



ASSOCIAZIONE ITALIANA DI CARTOGRAFIA
ITALIAN CARTOGRAPHIC ASSOCIATION

STUDI MONOGRAFICI

1

Associazione Italiana di Cartografia
STUDI MONOGRAFICI

1

DIRETTORE RESPONSABILE / EDITOR IN CHIEF
Giuseppe Scanu (Presidente / *President* AIC)
e-mail: gscanu@uniss.it

REDAZIONE / EDITORIAL BOARD
Giuseppe Borruso, Andrea Favretto, Giovanni Mauro, Raffaella Gabriella Rizzo
e-mail: segretaria_cs@aic-cartografia.it

COMITATO SCIENTIFICO / SCIENTIFIC COMMITTEE
Giuseppe Borruso (Presidente / *President*)
Teresa Amodio, Milena Bertacchini, Andrea Favretto, Marco Mastronunzio, Giovanni Mauro,
Alessandro Nobili, Raffaella Gabriella Rizzo, Sandro Savino, Domenico Tacchia



Opera sottoposta a *peer review* secondo il protocollo UPI – University Press Italiane
Peer reviewed work under the UPI - Italian University Press - protocol

Impaginazione
Gabriella Clabot

© copyright Edizioni Università di Trieste, Trieste 2016.

Proprietà letteraria riservata.
I diritti di traduzione, memorizzazione elettronica, di riproduzione e di adattamento totale e parziale di questa pubblicazione, con qualsiasi mezzo (compresi i microfilm, le fotocopie e altro) sono riservati per tutti i paesi.

ISBN 978-88-8303-747-4 (print)
ISBN 978-88-8303-748-1 (online)

EUT Edizioni Università di Trieste
via Weiss 21 – 34128 Trieste
<http://eut.units.it>
<https://www.facebook.com/EUTEdizioniUniversitaTrieste>

Dinamiche urbane
e città post-socialiste:
monitoraggio mediante
telerilevamento
Casi di studio

Giovanni Mauro

sommario

1. CITTÀ POST-SOCIALISTE E CRESCITA URBANA: VERSO NUOVE CATEGORIE INTERPRETATIVE	
1.1 Post-socialismo e dinamiche urbane: i termini del problema	7
1.2 Tra Europa Orientale e Asia, realtà urbane per un percorso di ricerca	11
1.3 Dinamiche urbane e telerilevamento: un settore di ricerca in forte evoluzione	15
1.4 Metodologie a confronto e casi di studio	17
2. IL TELERILEVAMENTO, DATI E METODI PER LA RICERCA	
2.1 Cenni teorici di telerilevamento	19
2.2 Le immagini satellitari utilizzate e i relativi sensori	27
2.3 L'interpretazione visiva delle immagini satellitari	33
2.4 L'indice di vegetazione NDVI	43
3. UN SUPPORTO ALLA RICERCA: LA CARTOGRAFIA DI OPENSTREETMAP	
3.1 La cartografia partecipativa e il caso di OpenStreetMap	47
3.2 Nascita e crescita del progetto	49
3.3 Principali criticità	51
3.4 Le modalità per ottenere la cartografia digitale di OpenStreetMap	52
4. LA CITTÀ 'EREDITATA': SIBIU	
4.1 Nel cuore della Transilvania, Sibiu	55
4.2 La pianificazione socialista e il modello di sviluppo di una città dell'Europa orientale	57

4.3 L'analisi territoriale a trent'anni dalla pianificazione socialista	60
4.4 L'identità ritrovata: il centro storico	67
5. PRIPYAT: LA CITTÀ DISMESSA	
5.1 Pripjat, una città sconosciuta?	69
5.2 Pripjat e Chernobyl: un comune destino ma una storia diversa	71
5.3 L'area contaminata e la 'zona di esclusione'	74
5.4 La natura si riprende la città	76
5.5 Slavutyč, la nuova Pripjat?	80
5.6 Quale futuro per il territorio di Pripjat?	83
6. VERSO LA CITTÀ POSTMODERNA: ASTANA	
6.1 Da Akmoly ad Astana: una vicenda di trasformazioni	85
6.2 La recente dinamica insediativa di Astana visualizzata a piccola scala: il punto di vista delle immagini satellitari Landsat	88
6.3 Cambiamenti dentro la città: i palazzi del potere, i luoghi religiosi e i nuovi quartieri	94
6.4 La nuova capitale, la città postmoderna	99
7. SHANGHAI: DALLA CITTÀ ALLA REGIONE URBANA	
7.1 Il mondo ad un'altra velocità: l'esplosione demografica di Shanghai	103
7.2 Tra Cina e Occidente: Shanghai e il <i>treaty port</i>	106
7.3 Una vicenda urbana interrotta: i riflessi della pianificazione socialista su Shanghai	109
7.4 Verso una nuova forma urbana	112
CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	121
Bibliografia	125

1. Città post-socialiste e crescita urbana: verso nuove categorie interpretative

1.1 POST-SOCIALISMO E DINAMICHE URBANE: I TERMINI DEL PROBLEMA

Le profonde trasformazioni politiche ed economiche dei Paesi post-socialisti non hanno modificato esclusivamente parametri di carattere quantitativo (PIL, reddito pro-capite, valore delle esportazioni), ma hanno avuto una forte incidenza su aspetti sociali e modelli culturali. Una profonda redistribuzione della popolazione tra aree rurali ed aree urbane rappresenta un *trend* significativo per comprendere la fase di transizione in atto. Società contraddistinte da una rigida regolamentazione nel campo della migrazione e della mobilità sono interessate, negli ultimi decenni, da consistenti flussi interni (Osmonova, 2016; Zhang e Song, 2003). Sono le aree marginali e quelle rurali a subire un forte decremento demografico a favore dei contesti urbani e delle regioni storicamente più attrattive, siano esse fasce costiere o corridoi infrastrutturali.

Dall'Europa orientale all'Estremo Oriente, la direttrice migratoria "campagna-città" sta modificando assetti territoriali consolidati, rigidamente definiti da programmazioni economiche e pianificazioni funzionali. Con l'apertura ai mercati globali, con l'arrivo di ingenti capitali ed investimenti stranieri, gli equilibri di carattere produttivo ed insediativo sono stati inevitabilmente compromessi (Xuefei, 2013). All'espansione topografica delle città, legata all'incremento della popolazione urbana, si associa un cambiamento radicale dei rispettivi *skyline* che va ricondotto alle trasformazioni funzionali e all'inserimento in una rete globale. Si parla, infatti, di *skyscrapers*, di *central business district*, di *art district*, di architetture legate ai grandi eventi e di aspetti che connotano spazi urbani e processi di *government* delle città nord-americane ed europee.

Sulla base di tali analogie formali e gestionali, è possibile leggere le dinamiche urbane dei Paesi ad economia post-socialista attraverso teorie e modelli elabo-

rati in relazione alle città occidentali? Se è vero che il movimento “campagna-città” ha costituito un tassello fondamentale anche nelle trasformazioni urbane dell’Europa occidentale e del mondo anglosassone, va tuttavia sottolineato che profondamente diverso è il quadro in cui tali movimenti avvengono. Da un lato, infatti, il processo di crescita s’innesta in economie che non hanno vissuto la fase del fordismo e del post-fordismo secondo le traiettorie occidentali (Vallega, 1994), dall’altro l’attrattività urbana è sorretta non solo dalle dinamiche del libero mercato ma anche da quelle della globalizzazione che proprio in tali contesti esercitano la loro forza performante. Infatti, le città dell’Europa orientale risentono positivamente del processo di delocalizzazione industriale che sta riducendo il tessuto produttivo dell’Occidente europeo e sta consolidando quello dei Paesi sotto l’influenza sovietica fino al 1991. Di rimando, per la concentrazione di servizi finanziari e commerciali di respiro internazionale, alcune città costiere dell’Estremo Oriente vengono addirittura definite il “riflesso della globalizzazione” (Guthrie, 2008). Anche se in modi e forme meno evidenti, le città dell’Asia caucasica e centrale attraggono ugualmente flussi di capitali e catalizzano le attenzioni di società multinazionali. Se tali città rivestivano una posizione marginale nella rete urbana sovietica, con la creazione degli Stati indipendenti diventano punto di riferimento per le trattative nei settori tradizionalmente strategici delle loro economie, in particolare nell’ambito delle risorse energetiche e minerarie. Alle funzioni di carattere commerciale e finanziario si associano quelle legate alla sfera politico-amministrativa che caratterizzano le nuove capitali delle ex Repubbliche Socialiste Sovietiche e contribuiscono all’attrattività di tali contesti. Ne deriva un forte cambiamento del paesaggio urbano sia nelle aree centrali sia in quelle periferiche, in contrasto con l’assetto omogeneo e regolare della città pianificata (French, 1983).

Nell’urbanistica socialista, infatti, sono le destinazioni produttive ad orientare l’articolazione degli spazi, la dimensione demografica, la localizzazione dei servizi. Il ruolo della città è percepito in relazione alle funzioni industriali che essa esprime; del tutto marginale è il profilo del terziario dal momento che la gestione dei servizi alle famiglie è controllata dall’autorità centrale. Proprio la presenza di rilevanti giacimenti minerari ed aree estrattive ha determinato, nel periodo sovietico, la pianificazione *ex novo* di città orientate alla produzione energetica, all’industria siderurgica e alla meccanica pesante, contraddistinte da quartieri per gli operai e grandi unità produttive. L’assenza di un tessuto insediativo storico rende queste città l’espressione più autentica dell’urbanistica socialista sovietica (Shabad, 1989).

Il binomio industrializzazione-urbanizzazione, pur rilevante nelle dinamiche insediative delle economie capitaliste, acquista un peso determinante nella rete urbana centroasiatica. In tale prospettiva, la dimensione demografica della città

costituisce un punto fermo nel processo di pianificazione urbana dal momento che il numero di residenti deve essere funzionale alla specializzazione produttiva. Nella città socialista anche il confine tra città e campagna è facilmente individuabile; gli edifici standardizzati formano una sorta di cinta che individua in modo inequivocabile lo spazio urbano ed i modelli socio-economici ad esso associati (Cori, 1993). Questa netta ripartizione costituisce, tuttavia, un tratto caratterizzante dei governi socialisti che ha alterato la naturale integrazione tra aree rurali e città in Asia centrale e in Cina, nonché i complessi profili funzionali stratificatisi nel corso dei secoli.

In Europa orientale, il tessuto insediativo storico è stato preservato negli aspetti strutturali e formali, ma svuotato di significati, valenze e funzioni pregresse. Nel periodo dell'influenza sovietica, la pianificazione di matrice socialista ha salvaguardato le architetture del passato, nonostante palazzi nobiliari, chiese e residenze della borghesia fossero l'espressione tangibile di un diverso modello sociale. Sono i quartieri operai e gli impianti produttivi che, giustapposti ai centri storici medioevali o sei-settecenteschi, costituiscono il rinnovato "core" trainante della città (Hamilton, 1983).

Seppur in modo diverso, analoghe dinamiche caratterizzarono quelle città dell'Asia centrale e caucasica il cui ruolo nodale aveva prodotto segni riconducibili ad influssi culturali e religioni diversi (islamica, ortodossa, etc.). Tuttavia, è nell'Estremo Oriente che la difficile coesistenza tra tessuto storico e città socialista si ripropone con forza. Nonostante la storia urbana della Cina vantì una tradizione millenaria, anche in questo caso la città fu concepita come luogo privilegiato per la crescita ed il potenziamento del tessuto industriale. In tale prospettiva s'inseriscono le politiche volte al contenimento della dimensione demografica nelle aree urbane, i programmi d'investimento nelle città delle aree interne, il controllo degli spostamenti all'interno del Paese. In tal senso il processo di urbanizzazione è sì collegato a quello di industrializzazione, ma l'inurbamento della manodopera rurale segue parametri ben diversi rispetto a quelli delle città occidentali (Emanuel, 1999); infatti nei Paesi socialisti i ritmi d'incremento della popolazione urbana sono stati assai più contenuti rispetto a quelli dei Paesi con economie di libero mercato. Fino agli anni Ottanta, la popolazione urbana della Cina si attestava intorno al 20% della popolazione totale, mentre il restante 80% viveva nelle aree rurali dedicandosi ad attività agricole (*China Statistical Yearbooks*, 1982). Analogamente a quanto verificatosi per le città, anche nelle aree rurali la diversificazione del tessuto economico era stata compromessa dalla rigida ripartizione dei ruoli produttivi tra città e campagna.

È sufficiente ripercorrere questi aspetti della città socialista per comprendere quanto le attuali dinamiche urbane e l'apertura ai mercati globali ne abbiano alterato ruoli, forme e profili. In primo luogo, l'attenta valutazione dimensionale e le politiche di contenimento demografico sono state del tutto vanificate dalle mi-

grazioni interne che, negli ultimi decenni, hanno interessato ed interessano questi Paesi. Soltanto in Cina, più di ottanta milioni di persone si sono spostate da una provincia all'altra del Paese dagli inizi degli anni Novanta fino al 2005; per alcuni studiosi e demografi siamo di fronte ad una delle migrazioni interne più rilevanti nella storia umana (Miller, 2012).

Anche se meno noti, ugualmente significativi sono i movimenti migratori che interessano il Kazakhstan. L'indotto dell'industria petrolifera e la stabilità economico-politica del Paese lo rendono, nella scacchiera geopolitica dell'Asia centrale e caucasica, il *focus* di flussi provenienti da Paesi limitrofi e non. A ciò si aggiungono i flussi interni che traggono origine nelle aree marginali ed economicamente più sfavorite per riversarsi nelle principali aree urbane (Yacher, 2011).

Come già sottolineato, l'apertura verso i mercati globali e gli investimenti stranieri hanno contribuito a diversificare il profilo funzionale di queste città, potenziando ed amplificando proprio quell'ampio ventaglio di attività che costituisce il settore terziario. Conseguenza di tali processi è l'espansione topografica di un tessuto insediativo che si amplia senza rispondere a rigidi criteri di pianificazione, ma in base alle esigenze di diversi attori sociali e soggetti economici che operano sul territorio (Wei e Ashutosh, 2005). Ne deriva una forma sfrangiata in cui la dimensione urbana e quella rurale non appaiono più facilmente distinguibili, mentre l'omogeneità dei fabbricati lascia il posto ad un'edilizia residenziale varia ed eterogenea. Nelle grandi città, i processi di *government* delle autorità locali non dipendono dagli organi centrali, ma rispondono alle esigenze della crescita economica e del potenziamento funzionale in una prospettiva globale, come pure alle dinamiche demografiche e migratorie del contesto di riferimento.

È possibile ricondurre tali dinamiche di espansione della città nel solco della "suburbanizzazione" (Zhou e Ma, 2000), ovvero quel processo che ha portato alla formazione delle aree metropolitane nell'Occidente europeo e nel Nord-America? Sicuramente non mancano analogie, quali la delocalizzazione delle attività industriali, in particolare dell'industria manifatturiera, nelle periferie o ancora la fusione della città principale con i centri minori limitrofi. C'è, tuttavia, da sottolineare che nelle aree più urbanizzate della Cina già si parla di "macro-regione urbana" (Cartier, 2002) piuttosto che di metropoli. Con questa espressione ci si riferisce, infatti, ad uno stadio successivo che vede il passaggio dalla forma metropolitana a quella più complessa della megalopoli.

Del resto, come inquadrare i fenomeni di riqualificazione degli spazi urbani dismessi per la creazione di *art district*, spazi espositivi ed altre strutture in grado di ospitare funzioni tipiche della cosiddetta *gentrification*? Si può parlare, infatti, di riurbanizzazione (Ley e Leeds, 2008) in città che non hanno vissuto negli ultimi decenni fasi di decremento demografico e crisi occupazionale ma, al contrario, mostrano *trend* positivi di crescita?

Sono proprio queste le ragioni che spingono ad analizzare il fenomeno urbano dell'Europa orientale, dell'Asia centrale e dell'Estremo Oriente secondo logiche e prospettive diverse. Le città che hanno vissuto l'esperienza della pianificazione socialista, e che oggi possono esprimere la loro forza attrattiva nel quadro del libero mercato e della globalizzazione, non potranno ricalcare quelle traiettorie di sviluppo riscontrate per le aree urbane occidentali, se non a patto di inutili forzature e discrasie temporali.

Per tali ragioni, il fenomeno urbano in Europa orientale, in Asia centrale e nell'Estremo Oriente va affrontato sulla base di una casistica di città che – pur nelle innegabili differenze relative al sito, alla posizione, al contesto di riferimento – siano tuttavia riconducibili ad una comune vicenda politica, urbanistica ed economica (Sheppard, 2000). È in tale prospettiva che sono state utilizzate le immagini satellitari; elaborate a falsi colori e confrontate in sequenza temporale, queste si sono rivelate una fonte d'indagine particolarmente significativa per comprendere le principali direttrici dell'espansione urbana, l'entità di tale espansione, il ruolo nel contesto di riferimento, le probabili traiettorie di sviluppo anche in relazione ad altre agglomerazioni o città medie. Con il supporto dei dati telerilevati acquisiti dagli anni Ottanta ad oggi, è possibile far emergere quella transizione urbana che caratterizza le principali città dell'Europa dell'Est, dell'Asia centrale ed orientale al fine di promuoverne una corretta lettura geografica.

1.2 TRA EUROPA ORIENTALE E ASIA, REALTÀ URBANE PER UN PERCORSO DI RICERCA

In controtendenza rispetto alle metropoli dei Paesi storicamente contraddistinti da un'economia di mercato, in cui si manifestano fenomeni di perdita di popolazione (controurbanizzazione) o di crescita contenuta nei quartieri storici o nelle aree dismesse riqualificate (riurbanizzazione), le grandi città dei Paesi ad economia post-socialista stanno attraversando una fase di straordinaria crescita demografica e funzionale.

Seppur con modalità e ritmi diversi, dall'Europa orientale fino all'Estremo Oriente il saldo demografico delle aree urbane fa registrare valori positivi al punto da affermare che “la frontiera dell'urbanizzazione è slittata in Asia” (Xuefei, 2013). Se le grandi città dei Paesi post-sovietici o ad influenza sovietica si trasformano in aree metropolitane, sulla costa orientale della Cina si pongono le premesse per la formazione di vere e proprie megalopoli (la regione urbana di Beijing-Tianjin-Tangshan e le regioni urbane sviluppatesi sullo Yangtze River Delta e sul Pearl River Delta). Le municipalità di Shanghai e Beijing già superano i 20 milioni di abitanti; sulla base degli attuali ritmi di crescita, nel 2025 altre tre

città cinesi – Shenzhen, Chongqing, Guangzhou-Guangdong – raggiungeranno analoghe dimensioni (Greiner *et alii*, 2012).

Al di là delle proiezioni demografiche e delle stime relative a Shanghai e Beijing, è importante sottolineare quale sia la rete urbana che fa da sfondo alle principali città cinesi. Al 2009 la suddivisione delle città per taglia demografica indica che 40 città superano i due milioni di abitanti, 82 città sono comprese tra uno e due milioni, mentre altre 110 raggiungeranno a breve il milione di abitanti. Se consideriamo che tali realtà interessano principalmente le regioni orientali e la fascia costiera, emerge una rete urbana tendente al policentrismo in cui l'interconnessione tra i diversi poli urbani potrebbe generare un sistema simile a quello dell'*East Coast* statunitense (Kuang *et alii*, 2014).

In Asia centrale, invece, l'incremento demografico e topografico delle principali città s'innesta su una rete gerarchica in cui a ciascuna regione corrisponde uno specifico polo urbano. Tale *pattern* insediativo va ricondotto sia a fattori di carattere storico sia a particolari condizioni ambientali. Vaste aree presentano notevoli difficoltà per il rifornimento idrico urbano, oltre a problematiche più ampie di carattere geomorfologico e climatico (aridità dei suoli, forte escursione termica). Si è prodotta, pertanto, una rete urbana a maglie larghe, impernata sui principali assi di traffico e di commercio che interessavano tutta l'area. I tentativi d'intensificazione della rete urbana, promossi dall'Unione Sovietica attraverso la pianificazione di città *ex novo* con impianti per l'estrazione mineraria e la siderurgia, hanno in parte modificato il modello insediativo pregresso (Bustanov, 2015). Tali interventi hanno interessato non solo l'Asia centrale ma anche il territorio a sud-ovest degli Urali in cui si riscontrava un'analogha ricchezza di fonti energetiche e risorse minerarie.

Al contrario, nei Paesi dell'Europa orientale la continuità della vicenda insediativa ha prodotto una rete più fitta e strutturata, caratterizzata da una solida base di piccoli centri sui cui poggiano le città medie e quelle principali (Matley, 1983). In molti casi, infatti, i governi centrali non hanno creato città *ex novo*, ma hanno potenziato villaggi rurali preesistenti, associando alle tradizionali funzioni di piccolo commercio quelle ben più incisive di carattere industriale. È questa l'architettura insediativa in cui si collocano gli attuali processi di crescita urbana.

Al di là delle differenze che caratterizzano quadri territoriali così ampi e vari, due sono i parametri che spingono ad analizzare – secondo un approccio comparativo – le dinamiche urbane dall'Europa orientale fino all'Estremo Oriente: i positivi *trend* di crescita delle città e la comune matrice socialista. Attraverso le immagini da telerilevamento, sono stati identificati quattro casi esemplificativi localizzati lungo la fascia che – posta a ridosso di due continenti – ha vissuto direttamente o indirettamente l'influenza sovietica e la concezione urbanistica

del socialismo. Si tratta di Sibiu in Romania, Pripyat in Ucraina, Astana in Kazakhstan e Shanghai in Cina.

Con il suo centro storico, Sibiu rappresenta la città media dell'Est europeo in cui la pianificazione socialista non ha cancellato i segni pregressi. Capitale europea della cultura nel 2007, Sibiu sta vivendo una fase di valorizzazione del tessuto insediativo storico; riemergono le identità dei luoghi e il centro riacquista quella funzione trainante storicamente assegnata. Nonostante il processo di delocalizzazione industriale veda le città dell'Est europeo in una posizione competitiva (Redini, 2008), la tutela del patrimonio culturale e la riscoperta delle tradizioni locali costituiscono fattori su cui puntare per una promozione in chiave turistica.

Pianificata intorno ad una centrale per la produzione di energia nucleare, Pripyat riflette i caratteri della programmazione economica e dell'urbanistica sovietica nella dimensione demografica, nella regolarità dell'impianto, nella standardizzazione dell'edificato, nella specializzazione funzionale. Dopo il disastro di Chernobyl, la città è stata completamente abbandonata dalla popolazione; dalle immagini satellitari appare come un'enorme area dismessa in cui la vegetazione avanza, cancellando progressivamente i segni della città socialista. Appartenente all'Unione Sovietica nel 1986, anno del disastro, Pripyat rappresenta simbolicamente la fine di un'idea di città e di un processo di urbanizzazione gestito dall'alto e centralizzato (Ventura, 2016). Con l'indipendenza dell'Ucraina nel 1991 e l'apertura ai mercati internazionali, i meccanismi che fino ad allora avevano regolato la nascita e l'ampliamento delle città o, ad una scala più ampia, l'articolazione stessa della rete urbana saranno superati. Le trasformazioni delle città seguiranno processi più complessi che coinvolgeranno una molteplicità di attori sociali e soggetti economici; la crescita demografica ed occupazionale sarà strettamente legata agli investimenti sul territorio, agli spostamenti dalle aree rurali e marginali, alle esigenze della popolazione.

Una categoria di particolare interesse è rappresentata anche da quelle città dell'Asia centrale e caucasica che, con la dissoluzione dell'Unione Sovietica e la creazione degli Stati indipendenti, hanno assunto il ruolo di capitale. Pur non rappresentando la realtà urbana più rilevante del Kazakhstan, Astana è stata scelta come capitale del Paese; da allora ha vissuto una fase di crescita topografica, demografica e funzionale che ha interessato anche i centri dell'intorno. Città di frontiera dell'Unione Sovietica con funzioni militari, è diventata dal 1997 ad oggi una realtà urbana con architetture avveniristiche e postmoderne che riflettono l'apertura internazionale del Paese, pur riprendendo forme e tipologie radicate nella cultura e nella storia locale (Venneri, 2010). A differenza dell'Europa orientale, in cui la fase post-socialista ha prodotto una rifunzionalizzazione del centro storico preesistente, nell'Asia centrale la tendenza al rinnovamento urbano si manifesta

nella realizzazione di grandi opere in grado di definire uno *skyline* riconoscibile ed originale. In questi casi, l'espansione topografica e la crescita della città sul territorio non sono parametri in grado di interpretare appieno l'entità di un cambiamento che si manifesta proprio nella radicale trasformazione degli spazi urbani, in particolare di quelli più rappresentativi.

Nonostante la circolazione di merci *Made in China* e le immagini dei CBD cinesi lascino supporre un sistema di città decisamente proiettate verso il capitalismo, la globalizzazione e la concorrenza sui mercati internazionali, va ricordato che una fase rilevante nello sviluppo di queste realtà urbane è radicata nel socialismo e nei principi dell'urbanistica socialista. Anche se "buona parte delle società di servizi globali tende a localizzarsi ad Hong Kong perché è il luogo in cui la conoscenza geografica del fiorente mercato cinese interseca la conoscenza creativa e professionale che funziona in ambito globale" (Giovannini, 2013), è Shanghai la città che esprime al meglio l'esplosione urbana e il cambiamento del sistema economico-produttivo della Cina. Infatti, soltanto dal 1997 la città di Hong Kong è sotto la sovranità della Repubblica Popolare Cinese; la particolare condizione di colonia britannica ha da sempre favorito la commistione di stili, di concezioni urbanistiche ed architettoniche che si pongono al di fuori dell'esperienza socialista. Inoltre i limiti amministrativi della città si snodano su un articolato sistema di isole e penisole dalla complessa morfologia che si affacciano sul Pearl River Delta. Tali fattori limitano l'espansione topografica della città a vantaggio della vicina Shenzhen. Nel 2010 Shanghai è la prima città cinese per dimensione demografica e la settima a livello globale; qui è stato realizzato, agli inizi degli anni Novanta, il primo CBD (*Central Business District*) che ormai costituisce una costante del paesaggio urbano per le città cinesi con ambizioni globali (Gaubatz, 2005). A Shanghai è stata costruita agli inizi del 2000 una città universitaria e ben nove città dell'area metropolitana sono state individuate per alleggerire la pressione demografica sul centro e promuovere la localizzazione di attività, residenze, servizi commerciali. Nel contempo, le autorità locali stanno sviluppando programmi per fronteggiare e ridurre i fattori d'inquinamento urbano legati alla presenza di industrie manifatturiere nelle periferie e agli intensi flussi di traffico. Nella transizione urbana dell'Estremo Oriente, Shanghai costituisce una città trainante e un modello di *urban government*, nonostante le contraddizioni economiche, le disuguaglianze sociali e abitative, i fattori di congestionamento di una città che ha visto quadruplicare la sua popolazione dal 1949 ad oggi.

Cambiamenti funzionali, incremento demografico, trasformazione degli assetti territoriali accomunano le città che hanno vissuto l'esperienza dell'urbanistica socialista. Da qui l'esigenza di proporre approcci teorico-metodologici in grado di far emergere traiettorie diversificate di sviluppo urbano che, tuttavia, sono radicate in una comune matrice.

1.3 DINAMICHE URBANE E TELERILEVAMENTO: UN SETTORE DI RICERCA IN FORTE EVOLUZIONE

Sulla base di tali riflessioni teoriche e metodologiche, nell'epoca di Google Maps e dei globi virtuali, quale apporto utile può fornire il telerilevamento al geografo che intenda studiare le dinamiche urbane?

Comunemente utilizzato come App sul nostro *smartphone* o come sito web sul nostro *personal computer*, Google Maps è attualmente uno dei servizi web di localizzazione più diffusi. Com'è noto, esso ci aiuta a scoprire il territorio che ci circonda, anche quando non rientra nel nostro "spazio vissuto", o può diventare un vero e proprio GPS (*Global Positioning System*) per dirigersi verso una meta prestabilita. Poter scegliere, poi, come cartografia di base anche fonti telerilevate, mediante l'opzione "Satellite", ha di fatto reso comunemente intellegibili le immagini ad elevatissima risoluzione spaziale (sub-metrica) che, nel frattempo, eravamo abituati a visualizzare attraverso il *geobrowser* Google Earth. Dal 2005, infatti, Google ha lanciato questo programma che garantisce la possibilità di vedere la superficie della Terra a volo d'uccello e, inoltre, permette di attivare splendide visioni tridimensionali grazie all'implementazione di un modello di elevazione del terreno (Favretto, 2009).

Sulla base di tali opportunità, ci si interroga sull'interesse che potrebbe suscitare l'approccio alle tematiche della geografia urbana mediante uno strumento di lavoro, il telerilevamento, ormai consolidato per metodologia e fonti di dati ma che, proprio per l'agevole utilizzo di *Google Maps* ed altri globi virtuali, si potrebbe considerare erroneamente "datato". Inquadabile nel più generico universo dei GIS (*Geographic Information System*), questo settore geografico di ricerca si è, in realtà, profondamente modificato rispetto alle sue "origini" databili ai primi anni Settanta, se associate alla prima missione per l'acquisizione di immagini satellitari ad uso civile (Landsat1 e Landsat2). Nell'arco di questi primi cinquant'anni sono logicamente cambiati i dati telerilevati, migliorati non solo per la loro risoluzione spaziale, ma anche gli strumenti di lavoro, ossia i programmi per l'elaborazione delle immagini. Relativamente alle immagini satellitari, il ricercatore ha attualmente a disposizione un *database* aggiornato pressoché infinito di dati telerilevati a bassa o media risoluzione spaziale (fino a quindici metri) per qualsiasi località del mondo su un arco temporale di almeno trent'anni. Se nei primi anni 2000 questi dati venivano rilasciati solo a pagamento, attualmente essi sono totalmente gratuiti. Lo stesso dicasi per i programmi con cui elaborare queste informazioni geografiche. Fino a pochi anni fa, infatti, i *software* gratuiti per trattare immagini satellitari erano difficili da utilizzare e spesso davano risultati insoddisfacenti. L'alternativa era l'acquisto del prodotto commerciale decisamente più semplice e performante, ma anche molto impegnativo sotto il profilo economico. Attual-

mente, invece, il ricercatore può scegliere diversi programmi (più o meno complicati) con i quali poter visualizzare, elaborare e classificare le immagini; qualora riscontrasse delle difficoltà oggettive nell'utilizzo di questi *software*, può trovare tutte le risposte sulla rete dove sono disponibili *tutorial* di vario tipo (documenti scaricabili, corsi *online*, video, etc.).

Nel contempo, una rivoluzione ancora più importante sta interessando la cartografia digitale in formato vettoriale. Com'è noto, essa viene generalmente creata e messa a disposizione dagli Enti governativi che, vista anche la difficile congiuntura economica, non riescono tuttavia a garantire una produzione aggiornata in tempi ragionevoli. In seno alle trasformazioni che hanno interessato la rete agli inizi del 2000 (il Web2.0), è nato nel 2004 un progetto denominato OpenStreetMap il cui scopo è la realizzazione di una 'cartografia libera', una sorta di "wikipedia della cartografia" (Sui, 2008). Malgrado i limiti legati fondamentalmente all'inesperienza di chi vi partecipa, questo progetto internazionale ha prodotto nell'arco di poco più di dieci anni una cartografia globale di elevata qualità, con la partecipazione di oltre due milioni e mezzo di utenti (di cui realmente attivi circa l'1%). Essi fanno parte del più esteso mondo dei Volontari dell'Informazione Geografica o VGI (*Voluntereed Geographic Information*; Goodchild, 2007), ossia di quelle persone che su base volontaria acquisiscono e implementano nuova informazione geografica, anche utilizzando l'attuale strumentazione tecnologica (GPS, *smartphone*, etc.). In questo modo, chiunque avesse bisogno di cartografia aggiornata (giornalmente) non deve fare altro che connettersi ai diversi *server* che la mettono a disposizione e scaricarla sul proprio computer (cfr. capitolo 3).

A fronte della gratuità di dati satellitari per un arco temporale abbastanza ampio (immagini satellitari di buona qualità sono disponibili dai primi anni Ottanta), l'obiezione del ricercatore che volesse studiare le aree urbane mediante il telerilevamento potrebbe essere inerente alla risoluzione spaziale. Infatti, come rileva Jensen (2000), secondo gli *standard* dell'agenzia scientifica degli Stati Uniti (*United States Geological Service*) i sensori a media risoluzione spaziale permettono al massimo il secondo livello di classificazione, ossia si è in grado di discriminare: aree residenziali, aree commerciali, aree industriali, aree dei trasporti. Tuttavia, preme sottolineare che questa tipologia di dati nasce proprio per studi a scala regionale e non per analisi di dettaglio (in questo caso si deve fare riferimento a sensori ed immagini che sono ancora a pagamento); d'altronde tale requisito è del tutto coerente con la scala che spesso viene adottata nelle ricerche di geografia urbana per le quali l'approccio metodologico può essere, ovviamente, molto differenziato. Si può utilizzare l'interpretazione visiva delle immagini come metodo per discriminare aree e ambiti urbani. Ed ancora, si possono anche calcolare e classificare gli indici di vegetazione per localizzare aree vegetate (valori elevati) e

aree non vegetate (valori ridotti); classificare in modo automatico non supervisionato le immagini, metodologia particolarmente utile per territori poco conosciuti; procedere con classificazioni supervisionate, mediante l'individuazione di aree *training*; adottare classificazioni gerarchiche, ossia classificazioni che procedono per fasi di approfondimento successive; etc.

Nel secondo capitolo del volume vengono illustrati alcuni cenni teorici di telerilevamento, ponendo particolare attenzione ai sensori e alle potenziali metodologie che si possono adottare in ambito urbano. Preme, tuttavia, sottolineare che questa parte non intende essere assolutamente esaustiva sull'argomento in questione, ma solo introduttiva: vengono, infatti, dettagliatamente illustrate le caratteristiche di alcuni sensori (MODIS Terra, Landsat TM/ETM+/OLI, ASTER Terra) o di alcuni metodi di lavoro (interpretazione visiva e indice di vegetazione NDVI), poi utilizzati nell'ambito dei casi studio. Tuttavia, come accennato, se l'ambito del telerilevamento è complesso ed in forte evoluzione, altrettanto si può affermare per il più settoriale campo di ricerca del telerilevamento urbano. E questo può essere solo l'inizio di un percorso articolato.

1.4 METODOLOGIE A CONFRONTO E CASI DI STUDIO

Dati satellitari a bassa e media risoluzione spaziale e la cartografia OpenStreetMap sono stati utilizzati per i quattro casi studio (Sibiu, Pripjat, Astana e Shanghai) affrontati in questo percorso di ricerca, dove ogni città con le sue specificità è stata studiata adottando una diversa metodologia (gli approfondimenti sui sensori utilizzati, sull'interpretazione visiva e sull'indice di vegetazione NDVI vengono riportati nel secondo capitolo del volume).

Nel caso di Sibiu sono state poste a confronto cartografie eterogenee: la carta tematica dell'Atlante della Repubblica Socialista di Romania (1974), un prodotto cartografico del sensore MODIS (satellite Terra) relativo all'indice di vegetazione NDVI e un'immagine ASTER (satellite Terra) del 2003. Mediante metodologie di interpretazione visiva, si è cercato di comprendere quale sia stato il peso della pianificazione socialista in una città particolarmente ricca di stratificazioni storiche e quali siano le traiettorie di sviluppo nell'attuale fase di transizione politico-economica.

Il secondo caso preso in esame è quello di Pripjat, la città nata in funzione della centrale nucleare di Chernobyl. Mediante l'analisi diacronica dell'indice di vegetazione NDVI (cfr 2.4), elaborato su un'immagine satellitare a media risoluzione (Landsat TM/OLI) acquisita subito dopo la catastrofe ed un'altra risalente a circa trent'anni dopo, si è voluto evidenziare come la natura si stia progressivamente riprendendo una città ormai dismessa per l'elevato rischio di contami-

nazione radioattiva. Nel contempo è stata evidenziata la nascita di una ‘nuova’ Pripjat, Slavutyč, città che ha raccolto la sua pesante eredità.

Metodologie di interpretazione visiva delle immagini sono state adottate anche nel caso di Astana, la nuova capitale del Kazakhstan. In questo caso sono state esaminate visivamente combinazioni di immagini satellitari a falso colore (Landsat TM/ETM+), in grado di discriminare con un buon livello di dettaglio l’area urbana dal territorio circostante. Si sono così rilevate le principali direttrici dello sviluppo urbano di una città che sta crescendo rapidamente, evidenziandone le trasformazioni in atto che la proiettano verso una dimensione postmoderna.

Infine si è voluto considerare il caso di Shanghai, la città che in pochi decenni ha sviluppato una forza attrattiva tale da modificare completamente l’assetto di un’intera regione. A tal fine sono state poste a confronto cartografie realizzate nella prima parte del XX secolo con una serie di immagini satellitari Landsat (TM/OLI) acquisite tra il 1985 e il 2015. Mediante metodologie di interpretazione visiva, nonché di classificazione dell’indice di vegetazione NDVI, si è cercato di delineare quali siano stati dapprima i processi di espansione urbana intorno alla città e successivamente quelli di diffusione insediativa in tutta la municipalità.

Il volume è strutturato come segue: dopo il *primo capitolo*, in cui sono stati introdotti il tema della ricerca, i casi di studio e la metodologia adottata, nel *secondo capitolo* vengono sinteticamente forniti alcuni fondamenti teorici di tele-rilevamento, ponendo particolare attenzione all’approccio metodologico in realtà urbane. Nel *terzo capitolo* viene presentato dettagliatamente il progetto OpenStreetMap (nascita ed evoluzione), nonché le modalità che consentono di acquisire gratuitamente cartografia digitale. Nei capitoli successivi sono affrontati i singoli casi di studio: nel *quarto capitolo* Sibiu, la città ereditata; nel *quinto*, Pripjat la città dismessa; nel *sesto*, la nuova capitale del Kazakhstan, Astana; nel *settimo*, infine, si prende in esame il caso di Shanghai e del suo territorio di riferimento. A margine vengono elaborate alcune *considerazioni conclusive*.

2. Il telerilevamento, dati e metodi per la ricerca

In questa sezione del volume vengono illustrati alcuni cenni teorici di telerilevamento, ponendo particolare attenzione ai sensori e alle metodologie che si sono successivamente adottate nell'analisi dei quattro casi di studio esaminati. Preme perciò sottolineare che questa parte non intende essere esaustiva sull'argomento in questione, ma può essere considerata solo introduttiva al tema, alquanto complesso, del telerilevamento urbano.

2.1. CENNI TEORICI DI TELERILEVAMENTO

Con il termine telerilevamento si indica la tecnica di derivare informazioni relativamente ad un oggetto, area o fenomeno attraverso l'analisi di dati acquisiti da uno strumento (nel caso specifico, un sensore montato su un vettore satellitare) che non è in contatto con l'oggetto, l'area o il fenomeno indagato. I sensori utilizzati registrano le diverse modalità di riflettere l'energia elettromagnetica da parte degli oggetti presenti sulla superficie terrestre (Lillesand e Kiefer, 2000).

Lo spettro elettromagnetico

Una delle diverse forme in cui si presenta l'energia elettromagnetica è la luce. Essa, secondo la "teoria particellare delle onde elettromagnetiche", può essere descritta come una forma di energia viaggiante in modo sinusoidale e armonico alla velocità della luce, sottoforma di onda elettromagnetica. Ogni onda elettromagnetica ha una frequenza definita ed una lunghezza d'onda associata a questa frequenza. Grazie a queste caratteristiche le onde possono essere ordinate in un grafico noto come *spettro elettromagnetico* (EM) (fig. 2.1).

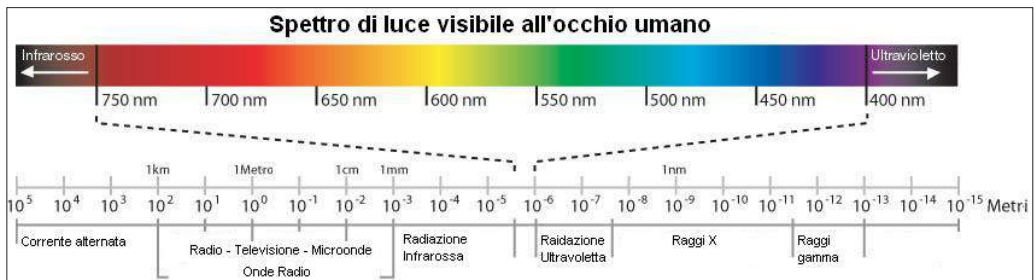


FIGURA 2.1 – Spettro elettromagnetico e spettro di luce visibile all'occhio umano
(FONTE: <https://www.emaze.com>)

Lo spettro EM è stato arbitrariamente suddiviso nelle seguenti regioni:

1. Raggi gamma (<0,03 nm) e raggi X (0,03-300 nm): radiazione ad onde corte con elevato “contenuto” energetico.
2. Radiazione ultravioletta (0,28-0,40 μm): questa regione viene suddivisa nel vicino ultravioletto (UV-A, 0,32-0,40 μm), nel lontano infrarosso (UV-B, 0,28-0,32 μm) e ultravioletto estremo (UV-C, sotto i 0,28 μm).
3. La regione visibile occupa l'intervallo fra 0,4 e 0,7 μm . La luce visibile può essere divisa in tre “segmenti”, conosciuti come colori primari¹: da 0,4 a 0,5 μm la luce riflette il colore blu, da 0,5 a 0,6 μm il verde e da 0,6 a 0,7 μm il rosso.
4. La regione infrarossa, compresa fra 0,7 e 100 μm , viene divisa in tre sotto-intervalli: (a) l'IR vicino (0,7-1,3 μm) e (b) l'IR medio (1,3-3 μm), (3) IR lontano o IR termico (3-100 μm).
5. La regione delle microonde va da 0,1 a 100 cm.
6. La regione di lunghezze d'onda maggiori oltre i 100 cm corrisponde alle bande radio (Campbell, 1996).

Interazione energia – atmosfera

Tutte le radiazioni elettromagnetiche utilizzate per il telerilevamento devono attraversare l'atmosfera. Le particelle e i gas presenti in atmosfera possono attenuare la luce in entrata. Ciò è determinato principalmente dalla dispersione atmosferica e dall'assorbimento.

¹ Colore primario: colore che non può essere definito da nessuna combinazione di altri due colori.

La dispersione atmosferica è una “diffusione imprevedibile di radiazione attraverso le particelle atmosferiche” (Lillesand e Kiefer, 2000). Le radiazioni possono interagire con molecole atmosferiche di grandezza molto inferiore rispetto alla lunghezza d’onda della luce solare incidente. Il risultato è la diminuzione del contrasto² spettrale dell’immagine telerilevata. Quando le radiazioni incontrano particelle aventi diametro uguale o maggior alla propria lunghezza d’onda, l’immagine risulta disturbata in particolare nelle bande registrate nel campo dell’infrarosso.

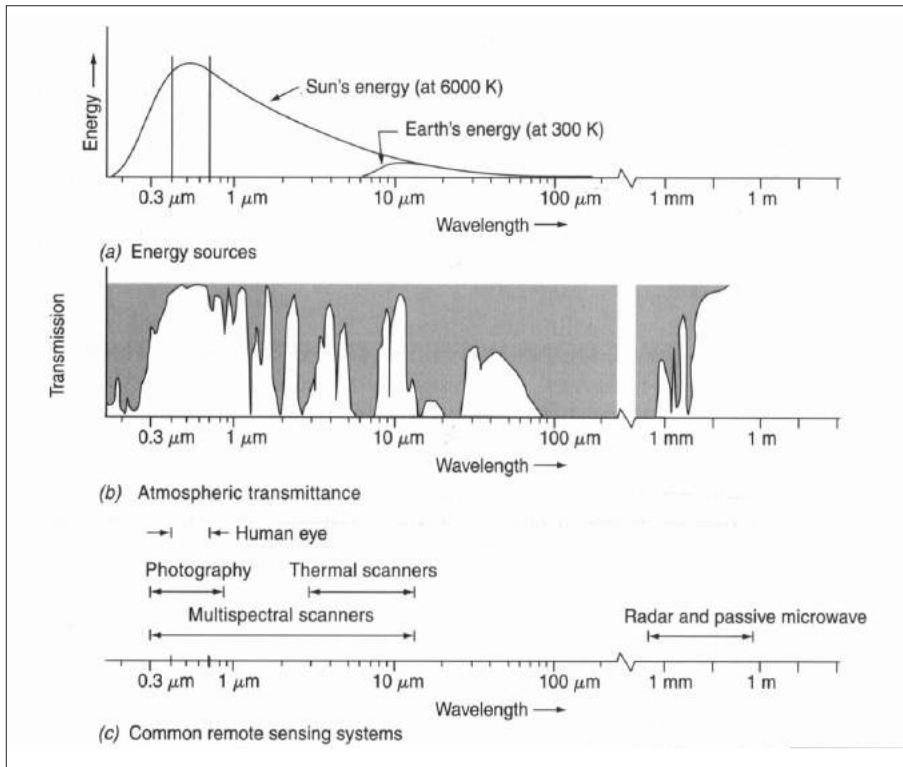


FIGURA 2.2 – Sorgenti di energia luminosa (a); trasmissione dell’atmosfera (b); sensibilità dei più comuni sistemi di telerilevamento (FONTE: Lillesand e Kiefer, 2000)

L’assorbimento atmosferico (fig. 2.2) riduce in quantità maggiore l’energia delle radiazioni rispetto alla dispersione. I maggiori intrappolatori di radiazione solare

2 Il contrasto non ha una definizione precisa. Esso può essere definito dal confronto tra le parti più chiare e quelle più scure di un’immagine. Un basso contrasto indica un’immagine molto grigia, mentre un alto contrasto rappresenta differenze molto definite tra chiaro e scuro.

sono il vapore acqueo, il biossido di carbonio e l'ozono che possono notevolmente variare presso le aree urbane. Perciò l'umidità, l'altezza del sito allo studio, la vicinanza alle città e altri fattori sono variabili che influenzano l'assorbimento atmosferico ed i suoi effetti sull'immagine telerilevata.

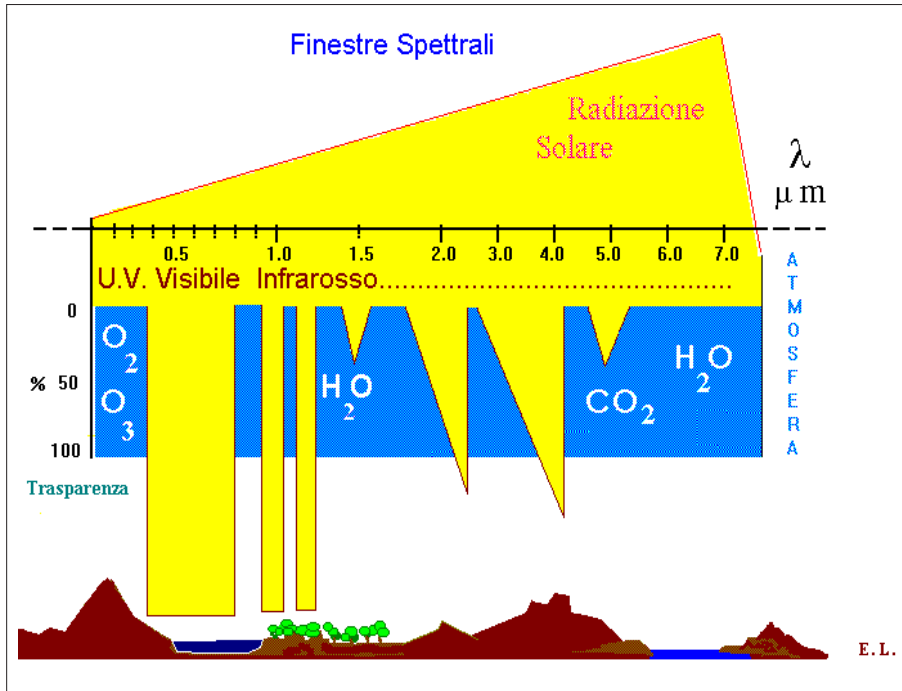


FIGURA 2.3 – Finestre Spettrali (FONTE: Cecchi *et alii*, 1994)

I gas citati assorbono l'energia solare in bande di lunghezza d'onda specifiche: la radiazione solare può attraversare o non attraversare lo strato atmosferico in funzione della lunghezza d'onda. Questo parametro definisce così la relativa "opacità" dell'atmosfera all'onda, individuando intervalli di trasparenza detti genericamente "finestre atmosferiche" (fig. 2.3). In corrispondenza di queste lunghezze d'onda l'assorbimento delle radiazioni è ridotto o nullo, ossia le onde vengono disturbate solo minimamente dalla presenza dell'atmosfera. Ovviamente tutti i sensori montati su vettori satellitari sono stati calibrati per registrare immagini in corrispondenza di queste lunghezze d'onda.

Interazione radiazione-materia

Quando un'onda elettromagnetica colpisce un oggetto o una superficie qualsiasi sono possibili tre fondamentali interazioni (fig. 2.4):

- riflessione* – parte della radiazione è effettivamente riflessa (e diffusa) dal bersaglio a diversi angoli (in funzione sia della “rugosità” della superficie che dell’orientazione della radiazione solare³), inclusa la direzione del sensore che effettua l’osservazione. Alcuni sistemi di telerilevamento sono designati alla misura della radiazione riflessa;
- assorbimento* – parte della radiazione è assorbita attraverso interazioni molecolari o elettroniche con il mezzo attraversato; in seguito potrà essere parzialmente riemessa (*emittanza*), soprattutto in corrispondenza delle lunghezze d’onda maggiori, cosicché la radiazione solare contribuisce al riscaldamento dei corpi che forniscono una risposta termica;
- trasmissione* – parte della radiazione penetra in alcuni mezzi, per esempio nell’acqua.

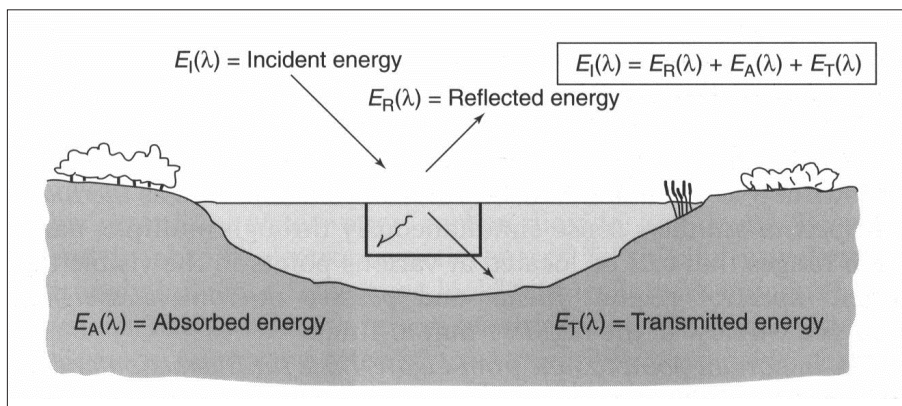


FIGURA 2.4 – Interazione tra l'energia elettromagnetica e la superficie terrestre
(FONTE: Lillesand e Kiefer, 2000)

Per il principio di conservazione dell'energia vale:

$$E_r(\lambda) = E_i(\lambda) - E_a(\lambda) - E_t(\lambda)$$

³ L'orientazione della radiazione solare va considerata rispetto alla direzione di incidenza sulla superficie colpita dall'onda elettromagnetica.

dove: E_r = Energia riflessa (riflettanza⁴)
 E_i = Energia incidente totale
 E_a = Energia assorbita
 E_t = Energia trasmessa
 (λ) = in funzione della lunghezza d'onda λ

Le proporzioni di energia riflessa, assorbita e trasmessa variano a seconda dell'oggetto delle condizioni e del tipo di materiale colpito. Questa importante proprietà della materia consente l'identificazione e la separazione di diverse sostanze o classi attraverso la loro firma spettrale (fig. 2.5).

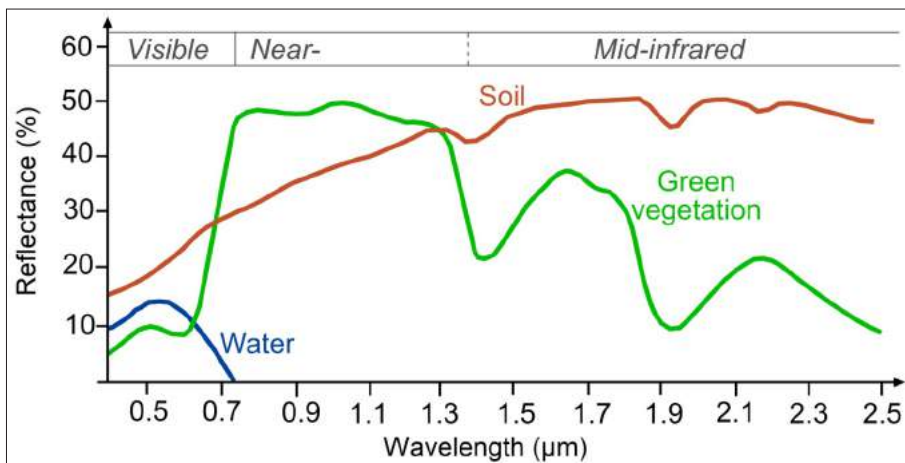


FIGURA 2.5 – Diagramma della riflettanza percentuale relativamente all'acqua, alla vegetazione e al suolo (FONTE: <http://www.seos-project.eu>)

⁴ La riflettanza (espressa in percentuale) misura la quantità di energia incidente che viene riflessa. Altre grandezze radiometriche importanti sono: l'irradianza (E) che è il flusso radiante incidente su una superficie unitaria; l'intensità radiante (I) e la radianza (L) che si riferiscono alla radiazione secondo un certo angolo di osservazione, indicando rispettivamente il flusso radiante uscente da unità di angolo solido e il flusso radiante per unità di superficie e per unità di angolo solido, misurato su di un piano perpendicolare alla direzione considerata. La radianza è particolarmente importante perché descrive ciò che viene in realtà misurato dai sensori utilizzati per il telerilevamento.

Il grafico della riflettanza spettrale di un oggetto, in funzione delle lunghezze d'onda, viene denominato firma spettrale. La conformazione delle curve di riflettanza spettrale fornisce informazioni sulle caratteristiche spettrali di un oggetto. Come messo in evidenza nella figura 2.5, ad esempio, in funzione della risposta spettrale si possono distinguere suolo, acqua e vegetazione.

La scelta della regione(i) dello spettro elettromagnetico nella quale acquisire l'immagine telerilevata è fortemente influenzata dal comportamento spettrale dell'oggetto esaminato.

La “curva spettrale” delle aree urbane

L'impetuosa crescita urbana giustifica l'acquisizione continua di informazioni da valutare attentamente per una corretta gestione del territorio. La pianificazione delle aree urbane coinvolge un ampio spettro di attività, dal settore sociale a quello economico, dall'ambiente alla gestione dei beni culturali. Avere a disposizione informazioni in tempo reale sulla crescita urbana, ad esempio, migliora l'interpretazione dei cambiamenti in atto. Stime di popolazione (ottenute indirettamente dall'interpretazione visiva delle immagini), studi sulla qualità dell'edificato, analisi dei flussi del traffico e sulle potenziali aree di parcheggio sono solo alcune delle applicazioni concrete in cui il telerilevamento può risultare utile per una gestione più efficace delle aree urbane.

Le aree urbane sono il risultato dell' “assemblaggio” di diversi materiali (cemento, asfalto, plastica, vetro, acqua, erba, suolo, alberi, etc.), utilizzate per costruire case, strade, aree industriali e commerciali, aree ricreative, etc. La copertura del suolo (*land cover*)⁵ di una città può risultare perciò alquanto complessa.

La “curva spettrale” di un'area urbana, riportata in figura 2.6, riflette questa situazione abbastanza complessa. In un'immagine satellitari a colori veri (cfr. 2.3), il *land cover* di una città appare di un colore ‘grigio acciaio’ (Jensen, 2000) perché il terreno delle aree urbane consiste principalmente di cemento, strade asfaltate, aree di parcheggio, tegole, suolo nudo.

Come si può notare in figura 2.6, a differenza della vegetazione, cemento e asfalto non evidenziano grosse differenze di riflettanza tra regione del visibile e del vicino infrarosso. L'asfalto tende ad avere una maggiore riflettanza nell'infrarosso: tuttavia la risposta spettrale può cambiare notevolmente se si considerano

⁵ Si tenga in debita considerazione la differenza tra uso del suolo (*land use*) e copertura del suolo (*land cover*): nel primo caso si intende come il suolo viene utilizzato, nel secondo invece ci si riferisce ai materiali biofisici che insistono su quel territorio. Per esempio, un parco urbano è un'area ricreativa in termini di uso del suolo, ma può essere un prato o un bosco per quanto concerne la copertura del suolo.

aree asfaltate non di recente. Anche tetti e mattoni hanno una risposta spettrale fortemente condizionata dal loro colore e dal fattore tempo.

Questo giustifica il forte contrasto tra vegetazione e aree urbane, soprattutto se visualizzate in una classica combinazione a falsi colori (cfr. 2.3), nella quale si associa la banda del vicino infrarosso al canale rosso, quella del rosso al canale verde e quella del verde al canale blu.

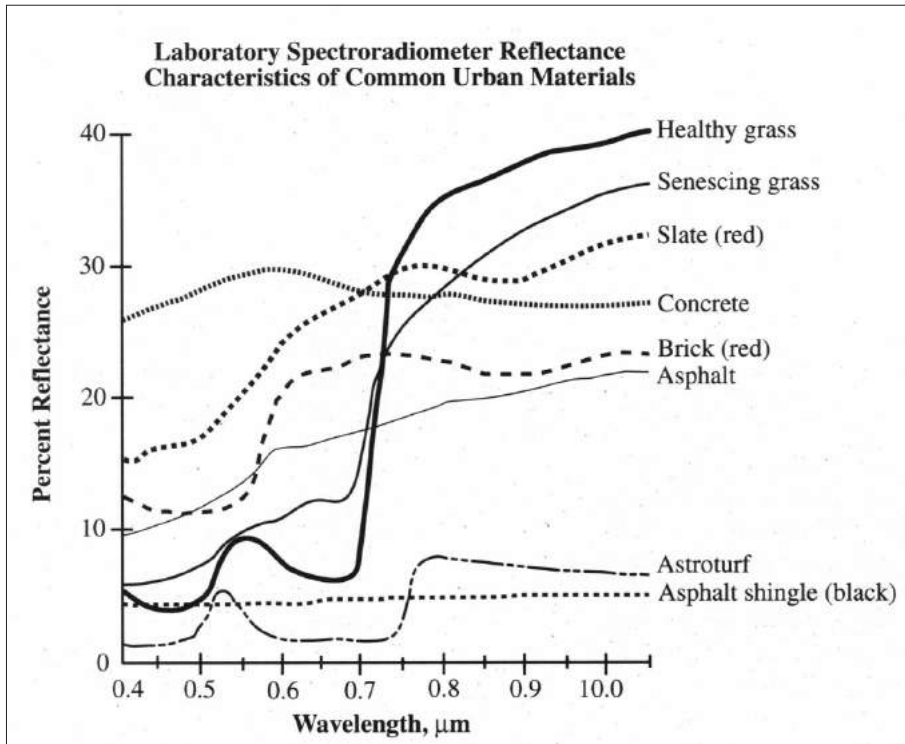


FIGURA 2.6 – Riflettanza spettrale (espressa in termini percentuale) di alcuni materiali alquanto comuni in un'area urbana (FONTE: Jensen, 2000)

2.2 LE IMMAGINI SATELLITARI UTILIZZATE E I RELATIVI SENSORI

Premessa

Le immagini satellitari utilizzate nel corso del presente lavoro si riferiscono ai seguenti vettori: Aqua e Terra (sensore MODIS e ASTER), Landsat5 (sensore TM), Landsat7 (sensore ETM+), Landsat 8 (sensori OLI/TIRS).

Gli scopi del presente lavoro hanno di fatto condizionato la scelta dei sensori satellitari: MODIS, infatti, garantisce dal 2000 un monitoraggio mensile a media scala, rivelandosi perciò un'ottima opportunità per studiare l'evoluzione quasi in tempo reale del territorio allo studio. I satelliti della costellazione Landsat, invece, acquisiscono immagini a media risoluzione spaziale ormai da oltre 30 anni. Essi costituiscono perciò un'eccellente base di dati per controllare a cadenza pluriennale i cambiamenti in atto. ASTER, infine, è un sensore montato sul satellite Terra in grado di acquisire immagini fino a 15m di risoluzione spaziale su alcune bande del visibile e del vicino infrarosso. Dopo una prima fase di distribuzione gratuita (primi anni 2000), solo di recente (inizio aprile 2016) la NASA ha reso nuovamente disponibili i propri dati a titolo gratuito.

Qui di seguito è riportata una breve descrizione delle caratteristiche tecniche dei sensori e delle relative immagini.

Il sensore MODIS trasportato dai satelliti Terra ed Aqua

MODIS è un sensore satellitare montato su Terra ed Aqua, vettori satellitari messi in orbita nell'ambito del programma EOS (*Earth Observing System*), il programma scientifico della NASA (*National Aeronautics and Space Administration*). Oltre a MODIS gli strumenti ottici montati su entrambi i satelliti sono i seguenti: ASTER (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer*); CERES (*Clouds and the Earth Radiant Energy System*); MISR (*Multi-angle Imaging Spettro-Radiometer*); MODIS (*MOderate-resolution Imaging Spectroradiometer*) e MOPITT (*Measurement of Pollution in the Troposphere*).

Il primo MODIS fu lanciato a bordo del satellite Terra nel Dicembre 1999, il secondo su Aqua nel maggio 2002. Da allora i loro dati sono disponibili gratuitamente ed utilizzati negli studi per la comprensione delle dinamiche globali (ad esempio l'effetto serra) e dei processi relativi alla terra, agli oceani e agli strati più bassi dell'atmosfera (Gomasca, 2004).

Questo sensore acquisisce immagini su un'area (*swath*) di 2.330 Km². Si tratta di immagini a bassa risoluzione spaziale (che varia da 250 m a 1 km), ma ad elevata risoluzione spettrale (36 bande dal visibile all'infrarosso termico, nel *range* 0,4-14,4 μm) e temporale (due immagini al giorno).

Per MODIS sono disponibili anche alcune elaborazione dei dati grezzi realizzate dal *MODIS Science Team* a partire dai dati grezzi (MOD01 – prodotti di primo livello). Sono i cosiddetti prodotti o *standard data products*, che si caratterizzano per campo tematico e livello di elaborazione impiegato. Il prefisso MOD di ogni *set* di dati permette di risalire alle caratteristiche registrate nei vari strati che compongono le immagini. I dati grezzi, ad esempio sono i prodotti di primo livello e sono indicati con MOD01. I livelli successivi (MOD02 e MOD03) producono dei *layer* tematici, risultato delle elaborazioni dei dati di base. Sono suddivisi nei seguenti principali argomenti: atmosfera, terra, criosfera ed oceano.

Nel presente studio vengono utilizzati i prodotti MOD13Q1, ottenuti dall'elaborazione dei dati di radianza telerilevata dal sensore MODIS trasportato dal satellite Terra. I *layer* del prodotto MOD13Q1 hanno una risoluzione spaziale al terreno di 250 metri e sono ricampionati, per ottenere una migliore discriminabilità dei *pixel*, in un intervallo di valori fra -2000 e 10000 e vengono prodotti ogni 16 giorni (Heute *et alii*, 1999). Tale intervallo di tempo corrisponde alla risoluzione temporale dei satelliti Terra ed Aqua, che è di 16 giorni (ossia i due satelliti in questione riprendono nadiralmente la stessa zona del globo in tale periodo di tempo). L'ampio *swath* del sensore permette, però, di avere delle riprese della stessa area anche ad intervalli temporali minori. MOD13Q1 riporta su una serie di *layer* perfettamente sovrapponibili i valori assunti, nei territori allo studio, dall'indice di vegetazione NDVI (cfr. 2.4).

I satelliti della costellazione Landsat:

Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM+ e Landsat 8 OLI/TIRS

Anche i satelliti Landsat 5 TM e Landsat 7 ETM+ appartengono, nell'ambito delle missioni NASA, alla categoria dei satelliti ETRSs (*Earth Resources Technology Satellites*), ossia quella serie di satelliti il cui scopo è l'osservazione della Terra per scopi ambientali. Il primo è stato lanciato il 1 marzo 1984 e ha funzionato per un periodo molto più lungo di quello programmato inizialmente, fornendo sempre immagini di ottima qualità. Ufficialmente ha smesso di funzionare a giugno 2013, dopo 29 anni di attività. Landsat 7, invece, è stato lanciato il 15 aprile 1999 ed è tuttora funzionante. Tuttavia da marzo 2003, a causa di un problema tecnico, invia immagini di bassa qualità poco utilizzabili per studi ordinari di telerilevamento. Per entrambi l'orbita ha un'altezza di 705 km, è vicino polare (9°N), ripetitiva (il satellite Landsat passa sopra la stessa area della superficie terrestre ogni 16 giorni; in un giorno riesce ad effettuare 14,5 orbite con un periodo di 98,9 minuti).

L'immagine telerilevata ricopre un'area quadrata di 185 km di lato (*swath*). Il Landsat 5 porta il sensore TM (*Thematic Mapper*)⁶; il Landsat 7 il sensore ETM+

6 Il Landsat5 porta anche il sensore MSS (*Multi Spectral Scanner*), ma in occasione di

(*Enhanced Thematic Mapper plus*). Essendo il secondo sensore un'evoluzione del precedente, anche se migliorato per alcune caratteristiche (ad esempio, l'acquisizione di una banda pancromatica a 15metri), essi presentano caratteristiche tecniche molto simili.

Le caratteristiche tecniche (risoluzione spaziale e spettrale) dei sensori TM e ETM+ sono riportate in tabella 2.1. In figura 2.7 sono riportati le bande di acquisizione dei dati che vengono poste a confronto con la riflettanza della vegetazione e dell'acqua (Lillesand e Kiefer, 2000).

A febbraio 2013 è stato mandato in orbita il più recente satellite della costellazione Landsat: Landsat 8. Alla stregua dei precedenti, la sua orbita ha un'altezza di 710 Km ed è ripetitiva. L'inclinazione dell'orbita è di 98° N. L'ampiezza di ripresa è sempre la stessa (185 Km), ma è migliorata la frequenza di acquisizione delle immagini: è infatti in grado di acquisire 700 immagini al giorno contro le 450 di Landsat 7.

Su Landsat 8 sono stati montati due sensori: OLI (acronimo di *Operational Land Imagery*) e TIRS (*Thermal InfraRed Sensor*). Il primo acquisisce immagini su nove bande nello spettro delle onde corte; esso migliora le prestazioni dei precedenti sensori della serie Landsat perché è stato implementato di una banda (la nuova banda 1) in grado di fornire migliori informazioni sulle aree costiere, e di un'ulteriore banda nello spettro dell'infrarosso medio per lo studio di nubi in alta troposfera. La loro risoluzione spaziale varia tra 15 metri (banda 8, pancromatico) e 30 metri. È stata migliorata anche la risoluzione radiometrica⁷, passata da 8-bit (256 livelli di grigio) a 12-bit (4.096 livelli di grigio). Il sensore TIRS acquisisce due ulteriori bande con risoluzione spaziale 100 metri nell'infrarosso termico.

In tabella 2.2 vengono riportate sinteticamente alcune caratteristiche delle 11 bande di Landsat 8 OLI/TIRS.

questo percorso di ricerca le immagini satellitari utilizzate, relative a questo satellite, fanno riferimento unicamente al sensore TM.

7 Risoluzione radiometrica. La risoluzione radiometrica è la minima differenza d'intensità che un sensore può rilevare tra due valori di energia raggianti. Nell'immagine digitale (leggi satellitare) viene registrata sottoforma di numeri (Digital Numbers o DN) compresi generalmente fra 0 e 255, che esprimono la gamma delle radianze registrate dal sensore. Il numero 255 è legato al fatto che le misure sono memorizzate in byte, l'unità di base dei computer, e il byte è formato da 8 bit, cioè $2^8 = 256$ valori di cui il primo è 0, cioè radiazione misurata nulla, e l'ultimo 255, cioè radiazione misurata massima. Se per memorizzare le misure si usasse un solo bit, si potrebbero rappresentare solo due livelli di radianza (0 e 1), mentre con 8 bit si possono rappresentare 256 differenti livelli di intensità, aumentando in questo modo la risoluzione radiometrica.

TABELLA 2.1 – Alcune caratteristiche delle immagini acquisite da sensori dei satelliti Landsat 7 (ETM+) e Landsat 5 (TM) (FONTE: Lillesand e Kiefer, 2000)

Satellite	Risoluzione spaziale	Banda	Intervallo di lunghezza d'onda (μm)
Landsat 7 ETM+	15 m	Pancromatico	0,52 – 0,90
Landsat 5 TM e Landsat 7 ETM+	30 m	1 – Blu	0,45 – 0,52
		2 – Verde	0,52 – 0,60
		3 – Rosso	0,63 – 0,69
		4 – Infrarosso Vicino	0,76 – 0,90
		5 – Infrarosso Medio	1,55 – 1,75
		6 – Infrarosso Termico	10,4 – 12,5
		7 – Infrarosso Medio	2,08 – 2,35

TABELLA 2.2 – Alcune caratteristiche delle 11 bande di Landsat 8 (OLI/TIRS)

Banda	Risoluzione spaziale	Intervallo di lunghezza d'onda
1 – Aerosol/Costiero	30 m	0.433 - 0.453 μm
2 – Blu	30 m	0.450 - 0.515 μm
3 – Verde	30 m	0.525 - 0.600 μm
4 – Rosso	30 m	0.630 - 0.680 μm
5 – Infrarosso Vicino	30 m	0.845 - 0.885 μm
6 – Infrarosso Medio	30 m	1.560 - 1.660 μm
7 – Infrarosso Medio	30 m	2.100 - 2.300 μm
8 – Pancromatico	15 m	0.500 - 0.680 μm
9 – Cirrus	30 m	1.360 - 1.390 μm
10 – Infrarosso Termico	100 m	10.30 - 11.30 μm
11 – Infrarosso Termico	100 m	11.50 - 12.50 μm

Il sensore ASTER del satellite Terra

Il satellite Terra è stata lanciato nel dicembre 1999 dalla NASA nell'ambito del progetto EOS (*Earth Observing System*). Come già accennato, esso trasporta di-

versi strumenti ottici montati sul satellite Terra: ASTER (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer*); CERES (*Clouds and the Earth's Radiant Energy System*); MISR (*Multi-angle Imaging Spectro-Radiometer*); MODIS (*Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer*) e MOPITT (*Measurements of Pollution in the Troposphere*).

Il sensore ASTER montato su questo vettore satellitare è il risultato della cooperazione tra la NASA e il Ministero dell'Industria e degli Affari giapponese. Le immagini acquisite da ASTER sono una sorta di ingrandimento di quelle raccolte dai restanti sensori montati sul satellite Terra. Infatti, come riportato in tabella 2.3, il sensore ASTER registra immagini della Terra ad alta risoluzione (*pixel* da 15 a 90 metri) in 14 diverse bande dello spettro elettromagnetico, dal visibile all'infrarosso termico. L'immagine telerilevata ricopre un'area quadrata di 60 km di lato.

Il sensore ASTER consiste di tre strumenti separati, ognuno operante in una differente regione spettrale. Questi sottosistemi sono i seguenti: VNIR (*Visible and*

TABELLA 2.3 – Alcune caratteristiche del satellite Terra – sensore ASTER
(fonte: Lillesand e Kiefer, 2000)

Sottosistemi	Risoluzione spaziale	Banda	Intervallo di lunghezza d'onda (μm)
VNIR	15 m	1- Verde	0,52 – 0, 60
		2 - Rosso	0,63 – 0,69
		3N - Vicino Infrarosso	0,78 – 0,86
		3B - Vicino Infrarosso	0,78 – 0,86
SWIR	30 m	4 - Infrarosso medio	1,60 – 1,70
		5 - Infrarosso medio	2,145 – 2,185
		6 - Infrarosso medio	2,185 – 2,225
		7 - Infrarosso medio	2,235 – 2,285
		8 - Infrarosso medio	2,295 – 2,365
		9 - Infrarosso medio	2,360 – 2,430
TIR	90 m	10 - Infrarosso termico	8,125 – 8,475
		11 - Infrarosso termico	8,475 – 8,825
		12 - Infrarosso termico	8,925 – 9,275
		13 - Infrarosso termico	10,25 – 10,95
		14 - Infrarosso termico	10,95 – 11,65

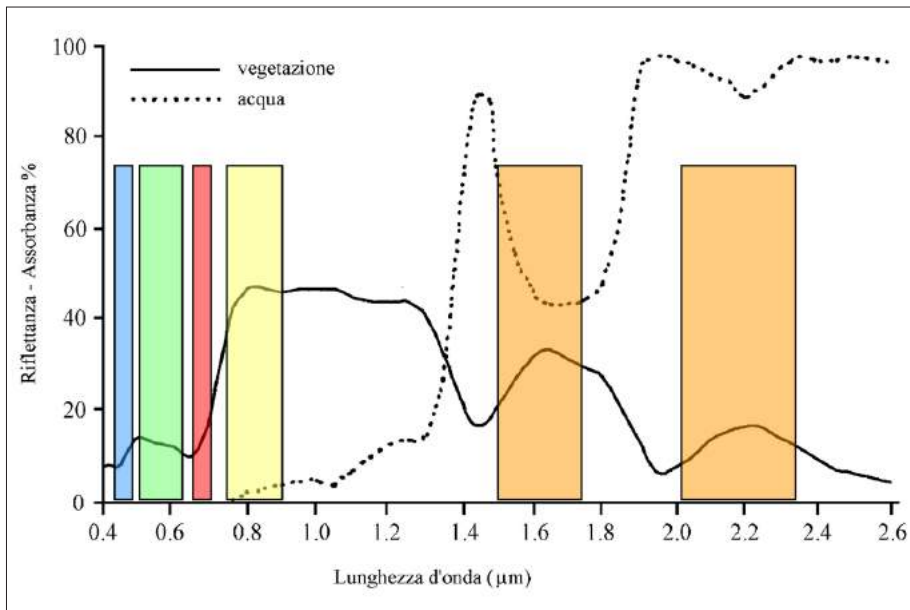


FIGURA 2.7 – Le 6 bande dei sensori TM ed ETM+ poste a confronto con la riflettanza registrata nel visibile e nel vicino-medio infrarosso per l'acqua e la vegetazione (FONTE: Valentini, 2003)

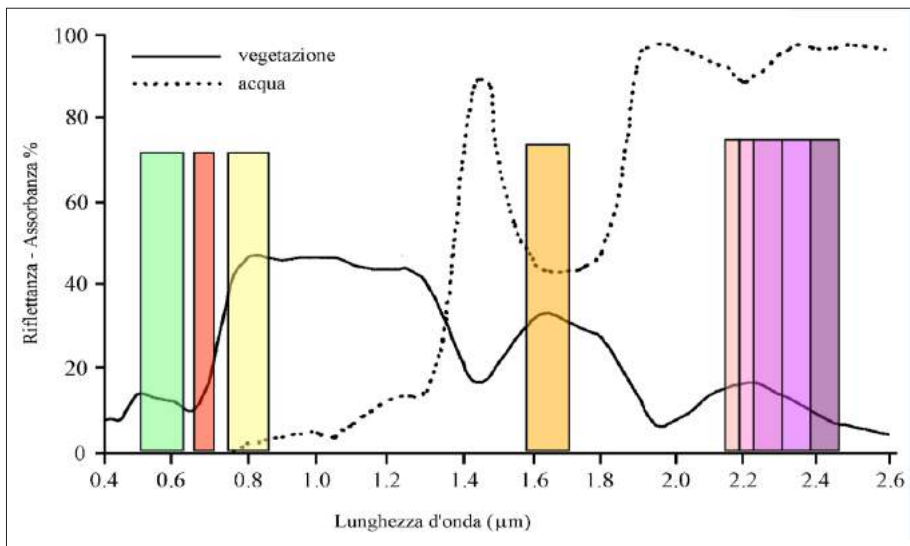


FIGURA 2.8 – Nove delle quattordici bande del sensore ASTER posti a confronto con la riflettanza registrata nel visibile e nel vicino-medio infrarosso per acqua e vegetazione (FONTE: Valentini, 2003)

Near Infrared, ossia regioni del visibile e del vicino Infrarosso), SWIR (*Short Wave Infrared*, regione dell'infrarosso medio) e TIR (*Thermal Infrared*, regione dell'infrarosso termico) (Abrams e Hook, 2002).

Dopo una prima fase di distribuzione gratuita (primi anni 2000), solo di recente (inizio aprile 2016) ha reso disponibili gratuitamente i propri dati.

Nella figura 2.8 vengono riportate le bande di acquisizione delle immagini che sono poste a confronto con la riflettanza della vegetazione e dell'acqua.

Nella comunità scientifica l'uso di dati ASTER rappresenta un importante strumento per creare carte dettagliate della copertura del suolo, della temperatura della superficie, nonché ricostruzioni tridimensionali delle aree studiate.

2.3 L'INTERPRETAZIONE VISIVA DELLE IMMAGINI SATELLITARI

L'identificazione e la distinzione degli oggetti in un'immagine grezza, senza ricorrere a procedure di classificazione automatica, viene denominata *interpretazione visiva*. Nel caso di dati telerilevati, tale metodo permette diversi livelli di approfondimento nella conoscenza della copertura del suolo, in funzione sia della risoluzione spaziale che spettrale. Attraverso l'interpretazione visiva delle immagini satellitari si possono monitorare le condizioni di salute della vegetazione, inquinamenti in acque costiere, allineamenti geomorfologici, etc.

Il ritratto degli oggetti da una prospettiva spesso non familiare, il frequente uso di lunghezze d'onda che vanno al di fuori dello spettro visibile, la descrizione della superficie a terra in scale e risoluzioni non usuali costituiscono tre aspetti importanti dell'interpretazione visiva (Campbell, 1996). L'obiettivo a terra (punto, linea o area) deve essere ben distinguibile dagli altri oggetti che lo circondano.

Il telerilevamento tratta immagini digitali perciò l'interpretazione visiva, eseguita da un esperto, può essere fatta esaminando un'immagine sul video di un computer. Le immagini possono essere visualizzate sia in bianco e nero (monocromia) sia a colori, combinando diversi canali o bande che rappresentano le diverse lunghezze d'onda.

Elementi di interpretazione visiva

Diverse sono le caratteristiche proprie di un obiettivo a terra che lo rendono distinguibile dagli altri, anche se l'utilità e il modo in cui devono essere considerati e dipende dal settore di applicazione. In generale, esse sono le seguenti: forma, dimensione, *pattern*, tono, tessitura, ombra, sito, associazione e risoluzione (Olson, 1960), riportate in tabella 2.4.

TABELLA 2.4 – Elementi di interpretazione visiva (FONTE: rst.gsfc.nasa.gov/Front/tofc.html, mod)

ELEMENTI D'INTERPRETAZIONE VISIVA DELL'IMMAGINE	
Elementi Primari	Tono bianco e nero
	Colore
Arrangiamento spaziale di toni e colori	Grandezza
	Forma
	Tessitura
	Pattern
Basato su analisi degli elementi primari	Altezza / Ombra
Elementi contestuali	Sito
	Associazione

Colore (o Tono)

Il colore di un oggetto nell'immagine satellitare è l'elemento fondamentale per la distinzione dei diversi elementi che la compongono. L'immagine satellitare è una matrice di pixel. La risoluzione spaziale fa riferimento alle dimensioni del singolo pixel che costituisce l'immagine: nel caso di Landsat TM, ad esempio, la risoluzione spaziale delle bande acquisite nel visibile è di 30 m.

Al colore di ogni pixel in un'immagine telerilevata corrisponde un numero, la cui gamma di valori varia in funzione della risoluzione radiometrica. Questo valore può essere reso visivamente con un colore o una sfumatura di grigio. Ogni immagine acquisita da un sensore su una banda è un'immagine in scala di grigio. Questo consente la visione delle immagini telerilevate anche al di fuori dello spettro visibile.

Color Composite

La possibilità di acquisire informazioni anche al di fuori dello spettro visibile comporta l'opportunità di sfruttare meglio la ricchezza di informazione contenuta nelle immagini, mediante l'uso del colore. La visione dei colori implica dei meccanismi e delle funzioni relazionali tra le parti strutturali dell'occhio che non sono del tutto chiari. Fra le varie teorie, la più semplice e significativa per il telerilevamento e le sue applicazioni rimane la teoria di Young-Helmoltz, detta "teoria delle componenti o di tricromaticità". Essa si basa sul meccanismo di composizione dei colori

per i quali, a partire da tre colori primari ben precisi, blu, verde e rosso, modulando semplicemente la potenza dei tre fasci luminosi relativi, si può creare l'impressione di un'infinità di altri colori, compreso il bianco. Tali colori di base sono definiti colori primari e il processo che li combina sintesi additiva (Hunt, 1984).

Sulla base di questa teoria, è possibile associare alle singole bande canali di colori primari (rosso verde e blu), visualizzando simultaneamente triplette di immagini.

Nel caso del sensore TM del satellite Landsat 5, per esempio, associando alle bande acquisite nel blu (la banda 1 o TM1), nel verde (TM2) e nel rosso (TM3) ai corrispondenti canali (rispettivamente blu, verde e rosso) si ottiene, tramite un'operazione di sintesi additiva del colore, una composizione che prende il nome di "immagine a colori naturali" (*True Color*). La scena che si visualizza presenta una combinazione di colori simile a quella percepita dall'occhio umano (fig. 2.9).

Ogni altra composizione prende il nome di "immagine a falsi colori" (*False Color*) poichè non c'è alcuna relazione fra la banda spettrale in cui è stata acquisita l'immagine e il colore con cui viene rappresentata. L'immagine appare con colori innaturali (fig. 2.10).

Nel caso di un'immagine a colori naturali (fig. 2.11, a), la vegetazione si presenta nei colori nei quali siamo abituati a vederla, ossia gradazioni di verde, chiare quando si tratta di formazioni prative, più scure per formazioni boschive. Normalmente questo tipo di associazione di bande non permette, ad esempio, di distinguere in modo netto formazioni forestali decidue da quelle formate da conifere. Per contro, le aree urbane appaiono di un colore più tendente a gradazioni di grigio, come già anticipato (cfr. 2.1).

Nel caso delle immagini a falsi colori, alcune combinazioni sono usualmente utilizzate per la netta identificazione delle componenti vegetali. Ad esempio, si parla di "immagine all'infrarosso falso colore IRFC" (IRFC: *InfraRed False Colour*) quando la banda spettrale dell'infrarosso vicino viene rappresentata in rosso, la banda spettrale rossa viene rappresentata in verde e la banda spettrale verde viene rappresentata in blu (ad esempio, nel caso di Landsat TM, RGB: TM4, TM3, TM2).

La codifica in rosso della banda infrarossa deriva da motivazioni legate alla migliore interpretabilità di obiettivi sia in campo militare (come carri armati o infrastrutture varie), sia in ambienti a forte copertura vegetale, come la giungla o le foreste. Con tale codifica, infatti, la vegetazione appare di un forte colore rosso o magenta, in netto contrasto con le strutture artificiali che invece appaiono di un colore bluastro o comunque con tinte molto diverse dal rosso. Le aree densamente abitate, ad esempio, tendono ad acquisire un colore azzurro ciano (fig. 2.11, b).

Ovviamente sono possibili ulteriori combinazioni di banda, i cui risultati visivi sono strettamente connessi al sensore con cui è stata acquisita l'immagine. Ad esempio, la combinazione RGB 457 (fig. 2.11, c) fornisce ottimi risultati visivi mediante la quale si mettono in evidenza chiaramente aree urbane a diversa.

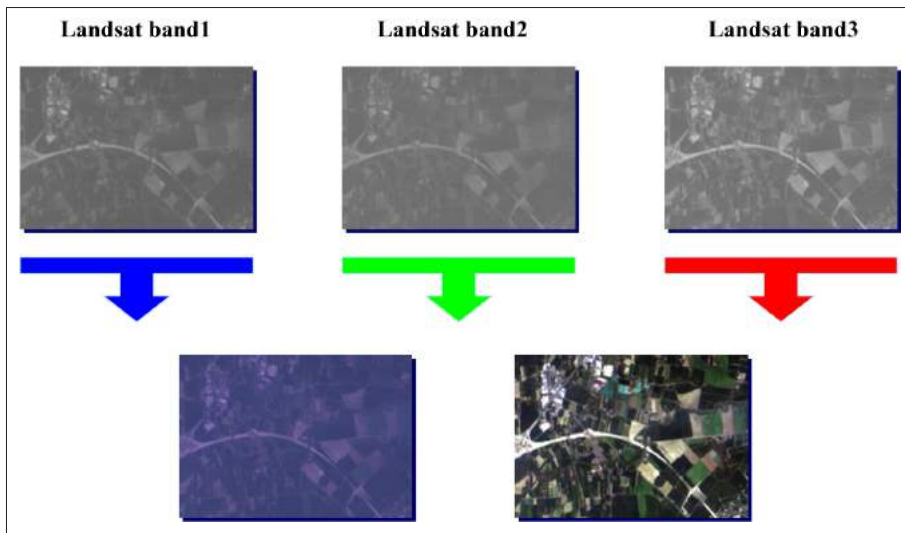


FIGURA 2.9 – Visualizzazione delle immagini a colori naturali (RGB: 321) (FONTE: Piuzzo, 2001) per immagini acquisite dal sensore TM del satellite Landsat 5

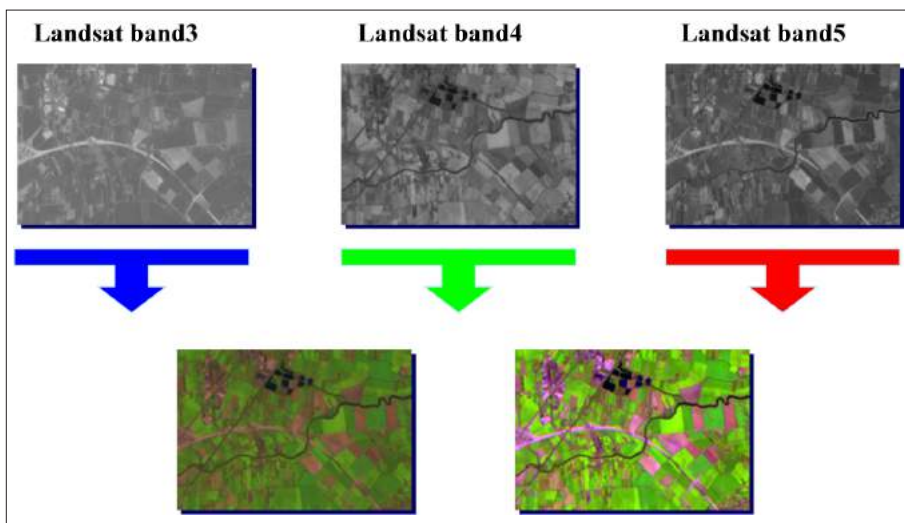


FIGURA 2.10 Rappresentazione dell'immagine a falsi colori (RGB: 543) per immagini acquisite da Landsat 5. Nel caso specifico l'idrografia è colorata di blu, il suolo nudo e i campi coltivati di un verde vivace e il suolo nudo come gli elementi artificiali di colore rosa (FONTE: Piuzzo, 2001)



Figura 2.11
L'area urbana di Trieste ripresa dal satellite Landsat TM (17 agosto 2003) visualizzata con un ingrandimento corrispondente circa a una scala 1:100.000 rappresentata secondo diverse combinazioni di colori:

a) RGB: 321



b) RGB: 432



c) RGB: 457



d) RGB: 741

Analisi dell'istogramma delle frequenze assolute

Nell'analisi del colore assume particolare rilievo l'interpretazione dell'istogramma delle frequenze assolute. Infatti, da un punto di vista statistico un'immagine satellitare può essere descritta molto sinteticamente dal suo istogramma. Com'è noto, si tratta di un grafico che presenta, relativamente a ciascuna banda, sull'asse delle ascisse il *range* dei valori DN assunti dai *pixel* e sull'asse delle ordinate la loro frequenza assoluta. Nell'esempio riportato in figura 2.12, vengono rappresentati gli istogrammi relativi a ciascuna banda di un'immagine Landsat TM.

Tramite l'analisi dell'istogramma per ciascuna banda si possono conoscere i valori di tendenza centrali (media, mediana e moda), i valori di dispersione (deviazione standard e varianza), nonché la distribuzione dei pixel all'interno del *range*. Questi indicatori statistici si rivelano particolarmente utili nell'analisi dei valori

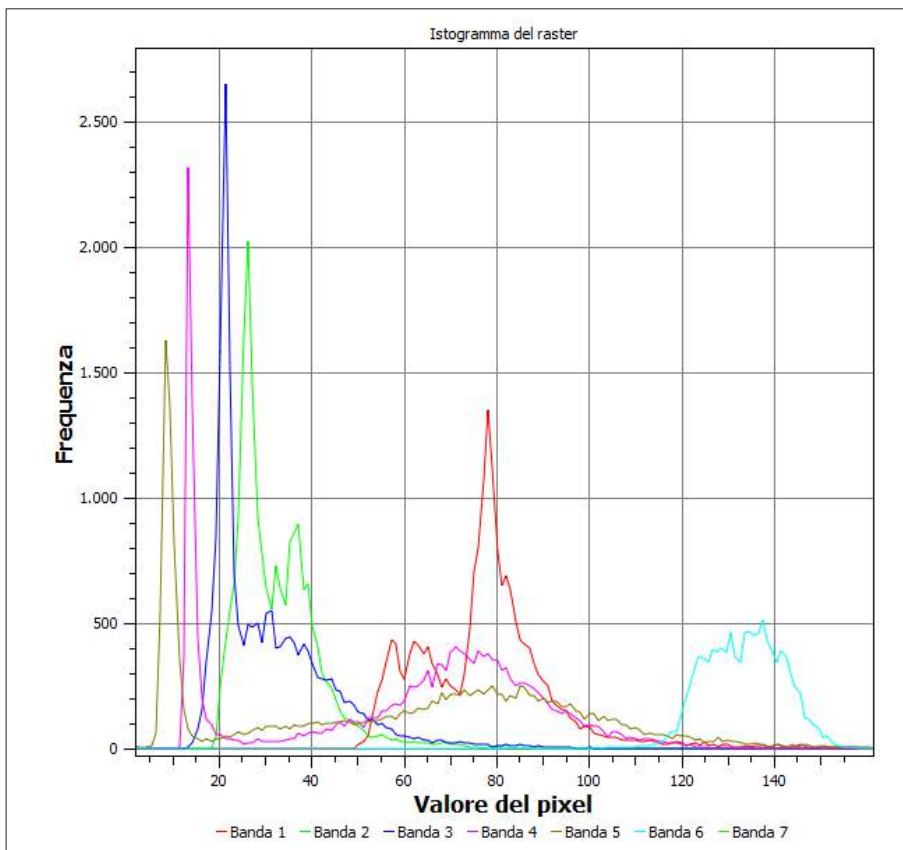


FIGURA 2.12 – Istogramma delle frequenze assolute (in ordinata) dei valori digitali (in ascissa) assunti dai pixel nell'immagine satellitare

dei pixel in quanto, sulla base dell'istogramma di frequenza, è possibile realizzare classificazioni secondo diverse metodologie, utili per generare classi tematiche da dati telerilevati o da loro elaborazioni (NDVI).

Le metodologie utilizzate per classificare i valori assunti dai pixel possono essere diverse. Gli intervalli di classe possono essere definiti dall'utente dividendo, ad esempio, il *range* in intervalli uguali. Un altro metodo per definire gli intervalli delle classi è far coincidere i valori limite con i *natural breaks*, ossia con i valori dei pixel in cui cambia l'andamento della curva dell'istogramma. Altri metodi invece si basano su parametri statistici come la deviazione standard o i quantili.

Per approfondimenti si veda, ad esempio, Favretto, 2006.

Dimensione

Le dimensioni di un oggetto devono essere considerate nel contesto dell'immagine. Ovviamente se non si vuole incorrere in errori, bisogna considerare le dimensioni degli oggetti che stanno attorno per comprendere la scala a cui si sta osservando l'immagine (fig. 2.13).

Forma

La forma di un singolo oggetto può rivelarsi un'importante strumento per l'interpretazione visiva dell'immagine. Infatti, forme lineari rappresentano tipicamente *target* urbani o agricoli (campi), mentre forme più irregolari sono caratteristiche di ambiti naturali (il confine di una foresta), ad eccezione di quando sono state create dall'uomo. In figura 2.14, l'inconfondibile sagoma della città di Palmanova (Udine) rappresentata a colori veri.

Tessitura

L'analisi di tessitura si riferisce alla disposizione e alla frequenza delle variazioni di tonalità in particolari aree dell'immagine. Una tessitura su un terreno accidentato consiste di alcune tonalità a chiazze dove i livelli di grigio cambiano repentinamente in una piccola area, mentre la tessitura su un terreno piano avrà una variazione di tonalità molto bassa. Quest'ultimo tipo è molto spesso il risultato di superfici uniformi, come campi, asfalto o prati. Un *target* con superficie dissestata e struttura irregolare, come una copertura forestale, avrà una tessitura discontinua. La tessitura ci permette, quindi, di distinguere in classi le tonalità di colore dei pixel, a seconda del tipo di distribuzione (Mather, 1999).

In figura 2.15 si confrontano superfici coltivate con tessitura regolare con aree a seminativo più parcellizzate dell'Alta Pianura Friulana.



FIGURA 2.13
Dimensioni dei moli portuali
e delle difese a mare rispetto
all'area urbana di Trieste,
ripresa dal satellite Landsat 5
TM (17 agosto 2003) e
rappresentata a colori falsi
secondo la modalità
RGB: 457



FIGURA 2.14
L'inconfondibile sagoma della
città a stella, Palmanova
(Udine), posta a destra dello
svincolo autostradale, ripresa
dal satellite Landsat 5 TM
(17 agosto 2003) e
rappresentata a colori veri
secondo la modalità
RGB: 321



FIGURA 2.15
Differenze di forma e
tessitura nelle aree coltivate
a seminativo in Alta Pianura
Friulana, riprese dal satellite
Landsat 5 TM il 17 agosto
2003 (RGB: 321)

Pattern

Si parla di *pattern* in relazione alla disposizione spaziale degli oggetti. La ripetizione di alcune forme generali o di alcune relazioni è caratteristica di diversi oggetti sia naturali che antropici e fornisce un *pattern* che aiuta a riconoscerli. Coltivazioni arboree come frutteti o pioppeti, con alberi ben spazati e disposti nella stessa direzione, costituiscono un buon esempio di *pattern*. Parallelamente la presenza di isolati periferici con la stessa forma e orientati nella stessa direzione permettono una facile identificazione di aree residenziali, ad esempio.

Ombra/Altezza

Anche l'ombra è utile nell'interpretazione visiva perché può fornire un'idea del profilo o dell'altezza relativa di un *target* (facendoli risultare identificabili più semplicemente). Quando gli edifici sono isolati, le ombre spesso forniscono un profilo che è utile per la classificazione dell'uso del suolo. Questo elemento, però, si rivela tale unicamente in immagini satellitari ad elevata risoluzione spaziale.

Sito

La conoscenza della localizzazione geografica o topografica è un'informazione particolarmente importante per l'identificazione delle tipologie urbane più frequenti o del tipo di vegetazione che può insistere su un territorio. Infatti, tramite una preliminare indagine bibliografica, si possono identificare dinamiche demografiche, la recente storia dell'area di studio o conoscere le condizioni stazionali (clima e suolo) e quindi comprendere quali sono le specie vegetali che vi possono crescere.

Scala

La scala rappresenta un limite pratico perché alcuni oggetti sono troppo piccoli per essere distinti. L'interpretabilità visuale diventa progressivamente minore quando la scala diminuisce. A scale ridotte non è possibile discriminare molti elementi. Quando si usano dati satellitari a media risoluzione (ad esempio Landsat TM o Landsat ETM+), è opportuno utilizzare scale medie (ad esempio 1:150.000) e il colore e la tessitura divengono i parametri visuali più importanti per l'identificazione visuale delle formazioni vegetali e/o urbane (Sayn-Wittgenstein, 1961).

Le tipologie urbane identificabili mediante interpretazione visiva

Viene riportata, a titolo di esempio, un'immagine (fig. 2.16) per esemplificare la visualizzazione delle diverse tipologie urbane identificabili mediante l'interpretazione visiva di immagini a media risoluzione spaziali come quelle utilizzate nel corso del presente studio.

Nello specifico viene presa in esame l'area di Trieste. Si tratta di un'immagine Landsat TM (17 agosto 2003) e visualizzata a falsi colori (RGB: 547).

Per colore, forma e dimensioni ridotte degli elementi che le compongono, le aree residenziali sono facilmente riconoscibili. Anche le aree industriali poste a sud del centro urbano sono identificabili, soprattutto per le dimensioni (più grandi rispetto alle aree residenziali) e i colori degli elementi che le compongono. A questa scala e con questa combinazione di colori, aree industriali e commerciali sono difficilmente distinguibili. Solo la conoscenza del sito (possibile anche attraverso indagini puntuali eseguite con visualizzatori geografici come *Google Earth*) può aiutare colui che voglia classificare la copertura del suolo urbano. Elementi di viabilità (aree di infrastrutturazione) sono invece di agevole identificazione per la loro linearità o per il contesto (nel caso di Trieste, l'area portuale). Altri elementi abbastanza facilmente identificabili sono le cave presenti nel territorio limitrofo alla città.



FIGURA 2.16 – Interpretazione visiva dell'area di Trieste acquisita dal satellite Landsat 5 TM (RGB: 547) ad agosto 2003 e visualizzata con un ingrandimento corrispondente circa a scala 1:50.000

2.4 L'INDICE DI VEGETAZIONE NDVI

Viene di seguito riportata una breve descrizione dell'indice di vegetazione NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), in quanto ampiamente utilizzato nel corso dello studio sia nel caso delle immagini MODIS, sia di quelle Landsat. Questo indice, infatti, si rivela particolarmente utile per indagare la vegetazione e, di conseguenza, l'eventuale espansione/dismissione delle aree urbane.

Diverse metodologie sono state sviluppate per lo studio quantitativo e qualitativo della vegetazione da immagini satellitari. Per ridurre il numero di parametri presenti nelle misure multispettrali ad un unico valore sono stati sviluppati gli indici di vegetazione. Essi sono combinazioni di canali spettrali diversi; il valore risultante rispecchia il contributo della vegetazione in funzione della risposta spettrale di un'area, minimizzando il contributo di altri fattori come il suolo o le condizioni di illuminazione. Un indice di vegetazione ideale dovrebbe minimizzare gli effetti atmosferici, anche se i valori di riflettanza usati per calcolare tali indici dovrebbero essere atmosfericamente corretti.

Esistono almeno una cinquantina di indici di vegetazione. Essi sono stati classificati in due categorie principali: indici di vegetazione "basati sulla pendenza" e indici di vegetazione "basati sulla distanza". I primi sono semplici combinazioni aritmetiche che si concentrano sul contrasto tra il *pattern* della risposta spettrale della vegetazione nel rosso e nell'infrarosso vicino. Vengono chiamati così in quanto, confrontando in un grafico "rosso-visibile" contro "infrarosso vicino", si ottiene una retta di cui viene analizzata la pendenza. I secondi misurano il "grado di vegetazione" valutando le differenze tra i valori di riflettanza dei diversi pixel relativi alle aree vegetate rispetto a quelli del suolo nudo. Sono denominati così perché si valuta la distanza dei pixel dalla linea del suolo che viene definita sulla base dei valori assunti nelle bande del rosso e dell'infrarosso vicino nei pixel di suolo nudo (Jensen, 2000).

Come accennato, gli indici basati sulla pendenza sono combinazioni lineari tra le bande del visibile rosso e dell'infrarosso vicino. Se si considera la risposta spettrale della vegetazione, queste due regioni dello spettro elettromagnetico sono quelle che evidenziano il minor grado di correlazione.

Se la pendenza della linea del suolo è pari a 1, una possibilità per combinare matematicamente queste due bande è la loro sottrazione:

Difference Vegetation Index = DVI

$$DVI = NIR - RED \quad (\text{Richardson e Everitt, 1992})$$

dove: RED = riflettanza nel rosso

NIR = riflettanza nell'infrarosso vicino

Qualora tutte le linee della vegetazione (derivate nella stessa maniera in cui viene definita la linea del suolo) convergano in un unico punto si possono sviluppare altri indici, basati per l'appunto sulla pendenza. Un indice basato sul rapporto è calcolato come segue:

Ratio Vegetation Index = RVI

$$RVI = NIR / RED \quad (\text{Pearson e Miller, 1972})$$

Questa normalizzazione riduce parzialmente gli effetti topografici, di illuminazione o dovuta alle condizioni atmosferiche e crea distribuzioni normali.

Rouse *et alii* (1974) hanno perfezionato quest'indice e definito il *Normalised Difference Vegetation Index* (NDVI) che viene calcolato come segue:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (\text{Rouse et alii, 1974})$$

RVI e NDVI sono misure della pendenza della retta che si otterrebbero confrontando NIR con RED. Questi due indici si differenziano per il *range* di variazione: infatti, mentre il primo varia da zero ad infinito, il secondo assume valori tra -1 e +1 ed è quindi più facilmente interpretabile. Ciò rende l'NDVI l'indice di vegetazione più comunemente usato.

Valori bassi di NDVI si registrano in aree a bassa copertura vegetale, oppure dove la vegetazione presente è senescente o sofferente. Alti valori dell'indice rispecchiano una situazione di forte attività fotosintetica (massimo assorbimento nel rosso e massima riflettanza nell'infrarosso vicino) e quindi di elevata presenza di biomassa verde (fig. 2.17). Per contro nuvole, acqua e neve presentano valori negativi. Rocce e suolo nudo hanno riflettanze simili in entrambe le bande per cui tale indice risulta prossimo a zero. In ambiti urbani tale indice può assumere anche valori negativi.

Numerose ricerche hanno correlato quest'indice a parametri biofisici riferibili alla vegetazione: la stima della biomassa, le misure di LAI (indice di area fogliare, ossia il rapporto tra superficie fogliare della vegetazione e area vegetata, *Leaf Area Index*), la stima della radiazione fotosinteticamente attiva (PAR, *Photosynthetically Active Radiation*), la determinazione della percentuale di copertura a terra, etc.

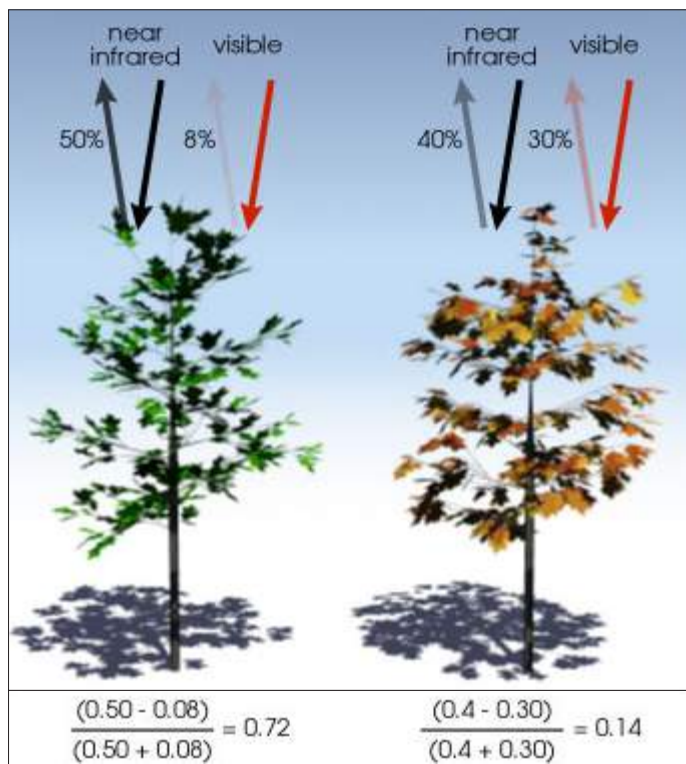


FIGURA 2.17
 Differenza dei valori NDVI
 per una pianta in buona
 salute e una pianta malata
 (FONTE: CCRS, 1998)

3. Un supporto alla ricerca: la cartografia di OpenStreetMap

Nell'ambito di questo percorso di ricerca, oltre alle immagini satellitari a bassa e media risoluzione spaziale, viene spesso utilizzata la cartografia digitale di OpenStreetMap. Si tratta di un progetto mondiale nato agli inizi del 2000 con l'obiettivo dichiarato di creare in modo partecipato cartografia da distribuire liberamente tra gli utenti. Visto il suo successo, ad oggi OpenStreetMap (OSM) costituisce una vera e propria cartografia di riferimento per tutti coloro che intendano fare ricerche anche in ambiti territoriali in cui non è facile accedere alle fonti cartografiche. In questa breve sessione ne viene brevemente presentata la natura di OSM e la sua recente evoluzione.

3.1 LA CARTOGRAFIA PARTECIPATIVA E IL CASO DI OPENSTREETMAP

Il recente fenomeno della diffusione di cartografia *online* vede tra i siti più consultati due "espressioni" della cartografia proprietaria, Google Maps (portale cartografico di Google, che implementa dati cartografici TeleAtlas) e Bing Maps (portale cartografico di Microsoft, con dati cartografici Navteq). Tuttavia, in questo panorama risulta avere crescente importanza un progetto mondiale che, grazie alla partecipazione volontaria degli utenti, si pone come obiettivo la creazione di una cartografia libera di tutto il mondo. Si tratta del progetto denominato OpenStreetMap (OSM) che, alla stregua del fenomeno Wikipedia, evidenzia quali siano le potenzialità dell'interazione tra utenti e rete, ossia del Web 2.0. La possibilità di avere a disposizione una cartografia aggiornata, gratuita realizzata dai "volontari dell'informazione geografica" (*Volunteered Geographic Information*, VGI; Goodchild, 2007) rappresenta, pur con i propri limiti e carenze, un'affascinante sfida cartografica.

Le condizioni per poter perseguire questi obiettivi si sono realizzate a partire dal primo maggio 2000, quando il presidente degli USA Bill Clinton annunciò la rimozione della *Selective Availability*, ossia della tecnologia che introduceva un errore intenzionale nei segnali GPS di circa 100 metri per ridurre l'accuratezza della rilevazione. Questo, in realtà, fu solo il primo passo per migliorare il processo di raccolta di dati spaziali su base volontaria. A partire dal 2005, poi, la metodologia di mappatura sul web è strettamente connessa con un nuovo set di strumenti che si basano sulla tecnologia "nuvola informatica" (ossia la possibilità ubiquitaria di accedere ai servizi offerti dalla rete), chiamate *Application Programmer Interfaces* (API). Esse sono delle "librerie specializzate di codici informatici accessibili su Internet" molto utili per creare e distribuire cartografia (Peterson, 2014). Infine, la recente diffusione globale della rete garantita dagli *smartphone*, che integrano tra l'altro tecnologia GPS, rappresenta un ulteriore passo verso la possibilità di creare cartografia al servizio di tutti.

Attualmente, se è vero che Google Maps è attualmente di gran lunga il *mashup*¹ più popolare (fonte: www.programmableweb.com), si assiste ad un'impetuosa crescita di iniziative o progetti in rete che hanno come scopo principale quello di garantire un'informazione geografica condivisa relativa ai temi più disparati. La portata di questo fenomeno è tale da indurre a parlare di "Wikizzazione (*Wikification*) del GIS" (Sui, 2008), processo in cui diventano fondamentali il ruolo e la partecipazione volontaria di esperti e appassionati alle tematiche cartografiche (i cosiddetti "volontari dell'informazione geografica", *Volunteered Geographic Information*, VGI; Goodchild, 2007). In questo contesto sono nate iniziative globali per la creazione di una vera e propria cartografia digitale da parte dei VGI: esempi in tal senso sono Google Maps Maker, Tom Tom Map Share, Nokia Map Creator² e OpenStreetMap (OSM). Tuttavia, mentre nei primi tre casi non viene garantito il libero accesso ai dati inseriti dagli utenti, secondo una logica poco coerente con la filosofia del Web2.0, per OSM i dati geografici, pur vincolati secondo i termini della licenza *Open Data Commons Open Database* (una modalità intesa a permettere all'utente la condivisione, la modifica e l'uso gratuito di questo *database*, a patto che tali regole valgano anche per tutti gli altri utenti³), sono liberamente disponibili *online* ed utilizzabili dagli utenti registrati e non.

1 In informatica con il termine *mashup* si intende un sito o un'applicazione web di tipo "ibrido", ossia in grado di implementare informazioni e/o contenuti provenienti da fonti diverse al fine di creare un servizio innovativo.

2 Siti ufficiali per le tre iniziative sono <http://www.google.com/mapmaker> per Google Map Maker, http://www.tomtom.com/it_it/maps/map-share/ per Tom Tom Map Share e <http://here.com/mapcreator/> per Nokia Map Creator.

3 I termini della licenza ODCD riportati al sito ufficiale (<http://opendatacommons.org>) recitano come segue: "a license agreement intended to allow users to freely share, modify, and use this Database while maintaining this same freedom for others".

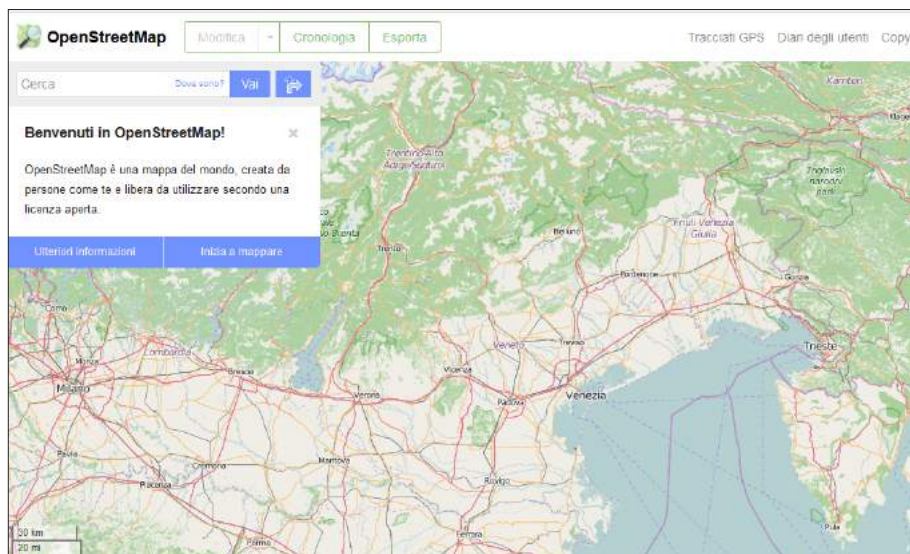


FIGURA 3.1 – La pagina di benvenuto del sito di OpenStreetMap (www.openstreetmap.org)

Il canale principale per la comunicazione del progetto OSM è il suo sito ufficiale (www.openstreetmap.org) da cui si può accedere alla cartografia (fig. 3.1). Una ricca e documentata sitografia (sviluppata sul modello *Wiki*) permette di trovare informazioni sulle modalità di implementazione del progetto, sulla tipologia di licenza, sulla gestione dei dati raccolti, sui progetti secondari in fase di sviluppo e su numerosi altri aspetti tecnici. Per approfondimenti si rimanda alla ricca bibliografia presente in rete (e.g. Bennet, 2010; Ramm *et alii*, 2011).

3.2 NASCITA E CRESCITA DEL PROGETTO

Le fasi di allestimento di una carta prevedono una serie di operazioni mentali e materiali alquanto complicate, per le quali è necessario avere delle nozioni di base di elevato livello. Il rilevamento geodetico-topografico, la corretta interpretazione delle foto aeree, la realizzazione di rilievi speditivi e delle carte dimostrative, i processi di generalizzazione, selezione e semplificazione per la produzione delle carte (Sestini, 1986) richiedono di fatto conoscenze molto approfondite. Tuttavia, come accennato, la rete e le nuove tecnologie (come gli *smartphone*) offrono nuove opportunità anche per gli utenti le cui conoscenze cartografiche siano alquanto ridotte, gli utenti “inesperti”.

Il progetto OSM nasce alla *University College of London* (UCL) nel luglio del 2004 da un’idea di Steve Coast con l’obiettivo dichiarato di rendere libero l’ac-

cesso all'informazione geografica (<http://en.wikipedia.org/wiki/OpenStreetMap>) a causa della "sua frustrazione per il rigido *copyright* relativo alle cartografie dell'Agenzia Nazionale Inglese" (Chilton, 2009).

Il numero degli utenti registrati a livello globale sta crescendo in modo esponenziale e ha superato la quota di due milioni e mezzo ad inizio 2016 (fig. 3.2). Da un'indagine realizzata nel 2012 è emerso, però, che a dicembre 2011, su un totale di oltre 500.000 iscritti, circa il 62% (312.000) non aveva eseguito alcuna modifica alla carta, il 19% (96.000) era costituito da mappatori occasionali, il 14% (73.100) da mappatori inesperti ma attivi e, infine, il 5% (24.100) da mappatori esperti (Neis e Zipf, 2012). Con il crescere degli utenti iscritti la quota dei mappatori attivi sembra attestarsi (e stabilizzarsi) verso valori più bassi (circa 1%), come messo in evidenza in figura 3.3.

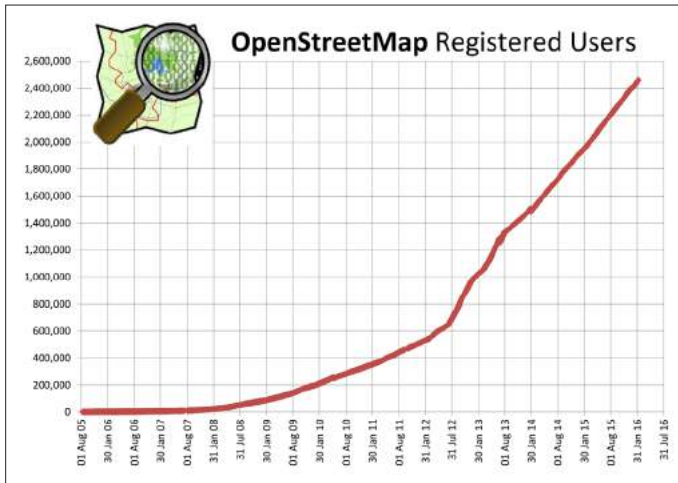


FIGURA 3.2
Il trend di crescita degli utenti iscritti a OpenStreetMap dal 2005 al 2016
(FONTE: <http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Stats>)

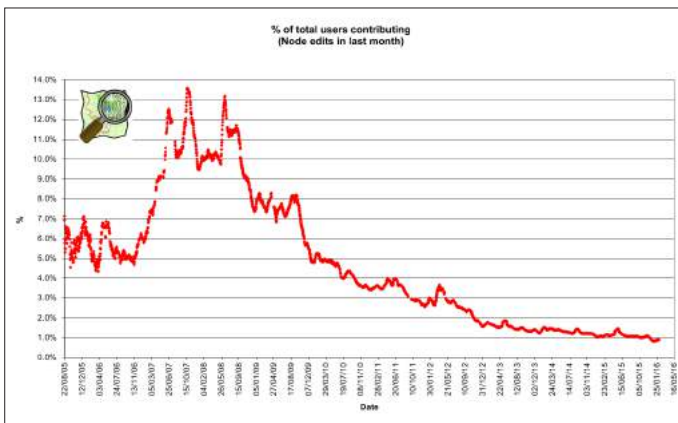


FIGURA 3.3
Andamento della percentuale di utenti attivi al progetto OpenStreetMap dal 2005 al 2016
(FONTE: <http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Stats>)

3.3 PRINCIPALI CRITICITÀ

L'assenza di costi, la capacità di un costante aggiornamento, la presunta "semplicità" nella creazione delle mappe, la possibilità di implementare informazioni cartografiche eterogenee (tracciati GPS, immagini satellitari ad elevata definizione spaziale, dati vettoriali messi a disposizione da enti cartografici ufficiali), l'*open access* ai risultati e la distribuzione gratuita degli stessi hanno garantito il successo planetario di OSM.

Tuttavia, permangono alcune criticità, prima tra tutte quella relativa al controllo della qualità del dato inserito. Questo è un tema particolarmente sentito dalla comunità OSM tanto è vero che, attualmente, all'atto di iscrizione al progetto viene segnalata la possibilità di segnalare eventuali errori sulla carta. Inoltre, proprio per garantire un'elevata qualità del prodotto sono nati numerosi strumenti di controllo *online*, come *OSM inspector* (che fornisce la possibilità di trovare strade non connesse o strade doppie), *Keep Right* (controllo puntuale sulla qualità dei dati inseriti), etc. Tale problematica è stata indagata da molti autori. Zielstra e Zipf (2010), ad esempio, propongono uno studio relativo alla completezza e all'accuratezza della rete stradale tedesca realizzata dai volontari OSM, confrontandola con la cartografia proprietaria di Tom-Tom. Studi analoghi sono stati condotti in Florida (Zielstra e Hochmair, 2011). Cipeluch (2010) e Mauro (2011), invece, sovrappongono la cartografia OSM ai più comuni geoportali, come Google Maps o Bing Maps. Kounadi (2009), per l'area urbana di Atene, sovrappone ad OSM la cartografia ufficiale greca e sulla base della percentuale di copertura ottiene delle carte tematiche di accuratezza.

Altra criticità, comune all'universo della "cartografia 2.0", è il rischio reale messo in evidenza da più parti che il *digital divide* amplifichi anche a livello di rappresentazione cartografica le differenze tra privilegiati e non privilegiati (Graham, 2012). I neocartografi rischiano di rappresentare in modo sempre più dettagliato il mondo ad elevata connettività, creando di fatto una visione distorta del globo (Brotton, 2012). Tale rischio trova riscontro, ad esempio, nel fatto che, nel corso del 2009, circa il 50% delle modifiche realizzati in OSM riguardava il territorio tedesco (Ramm, 2009). Su questo tema Budhathoki (2010) e Neis *et alii* (2012) evidenziano inoltre che quasi il 75% degli utenti attivi sono registrati in Europa (principalmente in Germania), mentre il restante 25% è distribuito tra Nord America e Asia (principalmente Cina e India). Sud America, Africa e Oceania contribuiscono con numeri alquanto ridotti. Per quanto concerne l'Italia, un confronto realizzato nel 2013 da Mauro su due province italiane con una penetrazione di internet alquanto diversa (Trento e Benevento) mette in evidenza quanto questo rischio sia in effetti reale.

C'è da chiedersi, inoltre, quanto le variabili demografiche (ad esempio, la densità di popolazione) o le variabili prettamente geografiche (aree urbane e rurali) possano condizionare la qualità e, dunque, il successo del progetto OSM. In tal senso Neis *et alii* (2012) hanno evidenziato come, sulla base del confronto tra cartografia OSM e cartografia proprietaria, in Germania esista una correlazione tra bassa densità di popolazione e ridotta copertura della rete stradale di OSM. Risultati simili emergono anche dal confronto di OSM con la cartografia ufficiale inglese (Haklay, 2010), mentre i confronti con le cartografie di Google Maps o Bing Maps realizzate in Irlanda non hanno dato indicazioni certe (Cipeluch *et alii*, 2010). Le analisi territoriali condotte negli USA (Zielstra e Hochmair, 2011) evidenziano invece un *trend* opposto, per cui la cartografia OSM delle aree rurali raggiunge *standard* di qualità più elevata rispetto a quelle delle zone urbane.

3.4 LE MODALITÀ PER OTTENERE LA CARTOGRAFIA DIGITALE DI OPENSTREETMAP

I dati di OpenStreetMap vengono aggiornati quotidianamente dagli utenti della comunità e messi a disposizione secondo diverse modalità. Partendo dal sito principale del progetto (fig. 3.1) si può focalizzare un'area di interesse ed esportare direttamente i dati cartografici nel formato proprietario (.osm). Programmi GIS di tipo *opensource* (ad esempio, Quantum GIS) sono in grado di importare tali dati⁴.

Preme sottolineare, tuttavia, che questa modalità di acquisizione dei dati, sebbene fornisca risultati dettagliati, limita l'estensione dell'area che può essere selezionata. L'utente che volesse accedere alla cartografia di un territorio molto ampio (ad esempio un'intera nazione) può scaricare la cartografia dai diversi *server* della comunità su cui tali dati vengono aggiornati quotidianamente. Il server più noto è *Geofabrik* (www.geofabrik.de) (fig. 3.4): si tratta di un'azienda tedesca che provvede ad elaborare, mediante selezione, i dati originali relativi ad un'intera nazione e a metterli a disposizione gratuitamente o, nel caso si desiderasse avere a disposizione cartografia tematica, a pagamento. I dati vengono forniti nel formato cartografico più comunemente utilizzato in ambiente GIS (formato .shp).

L'utente può, infine, scaricare anche l'intera cartografia mondiale dal *server Planet.osm*, ma il peso di questo dato digitale è enorme (oltre 40 GB).

I dati forniti da Geofabrik (utilizzati anche in questo percorso di ricerca) sono georiferiti nel sistema di coordinate geografiche (Datum WGS84; EPSG 4326) e strutturati su diversi strati informativi, ossia: *buildings* per gli edifici (tipo: poli-

⁴ Quantum GIS ha recentemente implementato una funzione per cui si possono importare i dati OSM direttamente dall'interfaccia grafica del programma quando è in esecuzione.

gono), *natural* per le aree naturali (tipo: poligono), *roads* per le strade (tipo: linea), *railways* per le ferrovie (tipo: linea), *waterways* per l'idrovia (tipo: linea), *points* per le informazioni puntuali come parcheggio, stazione, farmacia (tipo: punto), *places* per la individuazione geografica delle località principali (tipo: punto). Naturalmente per ogni strato informativo è possibile accedere ad informazioni più dettagliate (disponibili nella tabella attributi).

GEOFABRIK® downloads


OpenStreetMap Data Extracts

Welcome to Geofabrik's free download server. This server has data extracts from the [OpenStreetMap project](#) which are normally updated every day. Select your continent and then your country of interest from the list below. (If you have been directed to this page from elsewhere and are not familiar with OpenStreetMap, we highly recommend that you read up on OSM before you use the data.) This download service is offered for free by Geofabrik GmbH.

Willkommen auf dem Geofabrik-Downloadserver. Hier gibt es Daten-Auszüge aus dem [OpenStreetMap-Projekt](#), die normalerweise täglich aktualisiert werden. Wählen Sie aus dem Verzeichnis unten den Kontinent und ggf. das Land, für die Sie Daten benötigen. (Wenn Sie von anderswo auf dieser Seite gelandet sind und von OpenStreetMap nichts wissen, dann ist es empfehlenswert, sich mit dem Projekt vertraut zu machen, bevor Sie mit den Daten arbeiten.) Diese Downloads werden von der Geofabrik GmbH kostenlos angeboten.

Click on the region name to see the overview page for that region, or select one of the file extension links for quick access.

Sub-Region	Quick Links		
	.osm.pbf	.shp.zip	.osm.bz2
Africa	[.osm.pbf]	X	[.osm.bz2]
Antarctica	[.osm.pbf]	[.shp.zip]	[.osm.bz2]
Asia	[.osm.pbf]	X	[.osm.bz2]
Australia and Oceania	[.osm.pbf]	X	[.osm.bz2]
Central America	[.osm.pbf]	X	[.osm.bz2]
Europe	[.osm.pbf]	X	[.osm.bz2]
North America	[.osm.pbf]	X	[.osm.bz2]
South America	[.osm.pbf]	X	[.osm.bz2]



🔍 Not what you were looking for? Geofabrik is a consulting and software development firm based in Karlsruhe, Germany specializing in OpenStreetMap services. We're happy to help you with data preparation, processing, server setup and the like. [Check out our web site](#) and contact us if we can be of service.

FIGURA 3.4 – L'interfaccia grafica di Geofabrik (<http://download.geofabrik.de/>), server dal quale è possibile acquisire liberamente i dati aggiornati di OpenStreetMap in diversi formati grafici

4. La città ‘ereditata’: Sibiu

4.1 NEL CUORE DELLA TRANSILVANIA, SIBIU

Realtà urbana di medie dimensioni, la città di Sibiu è localizzata nel cuore della Romania (fig. 4.1), un Paese la cui economia è in crescita ma rimane fortemente dipendente dagli investimenti esteri e dall'andamento dei mercati internazionali (EU Report, 2015). Posta al centro della Transilvania, una delle regioni d'Europa più cariche di fascino e suggestioni¹, l'area urbana si sviluppa lungo il fiume Cibin (da cui il nome dell'antica colonia romana *Cibinium*) in una conca, circondata da alcune formazioni montuose (le catene montuose Fagaras, Cibin e Lotrului) che la proteggono da eccessi climatici. La temperatura media annuale si attesta, infatti, attorno ai 10°C, anche se il clima rimane freddo e temperato con elevata piovosità durante tutto l'anno, soprattutto nei mesi estivi. Fondata da immigrati tedeschi col nome di Hermannstadt circa 800 anni fa, essa fu un importante centro per le sue attività commerciali e per secoli fu considerato il centro sassone più importante dell'intera area della Transilvania².

Oggi Sibiu presenta ancora molti elementi d'impronta medievale, motivo per cui è stata dichiarata capitale culturale europea nell'anno 2007, assieme alla città di Lussemburgo. Il tema prescelto fu “Città della Cultura – Città delle Culture” al fine evidenziare la pacifica convivenza di tre etnie principali (rumena, tedesca e ungherese) e diverse minoranze (rom, slovacchi, ucraini) in un'unica realtà urbana. Attualmente, con i suoi oltre 140.000 abitanti (a cui vanno aggiunti altri

1 La Transilvania è risultata essere prima nella classifica 2016 delle regioni da visitare secondo secondo il giudizio di una delle guide turistiche più diffuse (Lonely Planet). A renderla particolarmente attraente sarebbero attrattività naturali, arte e turismo invernale (fonte: <http://www.lonelyplanet.com/best-in-travel>).

2 Sito ufficiale di Sibiu – Capitale della Cultura Europea 2007 (<http://www.sibiu2007.ro>).

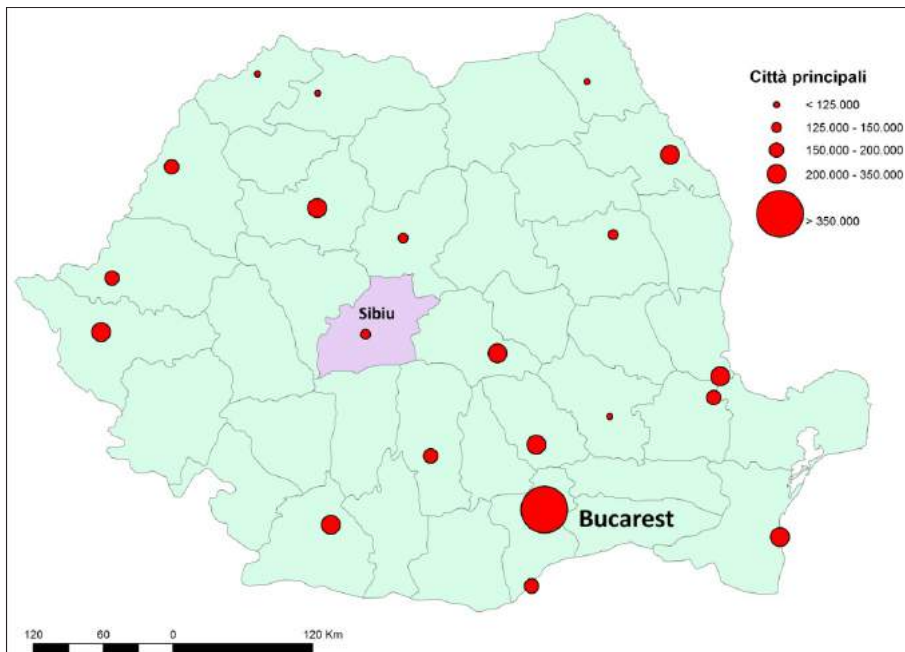


FIGURA 4.1 – Localizzazione di Sibiu e il suo rilievo demografico nella rete delle principali città rumene (elaborazione dell'Autore su dati statistici dell'Istituto Nazionale di Statistica Rumeno, <http://www.insse.ro>)

30.000 residenti temporanei, per la maggior parte studenti)³, è il centro urbano più importante dell'omonima contea (Costantin, 2008).

Per quanto attiene la struttura della città, pur essendo di medie dimensioni (rientra tra le prime venti realtà urbane della Romania, secondo i dati dell'Istituto Statistico Rumeno), essa richiama la suddivisione proposta da Hamilton (1983) nella descrizione delle città socialiste: un centro storico (antecedente ad inizio '800) e la circostante città capitalista con i quartieri giardino (costruita fino ai primi decenni del '900), dove tuttavia non sono infrequenti elementi di transizione socialista (edificati a partire dalla seconda metà del '900). La pianta della città evidenzia, infatti, la natura medievale del centro storico (il "core"). Sviluppatosi in corrispondenza del fiume, il cuore storico della città rileva una trama disordinata che si dispiega intorno alle due piazze più importanti, la *Piata Mare* (fig. 4.2) e la *Piata Mica*. Questa parte della città mantiene il fascino garantito dai resti delle fortificazioni del XV secolo, dalle chiese delle diverse religioni (cattoliche, orto-

3 Fonte: Sito ufficiale dell'Istituto Nazionale di Statistica Rumeno, www.insse.ro.



FIGURA 4.2 – La Piazza Grande (*Piata Mare*) di Sibiu (FONTE: Serrano, 2008, www.flickr.com)

dosse, evangelica, etc.), dai numerosi musei. Riferendosi alla complessa vicenda delle città dell'Europa orientale, Hamilton (1983) sostiene che la zona storica è “l'area centrale ereditata, la parte di città presocialista che è stata socializzata” durante il periodo di influenza sovietica. In quella fase il centro storico è stato sì conservato, ma anche riadattato per funzioni nuove (governative ed amministrative) esautorandone in parte quelle tradizionali (Cori, 1993).

I grandi edifici residenziali, costruiti secondo i dettami dell'architettura socialista, occupano l'area esterna al centro storico, nella quale si trovano tuttavia anche ampie superfici a parco (per esempio, il *Dumbrava Park*) (Costantin, 2008). A Sibiu l'urbanistica socialista, espressione di una politica tesa a pianificare con incisività e capillarità tutti gli elementi urbani (insediamenti residenziali, produttivi e terziari), ha dovuto “fare i conti con il passato”. Al contrario della capitale Bucarest, la “città ereditata” è stata in buona parte conservata, garantendone la continuità architettonica.

4.2 LA PIANIFICAZIONE SOCIALISTA E IL MODELLO DI SVILUPPO DI UNA CITTÀ DELL'EUROPA ORIENTALE

Nel 1974 l'Istituto di Geografia Rumeno ha portato a termine la realizzazione dell'Atlante della Repubblica Socialista della Romania (*Atlas Republica Socialista Romania*, 1974). Questo atlante fornisce informazioni su numerosi tematismi raggruppati secondo le seguenti classi: I) Carte introduttive; II) Geologia; III) Rilievi; IV) Clima; V) Idrografia; VI) Suolo; VII) Storia – Toponimia – Etnografia; VIII) Popolazione; IX) Insediamenti; X) Industria; XI) Agricoltura; XII) Trasporti; XIII) Carte finali. Nella tavola relativa alla crescita della popolazione (tavola IX-5, *Ora-*

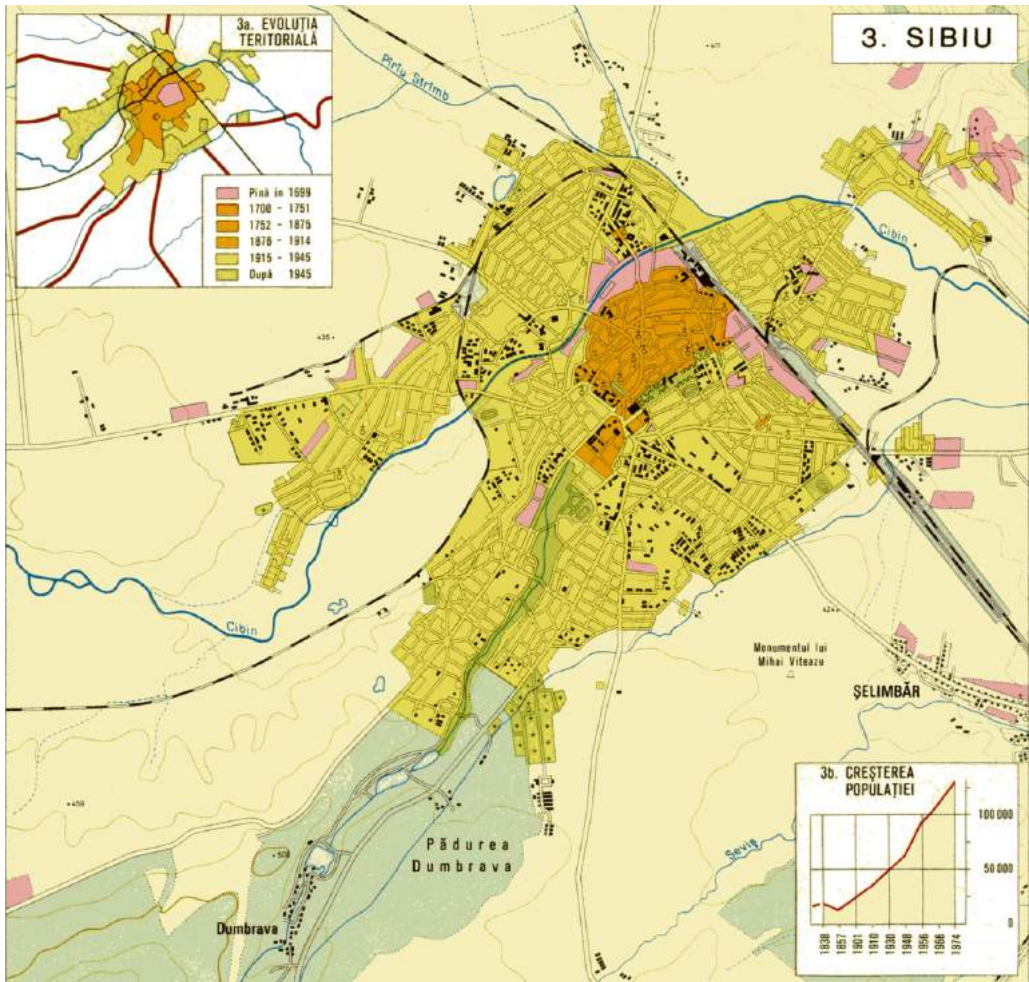


FIGURA 4.3 – La pianificazione prevista per la città di Sibiu: in arancione la parte storica, in giallo le aree residenziali, in verde le aree ricreative, in viola le aree industriali, in grigio le aree dei trasporti (adiacenti alle infrastrutture viarie) (Fonte: Atlas Republica Socialista Romania, 1974)

se Principale), vengono riportate le cartografie dei principali insediamenti urbani, tra cui anche Sibiu (fig. 4.3).

Le carte tematiche delle città non rappresentano in realtà solo lo *status quo*, ma intendono fornire indicazioni generali per la successiva pianificazione del territorio, secondo i dettami dell'urbanistica socialista con la logica in cui è "lo stato che controlla la proprietà e l'uso del suolo, la destinazione e l'organizzazione delle aree urbane, in misura tale da influire in modo straordinario su ritmi e modalità della vita e dello sviluppo della città" (Cori, 1993).

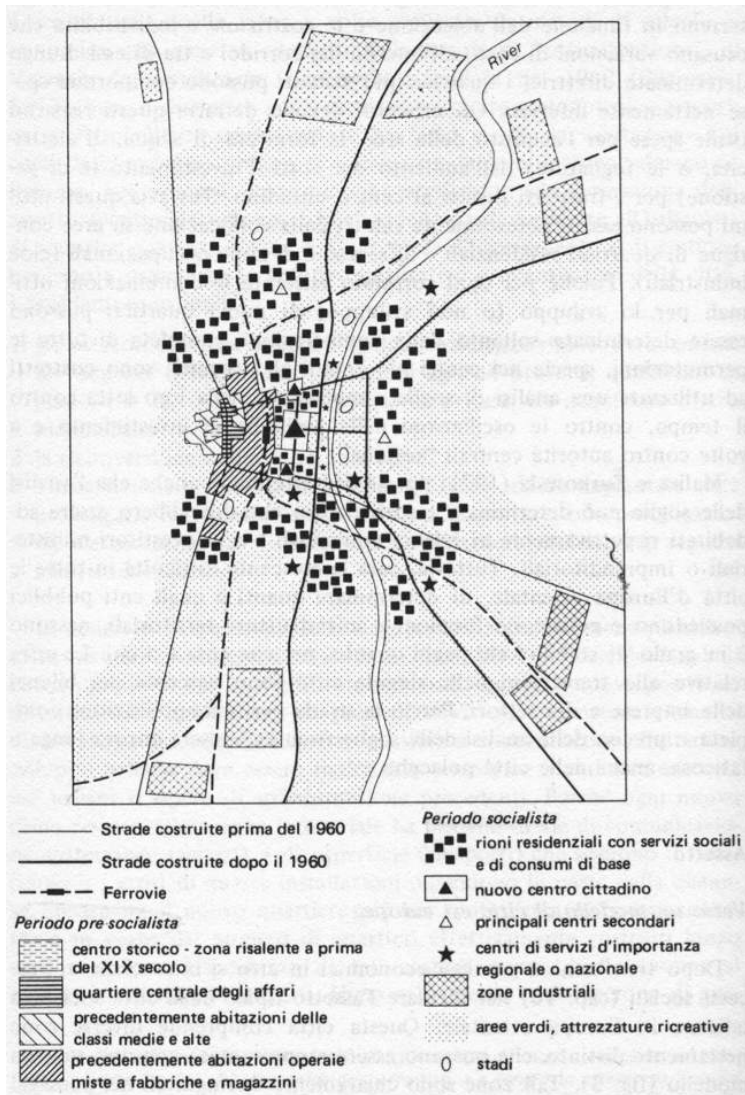


FIGURA 4.4
 Il modello di sviluppo
 della città dell'Europa
 orientale secondo
 Hamilton (1983)

Vengono, infatti, individuate le aree residenziali (in colore giallo), le aree ricreative (in colore verde, a sud della città, *Padurea Dumbrava*), le aree miste (culturali, amministrative, commerciali, residenziali; in colore arancione, porzione centrale della città), le aree industriali (in colore viola) e le aree adibite ai trasporti (in colore grigio, contermini alle infrastrutture viarie, principalmente ferroviaria). La scala di questa cartografia è 1:50.000. Il sistema di riferimento è quello Nazionale Romeno (Stereo 70). Nel riquadro in basso a destra viene riportato il grafico che illustra la serie temporale relativa alla crescita della po-

polazione; in alto a sinistra, è riportata la carta dell'evoluzione storica dell'area urbana.

Ponendo a confronto la pianificazione prevista per la città di Sibiu con il modello di sviluppo della città dell'Europa orientale (fig. 4.4) proposto da Hamilton (1983), si possono riscontrare numerose analogie: il centro storico medievale, le aree centrali commerciali, la zona di ristrutturazione socialista (dove l'edilizia moderna sostituisce progressivamente l'assetto urbano precedente), i rioni centrali residenziali, le aree verdi d'isolamento rispetto alle aree industriali poste più esternamente. Colpisce la localizzazione del "nuovo centro cittadino" esterna rispetto alla zona storica. L'area socialista posta al di fuori del centro originario, dotata di servizi sociali, commerciali, ricreativi e culturali, nonché di industrie avrebbe dovuto generare "forme di circolazione sociali più centrifughe", estraniandosi di fatto dal tessuto storico (Hamilton, 1983).

4.3 L'ANALISI TERRITORIALE A TRENT'ANNI DALLA PIANIFICAZIONE SOCIALISTA

Sono passati circa quarant'anni dalla pianificazione socialista della città di Sibiu, ma cosa è successo in un intervallo di tempo che ha visto profondi cambiamenti nella vicenda di questo Stato post-comunista?

Una risposta seppur parziale può essere data mediante l'interpretazione delle immagini satellitari.

In tal senso sono stati messi a confronto dati telerilevati con risoluzione spaziale differente (acquisiti nello stesso arco temporale e dal medesimo vettore satellitare), un prodotto di MODIS relativo all'indice di vegetazione NDVI (cfr. 2.4) e un'immagine ASTER, entrambi relativi a giugno 2003⁴. Purtroppo il dato satellitare non è molto aggiornato, ma è evidente che la realtà di Sibiu non si caratterizza per una forte dinamicità, motivo per cui non ci sono stati profondi cambiamenti nell'assetto urbano dal 2003 a oggi, come confermato da altre fonti cartografiche.

4 In particolare, per quanto riguarda l'immagine MODIS, è stato preso in esame il prodotto MOD13Q1 con risoluzione spaziale ridotta (250m) relativo all'indice di vegetazione NDVI (cfr. 2.4), che per questo prodotto può variare tra 0 e 10.000. L'immagine acquisita dal sensore ASTER è un'immagine ad media-alta risoluzione spaziale (15m nel visibile) Il tipo di prodotto prescelto (AST140TH) consiste di un'immagine ortorettificata, che non necessita perciò di alcun tipo di correzione geometrica.

Le informazioni satellitari sono state integrate, inoltre, con i dati statistici relativi alla popolazione reperibili al sito dell'Istituto Nazionale di Statistica Romeno (www.insse.ro).

Per sovrapporre e confrontare visivamente la cartografia in ambiente GIS bisogna georiferire tutti i dati nello stesso sistema di coordinate. Nel presente caso, la cartografia originale della città di Sibiu (1974) adotta il sistema di coordinate nazionale romeno denominato "Stereo70" (Proiezione: Trasversa di Mercatore; Ellissoide Krassowsky 1940; Datum Dealul Piscului 1970).

Per poter georiferire questa fonte cartografica è stata utilizzata come riferimento l'immagine ASTER⁵: tale scelta appare giustificata da un punto di vista metodologico sia per la coerenza delle scale (un'immagine ASTER può essere ricondotta ad una scala 1:75.000), sia per il fatto che si tratta in entrambi i casi di cartografia conforme (o isogona). Il processo di georeferenziazione della carta storica è stato realizzato mediante la localizzazione di alcuni punti di controllo sulla carta storica e sull'immagine satellitare⁶.

Una volta proiettate tutte le fonti cartografiche nello stesso sistema di riferimento, le principali trasformazioni del territorio sono state individuate mediante interpretazione visiva (cfr. 2.3). Si è cercato, dapprima, di identificare quali sono gli elementi chiave nella trasformazione della regione, mediante un'analisi a piccola scala. Per fare ciò, sono stati confrontati alcuni dati vettoriali e l'immagine a bassa risoluzione spaziale MODIS13. In un secondo momento si è presa in considerazione la realtà urbana di Sibiu e sono state poste a confronto cartografia storica (1974) e immagine satellitare (2003).

Dalla sovrapposizione della cartografia digitale di OpenStreetMap relativa alle infrastrutture viarie sul prodotto MOD13Q1 possono derivare alcune semplici considerazioni sulla Contea di Sibiu. Dalla figura 4.5 emerge, in modo alquanto evidente, la correlazione esistente tra l'indice di vegetazione basso (scarsa copertura vegetale) e la presenza di insediamenti urbani sparsi, aree coltivate o infrastrutture viarie, ossia la presenza antropica. I valori più bassi dell'indice di vegetazione si

5 L'immagine ASTER, come già accennato (cfr. 2.2), viene attualmente distribuita dalla NASA come prodotto già geometricamente corretto e costituisce quindi un ottimo punto di riferimento per la successiva georeferenziazione. Tuttavia le immagini ASTER vengono fornite con un sistema di coordinate geografico WGS84; le immagini MODIS, invece, hanno un sistema di coordinate geografiche proiettate (tipo di proiezione: Sinusoidale, Sferoide: WGS84, Datum: WGS84). Per poter procedere ad una valida georeferenziazione della carta storica si è dovuto perciò riproiettare nel sistema di coordinate nazionale romeno tutte le immagini satellitari. Anche i dati cartografici vettoriali sono stati riproiettati in questo sistema di coordinate.

6 Sono stati individuati 20 punti di controllo (GCP, *Ground Control Point*) ed è stato utilizzato l'algoritmo di ricampionamento *nearest neighbor*. L'errore medio della georeferenziazione (scarto quadratico medio) è pari a 7,5 m.

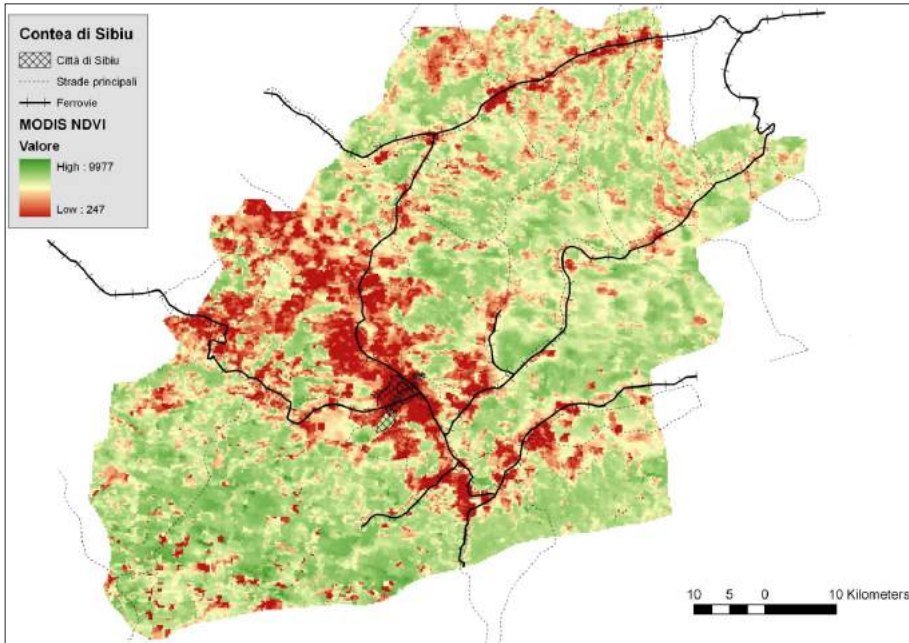


FIGURA 4.5 – Sovrapposizione delle infrastrutture viarie sull'immagine MODIS13 della Contea di Sibiu

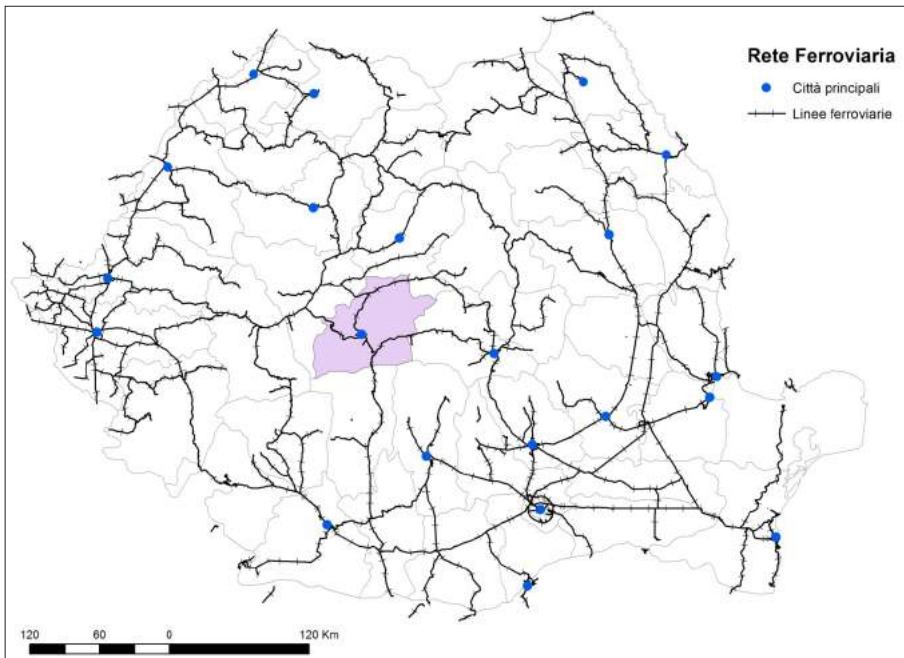


FIGURA 4.6 – La localizzazione di Sibiu all'interno della complicata rete ferroviaria rumena

registrano in corrispondenza della città di Sibiu, nell'area di gravitazione urbana e nell'area agricola posta nelle zone più pianeggianti a nord-ovest del capoluogo. Valori elevati, invece, si registrano in corrispondenza delle formazioni forestali montane che circondano Sibiu, senza particolari differenze tra boschi di latifoglie e boschi di conifere. L'orografia del territorio, prevalentemente montuosa a sud-ovest e collinare a nord, condiziona e limita lo sviluppo di strade e ferrovie prevalentemente al fondovalle montano. Pur vincolata dalla presenza di rilievi, la rete delle infrastrutture percorre la Contea di Sibiu sia in direzione est-ovest, sia in direzione nord-sud, collegandola con le contermini realtà urbane minori (ad esempio Mediaș a Nord o Tâlmaci a Sud), e con il resto del Paese (fig. 4.6). In tal senso, una grande opportunità di sviluppo è costituita dal progetto del corridoio europeo numero quattro, ossia l'infrastruttura ferroviaria di collegamento tra Germania e Turchia.

Per quanto concerne la città di Sibiu, dalla sovrapposizione della cartografia digitale relativa all'area urbana (definita sulla base della carta georiferita dell'Atlante rumeno del 1974) sull'immagine satellitare ASTER del 2003, emerge come la crescita urbana ricalchi abbastanza fedelmente la pianificazione definita quasi trent'anni prima. Da un'analisi visiva puntuale delle immagini si nota, infatti, una forte corrispondenza fra le tipologie insediative presenti (residenziali, industriali, commerciali, trasporti) e quelle previste dalla pianificazione socialista.

Le aree di maggior sviluppo sono quelle a vocazione industriale, poste in prossimità della ferrovia (a est rispetto al centro storico) e della nuova area aeroportuale (a ovest dell'area urbana). Sibiu, il cui profilo produttivo è basato sulle industrie automobilistiche, alimentari e del tessile, rappresenta una delle realtà economiche più interessanti del contesto rumeno (Popescu, 2015). Dalla sovrapposizione tra la carta di Sibiu del 1974 e l'immagine ASTER del 2003, si evidenziano in azzurro-ciano le zone di espansione della città (fig. 4.7). Emergono, inoltre, rilevanti infrastrutture che la connettono al resto del Paese. Come già evidenziato, la città costituisce un importante snodo ferroviario (*Company Railways National Romanian*, 2006). Proprio ai margini della stazione si nota un'area di sviluppo industriale (sono visibili le forme dei capannoni) con un'adiacente area residenziale (fig. 4.8).

Dall'analisi dei dati statistici sulla popolazione emerge, inoltre, che nella città di Sibiu dal 1974 al 2011 il *trend* è nel complesso in aumento, anche se negli ultimi dieci anni si è registrato un leggero calo (fig. 4.9).

Nelle indicazioni relative alla lettura della carta dell'Atlante rumeno del 1974, in ambito urbano erano inoltre previste numerose "aree di costruzione di nuovi cantieri, nonché di ricostruzione delle strade più importanti". Secondo la logica della pianificazione urbanistica socialista "gli interventi di residenza potevano essere classificati in due tipi: *i complessi di residenza* (ossia insieme abitativi costru-

iti in aree marginali posizionati accanto alle zone industriali, con mera funzione abitativa) e il *completamento delle vie principali* (ossia edifici multipiano costruiti lungo le principali arterie urbane per potenziarle con servizi e infrastrutture e per conferire un'immagine urbana più regolare) (Indelicato, 2006).

Ciò trova riscontro anche da un'analisi puntuale delle carte sovrapposte: in molte zone della carta storica (1974), indicate come aree residenziali, la densità abitativa è notevolmente aumentata nell'arco temporale 1974-2003. In figura 4.10 si può vedere, ad esempio, nel dettaglio la situazione del 1974 e confrontarla con quella attuale. Accanto ai rettangoli vuoti, che indicano simbolicamente gli isolati, sono presenti in trasparenza anche numerosi rettangoli di piccole dimensioni colorati in nero che rappresentano i singoli condomini. Questa situazione pregressa ha lasciato il posto ad un'area urbana più ampia e densamente abitata (i *complessi di residenza*). La documentazione fotografica (disponibile ad esempio su

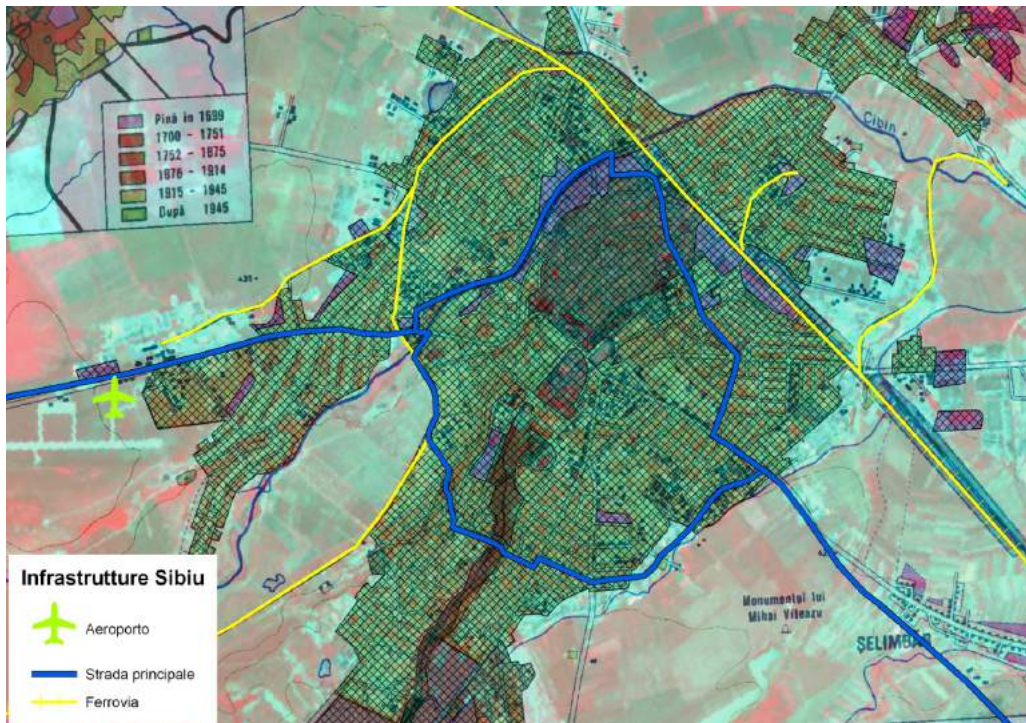


FIGURA 4.7 – Sovrapposizione dell'area urbana di Sibiu cartografata nel 1974 (vettoriale costruito in ambiente GIS sull'originale carta dell'Atlante della Repubblica Socialista della Romania) sull'immagine satellitare ASTER (2003). In evidenza le aree di crescita urbana (aree azzurro-ciano, esterne alla carta digitale definita sulla base dell'Atlante rumeno del 1974) e le infrastrutture (ferrovia, strade principali di attraversamento e aeroporto)



FIGURA 4.8 – Particolare di un'area di espansione urbana (nuove aree residenziali), posta in prossimità della stazione ferroviaria e delle nuove aree industriali. In trasparenza la carta del 1979 e sullo sfondo l'immagine ASTER

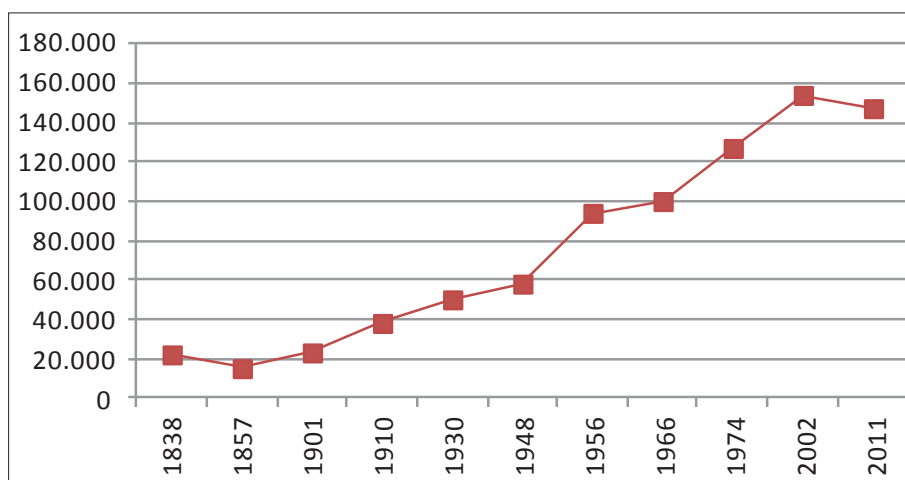


FIGURA 4.9 – Serie temporale (1838-2011) della popolazione residente nella città di Sibiu

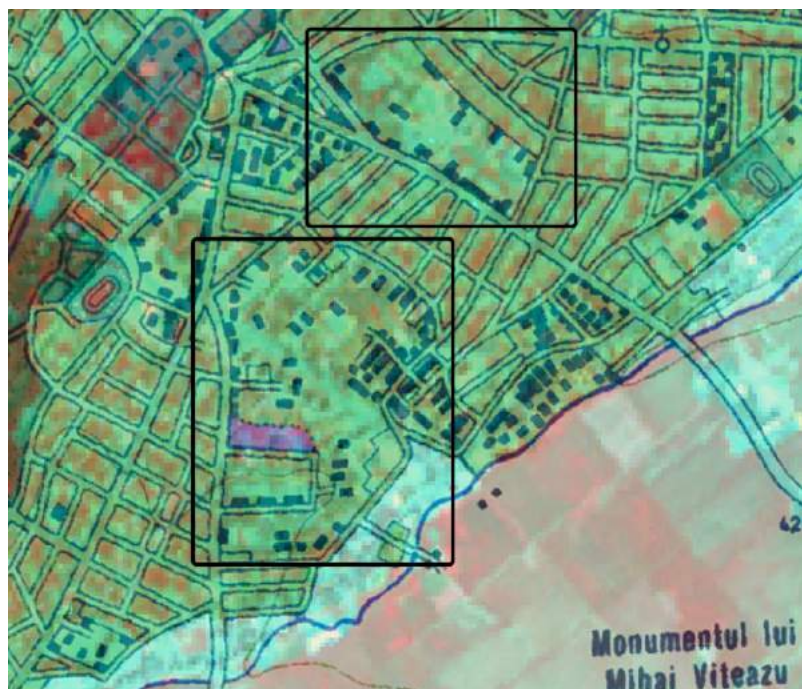


FIGURA 4.10 – Esempi dello sviluppo dei complessi di residenza



FIGURA 4.11 – Esempi di aree insediative sviluppate secondo il concetto del completamento delle vie principali
(FONTE: Rade J. 2007, www.panoramio.com)

Panoramio, il sito in cui le foto degli utenti iscritti sono georiferite) testimonia, invece, la recente diffusione della seconda tipologia di interventi di residenza lungo le arterie principali (in figura 4.11, gli edifici multipiano lungo *Bulevardu Mihai Vietauzuî*), propria di una fase storica, quella successiva alla rivoluzione, che ha visto l'esplosione dell'attività edilizia e la sua problematica gestione urbanistica.

4.4 L'IDENTITÀ RITROVATA: IL CENTRO STORICO

Lo studio ha permesso di evidenziare quali sono gli elementi chiave nella vicenda urbana di Sibiu. Le infrastrutture viarie costituiscono il perno della crescita, soprattutto industriale, in questa realtà marginale che ha conosciuto solo di recente l'attenzione dell'Europa occidentale. Infatti, numerosi investitori stranieri hanno delocalizzato le loro imprese in questa parte d'Europa per le condizioni vantaggiose di investimento e di produzione, spesso a discapito delle condizioni lavorative della popolazione locale. La sovrapposizione di fonti cartografiche eterogenee e la successiva interpretazione visiva hanno evidenziato il ruolo della pianificazione urbanistica socialista, i cui dettami sono stati rispettati anche dopo la caduta del regime autoritario, in una difficile fase di gestione del territorio. L'analisi delle immagini satellitari ha permesso, inoltre, di identificare agevolmente le aree di espansione urbana esterne alla città pianificata. La destinazione funzionale di tali ambiti è legata alla presenza di attività industriali e quartieri residenziali.

Tuttavia, il telerilevamento può risultare poco utile per comprendere se si sia formato o meno un "nuovo centro cittadino" (fig. 4.4), ossia un nuovo centro relazionale esterno alla zona storica, così come era previsto dalla pianificazione socialista dell'epoca. In questo senso, i dati telerilevati mettono in evidenza i loro limiti. È altrettanto chiaro, però, che la valorizzazione della città storica (il "core") e la sua riqualificazione urbana (fig. 4.2) hanno avuto un ruolo chiave per rilanciare questa città sotto il profilo turistico. Iniziative quali il riconoscimento di Sibiu come capitale europea della cultura per l'anno 2007, nel cuore di una regione – la Transilvania – tra le più belle d'Europa, possono far intuire come il centro storico abbia mantenuto il suo ruolo identitario e che non basti una pianificazione imposta dall'alto per poter modificare *ex abrupto* la stratificazione di una città.

5. Pripyat: la città dismessa

5.1 PRIPYAT, UNA CITTÀ SCONOSCIUTA?

Pripyat, una città sconosciuta ai più di cui restano oggi solo edifici in abbandono, piazze trasformate in foreste e un sito internet¹, diventa una realtà ben nota se legata alla vicenda di Chernobyl (o Černobyl). Nelle intenzioni del governo sovietico, la centrale atomica doveva essere ed è stata la ragione della sua nascita ma, paradossalmente, lo è stata anche della sua morte.

Seppur ragazzo, avevo solo sedici anni, questa catastrofe legata all'energia nucleare ha sicuramente segnato la mia giovinezza, anche in modo diretto. Diventa così più difficile scrivere relativamente ad un argomento di cui, anche se ormai relativamente distante nel tempo, ricordo in modo netto la paura diffusa e il comune senso di impotenza.

Sono passati trent'anni ormai. Come scriveva nel 2001 il premio nobel Aleksievič Svetlana "Černobyl è ormai diventata una metafora, un simbolo". E per l'epilogo del suo libro *Preghiera per Černobyl* (2012) sceglie l'annuncio comparso già vent'anni fa (nel lontano 1996) su un giornale locale (Nabat) "... Un'agenzia di viaggi di Kiev propone un tour a Černobyl e nei villaggi morti... Naturalmente a pagamento. Visitate la Mecca del nucleare...".

Per non trasformare eventi catastrofici come questi in tour turistici, nasce la necessità di ricordare, seppure brevemente, cos'è stato Chernobyl e quali sono state le sue conseguenze sul territorio limitrofo. È un territorio sconvolto da quell'evento, i cui confini non si fermano sicuramente nella "zona di esclusione".

Pur non trattandosi di un'area urbana di rilevanti dimensioni, si è scelto di affrontare il caso di Pripyat sia per il suo elevato significato simbolico, sia per la sua valenza

1 www.pripyat.com

esemplificativa nell'ambito della pianificazione sovietica. Si trattava, infatti, di una "città modello" nata al servizio di quella che, secondo i piani dell'ex Unione Sovietica, avrebbe dovuto essere la più grande centrale atomica europea. Come evidenzia anche French (1983), nella visione dell'ideologia socialista è la funzione produttiva che giustifica la presenza di una città. In tal senso, Pripjat rappresentava la città specializzata nel settore della produzione di energia atomica a servizio dello Stato.

Il 26 aprile 1986 è la data che ha parzialmente cambiato la prospettiva sulla delicata questione energetica. Proprio in quegli anni, anche in Italia si discuteva sull'opportunità o meno di scegliere il nucleare come fonte di energia per affrancare il Paese da una perpetua dipendenza dall'Estero. Il referendum dell'anno successivo (8 e 9 novembre 1987) costituiva una grande opportunità per la soluzione ai problemi energetici nazionali, ma fu bocciato dalla maggioranza degli Italiani, ancora scioccati dalle notizie che giungevano in modo incerto da quel 'mondo' sconosciuto e temuto che era l'Unione Sovietica.

Gli eventi di quei giorni posero seri dubbi a livello mondiale su quella che era ritenuta, fino ad allora, una fonte energetica sufficientemente sicura, malgrado i precedenti disastri nucleari di Kyshtym (URSS, 1957), di Winscale (1957, Gran Bretagna) e di Three Mile Island (USA, 1979). L'evento altrettanto catastrofico di Fukushima (Giappone) nel 2011, seguito in diretta televisiva da milioni di persone, fu un ulteriore monito per l'opinione mondiale su questo tema particolarmente 'caldo'. Dopo Fukushima le scelte energetiche, già parzialmente riviste ad inizio secolo, si sono ancora più indirizzate verso le fonti energetiche rinnovabili.

La catastrofe di Chernobyl cambiò anche il quadro geopolitico. Il clima della Guerra Fredda che si viveva allora, con la forte contrapposizione tra il blocco sovietico e quello occidentale, era destinato ad implodere in pochi anni. C'è chi afferma che Chernobyl fu la prima crepa di quel quadro che a breve si sarebbe profondamente scompaginato ma queste, forse, sono solo ipotesi probabilmente poco realistiche.

A trent'anni da quell'evento così catastrofico, cos'è rimasto di quel territorio e delle città che vi erano insediate? Trent'anni, in realtà, sono davvero un periodo relativamente breve, se si considera che gli effetti dell'incidente segneranno pesantemente il futuro di questa regione. Tuttavia, essi rappresentano un primo arco temporale sul quale poter fare alcune considerazioni. Durante questo periodo i satelliti, tra cui quelli della costellazione Landsat (cfr. 2.2), hanno acquisito numerose immagini in grado di fornirci un quadro a scala regionale di cosa c'era prima dell'evento e di come questo territorio si sia parzialmente trasformato.

Dopo una breve descrizione delle realtà urbane di Pripjat e della vicina Chernobyl, la cui storia è strettamente connessa all'incidente nucleare, vengono cartografate la "zona di esclusione" e le principali trasformazioni in atto, avvalendosi anche dell'indice di vegetazione NDVI (cfr. 2.4), elaborato su immagini a media

risoluzione spaziale. Viene di seguito presentata la nascita di una nuova realtà urbana, Slavutyč, fondata subito dopo l'incidente per riallocare parte degli evacuati che abitavano nella zona più vicina alla centrale.

5.2 PRIPYAT E CHERNOBYL: UN COMUNE DESTINO MA UNA STORIA DIVERSA

Anche se accomunate dal medesimo destino, Pripjat e Chernobyl erano due realtà urbane profondamente diverse. Entrambe erano situate in una regione che si estende tra Ucraina e Bielorussia, la Polesia (o Polessia). Si tratta uno dei territori più paludosi d'Europa in cui scorre il fiume Pripjat (un affluente del Dnepr, lungo oltre 700 Km), ma al contempo ricco di foreste e di fertili terreni agricoli (Ribella, 2013).

Nel febbraio del 1970 si iniziò a costruire la città di Pripjat (o Pryp' jat'), dall'omonimo fiume che le scorre accanto, per ospitare i costruttori e i lavoratori della centrale atomica che sorgeva alla sua periferia. Come già accennato, l'obiettivo era quello di costruire la centrale più grande d'Europa: i primi due reattori

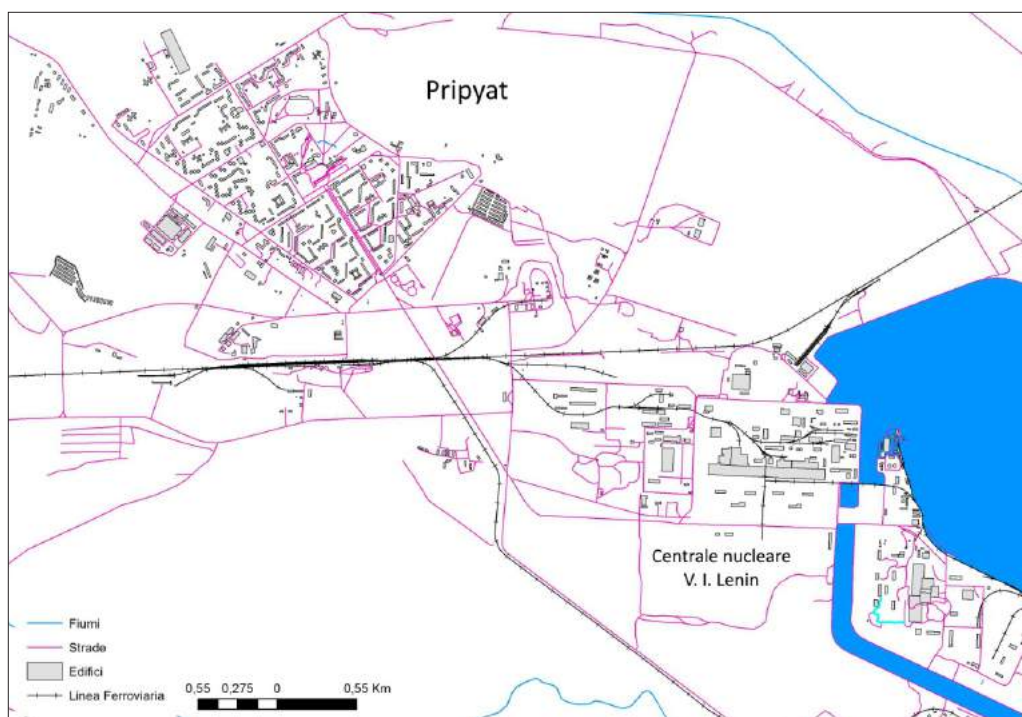


FIGURA 5.1 – La città di Pripjat (elaborazione dell'Autore su dati OpenStreetMap, 2016)

furono consegnati nel 1978, il terzo nel 1981, il quarto (quello esploso) nel 1983. I lavori per il quinto e il sesto, seppur previsti, non furono mai iniziati. Nel 1986, anno della catastrofe, erano attivi quattro reattori sui sei programmati, in grado di produrre circa un settimo di tutta l'energia nucleare sovietica. Al fine di raffreddare le acque provenienti dai reattori della centrale venne creato, inoltre, un bacino artificiale poco profondo utilizzando un vecchio letto del fiume Pripyat (Zagni, 2013).

Pripyat era una città pianificata secondo gli schemi dell'urbanistica sovietica (fig. 5.1): gli edifici amministrativi, le strutture culturali e ricreative (tra cui lo stadio), l'ufficio delle poste e dei telegrafi e un albergo di grandi dimensioni (l'Hotel Polissya) erano localizzati nella zona centrale dell'area urbana. I palazzi residenziali, che si sviluppavano su numerosi piani, erano disposti ordinatamente lungo i viali alberati che attraversavano la città; tra questi, il principale (viale Lenin) correva dall'omonima piazza centrale in direzione della centrale atomica. La città era dotata di un moderno ospedale, di 15 scuole primarie e di 5 scuole secondarie. In città, inoltre, c'erano quasi 30 caffè, numerosi ristoranti, un moderno cinema, il teatro, un centro polifunzionale, un centro polisportivo, tre piscine

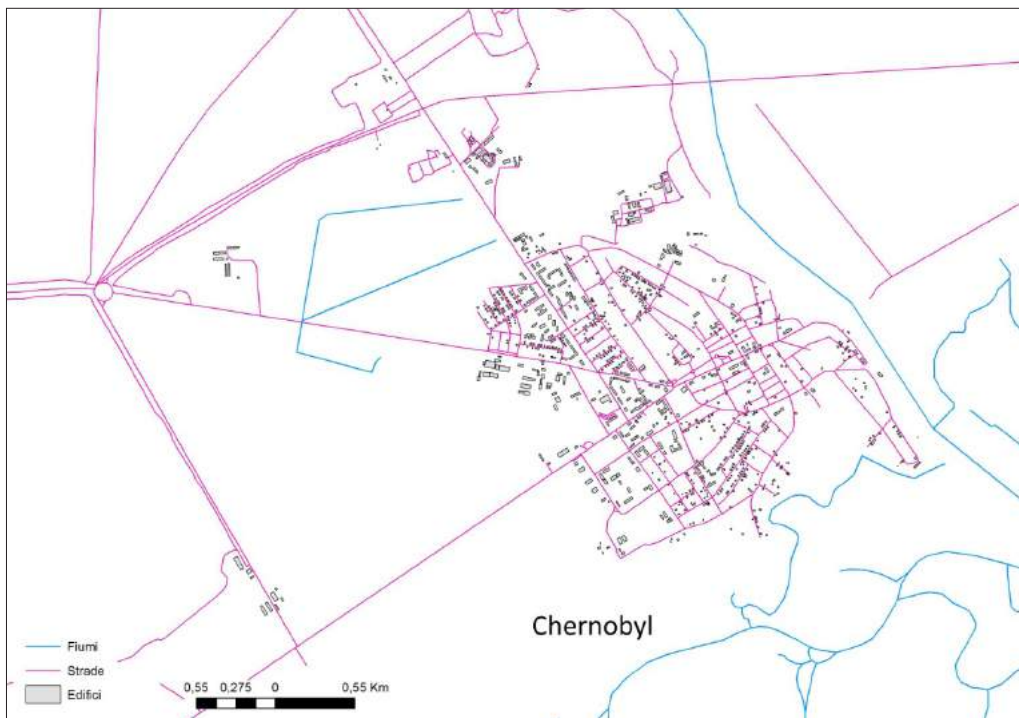


FIGURA 5.2 – La città di Chernobyl (elaborazione dell'Autore su dati OpenStreetMap, 2016)

coperte, di cui una olimpionica (in funzione fino al 2000 per il personale che continuava a lavorare presso la centrale), diversi parchi giochi. A sud della città c'era un'efficiente stazione ferroviaria, una stazione fluviale e la rete dei trasporti locali poteva contare su quasi 170 bus urbani. In fase di forte crescita (si conti che la città aveva solo sedici anni all'epoca dell'incidente e contava 45.000 abitanti), aveva una popolazione estremamente giovane con un'età media di circa 26 anni. I bambini costituivano circa un terzo della popolazione residente, motivo per cui Pripyat era denominata la "città dei bambini". Proprio per questo era stato costruito anche un parco divertimenti che si sarebbe dovuto inaugurare ad inizio maggio 1986 e di cui ci rimangono, purtroppo, solo alcune immagini iconografiche in grado di colpire l'immaginario collettivo come la ruota panoramica e gli autoscontri abbandonati. In sintesi, prima dell'incidente nucleare, Pripyat era una città alquanto attraente per l'elevata qualità della vita che era in grado di garantire (Ribella, 2013).

Posta a poco più di 15 km dalla centrale in direzione sud, Chernobyl aveva origini antiche, dato che la sua fondazione risale alla fine del XII secolo; situata al confine tra Granducato di Lituania e Regno di Polonia, fu importante crocevia di culture e religioni (cattolica, ortodossa ed ebraica) e fu annessa all'Impero russo nel 1793. Rilevante centro del giudaismo a metà dell'Ottocento, la città conobbe alterne vicende tra il XIX (periodo in cui assunse funzioni industriali e commerciali) e gli inizi del XX secolo. Tra il 1929 e il 1933 Stalin mise in atto la campagna di collettivizzazione; nel 1936 parte della popolazione polacca fu deportata in Kazakistan. Inoltre, durante l'occupazione nazista tra il 1941 e il 1944 la comunità ebraica, che costituiva metà della popolazione residente a fine Ottocento, ma che era già stata decimata dai *pogrom* di inizio secolo, venne praticamente annientata (Nica, 2011). Centro amministrativo della regione sin dal 1932 (condizione che giustifica la denominazione della centrale nucleare, pur essendo questa geograficamente più distante rispetto a Pripyat), esso contava una popolazione di circa 14.000 abitanti prima dell'incidente nucleare².

La pianta a settori circolari di questo centro (fig. 5.2), sui quali insisteva gran parte dell'edificato residenziale (prevalentemente piccole case, costruite in cemento o in legno), riflette una vicenda insediativa diversa rispetto a quella della vicina Pripyat e, pertanto, appare meno razionale e schematica. Attraversata da un vialone principale che la collegava alla centrale atomica, Chernobyl era posta ai margini della viabilità principale, ovvero quella che conduceva alla vicina capitale Kiev, da cui dista poco più di 100 km.

2 Attualmente il distretto di Chernobyl non esiste più ed è stato sostituito da quello di Ivankiv (fonte: www.pripyat.com).

5.3 L'AREA CONTAMINATA E LA 'ZONA DI ESCLUSIONE'

Come tristemente noto, la notte del 26 aprile 1986 poco dopo l'una il reattore n. 4 (l'ultimo consegnato pochi anni prima, nel 1983), durante un test di sicurezza contestuale a normali operazioni di mantenimento, esplose rilasciando grandi quantità di radiazioni sotto forma di gas nobili (krypton e xenon), di vapore e particelle solidi (iodio) e aerosol (cesio e tellurio)³. Seppur con un colpevole ritardo⁴ dovuto a molteplici fattori (sottovalutazione del rischio, inesperienza, incapacità e ottusità dei burocrati), dopo circa 36 ore dalle esplosioni (nel primo pomeriggio di domenica 27 aprile), la popolazione residente nell'area prossima alla centrale nucleare venne evacuata. Centinaia di autobus partirono dalle due cittadine di Pripjat e Chernobyl, con la prospettiva di un rientro in tempi brevi.

Il 2 maggio la Commissione governativa, creata nei primi giorni dell'emergenza dall'allora premier Ryzchov, decise di far evacuare tutti i residenti a partire da un raggio di 30 Km dalla centrale atomica. Il provvedimento coinvolse, nel complesso, circa 90.000 persone (oltre ai due centri abitati più importanti, Pripjat e Chernobyl, nell'area erano presenti anche più di un centinaio di piccoli centri rurali). Altre 24.000 persone furono evacuate nella vicina Bielorussia. Fu così istituita la "zona di esclusione" (o "zona di alienazione", un'area di circa 3.100 Km² (ossia tutto il territorio in un raggio di circa 30 Km dalla centrale) nella quale era ed è vietata qualsiasi attività civile e commerciale, nonché la semplice residenza (fig. 5.3).

In realtà, l'area è caratterizzata da una distribuzione a "macchia di leopardo" della contaminazione radioattiva (fig. 5.4), dovuta principalmente alla situazione climatica presente al momento dell'evento catastrofico. Com'è noto, vento e piovosità hanno fortemente condizionato la dispersione della nube radioattiva che, portando gli isotopi radioattivi a migliaia di chilometri, ha investito dapprima la Polonia e la Scandinavia, successivamente anche la Romania, l'Austria e l'Italia settentrionale. Particolarmente acuta fu la contaminazione della vicina Bielorussia: si stima che circa il 70% dei radionuclidi sia ricaduto nel suo territorio (in particolari nelle regioni di Gomel' e Mogilëv), rendendone contaminato il 23% della sua superficie contro il 4,8% dell'Ucraina e lo 0,5% della Russia (Aleksievič, 2012).

3 Mentre i tempi dell'isotopo iodio-131 sono abbastanza brevi (circa 8 giorni), quelli del cesio-137, dello stronzio-90 sono decisamente più lunghi (circa 30 anni). Tempi lunghissimi sono previsti invece per gli isotopi di plutonio (oltre 24.000 anni).

4 Questo ritardo si rivelò molto pericoloso per i residenti che furono inutilmente esposti a dosi elevatissime di radiazioni. Il caso più significativo in questo senso è quello del "ponte della morte": i residenti in modo del tutto inconsapevole si erano recati sul lungo ponte che portava dalla città alla centrale per godersi lo strano spettacolo di una sorta di "aurora boreale" sopra la centrale (Ribella, 2013).

Tuttavia, a livello locale, la situazione è resa alquanto incerta anche dall'intervento dei "liquidatori" nella fase di prima emergenza. Questo strano nome richiama le persone intervenute, immediatamente dopo la catastrofe, a rischio della propria vita. Anche se si valuta che siano stati nel complesso circa 600.000, il rapporto del Comitato scientifico statunitense sugli effetti delle radiazioni atomiche (UNSCEAR) del 2000 (Annesso J) stima che almeno 226.000 di loro, avendo lavorato nella "zona di esclusione" tra il 1986 e il 1987, siano stati effettivamente investiti da elevate dosi di radiazioni. Nella prima fase di emergenza fu raccolto materiale di tutti i tipi (vestiario, piante, libri, etc.) che fu interrato per la sua forte radioattività. Interi villaggi (si stima che nella zona ce ne fossero più di cento) vennero distrutti e le case sepolte. Tuttavia, non esiste una cartografia di dettaglio che ne riporti la distribuzione e, purtroppo, in numerosi casi anche le testimonianze dirette dei "liquidatori" sono venute a mancare per la loro prematura scomparsa.

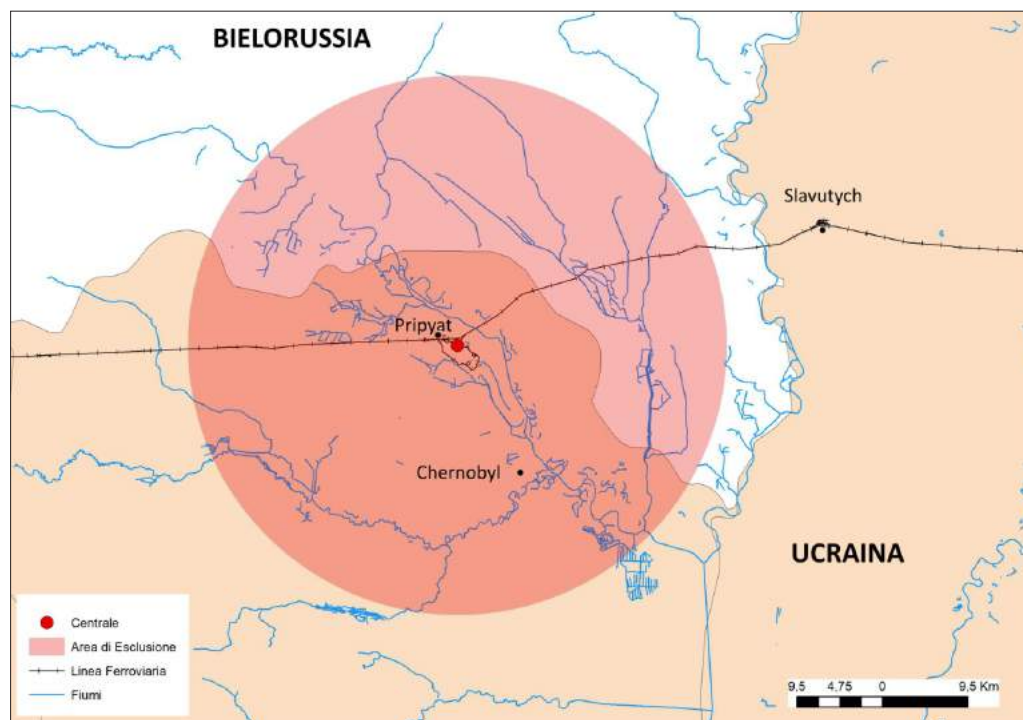


FIGURA 5.3 – La "zona di esclusione", le due città dismesse (Pripjat e Chernobyl) e la nuova città (Slavutyc) (elaborazione dell'Autore su dati OpenStreetMap, 2016)

5.4 LA NATURA SI RIPRENDE LA CITTÀ

Abbandonate al proprio destino e spesso oggetto di atti di vandalismo e di sciacallaggio (dettati principalmente da ignoranza, considerate le devastanti conseguenze sulla salute), le città di Pripjat e Chernobyl furono dapprima invase dalla vegetazione infestante e successivamente da una vera e propria foresta. In tal senso, il materiale fotografico pubblicato su Panoramio⁵ offre un quadro singolare e desolante della situazione attuale.

Conifere e pioppi, che tra il 1970 e il 1986 “arredavano” i viali di Pripjat, hanno letteralmente invaso la città e sono presenti ovunque: tra i palazzi residenziali, i cui vetri alle finestre sono stati appositamente rotti per evitare che le polveri cariche di radionuclidi si accumulassero; davanti al centrale hotel Polyssya, ormai in avanzata fase di degrado; nella principale Piazza Lenin. Il campo sportivo all'interno dello stadio si è ormai trasformato in un vero e proprio bosco e solo le foto geolocalizzate di quello che rimane delle gradinate permettono la sua identificazione. In molte zone della città le strade asfaltate si presentano sconnesse e invase da erbe o arbusti anche lungo la mezzzeria, la linea immaginaria che divide in due la strada. Lo stesso destino hanno subito tutte le superfici artificiali in cemento. Le vetrate rotte e l'invaso vuoto delle vasche dell'ex piscina olimpionica, auto e trattori ormai consumati dalla ruggine, vecchi caffè invasi dagli arbusti rendono il quadro di Pripjat ancora più desolante. Esse si aggiungono tristemente alle foto del parco giochi mai inaugurato, diventato ormai iconografia e simbolo di una città perduta e di un'immane catastrofe.

Di minor impatto il quadro che emerge dalle immagini di Chernobyl, forse perché abitato in modo illegale da circa 500 *samosely* (cfr. 5.6). In questo caso sono assenti gli edifici residenziali di grandi dimensioni ormai in avanzato disfacimento, ma si possono trovare foto di vecchie case abbandonate, il cui ingresso è talvolta murato. Le strade minori, che raccordavano i settori circolari del centro, sono ormai invase dalla vegetazione per cui è realmente difficile percorrerle. Se la chiesa ortodossa sembra restituire una sensazione di normalità, tra i diversi monumenti presenti nel centro di Chernobyl, quello realizzato in ferro battuto con la scritta “Fukushima” ricorda il destino comune di queste due località.

L'analisi diacronica realizzata sulle immagini Landsat, acquisite a pochi giorni dall'evento catastrofico (immagine Landsat TM datata 8 maggio 1986) e dopo quasi trent'anni (immagine Landsat OLI/TIRS di luglio 2014) dall'incidente, rende testimonianza dell'accaduto. Come si può notare dalla figura 5.5, l'indice NDVI (cfr. 2.4), i cui valori sono stati classificati in dieci classi (algoritmo prescelto: *na-*

⁵ Com'è noto, Panoramio è un sito per la condivisione di foto, mediante il quale è possibile, inoltre, localizzare le proprie immagini sul portale cartografico di Google (Google Maps).

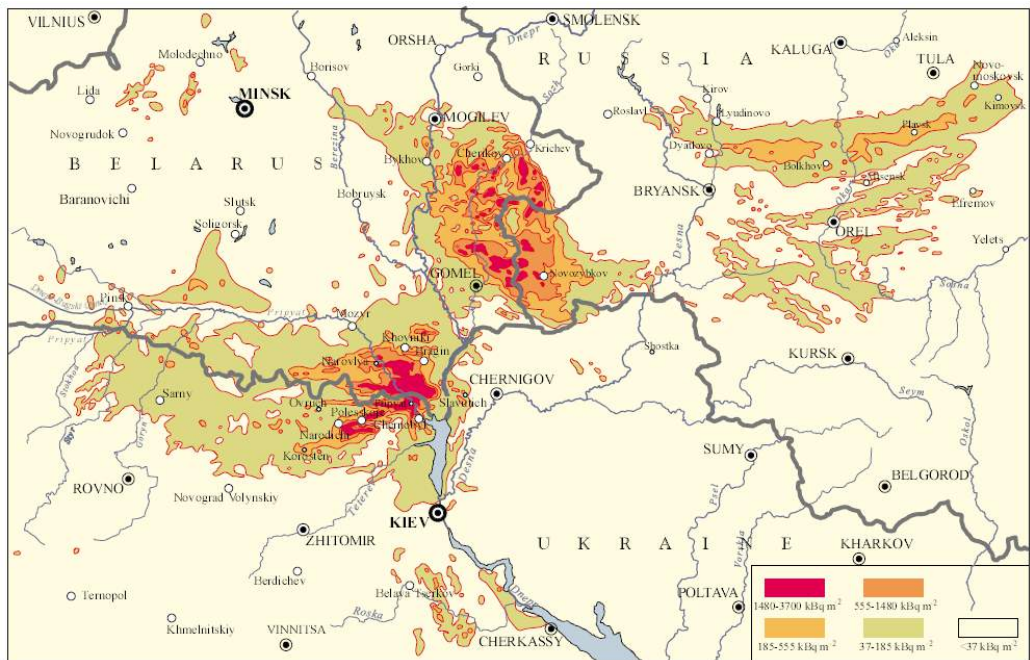


FIGURA 5.4 – Contaminazione radioattiva da Cesio-137 a "macchia di leopardo" nell'area prossima alla centrale nucleare (fonte: Izrael *et alii*, 1996)

tural breaks), conferma quanto la vegetazione sia cresciuta nella città di Pripjat al punto che i valori riscontrati sono assimilabili a quelli delle foreste di conifere che circondano l'ambito urbano. Tuttavia, è sorprendente il fatto che tali valori siano cresciuti anche all'interno della stessa centrale nucleare: nel piazzale antistante, ormai trasformatosi in un bosco (seppur dalle dimensioni ridotte) e nella sezione terminale, ai margini dell'invaso artificiale (dove venivano versate le acque della centrale). In quest'area si sarebbero dovuti realizzati gli ultimi due reattori (il quinto e il sesto), ma il progetto ovviamente non ebbe seguito.

Anche la figura 5.6 (i cui valori di NDVI sono stati classificati con la stessa metodologia della fig. 5.5) testimonia i cambiamenti avvenuti per il centro di Chernobyl nello stesso arco temporale. La cittadina è stata "invasa" dalla foresta e, come evidenziando anche da recenti studi con immagini satellitari a ridotta risoluzione spaziale (Alcantara *et alii*, 2012), sono scomparse le vicine superfici coltivate (le aree di forma rettangolare), a conferma di come ogni attività civile sia stata sospesa all'interno della "zona di esclusione". I boschi sono cresciuti notevolmente anche a ridosso della rete viaria, rendendola di fatto inutilizzabile.

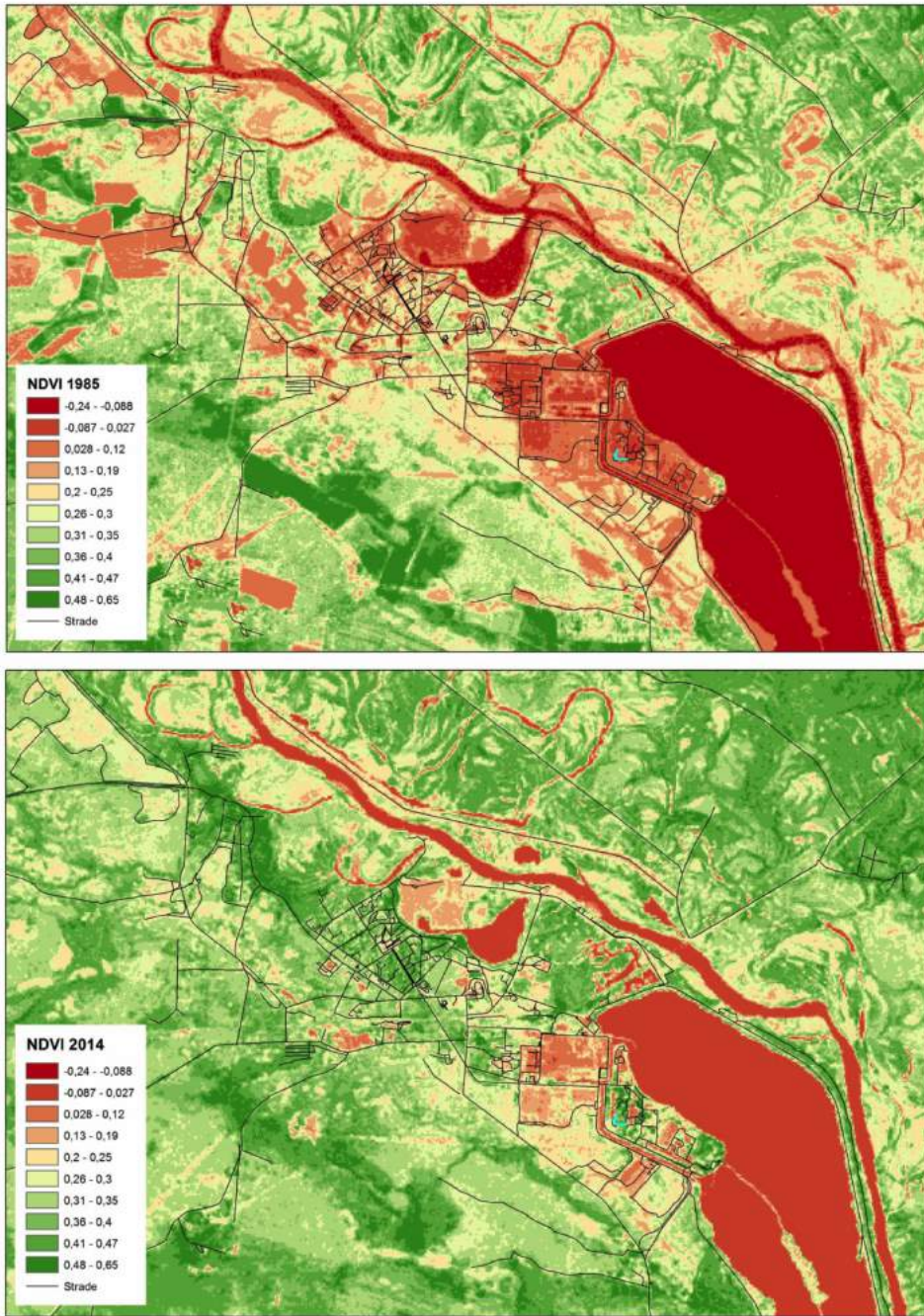


FIGURA 5.5 – Area di Pripyat e della centrale nucleare: confronto tra l'indice di vegetazione NDVI elaborato a partire dall'immagine Landsat 5 (8 maggio 1986) e l'indice di vegetazione NDVI elaborato a partire dall'immagine Landsat 8 (31 luglio 2014)

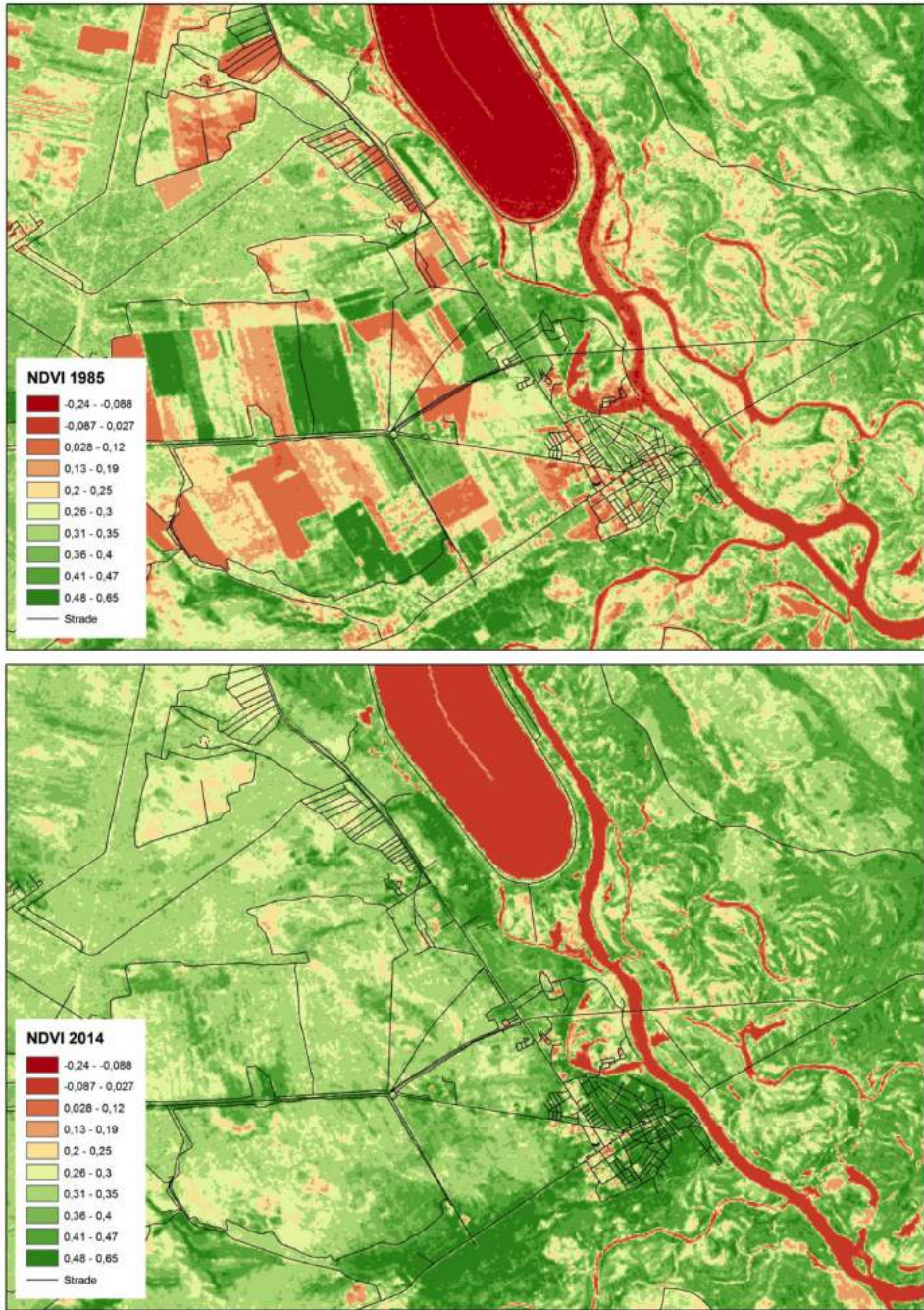


FIGURA 5.6 – Area di Chernobyl: confronto tra l'indice di vegetazione NDVI elaborato a partire dall'immagine Landsat 5 (8 maggio 1986) e l'indice di vegetazione NDVI elaborato a partire dall'immagine Landsat 8 (31 luglio 2014)

5.5 SLAVUTYCH, LA NUOVA PRIPYAT?

Nella complessa gestione del dopo Chernobyl, il 15 dicembre del 2000 è una data rilevante per la popolazione e per il territorio che hanno subito (e ancora subiscono) pesantemente gli effetti dell'inquinamento radioattivo: dopo aver ottenuto l'aiuto finanziario dai Paesi del G7, viene spento l'ultimo reattore della centrale nucleare di Chernobyl, il numero 3. Mentre il reattore numero 2 era stato spento nel 1991 a seguito di un incendio e il numero 1 nel 1996 su pressione internazionale, il numero 3 (dopo essere stato riparato) aveva continuato a funzionare fino all'alba del nuovo millennio. L'incubo Chernobyl non si chiude certamente nel 2000, visti i dubbi sollevati da più parti sulla reale tenuta del "sarcofago". Questa struttura in cemento, realizzata a tempi di record (fu conclusa nel mese di ottobre nel 1986) per ricoprire il reattore esploso, dopo appena trent'anni evidenzia crepe vistose, mentre il reattore tuttora emette radiazioni⁶.

Nel contempo, questa data ha segnato anche l'inizio della crisi economica che ha investito la vicina Slavutyich (o Slavutič). Questa città, sorta dal nulla sulla sinistra del fiume Dnepr come testimoniano le immagini satellitari (fig. 5.7), è stata terminata a circa due anni dall'incidente nucleare per ospitare gli addetti alla centrale e le loro famiglie⁷. Con una popolazione che oggi conta circa 25.000 persone (nel 1989 erano 11.360)⁸, è la città più giovane dell'Ucraina sia per la data di costruzione, sia per età media dei suoi abitanti (in media 26 anni). Posta a pochi chilometri all'esterno dalla temuta "area di esclusione" e circondata da una densa foresta di conifere, Slavutyich è stata costruita su un strato di suolo incontaminato per dissipare i timori dei futuri residenti.

Articolata in diversi quartieri, ciascuno caratterizzato da una peculiare architettura (ogni quartiere prende la denominazione dalla ex Repubblica Socialista Sovietica di provenienza dell'architetto che l'ha progettata), per molti aspetti ricorda la 'vecchia' Pripjat: edifici residenziali distribuiti in modo ordinato, ampi spazi verdi tra le unità abitative, larghe piazze, elevata presenza di strutture sportive e ricreative, moderne strutture sanitarie, monumenti celebrativi e un hotel. Ancora oggi la morfologia urbana ricalca l'impianto originario: il confronto tra la pianta della città (fig. 5.8) e l'immagine satellitare ripresa ad oltre vent'anni

6 Attualmente è in fase di realizzazione, anche con il coinvolgimento di aziende italiane, il *New Safe Confinement*, una gigantesca opera ingegneristica (un nuovo sarcofago) che dovrebbe garantire la protezione da eventuali incidenti per altri 100 anni. Tuttavia, le tensioni internazionali legate alla crisi tra Russia ed Ucraina e la mancanza di fondi per completare l'opera ne stanno rallentando il completamento.

7 Per costruire Slavutyich si stima che siano stati spesi almeno 490 milioni di rubli (*The Chernobyl Forum*, 2006).

8 Fonte: Servizio Statistico Nazionale Ucraino, <http://www.ukrstat.gov.ua/>



FIGURA 5.7 – La nascita di Slavutych vista dal sensore TM di Landsat 5 (RGB: 741). In alto l'immagine acquisita l'8 maggio 1986, in basso l'immagine del 29 maggio 2011. Questa combinazione di colori permette anche di visualizzare i viali principali (in azzurro ciano) lungo i quali si struttura la nuova città

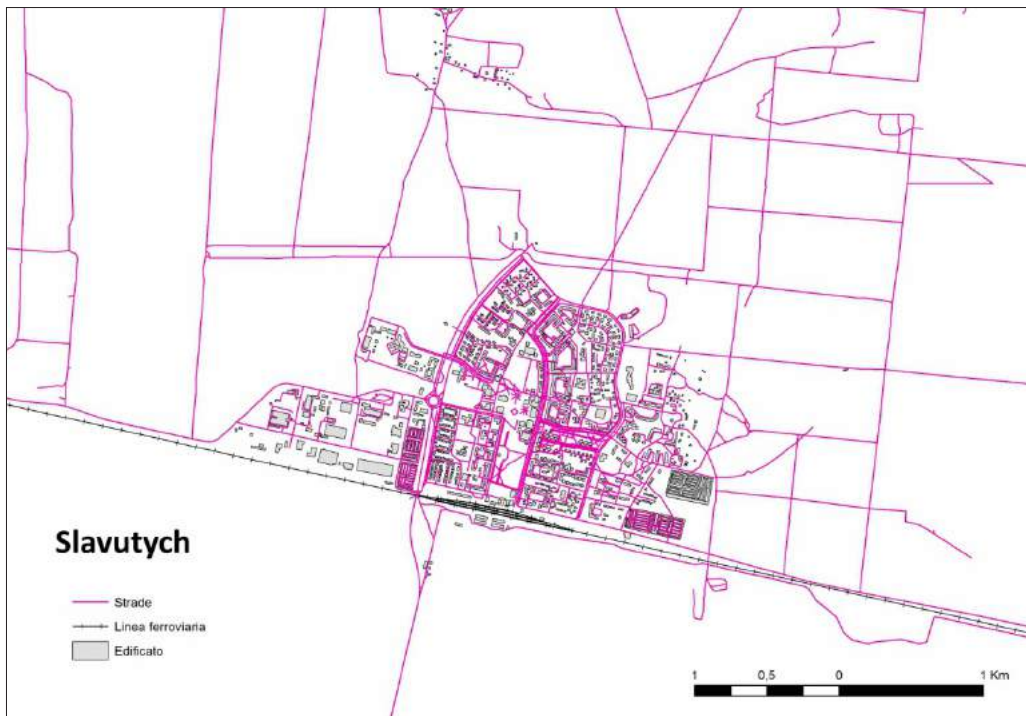


FIGURA 5.8 – La città di Slavutych (elaborazione dell'Autore su dati OpenStreetMap, 2016)

dalla sua nascita (fig. 5.7) non evidenzia, infatti, fenomeni di crescita del tessuto edilizio, anche per il rischio che potrebbe derivare dalla costruzione di dimore su superfici non controllate e potenzialmente contaminate.

Non va dimenticato che Slavutych è anche una città di “liquidatori”, saldamente legata alla vecchia centrale, nonostante tale aspetto sia taciuto nelle immagini e nei documenti video disponibili *online* sulla città. Costruita lungo la linea ferroviaria, fino al 2000 oltre un terzo della popolazione (circa 9.000 abitanti) lavorava presso Chernobyl muovendosi quotidianamente in treno attraverso l’area di esclusione. Attualmente molte persone sono impegnate presso società collegate alla centrale per la fase di dismissione. Questa particolare categoria di lavoratori deve indossare i dosimetri, strumenti da portare al collo per misurare sia la quantità di radiazioni gamma presenti nei luoghi sia la dose assorbita e deve sottoporsi ogni anno all’esame denominato *Total Body*, con cui si misura la concentrazione nel corpo di eventuali sostanze radioattive (Belgiojoso, 2006). Come accennato, con lo spegnimento dell’ultimo reattore, i posti sono stati notevolmente ridotti,

creando una situazione socio-economica che, malgrado le rassicurazioni delle autorità (Ventura, 2016), sembra di difficile gestione per la complessità del territorio e delle sue problematiche⁹.

5.6 QUALE FUTURO PER IL TERRITORIO DI PRIPYAT?

A trent'anni le conseguenze sul territorio investito dalla catastrofe rimangono ancora molto rilevanti. Se da un lato sono variabili e discordanti le stime sugli abitanti colpiti da malattie, dall'altro sono impressionanti quelle relative alle persone coinvolte in modo diretto o indiretto dagli effetti della catastrofe (Tabella 5.1).

TABELLA 5.1 – Persone coinvolte in modo diretto o indiretto dall'evento di Chernobyl (Gray *et alii*, 2002)

	Ucraina	Bielorussia	Russia	Totale
Persone evacuate	91.000	24.000	3.400	118.400
Persone ricollocate	111.000	72.000	49.000	232.000
Persone che vivono in zone contaminate	1.140.813	1.571.000	1.788.600	4.500.413
Liquidatori 1986/1987	61.873	70.371	160.000	292.244
Liquidatori 1988/1989	488.963	37.439	40.000	566.402
Invalidi	88.931	9.343	50.000	148.274
Totale	1.982.580	1.784.153	2.091.000	5.857.733

Se sono facilmente intuibili le problematiche della fase di evacuazione, avvenuta subito dopo l'incidente, non altrettanto conosciute sono quelle relative alla successiva fase della ricollocazione, ossia di movimentazione di persone ritenute comunque residenti in aree a rischio poste al di fuori della 'zona di esclusione', che ha visto coinvolte complessivamente altre 230.000 persone. Impossibilitati a tornare nei territori contaminati, gli abitanti (evacuati e ricollocati) furono tra-

⁹ La perdita del lavoro è diventata una delle principali cause di ansia delle persone che risiedono in questi territori, anche se i timori per la propria salute prevalgono. Senso di mancato controllo sulle proprie vite, esagerato sensazione di pericolo per la propria salute e per l'esposizione alle radiazioni, fatalismo e mancanza di iniziativa personale sono tra le più comuni manifestazioni psicologiche evidenziate dalle persone residenti in questo territorio (Chernobyl Forum, 2003; Tykhyy, 2006).

sferiti in altre aree del Paese. Da un'indagine condotta nel 1995 in Ucraina sui "ricollocati" emerge che solo il 56% delle famiglie aveva manifestato la volontà di essere trasferite (Olshevsky e Ruban, 1995). Abbastanza noto, tra l'altro, è il fenomeno dei *samosely*, gli abitanti illegali che stanno "ripopolando" l'area di esclusione; si tratta per lo più di anziani che non accettano di essere ricollocati. Nel caso dell'abitato di Chernobyl, ad esempio, si stimano attualmente circa 500 residenti illegali che rifiutano di andarsene, anche a dimostrazione di quanto sia poco rispettato qualsiasi divieto nell'area proibita.

Rilevante è stato l'impegno finanziario per la realizzazione di nuove strutture insediative, enormi i danni in termini di produttività agricola¹⁰ e qualità ambientale, incalcolabile la perdita di vite umane e il disagio sociale dei sopravvissuti (AA.VV., 2006). Il territorio intorno alle città di Pripjat, attraverso le immagini satellitari del maggio 1986 e di oggi, mostra come i fattori di rischio antropico possano, al pari dei fattori di rischio naturale, segnare drammaticamente la vicenda demografica, insediativa e produttiva di una regione.

10 Si valuta che siano stati persi quasi 800.000 ettari per l'agricoltura e 700.000 ettari di foreste con gravissimi danni per l'economia locale (*The Chernobyl Forum*, 2006).

6. Verso la città postmoderna: Astana

6.1 DA AKMOLY AD ASTANA: UNA VICENDA DI TRASFORMAZIONI

Variazioni toponomastiche, trasformazioni della pianta urbana, ruoli funzionali diversi fanno di Astana una città rappresentativa dei cambiamenti che hanno interessato le realtà urbane centroasiatiche.

Su un iniziale nucleo insediativo risalente ai primi del 1800 e fondato dai Cosacchi provenienti dalla regione siberiana per ragioni di carattere difensivo, si sviluppa un centro – Akmoly – posto al nord del Paese (fig. 6.1) che assumerà in seguito il ruolo di nodo ferroviario e di traffico. Prima parte dell'Impero zarista e dal 1920 sotto il controllo sovietico, Akmolinsk non risponde propriamente al modello di città pianificata socialista. La rigidità del clima, le forti escursioni termiche¹, la sua posizione all'interno della steppa semi-desertica lo hanno reso, a più riprese, un luogo di deportazione² ma anche di controllo militare.

Non si realizza, pertanto, quell'associazione tra *kombinaty* industriali (Cori, 1993) e quartieri operai che connota l'urbanistica sovietica, né quella specializzazione produttiva che fa assumere alla città uno specifico ruolo nel più ampio contesto nazionale e nella rete urbana.

Nella regione tali funzioni erano associate alla città di Alma-Ata che, fondata anch'essa dai Cosacchi come roccaforte militare (Vernyj), mostrava condizioni climatiche più favorevoli per il trasferimento di russi o altri gruppi di etnia slava.

1 Le temperature massime registrate nei mesi di giugno, luglio ed agosto possono attestarsi sui 40°C, mentre quelle minime registrate a gennaio, febbraio, novembre e dicembre possono variare tra i 40 e i 50 °C sotto lo zero termico (fonte <http://www.pogodaiklimat.ru/climate/35188.htm>).

2 Alla periferia di Astana durante l'epoca stalinista, ad esempio, sorgeva un campo Gulag "per le mogli dei traditori della madrepatria di Akmolinskii" (Solženicyn, 1974).



FIGURA 6.1 – La divisione amministrativa del Kazakistan e la posizione di Astana (elaborazione dell'Autore)

In quel caso, il clima continentale era attutito dal sito e dalla posizione. Vernyj non sorge nella steppa ma su un sito d'altura nell'angolo sud-orientale dell'attuale Kazakistan, in prossimità della regione kirghisa e di quella cinese. La città sovietica fu giustapposta ad un quartiere d'impronta musulmana, con tutte le problematiche legate alla trasformazione delle città islamiche dell'Asia centrale in città socialiste. Se infatti la città coloniale russa era caratterizzata da una disposizione regolare degli edifici residenziali, a scacchiera o radiale, con spazi destinati a giardini e parchi pubblici, con larghi viali per parate, ampie piazze e grandi edifici di rappresentanza, la città islamica è invece contraddistinta da un intricato dedalo di vie con abitazioni chiuse verso l'esterno, con pochi spazi aperti se non quelli dinanzi alle moschee o adibiti ai mercati (Giese, 1983).

Interessata solo marginalmente da tali processi rispetto alle altre città dell'Asia centrale e caucasica (Samarcanda, Bukhara, Ashkhabad, Tashkent, etc.), per Akmolinsk si può parlare di una crescita urbana soltanto a partire dagli anni Cinquanta, quando il Kazakistan divenne il fulcro della "Campagna delle Terre Vergini". La vicenda demografica ed insediativa dell'attuale Astana non può prescindere da questo piano finalizzato a trasformare le aride steppe del Kazakistan settentrionale in aree

coltivate a frumento. Situata proprio al centro della regione steppica (regione che veniva lavorata a scopi agricoli per la prima volta su larga scala), il ruolo della città nella rete urbana e nell'economia sovietica cambiò radicalmente. Per marcare con forza tale inversione di tendenza, nonché la simbiosi tra città e piano agricolo, nel 1961 il toponimo fu modificato in Tselinograd ("città delle terre vergini").

A questo periodo risale, infatti, la crescita demografica e l'espansione topografica della città, secondo i principi dell'urbanistica socialista. La scarsa attrattività del Kazakistan settentrionale, dovuta alla carenza di risorse e alla mancanza di attività produttive, rendeva necessario un movimento interno dalle aree agricole più popolate dell'Unione Sovietica (in particolare Bielorussia, Ucraina) verso le steppe kazake. Soltanto dal 1954 al 1957 si calcola un incremento della popolazione pari a circa 322.000 abitanti in tutta l'area. Ad una scala più ampia, nel Censimento del 1939 la popolazione superava poco più i 6 milioni di abitanti, mentre quello del 1959 faceva già registrare una popolazione di oltre 9 milioni con un incremento pari a circa il 51% nell'arco di un ventennio.

A seguito di tali drastici cambiamenti, negli anni Sessanta la componente etnica era ormai sbilanciata: russi e slavi costituivano la parte prevalente rispetto alla popolazione autoctona. Nel 1926 i Kazaki costituiscono la maggioranza della popolazione (58,5%), nel 1959 tale prevalenza si riduce drasticamente (30%). Di rimando, i Russi dal 19,7% arrivano a pesare addirittura il 42,7% sulla popolazione totale. In termini assoluti, vuol dire che da poco più di un milione si passa a circa 4 milioni di russi. A ciò si aggiunse l'incremento della componente bielorussa, ucraina, polacca (Masanov *et alii*, 2002). Per rispondere alle esigenze dei lavoratori la pianta della città fu radicalmente trasformata: furono realizzati quartieri residenziali, strutture sportive e servizi per la popolazione, edifici di rappresentanza ed altri elementi ricorrenti nella città socialista.

A tale slancio demografico, economico ed urbanistico seguirà una fase di decremento e stabilizzazione della popolazione. La specializzazione funzionale della città, ormai centro di riferimento per la "Campagna delle Terre Vergini", la rese strettamente interconnessa agli andamenti della produzione cerealicola e dei raccolti. Tuttavia le lavorazioni profonde del terreno realizzate secondo i principi di una meccanizzazione agricola poco sostenibile per le caratteristiche di questo territorio, nonché la monocoltura intensiva condotta in terre aride o semi-aride, innescarono processi di erosione del suolo e causarono un rapido impoverimento dei nutrienti. L'uso di fertilizzanti chimici e l'arrivo di esperti agronomi non riportarono la produttività della regione agli *standard* iniziali.

Con la dissoluzione dell'Unione Sovietica e l'indipendenza del Kazakistan (1991), la città cambia ancora denominazione per sganciare la propria vicenda (insediativa e funzionale) dal piano agricolo russo. Verrà, infatti, ripristinato l'antico toponimo Akmola che durerà solo fino al 1997, quando assumerà la funzione

di capitale del nuovo Stato con la denominazione di Astana³. È questo l'inizio di una fase di profondo rinnovamento, di crescita urbana, di tensione verso una centralità che supera i confini nazionali per confrontarsi con il quadro geopolitico della regione centroasiatica e caucasica (Koch, 2013a).

6.2 LA RECENTE DINAMICA INSEDIATIVA DI ASTANA VISUALIZZATA A PICCOLA SCALA: IL PUNTO DI VISTA DELLE IMMAGINI SATELLITARI LANDSAT

Il 1997 costituisce un *discrimen* nella vicenda demografica, urbanistica e funzionale di Astana, così come lo era stato il 1954, quando fu varata la “Campagna delle Terre Vergini” e la città divenne il fulcro di un'imponente azione di programmazione economica relativa al settore primario.

Attraverso l'uso delle immagini satellitari, è possibile valutare l'entità dell'espansione topografica e la diversa articolazione degli spazi urbani in una prospettiva diacronica. Nel caso specifico, sono state selezionate le acquisizioni del satellite Landsat TM per il 1985, Landsat ETM+ per il 2002, mentre per il 2016 si è fatto riferimento al satellite Landsat OLI. Le immagini Landsat TM/OLI sono state acquisite durante la stagione primaverile (rispettivamente il 29 maggio 1985 e il 18 aprile 2016), mentre quella del satellite Landsat ETM+ è datata 29 ottobre 2002. Nel presente studio la rilevanza delle date d'acquisizione è solo parziale: se è vero che il clima marcatamente continentale dell'area (fig. 6.5) influenza in modo rilevante lo stato della vegetazione, bisogna considerare che il presente studio si rivolge ad aree a forte grado di artificializzazione. Per quanto concerne la scelta delle bande per la successiva interpretazione visiva delle immagini, dopo diversi tentativi sono state individuate le seguenti combinazioni a falsi colori: RGB 741 per Landsat TM/ETM+⁴ e RGB 123 per Landsat OLI/TIRS. Tali combinazioni sono state scelte in quanto visivamente discriminavano meglio la differenza tra realtà urbana e area rurale circostante. Infine, visualizzando le immagini a un ingrandimento corrispondente circa a una scala 1:110.000, è stato definito un quadro comune per tutti i dati telerilevati, focalizzandoli sulla città di Astana e sul suo contesto di riferimento.

Nell'immagine del 1985 (fig. 6.2) il tessuto insediativo è evidenziato in azzurro ciano. Il fiume Ishim è ben riconoscibile per il colore blu intenso e l'andamento sinuoso nella piana steppica. Intorno alla città si distinguono, per la forma genericamente quadrangolare e per le tonalità che vanno dal giallo al marrone chiaro,

3 In lingua kazaka Astana vuol dire proprio 'capitale'.

4 Nel caso Landsat TM/ETM+, le bande sono impostate sugli stessi intervalli dello spettro elettromagnetico (cfr. 2.2) e questo, malgrado la diversa stagionalità di acquisizione delle immagini, le rende abbastanza comparabili.

gli appezzamenti a seminativo. Per evidenziare meglio la linea ferroviaria, si è scelto di selezionare da OpenStreetMap (cfr. 3.3) il vettoriale e di sovrapporlo all'immagine satellitare.

Se è vero che l'originario avamposto militare – fondato dai Cosacchi e consolidato dai Russi durante tutto l'Ottocento – era sorto proprio sul fiume Ishim (affluente dell'Irtysh), va sottolineata l'importanza della funzione nodale assunta dalla città durante il secolo successivo. Disposti longitudinalmente rispetto al territorio considerato, il corso fluviale e la linea ferroviaria costituiscono i principali assi di riferimento per la vicenda urbanistica di Astana. Dall'immagini satellitare del 1985 si nota come la strada ferrata costituisca la principale direttrice di sviluppo. L'edificato si snoda lungo di essa, prediligendo la sezione meridionale rispetto a quella settentrionale. La città sembra, infatti, racchiusa tra la ferrovia ed il corso dell'Ishim che la delimita verso sud. Sulla riva sinistra del fiume, infatti, non sono evidenziati quartieri residenziali, impianti industriali o altre strutture riconducibili alla città socialista.

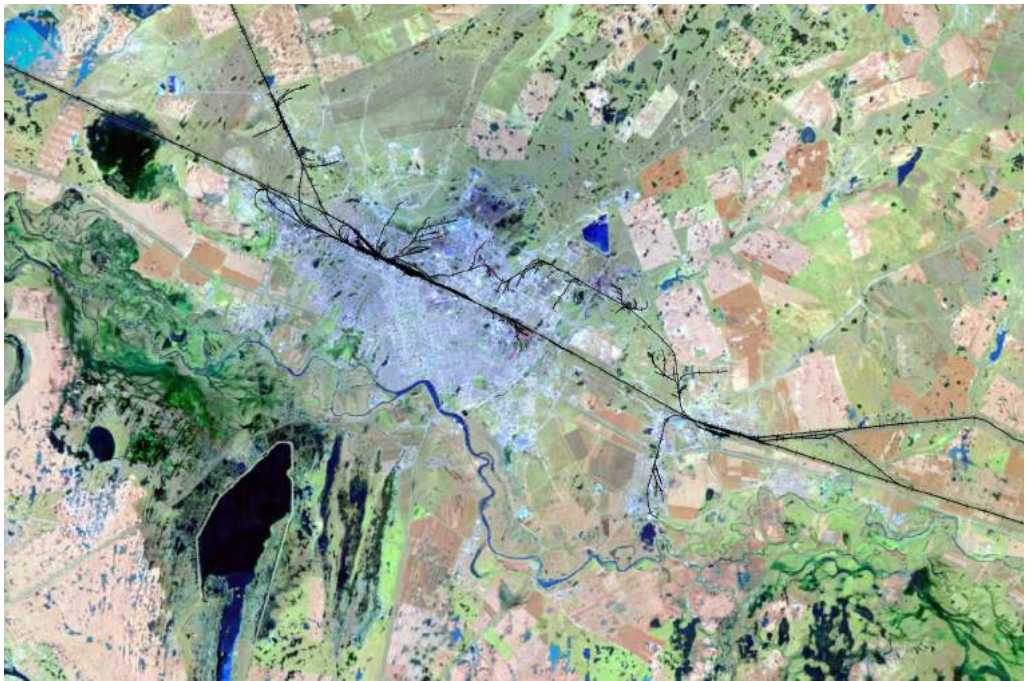


FIGURA 6.2 – La città di Astana (in azzuro ciano, al centro dell'immagine) e del territorio adiacente ripresa a maggio 1985. La porzione di immagine Landsat TM è rappresentata a falsi colori (RGB: 741) e visualizzata con un ingrandimento corrispondente circa a una scala 1:110.000. Il layer vettoriale sovrapposto (in nero) rappresenta la linea ferroviaria (FONTE: OpenStreetMap)

Se consideriamo l'immagine satellitare del 2002 (fig. 6.3), si notano già diversi ampliamenti relativi alla costruzione di quartieri residenziali in direzione sud-est. Si tratta di grandi isolati con impianto razionale e a scacchiera che non segnano una rottura con l'urbanistica socialista, almeno per quanto riguarda l'articolazione e la suddivisione dello spazio urbano. Sono interventi ancora poco significativi, anche se già riusciamo a scorgere le tracce di quegli interventi che trasformeranno il volto della città. Sono trascorsi, infatti, soltanto cinque anni dalla decisione di trasferire la capitale ad Astana e già si nota l'impianto di un grande complesso sulla sponda sinistra dell'Ishim. Tali cambiamenti assumono un particolare valore se si considera che dal 1989 al 1997 la città ha subito un calo della popolazione.

Dopo l'indipendenza, infatti, il Paese ha vissuto anche una fase di decremento demografico pari a -9% della popolazione totale, con la consistente perdita di 2 milioni di abitanti principalmente afferenti alla componente russa e slava (ucraini, bielorusi, polacchi).

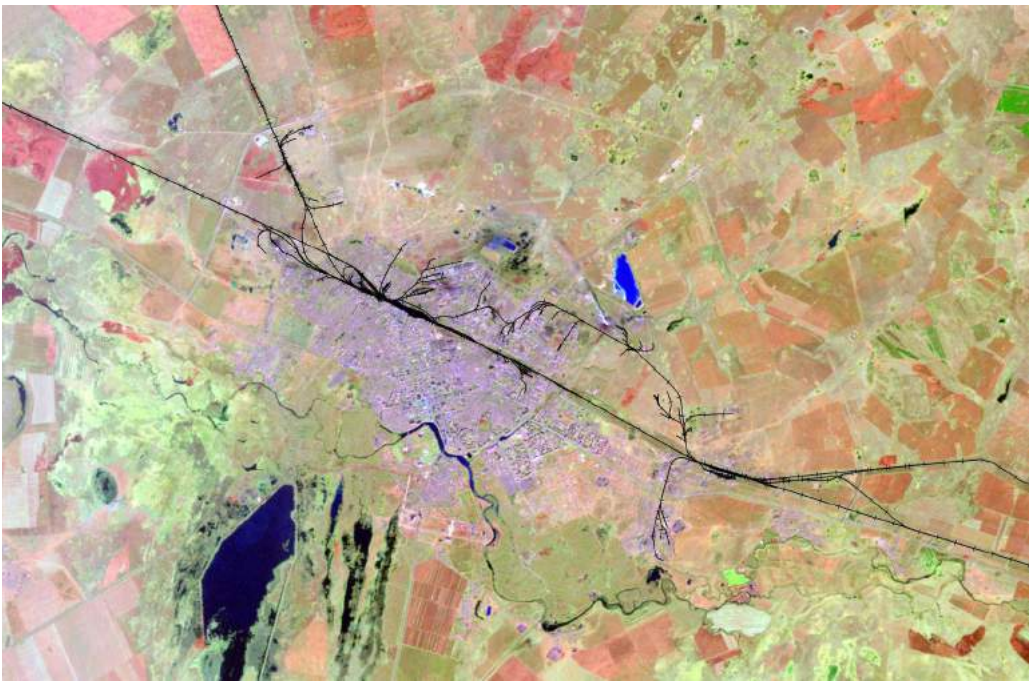


FIGURA 6.3 – La città di Astana (in violetto, al centro dell'immagine) e del territorio adiacente ripresa nell'ottobre 2002. La porzione di immagine Landsat ETM+ è rappresentata a falsi colori (RGB: 741) e visualizzata con un ingrandimento corrispondente circa a una scala 1:110.000. Il layer vettoriale sovrapposto (in nero) rappresenta la linea ferroviaria (FONTE: OpenStreetMap)

È con l'immagine satellitare del 2016 (fig. 6.4) che si coglie una discontinuità forte e marcata rispetto alle acquisizioni precedenti, in particolare quella del 1985. L'espansione topografica che emerge dal confronto tra le due immagini satellitari del 1985 e del 2016 conferma il positivo andamento della popolazione dal 1997 ad oggi (incremento ventennale pari al 68,4%). Città di circa 275.000 abitanti nel 1997, Astana è diventata la seconda realtà urbana del Kazakhstan con poco più di 872.000, superando anche Skymkent (posta nelle fascia meridionale in prossimità del confine kirghiso ed uzbeko) e avviando un processo di riequilibrio della rete urbana del Paese (fig. 6.6).

Il tessuto edilizio si amplia ancora in direzione sud-est, dilagando in quelli che – nell'immagine alla stessa scala del 1985 e in quella di maggior dettaglio del 2002 – erano terreni a seminativo e, in prossimità del fiume, aree acquitrinose per le deboli pendenze e la tendenza dell'Ishim a divagare nella piana. Ma ancor più significativo è l'ampliamento sulla riva sinistra dell'Ishim. Dalla fondazione di

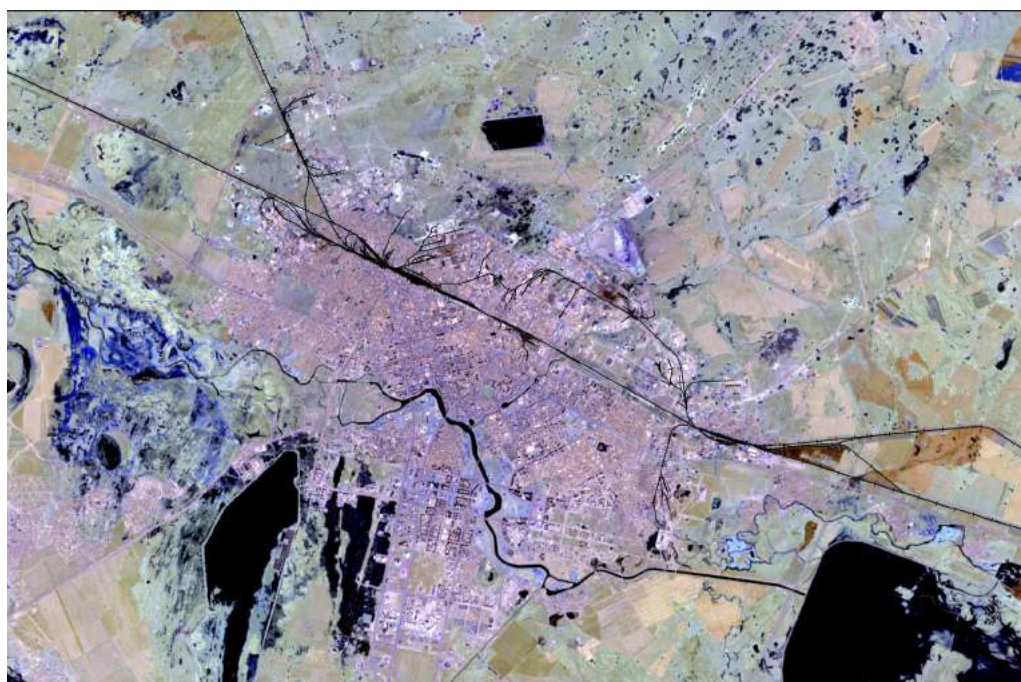


FIGURA 6.4 – L'espansione urbana di Astana (in violetto, al centro dell'immagine) e ripresa ad aprile 2016. La porzione di immagine Landsat OLI è rappresentata a falsi colori (RGB: 123) e visualizzata con un ingrandimento corrispondente circa a una scala 1:110.000. Il layer vettoriale sovrapposto (in nero) rappresenta la linea ferroviaria (FONTE: OpenStreetMap)

Akmoly da parte dei Cosacchi, mai l'abitato aveva superato quella barriera naturale rappresentata dal fiume per ragioni di carattere difensivo, ma anche climatico.

Caratterizzata da un clima semi-arido continentale (fig. 6.5), la città è soggetta allo spostamento di masse d'aria calda provenienti dalle steppe centroasiatiche ed è investita dai forti venti della steppa che interessano, in particolare, la zona a sud dell'Ishim. La città costruita sulla riva sinistra mostra notevoli discrasie con quella realizzata sulla riva destra e acquisita dal satellite nel 1985. In primo luogo si coglie una diversa articolazione dello spazio urbano; la serrata maglia a scacchiera dei quartieri di epoca sovietica lascia il posto ad un impianto più aperto, in cui cambia decisamente il rapporto tra pieni e vuoti all'interno degli stessi isolati. Mentre l'urbanistica sovietica aveva prestato attenzione al verde urbano in funzione della popolazione residente, qui le aree verdi sono associate a grandi edifici rappresentativi per esaltarne la magnificenza.

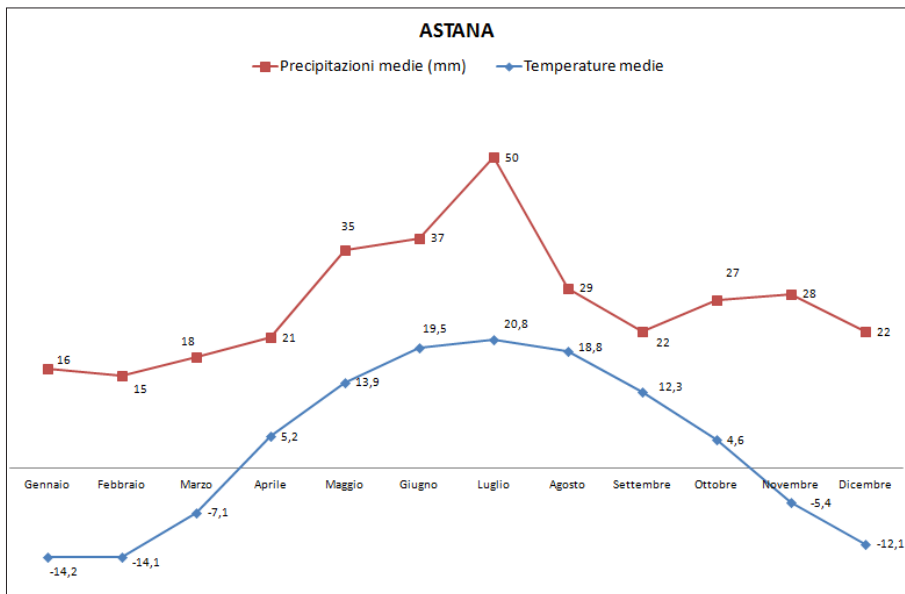


FIGURA 6.5 – Valori medi di temperature e precipitazioni a confronto (elaborazione dell'Autore su dati <http://www.pogodaiklimat.ru/climate/35188.htm>)

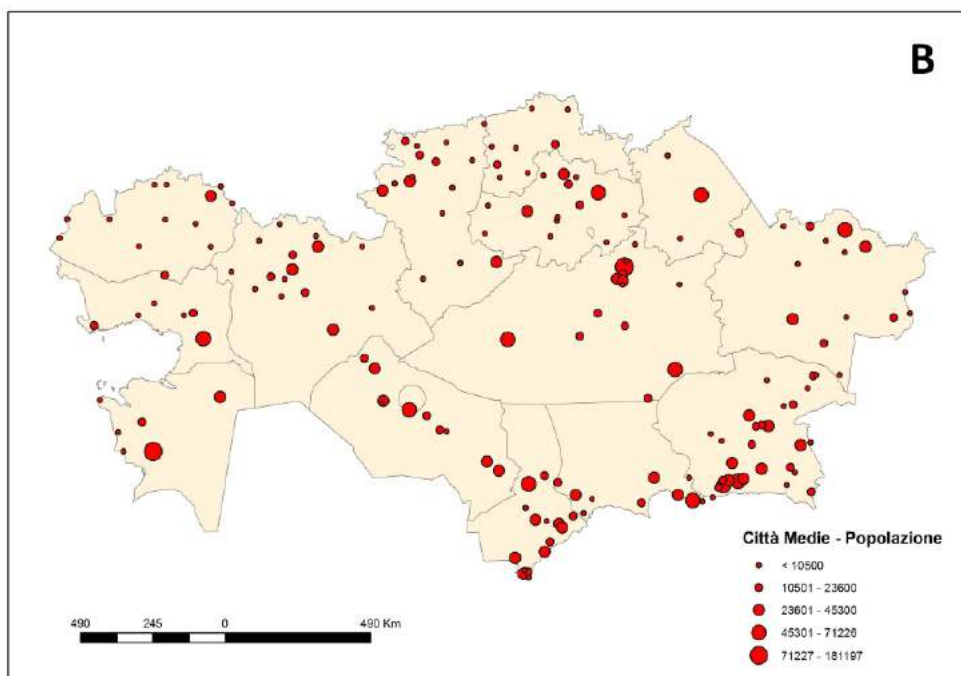
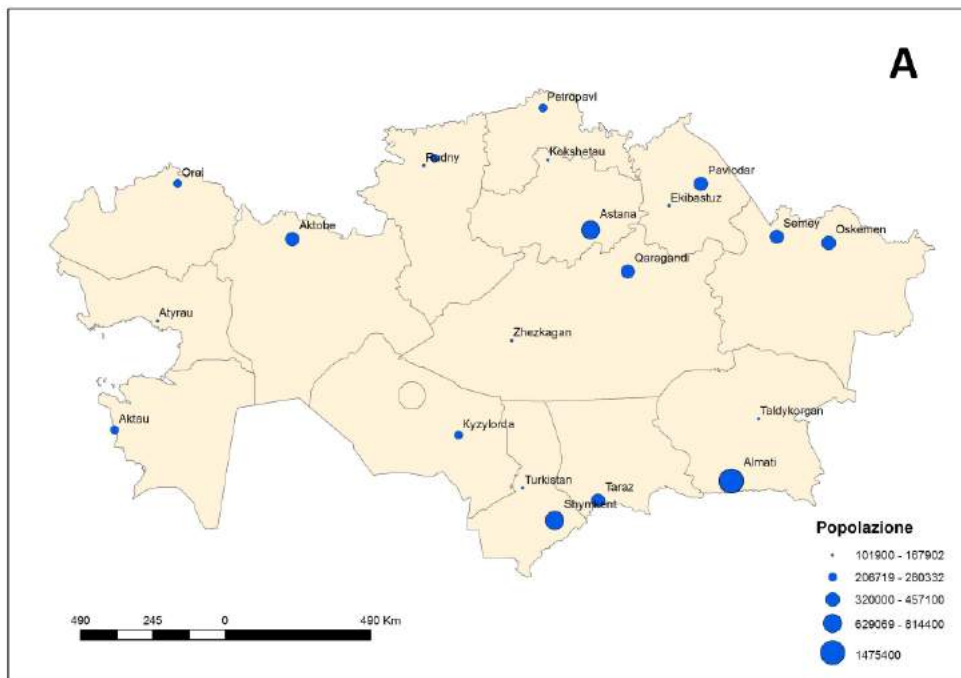


FIGURA 6.6 – La rete insediativa del Kazakistan: A: le principali città; B: le città medie (elaborazione dell'autore su fonte dati OpenStreetMap; dati della popolazione riferiti all'ultimo censimento, 2010)

6.3 CAMBIAMENTI DENTRO LA CITTÀ: I PALAZZI DEL POTERE, I LUOGHI RELIGIOSI E I NUOVI QUARTIERI

Nell'arco temporale esaminato (1985-2016) numerose sono state le trasformazioni urbane, soprattutto negli ultimi quindici anni. Un'analisi di maggior dettaglio (scala 1:50.000) sulle immagini satellitari prese in esame permette di identificare i cambiamenti più evidenti.

Nell'immagine del 2016 emergono, ad esempio, due strutture poste in corrispondenza di un'ansa del fiume (fig. 6.7, riquadro con i margini gialli), preesistente all'intervento urbanistico ma sapientemente regolarizzata fino ad assumere la forma di un regolare emiciclo. Al suo interno, risalta un imponente edificio di cui si evince chiaramente la cupola circolare. Sulla sponda opposta, un simile complesso architettonico riprende quello precedente per la cupola centrale e la presenza di una vasta area verde di forma genericamente circolare: sono il palazzo

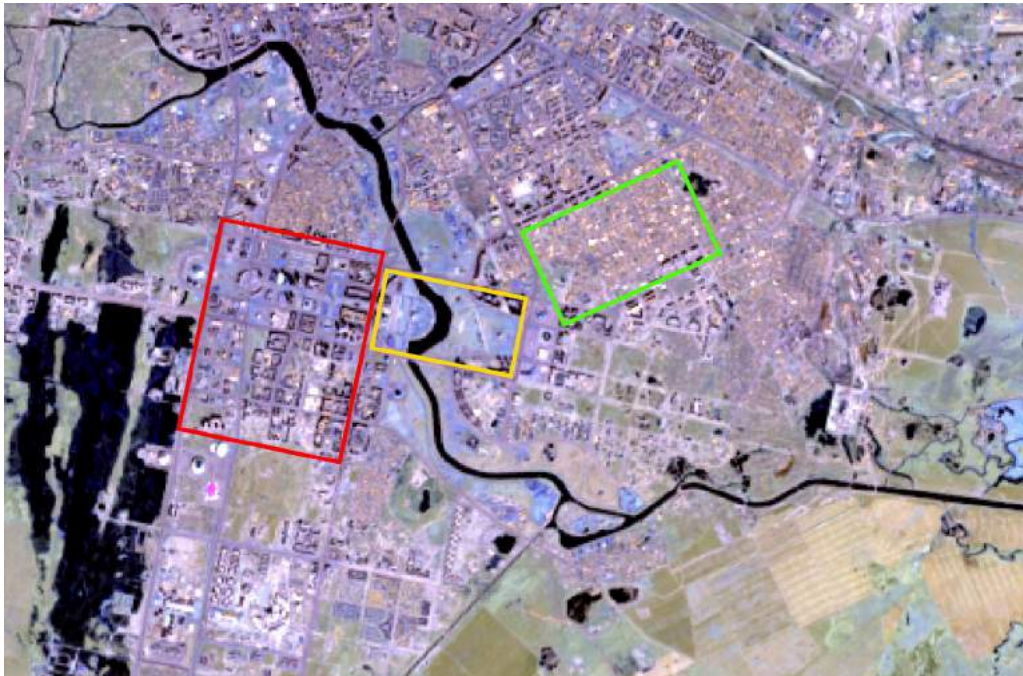


FIGURA 6.7 – Il centro di Astana (Landsat OLI, aprile 2016, RGB: 123) e visualizzato con un ingrandimento corrispondente circa a una scala 1:50.000. Nel riquadro con i margini gialli i nuovi palazzi del potere e i luoghi religiosi; nel riquadro rosso la nuova area residenziale in cui sono presenti palazzi di pregio, realizzati con forme architettoniche moderne; nel riquadro verde, una nuova area residenziale con case singole di elevata qualità

presidenziale kazako e la moschea, strutture di grande rilievo dal punto di vista politico e religioso.

Come già precedentemente sottolineato, nel Paese la maggioranza della popolazione professa la religione musulmana (70,2% al 2009); questo è dovuto anche all'incremento della componente kazaka rispetto agli altri gruppi etnici, in particolare russi e slavi. Tale *trend* è particolarmente accentuato se si considera esclusivamente la popolazione della città di Astana. Questa, infatti, subì un forte incremento di coloni russi e slavi proprio a seguito della "Campagna delle Terre Vergini" durante il periodo di Khrushchev. Nel 1989, ovvero prima dell'indipendenza, la popolazione di etnia russa costituiva circa il 54% della popolazione di Astana, nel 2015 si attestava intorno al 15%. Negli stessi anni, la componente kazaka aumentava dal 17% al 75%. Un cambiamento così radicale non va attribuito tanto al calo della popolazione di etnia russa (da 152.000 a 133.000), quanto piuttosto all'incremento della popolazione kazaka che – per la delocalizzazione delle funzioni di carattere amministrativo, ma anche per il fervore dell'edilizia e per il magnetismo esercitato dalla nuova Capitale – passa all'incirca da 49.000 a 640.000 residenti.

L'integrazione tra il dato statistico e il dato telerilevato evidenzia quanto, anche a scala nazionale, cambiamenti di carattere politico-amministrativo – nel caso specifico, la designazione di una nuova capitale, al pari di quanto accaduto per Ankara in Turchia (Koch, 2013b) – possano incidere su spostamenti di popolazione e flussi migratori interni: innanzitutto dalle aree rurali e marginali delle province settentrionali ed occidentali del Paese, ma anche dalla precedente capitale Alma-Aty. Anche se a grandi linee, va posto l'accento sulla diversa provenienza dei flussi interni che riflettono aspirazioni, motivazioni e soprattutto livelli socio-economici eterogenei. Tale dicotomia si concretizza nella differenziazione dei quartieri e della trama insediativa, com'è possibile parzialmente rilevare anche partendo dalle immagini satellitari. Da un confronto incrociato con altre fonti quali *Panoramio*⁵, emerge che sulla riva sinistra dell'Ishim si trovano condomini e abitazioni per funzionari impegnati in attività di carattere amministrativo e per quanti ricoprono ruoli in ambito direzionale e finanziario (fig. 6.7, riquadro rosso). Sulla riva destra, invece (fig. 6.7, riquadro verde), si nota un nuovo quartiere residenziale con case singole di pregio, presumibilmente per fasce della popolazione ad elevato reddito. Ben diversa è la situazione dei nuovi arrivati senza alcuna specializzazione, costretti a rilevare alloggi nei quartieri di edilizia popolare costruiti nel periodo di Khrushchev (Osmonova, 2016).

5 Com'è riportato anche nei Capitoli 4 e 5, *Panoramio* è un sito per la condivisione di foto, mediante il quale è possibile, tra l'altro, localizzare le proprie immagini sul portale cartografico di Google (Google Maps).

Nonostante siano trascorsi solo sessant'anni dal 1956 ad oggi, la differenza tra la *old town* (la città sovietica) e la *new town* (la città post-sovietica, ma anche postmoderna) è tangibile. Pur con alcuni elementi di continuità rispetto alla visione urbanistica precedente (presenza di aree verdi, razionalità dell'impianto, imponenza degli edifici più rappresentativi), una divergenza così marcata all'interno di uno stesso organismo urbano rimanda al concetto di classe socio-spaziale (Reynaud, 1981; Harvey, 1992).

Il reticolo a scacchiera della città degli anni Ottanta evidenzia, soprattutto nell'area prossima alla stazione ferroviaria, una maglia più fitta e densa rispetto a quella dei quartieri recenti, in cui s'inseriscono blocchi regolari di edifici. Sono i cosiddetti *panel buildings*, così chiamati in quanto realizzati con il sistema dei pannelli standardizzati, rettilinei e disadorni, strettamente funzionali alla delimitazione degli spazi interni ed esterni, ma privi di qualsiasi elemento decorativo (Choate, 2010). La costruzione a larga scala di tali strutture, basate sul metodo dei pannelli, rientrava in un programma avviato proprio nel 1956. Vari erano gli obiettivi: frenare la crisi del comparto immobiliare e, nel contempo, rispondere alle esigenze di nuove abitazioni in quelle città che – come Astana (denominata in quel periodo Akmolinsk) – dovevano diventare il fulcro di rilevanti programmi economici per il rafforzamento del tessuto industriale o per l'incremento della produzione agricola. “Agli inizi degli anni Sessanta questi blocchi residenziali rappresentavano la modernizzazione del paesaggio urbano” (Crowley e Reid, 2002) ed è in questa prospettiva che furono realizzati anche ad Astana (denominata in quel periodo Tselinograd), città sovietica e moderna.

La serie storica delle immagini satellitari analizzate (figg. 6.2, 6.3 e 6.4), oltre alle trasformazioni urbane, fa emergere chiaramente anche i grandi cambiamenti che hanno interessato persino le componenti naturali per supportare i progetti sulla riva sinistra dell'Ishim. Nello specifico si nota che è stato recentemente realizzato un grande bacino artificiale a sud-est di Astana come collettore delle acque che prima, come si evince dall'immagine del 1985, si dividevano in diversi rivoli e tendevano a ristagnare (in passato queste zone hanno conosciuto la malaria). Un altro cambiamento è dato dal diffuso e sensibile incremento della vegetazione arborea in tutta l'area a sinistra del fiume Ishim, sia all'interno del tessuto edilizio (parchi e giardini), sia ai margini dell'abitato (*green belt*) mentre nel 1985 si riscontrava nello stesso contesto – ad eccezione delle zone acquitrinose e di quelle a seminativo – la vegetazione tipica della steppa continentale euroasiatica, caratterizzata da erbe ed arbusti.

Da ciò si deduce quanto la regimentazione ed il controllo delle acque sia un fattore fondamentale per l'urbanistica della città. Due sono i motivi principali: in primo luogo è possibile creare specchi d'acqua in zone prima depresse o acquitrinose, oltre che adornare la città di fontane. In secondo luogo, è possibile

mantenere un sistema di aree verdi e giardini, altrimenti non sostenibili per le condizioni climatiche della steppa.

Come evidenzia Koch (2015) nel corso della prima decade del XXI secolo è stata dapprima pianificata (fig. 6.8) e in un secondo momento parzialmente realizzata una *green belt*. Tale denominazione potrebbe, tuttavia, risultare ambigua e poco aderente agli obiettivi e alle finalità del progetto. Rifacendosi alla nota esperienza della *green belt* londinese (1947), la cosiddetta “cintura verde” è stata realizzata in numerose metropoli europee per arginare lo scomposto dilagare del tessuto edilizio nelle aree rurali, per porre un freno alla crescita dell’organismo urbano, per ridurre i problemi di carattere sociale, ambientale, gestionale (Munton, 1986). Al contrario, ad Astana l’incremento demografico e topografico sono considerati un punto di forza e di vitalità della capitale, né vi sono i problemi di consumo di suolo e perdita di fertili campagne come nell’Europa occidentale. La fascia verde a ridosso della città nuova consente di mitigare il microclima urbano; la sua pecu-

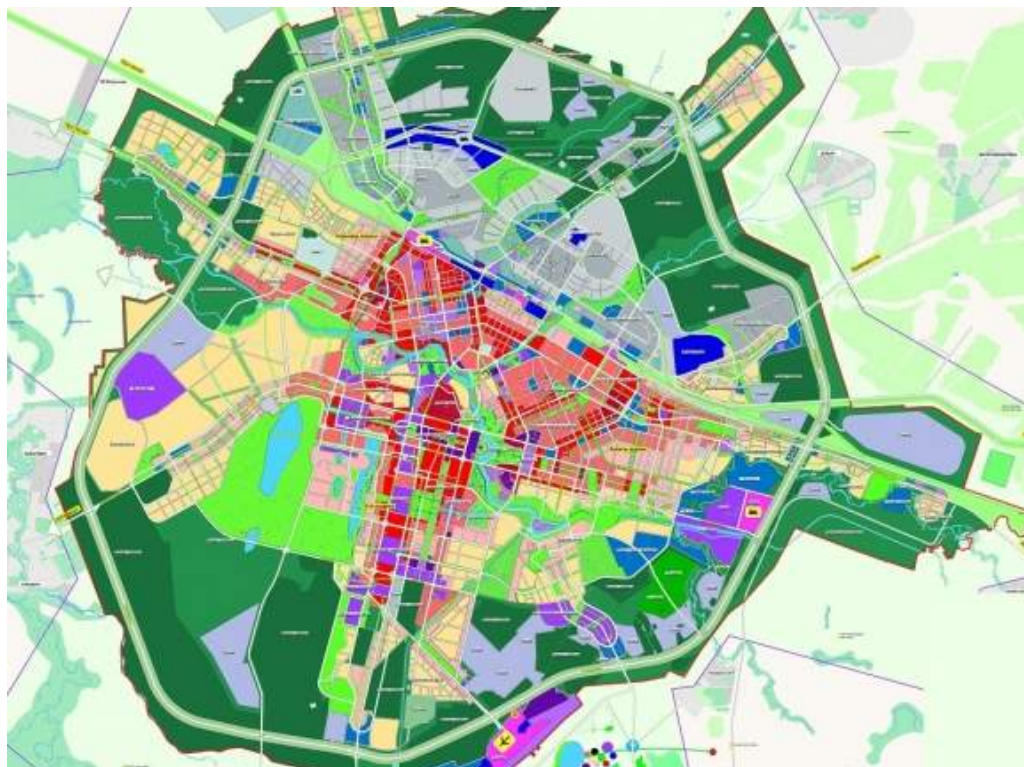


FIGURA 6.8 – La green belt di Astana, come riportata nella pianificazione della città
(FONTE <http://astana.gov.kz/en/modules/material/47>)

liare funzione è quella di proteggere la città dai venti della steppa centroasiatica, con riflessi sull'impronta ecologica della città (Koch, 2015).

Un'altra importante zona di espansione urbana che emerge dal confronto delle immagini satellitari è quella posta a sud-ovest della città (sotto il riquadro rosso, fig. 6.7), compresa tra la riva sinistra del fiume Ishim e lo specchio d'acqua, risultato della regimazione delle acque precedentemente presenti in questa zona della città. Da un'analisi effettuata con altre fonti cartografiche (Google Earth) risulta che in quest'area sono presenti importanti strutture con funzioni culturali e ricreative, come l'Astana Arena, la Barys Arena, la Nazarbayev University, l'Astana



FIGURA 6.9 – L'area a sud di Astana dove si terrà EXPO 2017 (in marrone al centro della figura; FONTE: OpenStreetMap)

National Space center. Si tratta di un impianto urbano a maglie larghe che, come già emerge da solchi di nuove strade e scavi per fondamenta, sarà soggetto ad un processo d'intensificazione urbana. In quest'area è già delineata, come traspare anche dalla figura 6.7 e dalla cartografia di OpenStreetMap (fig. 6.9), la struttura in cui si terrà EXPO 2017 (*Future Energy*), manifestazione internazionale che contribuirà a promuovere la capitale kazaka a livello internazionale e ad affermarne il ruolo nel contesto geopolitico centroasiatico⁶.

6.4 LA NUOVA CAPITALE, LA CITTÀ POSTMODERNA

Oggi, “la città di Astana rappresenta un esempio di modello urbano post-moderno, espressione di una volontà politico-strategica nazionale” (Giovannini, 2013).

Ma quali sono i segni del paesaggio urbano che fanno attribuire alla capitale del Kazakhstan la qualifica di città postmoderna? L'interrogativo è se possono essere attribuiti ad Astana i caratteri del postmodernismo e della postmodernità secondo i concetti chiaramente espressi da autorevoli geografi (Harvey, 1990; Minca, 2001; Vallega, 2003).

Come evidenziato nel corso dello studio, le informazioni relative alla pianta, al sistema delle acque e delle aree verdi, alla localizzazione di strutture imponenti per dimensioni o peculiari per forma sono state incrociate con diverse fonti di dati (OpenStreetMap, Google Earth, Panoramio). Tale analisi è stata condotta per valutare quanto il paesaggio urbano di Astana e la città stessa possa considerarsi postmoderna. Dalla serie storica delle immagini satellitari, emerge che la realizzazione della città non risponde ad un piano unitario e preordinato, ma procede per giustapposizione – lungo direttrici – di grandi isolati quadrangolari destinati ad attività direzionali, finanziarie, culturali, ricreative, residenziali oppure per intensificazione delle aree precedentemente interessate da interventi edilizi (ad esempio, l'area Expo 2017). Non esiste una zonizzazione funzionale, quanto piuttosto un *melting pot* di elementi e strutture con ruoli diversi che hanno, tuttavia, un minimo comun denominatore: nel loro specifico ambito si esprimono al massimo livello (es. il governo centrale, la sede centrale della KazMunayGas, il complesso universitario, etc.). Le architetture non sono caratterizzate da linee definite e, di rimando, lo *skyline* non è contraddistinto da forme geometriche regolari; si prediligono le linee curve, le convessità delle forme, le coperture con terrazze multilivello, le geometrie insolite (Koppen, 2013).

6 Va sottolineato il legame non casuale tra il Kazakhstan, uno dei Paesi con la maggiore diversificazione di fonti energetiche tradizionali, e il tema scelto per la manifestazione, ovvero “Energie per il futuro”.



FIGURA 6.10 – Il Khan Shatyr Center: la *yurta* della città postmoderna (FONTE: <http://kashagan.today/>)

Gli edifici rappresentativi di Astana rispondono a tali caratteristiche: basti pensare al Khan Shatyr Center, al Kazakh University of Art, alla Piramide della Pace, il Kazakh Ortalyk concert zaly, ai grattacieli dalle superfici convesse e dalle forme ondulate che rendono lo *skyline* di Astana ben diverso dai noti *skyline* fluviali delle città nord-americane (New York *in primis*), espressione del modernismo. L'eclittismo degli stili riflette la composizione multi-etnica della città nel XXI secolo; a differenza di quanto accadeva nel modernismo, le architetture richiamano le tradizioni e rimandano alla specificità delle diverse etnie e culture che caratterizzano la struttura sociale urbana. Senza perdere il profilo di struttura avveniristica, il Khan Shatyr Center (fig. 6.10) ha le forme di una tradizionale *yurta*, tipologia di tenda utilizzata proprio dalle popolazioni nomadi nelle steppe centroasiatiche. Le forme della torre Baiterek richiamano un'antica leggenda (tra i rami di un pioppo un uccello sacro deposita un uovo d'oro) e la trasformano nel simbolo stesso della rinascita di una città e del Kazakhstan. Un valore simbolico legato alla città multiculturale e multi-etnica assumono anche la Piramide della Pace e la Ortalyk concert zaly: la prima racchiude al suo interno spazi dedicati a tutte le religioni, la seconda sale per tutti i tipi di musica.

Se la diversità etnica è un fattore caratterizzante della città postmoderna, va tuttavia considerato che la coesistenza di gruppi diversi è, come più volte sottolineato, una componente intrinseca di Astana e dell'intero Kazakhstan. La spettacolarità degli edifici, il decorativismo delle superfici esterne (nei colori giallo oro o blu intenso che rimandano alla bandiera kazaka), la capacità di plasmare la natura per una nuova immagine di città (un'oasi nella steppa), l'edonismo, la ricerca della differenziazione e del particolarismo (la *yurta*), la leggibilità secondo i canoni della comunicazione multimediale sono i caratteri di Astana, ma anche della città postmoderna (Amendola, 2008).

La distanza dalla città sovietica, dalla standardizzazione delle forme e degli edifici, dall'esasperata funzionalità degli elementi, dalla tensione verso la produttività agricola è sintetizzata dalla differenza tra l'immagine satellitare del 1985 e quella del 2016. A differenza di altri contesti urbani che hanno vissuto la fine dell'esperienza socialista, Astana ha modificato profondamente l'immagine urbana, il profilo economico, la rete di relazioni (Venneri, 2010; Yacher, 2011). È una città post-sovietica che ha fatto propri i principi dell'urbanistica postmoderna: questa nuova traiettoria – innestata su quella del socialismo – ne determina l'originalità e la complessità di prospettive nella geografia urbana del XXI secolo.

7. Shanghai: dalla città alla regione urbana

7.1 IL MONDO AD UN'ALTRA VELOCITÀ: L'ESPLOSIONE DEMOGRAFICA DI SHANGHAI

Se la Cina è attualmente il Paese la cui crescita economica, seppur tra luci ed ombre, corre a velocità impensabili per il resto del mondo, nell'immagine collettiva il porto di Shanghai è l'icona di questo rapido cambiamento e la sua accelerata urbanizzazione ne rappresenta l'espressione più fedele.

Bagnato dal Mar Cinese orientale in una posizione centrale lungo la costa della Cina (fig. 7.1), il territorio di Shanghai è una terrazza alluvionale compresa tra il fiume Yangtze e la Baia di Hangzhou. Si tratta di un'area di pianura, la cui altitudine è in media di quattro metri sul livello del mare. La municipalità di Shanghai si estende amministrativamente su una superficie di oltre 6.450 km², se si includono le aree tidali lungo l'estuario del fiume Yangtze. Essa comprende diciassette distretti di cui otto sono localizzati nel centro città (in fig. 7.1 l'area centrale nel riquadro di dettaglio), uno nella parte nuova (Pudong) e sette distretti nelle aree suburbane e rurali della municipalità. A questi si aggiunge la contea di Chongming, la seconda isola per estensione di tutta la Cina.

L'area è caratterizzata da un clima subtropicale monsonico con una temperatura media di circa 15°C. Le temperature medie più elevate si raggiungono durante l'estate (circa 28°C), mentre quelle più basse (circa 4°C) si registrano durante l'inverno. Le precipitazioni medie annuali sono comprese tra i 1.000 e i 1.200 mm e circa il 60% della piovosità si concentra tra maggio e settembre (fig. 7.2).

Shanghai è la città più popolosa della Cina. A fine 2014 l'ufficio statistico cinese (il *National Bureau of Statistics*, NBS¹), stima la popolazione di questo Paese

1 Il sito di riferimento per il National Bureau of Statistics, NBS è <http://www.stats.gov.cn>



FIGURA 7.1 – I distretti della municipalità di Shanghai
(elaborazione dell'Autore su dati forniti da database GADM, www.gadm.org)

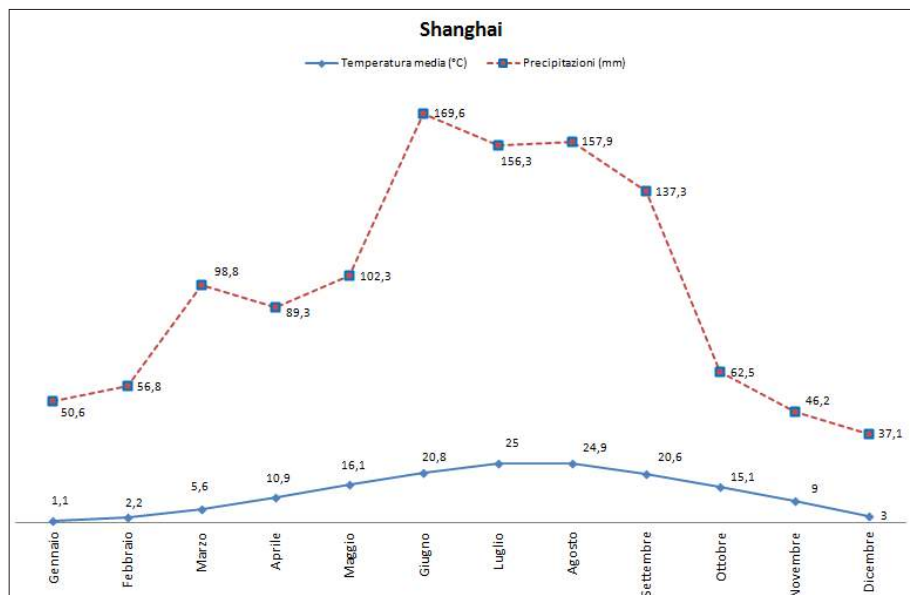


FIGURA 7.2 – Temperatura media (°C) e precipitazioni (mm) a confronto per la località di Shanghai
(elaborazione dell'Autore su fonte dati <http://www.soweather.com/>)

in 1 miliardo e 366 milioni di persone, di cui quasi il 55% vive in aree urbane (749 milioni). Al censimento del 2010, disponibile al sito del NBS, oltre 50 città erano sopra il milione di abitanti e ben 25 sopra i cinque milioni. Nella sola municipalità di Shanghai a fine 2013 vivevano 24.150.000 persone, di cui quasi il 90% nell'area urbana, ossia oltre 21 milioni e mezzo di persone.

Com'è noto, questa città ha conosciuto nel corso degli ultimi decenni un marcato incremento demografico, tanto da divenire un caso emblematico. Questa crescita è avvenuta in tempi recenti, a partire dalla seconda metà degli anni Ottanta (fig. 7.3). Al primo censimento della popolazione cinese datato 1953, la municipalità di Shanghai contava poco più di sei milioni di residenti. Questo numero era più che raddoppiato all'inizio degli anni Novanta: al quarto censimento (1990) gli abitanti erano più di tredici milioni. A partire dai primi anni 2000 il *trend* della crescita demografica assume carattere quasi esponenziale, rendendo di fatto Shanghai la prima città della Repubblica Popolare Cinese.

La repentina crescita urbana di Shanghai ha destato gli interessi dei ricercatori per cui numerosi sono gli studi che cercano di focalizzare diversi aspetti di questo fenomeno utilizzando immagini satellitari. Ciò è avvenuto malgrado la difficoltà

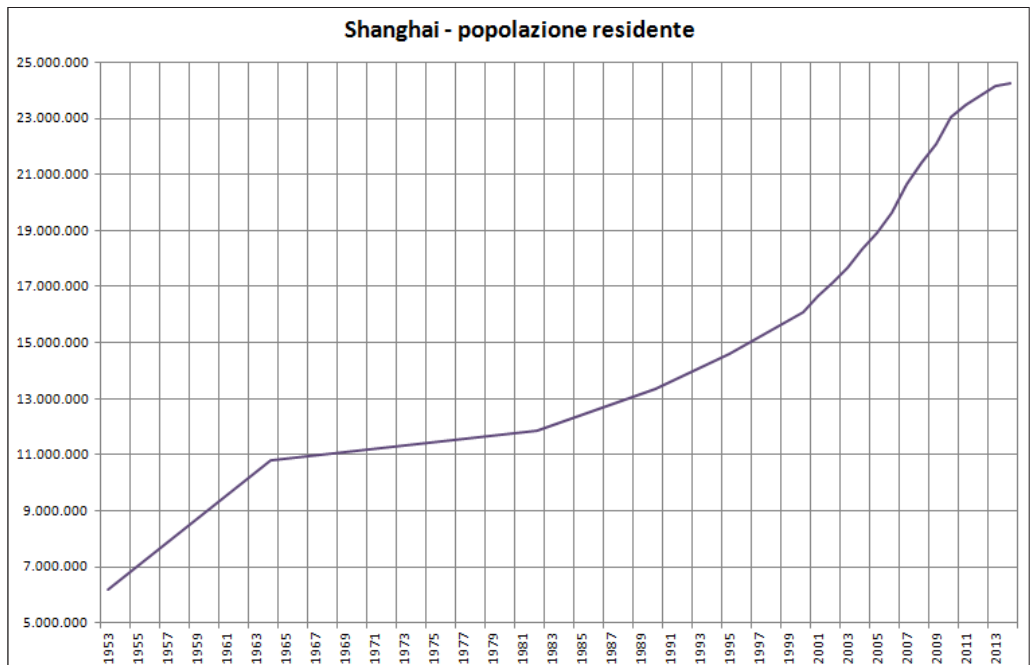


FIGURA 7.3 – Trend demografico della popolazione residente nella Provincia di Shanghai dal 1953 al 2014 (elaborazione dell'Autore su fonte sui dati del Censimento per il periodo)

oggettiva nell'acquisire dati telerilevati di elevata qualità da sensori passivi (come quelli trasportati dai satelliti Landsat o Terra), a causa alla frequente presenza di nuvole (soprattutto durante la stagione vegetativa più favorevole, l'estate) o perché spesso d'inverno Shanghai si presenta avvolta dallo smog. Li *et alii*, ad esempio, indagano nel 2012 le variazioni dell'uso del suolo utilizzando una serie storica di otto immagini (dal 1997 al 2008) Landsat TM/ETM+, mettendo in evidenza una crescita di oltre il 200% del costruito a spese delle aree rurali e di quelle naturali. Utilizzando una serie storica Landsat TM/ETM+ dello stesso periodo, Zhang *et alii* (2013) evidenziano come i cambiamenti di *land cover* influenzino le temperature al suolo e le scelte abitative della popolazione residente all'interno dell'area metropolitana. Huang *et alii* (2016), invece, pongono in rilievo come anche l'utilizzo di immagini satellitari a bassa risoluzione spaziale (MODIS, 250m) possa rivelarsi utile per il monitoraggio in tempo reale della crescita urbana su piccola scala, mettendo a confronto realtà urbane della stessa regione. Tian *et alii* (2015), infine, utilizzano dati satellitari diversificati (FORMOSAT e Landsat) per monitorare i cambiamenti della linea costiera tra il 1985 e il 2013.

Alla stregua di questi studi, il presente lavoro di ricerca intende indagare le veloci trasformazioni del territorio relativo alla municipalità di Shanghai, utilizzando fonti cartografiche eterogenee in ambiente GIS. Nello specifico, vengono analizzate una pianta della città di inizio secolo e una carta topografica realizzata nel 1944, entrambe antecedenti la nascita della Repubblica Popolare Cinese (1949). Questi fonti cartografiche vengono successivamente poste a confronto con una serie di immagini satellitari Landsat TM/OLI, acquisite tra il 1985 e il 2016, per valutare la crescita urbana di Shanghai e la velocità di trasformazione del suo territorio. Interpretazione visiva su immagini satellitari (rappresentate a falsi colori in piccola scala) e classificazione dell'indice vegetazionale NDVI permettono di identificare i macro-cambiamenti in atto, che stanno convertendo questa città post-socialista nell'icona della città globale.

7.2 TRA CINA ED OCCIDENTE: SHANGHAI E IL *TREATY PORT*

Anche se si può affermare che la sua storia coincide con quella della Cina, Shanghai si sviluppò come porto a partire dal XVII secolo. Tuttavia, è nella seconda metà del XIX secolo che si afferma come scalo di primaria importanza in Estremo Oriente.

Per comprendere il ruolo della componente occidentale nella vicenda di Shanghai, è particolarmente significativa la carta elaborata dal colonnello Murray *Outline plan of the foreign settlements at Shanghai* e pubblicata a Londra nel 1907 (fig. 7.4).

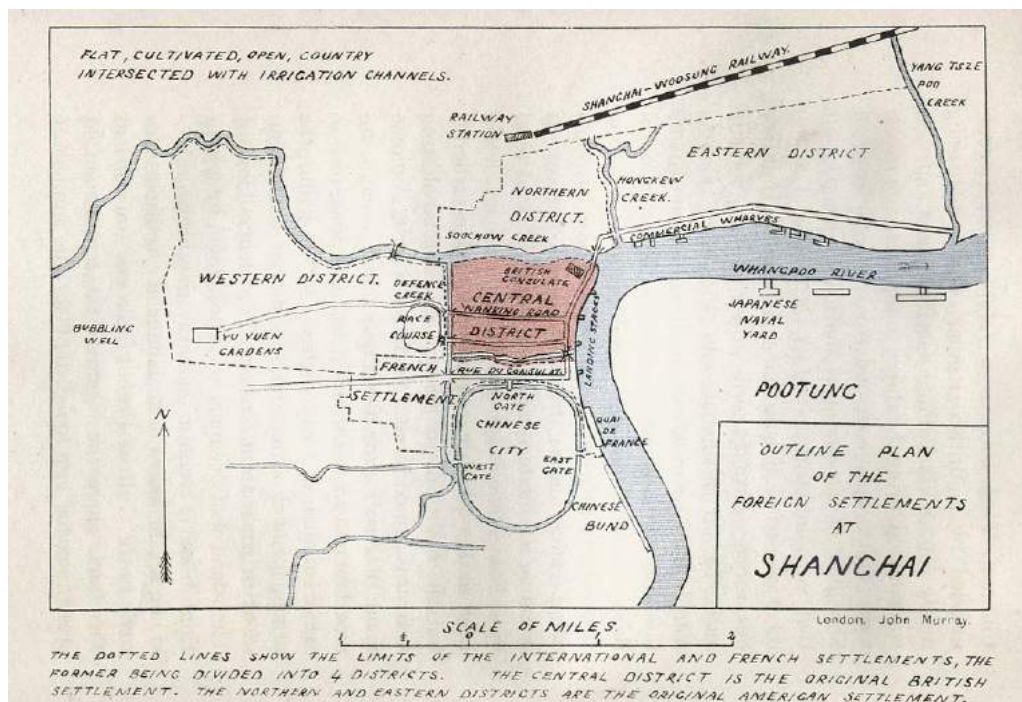


FIGURA 7.4 – Outline plan of the foreign settlements at Shanghai pubblicata nel 1907
(FONTE: University of Texas libraries, <http://www.lib.utexas.edu>)

Alla città cinese, di pianta genericamente circolare e chiusa in sé stessa², si contrappongono i quartieri dall’impianto a scacchiera di matrice coloniale, realizzati a partire dalla seconda metà dell’Ottocento. Al *Central District*, insediamento britannico, si affiancano il *Western Discrit*, il *Northern and Eastern Districts* in cui erano rispettivamente localizzate attività e residenze francesi e americane. Questa netta delimitazione urbanistica sottende una ripartizione sociale altrettanto rigida. Fino al 1949 “convissero in Cina due gruppi umani nettamente separati: quello cinese, quale ne fosse la specifica etnia, e quello occidentale, ben distinto e protetto rispetto al primo” (Corna Pellegrini, 1993). I limiti tra le diverse aree d’influenza erano segnati da canali, i *creek*, che avevano una funzione difensiva, come indica la denominazione di uno di questi. Il *defence creek* separava il distretto francese e quello britannico dall’abitato cinese, anch’esso compreso tra canali.

2 Nella pianta di J. Murray, la sezione identificata come *Chinese City* è chiusa verso l’esterno, come dimostra anche l’indicazione degli unici accessi disponibili: *west gate*, *north gate*, *east gate*.

Tuttavia, è proprio la presenza di società e compagnie straniere ad aver implementato il ruolo di Shanghai come città portuale e commerciale, ad averla resa – seppur con tutte le sue contraddizioni – un punto d’incontro tra Oriente e Occidente. A partire dal porto della città cinese – indicato come *Chinese bund* – furono realizzate tante strutture portuali quanti erano i Paesi che insistevano sul territorio di Shanghai con i loro interessi: sono i *quai de France*, i *landing stages* (in corrispondenza del distretto britannico), le *commercial wharves* (in corrispondenza dei distretti statunitensi). Dal 1842, Shanghai rientrava tra le città portuali della Cina aperte alle tratte commerciali internazionali, in cui era permesso agli stranieri – prima inglesi, poi francesi e statunitensi – di risiedere con il privilegio della extraterritorialità³. Tale condizione segna un iniziale scollamento tra la vicenda insediativa delle città cinesi, che continuarono a svolgere funzioni di carattere amministrativo nei confronti dei territori di riferimento⁴, e quella di Shanghai e Canton (l’attuale Guangzhou) che avrebbero sviluppato una solida base economico-produttiva e sarebbero state inserite in una rete di relazioni internazionali, pur appartenendo di fatto alla Cina. È questa condizione a differenziare profondamente Shanghai da Hong Kong che, proprio dal 1842, passò direttamente sotto la giurisdizione inglese e mantenne lo *status* di colonia britannica fino al 1997. Pertanto, Hong Kong non è stata interessata dall’ideologia socialista, dalle politiche di contenimento della crescita urbana, dalla drastica riduzione delle attività terziarie a vantaggio di quelle produttive, né ha vissuto le fasi di rapido cambiamento sociale e strutturale che stanno attraversando le città della Cina orientale dagli anni Ottanta ad oggi.

3 I *treaty ports* erano quei porti che, secondo il Trattato di Nanchino (1842), potevano essere utilizzati dagli Inglesi senza restrizione alcuna ai traffici e ai commerci. L’ingerenza straniera non si limitava esclusivamente alla fruizione delle strutture portuali preesistenti o alla loro implementazione, ma si estendeva allo stesso territorio contermini. Inizialmente s’insediarono gli inglesi, come dimostra la localizzazione e la toponomastica del distretto inglese a Shanghai: il *Central District*. Successivamente subentrarono anche altre potenze commerciali, tra cui Stati Uniti e Francia. Nel 1842 erano cinque i porti che avrebbero goduto di tale condizione, diventando più di cinquanta nel 1911.

4 “In quanto centri per la gestione ed il governo del territorio, la dimensione demografica ed il ruolo delle città cinesi all’interno della gerarchia urbana dipendevano dal relativo *status* amministrativo. Pertanto, la capitale era di gran lunga superiore per estensione e popolazione rispetto ai centri di controllo delle regioni e delle province. Questi, a loro volta, lo erano nei confronti dei centri di riferimento a livello locale” (Zhou e Ma, 2000). Se ne deduce, pertanto, che la rete urbana cinese presocialista possa rientrare nel modello gerarchico avente coefficiente di diramazione $K=7$ (Dematteis, 1993).

7.3 UNA VICENDA URBANA INTERROTTA: I RIFLESSI DELLA PIANIFICAZIONE SOCIALISTA SU SHANGHAI

A differenza delle altre città della costa e soprattutto dell'interno, il profilo funzionale di Shanghai si connotava per un'eccezionale concentrazione di attività manifatturiere e commerciali (Johnson, 1995). Il tessuto urbano corrispondeva, in linea di massima, ai distretti occidentali e all'originaria città cinese, ma appariva molto denso e intensamente edificato. È quanto emerge dalla carta topografica *Shanghai* in scala 1:50.000 (terza edizione), facente parte della serie *Eastern China* pubblicata nel 1927 dal *War Office* degli Stati Uniti e aggiornata nel 1944 per il *War and Navy Department* (fig. 7.5). Si tratta di un rilevante documento cartografico; restituisce, infatti, l'assetto insediativo di Shanghai e del territorio circostante poco prima del 1949, anno in cui fu proclamata la Repubblica Popolare Cinese. Da quel momento, l'ideologia socialista avrebbe permeato tutte le riforme attuate dal governo in campo economico e sociale, con inevitabili ricadute sulle città e sulla distribuzione della popolazione. I principi dell'urbanistica socialista furono ripresi ed applicati alla realtà cinese, in particolare l'avversione verso un'eccessiva crescita delle città e la funzione essenzialmente produttiva che ne giustifica il ruolo all'interno dello Stato (Gu *et alii*, 2015).

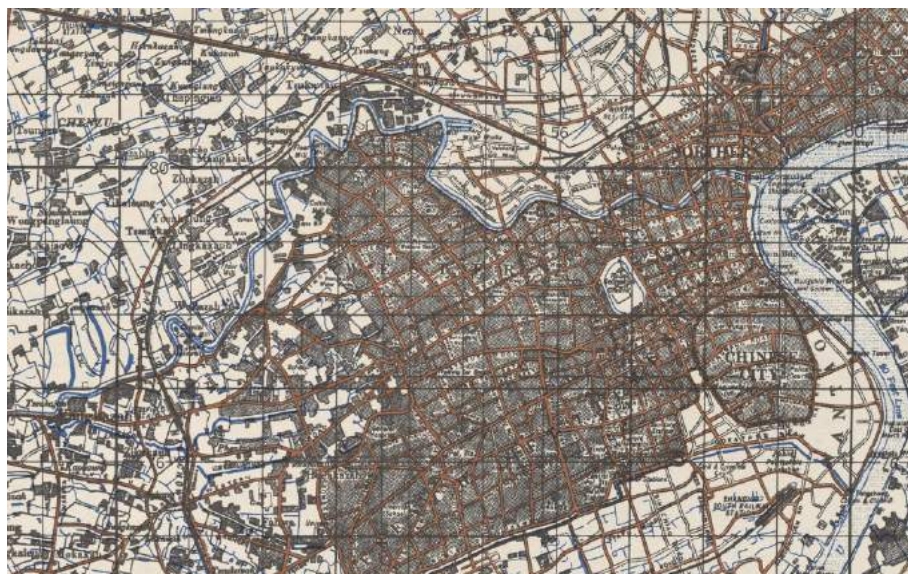


FIGURA 7.5 – Stralcio della carta topografica Shanghai in scala 1:50.000 (terza edizione), rilevata nel 1927 e aggiornata nel 1944 (FONTE: University of Texas libraries, <http://www.lib.utexas.edu>)

Si comprende quanto fossero distanti tali obiettivi dalle traiettorie economiche e demografico-insediative su cui ormai erano proiettate le *treaty ports*, Shanghai *in primis*. Da più di un secolo la città era sotto l'influenza delle potenze occidentali ad economia liberista (1842-1949) e, seppur in tempi e con modalità diversi, si avviava a riproporre in Cina quelle dinamiche e quelle fasi di sviluppo urbano proprie delle città nord-americane ed europee.

Nella carta topografica del 1944 colpisce la densità del tessuto edilizio lungo la riva sinistra del Huangpu e, in particolare, nel territorio compreso tra questo fiume ed il suo affluente Soochow. Attratte dalla prossimità di un porto fluviale aperto ad una singolare varietà di mercati, richiamate dalle agevolazioni fiscali legate al peculiare *status* di Shanghai, attività produttive e commerciali hanno subito la forza centripeta della città. A ciò è seguito un processo d'intensificazione edilizia nei *Districts* e nelle aree limitrofe che – insieme alla *Chinese city* – formano la città di Shanghai, assimilabile al “core” delle agglomerazioni europee. Pur con le dovute cautele, si possono rintracciare alcune analogie con la prima fase del ciclo di vita urbano (Van der Berg *et alii*, 1982).

Ad una più attenta analisi, nella carta del 1944 si rinvengono anche i primi segni di quello che potrebbe essere interpretato come un *incipit* del processo di suburbanizzazione; al di là della città vera e propria si nota un fitto insediamento sparso, sorretto e incoraggiato dalle condizioni ambientali (disponibilità d'acqua e morfologia pianeggiante), oltre che dalle opportunità economico-occupazionali dell'area.

Questo tessuto insediativo a maglie larghe tende ad intensificarsi man mano che si riduce la distanza dal perimetro della città. Al suo interno sono ancora riconoscibili i piccoli centri, dalla pianta circolare o dalla pianta lineare, disposti in posizione nodale o lungo le vie principali. Ne sono un esempio Chenzu, Kiangwan e tanti altri che saranno inglobati dal dilagare della città fino a diventare parte integrante di una vera e propria agglomerazione. Tuttavia, tale dinamica si realizzerà compiutamente soltanto dopo il 1978, quando furono avviate una serie di riforme economiche e sociali orientate verso la liberalizzazione dei mercati e la riduzione dei controlli sui flussi migratori interni. Infatti, come sostengono Zhou e Ma (2000), “l'espansione verso l'esterno della città senza dubbio ha portato allo sviluppo economico delle aree suburbane (*suburban development*), ma i modelli spaziali di crescita suburbana (*suburban growth*) non sono ancora leggibili”. La differenza terminologica non è casuale.

A partire dal 1949, infatti, la Repubblica Popolare Cinese abbraccia anche nell'urbanistica principi e politiche già sperimentate ed attuate dall'Unione Sovietica. La città ha la sua ragion d'essere per le funzioni produttive che riesce a esprimere. La crescita industriale va, tuttavia, perseguita senza innescare processi di convulsa urbanizzazione; ciò è possibile in quanto è lo Stato ad esercitare un controllo sia sulla realizzazione degli impianti produttivi, sia sui movimenti

campagna-città. Questo processo ha, quindi, delle caratteristiche specifiche e non va assimilato a quello delle città occidentali in cui l'incremento delle industrie è lasciato all'iniziativa dei privati e l'afflusso di popolazione dalla campagna alla città non è soggetto ad alcuna restrizione. Per sottolineare la differenza, si utilizza l'espressione *under-urbanization*⁵ al fine di contrapporre tale processo urbano di matrice socialista alle dinamiche di *urbanization and suburbanization* che vivranno le città occidentali nella fase di industrializzazione e che porteranno alla formazione delle grandi agglomerazioni urbane (es. Londra, Detroit, Chicago, Manchester, Dortmund, etc.). "L'*under-urbanization*, definita come il raggiungimento di un elevato livello di crescita industriale senza pari livello di crescita urbana, può essere considerato come un tipico fenomeno delle economie socialiste ed è ampiamente attestato nel caso specifico della Cina" (Zhang e Zhao, 2003).

Attraverso il sistema di registrazione *hukou*, ispirato alla *propiska* sovietica, ogni individuo viene associato al proprio luogo di residenza e qualificato come lavoratore urbano o rurale; il passaggio da un luogo di residenza ad un altro e il cambiamento di settore occupazionale devono essere approvati e registrati dalle autorità competenti. Si possono chiaramente dedurre quali siano state le ricadute di programmi socio-economici così orientati per la città di Shanghai. In particolare, il controllo dei movimenti città-campagna attraverso il sistema *hukou*, interrompendo il flusso di popolazione direttamente nelle aree di provenienza, ha fatto sì che non si verificassero quelle condizioni necessarie al processo di suburbanizzazione. Questo non vuol dire che Shanghai non sia cresciuta nel trentennio 1949-1979, ma l'incremento effettivo è stato ampiamente al di sotto di quello potenziale.

Altri fattori hanno agito nella direzione del contenimento della crescita, anch'essi d'ispirazione sovietica: il tentativo di riequilibrio della rete urbana, l'abbattimento delle attività terziarie attraverso la gestione statale dei principali servizi alle famiglie e alla produzione. Dal momento che la città è vista come un centro di produzione e non di consumo e traffici, il fervore commerciale non costituisce un valore aggiunto che Shanghai può offrire alla nascente economia della Repubblica Popolare Cinese. La trasformazione del suo profilo funzionale è uno degli aspetti più significativi ed è strettamente legato al controllo dei processi economici da parte dello Stato⁶.

5 Il termine *under-urbanization* è di difficile resa in lingua italiana. In alcune traduzioni viene sostituito dall'espressione "sotto-urbanizzazione" o, addirittura, viene indicato come "non urbanizzazione". In entrambi i casi possono verificarsi ambiguità o stravolgimenti rispetto al significato originario. Al contrario, per il termine *suburbanization* non si riscontra uno scollamento tra il significato e la traduzione in italiano; ciò è dovuto alla provenienza latina del prefisso suffisso *sub* e al suo frequente utilizzo in lingua italiana e anche in ambito geografico.

6 Al di là dei piani e dei programmi socio-economici, è sufficiente l'allontanamento delle società straniere, la perdita della condizione di *treaty port* e dei traffici su rotte marittime internazionali ad aver segnato la vicenda di Shanghai nella prima fase della Repubblica Popolare Cinese.

La gestione centralizzata del comparto industriale e i tentativi di riequilibrio della rete urbana contribuirono ad incanalare una parte della ricchezza prodotta a Shanghai lontano dal suo territorio, verso le città dell'entroterra e delle regioni occidentali. Queste scelte ricalcavano quelle già adottate dall'Unione Sovietica che avevano portato all'irrobustimento della rete urbana oltre gli Urali (Corna Pellegrini, 1993); in Cina furono le città costiere di maggiori dimensioni, fino ad allora favorite dalla condizione di *treaty ports*, a sopportare il peso di tali politiche.

Inoltre, per evitare quelle diseconomie di agglomerazione con cui economisti e pianificatori si stavano misurando nelle città occidentali, già alla fine degli anni Cinquanta furono realizzate delle "città satellite" intorno ai principali poli di sviluppo urbano. Queste contribuirono ad allentare i processi di suburbanizzazione, caratterizzati dalla formazione di più anelli intorno alla città principale. La tradizionale espansione a macchia d'olio, un *pattern* di crescita urbana ben identificabile nelle città europee e nord-americane al culmine dello sviluppo industriale, non coinvolge Shanghai. Hanno contribuito diversi fattori che trovano una radice comune nell'urbanistica socialista e nella pianificazione sovietica, ma anche nelle peculiari vicende politiche della Repubblica Popolare Cinese. Il fallimento del *Great Leap Towards* e il movimento *Up to the mountains and down to the countryside*⁷ generarono un anomalo flusso città-campagna nella seconda metà del XX secolo.

7.4 VERSO UNA NUOVA FORMA URBANA

A conferma di quanto le vicende politiche possano fortemente condizionare lo sviluppo urbano, è singolare costatare come, con il graduale processo di riforme avviate dalla Repubblica Popolare Cinese a partire dal 1979, la dinamica insediativa di Shanghai riprenda proprio lì dove si era interrotta nel 1949 (Zhang e Song, 2003). Attraverso le immagini satellitari a falsi colori⁸ emergono, come in un

7 Per trasformare l'economia del Paese da rurale ad industriale, fu varato nel 1958 un piano (*Great Leap Towards*) che portò a disastrose conseguenze nell'ambito della produzione agricola e costrinse i migranti appena inurbati a ritornare nelle aree rurali di provenienza. Per motivi diversi, alla fine degli anni Sessanta durante la Rivoluzione culturale, furono allontanati giovani, intellettuali e funzionari riformisti (veri o presunti) nelle aree rurali della Cina (*Up to the mountains and down to the countryside*).

8 Relativamente alle immagini satellitari acquisite per Shanghai si è preso in considerazione il seguente set di dati telerilevati: 1) immagine Landsat TM del 20.11.1985; 2) immagine Landsat TM del 02.03.1994; 3) immagine Landsat TM del 02.02.2007; 4) immagine Landsat OLI/TIRS del 03.08.2015. Le combinazioni di colori (RGB: 751 per Landsat TM e RGB: 762 per Landsat OLI/TIRS) sono state scelte in quanto restituiscono un risultato visivo similare, mettendo in evidenza le trasformazioni avvenute.



FIGURA 7.6
Immagini Landsat TM
(RGB: 751)
di novembre 1985
e di marzo 1994
a confronto



flip book virtuale⁹, le diverse fasi che porteranno da una struttura monocentrica ad una struttura reticolare.

L'immagine satellitare del 1985 e quella successiva del 1994 evidenziano un processo di suburbanizzazione in atto (fig. 7.6). Intorno alla città, identificata con le tonalità più scure e non molto diversa per estensione dal rilievo topografico del 1944, si forma un tessuto insediativo meno denso e fitto (tonalità più chiare)

⁹ Il *flip book* è un sistema di animazione; consiste nel far scorrere velocemente disegni che ritraggono uno stesso soggetto in fasi consequenziali per creare l'illusione del movimento.

che si estende anche lungo il corso del fiume Huangpu. Le diverse gradazioni del violetto rimandano ad un diverso livello d'intensificazione edilizia; via via che la distanza dal centro aumenta, la densità edilizia diminuisce e tale correlazione trova una singolare rispondenza nelle due immagini satellitari analizzate.

Come già accennato, Shanghai sorge su un terrazzo alluvionale di enormi dimensioni, in un territorio potenzialmente isotropo per la mancanza di morfologie che possano incidere negativamente sull'accessibilità o ostacolare l'espansione della città. Tuttavia, la presenza del fiume modifica questo sistema territoriale che potrebbe quasi rispondere agli assiomi di un modello, se non fosse per la variabile rappresentata da un corso d'acqua navigabile posto tra lo Yangtze Kiang e il Mar Cinese orientale. All'aumentare dei livelli di accessibilità, infatti, s'innalzano quelli di attrattività e crescono i valori del suolo, nonché la competizione per la localizzazione di attività e servizi strategici che necessitano di connettività (Fellmann *et alii*, 2016). L'affluente dello Yangtze Kiang diventa, pertanto, una fondamentale direttrice dello sviluppo urbano e il tessuto insediativo si espande non solo ad anelli intorno alla città, ma anche per successivi fasce lungo le sponde del fiume Huangpu. Non è casuale che nel 1991 il primo CBD (*Central Business District*) della Cina sia stato realizzato a Shanghai e, all'interno della città, si trovi proprio sulla riva destra del fiume Huangpu. Il CBD Pudong (fig. 7.11), con uno *skyline* nord-americano, si trova in corrispondenza del *Central District* (quartiere inglese dal 1848 al 1949 in stile coloniale) ma sulla sponda opposta e nella parte rientrante dell'ansa, in una posizione scenografica che esalta il ruolo funzionale ed accentua quello simbolico.

Per valutare appieno la dinamica urbana di Shanghai (Taylor *et alii*, 2010), è necessario focalizzare l'attenzione anche sul contesto di riferimento. Nelle gradazioni del verde sono identificate le aree coltivate, in blu intenso la fitta trama di canali. In questo paesaggio intensamente modellato dall'uomo, s'inseriscono centri di varia dimensione collegati per lo più da canali; quelli a pianta circolare, generalmente i più rilevanti nell'area, sono addirittura delimitati e circondati dai canali stessi. Anche il centro di Shanghai, ovvero la *Chinese City* riportata nella pianta del 1907 di Murray, era caratterizzato da tale peculiare sistema difensivo che persisterà ben oltre il 1948, nonostante la sua funzione fosse notevolmente cambiata (separazione della popolazione autoctona dalla componente straniera). Inoltre, analizzando i dati telerilevati, si colgono le relazioni tra i centri ed anche le gerarchie che rimandano ad un assetto territoriale ben riconoscibile negli elementi costitutivi e nei rapporti tra le diverse componenti insediative.

Se il confronto tra l'immagine satellitare del 1984 e quella del 1994 fa emergere un'evoluzione nel segno della continuità (direttrici analoghe nella crescita e nell'intensificazione del tessuto urbano, persistenza degli equilibri tra centri, aree agricole, rete di canali), l'analisi dell'immagine satellitare acquisita nel 2007



FIGURA 7.7
Immagine Landsat TM
(RGB: 751)
di febbraio 2007
a confronto con
l'immagine Landsat
OLI/TIRS di agosto
2015 (RGB: 762)



segna una fase di cambiamento discontinuo che si intensificherà e consoliderà nel decennio successivo, come messo in evidenza dal dato telerilevato ad agosto 2015 (fig. 7.7)¹⁰. Si modificano, infatti, le traiettorie e le logiche dello svilup-

¹⁰ Come evidenziato anche da Tian *et alii* (2015), un aspetto rilevante è il cambiamento della linea di costa. La progressiva cementificazione delle sponde fluviali, strettamente legata alla crescita urbana non solo di Shanghai ma di tutte quelle città che si affacciano sullo Yatzge Kiang dall'entroterra fino al delta, fa sì che le enormi quantità di sedimenti siano depositate proprio alla foce. Di pari passo sono cambiate anche le modalità d'uso del suolo. Simili trasformazioni naturali ed antropiche stanno interessando anche le isole che circondano Shanghai, ben visibili dalle immagini satellitari.

po urbano, si alterano assetti consolidati e gerarchie. La città perde la tipica configurazione ad anelli concentrici che la identificava come “agglomerazione urbana”; la crescita avviene per giustapposizione di blocchi quadrangolari di diversa estensione in una maglia reticolare che trova inizialmente supporto nella disposizione ortogonale dei canali. Si riduce drasticamente il suolo agricolo per la diffusione di infrastrutture ed edifici ad uso abitativo o produttivo. I centri a pianta circolare e lineare sono difficilmente riconoscibili all’interno di questa maglia che non segue direttrici ben definite, ma si distende sul territorio uniformandone la struttura.

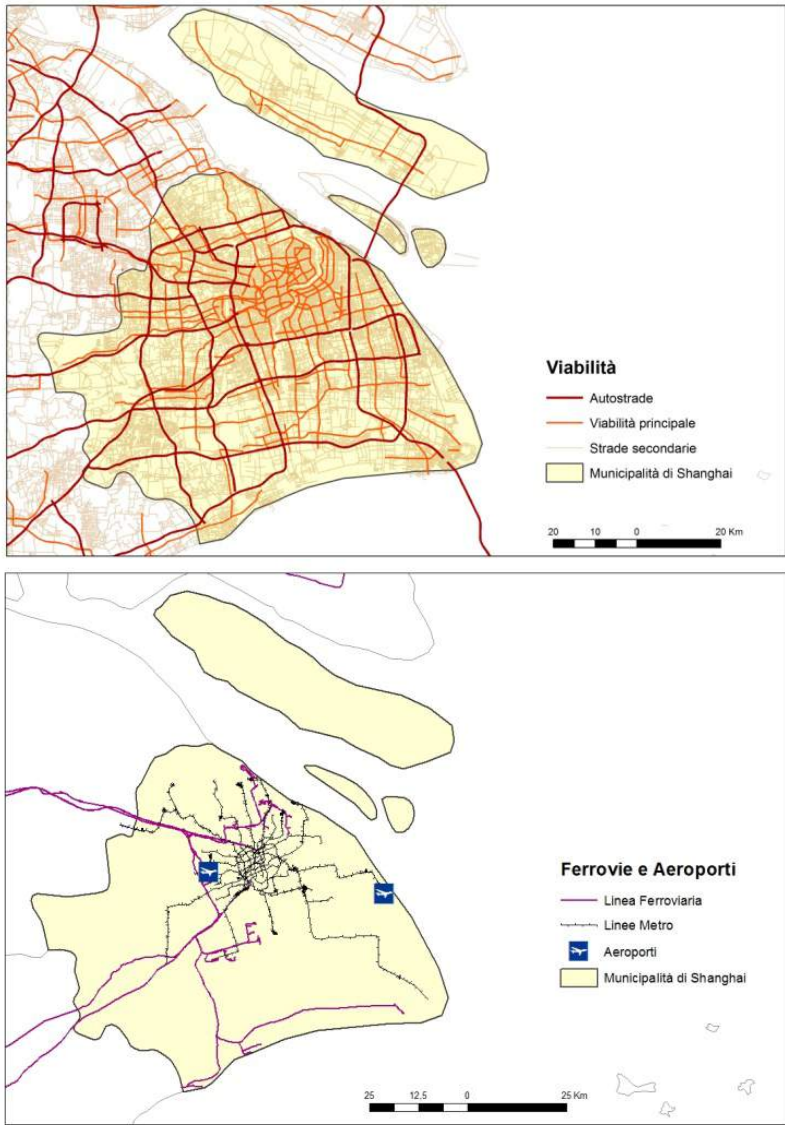


FIGURA 7.8
Principali Infrastrutture
viarie e linee ferroviarie
nella municipalità
di Shanghai
(elaborazione
dell'Autore su dati
OpenStreetMap)

È nell'immagine satellitare del 2007 che, tuttavia, si coglie l'impatto di questa nuova modalità d'espansione non solo dal punto di vista qualitativo (maglia reticolare piuttosto che radiocentrica), ma anche dal punto di vista quantitativo (superficie coinvolta nella variazione di copertura). Se prima, infatti, il tessuto urbano interessava essenzialmente la sezione del terrazzo deltizio compresa tra la riva sinistra dello Huangpu e lo Yangtze Kiang, nell'immagine del 2007 viene coinvolta anche la parte propriamente peninsulare, quella compresa tra la riva destra dello Huangpu, lo Yangtze Kiang ed il Mar Cinese orientale. Nell'immagine del 2015 si coglie la rapidità con cui avanza tale processo di diffusione del tessuto edilizio che, tuttavia, ripropone sempre lo stesso *pattern* insediativo (Liao e Wong, 2015).

Pur considerando il ruolo che ha svolto e ancora svolge la maglia ortogonale dei canali, quale griglia sostiene la nuova forma urbana? Per chiarire questo aspetto, sono stati acquisiti da OpenStreetMap i dati vettoriali relativi all'infrastrutturazione viaria (fig. 7.8). Procedendo per livelli gerarchici, dalla viabilità minore fino agli assi a scorrimento veloce, emerge una struttura reticolare, a conferma della "stretta relazione tra uso del suolo urbano e trasporti" (Dematteis, 1993).

Se consideriamo l'importanza dell'accessibilità in un sistema urbano così complesso, non possiamo sottovalutare il ruolo svolto dalle linee ferroviarie. Sono stati, pertanto, acquisiti da OpenStreetMap i dati vettoriali relativi alla metro. A conferma di quanto già emerso nelle immagini satellitari, la sezione peninsulare rivolta verso il Mar Cinese orientale appare più penalizzata, a differenza di quella che si affaccia sul delta dello Yangtze Kiang in cui è presente anche un aeroporto. Tuttavia, la linea ferroviaria parallela alla costa conferma l'emergere di una direttrice principale di sviluppo in un'area contraddistinta da una forte commistione funzionale.

Attraverso l'indice NDVI (cfr. 2.4), calcolato proprio per questa sezione del terrazzo deltizio sui dati telerilevati del 1985 e del 2015, sono evidenti le profonde differenze tra i due modelli di organizzazione territoriale (fig. 7.9). In questo caso i colori più scuri indicano valori bassi dell'indice vegetazionale, mentre quelli più chiari i valori più elevati. Cambiando scala (Shanghai e il contesto di riferimento) e saltando le fasi intermedie (immagini satellitari 1994 e 2007), è il confronto tra l'NDVI del 1985 e l'NDVI del 2015 (fig. 7.10) a far emergere con forza il passaggio dall'agglomerazione urbana alla "regione urbana" (Wei e Ashutosh, 2005).

La morfologia urbana dell'intera municipalità, analizzata attraverso i dati telerilevati e i dati vettoriali, rimanda ad un'altra morfologia urbana sulle cui caratteristiche ed implicazioni si sono interrogati geografi, urbanisti, pianificatori: Los Angeles. Questa, infatti, presenta una rete di trasporti a griglia multipolare (Whachs, 1998), si estende su un'ampia regione, in vaste sezioni ha le forme della città diffusa, si caratterizza per la presenza di poli specializzati in ambito

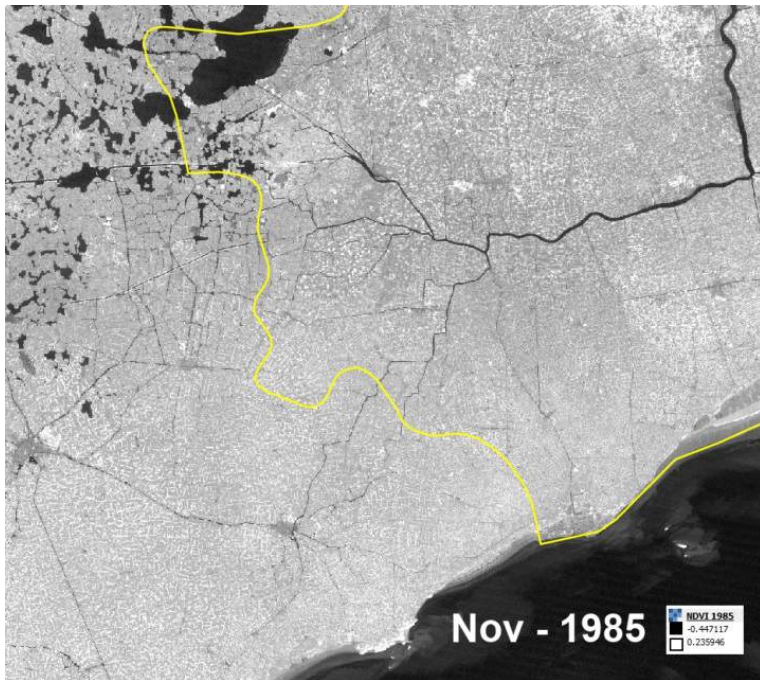
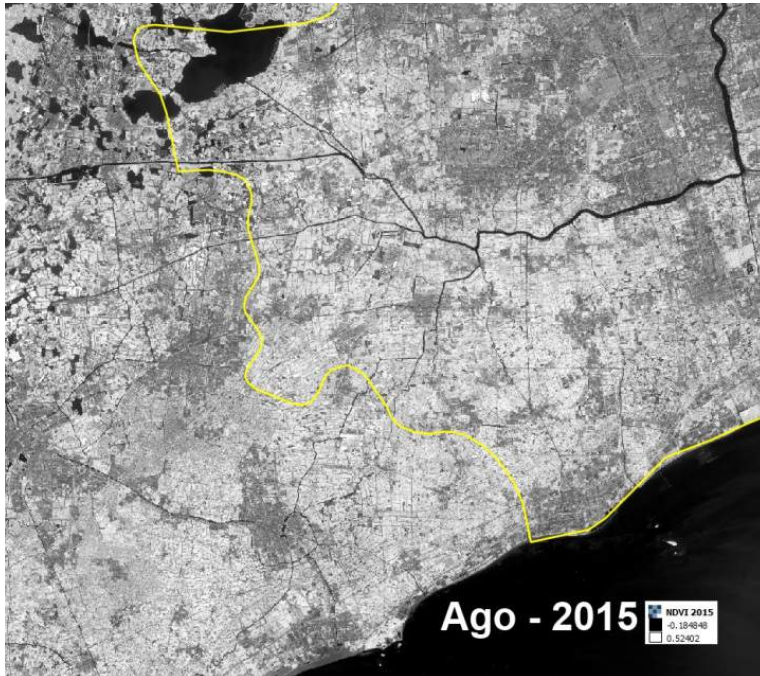


FIGURA 7.9
 Confronto per l'area
 a margine della
 municipalit  di
 Shanghai dell'indice
 di vegetazione NDVI
 elaborato
 sull'immagine Landsat
 TM del 1985
 e su quella di Landsat
 OLI/TIRS del 2015



finanziario, commerciale, culturale, turistico, etc. (Scott e Soja, 1998). Nonostante si possano riscontrare delle analogie, va tuttavia sottolineato che Shanghai non ha ancora sviluppato quella molteplicità di poli in grado di ridurre gli squilibri interni ed assicurare un ruolo alle diverse parti del sistema urbano (Logan, 2008; Xuefei, 2013). Decentramento, specializzazione funzionale, riqualificazione degli spazi urbani sono processi tuttora in atto e si esprimono nella creazione del CBD (fig. 7.11), dell'*art district*, della zona universitaria, come pure nella valorizzazione della città cinese e dei quartieri in stile coloniale, nella delocalizzazione delle industrie inquinanti (Wu, 2011), nel potenziamento dei nodi preesistenti (centri e città satelliti). Le problematiche di *governance* del sistema urbano vanno ricercate nella crescita convulsa che ha interessato Shanghai dagli inizi degli anni Ottanta ad oggi e che va ricondotta alla trasformazione della Cina in un'economia socialista di mercato, alla creazione delle Zone Economiche Speciali, all'allentamento del sistema *hukou* destinato al controllo dei flussi interni.

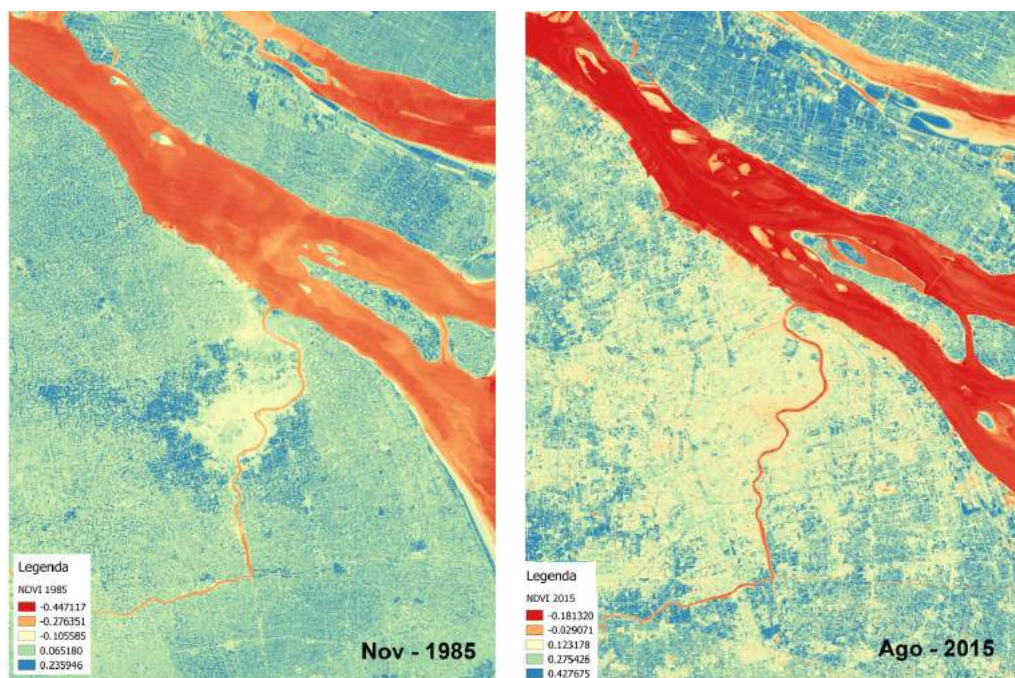


FIGURA 7.10 – Confronto per la municipalità di Shanghai dell'indice di vegetazione NDVI elaborato sull'immagine Landsat TM del 1985 e su quella di Landsat OLI del 2015 e classificato in cinque classi secondo l'algoritmo *natural breaks*

Riemergono così le funzioni di raccordo tra Oriente e Occidente, l'apertura verso i mercati e le rotte internazionali, l'integrazione tra manifatture e commerci. Quei caratteri, ben radicati nel *genius loci* del più importante *treaty port* della Cina, trovano nuovo slancio e vengono ricontestualizzati nell'epoca della globalizzazione fino a proiettare Shanghai nella rete delle "città globali" (Cartier, 2011).



FIGURA 7.11 – Il Central Business District di Pudong (fonte: www.skyperpage.com)

Considerazioni conclusive

Sono passati ormai quasi trent'anni dalla caduta del muro di Berlino e l'assetto conseguente alla fine dell'Unione Sovietica – con il crollo del comunismo in Europa – ha profondamente cambiato il quadro geopolitico mondiale. Com'è noto, a partire dal 1990 iniziò la disgregazione del mondo sovietico: la Lituania fu il primo fra i Paesi Baltici a dichiarare la propria indipendenza, seguito nell'arco di pochi mesi dalla Moldavia, dall'Estonia, dalla Lettonia, dall'Armenia e dalla Georgia. Alla fine del 1991 si costituì la Comunità degli Stati Indipendenti (CSI), ossia una confederazione di ex repubbliche dell'URSS (tra cui il Kazakistan). Pochi mesi prima (luglio 1991) si era sciolto anche il Patto di Varsavia, dato che i Paesi aderenti o si erano dissolti (come la Repubblica Democratica Tedesca) o non lo sostenevano più. La Repubblica Popolare Cinese aveva già avviato un processo graduale di riforme che l'avrebbe lentamente portata ad un'economia socialista di mercato.

Decaduto – almeno temporaneamente – il bipolarismo ad aree forti che caratterizzava il periodo successivo alla seconda guerra mondiale, finiva così un'epoca. Ma qual è l'impronta che ha lasciato questa ideologia e la sua volontà pianificatrice sulla città post-socialista?

Con tale interrogativo è stato intrapreso questo affascinante percorso di ricerca. Proprio per indagare quello che è accaduto nell'arco temporale compreso tra gli anni Ottanta ed oggi, si è presa in considerazione l'ipotesi di utilizzare il telerilevamento in quanto strumento flessibile e *low-cost*, anche se richiede specifiche conoscenze scientifiche. Infatti, le trasformazioni che sono intervenute in questo settore di ricerca garantiscono al ricercatore un archivio di dati telerilevati praticamente illimitato per il periodo storico preso in esame. Si tratta di un archivio che, per la bassa e media risoluzione spaziale (satellite Terra o Landsat, ad esempio, la cui definizione spaziale delle immagini può arrivare fino ai 15

metri), è disponibile a titolo completamente gratuito proprio per l'arco temporale considerato (dagli anni Ottanta ad oggi), consentendo di creare serie storiche per un'analisi diacronica dei cambiamenti avvenuti. È uno strumento flessibile che permette di effettuare approfondimenti a scala regionale, lavorando con diverse metodologie e in funzione degli obiettivi che ci si pone. Sfruttando la "profondità spettrale" delle immagini si possono, ad esempio, creare combinazioni di colori inconsuete per l'occhio umano (abituato al 'solo' spettro della luce visibile), combinazioni in grado di far risaltare le forme del territorio o la tessitura degli elementi che lo compongono, sostenendo così il geografo nel corso delle sue indagini spaziali. Ancora, attraverso l'applicazione di algoritmi, si possono elaborare indici che aiutano a comprendere il grado di copertura vegetale. In questo modo si ottengono, per differenza, informazioni anche sulle città: una sorta di "negativo" delle aree urbane. La possibilità, poi, di poter integrare queste informazioni o le elaborazioni con altri metadati alquanto eterogenei reperibili nell'universo della rete (ad esempio, la cartografia libera di OpenStreetMap o le foto georiferite di Panoramio) diventano fondamentali per poter ricostruire un quadro che rimane, comunque, complesso.

Ma è proprio qui che il telerilevamento evidenzia i suoi limiti, legati non solo alla risoluzione spaziale. Questo ostacolo, infatti, è ormai facilmente superabile soprattutto nel nostro mondo a ridotto *digital divide* dove gli 'strumenti' cartografici di Google – malgrado tutte le loro imprecisioni – sono alla portata di tutti. Persistono, invece, i limiti legati alle condizioni climatiche che influenzano pesantemente la possibilità di acquisire immagini satellitari di buona qualità (si pensi, ad esempio, al caso di Shanghai) o, ancora, le differenze tecniche dei diversi sensori satellitari che rendono talvolta i dati difficilmente paragonabili tra loro.

Ma se le immagini telerilevate possono aiutarci a comprendere come cresca una città o come si relazionino le città all'interno di una regione, certo non possono darci informazioni relative, ad esempio, allo spazio vissuto. In questo senso, la rete può fornire notizie utili, ma sicuramente il geografo "con i piedi nel fango, cui piace toccare, sentire, gustare, ascoltare, pagare egli stesso in prima persona e con il proprio corpo" (Frémont, 2010) è in grado di raccogliere delle informazioni che nessun numero – perché trattandosi di immagini digitali, di questo si tratta – sarà in grado di darci.

Malgrado i suoi limiti oggettivi, il telerilevamento è in grado però di garantirci spunti decisamente interessanti e i quattro casi studio presi in esame (Sibiu, Pripyat, Astana e Shanghai) ne sono un esempio. Quattro città completamente diverse tra loro, ma con un breve periodo della loro vicenda urbana in comune, stanno intraprendendo o hanno intrapreso strade totalmente divergenti.

È il caso della piccola città rumena di Sibiu: posta al centro di una regione tra le più intriganti d'Europa per fascino e suggestioni, la Transilvania, essa trova

nella sua diversità etnica motivo di orgoglio al punto da farne il tema di riferimento per il 2007, anno che l'ha vista capitale europea della cultura. È una città ricca di storia per la quale già a metà degli anni Settanta – durante il periodo della Repubblica Socialista di Romania – era stata chiaramente definita la futura pianificazione. L'elevata corrispondenza tra la copertura del suolo attuale (identificata mediante interpretazione visiva delle immagini satellitari) e le destinazioni d'uso pianificate trent'anni prima sembra dimostrare che gli obiettivi dell'urbanistica socialista siano stati raggiunti. Tuttavia, il fatto che le originarie funzioni del centro storico (relazionali, culturali, sociali, etc.) non siano state affatto esautorate a favore di un nuovo ipotetico “centro cittadino” esterno al centro, sembrano quasi provare il contrario. Le splendide foto della piazza principale, disponibili su Panoramio, testimoniano come il “core” riqualificato della città vecchia abbia mantenuto il valore identitario per questa comunità, nonostante gli intenti della pianificazione socialista.

Destino ben diverso quello di Pripjat, la città nata all'ombra della centrale di Chernobyl che purtroppo si lega tristemente al suo destino, una città ancora giovane – era stata costruita da appena sedici anni – al momento della catastrofe. Realizzata secondo i criteri della pianificazione sovietica, Pripjat era dotata di una grande piazza per le manifestazioni, di un'ampia via principale per i cortei popolari, di edifici di rappresentanza e di palazzi residenziali, immersi nel verde urbano e disposti secondo uno schema razionale. Non mancavano funzioni culturali e ricreative, essenziali per creare una città modello, la perfetta “atomograd” che, però, dal 26 aprile 1989 diventa la città simbolo del rischio legato all'energia nucleare. Dopo trent'anni da quella catastrofe, quello che rimane sono solo palazzi abbandonati, strade invase dall'erba, monumenti ormai arrugginiti e una sensazione di profonda desolazione che le immagini di Landsat – a loro modo – ritraggono. Gli indici di vegetazione evidenziano, infatti, come questa città non esista più e come siano scomparse nel frattempo anche tutte le forme del territorio che identificavano le aree agricole poste in prossimità della centrale. Emerge una regione che, insieme ai suoi abitanti, sosterrà ancora a lungo le conseguenze di una tecnologia con rischi (e conseguenze) troppo alti per poter essere socialmente accettata.

Inserita in un contesto territoriale dalle condizioni ambientali estreme, soprattutto per l'escursione termica annuale, la nuova capitale kazaka Astana – la cui etimologia intende richiamare proprio la funzione amministrativa – evidenzia, alle riprese satellitari, una dinamica insediativa molto interessante. Se nella rete urbana dell'ex Unione Sovietica aveva avuto un ruolo marginale (se si esclude il periodo della “Campagna delle Terre Vergini” a metà degli anni Cinquanta), con l'indipendenza del Kazakistan la città acquista una nuova centralità e vede la sua popolazione più che triplicata in un arco temporale relativamente ridotto dal

1997, quando diventa capitale, ad oggi. Le immagini del satellite Landsat, oltre a testimoniare questa marcata espansione urbana, evidenziano anche la sua elevata impronta ecologica ai danni del territorio contermini. Modifiche dei bacini idrici e creazione pianificata di una *green belt* sono il riflesso di scelte progettuali finalizzate a migliorare le condizioni di vita in un territorio che rimane comunque molto ostile. Ma le immagini satellitari ci illustrano anche le trasformazioni avvenute all'interno della città, come l'innesto di nuovi quartieri residenziali a carattere elitario o la nuova area del potere sulla vecchia struttura urbana socialista, caratterizzata da una serrata maglia a scacchiera. Ed è proprio lungo queste vecchie direttrici che si stanno sviluppando nuovi isolati quadrangolari, destinati ad ospitare manifestazioni internazionali come Expo 2017, o architetture dalle geometrie insolite che conferiscono un carattere postmoderno a questa realtà urbana.

Espressione di un mondo le cui stime demografiche sono per noi poco intellegibili, Shanghai è l'icona di un Paese la cui velocità di sviluppo, tra luci ed ombre, è decisamente superiore a quella dei Paesi occidentali. La città si sviluppa su una penisola deltizia, un territorio potenzialmente isotropo, dove non vi sono morfologie che possano ostacolare il dilagare del tessuto urbano. Sono le scelte politiche del Paese di appartenenza a rallentarne la crescita a partire dal 1949, una crescita catalizzata fino a quel momento dalla condizione di *treaty port*, ovvero di porto aperto agli influssi stranieri senza alcuna restrizione ai traffici e ai commerci. Bisogna attendere il graduale processo di riforme – avviate dalla Repubblica Popolare Cinese a partire dal 1979 – per la ripresa della dinamica insediativa di Shanghai. È una dinamica che, vista dalle immagini satellitari, assume la sequenzialità di un *flip book*, il sistema di animazione dei libri cui facciamo scorrere velocemente le pagine. In un arco temporale di poco più di trent'anni, la città passa da circa 12 milioni a quasi 25 milioni di abitanti e sviluppa il suo connotato reticolare, in una regione che perde quasi completamente il proprio carattere rurale. I confronti tra gli indici vegetazionali elaborati sulle immagini satellitari rendono evidente la profonda trasformazione in atto per una città che, come nel recente passato, è decisamente tornata ad essere ponte tra Oriente ed Occidente.

Pur rappresentando quattro casi di particolare interesse, questo percorso di ricerca non può dirsi che all'inizio. Molte sono le città che si potrebbero prendere in esame per comprenderne dinamiche e modalità di trasformazione. La possibilità di utilizzare dati e *software* gratuiti può essere un ulteriore stimolo per il geografo che, prima di mettersi in viaggio, ha oggi a disposizione strumenti così sofisticati per indagare la realtà.

Bibliografia

- AA.VV. (2006), Chernobyl – A nuclear catastrophe 20 years on, A review of the present situation in the Ukraine, Greenpeace International. Disponibile sul sito: https://www.greenpeace.de/sites/www.greenpeace.de/files/chernobyl-a-nuclear-catastro_0.pdf
- ABRAMS M., HOOK S. (2002), ASTER User Handbook-Version 2, JPL (Jet Propulsion Laboratory) - NASA, Pasadena.
- ACADEMIA REPUBLICII SOCIALISTE ROMANIA – INSTITUTUL DE GEOGRAFIA (1974), Atlas Republica Socialista România, Bucarest, Editura Academiei Republicii România.
- ALCANTARA C., KUEMMERLE T., PRISHCHEPOV A.V., RADELOFF V. C. (2012), Mapping abandoned agriculture with multi-temporal MODIS satellite data, “Remote Sensing of Environment”, 124, pp. 334-347
- ALEKSIEVIC S., Preghiera per Černobyl’, Edizioni E/O, Roma, 2012.
- AMENDOLA G. (2008), La città postmoderna. Magie e paure della metropoli contemporanea, Laterza, Bari.
- BELGIOJOSO M. (2006), Business Chernobyl, L’Espresso, 19 aprile.
- BENNET J. (2010), OpenStreetMap, Be Your Own Cartographer, Packt Publishing, Birmingham.
- BROTTON J. (2012), A History of the World in Twelve Maps, Allen Lane, Londra.
- BUDHATHOKI N. (2010), Participants’ Motivations to Contribute to Geographic Information in an Online Community, Ph. D. Dissertation, University of Illinois, Urbana-Champaign, Urbana, IL, USA.
- BUSTANOV A.K. (2015), Soviet Orientalism and creation of Central Asian Nations, Routledge, London.
- CAMPBELL J.B. (1996), Introduction to Remote Sensing, 2nd ed., Guilford, New York.
- CANADA CENTRE OF REMOTE SENSING (1998), CCRS Remote Sensing Tutorial.
- CARTIER C. (2002), Original and evolution of a geographical idea: the macroregion in China, “Modern China”, 28(1), pp. 79-143.
- CARTIER C. (2011), Shanghai rising: state power and local transformations in a global megacity, “Urban Geography”, 32 (4), pp.606-607
- CECCHI G., MAZZINGHI P., PANTANI L., VALENTINI R., DE ANGELIS P. (1994), Remote sensing of chlorophyll a fluorescence of vegetation canopies: I. near and far field techniques, “Remote Sensing of Environment”, 47, pp. 18-28.
- CHILTON S. (2009) Crowdsourcing is radically changing the geodata landscape: case study od OpenStreetMap, “Proceeding of International Cartographic Conference (ICC)”, Santiago, Cile. Disponibile sul sito: http://icaci.org/documents/ICC_proceedings/ICC2009/html/nonref/22_6.pdf
- China Statistical Yearbook* (1982). Disponibile sul sito: www.stats.gov.cn
- CHOATE K. (2010), From “Stalinkas” to “Khrushchevkas”. The transition to minimalism in urban residential interiors in the Soviet Union from 1953 to 1964, All Graduate Theses and

- Dissertations, Paper 28, Utah State University. Disponibile sul sito: <http://digitalcommons.usu.edu/etd/628>
- CIPELUCH B., JACOB R., WINSTANLEY A. (2010), Comparison of the accuracy of OpenStreetMap for Ireland with Google Maps and Bing Maps, in "Proceedings of the Ninth International Symposium on Spatial Accuracy Assessment in Natural Resources and Environmental Sciences", Università di Leicester. Disponibile sul sito: <http://eprints.nuim.ie/2476/>
- COMPANY RAILWAYS NATIONAL ROMANIAN (2006), Network Statement CFR, CFR SA.
- CONSTANTIN M. (2008), Sibiu, Il tesoro ai piedi dei Carpazi, Sibiu, Consiglio Provinciale di Sibiu, Autorità Nazionale Turismo.
- CORI B. (1993), Le città d'Europa. Città socialista, città socializzata, città post-socialista, in Cori B., Corna Pellegrini G., Dematteis G., Pierotti P. (a cura), Geografia urbana, Utet, Torino, pp.203-209
- CORNA PELLEGRINI G. (1993), Le città dei Paesi Extraeuropei. Asia orientale e continentale, in Cori B., Corna Pellegrini G., Dematteis G., Pierotti P. (a cura di), Geografia urbana, Utet, Torino, pp. 251-260.
- CROWLEY D., REID E.S. (2002), Socialist spaces: site of everyday life in the Eastern Bloc, Berg eds, Oxford.
- DEMATTEIS G. (1985), Le metafore della Terra, Feltrinelli, Milano.
- DEMATTEIS G. (1993), Il fenomeno urbano. Lineamenti generali, in Cori B., Corna Pellegrini G., Dematteis G., Pierotti P. (a cura di), Geografia urbana, Utet, Torino, pp.251-260.
- DEMATTEIS G. (2003), Città diffusa, periurbanizzazione e piani strategici, in Bertuglia C.S., Stanghellini A., Staricco L. (a cura di), La diffusione urbana: tendenze attuali, scenari futuri, pp. 196-208.
- EMANUEL C. (1999), Urbanizzazione, controurbanizzazione, periurbanizzazione: metafore della città post-industriale, in Leone U. (a cura di), Scenari del XXI secolo, Giappichelli, Torino, pp. 143-184.
- EU Report Commission (2015), Romania, Sustained growth ahead. Disponibile al sito http://ec.europa.eu/economy_finance/eu/forecasts/2016_winter/ro_en.pdf
- FAVRETTO A. (2006), Strumenti per l'analisi geografica GIS e Telerilevamento, 2° Ed., Patron Editore, Bologna.
- FAVRETTO A. (2009), I mappamondi virtuali. Uno strumento per la didattica della geografia e della cartografia, Patron, Bologna.
- FELLMANN J.D., BJELLAND M.D., GETIS A., GETIS J. (2016), Geografia Umana, 3° Ed. Mc Graw Hill, Milano.
- FIELDING A.J.(1989), La controurbanizzazione nell'Europa occidentale, in Petsimeris P. (a cura di), Le reti urbane tra decentramento e centralità, Franco Angeli, Milano, pp. 83-100.
- FREMONT A. (2010), Vi piace la geografia?, Carocci, Roma.
- FRENCH R.A. (1983), La specificità della città sovietica, in French R.A., Hamilton F.E.I. (a cura di), La città socialista, Franco Angeli, Milano, pp. 104-141.
- FRENCH R.A., HAMILTON F.E.I (1983), Esiste la città socialista?, in French R.A., Hamilton F.E.I (a cura di), La città socialista, Franco Angeli, Milano, pp. 21-46.
- GAUBATZ P. (2005), Globalization and development of new Central Business District in Beijing, Shanghai and Guangzhou, in Fulong W., Laurence M. (a cura di), Restructuring the Chinese City, Routledge, London, pp. 98-121.
- GIESE E. (1983), Trasformazione delle città islamiche dell'Asia centrale sovietica in città socialiste, in French R.A., Hamilton F.E.I. (a cura di), La città socialista. Struttura spaziale e politica urbana, pp. 189-212.
- GIOVANNINI C. (2013), La geografia urbana, Mondadori, Milano.
- GOMARASCA M.A. (2004) Elementi di Geomatica, AIT (Associazione Italiana Telerilevamento).
- GOODCHILD M.F. (2007), Citizens as sensors: the world of volunteered geography, "GeoJournal", 69, pp. 211-221. Disponibile sul sito: <http://www.springerlink.com/content/h013jk125081j628/>
- GRAHAM M. (2012), Featured graphic: Digital divide: the geography of Internet access, Environment and Planning, 44, pp. 1009-1010, <http://www.envplan.com>
- GRAY P., CHERP A., NYAGU A., FLESHOTR F., BAVERSTOK K., KHOTOULEVA M. (2002), The Human Consequences of the Chernobyl Nuclear Accident, A Strategy for Recovery, UNDP e UNICEF Report.
- GREINER A.L, DEMATTEIS G., LANZA C. (2012), Geografia

- umana. Un approccio visuale, Utet, Torino.
- GU C., WEI D., COOK I.G. (2015), Planning Beijing: socialist city, transitional city and global city, "Urban Geography", 36 (6), pp. 905-926.
- GUTHRIE D. (2008), China and globalization, Routledge, London.
- HAKLAY M. (2010), How good is volunteered geographic information? A comparative study of OpenStreetMap and Ordnance Survey datasets, "Environmental Planning", 37.
- HAMILTON F.E.J. (1983), Assetto territoriale nelle città d'Europa orientale, in French R.A., Hamilton F.E.J. (a cura di), La città socialista, Franco Angeli, Milano, pp. 245-325.
- HARVEY D. (1990), The Condition of Postmodernity. An enquiry into the origins of cultural change, Blackwell, Oxford.
- HARVEY D. (1992), Social justice, Postmodernism and the City, "International Journal of Urban and Regional Research", 16 (4), pp. 588-601.
- HEUTE A., JUSTICE C., VAN LEEUWEN W. (1999), Vegetation Index (MOD13), Algorithm Theoretical Basis Document Version 3.
- HUANG X., SCHNEIDER A., FRIEDL M. A. (2016), Mapping sub-pixel urban expansion in China using MODIS and DMSP/OLS nighttime lights, "Remote Sensing of Environment", 175, pp. 92-108.
- HUNT R.W.G. (1984), Colorimetry, in Light and Colour Principles, "IBA Technical Review", Independent Broadcasting Authority, Winchester, pp.16-27.
- INDELICATO G. (2006), Il futuro di Bucarest, strategie per attuare il recupero, "Infolio", 18, Dipartimento Città e Territorio, Università degli Studi di Palermo.
- IZRAEL Y.A., DE CORT M., JONES A.R., NAZAROV I.M., FRIDMAN S. D., KVASNIKOVA E.V., STUKIN E.D., KELLY G.N., POKUMEIKO Y.M., TABATCHNYI L.Y., TSATURO Y. (1996), The Atlas of Caesium-137 Contamination of Europe after the Chernobyl Accident, European Commission, Brussels. Disponibile a: http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/31/056/31056824.pdf
- JENSEN J.R., (2000), Remote Sensing of Environment, Prentice-Hall, New Jersey.
- JOHNSON L.C. (1995), Shanghai: from market town to treaty port, Stanford University Press, Stanford.
- KOCH N. (2013a), The "heart" of Eurasia? Kazakhstan's centrally located capital city, in "Central Asian Survey", 32 (2), pp. 134-147.
- KOCH N. (2013b), Why not a world city? Astana, Ankara and geopolitical scripts in urban network, in "Urban Geography", 34 (1), pp. 109-130.
- KOCH N. (2015), The violence of spectacle: statist schemes to green the desert and constructing Astana and Ashgabat as urban oases, "Social & Cultural Geography", 16 (6), Routledge, London, pp. 675-697.
- KOPPEN B. (2013), The production of a new Eurasian capital on the Kazakh steppe: architecture, urban design and identity in Astana, "Nationalities Papers", 41, pp. 590-605.
- KOUNADI O. (2009), Assessing the quality of OpenStreetMap data, MSc Geographical Information Science, University College of London, Department of Civil, Environmental And Geomatic Engineering, Londra. Disponibile sul sito: ftp://ftp.cits.nrcan.gc.ca/pub/cartonat/Reference/VGI/Rania_OSM_dissertation.pdf
- KUANG W., CHI W., LU D., DOU Y. (2014), A comparative analysis of megacity expansions in China and the US: patterns, rates and driving forces, "Landscape and Urban Planning", 132, pp. 121-135.
- LEY D., LEEDS L. (2008), Gentrification and public policy, "Urban Studies", 45 (2), pp. 2379-2619
- LI Y., ZHANG H., KAINZ W. (2012), Monitoring patterns of urban heat islands of the fast-growing Shanghai metropolis, China: Using time-series of Landsat TM/ETM+ data, "International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation", n. 19, pp. 127-138.
- LIAO B., WONG D.W. (2015), Changing urban residential patterns of Chinese migrants: Shanghai 2000-2010, "Urban Geography", 36 (1), pp. 109-126.
- LILLESAND T.M., KIEFER R.W. (2000), Remote sensing and Image Interpretation, Fourth ed., New York, Wiley & Sons.
- LOGAN J.R. (2008), Urban China in transition, Blackwell, Oxford.
- MASANOV N., KARIN E., CHEBOTAREV A., OKA N. (2002), The nationalities question in Post-soviet Kazakhstan, coll. Middle East Studies Series, 51, IDE-Jetro (Institute of

- Developing Economies - Japan External Trade Organization).
- MATHER P.M. (1999), *Computer Processing of Remotely-Sensed Images, An Introduction*, II Edition, John Wiley & Sons, New York.
- MATLEY I. M. (1983), *Cities of the Soviet Union and Eastern Europe*, in Brunn S.D., Williams J.F. (a cura di), *Cities of the World*, Harper & Row, New York.
- MAURO G. (2011), La rappresentazione delle città di confine nella cartografia libera di OpenStreetMap: il caso di Gorizia-Nova Gorica, "Bollettino dell'Associazione Italiana di Cartografia", 143, pp. 349-364.
- MAURO G. (2013), Digital divide e mappe partecipative: OpenStreetMap e la rappresentazione della viabilità. Un'analisi comparata tra le province di Benevento e Trento, "Bollettino dell'Associazione Italiana di Cartografia", 147, pp. 93-108
- MAURO G., FAVRETTO A. (2007), Monitoraggio di ambiti territoriali ad elevato valore naturalistico in regione Friuli Venezia Giulia mediante il telerilevamento in ambiente GIS, "Quaderni del centro studi economico politici Ezio Vanoni".
- MILLER T. (2012), *China's Urban Billion: the story behind the biggest migration in Human History*, Zed Books, London.
- MINCA C. (2001), *Introduzione alla geografia postmoderna*, Cedam, Padova.
- MUNTON R. (1986), *The metropolitan Green Belt*, in Clout H, Wood P. (a cura di), *London, problems of change*, Longman, London, pp. 125-137.
- NEIS P., ZIELSTRA D., ZIPF A. (2012), *The Street Network Evolution of Crowdsourced Maps: OpenStreetMap in Germany 2007-2011*, "Future Internet", 4, pp. 1-21. Disponibile sul sito: www.mdpi.com/journal/futureinternet
- NEIS P., ZIPF A. (2012), *Analyzing the Contributor Activity of a Volunteered Geographic Information Project - The Case of OpenStreetMap*, "ISPRS International Journal of Geo-Information", 1, pp. 146-165.
- NICA P. (2011), *Chernobyl. La tragedia del XX secolo*, Stampa Alternativa.
- OLSHEVSKY V.I., RUBAN YU. YA. (1995), *Evacuation and Resettlement*, In. Ref. 3, pp. 135-143.
- OLSON C.E. JR. (1960), *Element of Photographic Interpretation Common to Several Sensors*, "Photogrammetric Engineering and Remote Sensing", 56 (2), pp. 651-656.
- OSMONOVA K. (2016), *Experiencing liminality: housing, renting and informal tenants in Astana*, "Central Asian Survey", 35 (2), pp. 237-256.
- PEARSON R.L., MILLER L.D (1972), *Remote mapping of standing crop biomass for estimation of the productivity of short-grass Prairie*, Pawnee National Grasslands, Colorado, in: Proc. of the 8th International Symposium on remote Sensing of Environment, ERIM, Ann Arbor, MI, pp. 1357-1381.
- PETERSON M. P. (2014), *Mapping in the cloud*, Guilford Press, New York.
- PIUZZO R. (2001), *Telerilevamento ed elaborazione immagini*, Università di Trieste.
- POPESCU D.-L. (2015), *Economy of Sibiu County. Resources for a Future Development*, "Revista Economica", 67 (5), pp. 139-147.
- RAMM F. (2009), *Kraut sourcing 2.0 Beta - The State of Germany*, SOTM (State Of The Map) 2009, Amsterdam. Disponibile sul sito: <http://www.geofabrik.de>
- RAMM F., TOPF J., CHILTON S. (2011), *Open Street Map. Using and Enhancing the Free Map of the World*, UIT Cambridge, Cambridge.
- REDINI V. (2008), *Frontiere del "Made in Italy". Delocalizzazione produttiva e identità delle merci*, Ombre corte ed., Verona.
- REYNAUD A. (1981), *Société, espace et justice. Inégalités regionales et justice socio-spatiale*, PUF, Paris.
- RIBELLA D. (2013), *Chernoyl, Pripyat e la zona di esclusione*, Youcanprint Edizioni.
- RICHARDSON A.J., EVERITT J.H. (1992), *Using spectra vegetation to estimate rangeland productivity*, "Geocarto International", 1, pp. 63-69.
- RIVIO P.A., LECHI G., ZILIOLI E. (2006), *Principi e metodi di telerilevamento*, Città studi Edizioni, Torino.
- ROUSE J.W., HASS R.H., SHELL J.A., DEERING D.W., HARLAN J.C. (1974), *Monitoring the vernal advancement of retrogradation of natural vegetation. Final Report, Type III*, NASA/GSFC, Greenbelt, MD, 371.
- SAYN-WITTGENSTEIN L. (1961) *Recognition of Tree Species*

- on Air Photographs by Crown Characteristic, "Photogrammetric Engineering", 27 (5), pp. 791-809.
- SCOTT J., SOJA E.W. (1998) Introduction to Los Angeles: city and region, in Scott J., Soja E.W. (a cura), *The city : Los Angeles and urban theory at the end of twentieth century*, University of California Press, L.A., pp. 1-21.
- SESTINI A., (1986), *Cartografia generale*, Patron Editore, Bologna.
- SHABAD T. (1989), I caratteri dell'urbanesimo sovietico, in Conzen M.P. (a cura di), *L'evoluzione dei sistemi urbani nel mondo*, Franco Angeli, Milano, pp. 87-105.
- SHEPPARD E. (2000), Socialist cities?, "Urban Geography", 21 (8), pp. 758-763.
- SOLZENICYN (1974), *Arcipelago Gulag 1918-1956*. Saggio di inchiesta narrativa, Mondadori, Milano.
- SUI D.Z. (2008), The wikification of GIS and its consequences: Or Angelina Jolie's new tattoo and the future of GIS, *Computers, Environment and Urban Systems*, 32, pp. 1-5. Disponibile sul sito: www.elsevier.com/locate/compenvurb
- TAYLOR P.J., FIRTH A., HOYLER M., SMITH D. (2010), Explosive city growth in the modern-world system: an initial inventory derived from urban demographic changes, "Urban Geography", 31 (7), pp. 865-884.
- THE CHERNOBYL FORUM 2003-2005 (2006), *Chernobyl's Legacy: Health, Environmental and Socio-Economic Impacts*, IAEA, Vienna.
- TIAN B., ZHOU Y., THOM R. M., DIEFENDERFER H. L., YUAN Q. (2015), Detecting wetland changes in Shanghai, China using FORMOSAT and Landsat TM imagery, "Journal of Hydrology", 529, pp. 1-10.
- TYKHYY V. (2006), Solving the social problems caused by the Chernobyl catastrophe: 20 years is not enough, in: *Many-sided Approach to the Realities of the Chernobyl NPP Accident: Summing-up of the Consequences of the Accident Twenty Years After*, Toyota Foundation project, Kiev. Disponibile sul sito: www.rri.kyoto-u.ac.jp/NSRG/reports/kr139/pdf/tykhyy-1.pdf
- UNSCEAR - United States Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, (2000), *Exposures and effects of the Chernobyl accident*. Disponibile sul sito: <http://www.unscear.org/unscear/it/chernobyl.html>
- VALENTINI R. (2003), *Tecniche di telerilevamento e sistemi informativi per il territorio forestale*, Laboratorio di Ecologia Forestale, Viterbo. Disponibile sul sito: <http://gaia.agraria.unitus.it>
- VALLEGA A. (1994), *Geopolitica e sviluppo sostenibile. Il sistema mondo del XXI secolo*, Mursia, Milano.
- VALLEGA A. (2003), *Postmoderno, postmodernismo, postmodernità. Teoria e prassi*, "Bollettino della Società Geografica Italiana", ser. XII, vol. VIII, pp. 909-946
- VAN DER BERG L., DREWETT R., KLAASSEN L.H., ROSSI A., VIJVERBERG C.H. (1982), *Urban Europe: a study of growth and decline*, Pergamon, NY.
- VENNERI G. (2010), *Lo slancio di Astana. Sfide ed opportunità del Kazakhstan a vent'anni dall'indipendenza*, Alpes Italia, Roma.
- VENNERI G. (2010), *Lo slancio di Astana*, Alpes Italia, Roma.
- VENTURA N. (2016), *Riconvertire a Chernobyl. L'esempio di Slavutich, la nuova Pripyat*. Disponibile sul sito: <http://www.agoravox.it/>, 13 Maggio.
- WEI Y.D., ASHUTOSH I. (2005), Beyond metropolis: the planning and governance of Asia mega-urban regions, "Urban Geography", 26 (8), pp. 746-749.
- WHACHS H. (1998) *The evolution of transportation policy in Los Angeles : imagine of past policies and future prospects*, in Scott J., Soja E.W. (a cura), *The city: Los Angeles and urban theory at the end of twentieth century*, University of California Press, L.A., pp. 106-159
- WU J. (2011), *Globalization and emerging office and commercial landscape in Shanghai*, "Urban Geography", 32 (4), pp. 511-530.
- XUEFEI R. (2013), *Urban China*, Polity Press, Cambridge.
- YACHER L. (2011), *Astana, Kazakhstan: megadream, megacity, megadestiny?*, in Brunn S.D. (a cura di) *Engineering earth: the impacts of megaengineering projects*, Springer, New York, pp. 1001-1020.
- ZAGNI G. (2013), *Un fascio di luce rossa sopra il cielo di Chernobyl*, Linkiesta. Disponibile sul sito: <http://www.linkiesta.it/it/article/2014/12/13/un-fascio-di-luce-rossa-sopra-il-cielo-di-chernobyl/23884/>

ZHANG K.H., SONG S. (2003), Rural-urban migration and urbanization in China: evidence from time-series and cross section analyses, in "China Economic Review", 14 (4), pp. 386-400.

ZHANG L., ZHAO S.X. (2003), Reinterpretation of China's under-urbanization: a systemic perspective, "Habitat International", 27 (3), pp. 459-483.

ZHANG H., QI Z., YE X., CAI Y., MA W., CHEN M. (2013), Analysis of land use/land cover change, population shift, and their effects on spatiotemporal patterns of urban heat islands in metropolitan Shanghai, China, "Applied Geography", n. 44, pp. 121-133.

ZHOU Y., MA L.J.C (2000), Economic restructuring and suburbanization in China, "Urban Geography", 21 (3), pp. 205-236.

ZIELSTRA D., HOCHMAIR H. H. (2011), Digital Street Data: free versus proprietary, GIM International, 25, pp. 29-33.

ZIELTRA D., ZIPF A. (2010), Quantitative studies on the data quality of OpenStreetMap in Germany, Sixth international conference on Geographic Information Science, Zurigo. Disponibile sul sito: http://www.giscience2010.org/pdfs/paper_187.pdf