

Analisi diacronica e qualità ambientale di un'area umida nella città di Roma (Italia)

Del Moro M.A. ^(*)^(**), Blasi C. ^(*)

^(*) Dip.to Biologia Vegetale - Università "La Sapienza" - P.le Aldo Moro, 5 - 00185 Roma - Tel. 06 4991.2420

^(**) Finsiel - Territorio e Ambiente - Via Sabatino Gianni, 121 - 00156 Roma - m.delmoro@finsiel.it - Tel. 06 3993.7649

Riassunto

Gli ecosistemi urbani sono oggetto di mutamenti anche radicali in tempi rapidi, laddove quelli naturali tendono a situazioni di maggiore stabilità. Questo lavoro analizza, mediante telerilevamento aereo e con un approccio multiscala (1:10.000-1:50.000), le trasformazioni ambientali avvenute tra il 1944 e il 2002 in una zona umida di interesse naturalistico. I risultati confermano come gli studi diacronici condotti a diverse scale territoriali siano utili alla valutazione dello stato di conservazione del paesaggio in ambiti urbani e periurbani e alla formulazione delle idonee ipotesi gestionali.

Abstract

Urban ecosystems can deeply change, faster than natural ones which rather tend towards a steady state. This paper deals with the environmental changes observed in the period 1994-2002 in a wetland urban area, using aerial RS techniques by a multiscale approach (1:10.000-1:50.000). The diachronic analyses at different territorial scales seem to be a suitable methodology to evaluate the landscape state of conservation in urban areas and their surroundings and also for planning the right management actions.

Introduzione e area di studio

Nelle città e nei loro dintorni l'elevata concentrazione della popolazione umana e il relativo intenso impatto alterano i rapporti tra le diverse componenti ecosistemiche determinando una incostanza caratteristica e una eterogeneità dell'ambiente urbano in cui le comunità spontanee si sviluppano con una struttura a mosaico. Questo mosaico è costituito da differenti tipi di tessere o *patches* (Forman, 1995), che rispondono a motivi di natura ecologica e antropica e può, dunque, essere studiato nella *struttura*, costituita dalla distribuzione spaziale degli ecosistemi e delle forme; nelle *funzioni*, che hanno a che fare con tutto ciò che si sposta all'interno del mosaico ambientale, sia in termini biotici che abiotici; nella *dinamica*, che riguarda le trasformazioni nel tempo. Sulla misura di variabili quali forma, dimensione e numero degli habitat, contiguità spaziale, ecc., si fonda l'analisi della tessitura, della complessità e delle trasformazioni nel tempo del paesaggio. Gli indici di qualità ambientale consentono di quantificare e qualificare l'entità della frammentazione e lo stato di conservazione. I GIS integrano efficacemente i dati telerilevati con altri tipi di dati spaziali, ma nella cartografia numerica il concetto di scala assume valenze differenti rispetto alla tradizionale non avendo, ontologicamente né necessariamente, una rappresentazione grafica (Coianiz et al., 2001). L'analisi deve dunque tenerne conto, soprattutto se condotta secondo l'approccio multiscala che ne consente l'utilizzo dal punto di vista pianificatorio e gestionale a tutti i livelli amministrativi.

La Cervelletta, sita a Nord-Est di Roma (Fig. 1), fa parte del Sistema delle Aree naturali protette del Comune gestite da RomaNatura. L'area, che presenta molti caratteri descritti per la Campagna Romana (Blasi et al., 1995), è interna alla Riserva della Valle dell'Aniene, che si snoda lungo il corso del fiume entro il G.R.A. e si sviluppa per circa 620 ettari quasi esclusivamente su fondovalle alluvionale. Tipologie quali la vegetazione arborea igrofila e i prati stabili di fondovalle, più legate al fiume e ad una falda idrica superficiale, si esprimono pienamente nella struttura e nella composizione floristica ed occupano rispettivamente il 6,5% e il 6% del territorio, percentuali ben al

di sopra di tutte le altre aree protette (Blasi, 2001). Mentre il territorio comunale è articolato e ampio (circa 128.700 ha), la superficie studiata è modesta (circa 60 ha) e consente una lettura più agevole delle variazioni della complessità strutturale e della velocità del cambiamento.

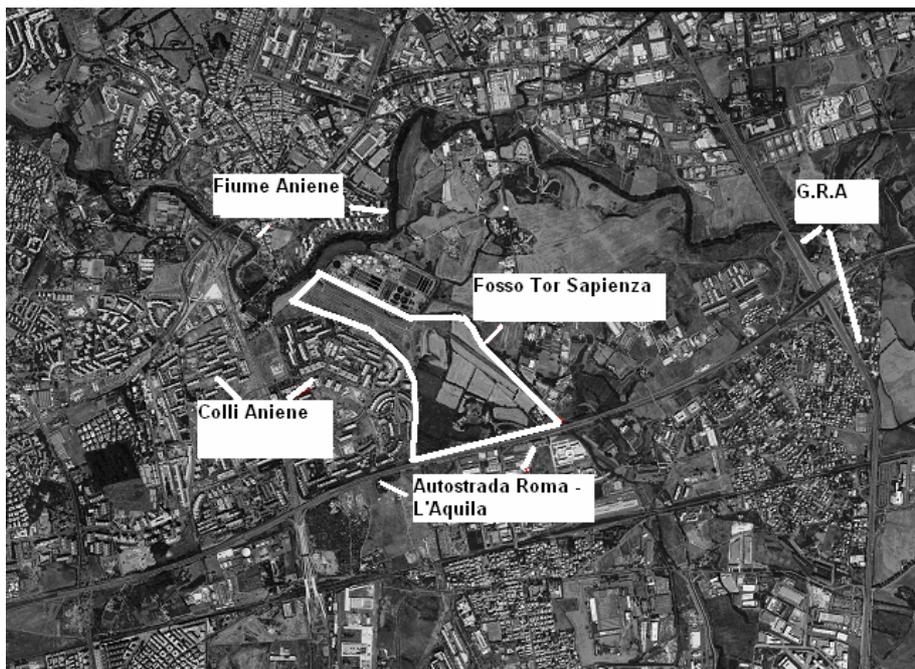


Fig. 1 – La Cervelletta

Materiali e metodi

Studio diacronico

Sono state utilizzate aerofoto pancromatiche dal '44 al 2002 (Fig.2): singoli fotogrammi ('44, '55 e '83), coppie stereoscopiche ('63 e '74) e ortofoto digitali ('96 e 2002):

Data del volo	Scala	Formato (cm)	Data del volo	Scala	Formato(cm)
15/03/1944*	1:12.600	24 x 25	1/12/1974*	1:10.200	24 x 25
1955*	1:11.900	24 x 25	28/7/1983**	1:13.000	24 x 25
1963*	1:8.300	24 x 25	25/7/1996**	1:10.000	
1963*	1:8.300	24 x 25	2002**	1:10.000	
1/12/1974*	1:10.200	24 x 25			

Fig. 2 - Immagini aeree

* Archivio Fotografico di Stato di Roma

** Agenzia per le Erogazioni in Agricoltura

La CTR¹ 1:10.000 (Regione Lazio, 1990) è stata scelta come riferimento cartografico di base. È stato acquisito² il formato cartaceo delle sezioni 374070 Roma Nord-Est e 374080 La Rustica e delle foto del 1944, '55, '63 e '74. Le sezioni CTR e gli stereogrammi adiacenti sono stati mosaicati. La *georeferenziazione*³ dei dati territoriali (Roma40 Gauss-Boaga Est) è stata rigorosa: ciò per conseguire la accuratezza, intesa come grado di perfezione ottenuto per la misurazione, alla quale è legata la qualità dei risultati (Gomarasca, 2004). Sono stati sempre scelti non meno di 4 punti, sufficienti per una morfologia complessivamente pianeggiante, sempre in luoghi riconoscibili e immutati nel tempo. L'area è stata inquadrata secondo un sistema di *classificazione territoriale gerarchica* (regioni, sistemi e sottosistemi di paesaggio) che integra informazioni su fitoclima,

¹ Carta Tecnica Regionale

² Sono stati utilizzati Adobe Photoshop e rispettivamente lo scanner piano Contex a risoluzione 150 dpi e 256 livelli di grigio e lo scanner Howtek D4000 a risoluzione 1016 dpi.

³ Sono stati utilizzati Bentley Microstation e Intergraph Base-Imager.

litologia, morfologia, pedologia e uso del suolo (Blasi et al., 2000). Le foto aeree sono state fotointerpretate, gli usi del suolo restituiti cartograficamente (Forman, 1995) e per ogni anno è stata prodotta⁴ una mappa 1:10.000 secondo il sistema CORINE (Anon., 1992). Il cambiamento è stato studiato con l'impiego di *matrici di transizione* (Turner et al., 1996) atte a stimarne entità e velocità per indagare le dinamiche territoriali e volendo evidenziare eventuali trend Per valutare lo *stato di conservazione del paesaggio*, le tipologie di uso del suolo sono state riclassificate secondo una scala di naturalità che esprime la graduale diminuzione dell'influenza dell'uomo sul territorio. E' stato osservato se e come l'effetto del vincolo intervenuto nel 2001 abbia influito sulla vegetazione e sulla qualità ambientale dell'area che è stata valutata, per tutte le date, mediante l'indice ILC⁵ (Pizzolotto, Brandmayr, 1996). Sono stati calcolati (Smiraglia et al., 2001) l'estensione delle classi di naturalità, i relativi valori cumulativi delle aree e il grado di antropizzazione del territorio (A). L'indice ILC descrive lo stato di conservazione del paesaggio ed è calcolato secondo la formula [1]:

$$ILC = 1 - (A/A_{max}) [1] \quad \text{dove } A_{max} = \text{valore massimo}$$

Studio floristico

La flora è stata censita nel corso di rilievi effettuati tra il 1995 e il 1997. Poi è stata confrontata con altri studi per verificare l'esistenza di specie minacciate e/o protette; con l'assetto floristico delle sponde del Tevere nel tratto urbano, perché il reticolo idrografico dell'area è legato ai tributari dell'Aniene, e con la distribuzione di queste stesse specie nella città per evidenziare una eventuale correlazione con alcuni caratteri ambientali.

Risultati e discussioni

Studio diacronico

Georeferenziazione – L'accuratezza è stata quantificata in circa 5 metri (Fig. 3), valore tollerabile alla scala 1:10.000 per valutare correttamente l'entità delle trasformazioni.

Data volo	1944	1955	1963	1974	1983	Totale	Valore medio
Standard error (m)	7,18	8,08	4,07	3,50	1,81	24,64	4,93

Fig. 3 - Standard error relativi alla georeferenziazione delle fotogrammetrie

Classificazione gerarchica territoriale - Il 59% dell'area appartiene al sottosistema 2 dei "Fondovalle alluvionali", il 41% al sottosistema 4 degli "Altopiani e colline piroclastiche". Questo è il più esteso nel territorio comunale, ne riflette a grandi linee le tendenze dinamiche e risulta invariato per il 74% dell'estensione nel periodo '54-2002, in dipendenza dalla conservatività dei sistemi urbani ed agricoli che caratterizzano il sottosistema e mostrano nelle recenti ricerche condotte a Roma alla scala 1:50.000, una tendenza lievemente più marcata verso l'urbanizzazione (21%) più che al recupero della vegetazione naturale (4%) rispetto alle medie (Capotorti et al., in pubbl.). Nella Cervelletta si evidenzia nello stesso periodo il sottosistema 4 si rivela trasformato per l'83,3%, discordanza che si ritiene dovuta alla pressione antropica all'interno e ai margini dell'area.

CLC	Descrizione	CLC	Descrizione
1.1.2	Tessuto urb. discontinuo	3.1.1.2	Boschi prev. lat. decidue
1.4.1	Aree verdi urbane	3.1.1.3	Boschi igrofilo
2.1.2	Seminativi aree irrigue	4.1.1	Paludi interne
2.3.1	Prati igrofilo	4.1.2	Veg. igrofila dei fossi
3.2.4	Veg. bosch. arb. in evol.	Fig. 4 - Legenda derivata CORINE per La Cervelletta	

Classificazione di uso del suolo - Per ogni anno sono state prodotte le mappe di uso del suolo in scala 1:10.000. La legenda CORINE è stata modificata (Fig. 4, sopra) per renderla coerente

⁴ Sono stati utilizzati Esri ArcView e ArcGis.

⁵ *Index of Landscape Conservation*

soprattutto con i tipi di vegetazione più rappresentativi del carattere igrofilo: la classe 2.3.1 Prati igrofili corrisponde alla 2.3.1 Prati stabili del CORINE, mentre la 4.1.2 è stata appositamente creata. E' stata calcolata l'estensione delle categorie cartografate (Fig. 5). Gli ambienti umidi - i lembi di bosco igrofilo (categoria 3.1.1.3), i prati igrofili (2.3.1), i fossi (4.1.2) e la zona di palude (4.1.1) - sono aumentati nel corso di 60 anni dal 5% al 21% dell'area totale. Tra il '44 e il '74 la vegetazione igrofila era limitata ai fossi di Tor Sapienza e della Cervelletta; poi il riaffioramento della falda causato dalla costruzione delle fondamenta degli edifici di Colli Aniene ha indotto l'allagamento di una vasta area sottraendola alla coltivazione. Ciò ha favorito la ripresa di una vegetazione di palude e bosco igrofilo a *Quercus robur* che in 20 anni ha quasi quadruplicato la sua estensione.

CLC	1.1.2	1.4.1	2.1.2	2.3.1	3.2.4	3.1.1.2	3.1.1.3	4.1.1	4.1.2
Anno									
1944	1,64	-	69,41	-	23,8	0,34	-	-	4,59
1955	1,69	-	78,87	-	14,13	0,15	-	-	4,92
1963	1,95	-	66,13	-	26,07	0,13	-	-	5,46
1974	2,54	-	62,84	-	28,46	0,2	-	-	5,75
1983	1,77	-	47,64	7,16	29,03	0,36	1,41	9,18	3,2
1996	1,72	20,28	38,05	7,39	18,59	0,36	4,02	6,2	3,2
2002	1,72	20,28	35,12	7,39	18,75	0,39	4,05	6,2	3,23

Fig. 5 - Estensione (%) dal 1944 al 2002 delle tipologie CLC cartografate

Matrici di transizione - L'analisi relativa al periodo 1944-2002 (Fig. 6) identifica nei seminativi (2.1.2) e nelle aree a vegetazione in evoluzione (3.2.4) le tipologie più modificate. Si sottolinea la tendenza dei seminativi a trasformarsi in 2.3.1 Prati igrofili, 4.1.1 Paludi interne, 4.1.2 Vegetazione igrofila dei fossi e 3.1.1.3 Boschi igrofili, caratterizzati da una interessante flora umida. La cat. 3.2.4 si è prevalentemente trasformata nella 1.4.1 Aree verdi urbane: ACEA, gestore del depuratore che filtra le acque dei fossi all'immissione nell'Aniene, ha infatti adibito l'area adiacente a parco. La carta delle trasformazioni '54-2002 conferma la variazione dalle cat. CORINE 2.1 e 2.3 a boschi igrofili (3.1.1.3) e un recupero della vegetazione naturale per oltre il 6% a carico delle aree agricole (Capotorti et al., in pubbl.). La ricolonizzazione nell'area da parte della vegetazione igrofila è avvenuta, infatti, in seguito al diminuito utilizzo agricolo dei campi e al decremento della canalizzazione delle acque, oltre che al riaffioramento dell'acqua della falda superficiale.

CLC	CLC 2002								
	1.1.2	1.4.1	2.1.2	2.3.1	3.1.1.2	3.1.1.3	3.2.4	4.1.1	4.1.2
1.1.2	0,9	-	-	-	-	-	0,7	-	0,0
1.4.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.1.2	0,6	8,9	32,9	7,4	0,0	3,6	8,4	6,2	1,6
2.3.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.1.1.2	-	0,0	0,0	-	0,3	-	-	-	-
3.1.1.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.2.4	0,2	9,3	5,2	-	0,0	-	8,9	-	0,3
4.1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.1.2	0,0	2,1	-	-	-	0,4	0,7	-	1,3

Fig. 6 - Matrice⁶ di transizione uso del suolo (%), periodo 1944-2002

⁶ Le celle non valorizzate indicano che non vi è stato cambiamento alcuno, mentre quelle valorizzate a 0,00 sono indicative di cambiamenti di entità trascurabile.

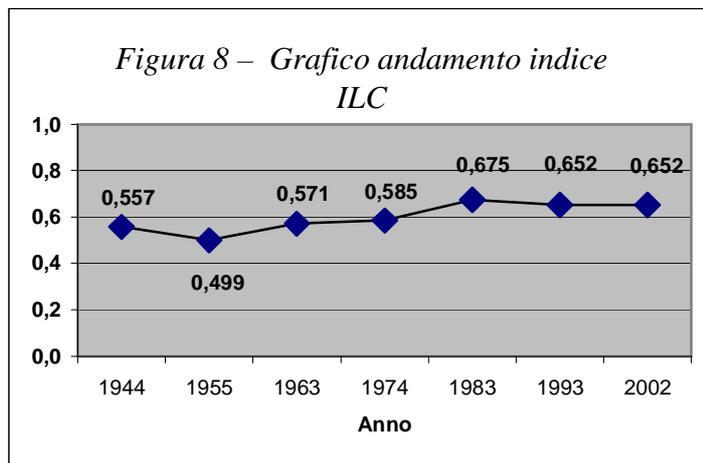
ILC e stato di conservazione del paesaggio - La Fig. 8 sintetizza l'assegnazione delle tipologie CLC a 6 classi che vanno da 1 (forte determinismo antropico) a 6 (elevata naturalità).

Classi	CLC	Descrizione	'44	'55	'63	'74	'83	'96	2002
1	1.1.2	Tessuto urb. discontinuo	1,6	1,7	2,0	2,5	1,8	1,7	1,7
3	2.1.2	Seminativi aree irrigue	69,6	79,0	66,3	63,0	47,7	38,1	38,1
4	1.4.1	Aree verdi urbane	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,3	20,3
5	2.3.1 4.1.2	Prati igrofil Veg. igrofila dei fossi	4,6	4,9	5,5	5,8	10,4	10,6	10,6
6	3.2.4 3.1.1.2 3.1.1.3 4.1.1	Veg. bosch. arb. in evol. Boschi prev. lat. decidue Boschi igrofil Paludi interne	24,2	14,3	26,3	28,7	40,1	29,2	29,4

Fig 7 – Valore percentuale delle classi di naturalità associate alle categorie CLC cartografate

Alla classe 1, cui corrisponde un elevato grado di impermeabilizzazione del suolo, è assegnata la categoria 1.1.2. La classe 2 non compare perché non vi sono usi del suolo caratterizzati da un livello intermedio di artificializzazione. Alla classe 3 è stata attribuita la categoria 2.1.2 trattandosi di ambiti sfruttati per fini agricoli. Alla categoria 1.4.1 è assegnato il valore 4 per il contesto urbanizzato in cui il Parco ACEA è inserito e per cui rappresenta un elemento di maggiore naturalità anche se di origine antropica. Alle voci 3.1.1.2, 3.2.4 e alle categorie fortemente caratterizzate in senso igrofilo, pertanto più coerenti con la composizione e la struttura naturale dell'area, è stata assegnata la classe 6.

E' stato infine calcolato l'indice ILC per ogni anno (Fig. 8). L'indice indica complessivamente un aumento della qualità ambientale, particolarmente nell'ultimo trentennio. Il cambiamento di segno positivo appare legato a due fatti: da un lato, la pressione antropica ai margini dell'area che negli anni '74-'83 ne ha incrementato la disponibilità idrica e favorito, anche se involontariamente, le specie e le comunità vegetali idrofile; dall'altro un intervento gestionale (la realizzazione del Parco ACEA) che si è tradotto in un aumento delle categorie CLC a maggiore naturalità. Il livello di conservazione del 1983 è rimasto costante seppure con diverso contributo delle singole tipologie (Fig. 5). La flessione '44-'55 è legata ad un temporaneo aumento dell'estensione delle aree agricole a scapito degli usi del suolo più naturali (3.2.4).



Studio floristico

Sono state censite 278 specie: l'area ospita ben il 22% della flora romana entro il raccordo (Celesti Grapow, 1995). Lo studio di confronto con la flora laziale ha individuato 1 specie rara (*Pulicaria*

vulgaris Gartner), e 9 poco comuni. Il 92% delle specie rilevate appartiene alla flora autoctona: non si osserva cioè il declino generalizzato della flora spontanea di diversi ecosistemi urbani europei. Evidente il peculiare carattere igrofilo dell'area: le specie tipiche di ambienti umidi rappresentano il 25% del totale e costituiscono un campione molto rappresentativo (39%) della flora igrofila romana che conta in totale 182 unità. Il dato è confermato dalla distribuzione di questa flora nella città: 59 specie risultano localizzate lungo Tevere, Aniene e affluenti.

Conclusioni

Le indagini diacroniche forniscono informazioni fondamentali sulle trasformazioni ambientali mentre la classificazione gerarchica consente di interpretare il mosaico vegetazionale come un insieme di porzioni di territorio con caratteri strutturali e potenzialità simili. Ciò consente di analizzare la distribuzione spaziale delle tipologie di copertura del suolo e di valutare il cambiamento in senso quali-quantitativo. Ne è emerso che la pressione antropica concentrata nelle aree a minore valenza naturalistica, come seminativi ed aree agricole, e la sua diminuzione negli ambiti a vocazione igrofila ha consentito la ricolonizzazione da parte della vegetazione naturale potenziale. L'indice ILC si è rivelato efficace anche a scala di dettaglio e qui suggerisce una attività di gestione conservativa volta al consolidamento dei tipi vegetazionali legati agli habitat umidi protetti dalla Convenzione di Ramsar del 1971. La Cervelletta svolge peraltro con gli ambienti ripariali vicini e con altre aree verdi anche distanti della città una funzione di collegamento necessaria al mantenimento di popolamenti vegetali igrofili.

Le informazioni territoriali integrate con la valutazione dello stato di conservazione del paesaggio producono dunque un modello operativo utile alla gestione e la pianificazione territoriale.

Bibliografia

- Anon., 1992. CORINE land cover: a European Community Project presented in the framework of the International Space Year. Proceedings of 1992 European Conference of the International Space Year, Commission of the European Communities, Brussels.
- Blasi C., 2001. Flora, vegetazione ed ecologia del paesaggio delle aree protette di RomaNatura. *Informatore Botanico Italiano*, 33 Suppl. 1: 14-18.
- Blasi C., Carranza M.L., Frondoni R., Rosati L., 2000. Ecosystem classification and mapping: a proposal for Italian landscapes. *Appl. Veg. Sci.*, 3: 233-242.
- Blasi C., Dowgiallo G., Follieri M., Lucchese F., Magri D., Pignatti S., Sadori L., 1995. La vegetazione naturale potenziale dell'area romana. *Acc. Naz. dei Lincei, Roma*. 115: 423-457.
- Capotorti G., Frondoni R., Anzellotti I., Blasi C., in pubbl. *Analisi dei cambiamenti territoriali del Comune di Roma*.
- Celesti Grapow L., 1995. *Atlante della Flora di Roma. La distribuzione delle piante spontanee come indicatore ambientale*. Comune di Roma, Ufficio Tutela Ambiente. Univ. degli Studi di Roma, Dipartimento di Biologia Vegetale. Quaderni dell'Ambiente 3. Argos, Roma. 222 pp.
- Forman R., 1995. *Land mosaics. The ecology of landscapes and regions*. Cambridge University Press, Cambridge. 632 pp.
- Gomasca M.A., 2004. *Elementi di geomatica*. Ed. AIT (Associazione Italiana di Telerilevamento). Artestampa, Galliate Lombardo (VA). 618 pp.
- Pizzolotto R., Brandmayr P., 1996. An index to evaluate landscape conservation state based on land-use pattern analysis and Geographic Information System techniques. *Coenoses*, 1: 37-44.
- Regione Lazio (1990). *Carta Tecnica Regionale, scala 1:10.000*.
- Smiraglia D., Carranza M.L., Ricotta C., Blasi C., 2001. *Analisi diacronica e valutazione dello stato di conservazione del paesaggio*. Atti 5^a Conferenza Nazionale ASITA. Volume II: 1381-1386.
- Turner M.G., Wear D.N., Flamm R.O., 1996. Land ownership and land-cover change in the Southern Appalachian highlands and the Olympic peninsula. *Ecol. Appl.* 6: 1150-1172.