

GEO-ICT E CONOSCENZA CONDIVISA PER CITTÀ INTELLIGENTI E RESILIENTI

Borga Giovanni, Picchio Stefano, Università Iuav di Venezia

Keywords: geo-ICT, quadri di conoscenza dinamici, resilienza, multi-attorialità, telerilevamento, LiDAR

Abstract

L'evoluzione delle città negli ultimi decenni ha evidenziato una crescente difficoltà nella comprensione dei fenomeni urbani. I processi di degrado sembrano aver seguito percorsi e logiche indipendenti dagli strumenti di governo, aggravando le conseguenze di eventi naturali straordinari e rendendo critica l'impostazione di azioni di mitigazione dei rischi.

La UE da alcuni anni sta promuovendo un approccio strategico all'adattamento al rischio e verso l'utilizzo di strumenti innovativi di conoscenza per il quale riteniamo necessaria un'adeguata analisi di criticità e attori coinvolti, lo sviluppo di tecnologie e metodi per il supporto decisionale e l'integrazione dei dati misurati con la conoscenza esperta e il sapere diffuso. Si propongono tre casi di studio relativi alle dinamiche agro-forestali, alla costruzione di una banca dati per la contabilizzazione del verde urbano utile per la protezione dalle acque, la valutazione del fabbisogno energetico e delle emissioni di CO₂ in ambito urbano. I casi di studio valorizzano dati acquisiti da moderne piattaforme di Telerilevamento con sensori multi-spettrali e LiDAR.

Parte I

Città e cambiamenti climatici, complessità, dinamiche e resilienza

L'osservazione del territorio mediante integrazione di dati telerilevati e set di dati storici georiferiti ci restituisce oggi una fotografia da cui emerge una condizione di sostanziale divergenza tra le trasformazioni effettivamente avvenute e le prescrizioni dettate dall'apparato pianificatorio negli anni. La complessità è diventato un elemento che caratterizza non solo le dinamiche urbane e naturali ma anche, e purtroppo, il palinsesto di norme, regolamenti, direttive, e pratiche che i diversi soggetti tenuti a governare il territorio e la città hanno nel tempo costituito. E' ormai piuttosto evidente come questa complessità non possa essere affrontata se non migliorando qualità, coerenza e accessibilità delle informazioni necessarie ad agire.

I temi correlati alla resilienza ai cambiamenti climatici sono diversi; le problematiche vanno dalla gestione della risorsa idrica, al dissesto idrogeologico e idraulico, dall'erosione delle coste alla diminuzione della produttività agricola, agli effetti sulla salute umana e animale e qualità della vita, la diminuzione del valore paesaggistico e dell'attrattività turistica fino a modificazioni strutturali negli equilibri domanda/offerta di energia. Nessuno di questi temi, seppur verticale, può di fatto essere trattato singolarmente o affrontato ad un solo livello di governo come anche chiaramente espresso nel Libro Bianco stesso nel momento in cui si afferma che occorre "un approccio più strategico per garantire che le misure di adattamento necessarie siano adottate per tempo e siano efficaci e coerenti tra i vari settori e livelli di governo interessati"¹.

Intelligenza e resilienza

Oggi disponiamo di moltissimi dati sul nostro territorio e le nostre città, tuttavia si ha spesso la sensazione che essi non siano valorizzati, integrati, analizzati e siano poco accessibili. Il Libro Bianco su questo aspetto non usa mezzi termini auspicando la realizzazione di un "meccanismo di scambio di informazioni sotto forma di strumento IT e di database"². Nello stesso paragrafo il testo sottolinea inoltre la necessità di formare per sviluppare competenze nel settore IT e di realizzare metodi, modelli, set di informazioni e strumenti di previsione per "comprendere e prevedere gli impatti del clima in evoluzione, a individuare i punti vulnerabili e a predisporre le misure di adattamento opportune"³.

Oggi si parla sempre più frequentemente di Smart Cities. In questo contesto intelligenza implica la necessità di integrare conoscenze a più livelli, sia in forma di nuove informazioni (cfr. community sensing), sia in forma di cooperazione multi-attore sulla base di un quadro di riferimento condiviso. Un approccio ispirato alla Smart Governance dichiaratamente mirato a favorire un clima di trasparenza, fiducia e cooperazione tra cittadinanza e istituzioni.

Elementi significativi nella strategia UE

Nella strategia UE la consapevolezza delle dinamiche evolutive assume una particolare rilevanza; si afferma infatti che "Il quadro non è statico ed evolverà in funzione dei dati via via disponibili (...)"⁴. E' chiara anche l'importanza data alla migliore conoscenza del territorio e del clima oltre che degli strumenti di supporto alle decisioni a disposizione del legislatore: "I legislatori e i politici hanno pertanto il compito di capire i vari impatti dei cambiamenti climatici per formulare e mettere in atto politiche in grado di garantire un livello di adattamento ottimale."⁵

Un ulteriore elemento che possiamo ritenere di interesse nella strategia è l'affermazione delle potenzialità offerte dalle aree naturali in termini di contributo all'assorbimento o controllo degli impatti nelle zone urbane⁶ che evidenzia di fatto la necessità di conoscere, interpretare e agire nei contesti naturali per meglio gestire quelli urbani e mitigare quindi gli effetti degli eventi eccezionali sulle zone più vulnerabili.

Risvolti economici nell'approccio UE

Le connessioni tra strumenti di conoscenza e strumenti di valutazione sono in questo contesto tanto evidenti quanto ben delineati dalla letteratura di riferimento. Diversi studi evidenziano come i costi stimati degli interventi di adattamento siano sensibilmente inferiori a quelli del mancato intervento⁷ e su questo tema il Libro Bianco evidenzia chiaramente l'importanza di disporre di dati e informazioni su costi e benefici delle diverse soluzioni di adattamento⁸ e quindi di impostare i processi di acquisizione ripetuta di informazioni con campagne di monitoraggio permanenti e recursive.

L'adattamento ai cambiamenti climatici ha di fatto importanti connessioni con la dimensione economica e con la congiuntura attuale ovvero con il "piano europeo di ripresa economica". Secondo il Libro Bianco infatti "Il rafforzamento della capacità di resilienza dell'UE agli impatti dei cambiamenti climatici è anche un'opportunità di investimento in un'economia a basse emissioni di carbonio che promuova, ad esempio, l'efficienza energetica e la diffusione di prodotti ecologici" prospettando dunque una possibile sinergia tra processi di miglioramento della resilienza attraverso una migliore conoscenza del territorio e ripresa economica; "un'economia creativa, basata sulla conoscenza"⁹.

Approccio GeolCT e Community Sensing

Gli elementi di strategia UE sopra esposti costituiscono una importante griglia di messa a punto di una filiera di produzione di informazioni territoriali basata sulle ICT articolata in fasi: dall'acquisizione dei dati all'elaborazione e analisi che fornisce l'informazione utilizzabile, alla condivisione delle informazioni che sviluppa conoscenza, all'adozione di meccanismi di controllo e valutazione mediante monitoraggio di aree e fattori critici.

La struttura logica di integrazione delle informazioni digitali su base geografica si ispira alla vision della "Digital Earth"¹⁰ ed è un modello che chiamiamo City Model / City Sensing. City Model / City Sensing è un modello costituito da un lato di un set di dati che restituisce col massimo grado di dettaglio e in 3D il contesto fisico del territorio (City Model), dall'altro un secondo insieme di dati sulle dinamiche che si sviluppano sul territorio ottenuti sia per mezzo di misure effettuate con sensori sia mediante contributi inviati dai membri di web communities opportunamente attivate.

Parte II

Una soluzione progettuale orientata al monitoraggio delle dinamiche nell'uso del suolo

Il tema delle trasformazioni territoriali emerge sempre più come domanda di conoscenza all'interno dei sistemi di supporto alle decisioni nelle scelte di Governo del Territorio. La messa a sistema delle informazioni relative ai cambiamenti e sui processi in corso rappresenta una base imprescindibile per poter configurare i futuri assetti di un territorio in quanto quadri di conoscenza dinamici in grado di rappresentare le dinamiche in atto, i trends e la velocità dei cambiamenti tra gli usi nel tempo. Nel nostro paese la dinamica più evidente è rappresentata dalla sottrazione di aree agricole per far posto alla cementificazione delle aree urbane e all'impermeabilizzazione dei suoli generando spesso impatti sul deflusso delle acque, gli effetti isola di calore e riducendo il grado di resilienza delle nostre città¹¹. Parallelamente sempre maggiore interesse sta rivestendo le dinamiche in atto nel sistema naturale, dove l'abbandono delle pratiche agro-silvo-pastorali ha favorito la ricrescita spontanea di boschi nei territori montani minacciando, da un lato, quegli ambienti ad elevato valore per habitat e biodiversità e favorendo, dall'altro, la cattura di CO₂ contribuendo in determinati territori in termini positivi al calcolo nei bilanci di riduzione delle emissioni di gas serra.

I livelli informativi a disposizione per studiare i processi nel tempo sono numerosi: le riprese aerofotogrammetriche sono disponibili nel nostro paese a partire dal secondo dopoguerra e le immagini da satellite dagli anni settanta, con risoluzione e qualità sempre crescente. Questo caso di studio analizza i cambiamenti nell'uso del suolo avvenuti in un arco temporale compreso tra il 1955 e il 2007 sfruttando la disponibilità dei fotogrammi aerei storici acquisiti dall'IGM (1955), dalla Regione Veneto (1978) e CGR (2007) nell'area urbana di Mestre su una porzione di territorio di 25 Km². Il processo di elaborazione principale in questo caso di studio è la classificazione di una serie temporale di immagini aeree, opportunamente ortorettificate, effettuata utilizzando una legenda tematica omogenea utile per valutare il confronto tra classi di uso del suolo (Urbano denso, urbano discontinuo, aree industriali e commerciali, infrastrutture viarie e ferroviarie, verde urbano, aree agricole, aree boschive, aree umide costiere, acque interne, acque marittime, zone di riporto o abbandonate). Il dataset finale è costituito da una struttura di elementi geografici vettoriali generata dall'intersezione spaziale dei tre livelli informativi prodotti dalla classificazione delle rispettive immagini in serie temporale.

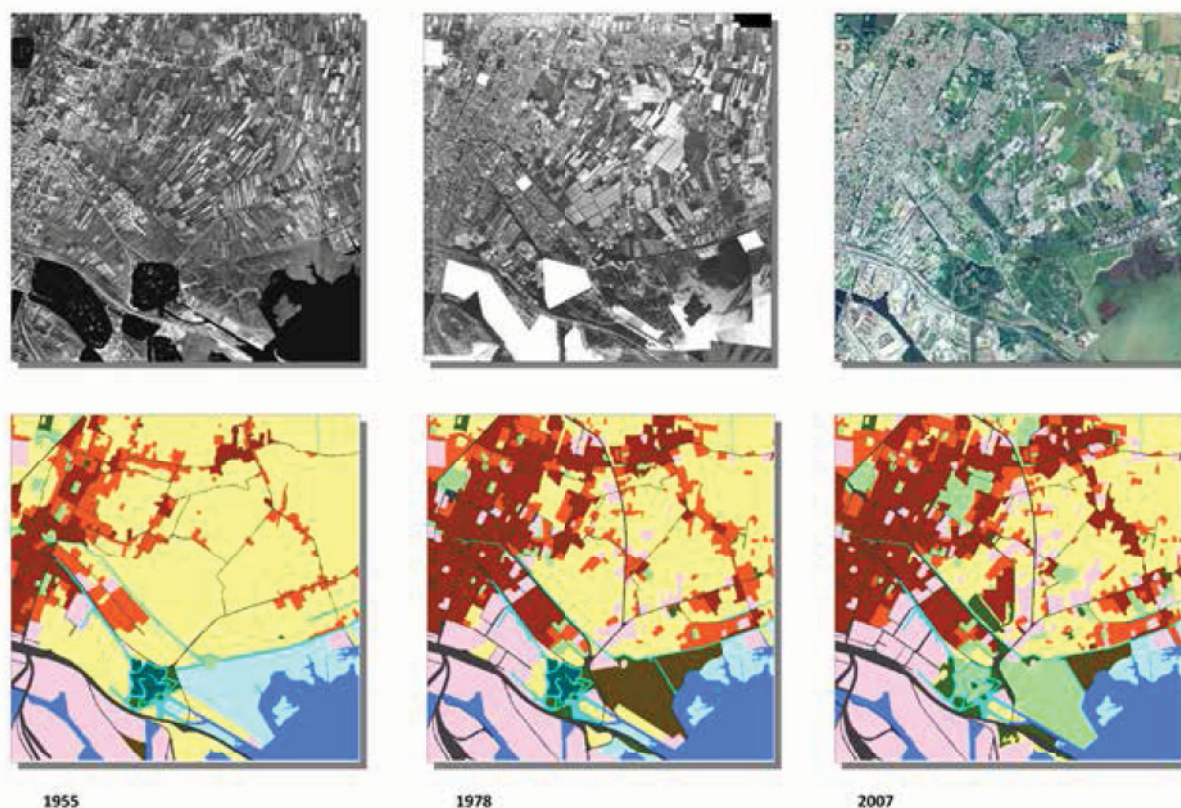


Fig. 1 La classificazione delle immagini in serie temporale

ID	LEGENDA	SUPERFICIE 1955 (ettari)	SUPERFICIE 1978 (ettari)	SUPERFICIE 2007 (ettari)
		1955	1978	2007
1	Urbano denso	143,06	406,20	474,59
2	Urbano discontinuo	222,22	228,48	209,75
3	Aree industriali e commerciali	236,93	408,22	457,95
4	Infrastrutture viarie e ferroviarie	116,75	174,74	189,49
5	Verde urbano	28,40	44,17	224,63
6	Aree agricole	1280,23	756,31	549,56
7	Aree boschive	13,19	23,49	52,04
8	Aree umide costiere	165,76	63,16	46,12
9	Acque interne	44,71	43,39	42,25
10	Acque marittime	215,92	215,20	215,55
11	Zone di riporto o abbandonate	5,73	109,55	29,29
12	Zone militari	19,07	19,07	0,77
	TOTALE	2491,99	2491,99	2491,99
13	Aree impermeabilizzate	721,27	1221,57	1336,07

Tab. 1 Il risultato del calcolo delle superfici in serie temporale per ciascuna classe

I trend più evidenti mostrano l'aumento considerevole della classe urbano denso (cioè quella componente di edificato con scarsa presenza di siepi, filari e verde privato), delle aree industriali e commerciali e delle infrastrutture viarie. Parallelamente si evidenzia una forte contrazione delle aree agricole periurbane e delle aree umide costiere, mentre l'aumento di verde urbano e rimboschimenti artificiali sono il frutto di scelte di amministrazione del territorio messe a frutto nel periodo considerato. Il territorio impermeabilizzato nell'arco temporale considerato è praticamente raddoppiato (fig.2) e rappresenta più della metà dell'intera scena con evidenti conseguenze riguardo al rischio di crisi idrauliche, la presenza di effetti isola di calore e più in generale l'indebolimento del grado di resilienza della città di Mestre.



Fig.2 La dinamica del territorio impermeabilizzato

Una soluzione progettuale orientata al monitoraggio del verde in città

Nelle nostre città il verde urbano assolve varie funzioni legate alla qualità dell'aria, alla piacevolezza del paesaggio, alla mitigazione delle isole di calore, attutisce i rumori e gli inquinanti, rende il suolo meno impermeabile mitigando quindi il rischio idrogeologico e contribuendo a rendere le città più resilienti ai cambiamenti climatici. Disporre di una base di conoscenza aggiornata che rappresenti con accuratezza la presenza e la qualità del Verde nelle nostre città significa non solo conoscere la numerosità degli esemplari, specie o dimensioni ma anche la loro qualità e il loro stato di salute. La contabilizzazione del Verde è un'operazione che può consentire ad esempio ai Comuni di calcolare indici di volume del verde (come l'Urban Green Volume Index), elaborare un'analisi dello stato di salute della vegetazione sfruttando i dati multispettrali acquisiti dalle moderne piattaforme di telerilevamento e quindi descriverlo in termini di potenziale beneficio per la popolazione. Recentemente è entrata in vigore la Legge n.10 del 14 Gennaio 2013 "Norme per lo sviluppo degli spazi verdi urbani" che impone ai Comuni di redigere il "Catasto del Verde", un importante passo verso la sostenibilità intesa come valorizzazione dell'ambiente e del patrimonio arboreo e boschivo, delle politiche per la riduzione delle emissioni, della prevenzione del dissesto idrogeologico, della protezione del suolo, del miglioramento della qualità dell'aria, della vivibilità degli insediamenti urbani.

Questa soluzione si basa sulla mappatura della copertura vegetazionale su un territorio di riferimento e la classificazione per estensione e differenti quote di altezza, grazie al contributo dei dati telerilevati dalle diverse piattaforme, sfruttando da un lato le immagini multispettrali generate dai moderni sistemi di Osservazione della Terra e dall'altro l'elevato contenuto informativo tridimensionale contenuto nei rilievi LiDAR¹². Le piattaforme aeree e satellitari consentono oggi di acquisire dati su vaste aree dai quali estrarre una base aggiornata delle coperture vegetazionali applicando tecniche di classificazione delle immagini utili per discriminare in maniera efficace le diverse coperture di vegetazione sfruttando la massima riflettanza che questa presenta nella banda dell'infrarosso vicino. Il contributo dei dati LiDAR consente di ottenere prodotti geoinformativi a valore aggiunto permettendo di integrare l'informazione tridimensionale all'interno dello stesso processo di classificazione delle immagini multispettrali, contabilizzare le aree verdi in base all'altezza rispetto al terreno, il numero di alberi, l'estensione della chioma, restituire un indicatore analitico per valutare uno dei parametri della qualità ambientale in ambito urbano e allo stesso tempo base per monitorare nel tempo il grado di resilienza della città.

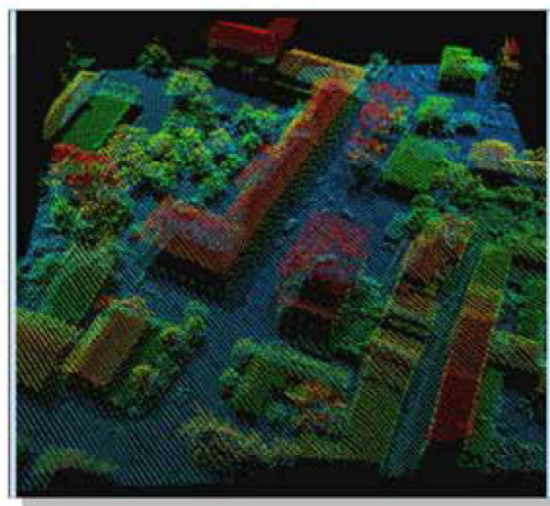


Fig.3 A sinistra un'immagine ad alta risoluzione acquisita da piattaforma aerea; a destra la stessa area in una visualizzazione "3D cloud point" generata dal rilievo LiDAR



VERDE URBANO	
Classificazione sulla base del valore Z	
	oltre 20 m
	da 5 m a 20 m
	da 1 m a 5 m
	da 0 a 1 m

Z_MEAN:	12,03
Z_STDEV:	2,95
Z_MIN:	5,67
Z_MAX:	19,86
NDVI_MEAN:	0,46
STDEV:	0,04
NDVI_MIN:	0,37
NDVI_MAX:	0,62
AREA:	263,84254824261
CS_ID:	14.829
CODE_NUM:	14.100
CS_LEGENDA:	14100 - Aree verdi urbane
PERC_MP:	7,42
PERC_EDI:	0,07
NDVI_AVG:	0,41

Fig.4 Il geo-database consente di contabilizzare ed interrogare la vegetazione con grande accuratezza. Nell'esempio in figura il gruppo di alberi selezionati hanno un'altezza di 12 m e un'estensione della chioma pari a 263 m2.

In questo senso è quindi possibile aggiornare banche dati esistenti o creare un vero e proprio "Catasto del Verde" classificando e contabilizzando la vegetazione arborea, gli arbusti, le siepi ma anche il verde privato, considerando di includere nell'insieme del verde urbano tutti gli oggetti, anche piccoli, che rappresentano aree vegetate all'interno delle città e che contribuiscono a rendere più resiliente il territorio ai cambiamenti climatici. Come afferma Virginio Bettini "la città dovrebbe avere in sé tutta una sequenza di ecotoni legati da canali biologici l'uno all'altro che possono salvare l'ecosistema urbano e che possono fornire un equilibrio maggiore".¹³

Una soluzione progettuale in tema di energia

Lo scenario in cui si inserisce quest'ultimo caso di studio evidenzia come, parallelamente all'evoluzione tecnologica, si assista ad un sempre maggiore interesse nel costruire nuove applicazioni in tema di Energia. Questa soluzione progettuale mira a costruire nuovi modelli di conoscenza ispirati alle nuove direttive comunitarie come ad esempio Europa2020 nella quale la comunità si prefigge obiettivi come riduzione di gas serra, produzione di energia da fonti rinnovabili e riduzione dei consumi energetici globali attraverso la predisposizione di piani per l'efficienza energetica.

In questo caso l'approccio del progetto si fonda sulla realizzazione di una struttura di dati correlati alle tematiche dell'Energia. Le componenti del sistema di informazioni sono sostanzialmente tre: in primis la contabilizzazione di parametri per la stima del fabbisogno energetico ad uso domestico delle famiglie residenti su ciascun edificio (in assenza di dati sui consumi reali) e delle associate emissioni di CO₂ in atmosfera, in seconda battuta la stima della capacità di produrre energia da fotovoltaico riferita a ciascun edificio ottenuta grazie al modello tridimensionale Lidar, infine il calcolo di un indice sintetico di autosufficienza energetica espresso per singolo edificio.

Il flusso delle elaborazioni inizia con l'unione delle banche dati dell'anagrafe e del censimento dei numeri civici mediante correlazioni di attributi. Il risultato di questa operazione è il conteggio delle persone residenti da associare a ciascun edificio (che costituisce un nuovo attributo del layer vettoriale "edifici"). Successivamente è possibile associare alle persone residenti il consumo di energia per uso domestico che, per abitante all'anno, è pari a 1132 kWh (media in Italia). In questo modo è possibile stimare il fabbisogno energetico per ogni edificio e le equivalenti emissioni di CO₂. In via conservativa si assume che 1 kWh produce 0,5 Kg di emissioni di CO₂.

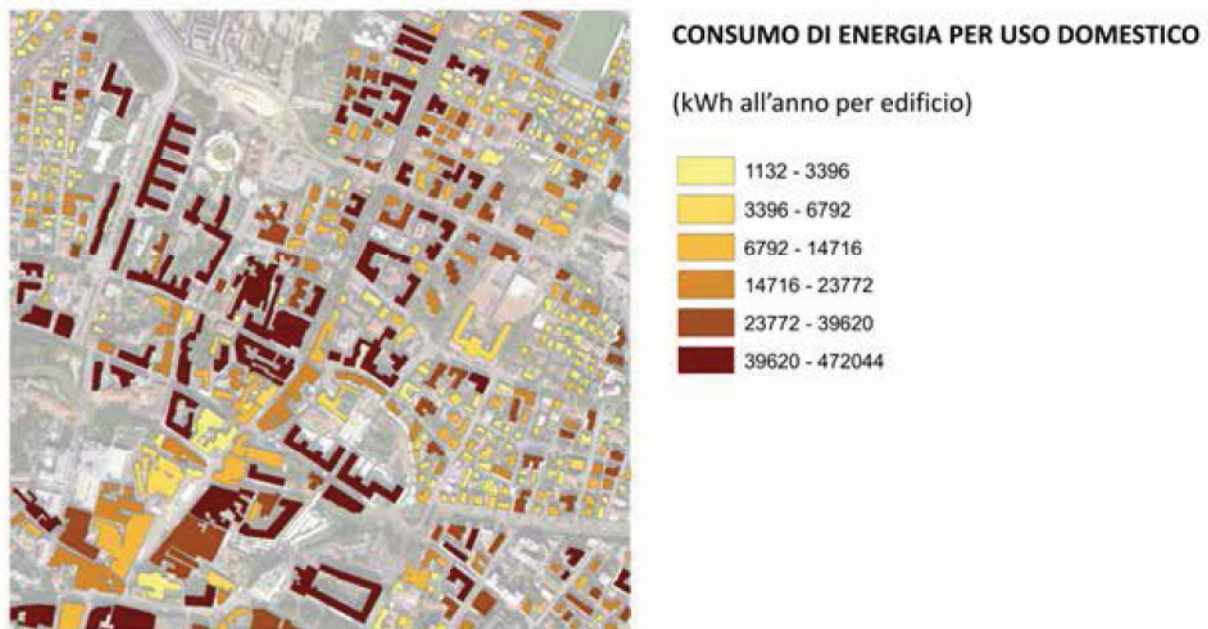


Fig.5 La stima dei consumi energetici per uso domestico

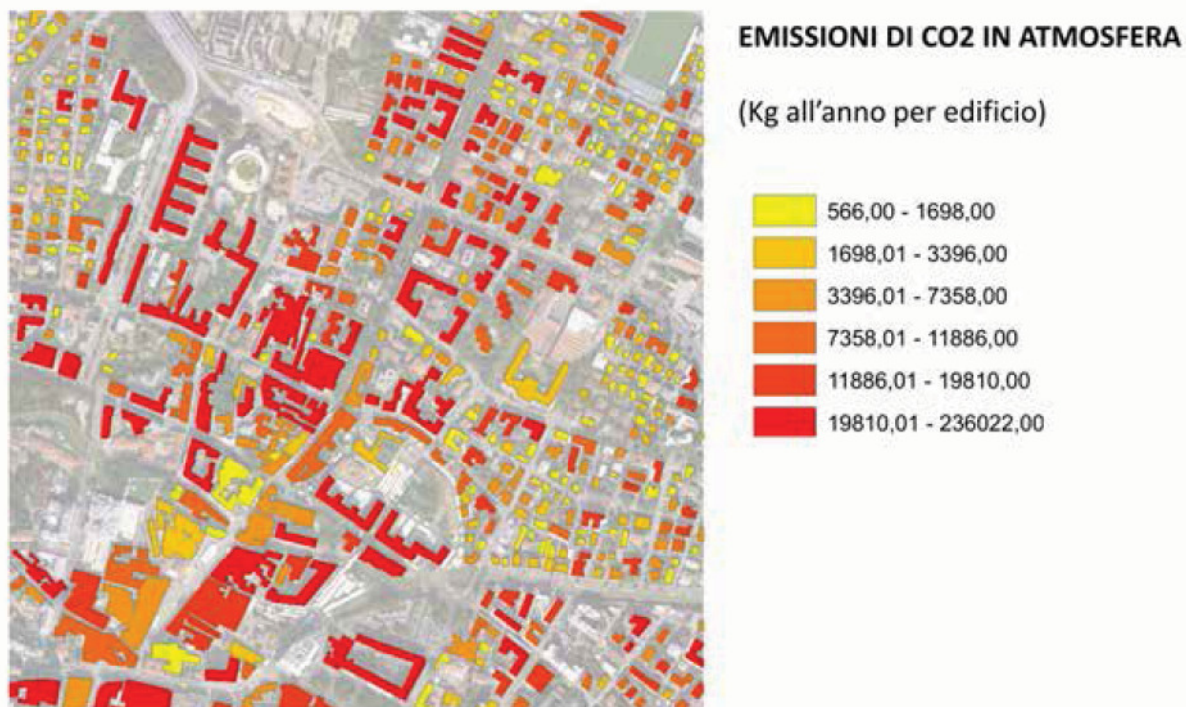


Fig.6 La stima delle emissioni di CO₂ in atmosfera

Successivamente, grazie alla disponibilità del dato Lidar è possibile modellare con grande accuratezza le superfici relative alle coperture degli edifici riguardo all'esposizione e alla pendenza delle falde rispetto all'irraggiamento solare annuo. La produzione di energia da fotovoltaico dipende infatti da due fattori: l'angolo di inclinazione rispetto al suolo a cui i pannelli vengono montati, e l'angolo di azimut rispetto alla direzione Sud. Questi valori si possono pertanto calcolare applicando algoritmi di processing specifici al modello digitale delle superfici generato dal dato Lidar. L'operazione successiva è il calcolo della radiazione solare su ciascun edificio (Potential Incoming Solar Radiation) tenendo conto della latitudine, della geometria degli edifici, della morfologia dei luoghi, dei coni d'ombra generati nel corso dell'anno da alberi e altre opere e della copertura nuvolosa media annua. Il rapporto tra la capacità produttiva da fotovoltaico e la stima del fabbisogno energetico per ciascun edificio consente di produrre una classificazione tematica degli edifici in base all'indice di autosufficienza energetica potenziale. Si noti nella figura 7 in toni di verde quegli edifici che, installando pannelli fotovoltaici sulle coperture, consentono di soddisfare il fabbisogno energetico delle persone residenti all'interno passando contemporaneamente ad emissioni CO₂ pari a zero. In rosso gli edifici che consumano comunque più di quello che riuscirebbero a produrre.



IL CALCOLO DELL'INDICE SINTETICO DI AUTOSUFFICIENZA ENERGETICA POTENZIALE

■	da -79000 a -40000
■	da -40000 a -10000
■	da -10000 a 0
■	da 0 a 10000
■	da 10000 a 40000
■	da 40000 a 487000

(kWh all'anno per edificio)

Fig.7 Il risultato del calcolo dell'indice sintetico di autosufficienza energetica potenziale

Riflessioni conclusive

I processi di adattamento, o di miglioramento della resilienza, non sono azioni risolutive ma operazioni condotte a più livelli con il supporto di un quadro di conoscenze esaustivo e mirato ad aumentare la capacità di un territorio e di una comunità di rispondere ad eventi critici. In questi processi occorrono meccanismi valutativi basati su informazioni quanto più oggettive e condivise e modelli di integrazione delle conoscenze che permettano la stima di costi e benefici connessi a scenari diversi. Su questo aspetto, le tecniche e gli strumenti per la quantificazione e parametrizzazione di dati e indici su grandi dataset a base geografica sono una risorsa di grandissimo interesse su cui è opportuno sviluppare ricerca e formazione di competenze professionali.

E' opinione diffusa il fatto che la conoscenza (e l'intelligenza?) sia prodotta dalla condivisione delle informazioni tra più soggetti. Su questo aspetto è indispensabile cogliere le opportunità offerta dalla rete Internet e dal dato georiferito. Come si evince da molte ricerche condotte al Senseable City Lab del MIT (cfr. Real Time Rome¹⁴), rete e città fisica sono di fatto due layers paralleli ma innervati da una fittissima rete di connessioni che forniscono preziosissime informazioni utili a comprendere le dinamiche che si realizzano nelle realtà urbane.

Le soluzioni descritte evidenziano come le risorse delle ICT applicate al territorio non solo consentano di migliorare la qualità dei quadri di conoscenze, ma forniscano diverse soluzioni innovative e di grande efficacia nello sviluppo di processi interpretativi, collaborativi, di comprensione dei fenomeni, nella comunicazione e condivisione di dati e scenari complessi.

Bibliografia

- Commissione delle Comunità Europee (2009), LIBRO BIANCO L'adattamento ai cambiamenti climatici: verso un quadro d'azione europeo, Bruxelles
- Goodchild M. F. (2007), Citizens as sensors: the world of volunteered geography, Springer
- Craglia M., Goodchild M. F., Annoni A., Camara G., Gould M., Kuhn W., Mark D., Masser I., Maguire D., Liang S., Parsons E. (2008), Next-Generation Digital Earth, International Journal of Spatial Data Infrastructures Research
- Martino M., Calabrese F., Di Lorenzo G., Andris C., Liu L., Ratti C. (2010), Ocean of Information: Fusing Aggregate & Individual Dynamics for Metropolitan Analysis, Boston, MIT press
- Ratti C., Rojas F., Calabrese F., Dal Fiore F., Krishnan S. (2007), Real Time Rome, Boston, MIT press
- Rifkin J. (2002), Economia all'idrogeno, Milano, Mondadori
- Giovanni Borga (2011), City Sensing, Venezia, tesi di dottorato Università luav di Venezia
- Alberto Cottica (2010), Wikicrazia, Palermo, Navarra Editore
- Michele Vianello (2013), Smart Cities, Gestire la complessità urbana nell'era di Internet, Rimini, Maggioli Editore
- Virginio Bettini (1996), Elementi di ecologia urbana, Torino, Einaudi

NOTE:

¹ UE – Libro Bianco, Cap. 1, Pag. 3

² UE – Libro Bianco, Par. 3.1, pag. 8

³ UE – Libro Bianco, Par. 3.1, pag. 8

⁴ UE – Libro Bianco, Cap.1, pag. 3

⁵ UE – Libro Bianco, Par. 2.1, pag. 4

⁶ UE – Libro Bianco, Par. 2.1, pag. 6

⁷ UE – Libro Bianco, Par. 2.2, pag. 6

⁸ UE – Libro Bianco, Par. 3.1, pag. 8

⁹ UE – Libro Bianco, Cap.1, Pag. 4

¹⁰ www.isde5.org/al_gore_speech.htm, The Digital Earth: Understanding our planet in the 21st Century (Al Gore)

¹¹ Bozza di delibera del CIPE "Linee strategiche per l'adattamento ai cambiamenti climatici, la gestione sostenibile e la messa in sicurezza del territorio" punto 3.b

¹² Il Lidar (Light Detection And Ranging) è definito come un sistema aviotrasportato e utilizzato per acquisire coordinate x, y, z del terreno e delle sue caratteristiche (sia naturali che di origine antropica).

¹³ V. Bettini (1996), Elementi di ecologia urbana, Torino, Einaudi

¹⁴ Ratti et al, Real Time Rome; Craglia et al, Next-Generation Digital Earth