dal caso di Londra. L'introduzione di questo strumento è avvenuta nel febbraio del 2003 dopo una fase di studio approfondito della strategia di gestione del traffico e di consultazione pubblica.

L'area soggetta alla tariffazione è quella interna all'Inner Ring Road, per complessivi 21 km² e 174 punti di accesso (varchi).

La tassa di 8 sterline, giornaliera e feriala, deve essere corrisposta da tutti i veicoli privati, con almeno quattro ruote, che entrano nell'area regolamentata tra le 7 e le 18.30 e dà diritto a un numero illimitato di accessi nel giorno di pagamento.

Al fine di garantire la mobilità delle persone, ovvero l'accesso alle risorse, sono state previste una serie di agevolazioni per residenti, taxi, veicoli speciali (mezzi dei servizi pubblici, autoveicoli per i disabili e per autoveicoli elettrici, a GPL, gas naturale ed ibridi iscritti).

Come già accennato in precedenza, l'adozione di un simile strumento deve essere accompagnata da altri interventi aventi il fine di aumentare l'accettabilità sociale della soluzione, che ad oggi rappresenta una delle principali criticità. In particolare è stato potenziato il sistema di trasporti pubblici, introducendo anche tariffe differenziate su base oraria, è prevista la creazione di una rete di 900 km di piste ciclabili urbana entro il 2010, e saranno realizzati cospicui interventi per la pedonalizzazione di diverse aree secondo il piano della mobilità pedonale approvato nel 2004.

Questa combinazione di interventi ha permesso di ottenere risultati molto positivi sia sotto il profilo della riduzione del traffico (riduzione della congestione del 30%, diminuzione del 39% degli spostamenti veicolari, crescita del 29% degli spostamenti in bicicletta e del 40% degli spostamenti con i trasporti pubblici di superficie) sia sotto l'aspetto dell'accettabilità sociale dove il 68% dei residenti di Londra, non solo interni all'area, giudica positivo o comunque non negativo l'intervento.

L'Agenzia Milanese Mobilità e Ambiente ha pubblicato nel 2002 uno studio, commissionato dall'amministrazione del comune di Milano, volto a valutare una possibile applicazione del *road pricing* [6].

Lo studio fornisce delle prospettive circa la riduzione prevista del traffico, tuttavia, con riferimento a quanto pubblicato, si ha l'impressione che lo scenario a breve termine coincida con un'applicazione del road pricing più a fini finanziari che di sostenibilità. Lo schema di pricing risulta infatti strutturato in modo tale da non alterare in modo significativo le modalità di accesso alle zone centrali della città, stimando delle tariffe massime in linea con la disponibilità a pagare degli utenti. Questa modalità di approccio non favorisce l'accettabilità sociale dell'intervento, poiché di fatto rappresenta una nuova forma di imposizione fiscale, priva di ricadute sulla sostenibilità, e come tale viene percepita dai contribuenti. Va però detto che nel documento è illustrata la possibilità, in futuro, di aumentare le tariffe a fronte di un aumento dell'offerta di servizi pubblici, questa soluzione permetterebbe di modificare la domanda di mobilità degli utenti e di ottenere dei risultati concreti.

Recentemente è stata proposta una soluzione di implementazione di *congestion charge* a Milano, sulla base delle ipotesi avanzate dall'Agenzia Milanese Mobilità Ambiente, in grado di assecondare in parte le differenti disponibilità a pagare mediante una tariffazione progressiva per cordoni concentrici [7] [8]. Questo schema è in grado di generare, stando alle stime dell'autore, risorse nette molto vicine ai ricavi annuali dell'ATM derivanti dal trasporto passeggeri e superiori al doppio degli investimenti per il rinnovo del materiale rotabile [9].

Conclusioni

Alla luce di questa nostra breve analisi delle opportunità a disposizione per combattere il problema del traffico urbano è possibile rilevare come già oggi vi sia un'ampia scelta di strumenti a disposizione. I problemi esistenti riguardano però principalmente l'effettiva realizzazione delle misure stesse, frenate dalla bassa accettabilità sociale e dalla resistenza al cambiamento propria di tutte quelle situazioni che sono legate ad abitudini consolidate, come la modalità di viaggio per recarsi al lavoro o la modalità di trasporto delle merci. Ad aggiungersi a questa criticità, quando si utilizzano schemi innovativi e di mercato come il Congestion Charging vi sono ulteriori problemi propri di una scelta che può essere attaccata per le caratteristiche di iniquità dovuta all'aumentare del divario tra "ricchi e poveri" dove chi può permetterselo circola agevolmente in una rete meno congestionata, mentre la maggior parte della popolazione deve ricorrere ai mezzi di trasporto con la conseguente esclusione d'accesso ad alcune aree urbane scarsamente servite. Possiamo concludere perciò che per l'effettiva soluzione del problema oltre alle criticità appena elencate la Pubblica Amministrazione dovrebbe, in primo luogo, scegliere un mix di applicazioni soft e hard, combattendo la sindrome NIMTO (Not In My Term Of Office) così come hanno fatto molte amministrazioni pubbliche in Europa. Infatti tale sindrome vincola chi gestisce la comunità a privilegiare soluzioni a breve termine, che siano comprese nell'ambito del proprio mandato a governare, invece di impostare politiche e misure a più ampio respiro che permetterebbero l'avvio di una nuova logica nell'affrontare i problemi pubblici, estremamente complessi e difficilmente risolvibili senza una programmazione adeguata e un approccio sistemico. Tale sistematicità è necessaria per affrontare e risolvere tutti quei problemi tipicamente intersettoriali (di cui la mobilità è un chiarissimo esempio) che possono essere ricondotti alla sostenibilità: concetto forse astratto ma con ricadute assai concrete come il costante aumento del prezzo del petrolio che pone su cittadini e imprese pericolosi aumenti di spesa per muovere se stessi e i beni che producono.

Bibliografia

- [1] Newman P., Kenworthy J. (1999), "Sustainability and Cities: Overcoming Automobile Dependence", Island Press, Washington D.C., U.S.
- [2] Terradas J. (2001), "Ecologia urbana", Rubes Editorial, Barcelona, ES
- [3] Spangenberg, J.H. & Valentine, A. 1999. Indicators for Sustainable Communities. Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy. The Prism of sustainability.
<http://www.foeeurope.org/sustainability/sustain/t-content-prism.htm>
- [4] Progetto SMILE, rassegna delle iniziative in tema di mobilità nelle città Europee: www.smile-europe.org
- [5] EPOMM, Piattaforma europea del mobility management: www.epomm.org; World Business Council for Sustainable Development, approfondimenti sulla mobilità sostenibile: <http://www.wbcsd.org/templates/TemplateWBCSD1/layout.asp?type=p&MenuId=MTQ0&doOpen=1&ClickMenu=LeftMenu>
- [6] "Studio per l'introduzione del road pricing a Milano" <http://www.ama-mi.it/documenti/default.asp> -
- [7] Road Pricing: uno strumento di gestione del traffico urbano – Ipotesi per una congestion charge a Milano. A cura di M. Zambrini, Ambiente Italia S.R.L..
- [8] www.legambiente.org/TANews/news/data/uptextfiles/DossierCongestionCharge2006.pdf
- [9] ATM S.p.A. – Bilancio di sostenibilità e rapporto annuale 2004.
<http://www.atm-mi.it/ATM/Azienda/II+bilancio+sociale/>

Matteo Magnaghi, laureato nel 2004 in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio al Politecnico di Milano. Ha frequentato, nel 2005, il Master in Economia e Management dell'Ambiente presso l'Università Bocconi. Attualmente lavora presso BTicino SpA. È socio dell'associazione "e-Sempione ONLUS" (www.e-sempione.org).

Aldo Pozzoli, è laureato in Economia Aziendale all'Università Bocconi dove ha anche frequentato il Master in Economia e Management Ambientale. Dopo un'esperienza a Pechino per il Ministero dell'Ambiente, lavora presso MUOVERSI, di cui è ideatore e uno dei fondatori, società impegnata nella fornitura di soluzioni per la mobilità sostenibile, oggi incubata nell'Acceleratore d'impresa del Politecnico di Milano.

Un futuro per la mobilità dolce

Stefano Caserini

Leggendo il recentissimo rapporto *"Transport and the environment: facing a dilemma"*, pubblicato dall'Agenzia Europea dell'Ambiente, se ne ricava un quadro abbastanza desolante: il traffico merci e passeggeri aumenta in tutta l'Unione Europea, la crescita delle emissioni di gas serra da trasporti minaccia il raggiungimento degli obiettivi del protocollo di Kyoto dell'UE, il traffico stradale continua a prendere spazi di mercato, i trasporti rimarranno dipendenti dai prodotti fossili ancora per molto tempo.

Un' indicazione chiara che emerge è la seguente: *"Contrary to press reports, there is no single cure for transport related environment problems... Moving towards a more sustainable transport system requires an integrated approach. Problems should be considered well in advance and not just tackled at the end-of-pipe phase via emission regulation."* (EEA, 2006).

Niente di particolarmente nuovo, l'idea della ricetta dei molti ingredienti è già sentita da chi si occupa di mitigazione dell'effetto serra o di PM10. Tante sono le cose da fare, da cambiare: nel nostro modo di vivere, di consumare energia e beni, di abitare e di spostarsi.



Foto di S. Caserini

Vorrei brevemente parlare di una di queste cose da fare, muoversi di più con la propria energia muscolare, a piedi e in bicicletta. Mobilità dolce, viene chiamata oggi: una volta si chiamava mobilità lenta, ma ci si è accorti che le auto in città no vanno più veloci, se si considerano effettivamente tutti i tempi di spostamento. Non perché sia la soluzione, la strategia più importante; forse è quella con i maggiori *"co-benefits"*, ossia fa bene a tante altre cose oltre all'ambiente.

Prima di tutto la salute. I benefici sulla salute connessi con un po' di movimento a piedi o con l'uso della bicicletta non sono dovuti solo al miglioramento della qualità dell'aria. Secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità l'uso della bicicletta per spostamenti quotidiani può portare al dimezzamento del rischio di malattie cardiovascolari e di diabete negli adulti, alla diminuzione

dell'obesità, alla riduzione del 30 % del rischio di sviluppare ipertensione.

Il secondo *co-benefit* è il miglioramento delle nostre città. Se anche le auto andassero con l'acqua minerale e dai tubi di scappamento uscisse profumo di arrosto e petali di rose, una città sommersa dalle automobili non è una città bella, vivibile. Tutti siamo anche automobilisti, tutti abbiamo bisogno delle automobili, ma è eccessivo quanto abbiamo concesso alle esigenze del traffico, la quantità di spazi, di città, di territorio sacrificati al trasporto motorizzato. Per non dire della paura di attraversare la strada, di muoverci a piedi e in bicicletta perché la auto vanno troppo forte. Abbiamo regalato i marciapiedi e molte delle strade più belle delle nostre città alle automobili; anche fermarsi a salutare un persona in una strada di un qualsiasi quartiere residenziale è a volte scomodo, o a addirittura pericoloso, perché passano auto e camion.

Oggi, nel 2006, è importante non perdere altro tempo, partire subito con coraggio per perseguire l'obiettivo di una mobilità sostenibile, per riequilibrare i diritti di utilizzo delle strade, sia nel centro che nelle periferie, strada per strada.

Non bisogna inventarsi niente di nuovo, basta adattare alle situazioni italiane quanto le migliori città italiane ed europee hanno fatto o stanno facendo. Innanzitutto si possono limitare le velocità massime dei veicoli, facendo muoverli in modo più fluido, meno aggressivo e pericoloso per pedoni e ciclisti. E' questa una strategia abbastanza nuova per l'Italia. Spesso si pensa che per favorire l'uso della bicicletta servono solo piste ciclabili, percorsi protetti; invece la sicurezza può essere realizzata anche in altri modi, con zone con ridotte velocità dei veicoli. *"Moderazione del traffico"* o *"traffic calming"* in termini anglosassoni. Sono interventi utilizzati in tutta Europa: in Germania o in Svizzera è normale che nei centri storici e nelle vie residenziali ci siano zone 30, con le opportune porte di ingresso che portano volenti o nolenti i veicoli a ridurre le velocità .



Foto di S. Caserini



Foto di S. Caserini

Certo, la situazione italiana è scoraggiante. Non solo per la mancanza di iniziative a livello nazionale e regionale (solo qualche Provincia o qualche Comune hanno iniziato a volte ad affrontare seriamente il tema), per la distanza dalle numerose città europee di piccole, medie e grandi dimensioni in cui la bicicletta costituisce uno dei mezzi più utilizzati in ambito urbano (es: Copenhagen, Groningen, Münster, Vasteras, ecc.).

Nelle strade urbane in Italia sono concentrati il 42% dei morti ed il 72% dei feriti (questa concentrazione incidentale nelle aree urbane è un dato assolutamente anomalo rispetto alla media UE). Dato che pedoni e ciclisti percorrono principalmente strade urbane, è possibile calcolare che il 45% di tutti i morti nelle strade urbane è un ciclista o un pedone. Ogni anno perdono la vita in Italia circa 300 ciclisti e circa 11 mila rimangono feriti, numeri da primi posti in Europa. Pensate solo per un attimo al Giro d'Italia, con quel bel "grupponone" di maglie colorate. Ebbene l'equivalente di due "grupponi" del Giro perde la vita mentre si muove in biciclette ogni anno in Italia.

Ma qualcosa si sta muovendo anche da noi: chi oggi parla di mobilità sostenibile viene guardato in modo diverso anche solo di 5 anni fa, con più rispetto e a volte considerazione.

Anche le università milanesi hanno iniziato un progetto sulla mobilità sostenibile, e chi lo sa, magari far un po' di anni avremo un attraversamento pedonale per le centinaia di studenti che attraversano via Ponzio, o arriveranno parcheggi biciclette decenti per l'edificio 34.

Nel frattempo, buone passeggiate e pedalate.

Per approfondimenti:

www.fiab-onlus.it Sito della Federazione Italiana Amici della Bicicletta, un portale ricchissimo

<http://www.ecf.com/publications/index.htm>. Interessante rapporto della Commissione Europea sulla mobilità ciclistica

http://reports.eea.eu.int/eea_report_2006_3/en/tab_content_RLR

Stefano Caserini, laureato nel 1991 in Ingegneria Civile per la Difesa del suolo e la Pianificazione Territoriale, Dottore di Ricerca in Ingegneria Sanitaria e titolare dei corsi di "Ingegneria Sanitaria Ambientale" e "Reti di Monitoraggio Ambientale" presso il Politecnico di Milano, sedi di Lecco e Cremona. Dirige per ARPA Lombardia l'inventario emissioni in atmosfera della Regione Lombardia.

Corso di formazione permanente

IL PARTICOLATO FINE IN ATMOSFERA

Milano, 11 – 13 ottobre 2006

Organizzato da:
Dipartimento IIAR – Sezione Ambientale
POLITECNICO DI MILANO

Direttori del Corso
prof. Michele Giugliano, prof. Stefano Cernuschi

DESCRIZIONE DEL CORSO

Il Corso si propone di fornire un quadro aggiornato di tutti i principali aspetti del problema particolato fine: dai conclamati effetti sulla salute alle metodologie di indagine ed interpretazione dei dati, fino alle indicazioni per gli interventi praticabili. Saranno sviluppati in particolare i problemi messi in evidenza dalla rilevante componente secondaria del PM_{2,5}. Il Corso si avvarrà della presenza di due ricercatori statunitensi, riconosciute autorità internazionali nel settore, che riporteranno il punto di vista e le esperienze sviluppate già da lungo tempo negli Stati Uniti per gli aspetti di misura, caratterizzazione chimica, modellistica e strategia degli interventi. Una tavola rotonda finale, in cui interverranno gestori della qualità dell'aria a livello locale, regionale e nazionale, tenterà di raccogliere le fila delle indicazioni emerse dalle tre giornate per farne elementi di dibattito ma anche indicazioni per interventi concreti.

SVOLGIMENTO, QUOTA E MODALITÀ DI ISCRIZIONE

Il corso si svolgerà presso il Politecnico di Milano – Campus Leonardo, Aula S01. Per la giornata di giovedì 12 è prevista la traduzione simultanea degli interventi in lingua inglese.

La quota di iscrizione è di Euro 700,00 (quota ridotta per studenti e dottorandi: Euro 300,00; **sconto del 10% per i soci AIAT**), e dà diritto agli atti a stampa, ai coffee break ed ai buffet. La domanda di iscrizione, da redigere secondo il modello disponibile sul sito web (www.diar.polimi.it/amb), va indirizzata alla Segreteria, entro il 25 settembre 2006. Alla domanda va allegata la ricevuta del versamento della quota di iscrizione.

SEGRETARIA

Sig.na Laura Chinello
D.I.I.A.R., Politecnico di Milano
Piazza Leonardo da Vinci 32, 20133 Milano
Tel. 02 23996400 Fax 02 23996499
E-mail: laura.chinello@polimi.it

Biodiversità animale in ambiente urbano

Elisabetta de Carli

L'ambiente urbano e la sua biodiversità

Il tema "ambiente urbano", nonché lo sviluppo sostenibile delle città e la qualità della vita dei cittadini ha ormai assunto il ruolo di questione ambientale tra le più critiche. L'identificazione di queste problematiche ha portato alla definizione da parte dell'Unione Europea di una strategia tematica sull'ambiente urbano che è parte integrante del Sesto programma di azione comunitario in materia di ambiente "Ambiente 2010: il nostro futuro, la nostra scelta". Obiettivo globale di tale strategia è quello di migliorare la qualità e le prestazioni ambientali delle aree urbane e assicurare agli abitanti delle città europee un ambiente di vita sano, rafforzando il contributo ambientale allo sviluppo urbano sostenibile e tenendo conto nel contempo dei connessi aspetti economici e sociali. Molti dei cittadini europei sono fortemente impegnati nella tutela dell'ambiente e negli ultimi anni hanno iniziato a svolgere un ruolo più attivo a livello individuale in questo campo: tanti hanno cominciato a sforzarsi di cambiare il proprio comportamento personale e familiare, per esempio riciclando, acquistando prodotti ecologici e installando sistemi ad alta efficienza energetica nella propria abitazione. Meno diffusa è invece la coscienza che anche la città è un ecosistema e che esiste una biodiversità urbana che si regola con meccanismi analoghi a quelli che si innescano in altri tipi di ecosistemi. La città come ecosistema e la sua biodiversità sono uno dei temi promossi dall'Unità per l'Ambiente Urbano (*Urban Environment Unit*) del Programma per l'Ambiente delle Nazioni Unite (*UNEP - United Nation Environmental Programme*). A livello nazionale l'APAT (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi tecnici) coordina un progetto incentrato sulle aree urbane in cui uno dei temi chiave è relativo a "Natura e Reti ecologiche"

Dal punto di vista ecologico la città rappresenta uno tra gli ambienti più dinamici e le sue continue modificazioni costituiscono una delle caratteristiche più peculiari. La dinamicità di un ecosistema come quello urbano si traduce in una elevata eterogeneità e nella disponibilità in tempi molto rapidi di nuove nicchie ecologiche (il termine "nicchia ecologica" indica il ruolo di una specie in un ecosistema, ossia il suo modo di vivere e tutte le condizioni fisiche, chimiche e biologiche che ne permettono l'esistenza in quel particolare ambiente).

Tra i fenomeni più significativi correlati con questa inusuale disponibilità di spazi e "stili di vita" vi è l'inurbamento delle specie animali, in particolare della fauna selvatica.

Poiché le aree urbane nel nostro Paese occupano ormai aree grandi quanto quelle di molti ecosistemi naturali non risulta strano che queste siano state rapidamente occupate da un gran numero di specie. Gli ecosistemi urbani presentano una serie di fattori che facilitano la presenza di popolazioni animali. Tra questi i più importanti sono le condizioni climatiche relativamente migliori rispetto alle aree extraurbane, in quanto caratterizzate da una temperatura più elevata (in media 1-2° C in più

rispetto alle aree peri-urbane) oltre che da minore ventosità e umidità. L'elevata disponibilità trofica (rifiuti e cibo offerto dall'uomo), la costante presenza di acque di abbeverata, l'assenza delle attività venatorie e il minor numero di predatori, insieme all'elevato numero di siti idonei alla riproduzione, rappresentano senza dubbio altri fattori che permettono a diverse specie animali (Mammiferi, Uccelli, Artropodi, ecc.) di insediarsi nelle aree urbane e di abitarle in modo permanente.

La presenza di animali all'interno delle città è nota a tutti, almeno per quanto riguarda le specie più comuni, quali piccioni, gabbiani, merli, storni, cornacchie, ratti, topi, ecc.. Meno diffusa è la conoscenza sull'effettiva ricchezza della fauna che frequenta giardini pubblici, parchi urbani e tratti cittadini di fiumi. Eppure, indagini condotte sulla presenza di animali all'interno delle aree urbane hanno dato risultati spesso sorprendenti. Basti pensare che delle



Pipistrello nano (Foto di F. Farina)

500 specie di Uccelli presenti in Italia, 356 sono state osservate in modo più o meno regolare nelle città e che ben 193 vi nidificano. Anche per quanto riguarda i Chiroterri (pipistrelli) il

numero di specie che frequentano le città quale sito di rifugio o di caccia è molto elevato: delle oltre 30 specie presenti in Italia quasi la totalità può frequentare i centri urbani o le sue periferie.

Quali sono le specie in grado di colonizzare l'ambiente urbano?

Si è già sottolineato in precedenza come l'ambiente urbano sia caratteristico per la sua eterogeneità e per la rapidità dei cambiamenti che possono verificarsi: questi fattori determinano quali debbano essere i pre-adattamenti delle specie candidate a divenire urbane. In particolare le specie opportunistiche o onnivore sono avvantaggiate negli ecosistemi urbani, perché riescono a colonizzare habitat con nicchie ancora libere. In generale, gli animali che riescono ad adattarsi agli ambienti urbani sono quelli che possono definirsi "generalisti" per quanto riguarda l'alimentazione, dotati di flessibilità nelle scelte come il luogo per nidificare e che sono molto tolleranti al disturbo derivante da attività umane.

Esempi largamente conosciuti da tutti sono, ad esempio, il Piccione (*Columba livia*), il Passero d'Italia (*Passer italiae*), il Ratto nero (*Rattus rattus*), il Surmolotto (*Rattus norvegicus*) o il Topolino delle case (*Mus domesticus*). Si tratta di specie commensali dell'uomo, che grazie alle caratteristiche dell'ambiente urbano (diventato più caldo e luminoso con conseguenti modificazioni del foto e termoperiodo che favoriscono l'attività riproduttiva) e dei suoi cittadini (che offrono in modo più o meno volontario grandi quantità di cibo) sono caratterizzati da continui ed elevati incrementi numerici.

Come già accennato tra gli animali più diffusi in città vi sono molte specie di Uccelli e di pipistrelli: la facoltà di volare permette loro di superare con più facilità edifici, strade ed altre infrastrutture. Ed è proprio in questi due gruppi animali che vi sono gli esempi più interessanti di inurbamento. Sono ad esempio noti da tempo le "colonizzazioni" delle città, italiane e non, da parte dei rapaci: lo Sparviero (*Accipiter nisus*) è presente a Praga con una popolazione nidificante che oscilla tra le 60 e le 92 coppie su di una superficie di circa 220 km²; il Gheppio (*Falco tinnunculus*) è invece presente in modo stabile a Milano con oltre una decina di coppie; il Grillaio (*Falco naumanni*), specie considerata in diminuzione in tutto il suo areale riproduttivo al punto da venire inserita nella lista mondiale delle specie ritenute in qualche modo minacciate di estinzione, è probabilmente il caso più singolare nel panorama dell'avifauna urbana, visto che oltre il 90% della popolazione nidificante in Italia si concentra in 8 colonie ubicate in centri urbani di medie e piccole dimensioni (nella sola Matera nidificano circa 500 coppie che ogni anno involano oltre 1000 giovani); il Pellegrino (*Falco peregrinus*) nidifica in moltissime città (Bologna è tra le più citate per via di una *webcam* collocata dalla Polizia Provinciale in una nicchia al tredicesimo piano di un edificio della fiera dove una coppia nidifica dalla stagione riproduttiva 2005).

Ma perchè questa insolita invasione? Molte specie hanno scoperto che la città offre i suoi vantaggi. Gli ambienti artificiali costituiscono spesso dei buoni "surrogati" dei siti di nidificazione o rifugio: le cantine e i sottotetti diventano grotte per i pipistrelli, i centri storici ed archeologici diventano falesie per le specie rupicole, i lampioni diventano posatoi per diverse specie di Uccelli. Tra i vantaggi della città c'è anche quello di un minor disturbo da parte di eventuali predatori e, sebbene possa sembrare strano, di un minore inquinamento da parte di pesticidi che si può tradurre in una maggiore disponibilità trofica per le specie che si alimentano di insetti.



Vespertilio di Blyth
(Foto di P. Bonazzi)

Tra le specie che maggiormente si avvantaggiano di questa situazione ci sono senz'altro i pipistrelli. Originariamente legati alle cavità naturali, molte specie si sono adattate a vivere in ambiente urbano. Non è insolito che il Pipistrello albolimbato (*Pipistrellus kuhlii*) o il Pipistrello nano (*Pipistrellus pipistrellus*) trovino rifugio nei cassoni delle tapparelle, negli spazi ondaie o tra le tegole dei tetti. Si tratta di *roost* (rifugi) poco luminosi, spesso indisturbati, accessibili in volo dall'esterno e, molto importante nel caso di *nursery* (rifugi dove si riuniscono da decine a centinaia di femmine per mettere al mondo e svezzare i piccoli), estremamente caldi nei mesi di presenza dei piccoli. Inoltre la presenza in città di lampioni è, almeno per queste due specie, facile fonte di alimentazione: un singolo individuo mangia oltre 1500-2000 insetti ogni notte e trovare nuvole di insetti al di sotto dei fasci luminosi è di evidente aiuto. Oltre alle due citate, tipicamente nominate quando si parla di ambienti antropici, sono molte altre le specie di pipistrelli che sfruttano strutture edificate dall'uomo come rifugio. Nel sud Italia il Molosso di Cestoni (*Tadarida teniotis*),

abitante abituale di fessure nelle pareti rocciose, falesie e scogliere, trova rifugio negli interstizi degli edifici, prevalentemente a livello delle pareti esterne dei piani alti. Tra le specie di spiccato interesse per la conservazione vi sono ad esempio il Vespertilio maggiore (*Myotis myotis*) e il Vespertilio di Blyth (*Myotis blythii*) che formano spesso colonie miste nei sottotetti delle chiese e nei campanili. Gli esempi di convivenza tra pipistrelli e uomo sono molteplici e riguardano la quasi totalità delle specie, molte delle quali minacciate, in modo più o meno grave, di estinzione. Le temperature elevate della città sono per molte specie un importante fattore ambientale, soprattutto in inverno. Vi sono specie come il Pettiroso (*Erithacus rubecula*) che, sebbene nel periodo riproduttivo scelgano preferibilmente aree boschive pedemontane, in inverno si concentrano nelle aree di pianura mostrando elevate densità in città. Sono inoltre ben conosciuti i dormitori composti da



Gufo Comune
(Foto di M. De Orsi)

centinaia di individui che la Ballerina bianca (*Motacilla alba*), specie tipica degli ambienti aperti, forma in zone cittadine anche fortemente trafficate ed illuminate. Analoga è la situazione del Gufo comune (*Asio otus*) che ha stabilito un dormitorio di diverse decine di individui su alcuni alberi a Milano: durante il giorno gli individui si riposano in città, al crepuscolo si spostano in volo verso le aree della periferia per cacciare.

Fare conservazione dove la gente vive e lavora

Come già accennato, gli ambienti urbani possono ospitare specie e comunità importanti, offrendo rifugio ad elementi faunistici anche di spiccato interesse conservazionistico.

La scoperta di un'elevata biodiversità in un ambiente in gran parte artificiale e ritenuto povero di risorse, ha sollecitato numerosi studi e ricerche volte a descrivere le comunità sia animali che vegetali urbane, tenendo in considerazione il ruolo della presenza umana e in particolare le conseguenze che tale diversità biologica ha sulla qualità della vita dei cittadini. È infatti provato e noto che preservare e valorizzare le ricchezze naturali presenti nelle aree urbane contribuisce ad incrementare l'interesse e la consapevolezza dei cittadini nei confronti della natura e dei problemi ambientali.

Se da un lato si è iniziato a prendere coscienza dell'esistenza di una biodiversità urbana, dall'altro rimane ancora poco conosciuto il modo di gestire correttamente questa ricchezza, affinché non solo si conservi, ma anche possa migliorare. È evidente che misure di gestione efficaci per il mantenimento della biodiversità e la conservazione della natura richiedono innanzitutto delle buone basi conoscitive. Queste si basano normalmente su studi appositamente condotti su una grande varietà di ambienti, da quelli più naturali a quelli in cui le modificazioni antropiche rappresentano la caratteristica principale. Sono questi ultimi gli ambienti in cui le strategie di conservazione risultano più necessarie, ma paradossalmente i centri abitati, aree dove le modificazioni antropiche raggiungono la loro massima

espressione, sono stati generalmente esclusi da ogni tipo di studio e analisi.

Come sottolineato dall'APAT la proposta di miglioramento ambientale delle città in chiave ecosistemica esige la disponibilità di "informazioni" specifiche sulle diverse realtà ambientali locali e sulle loro reciproche correlazioni ecologico-funzionali. La necessità di buone basi conoscitive è ancora più ampia se si considera la necessità di identificare dei validi bioindicatori in grado di monitorare la qualità dell'ambiente in cui viviamo.

Gli studi relativi alla biodiversità nelle aree urbane sono aumentati soprattutto negli ultimi vent'anni. Per ciò che riguarda la fauna urbana, cioè l'insieme delle specie animali presenti all'interno delle città, i primi studi svolti in Italia risalgono agli inizi degli anni Ottanta; precedentemente la maggior parte degli animali delle città era considerata ospite occasionale. I primi studi riguardano soprattutto specie infestanti o di interesse igienico-sanitario (mosche, zanzare, topi, ratti, piccioni, storni, ecc.). Solo successivamente (fine anni Ottanta - inizio anni Novanta) l'ambiente urbano è stato definito come un vero e proprio ecosistema nel quale vivono molte specie selvatiche. Sono dunque comparsi i primi Atlanti, il cui numero è cresciuto con il passare degli anni. Inoltre, soprattutto per i Vertebrati, sono stati condotti diversi lavori sia su singole specie che su intere comunità cittadine. Il primo Atlante urbano italiano è quello degli Uccelli della città di Firenze pubblicato nel 1990 ad oltre dieci anni di distanza dal primo Atlante europeo, quello di Londra. Negli anni seguenti in molte delle città italiane, grazie all'entusiasmo di molti naturalisti e biologi, sono state condotte indagini particolareggiate soprattutto sull'avifauna. Si tratta comunque di basi conoscitive ancora largamente lacunose, sia per il fatto che questo tipo di studi è ancora relativamente giovane sia perchè nella maggior parte dei casi non sono disponibili risorse economiche che vadano a coprire, almeno in parte, i costi di un lavoro quasi completamente volontario. Inoltre viene spesso dimenticato il valore scientifico di tali indagini, che vengono considerate unicamente come lavori di carattere divulgativo.



Pettirosso
(Foto di M. De Orsi)

Dato che la maggior parte della popolazione vive nelle città, lo studio e la conservazione della biodiversità nell'ambiente più antropizzato diviene importante anche al fine di migliorare la qualità della vita. La flora e la fauna urbane sono infatti più accessibili rispetto a quelle delle aree naturali e quindi permettono alle persone un contatto più facile e rapido con animali e piante. La presenza di animali selvatici e piante spontanee

rappresenta poi un'occasione educativa ed istruttiva che procura benessere in relazione al bisogno di contatto con la natura. L'idea di coniugare conoscenza scientifica e educazione ambientale nei confronti dei cittadini è ad esempio alla base del progetto AVIUM (Atlante virtuale degli Uccelli di Milano) dove alla raccolta di dati da parte di esperti si unisce il tentativo di coinvolgere il cittadino nella "scoperta" di realtà, ai più, invisibili.

Un interessante tentativo di promuovere attivamente la conservazione della biodiversità in ambiente urbano viene dalla città di Londra che ha di recente promosso un apposito "Piano d'azione". Il piano prevede innanzitutto un censimento delle specie e degli habitat presenti nella città, quindi l'identificazione di quelle specie e quegli habitat "bandiera", che possano essere utilizzati quali indicatori della biodiversità locale, da sottoporre a monitoraggio. Per ciascuna specie e habitat identificati è stato redatto un piano d'azione particolareggiato che prevede, oltre che un continuo monitoraggio, misure di conservazione e di miglioramento attraverso la predisposizione di progetti pratici, attuabili in aree private e pubbliche preventivamente identificate, non solo dall'amministrazione ma anche dai singoli cittadini. Sono state identificate tre specie di Uccelli (Codiroso spazzacamino *Phoenicurus ochrurus*, Pellegrino *Falco peregrinus*, e la Passera domestica *Passer domesticus*) e tre tipi di habitat (parchi e cimiteri, muri e tetti, e sponde del Tamigi) su cui si stanno ora incentrando i monitoraggi e le misure di gestione.



Falco Pellegrino
(Foto di M. De Orsi)

In Europa il Piano d'azione per la biodiversità di Londra è il primo esemplare approccio coordinato alla salvaguardia e alla promozione della biodiversità cittadina. La speranza è che numerose città seguano l'esempio londinese e che le amministrazioni pubbliche e i cittadini riescano in futuro a lavorare insieme per la conservazione della natura là proprio dove la gente vive e lavora.

Per approfondimenti:

www.areeurbane.apat.it

www.avium.it

www.redlist.org

Elisabetta de Carli, lavora per FaunaViva (www.faunaviva.it), associazione che promuove e svolge attività scientifiche finalizzate alla conservazione del patrimonio naturale. Si occupa in particolar modo di pianificazione gestionale delle aree di Rete Natura 2000, monitoraggi biologici (in particolar modo avifauna e chiroterofauna), consulenza ambientale e faunistica nell'ambito di Studi di Incidenza e di Impatto Ambientale. Gestisce inoltre gli aspetti faunistici della realizzazione di progetti finanziati dalla UE (LIFE, InterReg), sia in fase di stesura che in fase operativa. (e.decarli@faunaviva.it)

Studio preliminare al piano della qualità dell'abitare del comune di Senago - Analisi qualitativa delle prestazioni energetiche dell'ambiente costruito

Paola Caputo

Sempre più frequentemente accade che gli enti pubblici si facciano promotori di scelte, più o meno efficaci e fortunate, anche di carattere volontario, finalizzate allo sviluppo sostenibile urbano.

In tale ambito si inserisce anche l'intenzione mostrata dalla Pubblica Amministrazione di Senago, un comune dell'interland milanese, di dotarsi di strumenti nuovi per il miglioramento della qualità dell'ambiente e per la promozione dello sviluppo sostenibile urbano. Tale idea nasce come diretta conseguenza dell'aver compreso ed evidenziato la necessità di rendere trasparenti ed omogenei tra loro i diversi piani e programmi vigenti e di creare elementi di comunicazione tra questi. Inoltre, tale intenzione fa riferimento anche ad una serie di desideri propri dei cittadini e recepiti, a valle di numerosi momenti di ascolto, dall'Amministrazione. Si riscontra, ad esempio, il desiderio di instaurare meccanismi di progettazione/pianificazione partecipata, di poter cogliere ed ottimizzare le eventuali opportunità di sviluppo socio-economico e di miglioramento ambientale, di avere una fotografia dello stato di fatto dell'abitare, di valorizzare il concetto di qualità dell'abitare, intrinsecamente legato alla percezione che il cittadino in prima persona ha del territorio e del contesto in cui vive.

Senago ha così individuato in uno strumento chiamato Piano della Qualità dell'Abitare (PQA), l'elemento di supporto per lo sviluppo sostenibile e l'elemento di coordinamento dei diversi interventi a scala urbana, di quartiere e di edificio. Poiché il PQA è uno strumento di carattere volontario e non ancora ufficialmente codificato, l'Amministrazione ha ritenuto opportuno dapprima procedere ad uno studio preliminare, per il quale si è avvalsa anche di una consulenza scientifica esterna qualificata, utile anche a supportare la fase di maturazione della partecipazione dei diversi attori coinvolgibili (amministratori, tecnici e funzionari, imprenditori, fruitori, cittadini). Da qui prende origine lo Studio Preliminare al PQA, redatto da alcuni ricercatori del Dipartimento BEST del Politecnico di Milano con la collaborazione del personale tecnico del Comune. Lo studio, che ha preso avvio da diversi momenti d'interlocuzione con tecnici ed amministratori del Comune, finalizzati alla costruzione di un quadro conoscitivo di partenza del territorio comunale e all'elaborazione di una metodologia di lavoro, si articola in cinque parti: la prima di carattere introduttivo; la seconda sul tema della partecipazione; la terza sulla messa a sistema di piani, programmi e dati, finalizzata alla restituzione di un quadro conoscitivo il più possibile completo e aggiornato; la quarta, nucleo centrale del lavoro, ad alto contenuto informativo e innovativo, contenente i risultati dell'analisi tramite indicatori ed infine la quinta, contenete le indicazioni preliminari sugli ambiti di intervento prevedibili sulla base di conoscenza sviluppata e delle considerazioni sui risultati ottenuti. Concretamente, il primo passo dello

studio è stato rivolto all'analisi dello stato di fatto attraverso il reperimento e la lettura accurata di piani e programmi in vigore e in corso di definizione, di dati demografici e di risultati di sopralluoghi fatti per colmare eventuali lacune o acquisire nuovi dati. Tale fase ha comportato un forte coinvolgimento degli Amministratori e dei tecnici del Comune. Si è proceduto poi alla restituzione e analisi di documenti e risorse esterne utili all'elaborazione di una metodologia di lavoro adeguata, sufficientemente trasparente e ripercorribile, e all'individuazione di strumenti utili alla restituzione e rappresentazione dei risultati.

La metodologia di lavoro proposta ha compreso un'analisi dello stato di fatto della qualità dell'abitare a Senago tramite indicatori opportunamente selezionati. La definizione di un set di indicatori sufficientemente attinenti alle condizioni del territorio senaghese e agli obiettivi di miglioramento della qualità dell'abitare ha rappresentato un compito complesso: si è proceduto dapprima alla definizione di un set preliminare per sistemi, facendo ricorso alle banche dati e ai riferimenti più adatti allo scopo; successivamente, vi sono stati diversi momenti di confronto con il Comune e, dopo ulteriori chiarimenti, ricerche e modifiche, si è pervenuti alla definizione di un set più preciso e mirato, in grado di includere le reali esigenze espresse dagli Amministratori e i possibili effetti dei piani e programmi in corso. Nella definizione del set si è fatto riferimento sia ad indicatori standard, utili, in generale, a monitorare la situazione ambientale complessiva, a comparare realtà territoriali diverse, a stabilire indirizzi d'azione che a specifici indicatori locali, utili a valorizzare le peculiarità del territorio senaghese. Tali indicatori sono stati formulati *ex novo* e per questo chiamati *user defined*. La scelta degli indicatori *user defined* è stata confermata anche da sondaggi informali scaturiti in occasione dei momenti di partecipazione. Per garantire sufficiente trasparenza e ripercorribilità, ad ogni indicatore è stato assegnato un codice utile ad identificare univocamente l'indicatore, la fonte di riferimento e, nel caso di indicatori *user defined*, il processo di generazione dell'indicatore. Il set definitivamente proposto si compone 27 indicatori, ripartiti nei 6 sistemi Ambiente, Territorio, Mobilità, Società, Economia e Salute; gli indicatori *user defined* rappresentano circa il 35% del set, a conferma del fatto che la metodologia adottata sia accuratamente modulata sulla realtà territoriale in esame e rispondente alle domande dell'Amministrazione, rappresentante e testimone delle esigenze dei cittadini.

Uno degli aspetti indagati con maggiore attenzione nello studio è quello relativo all'ambiente costruito. Si è cercato di analizzare, almeno qualitativamente, il livello di prestazione energetico-ambientale del patrimonio edilizio. Con buona approssimazione, la condizione rilevata può essere considerata rappresentativa, oltre che della realtà del Comune in analisi, dello stato dell'arte dei comuni medio-piccoli del Nord Italia. Per fare ciò, un'analisi

preliminare dei consumi di energia primaria per riscaldamento e di elettricità è stata incrociata con dati statistici sul costruito. Sulla base delle elaborazioni condotte (molto difficili a causa della scarsa reperibilità di dati omogenei), si rileva un consumo energia primaria per riscaldamento di edifici pubblici e privati molto elevato; il consumo di elettricità si assesta su valori più ragionevoli, nonostante si possa intravedere un largo margine di intervento in termini di uso più razionale dell'energia negli edifici pubblici. Analizzando il patrimonio edilizio, si è rilevato che questo è costituito per il 95% da edifici realizzati prima del 1991 (anno di emanazione della Legge 10/91), per più del 50% da edifici con più di 30 anni, presentando il valore più alto nella classe di edifici realizzati tra il 1946 e il 1961. Si tratta indubbiamente di edifici caratterizzati da involucri di cattive prestazioni energetiche. Gli importanti consumi di gas per riscaldamento imputabili alle grandi dispersioni termiche attraverso gli involucri degli edifici sono riconducibili anche all'alto rapporto superficie/volume, come è possibile constatare considerando il dato statistico relativo al numero di piani che costituiscono gli edifici: si rileva infatti che il 70% degli edifici ha meno di 3 piani fuori terra. Le pessime prestazioni energetiche degli edifici trovano conferma anche in un documento sullo studio delle emissioni relativo all'anno 2000, ove si rileva un contributo importante degli impianti di riscaldamento sia in termini di peggioramento della qualità dell'aria che in termini di incremento dell'effetto serra (secondo tale studio, gli impianti di riscaldamento civile contribuirebbero alle emissioni di CO₂ per il 49%, alle emissioni di N₂O per il 43%, alle emissioni di NO_x per il 18%; % rispetto al totale emesso sul territorio di Senago, su base annua).

A tal proposito, è rilevante ricordare che il 95% dei consumi energetici per riscaldamento, acqua calda per usi domestici, condizionamento, illuminazione e ventilazione degli edifici europei è imputabile agli edifici costruiti prima del 1980. Per raggiungere gli obiettivi del Protocollo di Kyoto oltre che i requisiti imposti dalla nuova normativa europea, nazionale e regionale è necessario migliorare le prestazioni energetiche di tali edifici (la Direttiva Europea sull'efficienza energetica in edilizia, recepita in Italia con il Decreto Legislativo 192/2005, fa esplicito riferimento alla riqualificazione del patrimonio esistente). La Pubblica Amministrazione dovrà pertanto adottare criteri, metodi e strumenti di supporto alla pianificazione conformi alla nuova normativa e a provvedere alla gestione e al monitoraggio della qualità energetica degli edifici che insistono sul proprio territorio, programmando anche strategie di riqualificazione sia su ampia scala che rivolti al proprio parco edifici.

Lo studio preliminare avrà come naturale completamento il POA vero e proprio, ove verranno definiti gli obiettivi da perseguire nel breve, medio e lungo termine e la traduzione degli obiettivi in azioni concrete. Tale fase, molto delicata, richiederà un'intensa attività di analisi delle risorse disponibili e attivabili, di modellizzazione/simulazione degli interventi, di previsione delle conseguenze, delle ripercussioni, dei risultati e degli effetti dei diversi interventi, finalizzata, in primo luogo all'ottimizzazione dei medesimi.

E' inoltre immediato prevedere relazioni tra il POA e altri strumenti rappresentati da Piani e Programmi finalizzati

alle gestione dell'ambiente naturale e costruito, come Piano del Governo del Territorio, Regolamento Edilizio, Piano dei servizi, Piani attuativi, programmi di espansione, trasformazione, ripristino ecc. Pertanto, è auspicabile che lo Studio Preliminare al POA possa rappresentare un importante strumento di supporto anche per l'elaborazione e la revisione dei Piani e Programmi citati, nella direzione di un miglioramento concreto dell'ambiente naturale e costruito.

Paola Caputo, laurea in Ingegneria Ambientale e Dottorato in Energetica al Politecnico di Milano. Consulente presso l'Istituto di ricerche Ambiente Italia dal 1998 al 2001. Ricercatore e docente di Fisica Tecnica al Politecnico di Milano, ha svolto ricerche sui temi: rifiuti, biomasse, fisica degli edifici, integrazione di fonti rinnovabili in edilizia, uso razionale delle risorse energetiche a scala di edificio e di territorio, metodi didattici innovativi per l'introduzione dell'ecologia nella progettazione architettonica. Autore di pubblicazioni presentate a convegni internazionali e su riviste scientifiche.



21, 22, 27 e 28 Novembre 2006

Nuovo corso di formazione AIAT

**RISPARMIO ENERGETICO
NEGLI EDIFICI:
PRINCIPI, NORMATIVA E PRATICA**

4 giornate full-time su:
normativa cogente alla certificazione
edilizia
fonti rinnovabili
autocostruzione di pannelli solari

Il programma definitivo verrà diffuso
prossimamente sulla mailing list dei
soci AIAT e sul sito
www.ingegneriambientali.it

Ambiente urbano e consumi energetici

Marco Martorana

Da circa un anno a questa parte si assiste ad un rinnovato interesse per la tematica del risparmio energetico nel settore civile: l'attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico in edilizia sta coinvolgendo i professionisti del settore, le pubbliche amministrazioni e gli operatori economici del settore, e sta riscuotendo interesse anche nella cosiddetta società civile (complici l'aumento contingente del prezzo dell'energia e la spinta di altri strumenti quali ad es. il sistema di incentivazione del fotovoltaico tramite "conto energia")

Il tema del controllo degli impatti determinati dall'intero ciclo di vita degli edifici civili, ed in particolare dai consumi di energia di origine fossile (petrolio, gas, carbone), si è imposto come una priorità assoluta nell'ambito della discussione sulla sostenibilità dei processi di urbanizzazione del territorio nazionale.

L'aspetto dei consumi energetici in ambiente urbano è caratterizzato da due dimensioni collegate: il primo ambito riguarda i flussi di energia tra gli edifici e l'habitat, che provocano le cosiddette isole di calore, ovvero fenomeni di aumento delle temperature nelle aree urbane, rispetto alle temperature nelle aree a bassa densità di costruzioni.

La dimensione del fenomeno è quindi di tipo territoriale e viene affrontata applicando i principi della bioclimatica considerando fattori ambientali come il microclima, la vegetazione, la presenza di acqua, ecc, e fattori tipologici come il layout dell'insediamento, la forma e l'orientamento degli edifici, le interazioni con la radiazione solare e il vento locale.

Un secondo aspetto riguarda i consumi energetici specifici dell'involucro edilizio e dei suoi impianti, che vengono tradotti nelle statistiche energetiche nazionali attraverso stime di consumi di energia primaria per usi civili (residenziale + terziario), che nel 2005 sono stati di ca. 46 Mtep (di cui due terzi per edifici residenziali), a fronte di un fabbisogno nazionale di ca. 199 Mtep.

A livello europeo si stima che le fasi di costruzione, ristrutturazione degli edifici e la loro gestione comportino un consumo di energia in termini primari superiore al 40% del fabbisogno totale.

Inoltre, mentre il fabbisogno nazionale di energia primaria cresce dell'1% all'anno, i consumi primari del settore civile aumentano più del doppio.

Tale aumento è legato in particolare al mix di vettori energetici impiegati, su cui pesa sempre più la percentuale di elettricità usata nelle nostre case, caratterizzata da bassi rendimenti di produzione e distribuzione, e che è passata dal 11% nel 1971 al 26% nel 2000, ed è sicuramente aumentata in rapporto alla diffusione dei condizionatori elettrici degli ultimi 5 anni.

La necessità di contenere i consumi del settore civile è tra l'altro resa più urgente dalla possibilità di ottenere, attraverso l'applicazione di politiche energetiche di limitato impatto economico e già formalizzate, un risparmio dei consumi e delle relative emissioni di circa il 20% (vedi tabella 1).

In Italia la legislazione sul contenimento dei consumi energetici degli edifici ha 30 anni: la prima legge n. 373/1976 dava importanza unicamente all'isolamento termico, la legge n.10/1991 e i decreti attuativi hanno introdotto il concetto di fabbisogno di energia primaria, il Dpr 412/1993 ha imposto il rispetto di fabbisogni normalizzati teorici (il FEN).

Tabella 1 - Quadro riassuntivo di valutazione dei risparmi energetici per alcuni interventi standardizzati (Fonte Isoleitrecentosessantagradi, novembre 2003)

Tecnologia	Unità	Risparmio (10 ⁻³ tep/unità/anno)
Lampade fluorescenti compatte	1 lampada	14,60
Scaldacqua elettrico => a gas	1 sc. acqua	107,00
Caldaia 4 stelle		
<i>Riscaldamento</i>	1 caldaia	11,00-80,00
<i>Riscaldamento e ACS</i>	1 caldaia	37,00-105,00
Scaldacqua fgas => scald. A gas più efficiente	1 sc. acqua	63,00
Vetri semplici => vetri doppi		
<i>Abitazioni</i>	1 m ²	2,00-23,00
<i>Uffici</i>	1 m ²	2,00-19,00
<i>Ospedali</i>	1 m ²	4,00-27,00
Fotovoltaico	1 kWp	197,43-407,44
Solare Termico		
<i>Integrazione elettrica</i>	1 m ²	122,00-269,00
<i>Integrazione gas/gasolio</i>	1 m ²	61,00-134,00

Nel 2005 infine è stato approvato il decreto legislativo n.192 di attuazione della direttiva 2002/91/CE, in cui sono riposte molte speranze deluse dalla mancata efficacia delle norme precedenti².

Il problema degli elevati consumi del settore è strettamente correlato alla natura del parco edilizio nazionale, costituito per più del 60% da edifici costruiti prima del 1976, quindi con isolamento dell'involucro è di scarsa qualità.

Il totale delle abitazioni in Italia supera i 28 milioni di unità, mentre gli edifici non abitativi sono circa 2 milioni; dal 2001 ad oggi sono state costruite più di 600.000 nuove abitazioni.

In realtà la fase veramente "energivora" di un'abitazione non è rappresentata dall'edificazione: la costruzione di un appartamento impiega mediamente 5-6 tep, mentre i consumi di un appartamento per il solo riscaldamento nell'arco della sua vita utile (50 anni) sono pari a ca. 50 tep/anno.

Tali consumi potrebbero essere ridotti innanzi tutto isolando meglio gli edifici: in Italia il consumo procapite di isolante è mediamente la metà di quello spagnolo e un quinto di quello francese, con perdite d'energia considerevoli (vedi figura 1).

² Per dare un'idea dell'effetto dell'evoluzione normativa si consideri che il limite prescritto dal Dlgs 192/2005 nella zona climatica E (2400 GG) per edifici con rapporto S/V = 0,3 è di circa 60 kWh/m2anno per edifici nuovi per il solo riscaldamento. Gli stessi edifici ante legge 373/76 hanno fabbisogni di ca. 140 kWh/m2anno.

Il recente D.Lgs 192/2005 ha il merito di fissare più elevati livelli di isolamento termico degli edifici, di promuovere l'utilizzo di impianti e apparecchiature a maggior rendimento, di prevedere una certificazione energetica obbligatoria per i nuovi edifici e di razionalizzare i controlli sugli impianti termici.

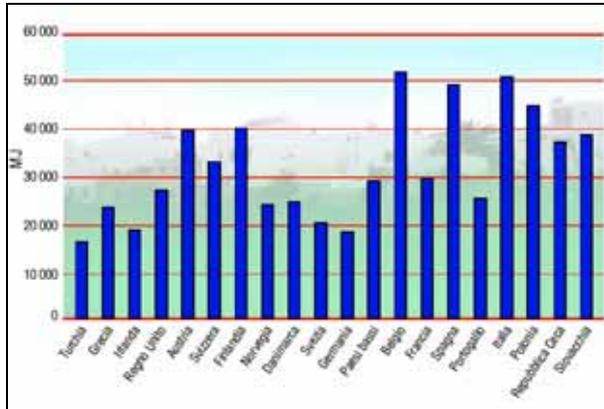


Figura 1 - Perdite di energia all'anno per casa (fonte EURIMA)

Tali disposizioni si applicano ad edifici di nuova costruzione e in caso di ristrutturazione completa di edifici di superficie utile superiore a 1000 metri quadrati e prevedono il rispetto di specifici parametri e livelli prestazionali; inoltre prevede disposizioni anche negli altri casi di ristrutturazione di edifici, nell'installazione e nella ristrutturazione degli impianti termici e nella sostituzione dei generatori di calore indipendentemente dalle dimensioni degli edifici e dall'importanza delle ristrutturazioni.

Per quanto riguarda l'aspetto più importante dei consumi energetici degli edifici, il riscaldamento invernale (pari a ca. il 70% dei consumi complessivi), il decreto interviene sull'isolamento termico degli edifici attraverso l'evoluzione dei parametri di calcolo dei consumi; mentre la legge 10/91 e il DPR 412/93 richiedevano il calcolo del coefficiente volumico di dispersione per trasmissione Cd (misurato in $W/m^3 \cdot K$), il Dlgs 192/05 non impone alcun limite alla dispersione media specifica dell'involucro, mentre pone un limite di fabbisogno di energia primaria (EPI) relativo alla sola climatizzazione invernale (misurato in $kWh/m^2 \cdot anno$), fornisce tabelle di riferimento per la trasmittanza limite delle superfici dell'edificio, impone un limite di rendimento globale medio stagionale dell'impianto termico.

I calcoli per la climatizzazione invernale fanno riferimento alle norme tecniche nazionali dell'UNI, mentre il CEN sta sviluppando norme tecniche a supporto della Direttiva 2002/91/CE per il calcolo del fabbisogno di energia degli edifici per riscaldamento, per raffrescamento, per acqua calda sanitaria (ACS), per illuminazione, per sistemi alternativi per riduzione di consumi di energia e per le linee guida per la certificazione energetica.

In particolare, per la climatizzazione invernale e la preparazione di acqua calda per usi igienico - sanitari, il Comitato Termotecnico Italiano ha pubblicato nel 2003 la Raccomandazione CTI 03/3 con i metodi di calcolo e di determinazione delle prestazioni degli edifici.

Le incertezze sui metodi di calcolo da adottare dovrebbero chiarirsi entro il 2006, quando sarà disponibile un quadro

normativo tecnico europeo completo, a cui farà riferimento la normativa tecnica nazionale, che a sua volta dovrà essere il riferimento per i decreti attuativi del D.Lgs 192/2005 relativi ai criteri di calcolo e requisiti minimi degli impianti e i criteri generali di prestazione energetica per edilizia convenzionata, pubblica e privata.

In ogni caso sono ormai molte le esperienze nazionali legate all'approccio prestazionale (in provincia di Bolzano, a Carugate, ecc) che ci permettono di avere un riferimento per i valori dei fabbisogni energetici (in $kWh/m^2 \cdot anno$) relativi alla climatizzazione invernale, classificabili come segue:

Tabella 2 - Classificazione energetica di edifici residenziali

Edifici convenzionali non corrispondenti alle normative sul risparmio energetico	220-250
Edifici convenzionali corrispondenti alle più recenti normative	80-100
Edifici a basso consumo energetico	30-50
Edifici passivi	< 15
Edifici a consumo energetico zero	0

Diverso il discorso per i consumi relativi alla climatizzazione estiva: la nuova Direttiva e il decreto 192/2005 non danno prescrizioni numeriche; viene previsto che, per tutte le categorie degli edifici,³ al fine di limitare i fabbisogni energetici e contenere la temperatura interna degli ambienti, si debba verificare che siano presenti efficaci elementi di schermatura delle superfici vetrate, esterni o interni, fissi o mobili, tali da ridurre l'apporto di calore per l'irraggiamento solare; inoltre viene imposto per le zone climatiche A, B, C e D un limite sulla massa superficiale delle pareti opache, verticali, orizzontali ed inclinate.

Eppure i consumi per il raffrescamento (con i più diffusi sistemi a compressione di vapore) non sono trascurabili: si stima un fabbisogno da 10 a 75 $kWh/m^2 \cdot anno$ per il settore residenziale e da 20 a 70 $kWh/m^2 \cdot anno$ per il settore terziario; tali consumi sono da confrontare con i consumi medi per ACS pari a ca. 20 $kWh/m^2 \cdot anno$ e per illuminazione/cucina, pari a ca. 30 $kWh/m^2 \cdot anno$.

Inoltre il fabbisogno energetico complessivo per il raffrescamento è destinato ad aumentare in relazione all'aumento delle vendite di *chillers*, in Italia come in Europa.

Tra i principali interventi per migliorare l'efficienza energetica - ambientale di un edificio, con riduzione del consumo di risorse di combustibile fossile e della relativa potenziale emissione di gas serra, grande importanza è data dal miglioramento dell'isolamento delle pareti opache e trasparenti.

A titolo di esempio si riporta quanto stimato dall'ANIT (Associazione Nazionale per l'isolamento Termico e acustico) per un edificio in zona climatica E (es. Milano): il miglioramento della trasmittanza U di una parete di 10 m^2 da 1 a 0,5 $W/m^2 \cdot K$ può portare ad un risparmio reale di più di 40 m^3 di metano ogni anno.

Per quanto riguarda gli interventi sulle superfici trasparenti nello stesso edificio, la sostituzione del vetro di

³ Ad esclusione degli edifici adibiti ad attività commerciale ed assimilabile, edifici adibiti ad attività sportive e degli edifici adibiti ad attività industriale, artigianale ed assimilabili.

una finestra da vetro semplice (4 mm) a vetrocamera (4-12-4), per una finestra di 2 x 2,4 m. può comportare un risparmio superiore ai 100 m³ di metano.

Gli extra costi calcolati dalla Provincia di Milano per ottenere un fabbisogno di riscaldamento inferiore a 50 kWh/m²-anno variano dallo 0,5% per edifici in torre a 3,8% per monofamiliari, come illustrato di seguito.

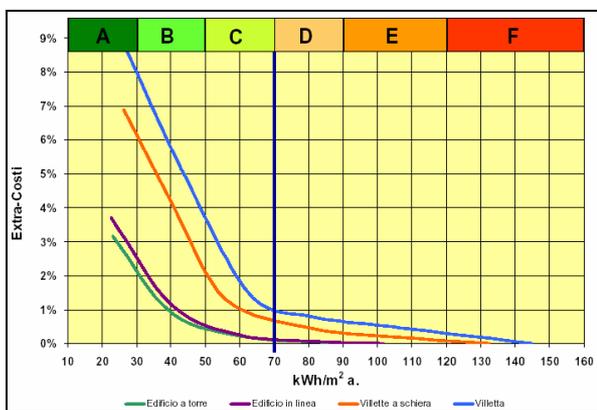


Figura 2 – Andamento fabbisogni di calore ed extra costi per il miglioramento dei tamponamenti (fonte S.Zabot, Provincia di Milano)

Nel miglioramento dell'isolamento vanno tenuti in ogni caso presenti i limiti all'incremento di spessore dell'isolante utilizzato, correlati all'aumento degli impatti ambientali connessi alla sua produzione: oltre una certa soglia si devono prevedere altre strategie di risparmio energetico.

Questo risulta evidente se si considera che, mentre un incremento dello spessore isolante nella fascia 0-5 cm porta ad un recupero degli impatti ambientali legati alla produzione di materiale isolante nell'arco dell'anno, lo stesso incremento nella fascia 10-20 cm viene recuperato in circa 10 anni. Questo discorso vale naturalmente anche per i benefici in termini di emissione di CO₂, come riportato nel grafico di seguito.

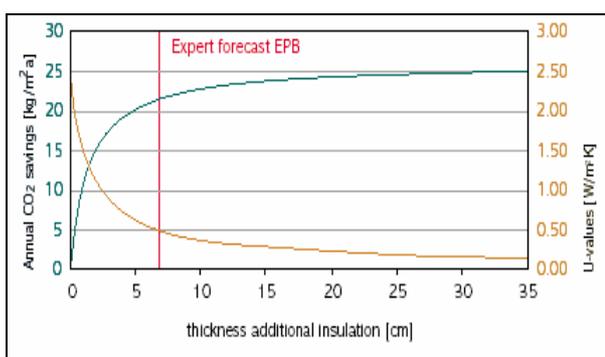


Figura 3 – Andamento della trasmittanza e dei risparmi di CO₂ con l'aumento dello spessore dell'isolamento in climi miti (fonte EURIMA-ECOFYS)

Un altro fattore da tenere presente, oltre alla riduzione della trasmittanza, è il fattore di sfasamento, ovvero il ritardo con cui si verifica la massima temperatura sulla superficie interna della parete rispetto alla superficie esterne e la limitazione di eventuali ponti termici strutturali e di forma, che possono causare fino al 30% della dispersione totale di calore.

Ulteriori benefici si possono ottenere dall'utilizzo di serramenti a bassa trasmittanza, il cui costo nel caso di nuova costruzione non è particolarmente elevato (circa 50 - 80 euro/m² di finestra comprensiva di infisso); i risparmi per riscaldamento variano mediamente dal 10% a 35%, in base alla maggiore presenza di componenti finestrate, e i tempi di ritorno variano tra 10 e 20 anni (inferiori al tempo di durata del serramento, maggiore di 30 anni).

L'abbinamento di vetri ad alta prestazione con schermature permette di ridurre anche il fabbisogno di raffrescamento nei mesi estivi di più del 10%, in rapporto all'estensione delle superfici vetrate; il loro costo è variabile tra 10 e 30 euro per m² di superficie trasparente da ombreggiare.⁴

La disposizione delle superfici trasparenti è determinante anche per una buona illuminazione naturale, che può evitare in diversi locali l'accensione del sistema di illuminazione per diverse ore al giorno, con risparmi dal 20% al 60% a seconda delle situazioni; il fattore medio di luce diurna (FDLm) dovrebbe essere maggiore al 2%.

Una superficie vetrata pari a circa il 20% del pavimento può fornire illuminazione adeguata fino ad una profondità di circa una volta e mezzo l'altezza della stanza.

In ogni caso i sistemi di illuminazione artificiale per interni andranno dimensionati secondo valori di riferimento intorno ai 10 W/m² di potenza totale installata (considerando lampada ed alimentatore), utilizzando lampade ad alta efficienza con alimentazione elettronica.

La progettazione dell'involucro può inoltre prendere in considerazione sistemi di sfruttamento dell'apporto solare più costosi e sofisticati, che prevedono l'aumento delle superfici captanti (es. serre, logge vetrate, muri di Trombe), con costi indicativi di 150-200 €/m² fino a oltre 700 €/m² per le verande solari.

Altri interventi sugli involucri prevedono la realizzazione di tetti ventilati che possono comportare, nella climatizzazione estiva, risparmi energetici anche superiori al 40%, a fronte di un costo indicativo di 40 €/m².

Altri interventi riguardano il miglioramento dell'efficienza degli impianti di riscaldamento, produzione acqua calda, condizionamento e ventilazione ed illuminazione.

L'uso di risorse energetiche nei sistemi impiantistici viene effettuato con efficienze variabili, che nelle migliori applicazioni residenziali può superare il 50%.

Tali valori possono essere raggiunti sia incrementando l'efficienza di conversione degli impianti, (sostituendo quelli tradizionali con caldaie a condensazione, pompe di calore, sistemi ad assorbimento, ecc), sia sostituendo combustibili fossili con fonti rinnovabili.

Per quanto riguarda il riscaldamento tramite caldaie ad alta efficienza, l'Italia ha grandi margini di miglioramento: sfruttando ad esempio la tecnologia a condensazione è possibile recuperare il calore dei gas di scarico: ogni 20 °C tolti ai fumi corrispondono a circa 1% di rendimento di combustione guadagnato, con un guadagno energetico da "calore latente" di circa 570 kcal per ogni kg di condensa prodotta. Purtroppo in Italia l'uso di questa tecnologia è ancora limitato a ca. il 3% di tutti gli impianti, contro il 17% della UE (dati 2002). Inoltre negli ultimi anni si sono

⁴ Per la scelta dei vetri si considerano il fattore solare g (che rappresenta la frazione dell'energia solare incidente che globalmente penetra nell'ambiente interno, variabile da 0,30-0,76), e il coefficiente di trasmissione nel visibile, (compreso tra 0,50 e 0,74); per la scelta dell'ombreggiamento si considera il coefficiente di ombreggiamento SC (compreso tra 0,58 e 0,95).

diffusi gli impianti autonomi rispetto agli impianti centralizzati, e questo ha comportato un ulteriore aumento dei consumi energetici.

L'aumento di efficienza delle caldaie permetterebbe di risparmiare fino a 3,1 Milioni di TEP /anno (pari a una riduzione di 8 milioni di tonnellate di emissioni di CO₂).

Da un punto di vista dei costi, il recupero del maggior costo di una caldaia a condensazione rispetto ad una caldaia tradizionale con efficienza 87% è compresa tra i 2 e i 7 anni, a seconda del fabbisogno termico dell'abitazione: da 10.000 kWh termici/anno per abitazioni di 100 m² dotate di un discreto isolamento, a 15.000 kWh termici/anno per quelle meno efficienti.

Ai fini del risparmio energetico è importante non solo la scelta della caldaia, ma soprattutto la progettazione dell'intero impianto di riscaldamento: l'abbinamento delle caldaie ad alta efficienza può essere fatto sia con pannelli radianti a bassa temperatura, sia con caloriferi tradizionali muniti di valvole termostatiche.

Nel caso di abbinamento con sistemi di riscaldamento a pannelli, essi comportano il vantaggio di cedere potenza termica per irraggiamento, quindi in maniera proporzionale alla quarta potenza della temperatura della sorgente; per riscaldare un ambiente per irraggiamento è quindi sufficiente elevare di poco la temperatura della sorgente rispetto alla temperatura dell'ambiente da riscaldare.

Inoltre le pareti radianti indirizzano il calore all'interno dello spazio e riducono drasticamente le temperature eccessive sulla parte alta delle pareti esterne e sul soffitto. Questo fatto porta a un risparmio di energia dal 20% al 30% in abitazioni normali, a fronte di un costo indicativo dei pannelli radianti di ca. 50 €/m².

Abbinando invece l'impianto a condensazione a radiatori con valvole termostatiche, è consigliabile l'utilizzo di pompe di circolazione a giri variabili: in questo modo viene regolata la temperatura di ritorno del fluido termovettore a valori bassi e compatibili con la condensazione dei gas, aumentando al contempo la temperatura di mandata e diminuendo la portata circolante (con risparmio sui consumi elettrici della pompa).

La possibilità di regolare mediante valvole termostatiche la temperatura interna degli ambienti permette di risparmiare il 7% di consumo di combustibile per ogni grado risparmiato, a fronte di un costo di ca. 70 € a valvola, con un tempo di ritorno di ca. 4 anni.

Un altro fattore di risparmio deriva dal controllo dell'intermittenza di funzionamento dell'impianto: una caldaia funziona ca. 2 minuti ogni 10 minuti, e l'intermittenza provoca dispersioni dal mantello; in alternativa si può far lavorare in maniera continuativa l'impianto per più ore, fornendo la stessa energia con potenza minore (quindi con caldaie di taglia inferiore).

Per il riscaldamento dell'acqua, i maggiori benefici si ottengono sostituendo gli scaldacqua elettrici (in Italia ca. 8 milioni) con caldaie a gas, meglio se integrate a collettori solari: il consumo energetico pro-capite per ACS può diminuire da ca. 5 kWh/giorno a meno di 1 kWh/giorno.

La Provincia di Milano ha calcolato che gli impianti solari termici in sede di progettazione costano ca. 350 €/m² (a fronte di ca. 700 €/m² su un edificio esistente), con un

pay back medio di 5,6 anni e un extra costo su 1.000 €/m² dello 0,5%.

Nel caso di installazione della sola caldaia a metano, essa costa fino a 900 € in più rispetto ad un boiler elettrico, ma il sovraccosto viene compensato dai risparmi nel corso della sua vita utile (equivalenti al costo di più di 3 boiler elettrici): il tempo di ritorno dell'investimento è di ca. 3 anni.

I benefici di edifici ben isolati e con impianti ben realizzati possono essere vanificati da abitudini non corrette di "gestione" dell'edificio: ad esempio, arieggiare i locali lasciando aperte le finestre in posizione inclinata può comportare perdite di calore di oltre i 4000 kWh/anno.

In alternativa possono essere utilizzati impianti di ventilazione meccanica per la fase di estrazione o d'immissione dell'aria. La ventilazione meccanica controllata (VCM) è consigliabile anche per motivi di salubrità degli ambienti: una famiglia di 4 persone genera da 5 a 15 kg/giorno di vapore, che vanno espulse insieme all'inquinamento indoor.

Tra le diverse tipologie di impianti VCM, sono consigliabili i sistemi a doppio flusso con recupero di calore nel Nord Italia e i sistemi idroregolabili nel Sud Italia, con costi indicativi da 500 a 1.200 € per abitazione.

Per quanto riguarda le possibili perdite di calore, la VCM è comunque energeticamente più efficace dell'apertura delle finestre; gli assorbimenti dei ventilatori sono minimi (tra 25 e 45 W per appartamenti standard).

In ogni caso, se si ipotizza una ventilazione regolata con un ricambio d'aria di circa 0,5 vol/h, le perdite si aggirano attorno ai 3.000 kWh/anno e scendono a circa 1.800 kWh/anno quando il tasso di ricambio viene ridotto a soli 0,3 vol/h. La VCM può anche essere abbinata a scambiatori di calore interrati per prelevare aria a T costante sia in inverno per il riscaldamento che in estate per raffrescare gli ambienti.

Gli scambiatori interrati vengono in genere utilizzati come sorgente d'energia di pompe di calore, in genere abbinati a impianti di riscaldamento a bassa temperatura.

La convenienza delle pompe di calore va valutata caso per caso e dipende innanzitutto dal coefficiente di prestazione COP, che in condizioni invernali è indicativamente pari a 3 (sistemi elettrici aria-acqua), 4 (geotermiche) e 4,5 (acqua-acqua).

Il costo indicativo di pompe di calore con impianto geotermico per riscaldamento, raffrescamento e produzione di ACS per un'abitazione di 100 m² è di ca. 20.000 €.

Interessanti possono essere anche le applicazioni con pompe di calore ad assorbimento di gas.

Qualora si rendesse necessaria l'installazione di sistemi di raffrescamento ausiliari, la scelta di gruppi frigoriferi a compressione può essere fatta scegliendo un indice di efficienza energetica EER > 3,2 e abbinando dispositivi *inverter*, che permettono risparmi fino al 30%: un gruppo frigorifero ad alta efficienza (classe A) costa il 20-50% in più e si recupera in 5-8 anni.

L'alternativa ai sistemi a compressione, come le macchine ad assorbimento, va invece valutata con attenzione perché l'EER spesso è inferiore all'unità: il rendimento del sistema generatore + circuito di alimentazione è pari a ca. 0,58-0,59 per macchine a bromuro di litio e a ca. 0,75 per gli assorbitori ad ammoniaca.

L'adozione coordinata dei diversi interventi possibili sul sistema involucro - impianti può produrre sensibili miglioramenti a livello energetico - ambientale: è stato calcolato ad esempio che la realizzazione nella sola Lombardia di edifici di classe C (con fabbisogno energetico dell'involucro pari a 65 kWh/m²a), considerando uno scenario di crescita del parco edilizio residenziale di 20 milioni di m³/anno, garantirebbe risparmi annui di ca. 43 milioni di m³ di metano, 8,6 milioni di litri di gasolio e 79.000 t di CO₂ (stima ARPA).

Fonti bibliografiche

- "Libro Bianco "Energia - Ambiente - Edificio", F.IN.CO. – ENEA 28 febbraio 2006;
- "Il Compendio del Rapporto Energia e Ambiente 2005" a cura di ENEA - Unità di Agenzia per lo Sviluppo Sostenibile – Advisor; Convegno C.T.I. "La normativa tecnica e giuridica del complesso edificio impianto di climatizzazione: a che punto siamo", Expocomfort Milano – 28 febbraio 2006;
- "Elettrodomestico ecologico", Guida realizzata dall'Istituto Sviluppo Sostenibile (ISSI) per conto dell'Assessorato all'Ambiente della Provincia di Bologna;
- Workshop "La climatizzazione degli ambienti ad alta efficienza - Il contributo delle caldaie ad alta efficienza", G.Colli, Assotermica 2004;
- Le caldaie a condensazione, Laurent Socal, ANTA 2004;
- Rivista "neo-EUBIOS" n.12, ANIT;
- "L'adeguamento degli edifici esistenti - Interventi e costi", Ing. Aldo Luciano Marcon, Giornata sull'uso razionale dell'energia negli edifici civili e nel terziario, 22/11/2005;
- Atti del convegno "Edilizia a basso consumo di energia - Un contributo alla sfida di Kyoto", Next Energy 2005;
- "L'importanza critica dell'isolamento degli edifici per l'ambiente", EURIMA
- "Uso dell'energia solare nell'edilizia residenziale", Gianfranco Cellai, Silvia Panfighi, Fabio Scurpi, La Termotecnica sett. 2004
- Atti del 45° Convegno Internazionale AiCARR 2006

Marco Martorana, laureato in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio, si occupa di valutazione delle performance ecologiche di impianti e macchine.
Lavora per la Divisione Ambiente & Energia della società di consulenza finanziaria FINCOA S.r.l.

CONSIGLI BIBLIOGRAFICI

a cura di Alessandro de Carli



La riqualificazione fluviale in Italia.

Linee guida, strumenti ed esperienze per gestire i corsi d'acqua e il territorio.

Libro curato da A. Nardini, G. Sansoni e collaboratori dei CIRF edito nel 2006 da Mazzanti editore, Mestre.

832 pagine, 333 figure, 93 tabelle, 55 box di approfondimento.



Manuale della sostenibilità

Idee, concetti, nuove discipline capaci di futuro

Libro scritto da Gianfranco Bologna, direttore scientifico del WWF Italia, edito da Edizioni Ambiente nel 2006.

Alla presentazione del libro presso la Fondazioni Eni Enrico Mattei era presente, come discussant, Giulio De Leo, *past president* di AIAT



Il sistema di depurazione di Milano: dall'emergenza alla sostenibilità.

Rapporto di ricerca dello IEFE – Bocconi sugli aspetti economico-finanziari e sociali sulla realizzazione del sistema depurativo milanese e, più in generale sulla gestione delle acque a scala di bacino.

Per informazioni:

www.iefe.unibocconi.it

Le tematiche ambientali affrontate nei numeri precedenti di AIAT Informa

- Il protocollo di Kyoto** – Settembre 2003
- Energia e clima: al lavoro** – Dicembre 2003
- Acqua e territorio** – Aprile 2004
- La mobilità urbana**- Luglio 2004
- La gestione dei rifiuti** - Dicembre 2004
- Calamità naturali: capire per agire** – Settembre 2005

Tutti i numeri passati di AIATInforma sono a disposizione sul sito di AIAT all'indirizzo:

www.ingegneriambientali.it/bacheca/newsletter.php

Il rischio idraulico della città di Milano

Alessandro Pagani e Vittoria Riboni

Introduzione

La città di Milano oggi è attraversata da un reticolo idrografico molto ricco e complesso delimitato ad oriente dal fiume Adda e ad occidente dal fiume Ticino. La Milano antica sorgeva originariamente distante dai corsi d'acqua, ma durante i secoli gli abitanti costruirono un reticolo idraulico artificiale che consentiva di convogliare le acque dalla periferia verso il centro per le più disparate esigenze: irrigazione, navigazione, per trarne forza motrice e per la difesa dalle invasioni.

Negli ultimi decenni, specialmente nel dopoguerra, la progressiva urbanizzazione dei bacini contribuenti dei corsi d'acqua che attraversano oggi Milano ha provocato l'incremento delle portate e dei volumi che arrivano in città e che sempre più frequentemente sono responsabili di esondazioni con conseguenti danni e disagi per la popolazione.

Per questi motivi già nel 1937 il Comitato Coordinatore delle Acque della Provincia di Milano studiò le soluzioni al problema. Tuttavia gran parte degli interventi previsti rimasero abbandonati sulla carta.

Gli attuali sistemi di riduzione delle portate a monte di Milano, che furono realizzati negli anni 70 e 80, non sono oggi sufficienti a garantire la sicurezza idraulica della città. Le sempre più frequenti inondazioni di alcune zone di Milano (si pensi ad esempio alla zona di Niguarda particolarmente colpita dalle esondazioni del Seveso) ne sono la più palese testimonianza (figura 1).

Nei paragrafi seguenti si intende illustrare le principali cause che hanno portato alla situazione attuale ed il nuovo piano degli interventi previsto dal Piano Stralcio per l'Assetto idrogeologico, redatto dall'Autorità di Bacino del Po.

Il reticolo idraulico

L'idrografia di Milano può essere sostanzialmente divisa in due parti: il reticolo afferente al Ramo del Lambro Settentrionale e quello afferente al ramo del Lambro Meridionale. Entrambi i bacini sono costituiti sia da corsi d'acqua naturali che da canali artificiali.

In particolare i principali corsi d'acqua naturali sono: l'Olonna (con i relativi affluenti Bozzente, Lura, Merlata e Pudiga), il T. Guida, il T. Seveso, il T. Molgora il T. Trobbia, Il Lambro.

Il reticolo artificiale è invece costituito da: il canale Villaresi (dal Ticino all'Adda), il Naviglio Grande (dal Ticino a Milano-Darsena), il Canale Scolmatore di Nord Ovest dal Seveso al Ticino, Il deviatore Olona (dall'Olonna - al CSNO - al Lambro meridionale), Il canale Martesana (dall'Adda a Cassano fino a Milano, dopo aver sfiorato le portate in eccesso nel Lambro).

Gran parte dei corsi d'acqua che attraversano la città sono oggi completamente coperti e le tombinature raggiungono una estensione complessiva di circa 200 chilometri.

Di queste circa 50 chilometri sono costituite dalle tombinature dei corsi d'acqua maggiori (Fiume Olona,

Torrenti Merlata, Pudiga, Seveso, Naviglio della Martesana e Cavo Redefossi).



Figura 1 Un viale del Parco Lambro durante la piena del novembre 2002 (Foto di Davide Perini)

A fianco del reticolo tombinato si è sviluppato nel corso degli anni anche il sistema fognario di Milano che seppure apparentemente indipendente dal suddetto reticolo, è tuttavia legato allo stesso da importanti nodi di connessione. I corsi d'acqua infatti fungono sia da recapito delle acque reflue a Sud di Milano, sia da recapito delle portate scolmate durante gli eventi meteorici più intensi. Le dimensioni delle tombinature sono così ridotte che le portate scolmate dalla rete fognaria sono in grado di saturare la loro capacità massima per tempi di ritorno che vanno dai 2 ai 5 anni.

Milano va quindi sott'acqua sia a causa delle esondazioni dei corsi d'acqua principali che la attraversano sia a causa degli eventi meteorici di breve durata e forte intensità che mettono in crisi il sistema fognario.

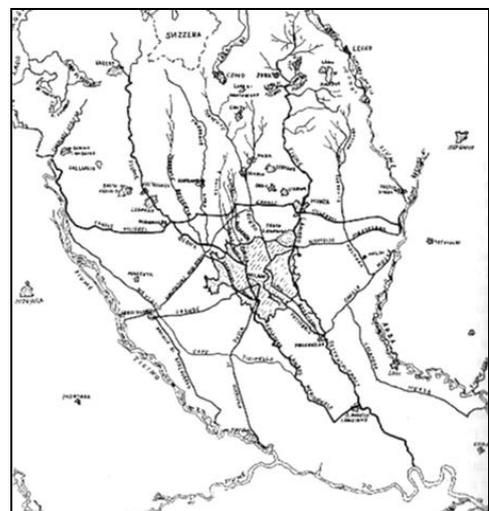


Figura 2 Schema del reticolo idraulico di Milano (Brown, M. 1998)

Gli interventi per la difesa idraulica fino agli anni Ottanta

Già nell'epoca dell'industrializzazione si rese necessario pianificare e realizzare delle opere per la difesa dalle sempre più frequenti alluvioni. I principali interventi eseguiti nel corso degli anni settanta e ottanta furono:

- Il canale Scolmatore del Cavo Redefossi, realizzato dal Comune di Milano nel 1976 per la salvaguardia dei comuni di San Donato e San Giuliano. Il canale convoglia le acque scolmate nel ramo Settentrionale del F. Lambro con portata massima pari a 85 mc/s.
- Il Canale Scolmatore di Nord Ovest (CSNO), terminato nel 1980 dalla Provincia di Milano che raccoglie le acque in esubero dal fiume Olona, del F. Seveso e del Naviglio Grande per convogliarle nel Deviatore del Fiume Olona e nel Fiume Ticino (portata massima 30 mc/s).
- Il canale Deviatore del Fiume Olona, realizzato dal Comune di Milano allo scopo di convogliare le acque più inquinate provenienti dal CSNO per recapitarle al ramo meridionale del F. Lambro e proteggere la qualità delle acque del Fiume Ticino (portata 50-90 mc/s).

Il piano degli interventi previsto dal PAI

Il preoccupante incremento delle esondazioni negli ultimi anni ha dimostrato l'inadeguatezza delle opere già realizzate.

Nel 1999 fu approvato dal Consiglio della Provincia di Milano un accordo di programma per pianificare la nuova difesa idraulica della città. A tale accordo parteciparono tutti gli enti competenti (Regione, Provincia, Enti gestori dei canali, ecc).

Il programma di interventi è stato approfondito nel 2001 dall'autorità di Bacino grazie ad uno *studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali ed artificiali all'interno dell'ambito idrografico di pianura Lambro-Olona*. Tale studio ha consentito di aggiornare ed integrare quanto previsto dal Piano Stralcio per l'Assetto idrogeologico (PAI).

In particolare il piano degli interventi prevede:

- 22 adeguamenti prioritari di manufatti come ponti, traverse, tombotti, ecc.
- 50 km di adeguamenti delle sezioni degli alvei;
- 34 casse di espansione per una capacità totale di invaso di 20.000000 mc
- 6 km di nuovi canali scolmatore;
- 11 km di nuovi canali diversivi;
- la realizzazione di vasche volano nel tessuto urbano per la riduzione delle esondazioni dovute agli eventi di breve durata e forte intensità.

Il costo complessivo stimato per tutte le opere, escluso gli interventi per le vasche volano, e pari a circa 450 milioni di euro.

Tra gli interventi in fase di realizzazione si ricorda il raddoppio del CSNO, con un incremento da 30 a 60 mc/s della portata massima smaltibile.

Nel quadro complessivo dei lavori si ritiene importante soffermarsi sulle previsioni per il Torrente Seveso ed il Fiume Lambro.

Nella seguente tabella sono riportati i dati di officiosità idraulica di alcuni punti lungo il Torrente Seveso. In particolare sono evidenziate: l'attuale capacità idraulica dell'alveo (portata compatibile) la portata idraulica che

oggi è comunque capace di arrivare nella sezione anche attraverso esondazioni o superamento di ponti o altri manufatti e la portata idrologica, derivante dalla pura trasformazione degli afflussi in deflussi mediante modello idrologico.

Tabella 1 Confronto tra la portata idraulica, compatibile ed idrologica (Paoletti A: et Al. 2006)

Tratto	Portata Idraulica	Portata compatibile	Portata idrologica
Ponte comunale Cusano M.	130	130	275
Ponte A4	135	65	280
Ponte via Moro	140	70	295
Tratto tombato	140	30	295

La figura 3 indica sinteticamente il quadro dei lavori. Si prevedono due opere di laminazione delle portate a Meda e a Paderno Dugnano e Nova Milanese sfruttando lo spazio a disposizione nelle due cave di estrazione degli inerti: la cava Meda (1700000 mc) e la Cava Egges (1200000 mc).

Si pensa in questo moto di abbattere le portate da 80 a 20 mc/s nel primo tratto e da 135 a 0 nel secondo. La necessità di arrivare ad una laminazione così spinta è dovuto al già citato problema della grave insufficienza idraulica delle tombinature che a causa dei forti vincoli esistenti non possono essere adeguate.

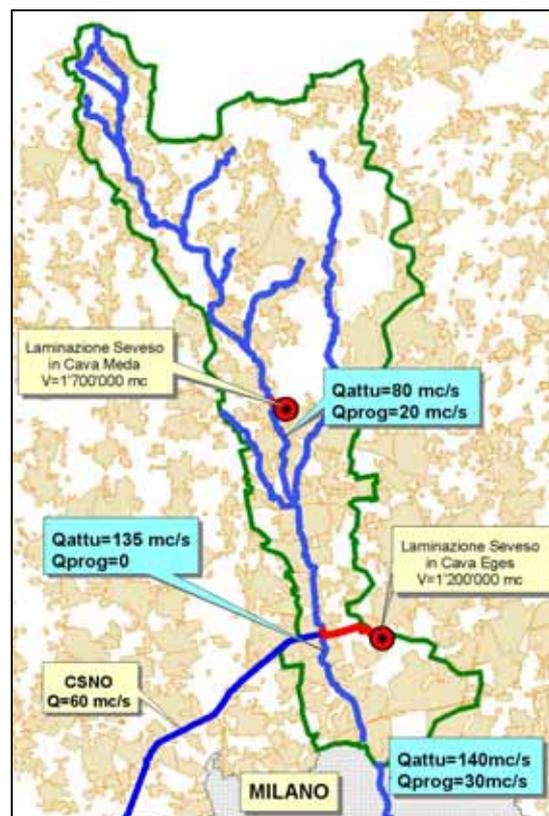


Figura 3 Schema degli interventi sul Torrente Seveso (Paoletti A: et Al. 2006)

Nella tabella 2 e nella figura 4 sono invece riportati i dati sull'officiosità idraulica ed i piano degli interventi per quanto riguarda il Fiume Lambro.

Tabella 2 Confronto tra la portata idraulica, compatibile ed idrologica
(Paoletti A. et Al. 2006)

Tratto	Portata Idraulica	Portata compatibile	Portata idrologica
Ponte A4	295	120	310
Ponte Via Feltre	315	125	375
Ponte via Ribattino	250	150	390
Ponte FFSS	210	150	405
Ponte Via Forlanin	205	90	405

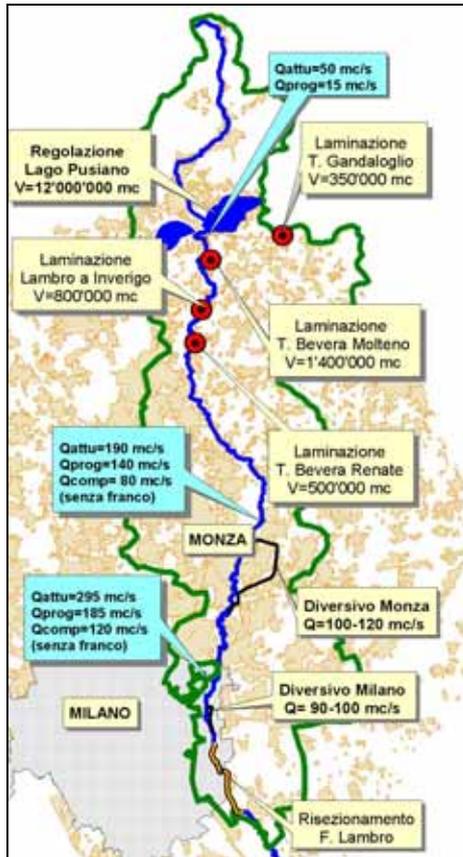


Figura 4 Schema degli interventi sul Fiume Lambro
(Paoletti A. et Al. 2006)

Sono previsti principalmente: l'incremento dell'effetto di laminazione del lago di Pusiano tramite regolazione in tempo reale dell'incile (12000000 mc), la costruzione di un importante diversivo allo scopo di derivare la portata di circa 100-120 mc/s a monte di Monza per restituirla poi subito a valle della città, la realizzazione di un secondo diversivo, nella zona di via Feltre e Rubattino a Milano, in grado di convogliare circa 90-100 mc/s.

La falda freatica

Anche le escursioni della falda freatica costituiscono un pericolo per gli edifici e le infrastrutture milanesi. Se da una parte l'innalzamento dei livelli del primo acquifero, dovuto al progressivo abbandono dei pozzi di emungimento, ha subito un arresto, ancora irrisolto è il problema degli allagamenti dei sotterranei a causa della ricarica temporanea prodotta dalle esondazioni. L'ultimo grave evento si è verificato nel Novembre del 2002 quando le esondazioni del Lambro e del Seveso provocarono un innalzamento della falda che interferì per diversi giorni con la metropolitana e che provocò quindi

l'interruzione del servizio con immediati disagi e danni economici.

Per la soluzione di questo problema la Società Metropolitana Milanese ha elaborato un progetto riguardante una nuova galleria drenante dal Seveso al Lambro, avente la capacità di 30 mc/s. Essa si sviluppa nel sottosuolo della città ed ha lo scopo di controllare i livelli piezometrici della prima falda. La galleria potrebbe anche contribuire allo scolo delle portate di piena del Seveso.

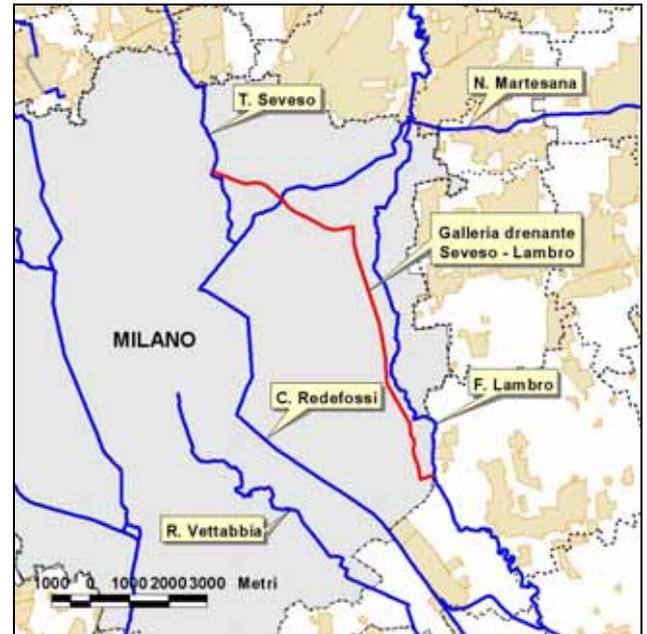


Figura 5 Schema del tragitto della galleria drenante
(Paoletti A. et Al. 2006)

La protezione civile

In una città altamente vulnerabile come Milano fondamentale importanza ricopre il ruolo della protezione civile.

La protezione civile della Regione Lombardia, con il supporto di ARPA, fa parte del sistema di allerta nazionale per il rischio idrogeologico ed idraulico. A tal fine si occupa delle attività di previsione e di monitoraggio e sorveglianza.

Tali servizi sono garantiti mediante la gestione di un complesso sistema di monitoraggio meteorologico, idrologico e geotecnico.

Il cuore del sistema è costituito dal Centro funzionale, inserito nella Sala operativa di protezione civile, e collegato permanentemente con le varie sale di controllo di ARPA, tra cui il Centro Unico di Meteorologia - Servizio Meteorologico Regionale. Presso il Centro funzionale il personale tecnico garantisce il controllo continuo h24 dei parametri premonitori dei rischi idrogeologici ed idraulici. E' attualmente disponibile una rete di monitoraggio di 200 stazioni di misura distribuite in tutta la regione Lombardia. Si tratta di stazioni realizzate da varie Direzioni della Giunta Regionale, successivamente trasferite all'ARPA, che acquisiscono e trasmettono i dati prevalentemente con frequenza di 30 minuti. I dati, una volta analizzati, possono essere elaborati da modelli di previsione. Con tali dati è possibile seguire l'evoluzione dei fenomeni meteorologici, verificare le previsioni e

valutare i possibili effetti al suolo, correlando tali informazioni con i dati a disposizione sulle condizioni idrogeologiche del suolo.

Conclusioni

La realizzazione degli interventi previsti per la difesa idraulica di Milano appare da subito veramente molto complessa e di difficile gestione.

E' molto probabile inoltre che i finanziamenti per i lavori saranno diluiti nel corso degli anni. Sarà quindi indispensabile prevedere un programma dei lavori unitario perché interventi locali e parziali producano nel tempo il risultato atteso e non peggiorino invece la situazione. Infatti tra gli interventi più rischiosi da effettuare in mancanza di un'ottica di insieme sono gli interventi di adeguamento delle sezioni, che in assenza di contemporanei interventi di laminazione delle portate possono trasferire il rischio idraulico dal punto in cui si è intervenuti ad un punto più a valle.

La pianificazione delle varie fasi esecutive dovrà quindi prevedere anche gli effetti dei lavori nel tempo sulla città di Milano.

Bibliografia

Autorità di Bacino del F. Po. *Piano Stralcio Per l'assetto Idrogeologico*. 2001.

Brown M. *Situazione attuale e interventi prioritari per la salvaguardia del territorio del Comune di Milano*. Atti del corso di aggiornamento "La difesa idraulica dei territori fortemente antropizzati. 6-10 ottobre 1997. Editoriale Bios. Cosenza 1998.

Borrini. E. *Ruolo del CSNO nella difesa idraulica del territorio milanese*. Atti del corso di aggiornamento "La difesa idraulica dei territori fortemente antropizzati. 6-10 ottobre 1997. Editoriale Bios. Cosenza 1998.

Elefanti A. *Sicurezza idraulica della città di Milano*. Atti del corso di aggiornamento "La difesa idraulica dei territori fortemente antropizzati. 6-10 ottobre 1997. Editoriale Bios. Cosenza 1998.

Paoletti A., Pedruzzi G. B., Croci S. *Il controllo delle piene nel bacino milanese*. Ingegneri Milano. Aprile 2006.

<http://www.protezionecivile.regione.lombardia.it>

<http://www.metropolitanamilanese.it>

Ringraziamenti

Si desidera ringraziare il Prof. Alessandro Paoletti, l'ing G.B. Pedruzzi e l'ing S. Croci per aver gentilmente messo a disposizione la documentazione relativa allo studio sul rischio idraulico di Milano.

Alessandro Pagani, laureato in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio nel 2000, ha esercitato la libera professione nel campo dell'ingegneria civile idraulica fino al 2006 collaborando con il Prof. Ing. Alessandro Paoletti, Ordinario di Costruzioni Idrauliche del Politecnico di Milano, lo Studio Paoletti Ingegneri Associati, la Società di Ingegneria ETATEC S.r.l. e la Società ECOWATT Energie Rinnovabili S.r.l. A partire dal 2006 copre il ruolo di Tecnico della divisione Sviluppo Mercato di SAINT-GOBAIN CONDOTTE S.p.a. nel settore piping delle infrastrutture idrauliche per il ciclo integrato delle acque.

Vittoria Riboni, laureata nel 1998 in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio presso il Politecnico di Milano lavora in proprio nel campo della difesa del suolo. A ricevuto incarichi professionali dal Politecnico di Milano, dal Comune di Prato, dalla Provincia di Prato, dal Consorzio di Bonifica Ombrone P.se e Bisenzio, Attualmente collabora con uno studio di ingegneria civile per la progettazione delle opere idrauliche. E' assistente per le esercitazioni ai corsi di Idrologia dei Poli regionali del Politecnico di Milano a Lecco e Como (vrriboni@ingegneriambientali.it)

Associazione Ingegneri Ambiente e Territorio



c/o Associazione Laureati Politecnico
P.za Leonardo da Vinci, 32 - 20133 Milano
Fax +39.02.700406502
e-mail info@ingegneriambientali.it
www.ingegneriambientali.it

Presidente:

Emanuele Regalini

Vice Presidente:

Mario Grosso

Segretario:

Alessandro de Carli

Consiglieri:

Christian Coslovi
Mariangela Crocetta
Nadia Fortunato
Raffaella Iacuzzi
Sandro Starita
Iury Zucchi

AIAT informa

Newsletter di AIAT

Responsabile

Alessandro de Carli
adecarli@ingegneriambientali.it

Hanno collaborato a questo numero:

Paola Caputo, Stefano Caserini, Elisabetta de Carli, Matteo Magnaghi, Marco Martorana, Alessandro Pagani, Aldo Pozzoli, Vittoria Riboni

In prima pagina: Immagine Landsat TM della città di Milano