

Analisi della componente 3D nell'applicazione di vincoli urbanistici

di Andrea Maffei e Andrea Caldiroli



Fig. 1 – Planimetria dei coni panoramici.

Il presente lavoro ha l'obiettivo di illustrare uno strumento finalizzato a supportare gli uffici tecnici durante la fase di prima applicazione di vincoli di natura ambientale nonché dei vincoli di carattere edilizio - urbanistico derivanti dalla presenza sul territorio di due grandi polarità di differente origine e caratteristiche: la presenza del nucleo storico di Città Alta che ha determinato l'emissione da parte della competente sovrintendenza ai beni culturali di decreti di vincolo finalizzati alla tutela visiva dello skyline e la presenza dell'aeroporto internazionale il Caravaggio di Orio al Serio il quale ha comportato una serie di vincoli definiti ENAC al fine di evitare potenziali ostacoli fisici alla navigazione.

Entrambi i vincoli presentano una componente altimetrica la cui valutazione risulta complessa, scarsamente correlata all'andamento orografico del territorio ma soprattutto poco tangibile dalla

planimetrie di vincolo classiche la cui restituzione è di carattere bi-dimensionale. Il lavoro, grazie all'utilizzo di dati digitali altimetrici (DDEM e DDSM) propone l'applicazione di una metodologia originale basata sull'utilizzo di tecniche di *spatial analysis* tipiche dei GIS; la finalità è quella di mettere in luce aspetti potenzialmente critici nell'applicazione dei vincoli edilizio-urbanistici.

Il lavoro è pertanto articolato lungo due argomenti di indagine aventi nella componente tridimensionale il punto di tangenza; il seguente articolo, da un lato affronta l'analisi visiva a partire da uno specifico punto di osservazione (valutazione degli impatti degli interventi interni ai coni panoramici), dall'altro determina le eccedenze altimetriche degli edifici esistenti rispetto al limite di edificazione in altezza e conseguentemente permette di ricavare la potenzialità residua di elevazione. I Sistemi Informativi

Alcuni vincoli urbanistici interessano principalmente la componente altimetrica dell'edificato. Grazie a strumenti di analisi spaziale tipici dei GIS ed a dati altimetrici accurati, nel contesto del Comune di Bergamo è stato possibile sperimentare metodologie innovative di verifica e di analisi per quanto riguarda la tutela del paesaggio e l'individuazione di ostacoli per la navigazione aerea.

Territoriali (SIT) sono oggi diventati strumenti fondamentali per una corretta gestione del territorio nell'ambito della pianificazione urbanistica. Attraverso il loro utilizzo è infatti possibile analizzare determinate ricadute derivanti da vincoli normativi la cui applicazione comporta limitazioni nella prassi quotidiana di governo del territorio che gli enti locali sono chiamati ad esercitare.

Le peculiarità orografiche del territorio comunale

Un aspetto fondamentale sul quale deve essere focalizzata l'attenzione per le analisi oggetto del presente articolo è rappresentato dalla particolare ed articolata orografia che caratterizza il territorio comunale, in quanto i vincoli oggetto di elaborazione si articolano essenzialmente sulla componente altimetrica. La città di Bergamo sorge ai piedi delle prealpi orobiche, allo sbocco della



Fig. 2 – Esempio di un profilo altimetrico - linea di vista.

valle Seriana e della valle Brembana, nel territorio dell'alta pianura lombarda; il territorio comunale è diviso in due zone chiaramente distinte tra loro: la zona collinare che comprende Città Alta e la zona pianeggiante corrispondente alla città bassa. L'estensione territoriale limitata presenta una variazione altimetrica di notevole importanza, infatti si passa dai 200 m s.l.m. della pianura a circa 350 m s.l.m. di Città Alta, fino agli oltre 600 m s.l.m. dei colli; la peculiarità di questo andamento altimetrico è determinata dal fatto che ci si trova all'interno di un contesto cittadino prevalentemente urbanizzato. Tale aspetto rappresenta anche la particolarità dello skyline cittadino e rappresenta l'unicità e la riconoscibilità della città di Bergamo nel contesto regionale, nazionale ed internazionale.

Vincoli urbanistici e rappresentazione cartografica: coni panoramici

Il codice dei beni culturali definisce il paesaggio quale territorio espressivo di identità, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali, umani e dalle loro interrelazioni. Ai fini della tutela visiva e quindi paesaggistica del nucleo storico di Città Alta, tra il 1957 ed il 1965, la competente sovrintendenza per i beni culturali ha emesso undici decreti di vincolo dichiarando il "notevole interesse pubblico" della testimonianza storica della città alta. In relazione alla normativa di riferimento qualunque istanza edilizia ricadente all'interno di tali ambiti viene sottoposta a valutazione paesistica. Nella strumentazione urbanistica comunale vigente

i comunemente detti "coni panoramici" sono indicati con forma geometrica nella quale i vertici del triangolo corrispondono rispettivamente al punto della visuale da tutelare e agli estremi dell'orizzonte visivo.

I decreti di vincolo emessi sotto forma di descrizione degli aspetti visivi da tutelare hanno trovato riscontro con le tecniche di rappresentazione tipiche del periodo pre-digitale. Con il passare del tempo la logica applicativa di tali vincoli è andata ad inserirsi in un contesto di carattere edilizio amministrativo anziché rispecchiare il pensiero di valorizzazione e tutela dell'interesse pubblico (di natura visiva) espresso dal sovrintendente con decreto. Nonostante il pensiero del pianificatore fosse in sintonia con la natura del vincolo, ovvero secondo un'accezione intrinsecamente tridimensionale, la trasposizione in termini cartografici è risultata limitativa rispetto alla logica dello stesso. Questo ha determinato durante gli anni di applicazione una contrazione concettuale degli aspetti caratterizzanti la tutela visiva. Lungo questa riflessione è nata la necessità di ricercare un nuovo ap-

proccio metodologico che potesse, da un lato effettuare analisi di visibilità a partire da qualunque punto sul territorio comunale rispetto alla centralità di città alta, dall'altro di verificare gli esiti applicativi dei vincoli visivi emessi oltre 60 anni orsono.

Vincoli urbanistici e rappresentazione cartografica: pericoli e ostacoli alla navigazione aerea

L'art. 707 del Codice della Navigazione Aerea demanda all'ente competente ENAC (Ente Nazionale per l'aviazione civile) l'individuazione delle zone da sottoporre a vincolo nelle aree limitrofe agli aeroporti, stabilendo limitazioni di natura edilizio-urbanistica affinché vengano ridotti ed evitati eventuali ostacoli e potenziali pericoli per la navigazione aerea. Il territorio comunale è interessato nella sua totalità da tali limitazioni. Nello specifico il tema analizzato riguarda il limite all'edificazione in altezza imposto da ENAC secondo rigide regole comuni a tutti gli aeroporti italiani. L'obiettivo, ovviamente

Fig. 3 – Cono panoramico, skyline e campo di visibilità (viewshed).



condivisibile, è quello di garantire il corretto svolgimento dell'attività aeroportuale. La particolare orografia del territorio comunale ha determinato la necessità di effettuare puntuali verifiche rispetto allo stato reale dei luoghi e definire le criticità derivanti da tali limitazioni altimetriche.

A novembre 2013 ENAC ha trasmesso al Comune di Bergamo le planimetrie in cui erano individuate le zone sottoposte a limitazione relativamente agli ostacoli ed ai potenziali pericoli per la sicurezza della navigazione aerea dell'aeroporto di Orio al Serio. Le planimetrie riportano le varie aree di vincolo: superfici di salita al decollo, di avvicinamento, di transizione, superfici orizzontale interna, conica e orizzontale esterna. La cartografia individuava, inoltre, alcuni ambiti la cui quota altimetrica del terreno costituisce una eccezione in quanto eccedente rispetto alla superficie del vincolo stesso. Per quanto riguarda il comune di Bergamo si tratta di quelle aree la cui quota del piano di campagna risulta essere maggiore della superficie orizzontale interna (274.95 m slm), della superficie orizzontale esterna (374.95 m slm) oppure di quella conica (274.95 – 374.95 m slm). Complessivamente il territorio in-

teressato era stimato in oltre 440 ettari di cui 25% appartenente al centro edificato.

Le metodologie di analisi spaziale applicate ai due casi di studio

Nei primi mesi del 2013 il Comune di Bergamo ha commissionato un rilievo LIDAR al fine di ottenere il Modello Digitale del Terreno e delle Superfici (DTM e DSM). Il rilievo è stato effettuato su tutto il territorio comunale (circa 40 Km²) con il sensore aviotrasportato ALTM GEMINI di Optech e caratterizzato da una densità media di 2 punti per metro quadro. Oltre ai dati delle quote ellissoidiche e ortometriche del DTM e del DSM sotto forma di nuvola di punti, sono stati consegnati anche i dati delle sole quote ortometriche sotto forma di grigliati a maglia regolare (passo della griglia 1 metro). Si può quindi parlare di DDTM (Dense Digital Terrain Model) e DDSM (Dense Digital Surface Model) conformi al livello 6 delle "Linee guida Ortometriche 1:10000 e modelli altimetrici". Il DDSM, il DDSM e la nuvola di punti LIDAR sono utilizzati correntemente dall'Ufficio SIT all'interno dei tipici applicativi GIS desktop di ESRI.

Nel caso dei "coni panoramici" si è trattato di effettuare delle analisi di visibilità per quelle zone della città sottoposte ai decreti di vincolo; per ognuno dei coni panoramici vincolati è stato individuato il punto di osservazione e sono state fatte delle analisi per verificare la visibilità della porzione di territorio compresa tra il punto di osservazione e gli oggetti individuati dal vincolo quali estremi della visuale da tutelare.

Sono stati utilizzati due strumenti del 3D Analyst in grado di fornire informazioni, che per certi versi possiamo ritenere complementari. In primo luogo con lo strumento "Skyline" abbiamo ottenuto, per ogni punto di osservazione, la polilinea che rappresenta la linea dell'orizzonte visibile, o, detto altrimenti la linea congiungente gli oggetti più distanti visibili dal punto di osservazione. È stato quindi possibile raffrontare la rappresentazione planimetrica dei vincoli con gli skyline generati sul modello altimetrico e verificare se i due punti agli estremi del vincolo tracciato risultano visibili o meno. Successivamente con lo strumento "Viewshed" sono state identificate, per ogni punto di vista, le porzioni di territorio visibili e quelle nascoste da altri elementi. In questo modo è immediato percepire come di tutta l'area ricompresa nel cono panoramico e sottoposta a vincolo, solo una piccola parte (quella visibile) può essere considerata da tutelare particolarmente.

Lo stesso approccio analitico può essere utilizzato sia per analizzare ulteriori visuali di pregio della città non ancora vincolate, sia per fare delle simulazioni al fine di verificare l'impatto visivo di nuove costruzioni.

Per quanto riguarda invece i pericoli e gli ostacoli alla navigazione aerea, nelle planimetrie predisposte da ENAC per l'individuazione delle aree

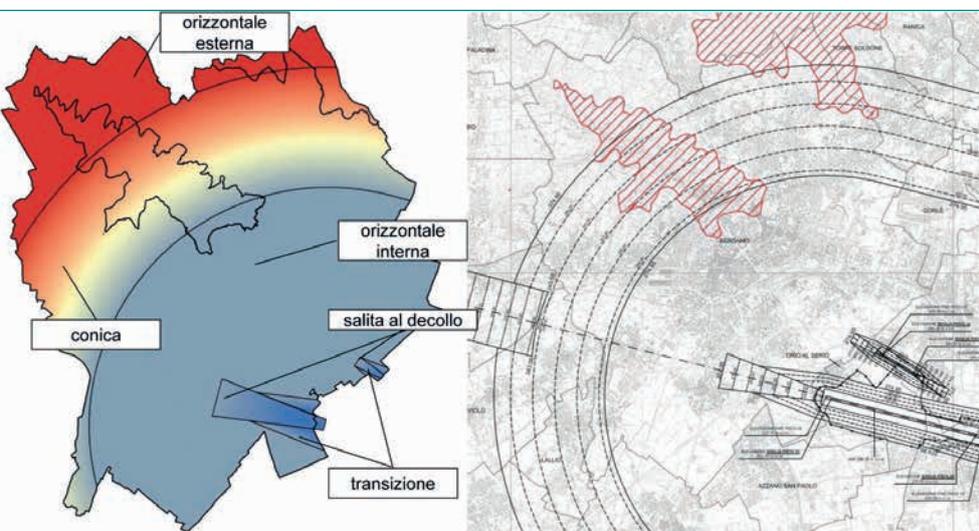


Fig. 4 – Modello digitale delle superfici di vincolo del Comune di Bergamo e planimetria ENAC.



Fig. 5 – Esempio di profilo altimetrico lungo il DDTM, DDSM e la superficie di vincolo.

foranti sono state utilizzate curve di livello orografiche ottenute dal DEM NASA STRM (passo della griglia 90-95 metri); inoltre viene dichiarato che “i contorni delle aree dell’orografia forante la superficie conica seguono l’andamento variabile della medesima con una precisione soggetta ad un errore dato da una differenza in elevazione fino a circa 20 m”. Per questo, per i motivi indicati nel paragrafo precedente, per le ricadute urbanistiche a cui sono sottoposte le aree di vincolo e disponendo di un recente DDTM/ DDSM, si è ritenuto opportuno tentare di ridefinire i contorni delle “aree dell’orografia foranti le superfici di vincolo” utilizzando una differente metodologia. Inoltre si volevano individuare quelle edificazioni esistenti che già superano le limitazioni imposte e conseguentemente delineare le potenzialità edificatorie, in termini di elevazione (come per il caso di ampliamenti o nuove costruzioni) nelle differenti porzioni del territorio.

Il primo passo è stato quello di generare un modello digitale a griglia regolare delle superfici di vincolo, a partire dalle planimetrie proposte da ENAC. Quindi sono stati creati dei raster per ogni tipologia di superficie di vincolo ricadente nel territorio comunale e successivamente mosaicati. La risoluzione spaziale e l’estensione dei raster è stata impostata coincidente a quella del DDTM e del DDSM comunali.

Per le superfici orizzontali (esterna ed interna) è stato sufficiente attribuire il valore della quota di vincolo ad ogni cella dei raster. Per le superfici di salita al decollo e di transizione, essendo dei piani inclinati, si è proceduto interpolando, tramite una regressione lineare del primo ordine, i valori iniziali e finali delle quote di vincolo. Mentre per la superficie conica, non essendo possibile calcolare i valori del raster analiticamente, è stata fatta un’interpolazione spline utilizzando i valori di quota della superficie di vincolo lungo le curve di isolivello tracciate da ENAC.

Una volta generato il modello digitale delle superfici di vincolo, è stato immediato confrontarlo con il DDTM ottenendo la mappa delle aree orograficamente foranti (celle del raster in cui la differenza tra superficie di vincolo e DDTM è minore di zero), e osservare come fosse significativamente diversa da quella proposta da ENAC.

In modo del tutto simile, utilizzando il DDSM, è stato possibile ottenere anche la mappa dell’edificato che già oggi supera in altezza le superfici di vincolo e specularmente l’indicazione puntuale della potenzialità edificatoria.

Conclusioni

L’analisi della componente altimetrica nei vari aspetti del governo del territorio assume oggi un ruolo di primaria importanza che deve essere affrontato con meto-

dologie adeguate al fine di evitare semplicistiche approssimazioni. Gli strumenti GIS e dati altimetrici adeguati alla scala locale, hanno permesso ai tecnici del Comune di Bergamo di effettuare opportune verifiche rispetto alla vincolistica esistente evidenziando così le città derivanti da incoerenze tra lo stato reale dei luoghi e le limitazioni derivanti dalla normativa sovraordinata. Infine, tali elaborazioni hanno permesso di aprire un confronto con gli enti competenti al fine di trovare soluzioni condivise che garantiscano il giusto equilibrio tra le esigenze di tutela ed una corretta gestione del territorio da parte degli enti locali. Sarebbe auspicabile che tali valutazioni venissero fatte preventivamente l’emissione dei vincoli in modo tale da non incorrere in spiacevoli situazioni soprattutto per i tecnici che si trovano a dover applicare limitazioni talvolta poco realistiche rispetto al contesto nel quale si opera.

Ringraziamenti

Gli autori desiderano ringraziare Gianpaolo Ranica e Sergio Appiani della Direzione Pianificazione Urbanistica per il prezioso contributo.

RIFERIMENTI

- Decreto legislativo 22-1-2004, n. 42 - Codice dei beni culturali e del paesaggio.
- Decreto legislativo 15-3-2006, n. 151 - Codice della navigazione aerea.
- Comitato per le regole tecniche sui dati territoriali delle Pubbliche Amministrazioni - “Linee guida Ortoimmagini 1:10000 e modelli altimetrici”

PAROLE CHIAVE

PIANIFICAZIONE URBANISTICA; 3D; DTM; VINCOLI; ANALISI VISIBILITÀ; NAVIGAZIONE AEREA

ABSTRACT

Some planning restrictions affecting mainly the altitude component of the buildings. In the context of Comune di Bergamo, using GIS spatial analyst tools and accurate elevation data, were studied innovative methods of analysis in the field of landscape protection and air navigation obstacles.

AUTORE

ANDREA MAFFEIS
ANDREAMAFFEIS@COMUNE.BERGAMO.IT
ANDREA CALDIROLI
ACALDIROLI@COMUNE.BG.IT
COMUNE DI BERGAMO