

I quadri paesaggistici e le condizioni di intervisibilità: le valutazioni realizzate per il Piano Paesaggistico della Regione Toscana

Fabio Lucchesi, Michela Moretti, Christian Ciampi, Michele Ercolini, Michele De Silva,
Emanuela Loi, Fabio Nardini, Ilaria Scatarzi

Centro Interuniversitario Scienze del Territorio, ICart/DIDA, Università di Firenze
via Micheli, 2, 50121, Firenze, tel. +390552756465, fax +39055275705, e-mail fabio.lucchesi@unifi.it

Riassunto

Il contributo intende presentare due rappresentazioni cartografiche che valorizzano le funzioni di analisi dei bacini visivi (*viewshed*): la prima è dedicata alla valutazione della *intervisibilità teorica assoluta*; la seconda è dedicata alla valutazione della intervisibilità teorica ponderata rispetto alle reti di fruizione paesaggistica. Entrambe le rappresentazioni fanno parte dell'apparato conoscitivo del Piano Paesaggistico della Toscana.

La valutazione di intervisibilità teorica assoluta integra i *viewshed* relativi a una griglia regolare di 117100 punti distribuiti sul territorio regionale; essa mette in luce i *grandi orizzonti visivi persistenti* nei quadri paesaggistici. La valutazione di intervisibilità ponderata delle reti di fruizione misura viceversa la probabilità di ciascuna parte del suolo regionale di entrare con un ruolo significativo nei quadri visivi di un osservatore che percorra il territorio lungo i luoghi e gli itinerari privilegiati dalla fruizione paesaggistica; questa seconda elaborazione, significativamente più complessa, è basata su valutazione gerarchica AHP.

Abstract

The paper presents two maps that exploit viewshed analysis: the first assesses the region *absolute theoretical intervisibility*; the second assesses the weighted viewshed of the most important scenic place. Both maps are part of Landscape Plan of the Region of Tuscany, which has been recently adopted.

The evaluation of *absolute theoretical intervisibility* is obtained through the integration of viewshed of 117100 points distributed throughout the region in a regular grid; this integration highlights the *Tuscan scenery great persistent horizons*. The evaluation of weighted intervisibility assesses vice versa the probability of each point of the regional space to enter, with a significant role, into a scenery of an observer; this second processing, significantly more complex, is based on Analytic Hierarchy Process (AHP).

Premessa

Il processo che conduce alla formazione di un giudizio di qualità paesaggistica nasce da stimoli visuali che assumono significati quando sottoposti a un processo culturale. L'atto della contemplazione del paesaggio si configura come un processo complesso, legato sia alla visione, sia alla significazione; non può perciò essere assimilato a un puro fatto ottico. Tuttavia l'atto visivo è inevitabilmente regolato da condizioni ottiche; di conseguenza qualsiasi processo di significazione e giudizio è influenzato da tali condizioni. La valutazione percettiva del paesaggio, inteso come organizzazione di una serie di oggetti compresi in un determinato spazio, è condizionata sia da una "percezione elementare" legata al puro processo visivo, sia da una "percezione culturale", che dipende dal *background* cognitivo del soggetto. La misura della visibilità dei luoghi deve essere

allora considerata un fertile elemento di supporto nella valutazione della suscettibilità alle trasformazioni: inevitabilmente, se una trasformazione interessa una porzione di spazio “molto visibile”, tale trasformazione avrà, rispetto ai quadri visivi dei fruitori del paesaggio, conseguenze maggiori di una analoga trasformazione che interessi una porzione di spazio meno visibile. È pacifico che la misura di visibilità di uno spazio non può essere fatta coincidere con un giudizio di qualità paesaggistica di quello spazio. La lettura delle condizioni di intervisibilità può però contribuire significativamente al tentativo di misurare *ex ante* l’impatto visivo delle trasformazioni spaziali.

Con questa finalità il Piano Paesaggistico della Toscana presenta tra i propri materiali conoscitivi due valutazioni di intervisibilità. Si riferirà di seguito dei modelli di valutazione utilizzati e delle metodologie di analisi. La prima valutazione è più astratta, puramente *panoramica*, in senso letterale, ed è legata alle condizioni di intervisibilità assoluta, vale a dire è indipendente da una gerarchia spaziale che discrimini l’effettiva accessibilità dei luoghi. La seconda valutazione, viceversa, tenta, di simulare le condizioni reali di costruzione dei quadri visivi da parte dei fruitori del paesaggio attraverso un modello di valutazione complesso e una valutazione multicriteriale.

L’analisi di intervisibilità teorica assoluta come indicatore della vulnerabilità visiva potenziale

Com’è noto, l’analisi di intervisibilità teorica è un metodo utilizzato per la verifica *ex ante* delle conseguenze visive di una trasformazione che interviene sulla superficie del suolo. Attraverso tale analisi è possibile prevedere da quali punti di vista, considerando le forme del terreno, tale trasformazione sarà visibile o meno. Attraverso l’applicazione di questo metodo, esemplificando, sarà possibile dare evidenza analitica al fatto che una trasformazione che interviene in un fondovalle stretto sarà visivamente percepibile essenzialmente nel limitato spazio circostante, fino alla sommità dei rilievi che definiscono la valle; e che, viceversa, una trasformazione che interviene su un crinale sarà percepibile *teoricamente* (vale a dire al netto della presenza di ostacoli alla vista: un edificio, un bosco) da ogni punto dei bacini idrografici di cui il crinale fa da spartiacque. In termini più tecnici, l’analisi calcola le “linee di vista” (*lines of sight*) che si dipartono dal punto considerato e che raggiungono il suolo circostante, interrompendosi, appunto, in corrispondenza delle asperità del terreno. L’insieme dei punti sul suolo dai quali il luogo considerato è visibile costituisce il bacino visivo (*viewshed*) di quel luogo.

La *Carta della intervisibilità teorica assoluta* contenuta nei materiali conoscitivi del Piano Paesaggistico regionale della Toscana e riprodotta di seguito (Figura 1) è stata realizzata utilizzando gli algoritmi descritti poco sopra ma con una diversa impostazione metodologica; questa diversa impostazione giustifica, nell’intenzione di chi scrive, l’uso dell’aggettivo *assoluta*. La carta non valuta l’impatto visivo di trasformazioni effettivamente localizzate, ma misura la *vulnerabilità visiva potenziale* di ciascun punto del suolo. In altre parole: la carta è ottenuta attraverso l’integrazione dei bacini visivi di 117100 punti disposti secondo una griglia regolare di 500 metri di lato estesa a tutta la regione, oltre una fascia di 5000 metri oltre il confine (ciò che ha permesso di considerare nella valutazione la visione dal mare). Tale integrazione misura per ogni porzione di suolo in cui è stato suddiviso il territorio regionale (rappresentato da una griglia regolare di elementi quadrati di 40 metri di lato) quanti punti di quella griglia sono teoricamente visibili. La carta può dunque essere considerata come la visualizzazione del diverso ruolo dei rilievi orografici nella definizione delle vedute panoramiche del territorio toscano; ma poiché le “linee di vista” costituiscono una condizione di *intervisibilità* (da ciascuno dei due punti sul suolo agli estremi della linea di vista è visibile l’altro) tale misura può essere assunta come un indicatore di vulnerabilità visiva.

Fonti e metodologia

La fonte informativa utilizzata per il calcolo della intervisibilità è evidentemente un modello digitale del terreno (DTM), vale a dire una rappresentazione matematica della altimetria del suolo rappresentato da una griglia quadrata regolare di 40 metri di passo. I 117100 punti di osservazione

di cui si è valutato il bacino visivo sono stati collocati a 1,70 m dal suolo, simulando le condizioni percettive umane. La frequenza delle condizioni di intervisibilità derivata dal calcolo è stata normalizzata lungo un gradiente da zero a uno, dove: il valore 0 è attribuito al punto del suolo toscano che ha il bacino visivo più limitato e il valore 1 è attribuito al punto del suolo toscano che ha il bacino visivo più ampio. Per migliorare l'efficacia della valutazione rispetto ai rilievi che costituiscono gli sfondi visivi "lontani" nei quadri percettivi, il gradiente di intervisibilità è stato messo nuovamente in relazione con il modello digitale del terreno normalizzato lungo un gradiente zero/uno. La relazione tra intervisibilità assoluta e modello digitale del terreno ha generato la copertura dei "grandi orizzonti visivi persistenti", generata attraverso il seguente algoritmo:

$$\text{intervisibilità assoluta normalizzata} * (\text{modello digitale del terreno normalizzato})^2$$

Questo accorgimento fa sì che la misura finale esalti soprattutto il ruolo dei rilievi e viceversa abbassi il ruolo dei "lontani" negli orizzonti lunghi di pianura.



Figura 1 - La carta degli orizzonti visivi persistenti (risoluzione 40m).
Il gradiente verde scuro/giallo/rosso corrisponde alla transizione poco visibile/molto visibile.

La carta propone in legenda i valori normalizzati e riclassificati secondo il metodo *Natural Breaks*. Le cinque classi così ottenute sono descritte attraverso indicatori linguistici e rappresentano la quantità di punti dai quali è percepibile visivamente ciascuna porzione di territorio. Si comprende bene che le aree comprese nella prima classe “ruolo molto basso” rappresentano le zone del territorio toscano meno percepibili con lo sguardo, mentre la classe quinta “ruolo molto alto” comprende le aree che sono visibili dal numero maggiore di punti di osservazione.

I grandi orizzonti visivi dei paesaggi toscani

La rappresentazione cartografica di sintesi fa emergere, nei toni dell’arancio e del rosso associati alle classi quarta e quinta, gli elementi fisiografici dominanti, visibili da grande distanza, che costituiscono le quinte sceniche delle vedute panoramiche. Tali quinte, definite come *grandi orizzonti visivi persistenti*, hanno un ruolo significativo nella composizione dei quadri visivi del paesaggio toscano, rappresentandone sovente i limiti lontani. Dalla lettura emergono, in particolare, due gruppi di elementi. Il primo gruppo comprende veri e propri *landmarks* paesaggistici, elementi isolati di facile riconoscibilità che emergono dal circostante contesto territoriale, assumendo il ruolo di veri e propri “fuochi” della visione panoramica; si pensi al rapporto tra il cono vulcanico dell’Amiata e la Valdorcia o a quello tra il massiccio del Monte Pisano e il Valdarno Inferiore o a quello tra i crinali delle Alpi Apuane e la Versilia. Il secondo gruppo comprende quelle forme fisiografiche che, data le particolari conformazioni fisiche e la disposizione definiscono dei limiti allo sguardo che limitano la visione e caratterizzano la scena paesaggistica. Si pensi al ruolo del Montalbano e dell’arco appenninico della Montagna Pistoiese nel definire i lontani nei quadri percepibili dalla Valdinievole e dalla Piana Fiorentina; o al ruolo della dorsale del Pratomagno nelle visuali del Valdarno Superiore.

La valutazione di intervisibilità teorica ponderata delle reti di fruizione paesaggistica

Il secondo modello di valutazione presentato è ancora fondato, da un punto di vista tecnico, sulla integrazione dei *viewshed* di una serie di punti; in questo caso però essi non sono collocati astrattamente in una griglia, ma cercano di rappresentare punti di vista reali, e sono perciò collocati in corrispondenza dei luoghi di fruizione del paesaggio toscano; lo “sguardo” sul paesaggio è costruito dal fruitore esattamente a partire dalla frequentazione di quei luoghi. Il modello di valutazione tenta un passo ulteriore: misurare in qualche modo l’intensità qualitativa, il ruolo di ogni luogo nella formazione dei quadri visivi. Per questo motivo il modello utilizza la consolidata metodologia della analisi multicriteriale.

Le reti di fruizione

Il modello preliminarmente individua e materializza nello spazio tre distinte “reti di fruizione” del paesaggio toscano. La prima rete è legata a una fruizione più “novecentesca”, per così dire, del territorio, fatta di spostamenti automobilistici tra i luoghi più celebrati dell’identità regionale. La seconda rete è legata a luoghi e itinerari che permettono una scoperta del paesaggio attraverso un avvicinarsi meno veloce dei singoli quadri visivi ed è fatta perciò di percorsi lenti che attraversano luoghi di interesse sia storico sia ambientale. La terza rete identifica infine come luoghi privilegiati per la contemplazione del paesaggio toscano le aree tutelate per legge sia per un interesse culturale, sia per valori o singolarità naturalistiche.

La rete della fruizione □dinamica□(mobilit□automobilistica)

Questa rete rappresenta la fruizione caratteristica di un utente/visitatore che si muova, soprattutto in automobile, utilizzando le indicazioni delle guide di viaggio tradizionali, privilegiando gli itinerari panoramici e visitando centri e nuclei storici e aree archeologiche rilevanti.

La ricerca ha individuato i seguenti elementi della rete:

strade panoramiche e/o di interesse paesaggistico. Le strade considerate derivano dalle segnalazioni delle cartografie di interesse turistico (Touring Club Italiano, Guida Michelin), nonché dai quadri conoscitivi dei PTC provinciali della regione Toscana, quando presenti. Il giudizio di

panoramicità/interesse paesaggistico è stato associato alle geometrie del grafo stradale utilizzato dagli elaborati del Piano. Le strade panoramiche sono state rappresentate nel modello da sequenze di punti di osservazione lungo i percorsi, uno ogni 500 m;

punti panoramici. I punti considerati sono quelli individuati nelle descrizioni della Guida Rossa del Touring Club Italiano relativa alla Toscana, opportunamente georeferenziati e digitalizzati in una banca dati originale. Nel modello i punti panoramici sono stati rappresentati, evidentemente, come punti;

centri e nuclei storici. I centri e nuclei considerati sono quelli classificati come “centri matrice” nella “Carta dei caratteri del paesaggio della Toscana”. Sono rappresentati da punti collocati nel baricentro del poligono corrispondente all’estensione del centro. Lo studio valuta convenzionalmente l’ampiezza del quadro visivo di un osservatore collocato a 25 metri dal suolo (simulando pertanto una vista “dal campanile”);

aree archeologiche ex art. 136. Le aree considerate sono quelle individuate secondo quanto previsto dall’art.136 del DL 42/2004 (Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio) e corrispondono a quanto documentato nella banca dati regionale del SITA. Le aree archeologiche sono rappresentate dai baricentri dei poligoni di vincolo e considerano un osservatore posto a un’altezza di 25 metri dal suolo;

siti Unesco. Si tratta dei siti iscritti alla Lista del Patrimonio Mondiale Unesco localizzati in Toscana. Le geometrie provengono per lo più, dalla banca dati regionale. I siti di ridotta dimensione sono stati rappresentati come punti corrispondenti ai baricentri dei poligoni di vincolo. I siti estesi, comprensivi della propria area di Buffer Zone, sono stati rappresentati da una serie di punti lungo le strade di attraversamento.

La Rete della fruizione □lenta□

Questa rete rappresenta la fruizione caratteristica di un utente/visitatore che si muova a velocità ridotta lungo i più importanti percorsi dedicati presenti nel territorio regionale.

La ricerca ha individuato i seguenti componenti della rete:

sentieri CAI. Si tratta dei percorsi di sentieristica CAI presenti all’interno della banca dati regionale. I sentieri sono rappresentati da sequenze di punti lungo il percorso, uno ogni 250 m;

grande Escursione Appenninica (GEA). Con l’acronimo GEA si intende il sentiero di crinale appenninico localizzato nella zona nord/nordest della Regione. Il sentiero è rappresentato da sequenze di punti disposti lungo il percorso, uno ogni 250 m.

ferrovie di interesse paesaggistico. Si tratta di una selezione di tratti ferroviari particolarmente rilevanti dal punto di vista che stiamo utilizzando; la selezione è coerente con la rete della “mobilità lenta” utilizzata nelle elaborazioni del Piano. Tale banca dati è stata integrata con ulteriori tratti secondo le indicazioni della Regione Toscana.

La Rete di valorizzazione fruitiva dei beni paesaggistici e delle aree tutelate per legge

Questa rete è costituita da una selezione delle aree tutelate ai sensi dell’Art. 142 del Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio, immaginate come luoghi privilegiati per la fruizione e contemplazione paesaggistica. La ricerca ha individuato i seguenti componenti della rete:

aree definite dall’art.142 del codice lett. a, b, c, e, i, m;

aree definite dall’art.136 del codice, escluse le aree archeologiche;

aree naturalistiche protette: SIC, ZPS, SIR, parchi nazionali, regionali, provinciali.

Tutte le aree sono rappresentate da una griglia di punti di osservazione disposti secondo una maglia regolare 250 x 250 m ed estesa fino ai limiti di ciascuna area.

La delineazione dei bacini visivi (viewshed) ponderati

La metodologia di valutazione è basata sulla considerazione che il fruitore di ciascuna rete costruisce una sequenza di “quadri visivi”, condizionati dalla propria posizione e dalle forme del suolo che lo circondano. Si deve osservare che le diverse porzioni di suolo non rientrano in questi quadri con la stessa frequenza: alcune mai, alcune raramente, altre spesso; in primo luogo la

valutazione misura precisamente quante volte una porzione di suolo (in questo caso rappresentata da un quadrato di 120 x 120 m) rientra nei quadri visivo dell'osservatore.

D'altra parte, il modello di valutazione multicriterio utilizzato considera il fatto che quando le porzioni di suolo rientrano nei quadri visivi dell'osservatore esse occupano, di quei quadri, "settori" diversi. Con maggiore specificazione: (i) sono vicino all'osservatore, e precisamente tra gli 0 ed i 500 m dal punto di osservazione. In questo caso definiscono la "vista di dettaglio", vale a dire lo spazio del quadro visivo nel quale si riesce a cogliere il profilo dei singoli elementi e le loro caratteristiche materiche; (ii) sono a una distanza compresa tra i 500 e i 5000 m dal punto di osservazione. In questo caso definiscono la "vista di struttura", vale a dire lo spazio del quadro visivo nel quale è possibile apprezzare le relazioni tra gli elementi territoriali, cogliendo nel complesso la composizione della struttura paesaggistica; (iii) sono a una distanza compresa tra i 5000 e i 12000 m dall'osservatore. In questo caso definiscono la "vista di sfondo", vale a dire lo spazio del quadro visivo in cui è possibile cogliere gli *skyline* territoriali, le forme dei rilievi e i condizionamenti geomorfologici; (iv) sono visibili a grande distanza dal punto di osservazione, oltre i 12000 m. In questo caso definiscono gli "orizzonti visivi persistenti" dei quadri visivi.

Come è stato precisato, la valutazione considera anche la posizione della porzione di suolo nel quadro visivo e dunque le diverse fasce di visibilità. La valutazione dunque utilizza un modello di misura che "pesa" i valori di visibilità in funzione delle diverse fasce; in altre parole, il modello tiene conto se una porzione di suolo rientra nella visione di struttura o di sfondo di un osservatore.

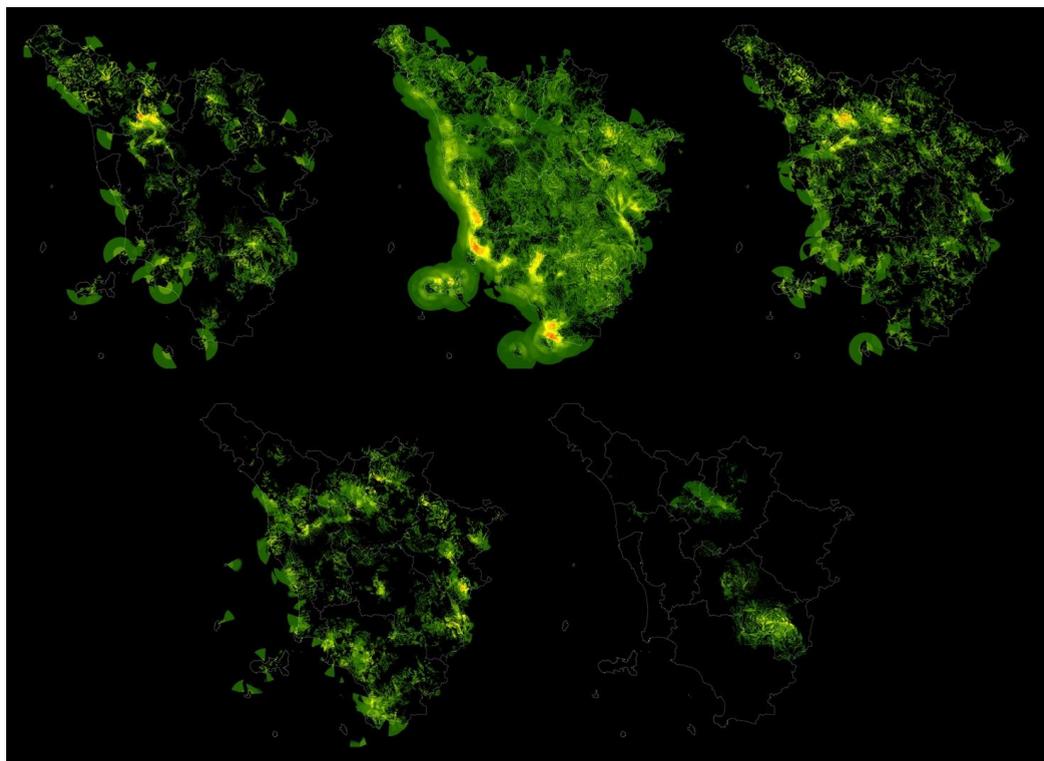


Figura 2 - Viewshed ponderati degli elementi della rete di fruizione automobilistica. Dall'alto a sinistra, in senso orario: punti panoramici, strade panoramiche, centri storici, aree UNESCO, aree archeologiche.

Criteria ulteriori e correttivi per la valutazione integrata

Per ogni componente di ciascuna rete di fruizione (punti panoramici, centri e nuclei storici, e così via) vengono pertanto realizzati tre *viewshed*, (vista di dettaglio, vista di struttura, vista di sfondo) che misurano quante volte ciascuna porzione di suolo è vista dalla rete e quale settore del quadro visivo occupano. Tale misura viene successivamente moltiplicata per una costante in funzione della fascia visiva, secondo i coefficienti: 4 (*vista di dettaglio*); 10 (*vista di struttura*); 2 (*vista di sfondo*). I valori vengono infine sommati in un unico *viewshed*, che dunque misura il ruolo (oltre la frequenza) con cui ciascuna porzione di suolo rientra nei quadri visivi creati dal fruitore della rete.

I *viewshed* di ciascuna componente sono infine integrati in una mappa di rete di fruizione rappresentata da una griglia in cui il valore di ogni pixel rappresenta il ruolo¹ di ogni singola porzione di suolo (120m x 120m) nei quadri visivi di un fruitore.

I valori così calcolati vengono normalizzati in modo da occupare uno spettro continuo e variabile da zero ad uno.

Per non trascurare il ruolo dei “lontani”, vale a dire dei grandi orizzonti visivi persistenti, nei quadri visivi la valutazione multicriterio ha considerato anche la misura della intervisibilità teorica “assoluta”, descritta poco sopra. Il modello, infine, nello sforzo di valutare anche qualitativamente le condizioni di visibilità, ha considerato anche l’angolo con il quale la giacitura del suolo si offre rispetto alla direzione dello sguardo dell’osservatore. La visione obliqua, infatti, consente di ricostruire con maggiore chiarezza i rapporti spaziali tra gli elementi territoriali. Per questo motivo il modello usa come ulteriore criterio di valutazione una copertura cartografica di pendenza, ottenuta dal modello digitale del terreno citato poco sopra e normalizzato lungo una scala che va da zero a uno.

Valutazione multicriteriale di visibilità per ciascuna rete di fruizione

La visibilità ponderata da ciascun elemento di fruizione, l’intervisibilità assoluta e il valore di pendenza costituiscono i criteri che definiscono la valutazione. Per ciascuna rete di fruizione i valori di ciascun criterio vengono confrontati fra di loro a coppie (attraverso la *Matrice di Saaty*) secondo le metodiche canoniche dell’analisi gerarchica. Si illustra di seguito (Tabella 1) l’esempio di costruzione dei pesi per la rete di fruizione automobilistica.

	VPP	VAA	VCM	IAP	P	VSP	U
VPP (visibilità punti panoramici)	1	4	5	5	5	2	3
VAA (visibilità aree archeologiche)	0,25	1	4	3	4	3	2
VCM (visibilità centri matrice)	0,2	0,25	1	4	3	4	1
IAP (intervisibilità assoluta)	0,2	0,33	0,25	1	1	1	3
P (pendenza)	0,2	0,25	0,33	1	1	1	3
VSP (visibilità strade panoramiche)	0,5	0,33	0,25	1	1	1	1
U (siti UNESCO)	0,33	0,5	1	0,33	0,33	1	1

Tabella 1 - Valutazione integrata della rete di fruizione dinamica. Matrice di Saaty.

¹ Tale ruolo è misurato in funzione dei criteri di visivi valutazione scelti per l’integrazione ed esposti poco sopra: in questo caso, per esempio, un valore alto può significare: che quella porzione di suolo entra molto di frequente nei quadri di un fruitore della rete, oppure che entra meno di frequente ma occupa costantemente lo spazio della visione di struttura, oppure che entra meno di frequente, ma si offre allo sguardo secondo un angolo ampio di visione, e così via.

I singoli criteri sono dunque integrati attraverso la seguente formula utilizzata con strumenti di *Map Algebra* per la costruzione della mappa di valutazione della intervisibilità ponderata della rete di fruizione automobilistica.

$$VPP \times 0,34 + VAA \times 0,20 + VCM \times 0,14 + IAP \times 0,08 + P \times 0,08 + VSP \times 0,07 + U \times 0,06$$



Figura 3 - Le mappe di intervisibilità relative alle tre reti di fruizione.
Da sinistra: rete della mobilità automobilistica, rete della mobilità lenta, rete delle aree protette.

La carta di sintesi finale è ottenuta attraverso la somma aritmetica delle mappe di intervisibilità ponderata relative a ciascuna rete di fruizione per ciascuna porzione di suolo. I risultati sono quindi normalizzati lungo un gradiente da zero a uno e rappresentati suddivisi in cinque classi ottenute con metodo Natural Breaks (Figura 4).

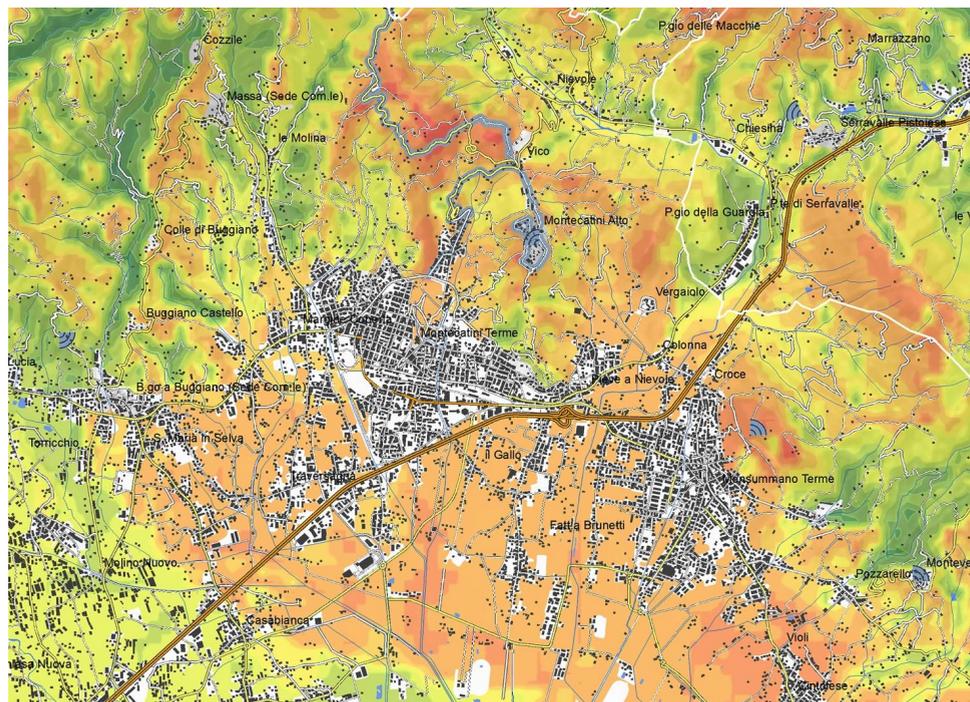


Figura 4 - Restituzione finale della Mappa di valutazione della intervisibilità teorica ponderata delle reti di fruizione paesaggistica. La copertura raster di passo 120 m è stata generalizzata attraverso vettorializzazione; la scala originale è 1/50000.