

La modellazione tridimensionale da cartografia numerica quale strumento di valutazione delle trasformazioni del paesaggio

Lorenzo LEONE (*), Giuseppe PULVIRENTI (**), Patrizia SPICUZZA(***)

(*) (**) Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale, Facoltà di Ingegneria dell'Università di Catania,
Viale Andrea Doria n°6 - 95100 Catania; Telef. 095/7382218, fax 095/7382247,
email: lleone@dica.unict.it - ing.gpulv@tin.it

(***) Architetto, libero professionista – Via Vittorio Veneto, 27 – 95018 Riposto (CT); 3473772455,
e-mail: patrizia.spicuzza@tiscali.it.

Riassunto

In attuazione alle recenti normative sullo studio e valorizzazione dei beni culturali e del paesaggio, la progettazione di interventi che determinano trasformazioni sensibili dell'ambiente, deve rispondere a criteri e contenuti che pongono, come priorità fondamentale, l'analisi del contesto territoriale nel quale l'opera è inserita. In tal senso a corredo dell'istanza di autorizzazione al progetto dell'intervento che si propone di realizzare è necessario, ove previsto, la redazione della "Relazione Paesaggistica" nella quale è richiesta, ai fini della valutazione della compatibilità paesaggistica, la simulazione dettagliata delle modifiche del "paesaggio" attraverso anche lo strumento del rendering fotografico, con analisi comparativa e valutativa delle diverse soluzioni ipotizzate. Il ricorso, pertanto, alla modellazione tridimensionale costituisce di fatto, per la stesura della suddetta relazione, la soluzione più adeguata alla rappresentazione del territorio più aderente alla realtà esistente ed a quella simulata, mediante l'inserimento degli elementi progettuali. Nel presente studio, facendo riferimento a precedenti lavori su analoghe problematiche, sono state testate le funzioni applicative nella modellazione tridimensionale del sw AutoCAD Map 3D 2007, che rappresenta certamente uno dei CAD più conosciuti e diffusi nel campo tecnico professionale. Dalla modellazione così ottenuta è possibile eseguire in forma virtuale anche l'analisi comparativa e valutativa delle diverse soluzioni progettuali in ambiente GIS3D.

Abstract

In realization to the recent normative on the study and exploitation of the cultural good and the landscape, the planning of interventions that would determine sensitive transformations of the environment, has to answer to criterions and contents that set, as fundamental priority, the analysis of the territorial context in which the work is inserted. In such sense to outfit of the appeal of authorization to the project of the intervention that proposes him to realize it is necessary, where anticipated, the editing of the "Landscape Relationship" in which is in demand, to the goals of the evaluation of the landscape compatibility, the simulation detailed of the changes of the "landscape" through also the tool of the photographic rendering, with comparative and careful analysis of the different hypothesized solutions. The appeal, therefore, to the three-dimensional modeling it constitutes, of fact, for the layout of the aforesaid Relationship, the solution most suitable to the representation of the territory most adherent to the existing reality and to that simulated through the insertion of the planning elements. In the present study, making precedents reference works on analogous problem list, the application functions are been made a will in the three-dimensional modeling of the sw AutoCAD Map 3D 2007, that it certainly represents one of the most known and diffused CAD in the professional technical field. From the modeling so gotten it is possible to perform, in virtual form, also the comparative and careful analysis of the different plan solutions in environment GIS3D.

La valutazione delle trasformazioni del paesaggio e del territorio: inquadramento normativo

Il Codice dei beni culturali e del paesaggio di cui al D.Lgs. n°42 del 22/01/2004 indica all'art. 146 comma 3, la documentazione necessaria ai fini della verifica della "Compatibilità Paesaggistica" degli interventi da realizzare nel territorio. Il successivo D.P.C.M. del 12/12/2005, entrato in vigore dal Luglio 2006, definisce le finalità, i criteri di redazione ed i contenuti della Relazione Paesaggistica che correda, congiuntamente al progetto dell'intervento che si propone di realizzare, l'istanza di autorizzazione ai sensi dell'art. 159, comma 1 e 146, comma 2, del suddetto codice.



Fig. n°1: Legislazione vigente

Con il D.A. n°9280 del 28/07/2006 la Regione Sicilia ha recepito il sopraindicato D.P.C.M. puntualizzando anche i contenuti della relazione paesaggistica, che costituisce la base di riferimento essenziale per l'Amministrazione competente per la valutazione, ai sensi dell'art. 146, comma 5 del D.Lgs. in oggetto, della Compatibilità Paesaggistica degli interventi. Con riferimento ai contenuti della suddetta relazione secondo le indicazioni di cui al superiore D.A., gli stessi vengono di seguito così schematizzati:

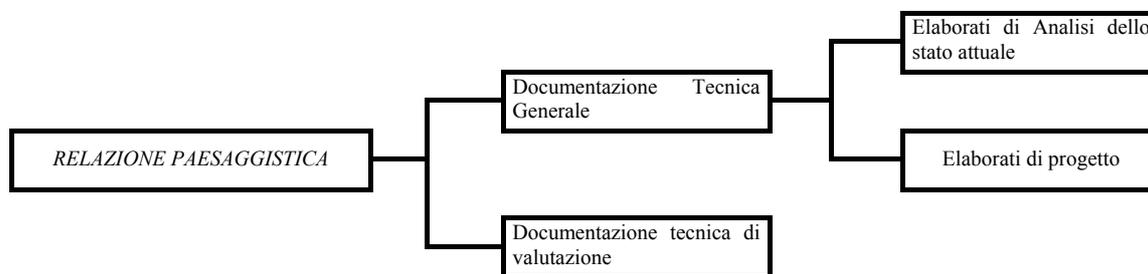


Fig. n°2: Contenuti della Relazione Paesaggistica

Per ciascuna documentazione il Decreto chiarisce specificatamente gli argomenti da trattare evidenziando i parametri da adottare e le analisi da eseguire. Nelle tabelle che seguono (vedi figg. n°3-4-5) vengono in tal senso sinteticamente riportate le principali tematiche da sviluppare. Dall'analisi e dall'esame della normativa sopra citata, emerge come il "paesaggio", considerato nella sua globalità, è inteso non come e solo mera rappresentazione morfologica del territorio ma come elemento che raggruppa in sé risorse e caratteristiche storiche, monumentali e naturali dell'ambiente indagato, nelle quali è radicato il senso di appartenenza delle popolazioni agli stessi luoghi. Dall'esame dei contenuti degli elaborati di analisi dello stato attuale e di progetto si desume la necessità di una completa conoscenza del territorio attraverso rappresentazioni cartografiche o ortofoto a varie scale, oltre che di tutte le informazioni territoriali derivanti dal tipo di valutazione richiesta. La conoscenza del contesto ambientale iniziale dell'area oggetto dell'intervento, permette successivamente, con la sovrapposizione dell'opera di progetto, la conseguente determinazione e valutazione delle trasformazioni che il territorio subisce.



Fig. n°3: Contenuti degli Elaborati di analisi dello stato attuale

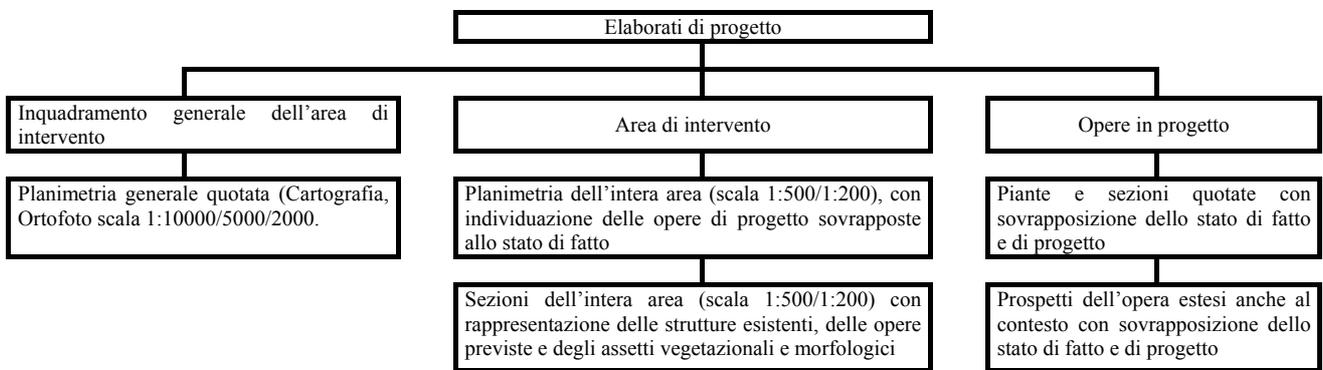


Fig. n°4: Contenuti degli Elaborati di progetto

Dai superiori contenuti, a livello progettuale, risulta sempre più necessario poter disporre di GIS, possibilmente 3D, in grado di fornire al tecnico un'acquisizione, non solo di informazioni plano-altimetriche, ma anche di altri dati sociali, economici e culturali necessariamente legati agli aspetti geografici. Nel settore dello studio e valorizzazione dei beni culturali e del paesaggio, la modellazione 3D ed il conseguente rendering fotorealistico costituiscono metodologie applicative che svolgono la funzione principale di facilitare la comprensione del luogo ed evidenziare le relazioni tra i diversi elementi che lo compongono. Particolari caratteristiche, poco individuabili attraverso una visione 2D, possono essere esaminate in modo interattivo attraverso le varie "viste", moltiplicando in tal modo le possibilità di apprendere il relativo contenuto informativo.

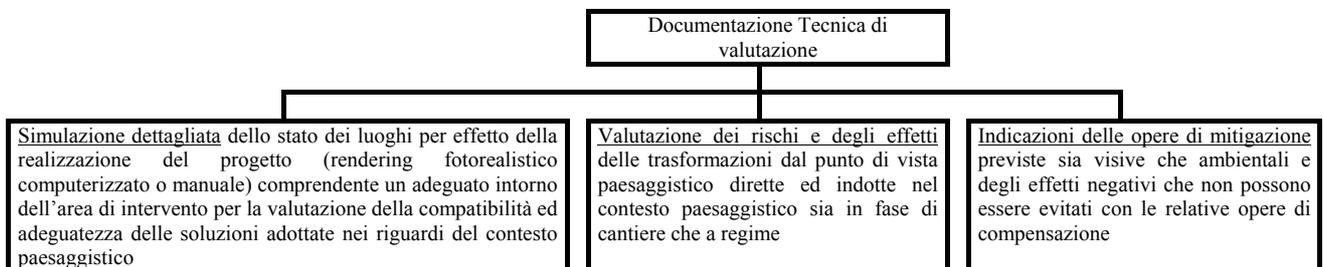


Fig. n°5: Contenuti della Documentazione Tecnica di Valutazione

Con l'introduzione delle tecniche avanzate di realtà virtuale (interattività, libero movimento della scena, manipolazione degli oggetti virtuali, visione immersiva e possibilmente stereoscopica), è possibile, inoltre, interagire con il modello e quindi simulare e valutare le possibili scelte progettuali. Per quanto sopra detto, nella predisposizione della relazione paesaggistica emerge, pertanto, come il ricorso alla modellazione 3D, possibilmente in ambiente GIS, consente di rispondere pienamente a quanto richiesto dalla normativa.

La modellazione 3D da base cartografica in ambiente CAD

La modellazione tridimensionale costituisce di fatto la metodologia più adeguata alla rappresentazione della realtà esistente e di quella simulata attraverso l'inserimento degli elementi progettuali. La possibilità di catturare i vari oggetti presenti nel territorio, di poterli spostare o rimodularli, con valutazione diretta dell'effetto prodotto, consente di verificarne compiutamente la relativa compatibilità paesaggistica. Numerosi software commerciali di grafica computerizzata sono oggi disponibili per giungere alla definizione del modello 3D del territorio, da ottenere da cartografia numerica aerofotogrammetrica, o, più recentemente, da rilievi LIDAR (Laser Imaging Detection and Ranging). E' infatti possibile definire con quest'ultima tecnica, nell'ambito della rappresentazione di un'area, la posizione georeferenziata di fabbricati, strade, e soprattutto della vegetazione ad alto e basso fusto, con l'opportunità di effettuare la costruzione, oltre che del modello digitale del terreno (DTM), anche del modello digitale di superficie (DSM), molto utile in sede progettuale. Facendo seguito agli studi già eseguiti nell'ambito della ricerca sulla modellazione urbana 3D "Strutture evolute della cartografia numerica per i GIS e l'ambiente WEB" con l'uso del sw Autocad Map 3D, nella presente ricerca sono state testate le nuove possibilità applicative di modellazione tridimensionale con l'uso dello stesso sw nell'edizione 2007. Il programma sfrutta le tre coordinate principali (x,y,z) come spazio di lavoro, con la possibilità di realizzare elaborati sia in due che in tre dimensioni. Il software, nelle sue funzioni più avanzate, offre la possibilità di conferire all'oggetto disegnato un aspetto fotorealistico, con svariate opzioni di gestione della luce, dei materiali e delle texture applicate all'oggetto stesso (render). In ambiente Autocad 3D, i volumi o solidi elementari si ottengono direttamente utilizzando l'algoritmo dell'estrusione e della rivoluzione, secondo le modalità applicative consentite dallo stesso software CAD. Il comando "estrudi" permette infatti la creazione del "solido" 3D, a partire da una polilinea giacente su un unico piano e da una traiettoria ad esso ortogonale, sulla base di una definita "altezza di estrusione". Analogamente il comando "rivoluzione" consente la creazione del solido 3D a partire da una superficie e da un asse di rivoluzione predefiniti. In Autocad 3D sono anche disponibili solidi elementari tipo, ottenuti con il modellatore di solidi ACIS, che opera nell'ambito dello stesso software. La successiva modellazione tridimensionale dei solidi elementari per ottenere l'oggetto desiderato, avviene attraverso i comandi di "modifica solidi", che consentono l'unione, la sottrazione, la rastremazione delle facce, il taglio ecc. dei solidi elementari già prodotti. L'applicazione del set di comandi sopraindicati, secondo una procedura tipo da ottimizzare in funzione dei vari casi possibili, consente di creare i vari solidi tipici della modellazione urbana, con la possibilità di semplificare le procedure mediante software dedicati. Nel presente studio, facendo

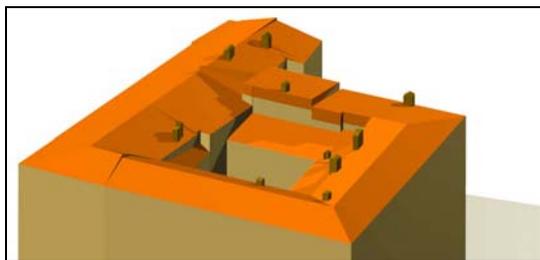


Fig. n°6: Esempio di modellazione 3D di una copertura a falde

riferimento alle ultime funzioni cad disponibili (sw 2007) da utilizzare nella modellazione solida da base cartografica, si sono analizzate le potenzialità del nuovo comando "LOFT" che consente di creare un solido o una superficie 3D assegnando la profondità (ossia disegnando un solido o una superficie) attraverso un gruppo di due o più curve di sezione trasversale. Le sezioni trasversali definiscono il profilo (forma) del solido o della superficie risultante e sono, in genere, curve o linee, aperte (ad

esempio un arco) o chiuse (ad esempio un cerchio). Il comando "LOFT" in questo modo genera un solido o una superficie nello spazio tra sezioni trasversali, specificando almeno due sezioni trasversali. Se si assegna la profondità attraverso un gruppo di curve di sezione trasversale chiuse, si ottiene un solido, nel caso in cui, invece, si assegna la profondità attraverso un gruppo di curve di sezione trasversale aperte, si ottiene una superficie. È possibile specificare una traiettoria o curva guida per l'operazione di assegnazione della profondità, esercitando in tal modo un maggiore controllo sulla forma del solido o della cosiddetta "superficie di loft", procedendo dalla prima verso l'ultima sezione. Le curve guida consentono di definire come devono essere abbinati i punti sulle

corrispondenti sezioni trasversali per evitare di ottenere risultati indesiderati, ad esempio increspature sul solido o sulla superficie risultante. È possibile inoltre, selezionare un numero illimitato di curve guida per creare il solido o la “*superficie di loft*”, utilizzando le opzioni della finestra di dialogo per definirne la forma (rigata, levigata, ecc.). Nella tabella riportata di seguito vengono elencati gli “oggetti” che possono essere di norma utilizzati per l’attuazione del comando.

Oggetti che è possibile utilizzare come sezioni trasversali	Oggetti che è possibile utilizzare come traiettoria di loft	Oggetti che è possibile utilizzare come guide
Linea	Linea	Linea
Arco	Arco	Arco
Arco ellittico	Arco ellittico	Arco ellittico
Polilinea 2D	Spline	Spline 2D
Spline 2D	Elica	Spline 3D
Cerchio	Cerchio	Polilinea 2D
Ellisse	Ellisse	Polilinea 3D
Punti (solo prima e ultima sezione trasversale)	Polilinea 2D	
	Polilinea 3D	

Fig. n°7: Specifiche del Comando LOFT

Tra le diverse possibilità applicative nel campo della modellazione solida da base cartografica si riportano di seguito, a titolo esemplificativo, il solido “terreno” ottenuto dalle curve di livello e un solido “stradale” ottenuto dalle relative sezioni.

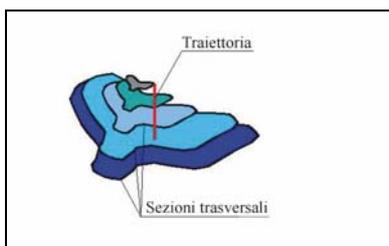


Fig. n°8: Creazione di curve di livello con il comando LOFT

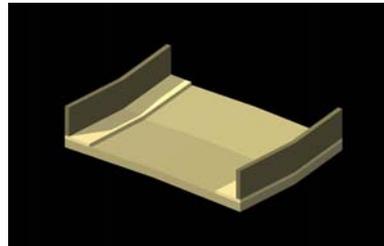
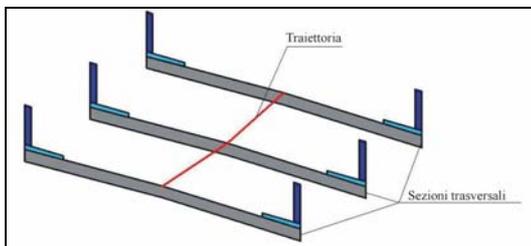


Fig. n°9: Creazione di tronco stradale con il comando LOFT

La creazione delle entità territoriali in modellazione solida, sia esistenti che progettuali, consente nell’integrazione o compenetrazione tridimensionale di visualizzarne gli effetti ambientali, così come richiesto dalla norma. Procedendo con semplici operazioni di sezione è possibile ottenere gli elaborati richiesti con evidenziati, nella sovrapposizione tra lo stato di fatto e di progetto, gli interventi di demolizione/ricostruzione, scavo/riporto, ecc. Si riporta in tal senso un’applicazione di tale metodologia rappresentativa eseguita per un’area della Sicilia Orientale, interessata da invasione lavica, in cui è previsto un intervento di riqualificazione ambientale con la realizzazione di insediamenti produttivi.

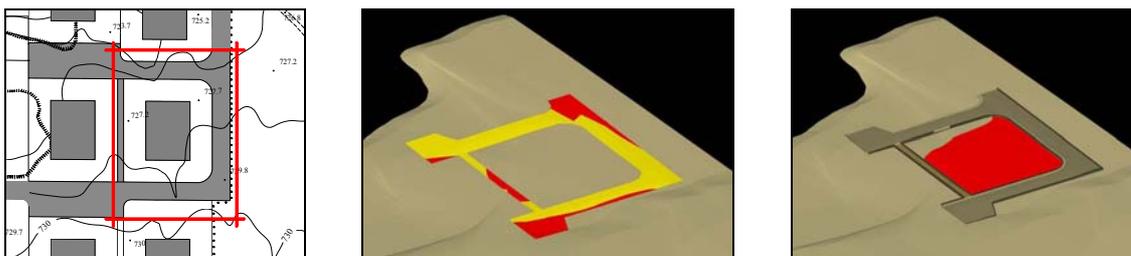


Fig. n°10: Stralcio di un progetto per insediamenti produttivi e render fotorealistici dell'area interessata con indicazione della movimentazione di terreno

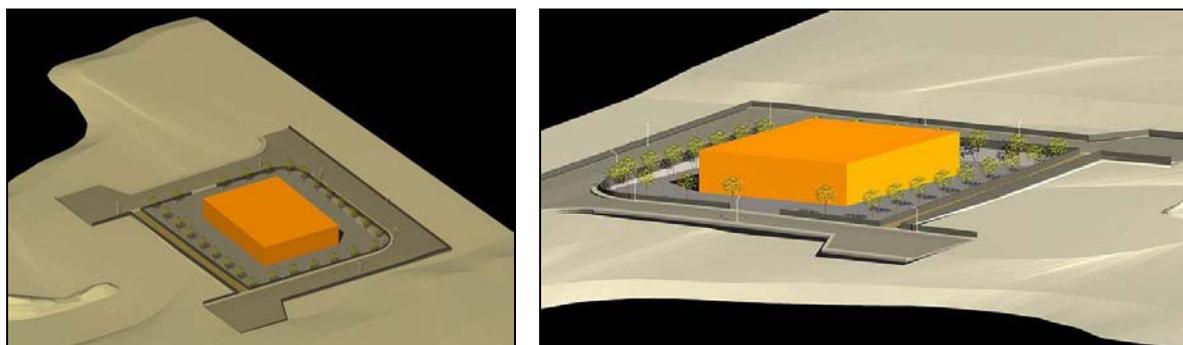


Fig. n°11: Render fotorealistici della soluzione progettuale

Conclusioni

L'analisi del contesto territoriale nel quale si inseriscono interventi che determinano trasformazioni sensibili dell'ambiente può essere ottimizzata attraverso sistemi GIS 3D, che si basano sulla modellazione solida degli oggetti territoriali. La stessa "documentazione" che costituisce parte integrante della "Relazione Paesaggistica", necessaria ai fini della valutazione di compatibilità paesaggistica degli interventi progettuali, può essere compiutamente predisposta a partire dalla modellazione solida territoriale e delle opere progettuali da inserire. Infatti, possono essere derivati tutti i grafici previsti ai fini valutativi (planimetrie, sezioni, prospetti, ecc. con sovrapposizione tra stato di fatto e di progetto), fino alla simulazione dettagliata delle modifiche del "paesaggio" attraverso lo strumento del rendering fotografico, con analisi comparativa e valutativa delle diverse soluzioni ipotizzabili. Le nuove possibilità di modellazione tridimensionale con l'uso del sw Autocad Map 3D nell'edizione 2007, esaminate nel corso del presente studio, integrano e completano quanto già testato nella precedente esperienza applicativa sulla modellazione urbana 3D nell'ambito della ricerca di interesse nazionale su "Strutture evolute della cartografia numerica per i GIS e l'ambiente WEB". In particolare la nuova funzione "loft" consente di risolvere alcuni problemi di modellazione territoriale, prima non eseguibili nell'ambito dello stesso programma (modellazione solida del terreno, elementi volumetrici con sezioni di sviluppo tra loro non parallele, quali i solidi stradali, coperture ecc.). Dagli studi eseguiti si può desumere che, partendo da una base cartografica adeguata, è ormai possibile procedere ad una completa modellazione solida territoriale, con l'uso di un unico software CAD di ampia diffusione a livello tecnico-professionale. Tale modalità operativa, pur con certi limiti di precisione su talune funzioni e con problematiche legate a particolari morfologie del terreno, risulta comunque valida per le applicazioni nel campo delle valutazioni sulle trasformazioni del paesaggio, da eseguire anche in ambiente GIS.

Bibliografia

- A. Ammoscato, R. Corsale, A. Scianna, "Cartografia numerica tridimensionale per GIS e WEBGIS: verso la fruizione virtuale" in Atti Convegno SIFET 2006
- L. Leone, N. Costa "Il GIS 3D come supporto al telecontrollo di reti tecnologiche", Atti del convegno nazionale SIFET, Castellaneta Marina, Taranto 06/2006
- Autodesk "Autocad Manuale dell'utente 2007"
- Decreto Assessoriale Regione Sicilia n°9280 del 28/07/2007.