

Analisi del cambiamento di uso del suolo nel Municipio di La Paz Centro, Dipartimento di Leòn - Nicaragua, tramite immagini Landsat

Jolanda Aversa¹ & Gaia Righini²

1 - Architetto libero professionista, Firenze, jole14@libero.it

2 - Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Firenze, Via La Pira 4 50121 Firenze, gaia.righini@unifi.it

Riassunto

Questo lavoro riguarda l'analisi dei cambiamenti di uso del suolo del Municipio di La Paz Centro in Nicaragua, avvenuti nell'arco di circa 13 anni. Lo scopo è quello di verificare l'evoluzione sociale ed economica del territorio localizzato in una zona storicamente strategica per le comunicazioni tra l'oceano Pacifico e l'Oceano Atlantico, nonché peculiare per la presenza di alcuni elementi naturali di notevole interesse ambientale quali il vulcano Momotombo e il lago di Managua.

Attraverso l'analisi di immagini Landsat TM ed ETM sono state realizzate carte multitemporali di uso del suolo. L'integrazione del telerilevamento con gli strumenti G.I.S., unitamente al controllo di campagna ha rappresentato la metodologia di analisi principale. La legenda utilizzata è stata quella del progetto CORINE *Land Cover* completamente riadattata all'area di studio. Le banche dati multitemporali hanno evidenziato la trasformazione subita dal territorio dal 1987 al 1999; in particolare l'abbandono del territorio rurale da parte di molte comunità in cerca di insediamenti urbanizzati, il ritorno di vegetazione boschiva nel Nord dell'area e la trasformazione dell'attività agraria in pastorizia soprattutto nella parte meridionale del territorio.

Abstract

This paper describes the analysis of land cover changes occurred during 13 years in the La Paz Centro Department, Nicaragua, in order to understand the socio-economic dynamics of the area. Landsat TM and ETM images were processed and photointerpreted for multitemporal land cover maps production in G.I.S. environment; field survey was performed in order to validate the visual interpretation of the images. Results show the modification of the northern territory from pasture to native woodland and transition from rural to pasture in the South, while a progressive migration of the population appears from countryside to urban areas.

Introduzione e localizzazione dell'area di studio

L'interesse per il territorio nell'America Centrale appare oggi di estrema importanza, se consideriamo i grandi mutamenti apportati dall'uomo, soprattutto in funzione di una valorizzazione del patrimonio territoriale minacciato da sfruttamenti incontrollati delle risorse naturali. La posizione geografica del Nicaragua, paese che si identifica come un ponte tra il Nord America e il Sud America, ha influito sulla sua storia e sull'evoluzione del territorio in funzione delle attività antropiche (Esgueva Gomez, 1996). Lo sviluppo imposto dal colonialismo è sempre stato di tipo mercantilistico (Pompeiano, 1986), e ciò è ben evidente nella nascita di infrastrutture quali le reti stradali; il modello territoriale consolidatosi nel tempo si identifica infatti come un "assetto territoriale di lunga durata". Questo modello è caratterizzato da tre elementi fondamentali del territorio: la struttura agraria, che rappresenta un elemento di persistenza, la rete stradale storica di evidente importanza che nasce come esigenza commerciale e come comunicazione tra le più

importanti città, e la struttura insediativa costituita da città quali La Paz Centro e Porto Momotombo e di aziende connesse all'attività agraria.

Questo lavoro si inserisce all'interno di un progetto comprendente tutti e dieci i Municipi del Dipartimento di León in Nicaragua che realizza uno studio ambientale e insediativo in un contesto storico-evolutivo, per una elaborazione di un quadro conoscitivo del sistema territoriale nel suo complesso (Aversa, 2005).

L'aspetto illustrato in questo lavoro riguarda l'analisi dei cambiamenti di uso del suolo del Municipio di La Paz Centro (Figura 1), avvenuti nell'arco di circa 13 anni, attraverso confronto multitemporale di immagini Landsat con lo scopo di verificare l'evoluzione sociale ed economica del territorio. L'area di studio, estesa per circa 600 km², è localizzata in una zona storicamente strategica per le comunicazioni tra l'oceano Pacifico e l'oceano Atlantico nonché peculiare per la presenza di alcuni elementi naturali di notevole interesse ambientale quali il vulcano Momotombo e il lago di Managua.



Figura 1 - Localizzazione dell'area di studio; in rosso il perimetro del Municipio di La Paz Centro.

Metodologia

L'aspetto fondamentale di questo studio è rappresentato dall'analisi di dati telerilevati e dall'utilizzo dei *Geographic Information Systems* (G.I.S.) per l'elaborazione, organizzazione e gestione dei dati vettoriali. Tale approccio risulta ormai consolidato in studi di carattere ambientale ed in particolare per il monitoraggio dei cambiamenti di uso del suolo (Annoni et al., 1994; Righini et al., 1999; Latifovic et al., 2004; Wessels et al., 2004; Catani et al. 2005, Yuan et al., 2005).

Sono state analizzate due immagini Landsat, path 17/row 51, acquisite il 6 gennaio 1987 e il 15 Novembre 1999 dai sensori TM ed ETM rispettivamente; queste immagini sono state georeferenziate ed elaborate radiometricamente con lo scopo di ottenere dati utili per la fotointerpretazione visuale. Sono state utilizzate soprattutto le bande dell'infrarosso 4,5,7 nella composizioni a falsi colori (RGB) illustrate in figura 2; per alcune situazioni sono risultate efficaci anche le composizioni delle bande 3,4,5 e 3,2,1.

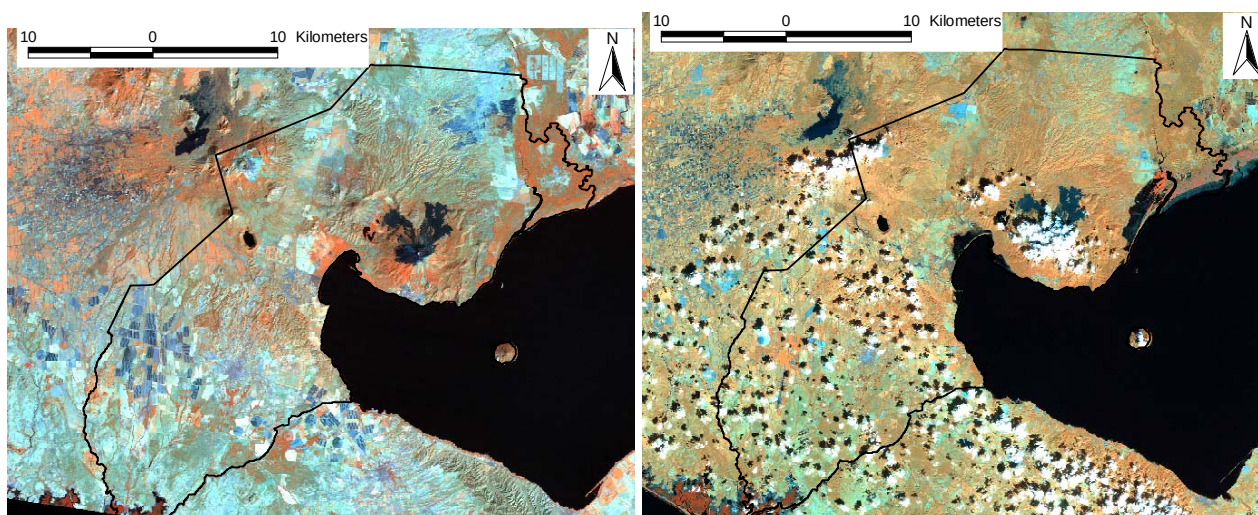


Figura 2 - A sinistra, immagine Landsat TM del 6/1/1987, a destra immagine Landsat ETM 15/11/1999 - bande 457 in RGB. La linea nera delimita il Municipio di La Paz Centro.

La legenda di partenza è stata quella del progetto CORINE Land Cover (Cumer, 1984; Heyman et al. 1994) che è stata completamente rivista ed adattata all'area di studio (Tabella 1). La classificazione è stata rivolta essenzialmente all'analisi della vegetazione che presenta una notevole diversificazione tipologica ed è caratterizzata dalle condizioni climatiche e geografiche peculiari della regione; le aree agrarie sono divise nelle principali colture locali del mais e del cotone che sono notevolmente variate nel tempo. Non è stato invece necessario suddividere in diverse tipologie le aree urbane in quanto sono presenti poche città con distribuzione tessiturale omogenea.

CODICE	SIGNIFICATO	CODICE RAGGRUPPAMENTO
1.1.2	Aree popolate	1.1.2
2.4.2	mais	2.4.2
2.4.3	cotone	
3.1.1	bosco di latifoglie denso	3.1.1
3.1.2	bosco di latifoglie rado	
3.1.3	bosco ripariale	
3.1.4	bosco di mangrovie	
3.2.1	aree a pascolo naturale (vegetazione erbacea)	3.2.1
3.2.2	vegetazione arbustiva	
3.2.3	aree a pascolo naturale (vegetazione cespugli)	
3.3.3	aree con vegetazione rada di sterpaglie	
3.3.4	lava	3.3.1
3.3.5	aree percorse da incendi	
3.3.6	suolo naturale	
3.3.7	area scoperta	
4.2.1	salnitro (salina)	4.2.1
4.2.2	area paludosa	
5.1.1	fiume perenne	5.1.1
5.1.2	lagune perenni	
5.1.4	corsi torrentizi	
5.2.1	lago	5.2.1
5.2.2	oceano	5.2.2

Tabella 1 – Chiavi di legenda utilizzate e successivo raggruppamento effettuato.

Le chiavi interpretative della legenda sulle immagini sono state definite in base a criteri di riflettanza spettrale ed al controllo di campagna, svolto tra novembre del 2004 e febbraio del 2005: nelle figure 3 e 4 sono illustrati alcuni esempi.



Figura 3 - Area a pascolo naturale (codice 3.2.1)

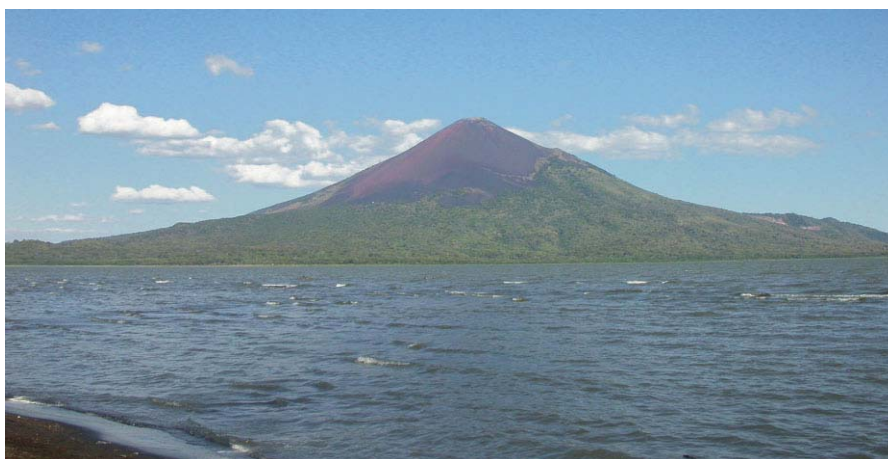


Figura 4 - Bosco di latifoglie denso (codice 3.1.1) ai piedi del vulcano Momotombo e Lago di Managua.

La digitalizzazione è avvenuta in ambiente G.I.S. ed ha visto la realizzazione di carte multitemporali di uso del suolo utilizzate per la valutazione dell'evoluzione territoriale; tali informazioni inoltre sono state integrate con carte ancillari, in scala 1:50.000, della topografia, idrografia e pedologia del 1996 reperite presso il locale Ministero dell'Ambiente (Ministerio del ambiente y Recursos Naturales). Le mappe tematiche ottenute come coperture poligonali vettoriali sono state confrontate tramite operazioni di analisi spaziale di intersezione dei due livelli e sono state valutate le principali variazioni presenti fra le due cartografie. In seguito sono state raggruppate alcune chiavi di legenda ad un livello superiore (codice raggruppamento in Tabella 1) e sono stati analizzati i cambiamenti avvenuti.

Nella carta intersezione derivata è stato creato un nuovo attributo rappresentativo del cambiamento riscontrato su ogni singolo poligono; il valore di tale attributo è stato definito con criteri di selezione logica sui codici di uso del suolo originari. È stata poi calcolata l'area dei poligoni rappresentativi dei diversi cambiamenti ed i risultati sono stati restituiti sotto forma di grafici. Ad esempio, in figura 5 sono illustrati i cambiamenti occorsi nelle aree a pascolo e arbusti (raggruppamento 3.2.1) che nel 1987 occupavano circa venticinquemila ettari del territorio considerato: il cambiamento più significativo è rappresentato da circa dodicimila ettari che diventano nel 1999 occupati da una fitta vegetazione naturale boschiva (raggruppamento 3.1.1), testimoniando dunque un progressivo abbandono dell'attività di pastorizia localizzato nelle aree settentrionali della zona. In figura 6 sono invece illustrati i cambiamenti delle zone agrarie (raggruppamento 2.4.2) che nel 1987 occupavano circa diciassettomila ettari: si evidenzia una transizione verso il pascolo naturale (3.2.1) avvenuto a

Sud della città di La Paz Centro; in questo caso è interessante anche sottolineare il cambiamento avvenuto all'interno del raggruppamento 2.4.2 dove gran parte delle coltivazioni di cotone sono stati riconvertiti in piantagioni di mais. Nell'ambito delle rive del lago si è notato che circa il 75% di queste sono confluite nel 1999 nella laguna perenne a causa essenzialmente dell'occorrenza dell'uragano Mitch nell'ottobre del 1998.

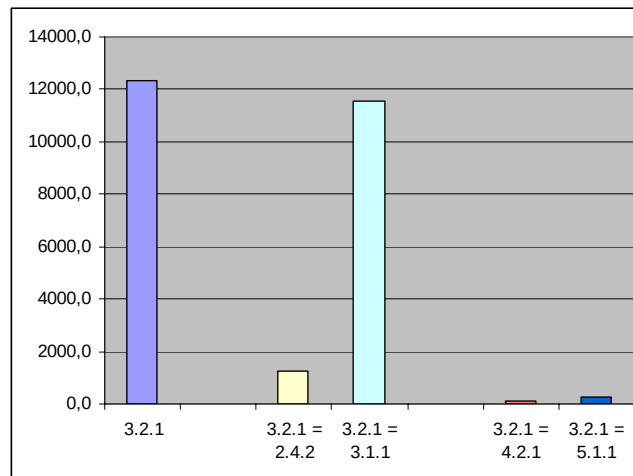


Figura 5 - Variazione avvenuta tra il 1987 e il 1999 nelle aree a pascolo naturale (3.2.1): in ordinate l'area in ettari, in ascisse il cambiamento espresso dopo il simbolo '='.

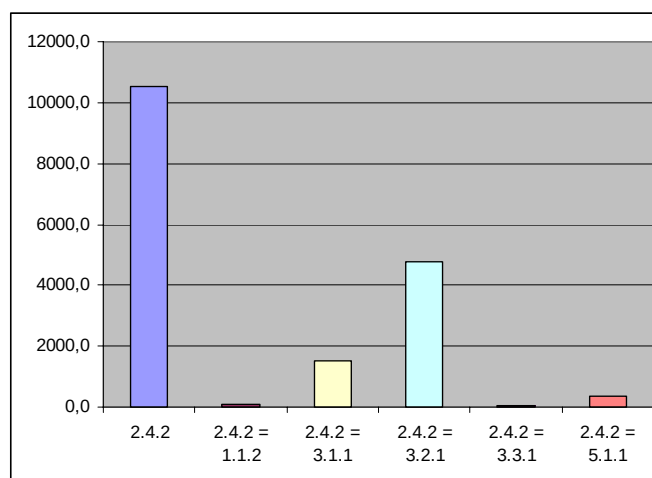


Figura 6 - Variazione avvenuta tra il 1987 e il 1999 nelle zone agrarie (2.4.2): in ordinate l'area in ettari, in ascisse il cambiamento espresso dopo il simbolo '='.

Risultati e Conclusioni

Attraverso l'analisi delle immagini da satellite Landsat è stata ottenuta una banca dati multitemporale di uso del suolo che ha permesso di analizzare la trasformazione subita dal territorio del Municipio di La Paz Centro tra la fine degli anni '80 e l'inizio del XXI secolo.

Il confronto multitemporale delle immagini illustra le dinamiche di variazione della vegetazione e sottolinea la presenza di un'area importante dedicata all'agricoltura del cotone avvenuta negli anni '80 quando il Nicaragua si presentava come uno tra i maggiori produttori ed esportatori di cotone del Centro America, mentre il resto dei territori era caratterizzato da vegetazione arbustiva, con carenza di aree boschive. In particolare nell'area Nord del municipio è stata riscontrata una trasformazione delle aree a pascolo naturale in vegetazione boschiva. Queste variazioni riflettono il complesso sviluppo storico-sociale della popolazione del Nicaragua che trova le sue radici nei flussi

migratori avvenuti nella seconda metà del '900. L'aumento notevole negli anni '90 della vegetazione boschiva nelle aree settentrionali può dunque essere determinata da una concomitanza di fattori quali la restituzione di tali aree a riserve e soprattutto l'abbandono del territorio da parte di molte comunità in cerca di insediamenti urbanizzati. L'area Sud del municipio invece ha visto regredire le aree destinate all'agricoltura in favore di zone destinate al pascolo naturale. Qui si sottolinea una evidente diminuzione dei boschi riparali e la conversione a pascolo brado con arbusti ed erba di molte aree che erano a prevalenza agricola. Le cause della trasformazione sono riconducibili a due aspetti fondamentali: un aspetto riguarda l'eccessivo sfruttamento del terreno ed un suo conseguente impoverimento che ne ha determinato l'abbandono, l'altra causa è legata all'insediamento delle popolazioni provenienti dal Nord del Municipio, che stanziatesi al centro-sud hanno recuperato le aree abbandonate e hanno sfruttato il territorio circostante per una attività di pastorizia, unico loro mezzo di sussistenza.

Infine c'è stato un aumento dei corpi d'acqua determinato sia da cause naturali (uragano Mitch) che antropiche. In particolare nella zona pianeggiante è possibile riscontrare l'incremento dei corsi d'acqua a carattere torrentizio che dal Complesso Pilas Hoyo scendono in direzione Porto Momotombo. Questo fenomeno è riconducibile anche all'inaridimento del terreno determinato dal taglio della vegetazione boschiva.

Bibliografia

Annoni A., Attardo C., Cumer A., Greggio A., Merendi A., Rossi R., Trevisani M. & Veneri S. (1994), "Prova sperimentale per la realizzazione della carta dell'uso del suolo con immagini telerilevate" *Documenti del Territorio*. 28/29 giugno/dicembre 1994.

Aversa J. (2005), "Atlante del patrimonio territoriale di León-Nicaragua: analisi e valorizzazione del patrimonio ambientale del Municipio di La Paz Centro" Tesi di laurea inedita, Dipartimento di Urbanistica e Pianificazione del Territorio, Università degli Studi di Firenze.

Catani F., Ermini L., Kukavcic M., Moretti S., Righini G. (2005) "*Detecting land cover changes through remote sensing and GIS techniques*" 31st International Symposium on Remote Sensing of Environment 'Global Monitoring for Sustainability and Security' Technical Session: Terrestrial Ecosystems. 20-24 June 2005, St. Petersburg, Russian Federation

Cumer A. (1994), "Il progetto CORINE Land Cover in Italia: un modello da seguire" *Documenti del Territorio*. 28/29 giugno/dicembre 1994.

Esgueva Gomez A. (1996), "La Mesoamerica Nicaraguense" Managua: Universidad Centroamericana.

Heymann Y., Steenmans C., Croisille G. & Bossard M. (1994), "CORINE land cover project - Technical guide". *European Commission, Directorate General Environment, Nuclear Safety and Civil Protection, ECSC-EEC-EAEC*, Brussels- Luxembourg, 136 pp.

Latifovic R., Zhub ZL., Cihlara J., Girib C., Olthof I. (2004), "Land cover mapping of North and Central America—Global Land Cover 2000" *Remote Sensing of Environment*, 89 118 116–127

Pompeiano D. (1986), "Nicaragua, storia di una economia dipendente e di una transazione" Editore Franco Angeli

Righini G., Disperati L., Fantozzi P.L., Pieruccini U., Carmignani L., Fiori P.A. (1999), "Analisi della dinamica ambientale dell'area di rio Verde do Mato Grosso, Brasile, tramite dati Landsat TM multitemporali", *Rivista Italiana di Telerilevamento* N. 14/15 1999.pp 33-44.

Wessels K.J., De Fries R.S., Dempewolf J., Anderson L.O., Hansen A.J., Powell S.L., Moran E.F. (2005), "Mapping regional land cover with MODIS data for biological conservation: Examples from the Greater Yellowstone Ecosystem, USA and Pará State, Brazil" *Remote Sensing of Environment* 68 92 67–83.

Yuan F., Sawaya K. E., Loeffelholz B.C., Bauer M.E. (2005), "Land cover classification and change analysis of the Twin Cities (Minnesota) Metropolitan Area by multitemporal Landsat remote sensing" *Remote Sensing of Environment* 98 318 317– 328.